

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การลดปริมาณสารแขวนลอยในบ่อเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

ที่มีระบบน้ำหมุนเวียน

Decreasing suspended solids in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture-tank with recirculating system



เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 104599

วันเดือนปี 5 พ.ย. 2552

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การลดปริมาณสารแขวนลอยในบ่อเลี้ยงปลานิล(*Oreochromis niloticus*) ที่มีระบบน้ำ
หมุนเวียน
Decreasing suspended solids in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)
culture-tank with recirculating system

ชื่อนักศึกษา นายธนากร ปริธานี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
2/3/2554 รศ.สมชาย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ๒๕๕๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การลดปริมาณสารแขวนลอยในบ่อปลานิล(*Oreochromis niloticus*) ที่มีระบบน้ำหมุนเวียน Decreasing suspended solids in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture-tank with recirculating system

การเลี้ยงปลานิลในระบบหมุนเวียนน้ำที่ระดับความหนาแน่น 70, 110 และ 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า การกรองสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ โดยผ่านผ้ากรองขนาด 200 ไมครอน เมื่อเปิดระบบกรอง 1, 2 และ 3 ชั่วโมง จะทำให้ประสิทธิภาพการกรองมีค่า 68.10%, 69.52% และ 45.02% ตามลำดับ และพบว่าปัจจัยคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าอุณหภูมิ 28.6 ± 1.9 , 28.6 ± 1.8 และ 28.7 ± 1.8 °C ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 4.85 ± 1.05 , 4.16 ± 1.14 และ 4.22 ± 1.03 mg/l ความเป็นกรด-ด่าง 6.64 ± 0.47 , 6.76 ± 0.44 และ 6.78 ± 0.50 ความเป็นด่าง 46 ± 29 , 52 ± 30 และ 54 ± 34 mg/l ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 0.16 ± 0.04 , 0.16 ± 0.04 และ 0.17 ± 0.05 ความนำไฟฟ้า 0.31 ± 0.08 , 0.32 ± 0.09 และ 0.35 ± 0.10 ms/cm ความเข้มข้นของแอมโมเนียทั้งหมด 2.24 ± 2.16 , 3.67 ± 3.04 และ 5.07 ± 3.83 mg/l ไนโตรท์ 0.21 ± 0.18 , 0.34 ± 0.30 และ 0.37 ± 0.34 mg/l และ ไนเตรท 7.32 ± 8.51 , 7.08 ± 8.53 และ 8.05 ± 11.09 mg/l ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของปลานิลและประสิทธิภาพการกรอง โดยทำความสะอาดผ้ากรอง หลังจากการกรองไม่เกิน 3 ชั่วโมง จะทำให้สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยในบ่อเลี้ยงได้เหมาะสมที่สุด

คำนิยาม

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยให้กำลังใจจนเสร็จสิ้นการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ คุณนภพล เป่ามนัส และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำและให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์

ขอขอบคุณ รุ่นพี่ปริญญาโท และเพื่อนๆ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ



นายธนกร ปริธานี

เมษายน 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญภาพ	II
สารบัญตาราง	IV
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	20
ผลการทดลองและวิจารณ์	23
สรุป	34
เอกสารอ้างอิง	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เครื่องกรองแบบ Sludge collector	6
2	เครื่องกรองแบบ Drum screen filter	6
3	เครื่องกรองแบบ Swirl separator	7
4	เครื่องกรองแบบ Swirl separator มองจากด้านบน	7
5	เครื่องกรองแบบ Radial-flow settler	8
6	เครื่องกรองแบบ Radial-flow settler มองจากด้านบน	8
7	ภาพจำลองเครื่องกรองแบบ Bead filter	9
8	ภาพจำลองการกรองแบบ Up flow with floating media (UFMF)	9
9	ภาพจำลองการกรองแบบ Down flow with floating media (DFMF)	10
10	ภาพจำลองการกรองแบบ Down flow with a sand medium (DSF)	10
11	(a) ขนาดของอนุภาคตะกอนที่พบบริเวณทางน้ำและออกจากระบบการกรองแบบ Swirl separator (b) ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำของระบบกรองแบบ Swirl separator สำหรับการเลี้ยงปลาในระบบหมุนเวียนน้ำ	16
12	(a) ขนาดของอนุภาคตะกอนที่พบบริเวณทางน้ำและออกจากระบบการกรองแบบ Bead filter (b) ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำของระบบกรองแบบ Bead filter สำหรับการเลี้ยงปลาในระบบหมุนเวียนน้ำ	17
13	วัสดุกรองสองชนิด (ภาพซ้ายคือแบบ บล็อก และภาพขวา คือแบบ ซิฟ)	18
14	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้ต่อวัน	23
15	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้จากการเปิดระบบ 1 ชั่วโมง	24
16	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้จากการเปิดระบบ 2 ชั่วโมง	24
17	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้จากการเปิดระบบ 3 ชั่วโมง	25
18	ประสิทธิภาพในการกรองของระบบ	25
19	ขนาดของรูตาข่ายกรองที่ใช้ในระบบกรอง	26
20	สารแขวนลอยที่มีขนาดแตกต่างกัน	26
21	สารแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมครอน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	สารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 200 ไมครอน	27
23	คุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	28
24	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	28
25	ความเป็นกรด-ด่างในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	29
26	ค่าความเป็นด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	30
27	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	30
28	ค่าความนำไฟฟ้าในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	31
29	ความเข้มข้นของแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	32
30	ความเข้มข้นของไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	32
31	ความเข้มข้นของไนเตรทในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ภาพที่		หน้า
1	ปริมาณสารแขวนลอยที่กำลังจัดออกโดย Sludge collectors ระหว่างเวลา 24 ชั่วโมง	12
2	ปริมาณสารแขวนลอยที่กำลังจัดออกโดย Drum screen filter ระหว่างเวลา 24 ชั่วโมง	13
3	ความเข้มข้นของตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ประสิทธิภาพของการกำจัดตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ อัตราการไหลของน้ำและมวลของน้ำที่ไหลเข้าระบบ และอัตราการให้อาหารต่อวัน	14
4	ปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ บริเวณทางน้ำเข้าและออกจากเครื่องกรอง 3 แบบโดยทำการทดลองในระยะเวลาสั้นและระยะเวลานาน	15
5	อัตรา Nitrification และปัจจัยคุณภาพน้ำ; ข้อมูลต่าง ๆ ของสื่อตัวกรองสองชนิด \pm STD	19
6	ตัวแปรคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปลานิลเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และเป็นที่ยอมรับโรค ซึ่งปัจจุบันได้มีการขยายตัวในการเพาะเลี้ยงปลานิลกันมากทั้งในบ่อดิน กระจก หรือแม้กระทั่งบ่อซีเมนต์ ซึ่งในการเพาะเลี้ยงที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้มีการใช้พื้นที่และปริมาณน้ำในการเพาะเลี้ยงเป็นจำนวนมากและในการเลี้ยงปลานิลยังพบปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหนึ่งในสาเหตุของปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม คือ การปล่อยตะกอนและสารแขวนลอย รวมทั้งของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลาไปสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้ผลทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม ดังนั้นจึงได้ทดลองเลี้ยงปลานิลในระบบหมุนเวียนน้ำ เพื่อศึกษาการลดปริมาณตะกอนและสารแขวนลอย จากการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน ในระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งสามารถลดพื้นที่การเลี้ยง การใช้น้ำ และลดปัญหาของเสียที่เกิดจากการเลี้ยงปลานิล ซึ่งจะเป็นการช่วยประหยัดทรัพยากร และเป็นแนวทางในการจัดการระบบการเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงปลานิลในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการลดปริมาณสารแขวนลอยในการเลี้ยงปลานิลในระบบหมุนเวียนน้ำ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงปลานิลแบบหมุนเวียนน้ำที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

การตรวจเอกสาร

ปลานิล (*Tilapia nilotica*) เป็นปลาเศรษฐกิจที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายเพราะเป็นปลาที่เพาะเลี้ยงง่าย โตเร็ว มีความแข็งแรงอดทนและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ปลานิลไม่ใช่ปลาพื้นเมืองของไทย แต่นำเข้ามาจากญี่ปุ่น (ถิ่นกำเนิดของปลานิลอยู่ในทวีปแอฟริกา) เมื่อ พ.ศ. 2508 โดยมกุฎราชกุมาร อากิฮิโตะ แห่งประเทศญี่ปุ่น ได้จัดส่งปลานิลขึ้นทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ในหลวงทรงโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้เพาะเลี้ยงในบริเวณพระตำหนักสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต พระราชทานชื่อปลานิลว่า “ปลานิล” จากนั้น 1 ปี ทรงพระราชทานปลานิลแก่กรมประมงเพื่อเพาะและขยายพันธุ์ และส่งเสริมการเพาะเลี้ยงอย่างกว้างขวางไปทั่วประเทศดังเช่นในปัจจุบัน (ปรกรณ์, 2530)

รูปร่างและลักษณะปลานิล

ปลานิลมีรูปร่างและลักษณะคล้ายกับปลาหมอเทศมากที่สุด แต่จะมีสีจางกว่าปลาหมอเทศเล็กน้อย หัวจะมีลักษณะเล็กลาดเรียบ บริเวณริมฝีปากล่างกับริมฝีปากบนจะเสมอกัน มีซี่เหงือกประมาณ 19-28 ซี่ ขอบตามีสีแดง ที่กระดุกแก้มจะมีจุดสีเข้มอยู่หนึ่งจุด ที่แก้มจะมีเกล็ดอยู่ด้วยกัน 4 แถว ลำตัวป้อมมีสีเขียวน้ำตาลและมีลายพาดขวางประมาณ 9-10 แถว ลักษณะของลายจะพาดขวางจากส่วนหลังมายังส่วนท้องอย่างสมบูรณ์โดยจะไม่แตกเป็นแฉก ด้านหลังหนาที่บริเวณส่วนอ่อนของ ครีบหลัง ครีบกัน และครีบหางจะมีลายประเป็นจุดสีขาวและมีเส้นสีดำตัดขวาง ปลานิลจะแตกต่างจากปลาหมอเทศตรงที่ปลานิลมีเกล็ด 3 แถว ที่บริเวณแก้ม และอีก 1 แถว ตรงบริเวณเหนือเส้นข้างตัวเล็กน้อย ครีบหลังมีครีบเดี่ยว ประกอบไปด้วยก้านครีบแข็ง 15-18 อัน และก้านครีบอ่อน 12-14 อัน ครีบกันจะประกอบไปด้วยก้านครีบแข็ง 3 อัน และก้านครีบอ่อน 9-10 อัน บนแถบเส้นข้างตัวจะมีเกล็ดอยู่ 33 เกล็ด ทางด้านข้างมีเกล็ดตามแนวเดียวจากด้านบนของครีบหลังลงมาจนถึงเส้นข้างตัว จำนวน 5 เกล็ด และเกล็ดจากเส้นข้างลำตัวลงมาถึงส่วนหน้าของครีบกันมีจำนวน 13 เกล็ด (เพิ่มพูน, 2531)

คุณสมบัติและนิสัยปลานิล

ปลานิลมีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นฝูง (ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์) มีความทนทานและปรับตัวเข้ากับ สภาพแวดล้อมได้ดี จากการศึกษาพบว่าปลานิลทนต่อความเค็มได้ถึง 20 ส่วนในพันส่วน ทนความเป็น กรด-ด่าง (pH) ได้ดีในช่วง 6.5-8.3 และสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ถึง 40 องศาเซลเซียส แต่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสพบว่าปลานิลปรับตัวและเจริญเติบโตได้ไม่ดีนัก ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะถิ่นกำเนิดเดิมของปลานิลนี้อยู่ในเขตร้อน (ปรกรณ์, 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลี้ยงปลานิล

ปลานิลเป็นปลาที่มีการเลี้ยงกันมากชนิดหนึ่ง ทั้งในรูปแบบการค้าและเลี้ยงไว้บริโภคในครัวเรือน เนื่องจากปลานิลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย กินอาหารได้แทบทุกชนิดและเนื้อีรสชาติดี ซึ่งในปัจจุบันมีอาหารสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลานิลโดยเฉพาะทำให้ปลาได้รับสารอาหารอย่างเต็มที่และส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตดี ซึ่งในปัจจุบันปลานิลมีราคาในการจำหน่ายนั้นค่อนข้างดีเมื่อเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่น ๆ นอกจากนั้นการเลี้ยงปลาชนิดนี้มีความจำเป็นจะต้องมีการจัดการฟาร์มที่ดี เพราะปลานิลเป็นปลาที่ออกลูกตก ถ้าเลี้ยงในบ่อมีความหนาแน่นมากก็จะเจริญเติบโตช้า ดังนั้นการเลี้ยงที่จะให้ได้ผลดีเป็นที่พอใจ จำเป็นต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีการจัดการที่เหมาะสม ซึ่งในปัจจุบันได้เริ่มมีการนำปลานิลมาเลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำกันมากขึ้น ทำให้มีการศึกษาและพัฒนากระบวนการเลี้ยงให้มีความเหมาะสมกับการเลี้ยงปลานิลเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ทำสามารถเลี้ยงปลานิลในระดับที่มีความหนาแน่นสูงได้ รวมถึงช่วยให้สามารถประหยัดทรัพยากรน้ำและลดปริมาณของเสียที่จะไปทำลายสภาพแวดล้อมจากการปล่อยน้ำเสียออกจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียนน้ำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียนน้ำ กลายเป็นทางเลือกหนึ่ง สำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ที่จำกัด ซึ่งในการเลี้ยงปลาในระบบหมุนเวียนน้ำทำให้สามารถเลี้ยงได้ที่มีความหนาแน่นสูง ถึง 100 kg/m^3 โดยในการเลี้ยงปลาที่มีความหนาแน่นสูงในระบบหมุนเวียนน้ำ มีความจำเป็นที่จะต้องรักษาระดับคุณภาพน้ำให้มีความเหมาะสม ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการต่างๆ คือ การกำจัดตะกอน กระบวนการกรองทางชีวภาพ ระดับออกซิเจนในน้ำ และการกำจัดก๊าซพิษออก โดยในการออกแบบระบบจะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ เนื่องจากมีความจำเป็นในการเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความหนาแน่นสูง ซึ่งการพัฒนากระบวนการเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความหนาแน่นเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูง โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยครั้ง จะช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรน้ำ และยังช่วยลดปัญหาจากสิ่งแวดล้อมซึ่งมีผลมาจากน้ำเสียที่ปล่อยออกไปจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งได้มีการศึกษาถึงปริมาณของเสียที่ระบายออกจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำในญี่ปุ่นโดยเฉลี่ยน้ำหนักต่อหน่วยของการเลี้ยงปลา คือ 0.8 kg N ต่อปลา 1 ตัน ต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับของเสียที่ออกมาจากคน เทียบเท่ากับจำนวนคนทั้งหมด 73 คน ต่อปลา 1 ตัน โดยมีการสันนิษฐานถึงปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาจากของเสีย เทียบเท่ากับ 11 g N ต่อคน 1 คน ต่อ วัน โดยผลผลิตที่ได้ทั้งหมดจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำในญี่ปุ่นในปี 1999 อยู่ที่ 63,000 ตัน ดังนั้นการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจะเทียบเท่ากับปริมาณของเสียที่ได้จากคนถึง 5 ล้านคน ซึ่งเป็นผลกระทบส่วนหนึ่งที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม แต่ถ้ามีกระบวนการที่จะจัดการของเสียในระบบการเลี้ยงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดี ก็จะทำให้ของเสียที่ปล่อยออกมาที่มีปริมาณน้อยลงและช่วยให้สภาพแวดล้อมดีขึ้นได้ Suzuki et al. (2003) ส่วนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศคูเวตมีระบบการหมุนเวียนน้ำที่มีประสิทธิภาพในการเลี้ยงปลาที่มีความหนาแน่นสูง โดยจะรักษาระดับคุณภาพน้ำให้มีความเหมาะสม ซึ่งจะใช้ตัวกรองชีวภาพโดยมีแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์อาศัยอยู่ โดยแบคทีเรียจะเกาะติดอยู่กับวัสดุกรอง คือ polypropylene plastic chips และ polyethylene block ซึ่งทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุกรองทั้งสองชนิด โดยดูประสิทธิภาพของการดึง แอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรท รวมถึงการรวมของเสียจากวัสดุกรองภายในระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่ออาการการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนแปลงอาหาร อัตราการรอดชีวิตและการผลิตปลาให้ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ (Ridha and Cruz, 2001)

การเกิดสารแขวนลอยและผลกระทบที่มีต่อสัตว์น้ำ

Cripps and Bergheim (2000) รายงานว่าของเสียที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ในกระบวนการเลี้ยง ซึ่งไม่มีการกำจัดออกจากระบบระหว่างการเลี้ยง โดยของเสียส่วนใหญ่เกิดจากการให้อาหารที่มากเกินไปจนอาหารเหลือ เกิดเป็นตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ อีกส่วนหนึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของสัตว์น้ำ ซึ่งถ้าไม่มีการกำจัดออก จะทำให้เกิดน้ำเสียและส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและสุขภาพของสัตว์น้ำ ส่วน Pfeiffer et al. (2008) รายงานว่าการจัดการและการกำจัดสารแขวนลอยออกเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นในระบบเกิดจากขี้จากการขับถ่ายของสัตว์น้ำ อาหารที่เหลือจากการกิน การเน่าเปื่อยของสัตว์น้ำที่ตาย และการหลุดลอกของคราบที่เกาะอยู่ตามผิวของถังและท่อน้ำ ซึ่งสารแขวนลอยที่ไม่มีการกำจัดออกจากระบบ จะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ โดยแขวนลอยที่อยู่ในน้ำสามารถทำความเสียหายให้กับเหงือกปลา ส่งผลให้ความต้องการออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้น รวมถึงไปการลดกระบวนการไนตริฟิเคชันและส่งผลให้ค่าแอมโมเนียในระบบเพิ่มมากขึ้น สำหรับรายงานของ Steicke et al. (2007) พบว่าลักษณะของสารแขวนลอยที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำ มีลักษณะที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเทคนิคและระยะเวลาในการเลี้ยง โดยปริมาณตะกอนที่แขวนลอยที่อยู่ในน้ำทั้งหมด (TSS) จะมีอยู่ในปริมาณเท่าใด ขึ้นอยู่กับ ลักษณะทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพ รวมถึง สายพันธุ์และขนาดของปลา และประสิทธิภาพในการกรอง โดยสิ่งที่บ่งชี้ คือ ปริมาณตะกอนของแข็งในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งมีปริมาณ 5-50 ppm อย่างไรก็ตามก็ยังมีปริมาณตะกอนในระดับความหนาแน่นที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่ง Davidson and Summerfelt (2005) กล่าวว่าในการกำจัดตะกอนของแข็งออกจากระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สามารถแบ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

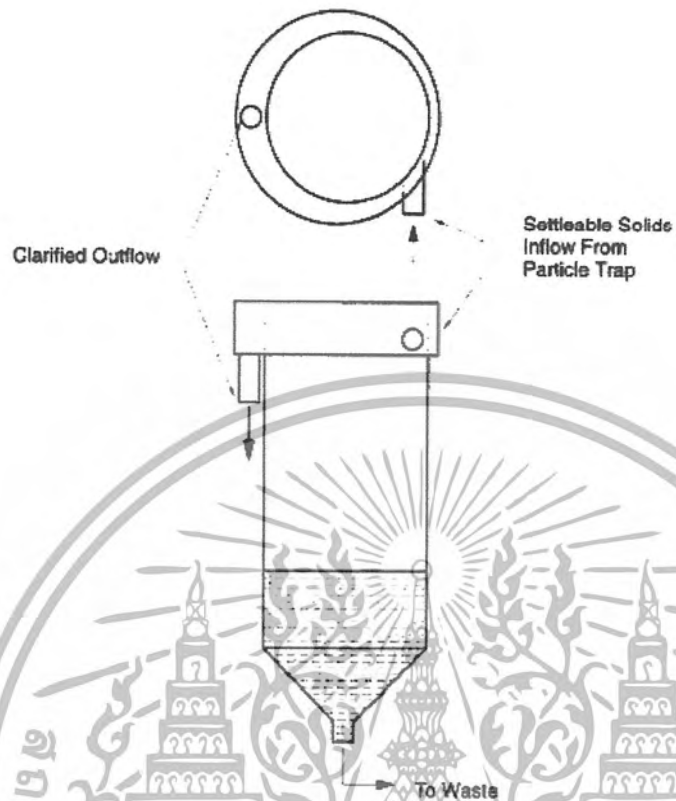
บอกได้ถึงสุขภาพของปลาแซลมอน โดยการสะสมของสารแขวนลอยในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถส่งผลต่อการเกิดโรคของปลาที่เลี้ยงไว้ ซึ่งในการกำจัดตะกอนไม่สามารถกำจัดออกได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากมีอนุภาคเล็ก ซึ่งตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเป็นสาเหตุให้เกิดการระคายเคืองต่อเหงือกของปลา ซึ่งส่งผลให้ภูมิคุ้มกันลดลงและทำให้ปลาเป็นโรคในที่สุด โดยความล้มเหลวของประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนออกจากระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำยังส่งผลถึงส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ เป็นต้นว่าของแข็งที่มากเกินไปเป็นสาเหตุให้ท่ออากาศ ตัวกรอง และหัวฉีดพ่นน้ำเกิดการอุดตัน ซึ่งเป็นผลเสียต่อระบบ

ชนิดของตัวกรองทางกายภาพที่ใช้ลดปริมาณสารแขวนลอยในการเลี้ยงสัตว์น้ำ

เครื่องกรองหรือวัสดุกรองเป็นส่วนที่มีความสำคัญกับการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียนน้ำเนื่องจากจะเป็นตัวดักจับหรือลดปริมาณสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ ช่วยให้ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งตัวอย่างของเครื่องกรองหรือวัสดุกรองในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ทำการศึกษามีดังนี้

1. Sludge collectors
2. Drum screen filter
3. Swirl separator
4. Radial-flow settler
5. Bead filter
6. Upflow with floating media (UFMF)
7. Downflow with floating media (DFMF)
8. Downflow with a sand medium (DSF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



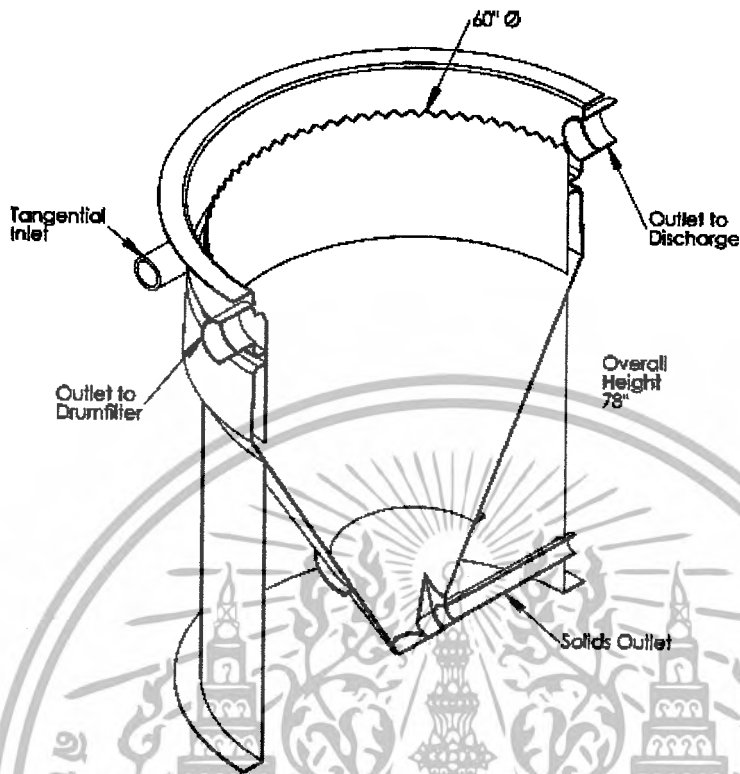
ภาพที่ 1 เครื่องกรองแบบ Sludge collector
ที่มา : Twarowska et al. (1997)



ภาพที่ 2 เครื่องกรองแบบ Drum screen filter

ที่มา : http://www.fish-helpline.co.uk/ponds/big_ponds.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 เครื่องกรองแบบ Swirl separator

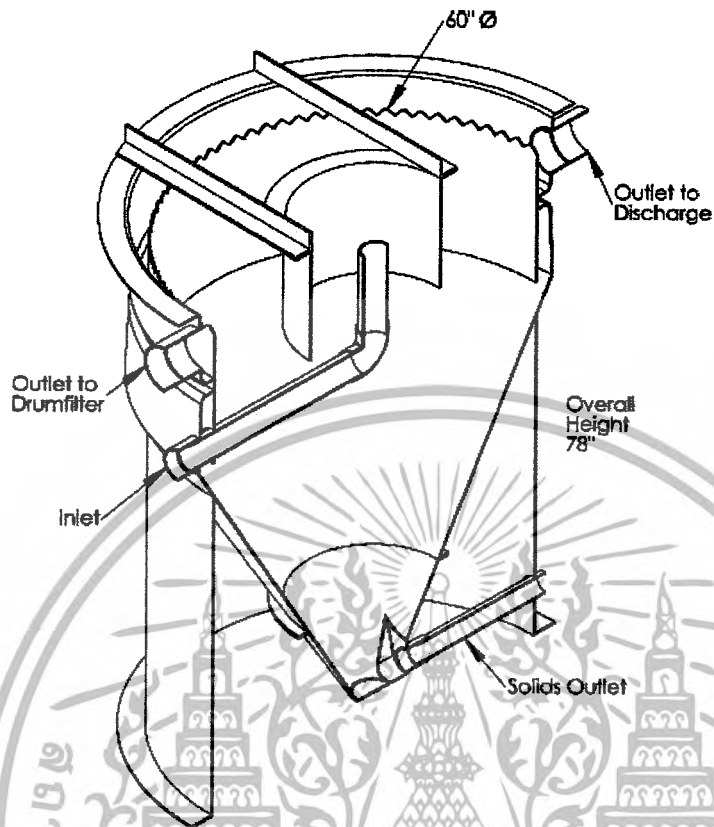
ที่มา : Davidson and Summerfelt (2005)



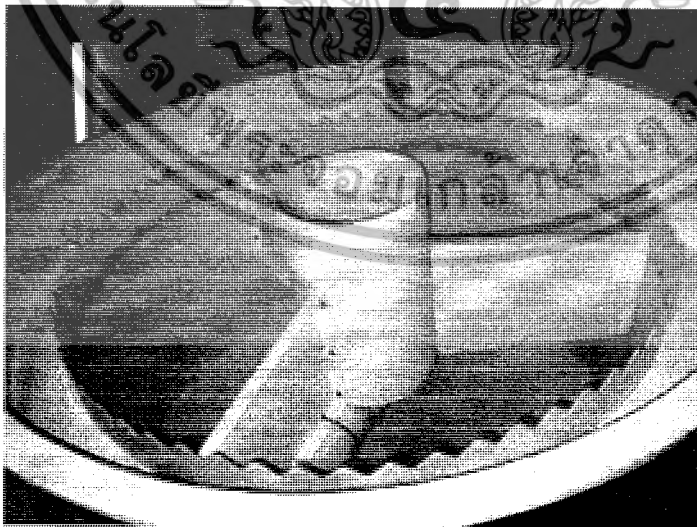
ภาพที่ 4 เครื่องกรองแบบ Swirl separator มองจากด้านบน

ที่มา : <http://www.praqua.com/filtration.cfm>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



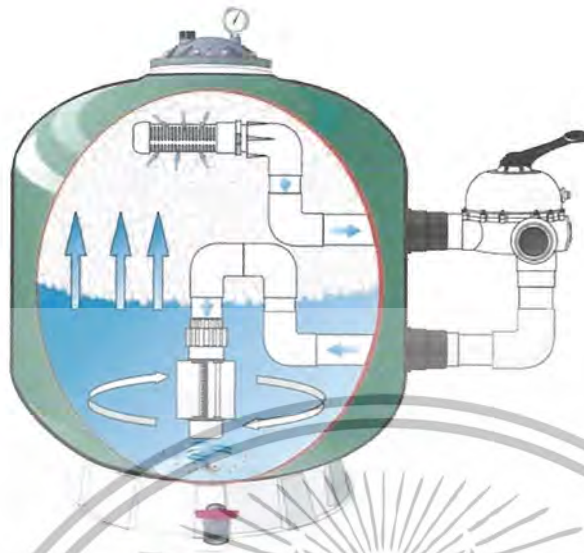
ภาพที่ 5 เครื่องกรองแบบ Radial-flow settler
ที่มา : Davidson and Summerfelt (2005)



ภาพที่ 6 เครื่องกรองแบบ Radial-flow settler มองจากด้านบน

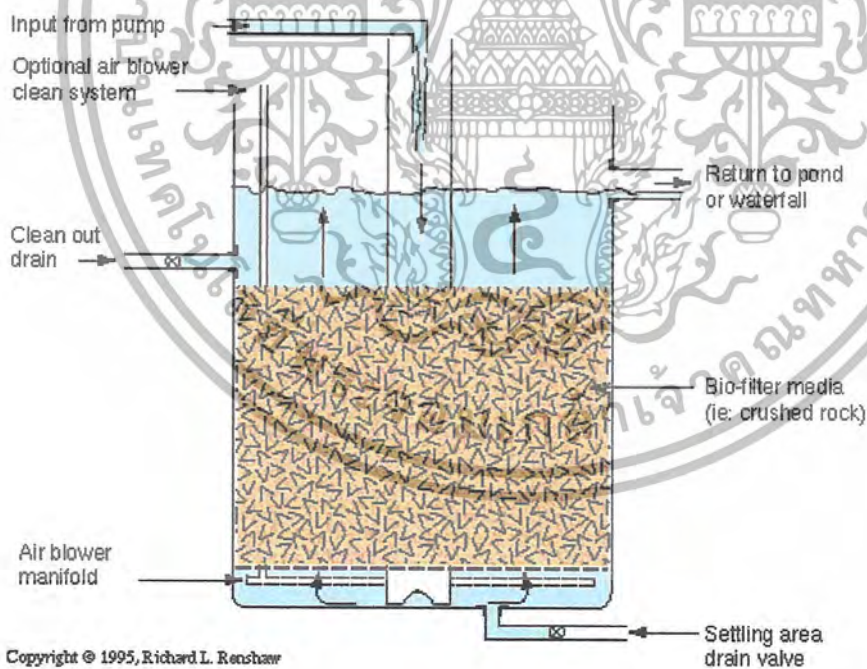
ที่มา : <http://www.praqua.com/filtration.cfm>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ภาพจำลองเครื่องกรองแบบ Bead filter

ที่มา: http://minder.en.alibaba.com/product/5010988850020084/Biological_Filter_Mat.html

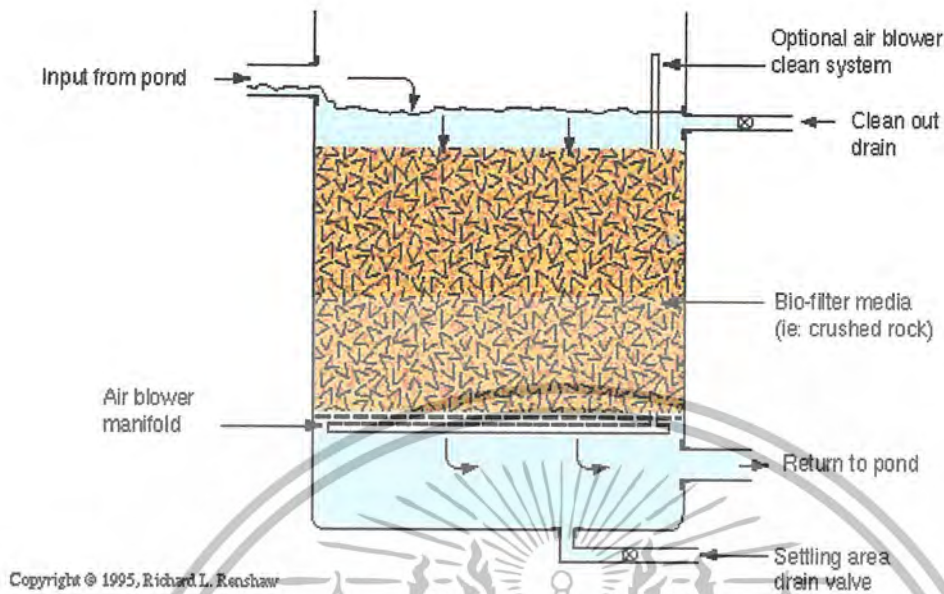


Copyright © 1995, Richard L. Renshaw

ภาพที่ 8 ภาพจำลองการกรองแบบ Up flow with floating media (UFMF)

ที่มา : <http://users.vcnet.com/rrenshaw/ponds.html>

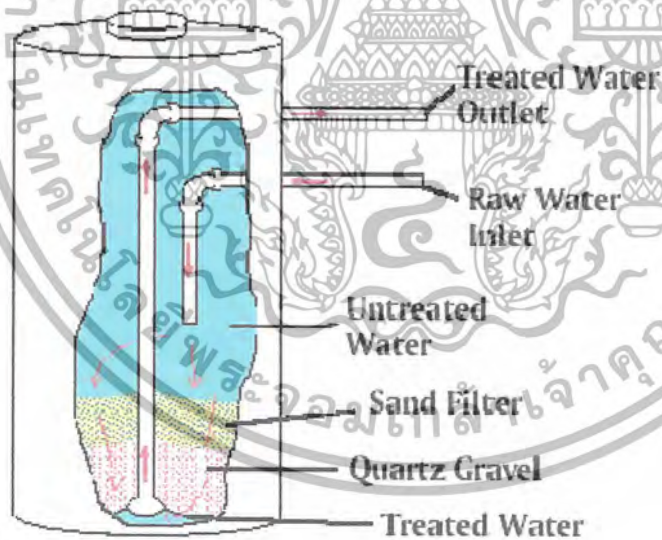
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ภาพจำลองการกรองแบบ Down flow with floating media (DFMF)

ที่มา : <http://users.vcnet.com/rrenshaw/ponds.html>

Rapid Sand Filter



ภาพที่ 10 ภาพจำลองการกรองแบบ Down flow with a sand medium (DSF)

ที่มา : <http://www.purdue.edu/envirossoft/private/src/treat.htm>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดปริมาณสารแขวนลอยที่เกิดขึ้นในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ

การกำจัดสารแขวนลอยที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นส่วนสำคัญของการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียน ซึ่งในการกำจัดสารแขวนลอยเหล่านี้ มักใช้กระบวนการทำงานของเครื่องจักร โดยส่วนใหญ่เครื่องจักรเหล่านี้มักใช้กับอุตสาหกรรมประเภทอื่น แต่ก็มี การดัดแปลงให้มีความเหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียน ซึ่งเมื่อไม่นานมานี้ได้มีการใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการแยกสารแขวนลอยที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนาแน่นในระบบหมุนเวียนน้ำ Steicke et al. (2007) ซึ่งการกำจัดสารแขวนลอย วิธีหนึ่งจะใช้การตกตะกอน โดยการตกตะกอน คือ กระบวนการจัดการกับของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งมีความหนาแน่นหรือมีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ ทำให้สารแขวนลอยจมลง ซึ่งในการกำจัดสารแขวนลอย สามารถใช้วิธีการหมุนเวียนน้ำ ซึ่งจะช่วยให้สารแขวนลอยจมลงและกำจัดออกได้โดยง่าย Cripps and Bergheim (2000) ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของสารแขวนลอยสามารถจมอยู่ในน้ำได้ เนื่องจาก แรงดึงดูดของโลก ซึ่งการหมุนของน้ำและขนาดของสารแขวนลอยก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การตกตะกอนดีขึ้น แต่อีกรายงานหนึ่งของ Davidson and Summerfelt (2005) พบว่าเนื่องจากตะกอนของแข็งที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำมีความถ่วงจำเพาะต่ำ จึงสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ซึ่งในการกำจัดสารแขวนลอยออกจะใช้การหมุนของน้ำ เพื่อให้ตะกอนตกลงมาอยู่ที่พื้น และทำการระบายออกจากถัง ซึ่งในการดึงตะกอนออกสามารถทำได้บ่อยๆ โดยใช้กระบวนการกรองเข้ามาช่วยในการดักจับสารแขวนลอย ทำให้สามารถดักจับสารแขวนลอยได้จำนวนมาก และยังสามารถหมุนเวียนน้ำกลับไปใช้เลี้ยงสัตว์น้ำได้อีก ซึ่ง Summerfelt and Penne (2005) กล่าวไว้ว่า ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำในถังกลมเป็นส่วนประกอบสำคัญในการกำจัดสารแขวนลอยออก โดยถังจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่สัมพันธ์กับความลึก ซึ่งประสิทธิภาพในการไหลเวียนของน้ำและความเร็วในการไหลที่เหมาะสมเป็นสิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึง โดยประสิทธิภาพในการรวมตะกอนให้ไปอยู่บริเวณกลางถัง ถึงที่มีลักษณะกลมจะสามารถรวมตะกอนให้มาอยู่บริเวณกลางถังได้อย่างรวดเร็วและช่วยให้ง่ายต่อการกำจัดออก ซึ่งการกำจัดสารแขวนลอยออกอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งจำเป็นมากในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากอนุภาคของสารแขวนลอยเหล่านี้จะไปรบกวนการทำงานของเหงือกและการอยู่อาศัยของปลา ซึ่งคล้ายกับรายงานของ Twarowska et al. (1997) คือ ในการออกแบบระบบหมุนเวียนน้ำ สิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ ระบบต้องมีการทำงานที่ดีในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยต้องมีการกำจัดสารแขวนลอย แอมโมเนีย และมีการให้ออกซิเจนในระบบที่เหมาะสม ซึ่งตะกอนของเสียจะรวมถึงอาหารที่เหลือจากการกินและของเสียจากระบบการย่อยของปลา ซึ่งถ้าเป็นไปได้ต้องมีการกำจัดออกอย่างรวดเร็ว เนื่องจากตะกอนของแข็งเหล่านี้จะทำให้ความต้องการออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้นและจะมีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย จากการย่อยสลายของแบคทีเรีย ซึ่งความแตกต่างของเทคโนโลยีในการกำจัดตะกอน ได้มีการศึกษาถึงการตกตะกอน โดยใช้การหมุนเวียนของน้ำและการใช้เครื่องจักรในระบบการกรอง ซึ่งจากรายงานพบว่า การหมุนเวียนน้ำช่วยให้สามารถกำจัดสารแขวนลอยได้ถึง 87% ที่อนุภาคสารแขวนลอยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 77 μm ส่วนเครื่องกรองแบบ drum filter สามารถกำจัดสารแขวนลอยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 μm ได้ 40%

การประเมินปริมาณสารแขวนลอย

Twarowska et al. (1997) ศึกษาพบว่า ในการประเมินปริมาณสารแขวนลอยใน ส่วนประกอบต่างๆ ของตัวกรองแบบ sludge collectors โดยจะทำการศึกษาปริมาณสารแขวนลอยที่สะสมอยู่ในแต่ละถังที่กักเก็บตะกอน ซึ่งจะทำการวัดค่าทุกๆ 4 ชั่วโมง และวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่อยู่ในน้ำ (TS) และปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ (VS) โดยอัตราการกำจัด VS ออกจากถังกักเก็บตะกอน ส่วนมากจะพบว่าปริมาณสารแขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลงในเวลาเดียวกัน ซึ่งสิ่งบ่งชี้คือ ขนาดของตัวถังตะกอนและพื้นที่ของถังตะกอน โดยแต่ละการศึกษาจะมีการให้อาหารเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณตะกอนที่กำจัดออกมีปริมาณเพิ่มขึ้นด้วย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารแขวนลอยที่กำจัดออกโดย Sludge collectors ระหว่างเวลา 24 ชั่วโมง

Day of cycle	Feed rate ^a (kg day ⁻¹)	Sludge removed (l)	TS content (g l ⁻¹)	TS removed (g)	TS removed (% TS input)
50	6.60	23.2	44.01	1021	16.8
106	13.68	32.4	50.03	1621	12.9
141	16.75	40.0	117.95	4718	30.5

^aFeed was 92.3% TS.

ที่มา : Twarowska et al. (1997)

จากการสุ่มเพื่อประเมินปริมาณสารแขวนลอยที่กำจัดออกจากระบบกรองแบบ Drum screen filter เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะพบว่าปริมาณสารแขวนลอยที่ถูกกำจัดออกประมาณ 4160 ± 1440 g TS ต่อวัน และ 1560 ± 760 g SS ต่อวัน อย่างไรก็ตามในการประเมินค่าที่ดีที่สุดต้องทำการศึกษาตลอด 24 ชั่วโมง โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 4 ชั่วโมง เพื่อมาวิเคราะห์หาปริมาณ TS SS และ VS ซึ่งปริมาณ TS และ SS จะเพิ่มขึ้นมากเมื่อมีการให้อาหารในปริมาณมาก (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณสารแขวนลอยที่กำจัดออกโดย Drum screen filter ระหว่างเวลา 24 ชั่วโมง

Day of cycle	Feed rate ^a (kg day ⁻¹)	Wastewater volume (l)	TS content (g l ⁻¹)	TS removed (g)	TS removed (% of TS input)	SS removed (g)
50	6.60	436	2.94	1280	21.0	584
106	13.68	1,072	3.46	3708	29.4	1916
141	16.75	2,332	2.81	6547	42.3	2586

^aFeed was 92.3% TS.

ที่มา : Twarowska et al. (1997)

การประเมินค่าความมีประสิทธิภาพของการกำจัดสารแขวนลอย เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งได้จากการรวบรวมจากถังเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณทางน้ำเข้าและออกจากระบบกรอง ซึ่งได้มีการรวบรวมจากการสูดตัวอย่างทั้งหมด 53 การทดลอง เป็นระยะเวลาหลายปี ทั้งการทดลองที่มีการให้อาหารในปริมาณมากและการทดลองที่มีการให้อาหารในปริมาณน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าการสูดตัวอย่างความเข้มข้นของตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เป็นค่าที่ถูกต้องที่สุดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งประสิทธิภาพในการดึงตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำออกโดยผ่านเครื่องกรองแบบ Microscreen drum filter และ เครื่องกรองแบบ Settling unit โดยคำนวณจากทางน้ำเข้าและออกจากเครื่องกรอง ซึ่งข้อมูลเฉลี่ยในการดึงตะกอนออก แสดงในตารางที่ 3

ความเข้มข้นของปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำซึ่งเก็บได้จากเครื่องกรอง บริเวณทางน้ำเข้าและออก จากที่ได้ทดลองในระยะเวลาสั้นและระยะเวลานาน โดยในการทดลองที่ระยะสั้น ความเข้มข้นของปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำบริเวณทางน้ำเข้าอยู่ในระดับ 10.6 ถึง 21.4 mg/l ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำ ส่วนความเข้มข้นของปริมาณตะกอนบริเวณทางน้ำออก เฉลี่ยอยู่ที่ 8.2 mg/l ซึ่งในการที่มีปริมาณตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำในปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อปลา โดยจากการศึกษาปริมาณน้อยมากที่ระบุถึงสายพันธุ์ปลาที่เหมาะสมกับการเลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำ ดังตารางที่ 4 ซึ่ง Davidson and Summerfelt (2005) ได้ศึกษาปริมาณตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำในระดับที่มีความเหมาะสมพบว่าจะอยู่ในระดับ 2.5 mg/l แต่ Summerfelt and Penne (2005) ศึกษาพบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 49 mg/l ซึ่งการวิจัยที่ผ่านมาได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการทำระบบหมุนเวียนน้ำในเชิงธุรกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ประสิทธิภาพของการกำจัด
ตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ อัตราการไหลของน้ำและมวลของน้ำที่ไหลเข้าระบบ และ
อัตราการให้อาหารต่อวัน

Concentration of TSS at different locations	Swirl separator system	Radial-flow settler system
Culture tank inlet TSS, mg/L	2.4 ± 0.5	2.7 ± 0.3
Makeup water TSS, mg/L	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1
Bottom drain outlet = settling device inlet TSS, mg/L	16.5 ± 1.3**	27.7 ± 2.6**
Side drain outlet ≅ drum filter inlet TSS, mg/L	3.2 ± 0.3	4.5 ± 0.6
Settling unit outlet TSS, mg/L	9.6 ± 0.5	6.4 ± 0.4
Drum filter outlet TSS, mg/L	2.2 ± 0.2	3.1 ± 0.4
Number of data points included	24	22
Mean solids removal efficiency or fractionation (mean removal efficiency was calculated from all daily removal efficiency)		
TSS fractionation between tank bottom and side drains ratio	6.2 ± 0.7	7.3 ± 0.8
Drum filter removal efficiency, %	28.6 ± 3.7*	31.9 ± 3.4*
Settling device removal efficiency, %	37.1 ± 3.3**	77.9 ± 1.6**
Mean water flows		
Makeup water flow, L/min	337 ± 15	278 ± 31
Makeup water flow, % of total recirculating flow	7.0 ± 0.3	6.2 ± 0.7
Flow to drum filter, L/min	4497 ± 32	4333 ± 58
Total flow to culture tank, L/min	4726 ± 36	4514 ± 14
Bottom drain flow, L/min	340 ± 28	340 ± 28
TSS mass balance		
Mean daily feed rate, kg/d	63.5 ± 5.1	100.4 ± 8.6
Mass of TSS entering culture tank, kg/d	16.2	17.6
Mass of TSS exiting culture tank bottom drain, kg/d	8.1	13.6
Mass of TSS exiting culture tank sidewall drain, kg/d	20.8	28.1
Mass of TSS entering RAS w/makeup water, kg/d	0.2	0.2
Mass TSS removed from RAS at bottom of settling device, kg/d	3.4	10.4
Mass TSS discharged from RAS in system overflow, kg/d	4.6	2.6
Mass TSS removed from RAS in drum filter backwash, kg/d	6.5	8.7
Total mass TSS removed from RAS, kg/d	14.4	21.7
Total mass TSS removed from RAS per unit feed fed, %	22.7	21.6
TSS removed by settling device, % of total mass removed	23.4	48.0
TSS removed in system overflow, % of total mass removed	31.7	11.8
TSS removed by drum filter, % of total mass removed	44.9	40.2

Values in the same row with * were tested for statistical significance (ANOVA), values with ** were statistically significant ($P < 0.01$).

ที่มา : Davidson and Summerfelt (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ บริเวณทางน้ำเข้าและออกจากเครื่องกรอง 3 แบบโดยทำการทดลองในระยะเวลาสั้นและระยะเวลานาน

Hydraulic loading rate (m ³ /h)	Time (min)	TSS at inlet (mg/l)	TSS at outlet (mg/l)		
			UFMF	DSF	DFMF
<i>Short-term trial</i>					
8.8 (1541/h)	30	21.4	3.2	1.2	4.4
	60	20.6	3.0	3.8	4.0
	90	16.8	4.6	4.2	4.8
	120	17.6	3.6	5.0	3.4
15.0 (2641/h)	30	19.6	4.6	3.6	11.0
	60	15.8	4.2	4.0	11.2
	90	14.8	4.4	4.2	11.2
	120	14.6	4.0	4.0	10.6
20.5 (3601/h)	30	20.6	5.2	3.8	11.2
	60	16.6	6.8	4.8	9.0
	90	14.48	7.4	6.6	39.4
	120	16.6	4.8	6.0	12.2
26.5 (4661/h)	60	14.8	5.2	7.4	10.4
	90	13.6	7.0	7.0	8.4
	120	11.8	4.8	6.4	9.4
32.0 (5631/h)	60	12.4	4.2	5.8	13.2
	90	17.4	5.4	6.2	10.0
	120	10.6	6.6	7.4	9.8
<i>Long-term trial</i>					
23.0 m ³ /h (4041/h)	28,800 (20 days)	8.2 ± 1.7	3.7 ± 0.9	4.4 ± 1.3	5.8 ± 1.2

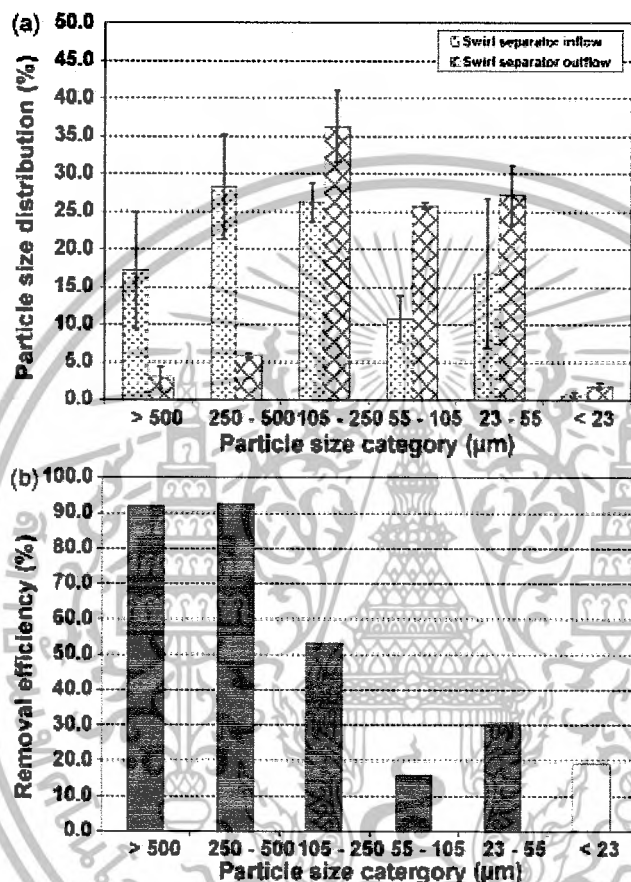
ที่มา : Steicke et al. (2007)

Pfeiffer et al. (2008) ศึกษาและรายงานว่า อัตราการไหลของน้ำโดยผ่านเครื่องแยกตะกอนมีความเร็วอยู่ที่ 40 Lpm โดยทำการเปิดระบบเป็นเวลาประมาณ 15 นาที ในการจัดการกับตะกอน ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำบริเวณทางน้ำเข้า คือ 9.25 ± 5.31 mg/l และค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำบริเวณทางน้ำไหลออกจากระบบ คือ 2.87 ± 1.08 mg/l โดยค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนที่แขวนลอยอยู่จะแยกได้ประมาณ 65.6% ซึ่งขนาดของอนุภาคตะกอนเฉลี่ย ทั้งบริเวณทางน้ำเข้าและออกแสดงในภาพที่ 11a

การไหลช้าของน้ำโดยผ่านเครื่องแยกตะกอนจากถัง ส่วนใหญ่จะพบตะกอนที่มีอนุภาคขนาด 105-250 และ 250-500 μm ซึ่งคิดเป็น 26.3 และ 28.3% ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์ของขนาดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 500 μm คิดเป็น 17.2% และเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 100 μm คิดเป็น 28.3% ส่วนอนุภาคขนาด 23 μm มีปริมาณน้อยกว่า 1% ในการแยกตะกอนจากบริเวณทางน้ำที่ไหลออกพบว่า น้อยกว่า 10% เป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 250 μm และการกระจายของอนุภาคตะกอนจะเพิ่มขึ้น ในขนาดอื่นๆ ได้แก่ ขนาด 105-250 μm เพิ่มขึ้นถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36.3% ขนาด 55-105 μm เพิ่มขึ้นถึง 25.8% และขนาด 23-55 μm เพิ่มขึ้นถึง 27.2% ซึ่งการใช้การหมุนเวียนของน้ำในการรวมตะกอน ทำให้สามารถกำจัดตะกอนออกมาได้ถึง 90% ซึ่งเป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ 250 μm และกำจัดได้มากกว่า 50% สำหรับตะกอนที่มีขนาด 105-250 μm ส่วนตะกอนที่อนุภาคขนาด 23 และ 105 μm สามารถกำจัดได้ 15 และ 30% (ภาพที่ 11b)

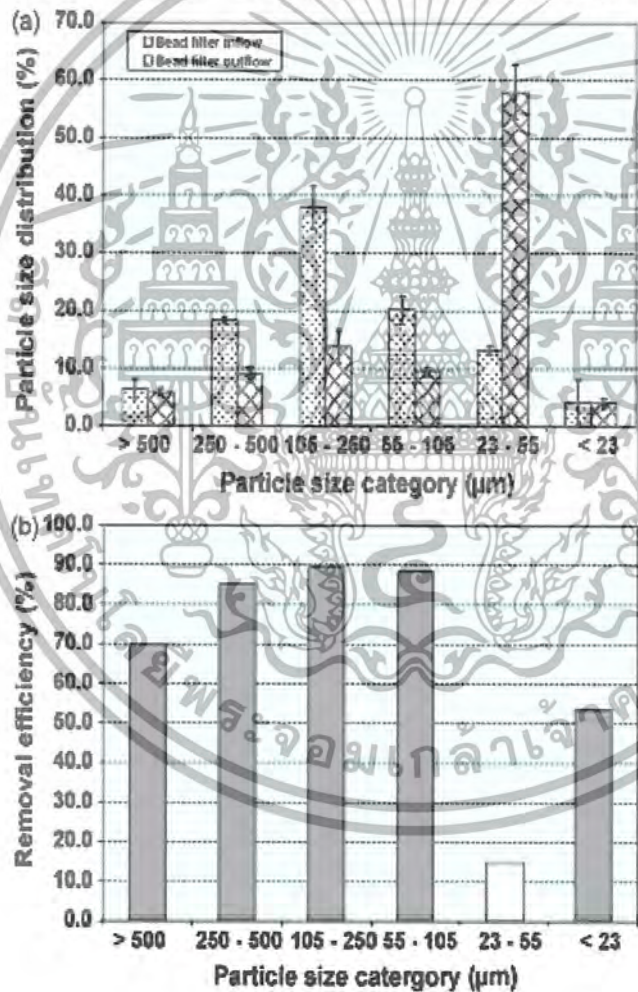


ภาพที่ 11 (a) ขนาดของอนุภาคตะกอนที่พบบริเวณทางน้ำและออกจากระบบการกรองแบบ Swirl separator (b) ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำของระบบการกรองแบบ Swirl separator สำหรับการเลี้ยงปลานิลในระบบหมุนเวียนน้ำ

ที่มา : Pfeiffer et al. (2008)

การไหลของน้ำโดยเข้าไปในระบบกรอง จะช่วยให้น้ำใสมากขึ้น โดยอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านระบบกรองระหว่างการทดลอง อยู่ที่ 0.91 Lpm/m² และมีอัตราให้อาหารประมาณ 16 กิโลกรัม ของอาหาร/m² ของวัสดุกรอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำบริเวณทางน้ำไหลเข้าระบบ คือ 6.63±0.44 mg/l และค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนทั้งหมดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำบริเวณทางน้ำไหลออกจากระบบคือ 1.78±0.08 mg/l ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำจัดตะกอนออกเฉลี่ย 73.1% โดยขนาดของอนุภาคตะกอนบริเวณทางน้ำเข้าและออก แสดงในภาพที่ 12a ซึ่งขนาดของอนุภาคตะกอนที่เข้ามาในระบบกรอง มากกว่า 30% เป็นอนุภาคที่มีขนาด 105-250 μm ปริมาณ 4.2% เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 23 μm ปริมาณ 6.4% เป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 500 μm และ 13.1-18.3% เป็นอนุภาคที่มีขนาด 23-55 μm และ 55-105 μm ตามลำดับ ส่วนน้ำที่ไหลออกจากระบบ จะพบอนุภาคขนาด 23-55 μm เพิ่มขึ้น ส่วนอนุภาคที่ใหญ่กว่า 55 μm และเล็กกว่า 500 μm จะมีปริมาณลดลง ซึ่งประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ที่มีขนาดใหญ่กว่า 55 μm จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดอยู่ระหว่าง 70 ถึง 90% ส่วนอนุภาคขนาด 23-55 μm มีประสิทธิภาพในการกำจัดออก 13.4% และอนุภาคที่เล็กกว่า 23 μm มีประสิทธิภาพในการกำจัดออก 50% แสดงในภาพที่ 12b



ภาพที่ 12 (a) ขนาดของอนุภาคตะกอนที่พบบริเวณทางน้ำและออกจากระบบการกรองแบบ Bead filter (b) ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำของระบบกรองแบบ Bead filter สำหรับการเลี้ยงปลาในระบบหมุนเวียนน้ำ

ที่มา : Pfeiffer et al. (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงหรือทำซ้ำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของวัสดุกรองต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยคุณภาพน้ำ

Ridha (2001) ได้สังเกตพบว่าคุณค่า TAN เฉลี่ยของวัสดุกรองแบบซีฟ และบดล็อก (ภาพที่ 13) มีค่า 1.93 และ 1.86 mg/L ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เริ่มแรกความเข้มข้นของคุณค่า TAN อยู่ประมาณ 1-3 mg/L หลังจากนั้นค่าเพิ่มขึ้นไปจนถึง 5.0 mg/L ไปยังจบการศึกษา



ภาพที่ 13 วัสดุกรองสองชนิด (ภาพซ้ายคือแบบ บดล็อก และภาพขวา คือแบบ ซีฟ)

ที่มา: Ridha and Cruz (2001)

ซึ่งได้รายงานปัจจัยคุณภาพน้ำ ดังนี้ ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนียในรูปที่เป็นพิษ ($\text{NH}_3\text{-N}$) ในวัสดุกรองทั้งสองชนิดอยู่ที่ 0.02 mg/L ในระหว่างสัปดาห์แรกของการทดลอง ความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ค่อนข้างสูงโดยอยู่ระหว่าง 0.002 และ 0.089 mg/L หลังจากนั้นเริ่มมีโคลนของแบคทีเรียเกิดขึ้น และ $\text{NH}_3\text{-N}$ เหลืออยู่ต่ำกว่า 0.02 mg/L จนกระทั่งจบการศึกษา ซึ่งค่าของ $\text{NH}_3\text{-N}$ จากการศึกษาที่มีค่าต่ำกว่า 0.6-0.7 mg/L

ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนไตรท์ ($\text{NO}_2\text{-N}$) ของวัสดุกรองแบบซีฟและบดล็อก คือ 0.59 และ 0.72 mg/L ตามลำดับ ซึ่งไม่มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและการรอดชีวิต (ตารางที่ 5) โดยรายงานการเจริญเติบโตทุกๆ เดือน โดยพบว่า 30% ไม่มีการตายที่ไนไตรท์ที่มีความเข้มข้นสูง 1.0 mg/L โดยในวัสดุกรองทั้งสองชนิดความเข้มข้นของ $\text{NO}_2\text{-N}$ เพิ่มสูงได้ถึง 2.7 mg/L ที่เริ่มการทดลอง เพราะฉะนั้นมีอัตราในการเปลี่ยนถ่ายน้ำสูงถึง 30% ต่อวัน โดยที่ประชากรของ nitrifying แบคทีเรียก็เริ่มเกิดขึ้น ดังนั้นระดับของ $\text{NO}_2\text{-N}$ ที่สูงขึ้นหลังจากนั้น 1 เดือน มีผลทำให้กลุ่มของแบคทีเรียเริ่มปรากฏให้เห็น และการที่ความเข้มข้นของไนไตรท์เริ่มลดลงน้อยกว่า 1.0 mg/L ทำให้อัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำลดลงเหลือ 15% ต่อวัน เช่นเดียวกับการสังเกตของ (Zohar et al., 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของ $\text{NO}_2\text{-N}$ และ $\text{NO}_3\text{-N}$ ระหว่าง 6 สัปดาห์แรก ก่อนกระบวนการทำงานของ Nitrification โดยในการศึกษานี้ ความเข้มข้นของ $\text{NO}_2\text{-N}$ สูงสุดคือ 2.5 และ 2.7 mg/L จากวัสดุกรองทั้งสองชนิด คือ แบบชิพและบล็อก ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของ $\text{NO}_3\text{-N}$ มีระดับต่ำในวัสดุกรองทั้งสองชนิด ซึ่งอยู่ที่ 13.6 mg/L (ตารางที่ 5) และมีระดับสูงสุดที่ 20 mg/L ซึ่งค่าเหล่านี้ไม่มีผลกระทบกับการเจริญเติบโตและการรอดชีวิต โดยที่ระดับของ $\text{NO}_3\text{-N}$ ที่มากกว่า 100 mg/L ถึงจะมีความเป็นพิษต่อปลา

ความเข้มข้นเฉลี่ยของค่า DO ในการศึกษาจากวัสดุกรองทั้งสองชนิด มีระดับต่ำสุดคือ 5.9 mg/L ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเกิดโคโลนีของแบคทีเรียและประสิทธิภาพของ Nitrification และยังช่วยลดความเป็นพิษของแอมโมเนียและไนไตรท์ได้อีกด้วย

ค่าเฉลี่ยของ pH อยู่ที่ 7.0 (ตารางที่ 5) โดยระดับ pH ของวัสดุกรองทั้งสองชนิดอยู่ที่ 6-7.9 ซึ่งระดับ pH ที่มีความเหมาะสมกับแบคทีเรียในกระบวนการ Nitrification อยู่ที่ 6-9 แต่ปลานิลสามารถทนได้ในช่วง pH ระหว่าง 5-11 โดยบางครั้งค่า pH เกิดการแปรปรวนก็เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ CO_2 และ $\text{NH}_4\text{-OH}$ ที่ได้จากการหายใจและการสลายตัวของโปรตีน ตามลำดับ

อุณหภูมิของน้ำระหว่างการศึกษาคือเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 27.5°C ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของ nitrifying แบคทีเรีย

ตารางที่ 5 อัตรา Nitrification และปัจจัยคุณภาพน้ำ; ข้อมูลต่าง ๆ ของสื่อตัวกรองสองชนิด \pm STD

Parameter	Chips Average	Blocks Average
Nitrification Rate ($\mu\text{-N}/\text{m}^3$ media/d)	9.3 ± 4.03	8.9 ± 3.88
Total ammonia, TAN (mg/l)	1.93 ± 0.85	1.86 ± 0.81
Unionized ammonia, $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l)	0.02 ± 0.017	0.02 ± 0.017
Nitrite, $\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)	0.59 ± 0.58	0.72 ± 0.62
Nitrate, $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	13.61 ± 3.10	13.56 ± 3.29
pH	6.9 ± 0.35	7.0 ± 0.34
Dissolved oxygen (mg/l)	6.8 ± 0.28	6.9 ± 1.0
Water temperature ($^\circ\text{C}$)	27.46 ± 0.7	27.7 ± 0.14

ที่มา: Ridha and Cruz (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตะกร้าพลาสติกกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 เซนติเมตร สูง 39 เซนติเมตร
2. ตะกร้าพลาสติกกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร สูง 32 เซนติเมตร
3. ตะกร้าพลาสติกกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร สูง 23.5 เซนติเมตร
4. ตะกร้าซั้งปลา
5. ไยกรองชนิดหนาพิเศษ
6. ไยกรองชนิดธรรมดา
7. ตาข่ายดักตะกอน
8. ตาข่ายปิดปากบ่อ
9. สวิตช์ตัดปลา
10. แก้ว 4 ขา ขนาดเล็ก
11. ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 เซนติเมตร
12. ข้อต่อท่อ PVC แบบงอ
13. ข้อต่อท่อ PVC แบบตรง
14. ข้อต่อเกลียวใน
15. ขวดเก็บน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร
16. ขวดเก็บน้ำปริมาตร 120 มิลลิลิตร
17. ขวดน้ำพลาสติก ขนาด 1.5 ลิตร
18. ปีกเกอร์ปริมาตร 5 ลิตร
19. ถังกรองขนาด 100 ลิตร
20. ไบโอบอล (Bioball)
21. สายอากาศ
22. สายยาง
23. ปัมป์น้ำ
24. ปลั๊กไฟ
25. สว่านไฟฟ้า
26. คีมตัดท่อ
27. เครื่องชั่ง ขนาด 7 กิโลกรัม
28. เครื่องชั่ง ขนาด 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. กล้องถ่ายภาพ

30. เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

วิธีการ

แผนการทดลอง

ทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ เลี้ยงปลาในถังระดับความหนาแน่น 70, 110 และ 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยแต่ละชุดการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์

1. ทำการเจาะรูบริเวณด้านข้างส่วนบนและล่างของถังกรอง เพื่อใส่ข้อต่อเกลียวใน โดยใช้เป็นช่องทางน้ำเข้าและออกจากถังกรอง

2. ต่อท่อจากถังกรองเพื่อให้ทิศทางการไหลของน้ำหมุนเวียนและรวมตะกอนไว้บริเวณส่วนกลางของบ่อเลี้ยง

3. ติดตั้งปั้มน้ำ โดยให้ท่อทางน้ำออกของปั้มต่อกับท่อทางน้ำเข้าของถังกรองในลักษณะแนวตั้งจากส่วนทางน้ำเข้าของปั้ม จะต่อกับท่อที่มีความยาว 21 เซนติเมตร ที่ปลายท่อยึดกับข้อต่อในลักษณะที่ยื่นไปบริเวณกลางบ่อ โดยปรับทิศทางของปลายท่อให้ทำมุมกับพื้นบ่อ ประมาณ 45 องศา และหันไปในทิศทางทวนการหมุนของน้ำ (ทำเช่นเดียวกันนี้ทุกบ่อที่ทดลอง)

4. ตัดใยกรองชนิดหนาพิเศษให้มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร จำนวน 9 ชิ้น ความกว้าง 22 เซนติเมตร ยาว 84 เซนติเมตร และตัดใยกรองชนิดธรรมดาให้มีขนาดความกว้าง 55 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร ความกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร จำนวน 9 ชิ้น และความกว้าง 21 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร

5. นำใยกรองทั้งหมดมาประกอบเป็นชุดกรอง โดยใช้ Bioball จำนวน 100 ลูก วางบนใยกรองชนิดธรรมดาขนาด 55x55 เซนติเมตร และนำใยกรองชนิดหนาพิเศษขนาด 30x100 เซนติเมตร พันรอบตะกร้าพลาสติกกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร สูง 32 เซนติเมตร จากนั้นนำใยกรองที่มี Bioball อยู่สวมได้ตะกร้าที่พันด้วยใยกรอง นำส่วนประกอบทั้งหมดสวมเข้าไปในตะกร้าพลาสติกกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 เซนติเมตร สูง 39 เซนติเมตร จากนั้นทำเช่นเดียวกันนี้แต่ใช้ใยกรองชนิดหนาพิเศษขนาดความกว้าง 22x84 เซนติเมตร และใยกรองชนิดธรรมดาขนาด 40x40 เซนติเมตร โดยใช้ตะกร้าพลาสติกกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร สูง 23.5 เซนติเมตรเพิ่มอีก 1 ใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำแก๊อ์พลาสติก และ ไบโอบอล ใส่ในถังกรอง และนำชุดกรองที่เตรียมไว้แล้วใส่ไปในถังกรองเช่นกันโดยวางบนแก๊อ์พลาสติก ที่ใส่ไปก่อนหน้านี้

7. นำตาข่ายปิดปากบ่อเพื่อป้องกันปลากะโดดออกจากบ่อ

ขั้นตอนการเตรียมบ่อและน้ำ

1. ทำความสะอาดบ่อที่จะใช้ทำการทดลองด้วยคลอรีนความเข้มข้น 5 ppm เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ โดยแช่บ่อทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน แล้วทำการล้างบ่ออีกครั้งเพื่อกำจัดคลอรีน

2. เติมน้ำให้มีปริมาตร 2/3 ลูกบาศก์เมตร พร้อมทั้งทดสอบระบบการหมุนเวียนน้ำก่อนที่จะทำการทดลองเก็บข้อมูล

3. ต่อก่อลมและสายอากาศพร้อมทั้งทดสอบการทำงานของระบบให้อากาศ

ขั้นตอนการให้อาหาร

1. ใช้อาหารปลากินพืชแบบสำเร็จรูปที่มีส่วนประกอบของอาหารคือ ปลาป่น ปากกล้วย เหลือง ข้าวโพดป่น รำข้าว ไคคล์เทียมฟอสเฟต เกลือ วิตามิน แร่ธาตุ และกรดอะมิโน เป็นต้น

2. บรรจุน้ำใส่ขวดพลาสติกปริมาตร 1.5 ลิตร ในแต่ละชุดการทดลอง เพื่อชั่งน้ำหนักอาหารในแต่ละมื้อที่ให้ของแต่ละบ่อ

ขั้นตอนการปล่อยปลาและการเลี้ยง

1. คัดขนาดปลาที่มีขนาด 50 ± 20 กรัม ใส่ในบ่อเลี้ยง

2. นำตาข่ายมาปิดปากบ่อเพื่อกันปลากะโดดออกมา

3. ให้อาหารทุกวันๆ ละ 3 มื้อ พร้อมสังเกตการกินและอาการของปลา

4. คอยสังเกต การทำงานของระบบและลักษณะของน้ำอยู่เสมอ เพื่อปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้มีความเหมาะสม

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการเก็บน้ำทุกๆ 4-8 วัน เพื่อทำการวิเคราะห์ห้ปัจจัยคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการเลี้ยง

2. ศึกษาประสิทธิภาพการกรอง โดยทำการเก็บน้ำบริเวณทางน้ำเข้าและออกจากระบบ เพื่อศึกษาความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอย จากทั้งสองบริเวณ รวมถึงศึกษาปริมาณสารแขวนลอยที่ระบบสามารถกรองได้ในแต่ละช่วงการทดลอง

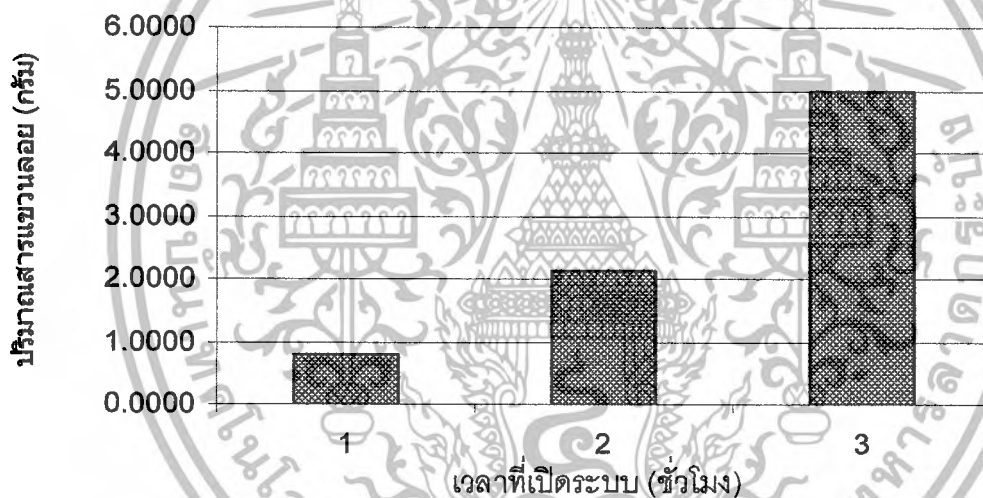
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงปลาในในระบบหมุนเวียนน้ำที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน คือ 70, 110 และ 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

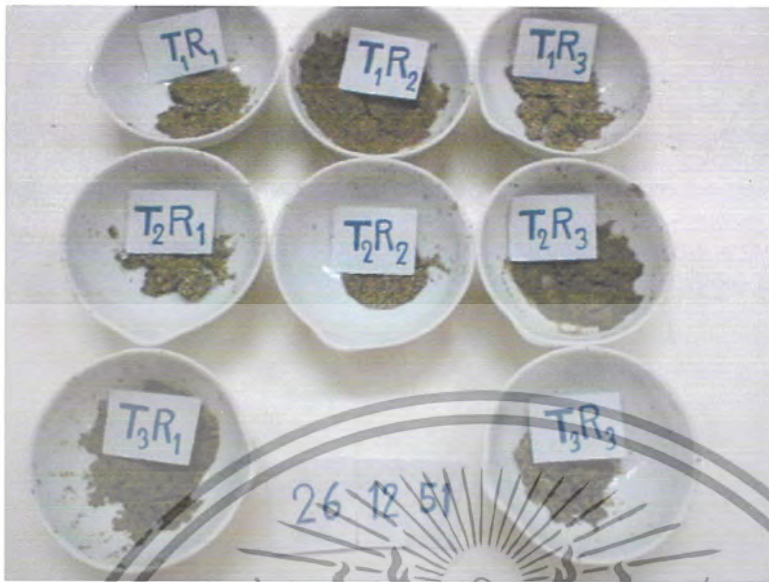
1. ปริมาณสารแขวนลอยที่เกิดขึ้นในระบบ

จากการทำงานของระบบพบว่าปริมาณสารแขวนลอยที่กรองได้จากการเปิดระบบกรอง 1, 2 และ 3 ชั่วโมง มีปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย 0.8012, 2.1345 และ 49985 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 14) ซึ่งจากการเปิดระบบ 3 ชั่วโมง ตาข่ายกรองจะเกิดการอุดตันจากสารแขวนลอยบริเวณรูของตาข่ายกรอง ทำให้น้ำล้นออกมาจากตาข่ายกรอง และสารแขวนลอยจะไหลกลับเข้าไปสู่ระบบการเลี้ยง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการกรองลดลง (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 14 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้ต่อวัน

ซึ่งปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้จากการเปิดระบบ 1 ชั่วโมง (ภาพที่ 15) เปิดระบบ 2 ชั่วโมง (ภาพที่ 16) และเปิดระบบ 3 ชั่วโมง (ภาพที่ 17)

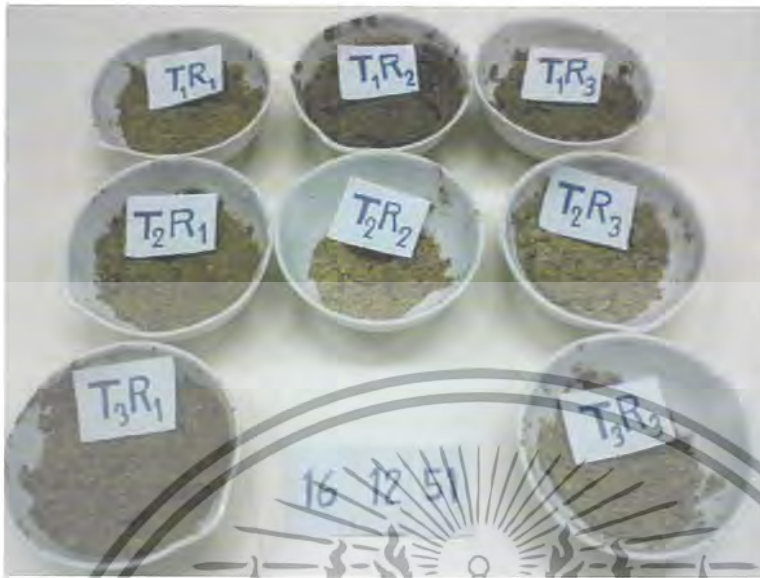


ภาพที่ 15 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้จากการเปิดระบบ 1 ชั่วโมง



ภาพที่ 16 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้จากการเปิดระบบ 2 ชั่วโมง

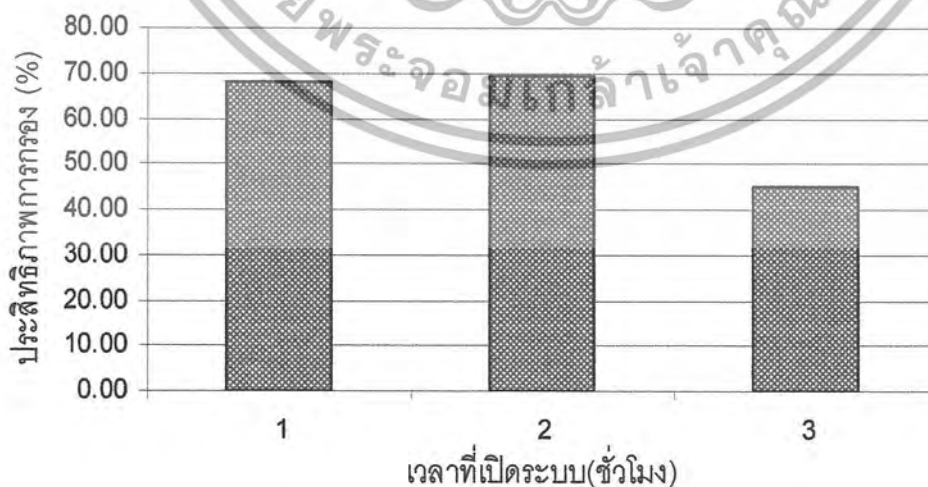
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้จากการเปิดระบบ 3 ชั่วโมง

2. ประสิทธิภาพในการกรอง

จากการศึกษา โดยทำการเปิดระบบเป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมงพบว่า มีประสิทธิภาพในการกรองเฉลี่ย 68.10% 69.52% และ 45.02% ตามลำดับ (ภาพที่ 27) ซึ่งในการเปิดระบบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะมีประสิทธิภาพในการกรองน้อยที่สุด เนื่องจากตาข่ายกรองเกิดการอุดตันจากสารแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่ ทำให้น้ำดันออกมาจากตาข่ายกรอง ประสิทธิภาพในการกรองจึงลดลง

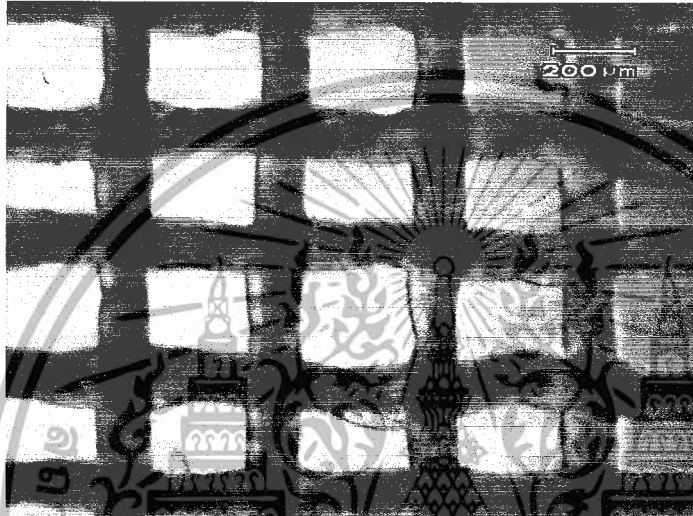


ภาพที่ 18 ประสิทธิภาพในการกรองของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขนาดของสารแขวนลอยที่พบภายในระบบ

จากการศึกษา พบว่าตาข่ายที่ใช้ในการกรองสารแขวนลอย มีขนาดของรูประมาณ 200 ไมครอน (ภาพที่ 19) ซึ่งขนาดของสารแขวนลอยที่พบภายในระบบจะมีขนาดที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 20) โดยสารแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมครอน (ภาพที่ 21) ไม่สามารถผ่านตาข่ายกรองได้ ซึ่งเป็นส่วนที่เก็บได้ ส่วนสารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 200 ไมครอน (ภาพที่ 22) จะสามารถลอดผ่านตาข่ายกรองได้

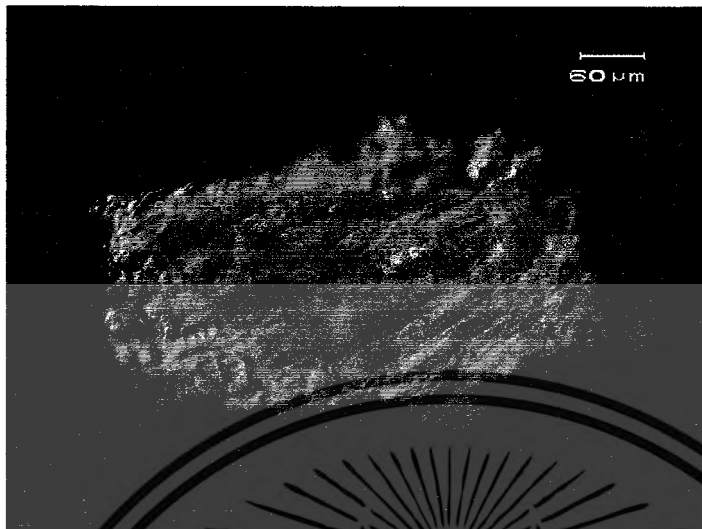


ภาพที่ 19 ขนาดของรูตาข่ายกรองที่ใช้ในระบบกรอง

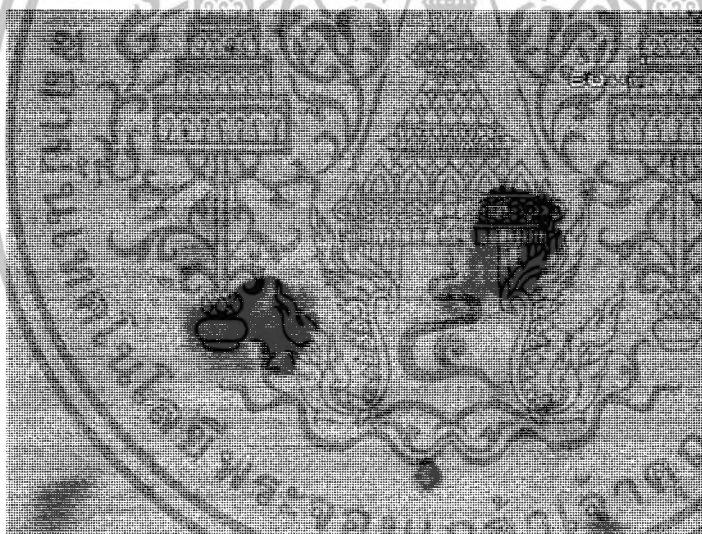


ภาพที่ 20 สารแขวนลอยที่มีขนาดแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 สารแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมครอน

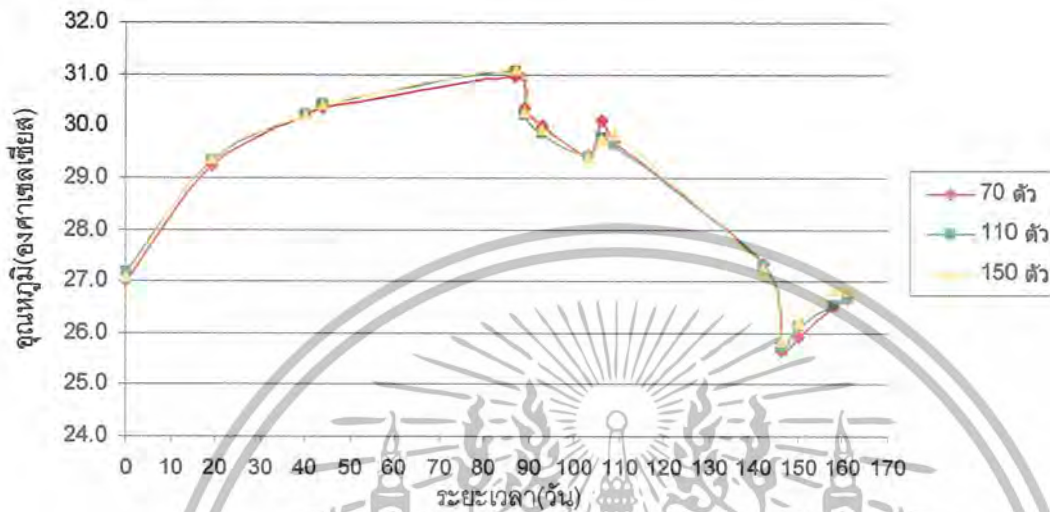


ภาพที่ 22 สารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 200 ไมครอน

4. คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง

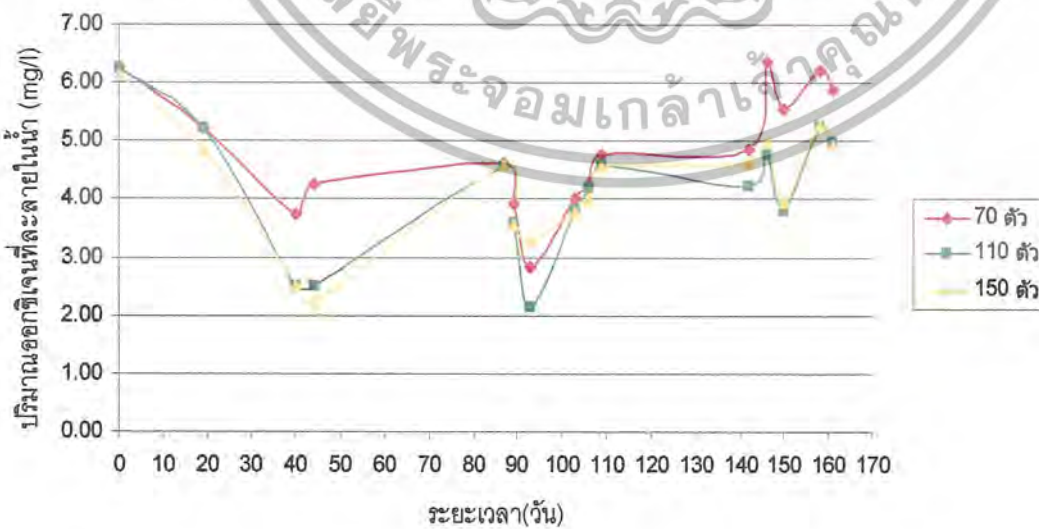
อุณหภูมิของน้ำระหว่างการเลี้ยง เฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 28.6 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่มีความหนาแน่น 70, 110 และ 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 28.6 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่มีความหนาแน่น 100 ตัวต่อ 0.66 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 28.7 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 6) โดยอุณหภูมิของน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษา จะอยู่ในช่วง 25.7-31.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 23) ซึ่งเป็นช่วงที่ปลานิลสามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับว่าเห็นชอบใดๆ ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องกับการรายงานของ ปกรณ์ (2530) ว่าปลานิลสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ถึง 40 องศาเซลเซียส แต่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสพบว่าปลานิลปรับตัวและเจริญเติบโตได้ไม่ดีนัก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะถิ่นกำเนิดเดิมของปลานิลนี้อยู่ในเขตร้อน



ภาพที่ 23 อุณหภูมิน้ำที่เปลี่ยนแปลงในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 4.41 mg/l โดยที่ปริมาณออกซิเจนของน้ำในบ่อที่มีความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.85 mg/l ที่ความหนาแน่น 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 mg/l และบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.22 mg/l (ตารางที่ 6) โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการศึกษาจะมีค่าอยู่ในช่วง 2.15-6.37 mg/l (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

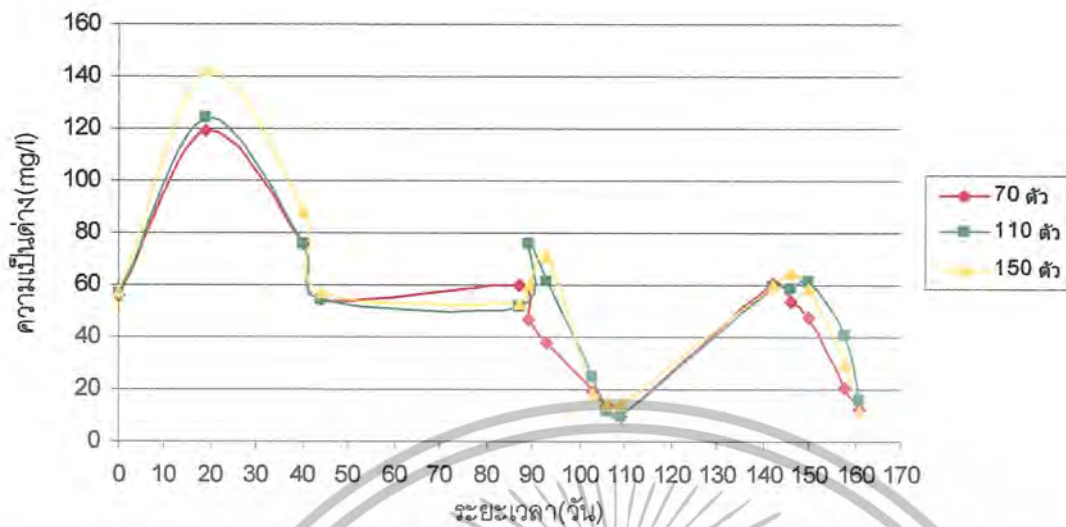
จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของ pH อยู่ที่ 6.73 โดยที่ระดับ pH ของบ่อที่มีความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของ pH อยู่ที่ 6.64 ที่ความหนาแน่น 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของ pH อยู่ที่ 6.76 และบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของ pH อยู่ที่ 6.78 (ตารางที่ 6) โดยระดับ pH ที่มีเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษาจะอยู่ในช่วง 6-7.73 (ภาพที่ 25) ซึ่งการที่ระดับของ pH มีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของ CO_2 และ $\text{NH}_4\text{-OH}$ ที่ได้จากการหายใจและการสลายตัวของโปรตีน ตามลำดับ โดยระดับของ pH ที่ปลานิลสามารถทนได้จะอยู่ในช่วง 5-11



ภาพที่ 25 ความเป็นกรด-ด่างในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

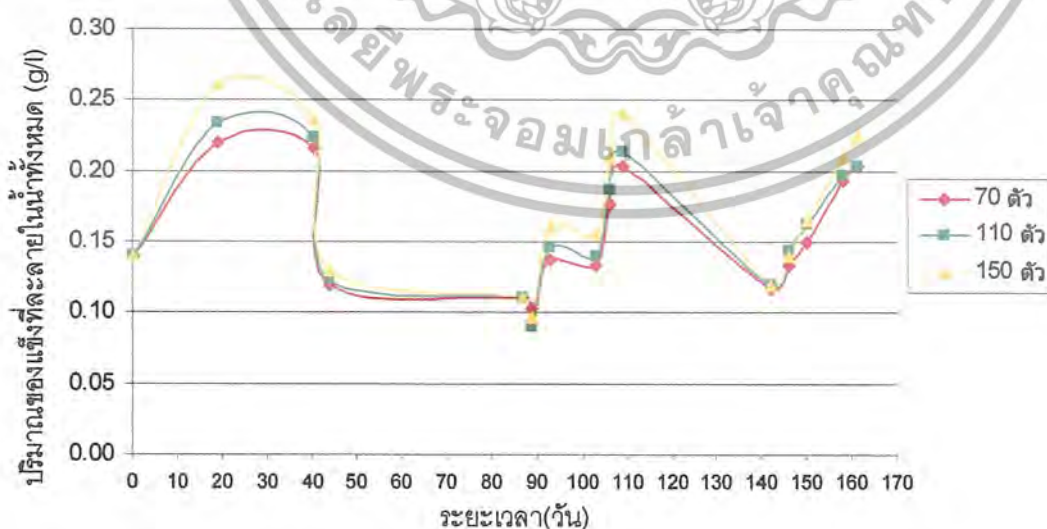
จากการศึกษาค่าความเป็นต่างของน้ำระหว่างการเลี้ยงพบว่า ค่าความเป็นต่างของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 50 โดยบ่อที่มีความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเป็นต่างเฉลี่ยอยู่ที่ 46 mg/l ที่ความหนาแน่น 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเป็นต่างเฉลี่ยอยู่ที่ 52 mg/l และบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเป็นต่างเฉลี่ยอยู่ที่ 54 mg/l (ตารางที่ 6) ซึ่งค่าความเป็นต่างของน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 9-142 mg/l (ภาพที่ 26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 26 ค่าความเป็นต่างของน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

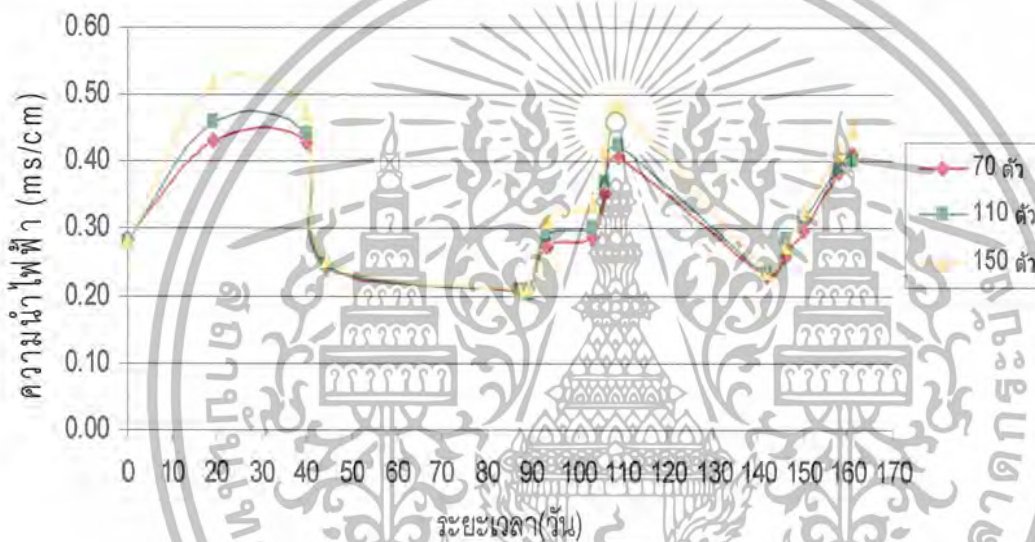
จากการศึกษาพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเลี้ยงผ่านไป แต่จะมีปริมาณลดลงเมื่อมีการเปิดระบบกรองหรือมีการถ่ายน้ำ ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.16 g/l โดยปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดในบ่อที่มีความหนาแน่น 70 และ 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.16 g/l ส่วนในบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.17 g/l (ตารางที่ 6) ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษา จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.09-0.26 g/l (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

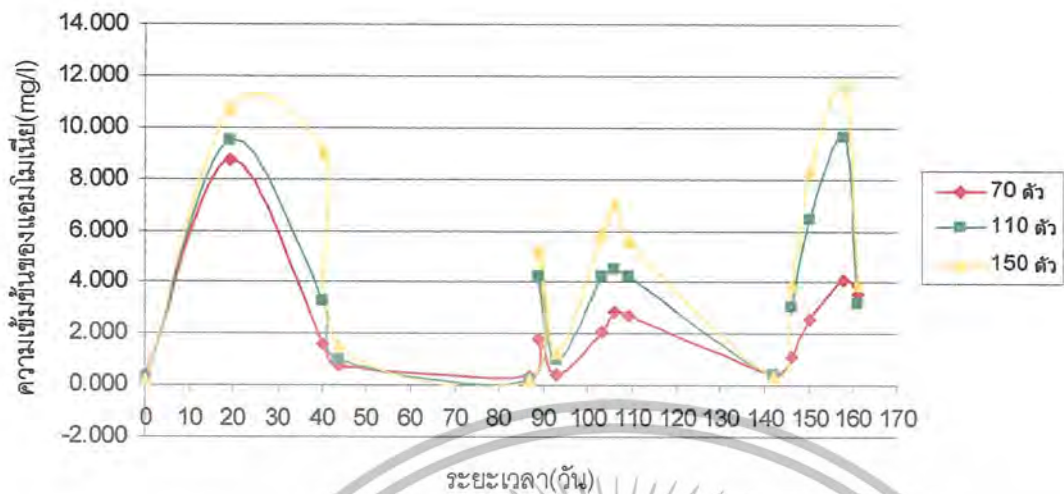
จากการศึกษาพบว่าค่าความนำไฟฟ้าจะมีแนวโน้มไปในทางเดียวกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเนื่องจากทั้งสองปัจจัยนี้มีความสัมพันธ์กันคือ เมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นก็จะทำให้มีค่าความนำไฟฟ้าเพิ่ม เช่นเดียวกับ ถ้าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีปริมาณลดลงก็จะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าลดลงเช่นกัน โดยความนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.33 ms/cm ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าในบ่อที่มีความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.31 ms/cm บ่อที่มีความหนาแน่น 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.32 ms/cm และบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.35 ms/cm (ตารางที่ 6) ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษาจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.20-0.52 ms/cm (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 ค่าความนำไฟฟ้าในบ่อเลี้ยงปลาชนิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

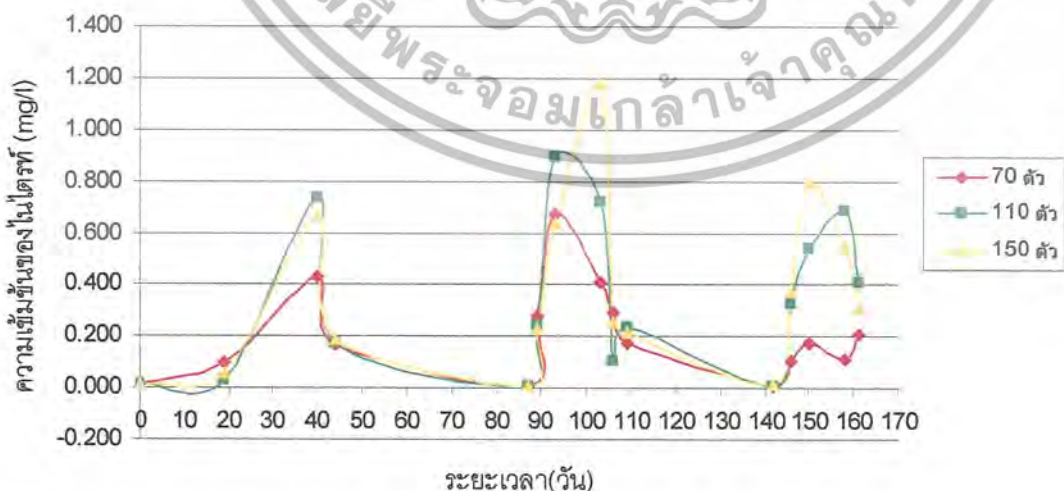
จากการศึกษาพบว่า ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียตลอดการศึกษา เฉลี่ยอยู่ที่ 3.64 mg/l โดยบ่อที่มีความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 2.24 mg/l ที่ความหนาแน่น 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 3.67 mg/l และบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 5.01 mg/l (ตารางที่ 6) ซึ่งค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษาจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-11.66 mg/l (ภาพที่ 29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 29 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในปอเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

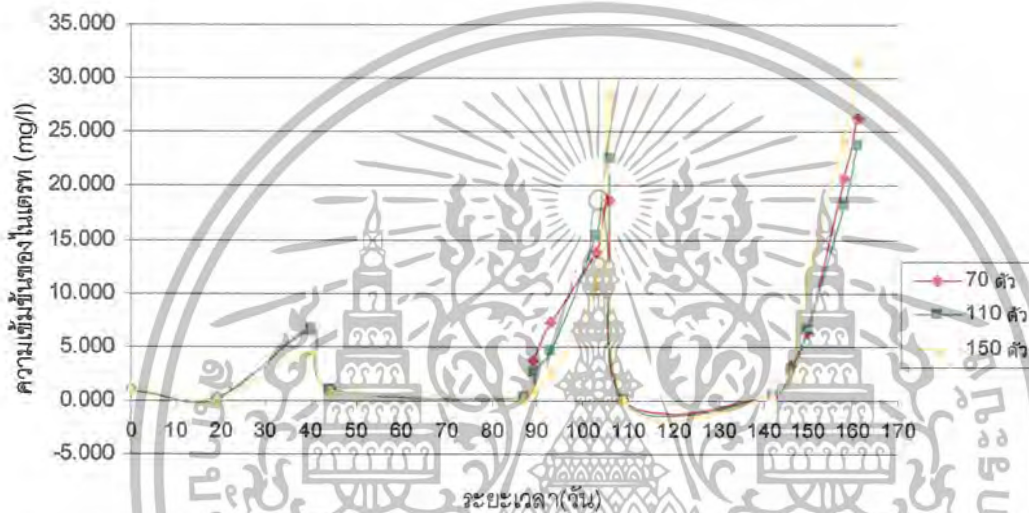
ค่าความเข้มข้นของไนโตรที่ตลอดการศึกษาเฉลี่ยอยู่ที่ 0.31 mg/l โดยบ่อที่มีความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.21 mg/l ที่ความหนาแน่น 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.34 mg/l และบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.37 mg/l (ตารางที่ 6) ซึ่งค่าความเข้มข้นของไนโตรที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษาจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-1.18 mg/l (ภาพที่ 30) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าไม่มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของปลานิล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ridha and Cruz (2001) คือ ความเข้มข้นของไนโตรที่สูงสุดระหว่างการศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 2.5-2.7 mg/l และ 2.7-3.2 mg/l ตามลำดับ



ภาพที่ 30 ความเข้มข้นของไนโตรที่ในปอเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเข้มข้นของไนเตรทตลอดการศึกษาเฉลี่ยอยู่ที่ 7.48 mg/l โดยบ่อที่มีความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 7.32 mg/l ที่ความหนาแน่น 110 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 7.08 mg/l และบ่อที่มีความหนาแน่น 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 8.05 mg/l (ตารางที่ 6) ซึ่งค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดการศึกษาจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.14-31.51 mg/l (ภาพที่ 31) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Ridha and Cruz (2001) คือ ที่ระดับของไนเตรท ที่มากกว่า 100 mg/l ถึงจะมีความเป็นพิษต่อปลา



ภาพที่ 31 ความเข้มข้นของไนเตรทในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

ตารางที่ 6 ตัวแปรคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ความหนาแน่น (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)		
	70	110	150
อุณหภูมิ(°C)	28.6 ± 1.9	28.6 ± 1.8	28.7 ± 1.8
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(mg/l)	4.85 ± 1.05	4.16 ± 1.14	4.22 ± 1.03
ความเป็นกรด-ด่าง	6.64 ± 0.47	6.76 ± 0.44	6.78 ± 0.50
ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ(g/l)	0.16 ± 0.04	0.16 ± 0.04	0.17 ± 0.05
ความนำไฟฟ้า(ms/cm)	0.31 ± 0.08	0.32 ± 0.09	0.35 ± 0.10
ความเป็นต่าง(mg/l)	46 ± 29	52 ± 30	54 ± 34
แอมโมเนียทั้งหมด(mg/l)	2.24 ± 2.16	3.67 ± 3.04	5.07 ± 3.83
ไนโตรเจน(mg/l)	0.21 ± 0.18	0.34 ± 0.30	0.37 ± 0.34
ไนเตรท(mg/l)	7.32 ± 8.51	7.08 ± 8.53	8.05 ± 11.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ปริมาณสารแขวนลอยที่ระบบสามารถกรองได้ เมื่อเปิดระบบกรอง 1, 2 และ 3 ชั่วโมง มีปริมาณ 0.8-5 กรัมต่อวัน ซึ่งการกรองสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยในระบบกรองได้ ควรใช้เวลาในการกรองไม่เกิน 3 ชั่วโมง และควรทำความสะอาดตาข่ายกรอง ก่อนทำการกรองครั้งต่อไป ซึ่งจะทำให้ระบบการกรองมีประสิทธิภาพ 45-70% ซึ่งคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงสามารถให้เลี้ยงปลานิลในระบบได้ 20-40 วัน เนื่องจากปัจจัยคุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ความนำไฟฟ้า แอมโมเนียทั้งหมด ไนโตรท์ และไนเตรท มีค่าสูงขึ้น และ ความเป็นกรด-ด่าง และความเป็นด่าง มีค่าลดลง จึงต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อให้ปัจจัยคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ปกรณ์ อุ้นประเสริฐ. 2530. การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่ 1. 84 หน้า.
- เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. ปลานิล. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. หน้า 7.
- Cripps S.J. and A.Bergheim. 2000. Solids management and removal for intensive land-based aquaculture production systems. *Aquacultural Engineering* 22: 33–56.
- Davidson J. and S.T. Summerfelt. 2005. Solids removal from a coldwater recirculating system-comparison of a swirl separator and a radial-flow settler. *Aquacultural Engineering* 33: 47–61.
- Pfeiffer T.J., A.Osborn. and M Davis. 2008. Particle sieve analysis for determining solids removal efficiency of water treatment components in a recirculating aquaculture system. *Aquacultural Engineering* 39: 24–29.
- Ridha M.T. and E.M. Cruz. 2001. Effect of biofilter media on water quality and biological performance of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. reared in a simple recirculating system. *Aquaculture Engineering* 24:157-166.
- Steicke C., V.Jegatheesan. and C.Zeng. 2007. Mechanical mode floating medium filters for recirculating systems in aquaculture for higher solids retention and lower freshwater usage. *Bioresource Technology* 98: 3375–3383.
- Summerfelt R.C. and C.R. Penne. 2005. Solids removal in a recirculating aquaculture system where the majority of flow bypasses the microscreen filter. *Aquacultural Engineering* 33: 214–224.
- Suzuki Y., T.Maruyama., H.Numata., H.Sato. and M.Asakawa. 2003. Performance of a closed recirculating system with foam separation, nitrification and denitrification units for intensive culture of eel: towards zero emission. *Aquaculture Engineering* 29:165-182.
- Twarowska J.G., P.W. Westerman. and T.M. Losordo. 1997. Water treatment and waste characterization evaluation of an intensive recirculating fish production system. *Aquacultural Engineering* 16: 133-147.

http://minder.en.alibaba.com/product/50109888-50020084/Biological_Filter_Mat.html

<http://users.vcnet.com/rrenshaw/ponds.html>

http://www.fish-helpline.co.uk/ponds/big_ponds.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<http://www.praqua.com/filtration.cfm>

<http://www.purdue.edu/envirosoft/private/src/treat.htm>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้