

การพัฒนาระบบกำจัด แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

Development of ammonia removal system in aquaculture

• เขียวฉวี ธานีรัตน์



www.dss.go.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาการผลิตตัวกรองชีวภาพ และระบบกำจัดแอมโมเนีย ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้เป็นระบบอย่างง่าย ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในฟาร์มเพื่อลดต้นทุนได้ โดยมีขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกสูบน้ำ จากบ่อเลี้ยงปลา ให้น้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพที่ทำเป็นแบบ pack tower filters ให้น้ำไหลจากด้านล่างขึ้นบน ขั้นตอนที่สองให้น้ำที่ผ่านตัวกรองชีวภาพแล้วไหลลงเข้าสู่บ่อตกตะกอนส่วนเกิน และขั้นตอนที่สาม ให้น้ำไหลออกจากบ่อตกตะกอนส่วนเกินกลับคืนสู่อบ่อเลี้ยงปลา ตามเดิม ซึ่งตัวกรองชีวภาพสามารถทำได้โดยนำเมล็ดอิฐมวลเบา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12-20 มม. มาหมักกับอาหารปลาและให้อาหารควบคุมการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จนมีเมือกจุลินทรีย์เกิดขึ้นที่เม็ดอิฐและนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้งานควรใช้ 130 ลิตรของน้ำต่อลิตรของตัวกรองชีวภาพ สูบน้ำไหลวนที่อัตรา 500 ลิตร ต่อชั่วโมง สามารถควบคุมค่า แอมโมเนียทั้งหมด (Total Ammonia, TAN) ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา

Abstract

The study was carried out to develop biofilter media and purge ammonia system which was so simple in cultivate aquaculture pool. Employers can apply this knowledge for using in farms to reduce production cost. The process of purge ammonia system had 3 steps. The first step, aquarium water was pumped flow through the biofilter media that made in pack tower filter model, from bottom to top. The second step, water from the

first step over flowed into a sediment trap well. The third step, water from the sediment trap well flowed return to aquarium. Biofilter media was easily produced, which light weight brick size of 12-20 mm. was fermented with fish food and controlled feeding for two weeks until a mucus microorganism appeared on brick surface which washed with clean water before using its. The appropriate quantity ratio of biofilter media and water was 1 litre per 130 litres. The flow rate of loop was 500 litres per hour that can control total ammonia value within range 0.4-0.5 mg per litre which was no toxic to fish.

คำสำคัญ : แอมโมเนีย การเลี้ยงสัตว์น้ำ ไนโตรฟิเคชัน ตัวกรองชีวภาพ

Key words : ammonia aquaculture nitrification biofilter media

1. บทนำ

ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งในการเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำชนิดอื่น คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลา หมายถึงน้ำในบ่อมีสภาพที่ปลาอาศัยอยู่ได้มีการเจริญเติบโตแพร่ขยายพันธุ์ได้ และมีความแข็งแรงปราศจากโรค ดัชนีคุณภาพน้ำพิจารณาจำแนกได้ 3 ลักษณะคือ สมบัติทางกายภาพ เช่น สี (colour) ความขุ่น (turbidity) อุณหภูมิ (temperature) ปริมาณสารแขวนลอย (suspended solids) เป็นต้น สมบัติทางเคมี เช่น ความเป็นกรด-เบส (pH) ความเป็นกรด (acidity) ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) ปริมาณออกซิเจน ละลาย (dissolved oxygen) ไนโตรเจน (nitrogen)



ปีที่ 58 ฉบับที่ 183 เดือนพฤษภาคม 2553

วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ

DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE, MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

43





ความเค็ม (salinity) สารพิษ (pesticide) เป็นต้น และสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) พืชน้ำ (aquatic macrophytes) เชื้อโรค (pathogens) เป็นต้น สารประกอบไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ ไนโตรเจนเป็นสารประกอบหลักของโปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตสารประกอบไนโตรเจนในน้ำมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งมีความสำคัญแตกต่างกัน ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมศึกษาใน 3 รูปแบบ คือ แอมโมเนีย ไนไตรต์ (nitrite) และไนเตรต (nitrate)

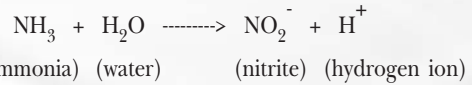
แอมโมเนียที่อยู่ในน้ำส่วนใหญ่เกิดจากการที่แบคทีเรียย่อยสลายเศษอาหารที่ตกค้างและของเสียต่างๆ แอมโมเนียมีผลเสียต่อสัตว์น้ำโดยจะไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนในระบบไหลเวียนของเลือด และทำลายเยื่อต่างๆ ของสัตว์น้ำ โดยปกติแอมโมเนียเป็นพิษต่อปลา โดยเฉพาะในรูปแบบของการไม่แตกตัวเป็นไอออน (unionized form) คือ แอมโมเนีย (ammonia, NH_3) ส่วนรูปแบบของการแตกตัวเป็นไอออน (ionized form) คือ แอมโมเนียมไอออน (ammonium ion, NH_4^+) ไม่มีพิษต่อสัตว์น้ำเว้นแต่จะมีในปริมาณที่สูงมาก สำหรับการแตกตัวของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิของน้ำ หาก pH ลดลง อัตราการแตกตัวก็จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความเป็นพิษลดลง ดังนั้นในบ่อเลี้ยงปลาที่มีการให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่มีโปรตีนสูง ของเสียที่เกิดขึ้น หรืออาหารที่เหลือก็จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น และอาจเป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำได้ในที่สุด การวิเคราะห์เพื่อตรวจดูปริมาณแอมโมเนียในบ่อปลาจึงมีความจำเป็น การตรวจวัดค่าแอมโมเนียมักจะวัดเป็นค่าแอมโมเนียทั้งหมด (Total Ammonia, TAN) ความเข้มข้นของแอมโมเนียนิยมใช้หน่วย น้ำหนักของไนโตรเจนต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร คือ มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร (mg-N/L) และสามารถหาค่าแอมโมเนียในรูปแบบของ unionized form ที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้โดยคำนวณจากสูตร

สัดส่วน unionized form หรือแอมโมเนียต่อแอมโมเนียทั้งหมด $= 1/1+10^{10.068-0.033T-pH}$ ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูปแบบของ unionized form ที่ไม่เป็นอันตรายต่อปลาคือไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแอมโมเนียทั้งหมด (Total Ammonia, TAN) 0.5 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร (mg-N/L) ที่ pH 7.8 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

วัฏจักรของไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เริ่มจากแบคทีเรียย่อยเศษอาหารของสัตว์น้ำที่ตกค้างหรือมากเกินพอได้เป็นแอมโมเนียซึ่งอาหารที่ให้กับสัตว์น้ำ 1 กิโลกรัม แบคทีเรียสามารถย่อยสลายเกิดเป็นแอมโมเนียถึง 30 กรัม หลังจากนั้นแอมโมเนียจะถูก

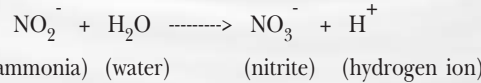
ย่อยสลายต่อไปเป็นไนไตรต์ และไนไตรต์จะย่อยสลายต่อไปเป็นไนเตรต

การย่อยสลายแอมโมเนียโดยแบคทีเรียเกิดเป็นไนไตรต์ แสดงสมการ



(ammonia) (water) (nitrite) (hydrogen ion)

และการย่อยสลายไนไตรต์ โดยแบคทีเรียเกิดเป็นไนเตรตแสดงสมการ



(ammonia) (water) (nitrite) (hydrogen ion)

ระบบกำจัดแอมโมเนียในน้ำมักจะใช้วิธีการหมุนเวียนน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำผ่านตัวกรองชีวภาพ (biofilter media) ซึ่งตัวกรองชีวภาพนี้มักใช้วัสดุสังเคราะห์หรือวัสดุธรรมชาติที่เป็นตัวให้อาศัย (host) ของแบคทีเรีย ตัวกรองชีวภาพทำหน้าที่ในการกำจัดแอมโมเนีย ไนไตรต์ และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำออกจากน้ำ โดยเรียกกระบวนการนี้ว่า Nitrification และแบคทีเรียชนิดที่ใช้ในการย่อยสลายแอมโมเนียเรียกว่า Nitrifying bacteria เช่น Nitrosomonas spp. และ Nitrobacter spp. ลักษณะเด่นของตัวกรองชีวภาพ คือไม่มีอันตรายต่อสัตว์น้ำช่วยลดปริมาณน้ำเสีย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ในกรณีที่มีเหตุให้ Nitrifying bacteria ตายไป ก็สามารถนำตัวให้อาศัยมาเพาะเลี้ยงแบคทีเรียใหม่ได้ ปัจจุบันมีผู้ผลิตหรือนำเข้าระบบกรองที่มีตัวกรองชีวภาพมาจำหน่ายให้กับผู้ประกอบการเลี้ยงสัตว์น้ำแต่มีราคาแพงมีราคาตั้งแต่ 70-80 บาทต่อลิตร บางครั้งก็มีการทำลอกเลียนแบบเพื่อลดต้นทุน และไม่ได้ตรวจสอบหรือทดสอบประสิทธิภาพของระบบกรอง ถ้าระบบกรองนั้นไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะเกิดการสูญเสียแล้วอาจเกิดผลกระทบกับการเลี้ยงสัตว์น้ำได้ผู้วิจัย จึงได้ทำการพัฒนาการผลิตตัวกรองชีวภาพ และระบบกำจัดแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำขึ้นให้เป็นระบบอย่างง่ายที่ผู้ประกอบการสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปผลิตใช้ได้เองภายในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำ

2. วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

2.1 อุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1.1 ถังหมักใช้ในการเตรียมและสังเคราะห์ตัวกรองชีวภาพ (biofilter media)





2.1.2 ตัวให้อาศัยที่ใช้ในการทำตัวกรองชีวภาพทำจากเม็ดพลาสติกขนาด กว้าง × ยาว × หนา = 8×12×4 มม. และอิฐมวลเบานำมาป่นและคัดเลือกให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-8 มม. 8-12 มม. และ 12-20 มม.

2.1.3 บ่อทดลอง ขนาด กว้าง 0.78 เมตร ยาว 1.2 เมตร สูง 1.0 เมตร ความจุ 800 ลิตร ระดับน้ำในบ่อสูง 0.85 เมตร เลี้ยงปลาตะเพียนทองจำนวน 10 ตัว ปลาแรดจำนวน 4 ตัว และปลากRAYจำนวน 1 ตัว น้ำหนักปลา รวมประมาณ 15 กิโลกรัม ให้อาหารปลาวันละ 60 กรัม เต็มอากาศลงในบ่อที่อัตรา 60 ลิตร/นาที

2.1.4 ท่อกรองบรรจุตัวกรองชีวภาพขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. สูง 1.5 เมตร

2.1.5 บ่อดักตะกอนส่วนเกิน ขนาด กว้าง 0.45 เมตร ยาว 0.70 เมตร สูง 0.65 เมตร ความจุ 160 ลิตร

2.2 สารเคมี

2.2.1 Nessler Reagent

2.2.2 KCl

2.2.3 NaCl

2.2.4 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

2.2.5 $CaCl_2$

2.2.6 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

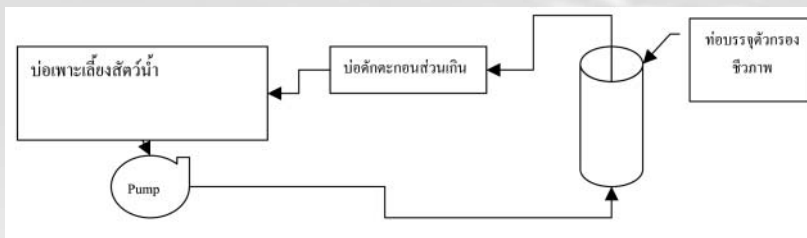
3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวกรองชีวภาพ โดยทำการทดลอง 2 วิธี คือ

1) การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติ โดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบามาหมักกับอาหารปลาตาก เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตั้งทิ้งไว้ ณ อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้ทดลอง โดยตั้งสมมติฐานว่าเมือกแบคทีเรียจะเกาะยึดติดเม็ดอิฐมวลเบาที่มีผิวขรุขระได้ดีกว่าเม็ดพลาสติกที่มีผิวเรียบ

2) การใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ที่มีปริมาณมาก โดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา มาหมักกับอาหารปลาตากและอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตั้งทิ้งไว้ ณ อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้ทดลอง

3.2 ขั้นตอนการทดลองดังแสดงในภาพที่ 1 เริ่มจากสูบน้ำจากบ่อดทดลองที่อัตราการไหลของน้ำ 8 ลิตร/นาที ใ้ไหลผ่านท่อกรองบรรจุตัวกรองชีวภาพแบบ pack tower filters จากด้านล่างไหลขึ้นบน ไหลลงเข้าสู่บ่อดักตะกอนส่วนเกินและไหลออกจากบ่อดักตะกอนส่วนเกินกลับคืนสู่อบ่อดทดลองตามเดิม



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการทดลองกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ

3.3 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเตรียมตัวกรองชีวภาพ 2 วิธี คือ การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติโดยไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อกับการให้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ปริมาณมาก ทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 โดยใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตรและเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาศัย





3.4 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้เม็ดพลาสติกกับเม็ดอิฐมวลเบาที่มีขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาศัยให้เมือกแบคทีเรียเกาะในการเตรียมตัวกรองชีวภาพ โดยทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตร

3.5 ศึกษาขนาดของเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีผลต่อการไหลวนน้ำผ่านระบบกำจัดแอมโมเนีย เมื่อทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตร โดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัย 3 ขนาด คือ 3-8 มม. 8-12 มม. และ 12-20 มม.

3.6 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้ปลาล้างปลาโดยไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพ ทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตรโดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. เริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

3.7 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้ปลาล้างปลาโดยไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพ ทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 8 ลิตรโดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. เริ่มต้นทดลองโดยให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีแอมโมเนีย 6 มิลลิกรัม/ลิตร (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

3.8 ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพในปริมาณที่แตกต่างกันจำนวน 2, 4, 6 และ 8 ลิตร โดยทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 และเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. เริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย

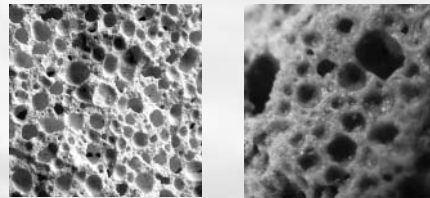
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การเตรียมตัวกรองชีวภาพ 2 วิธี ได้ผลการทดลองดังนี้

1) การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติโดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา มาหมักกับอาหารปลาสด เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่ามีเมือกแบคทีเรียเกิดขึ้นที่ผิวของตัวให้อาศัยทั้งที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา แต่ชั้นของเมือกแบคทีเรียที่เกาะอยู่บนเม็ดอิฐมวลเบามีความหนากว่า และเมื่อนำตัวกรองชีวภาพที่เตรียมได้มาล้างด้วยน้ำสะอาด

โดยเมือกแบคทีเรียยังคงเกาะตัวอยู่บนเม็ดอิฐมวลเบาได้ดีกว่าเม็ดพลาสติก เพราะว่าเม็ดอิฐมวลเบาที่มีผิวที่ขรุขระมีความพรุนเป็นโพรงให้เมือกแบคทีเรียยึดติดได้ดี ในขณะที่เม็ดพลาสติกมีผิวเรียบลื่นเมือกจุลินทรีย์เกาะติดได้ยากกว่า

2) การให้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ที่มีปริมาณมาก ทำโดยการนำตัวให้อาศัยที่ทำจากเม็ดพลาสติกและเม็ดอิฐมวลเบา มาหมักกับอาหารปลาสดและอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าให้ผลเหมือนวิธีที่ 1 แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นแบคทีเรียชนิดที่ใช้กำจัดแอมโมเนียได้หรือไม่ จนกว่าจะนำไปทดลองหาสมบัติในขั้นตอนต่อไป



(a)

(b)

ภาพที่ 2 (a) แสดงผิวของเม็ดอิฐมวลเบาก่อนการทดลองทำเป็นตัวให้อาศัยของแบคทีเรีย (b) แสดงให้เห็นเมือกแบคทีเรียที่เกาะตัวอยู่บนเม็ดอิฐมวลเบาหลังการทดลอง

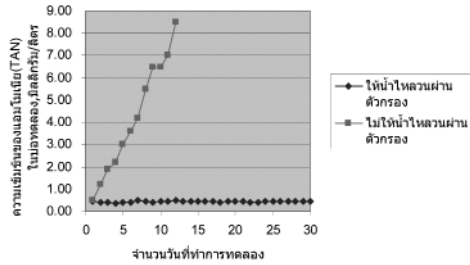
4.2 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเตรียมตัวกรองชีวภาพ 2 วิธี คือ การให้เชื้อเกิดเองตามธรรมชาติโดยไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อ กับการให้อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อ nitrifying bacteria ที่มีปริมาณมาก

ผลการทดลองพบว่าตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยวิธีให้อาหารเลี้ยงเชื้อมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ดีกว่าน้ำในบ่อทดลองมีค่า TAN อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา แต่ตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยวิธีไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียต่ำ น้ำในบ่อทดลองมีค่า TAN สูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระดับที่เป็นพิษต่อปลา ดังแสดงในภาพที่ 3 เพราะว่าการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ เป็นการควบคุมภาวะให้เกิด nitrifying bacteria และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย หรือจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ จึงทำให้ตัวกรองชีวภาพมี nitrifying bacteria ในปริมาณมากมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ดี ในขณะที่ตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อไม่ได้ควบคุมภาวะการเกิด nitrifying bacteria และได้ยับยั้งการเจริญเติบโต





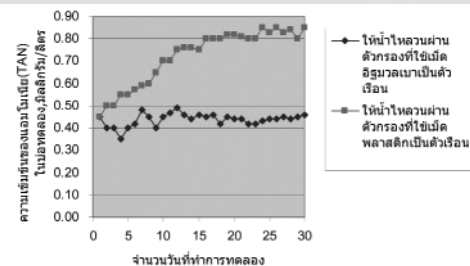
ของแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ทำให้ nitrifying bacteria เกิดขึ้นน้อย จึงมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียต่ำ



ภาพที่ 3 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองที่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อและไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อ

4.3 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเตรียมตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดพลาสติกกับเม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย และให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ

ผลการทดลองพบว่าตัวกรองชีวภาพที่เตรียมโดยเม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวเรือนมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ดีกว่า ใช้เม็ดพลาสติก น้ำในบ่อทดลองมีค่า TAN อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา แต่ตัวกรองชีวภาพที่เตรียม โดยเม็ดพลาสติกเป็นตัวให้อาหารมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียได้ต่ำกว่า ดังแสดงในภาพที่ 4 เป็นเพราะว่าเม็ดอิฐมวลเบาที่มีผิวที่ขรุขระ มีความพรุนเป็นโพรง ให้แบคทีเรียยึดติดได้ดี ในขณะที่เม็ดพลาสติกมีผิวเรียบลื่น เมื่อกุลินทรีย์เกาะติดได้ยากกว่า



ภาพที่ 4 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดพลาสติกกับเม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. เป็นตัวให้อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

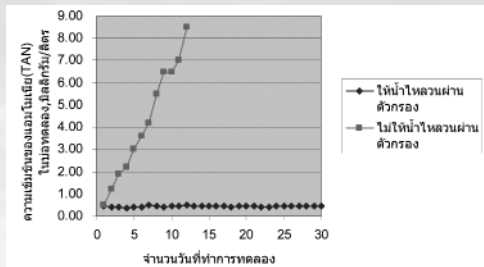
4.4 การศึกษาขนาดของเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีผลต่อการไหลวนน้ำผ่านระบบกำจัดแอมโมเนีย เมื่อเลือกใช้ตัวกรอง

ชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาหาร 3 ขนาด คือ 3-8 มม. 8-12 มม. และ 12-20 มม.

ผลการทดลองพบว่าเมื่อเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพขนาด 3-8 มม. จะเกิดการอุดตันของตัวกรองทำให้น้ำไหลผ่านได้ยากและเกิดการอุดตันเมื่อทำการทดลองได้เพียง 4 วัน กรณีใช้ตัวกรองชีวภาพ ขนาด 8-12 มม. น้ำไหลผ่านได้ดีในช่วง 5 วันแรก และเกิดการอุดตัน เมื่อทำการทดลองได้ 8 วัน และในกรณีใช้ตัวกรองชีวภาพขนาด 12-20 มม. น้ำไหลผ่านได้ดีตลอดช่วงทำการทดลอง 30 วัน เพราะว่าเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีขนาดเล็กจะมีช่องว่างระหว่างเม็ดน้อย ทำให้น้ำไหลผ่านได้น้อยกว่าเม็ดตัวกรองชีวภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีช่องว่างระหว่างเม็ดมากกว่าในขณะเดียวกันตะกอนส่วนเกินที่กระจายอยู่ในน้ำจะมากตามช่องว่างและเกิดการสะสมทำให้เกิดการอุดตัน ถ้าเม็ดตัวกรองชีวภาพมีขนาดเล็ก

4.5 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลาโดยไม่มีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพที่มีการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ เริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

ผลการทดลองพบว่าในกรณีที่ไม่มีกรกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง แต่ในทางกลับกันเมื่อมีการกรองน้ำไหลวนผ่านตัวกรองชีวภาพ สามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียในบ่อทดลองให้อยู่ในระดับต่ำที่มีความปลอดภัยต่อสัตว์ทดลองได้ ดังแสดงในภาพที่ 5 เพราะว่าตัวกรองชีวภาพมีเมือกของ Nitrifying bacteria เกาะจับอยู่ที่ตัวให้อาหาร Nitrifying bacteria ทำหน้าที่ในการกำจัดแอมโมเนียไนไตรต์ และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำออกจากน้ำเรียกกระบวนการนี้ว่า Nitrification



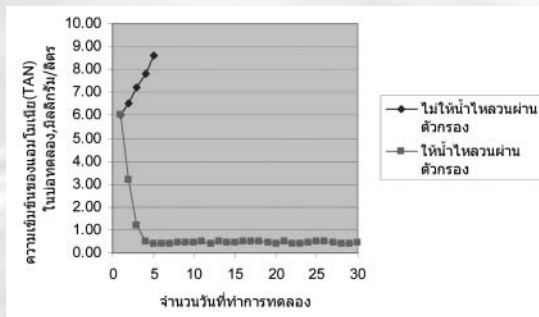
ภาพที่ 5 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรองและไม่ให้น้ำไหลวนผ่านตัวกรอง และเริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่





4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลา โดยไม่มีการกรองน้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพกับการกรองน้ำผ่านตัวกรองชีวภาพที่มีการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ และเริ่มต้นทดลองโดยให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลา มีแอมโมเนีย 6 มิลลิกรัม/ลิตร (จะหยุดทดลองเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกิน 8 มิลลิกรัม/ลิตร ป้องกันปลาทดลองตาย)

ผลการทดลองพบว่าในกรณีที่ไม่มีการกรองน้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพ แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง แต่ในทางกลับกันเมื่อมีการกรองน้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพ ปริมาณแอมโมเนียจะลดลงอย่างรวดเร็ว และสามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียในบ่อทดลองให้อยู่ในระดับต่ำที่มีความปลอดภัยต่อสัตว์ทดลองได้ ดังแสดงในภาพที่ 6

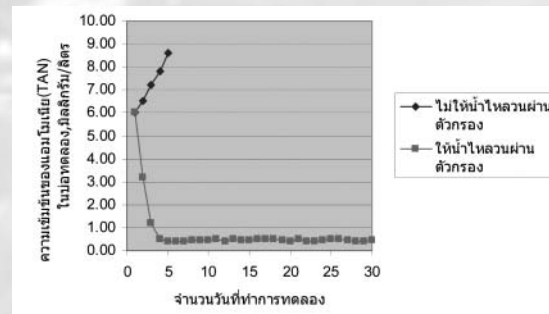


ภาพที่ 6 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลผ่านตัวกรอง และไม่ให้น้ำไหลผ่านตัวกรอง และเริ่มต้นทดลองโดยให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลา มีแอมโมเนีย 6 มิลลิกรัม/ลิตร

4.7 การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงปลาโดยมีการกรองน้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพที่มีการให้อาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนการเตรียมตัวกรองชีวภาพ ใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 2, 4, 6 และ 8 ลิตรโดยทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.2 โดยเลือกใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยขนาด 12-20 มม. และเริ่มต้นทดลองโดยเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงปลาใหม่ซึ่งไม่มีแอมโมเนีย

ผลการทดลองพบว่าบ่อทดลองที่มีปริมาตรน้ำ 800 ลิตร เลี้ยงปลาน้ำหนักรวมประมาณ 15 กิโลกรัม ให้อาหารปลาวันละ 60 กรัม เติมหาศาลลงในบ่อที่อัตรา 60 ลิตร/นาที่ ต้องใช้ตัวกรองชีวภาพที่ใช้เม็ดอิฐมวลเบาเป็นตัวให้อาศัยจำนวน 6 ลิตร จึงสามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อปลาที่เลี้ยงได้ ดังแสดงในภาพที่ 7 เนื่องจากภาวะการเลี้ยงปลา

ข้างต้นจะมีวัฏจักรของแอมโมเนียเกิดขึ้น มีแอมโมเนียในรูปแบบของการไม่แตกตัวเป็นไอออน คือ แอมโมเนียเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 2 ลิตร มีความสามารถในการกำจัดแอมโมเนียได้น้อยกว่าแอมโมเนียที่เกิดขึ้นใหม่ จึงมีผลให้แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาสูงขึ้นต่อเนื่องและรวดเร็ว ทำให้การกำจัดแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาได้ผลน้อยมาก เมื่อใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 4 ลิตร แม้มีความสามารถในการกำจัดแอมโมเนียที่เกิดขึ้นใหม่ แต่ไม่เพียงพอที่จะทำให้แอมโมเนียทั้งหมดในบ่อเลี้ยงปลามีค่าต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นพิษต่อปลา แต่เมื่อใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพจำนวน 6 ลิตร และ 8 ลิตร สามารถกำจัดแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงปลาให้มีค่าแอมโมเนียทั้งหมดต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตรได้เหมือนกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ตัวกรองชีวภาพมากกว่า 6 ลิตร เพราะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายของอิฐมวลเบา อาหารเลี้ยงเชื้อและอาหารปลา ในการทำตัวกรองชีวภาพ นั่นคือ บ่อทดลองที่มีปริมาตรน้ำ 800 ลิตร เลี้ยงปลาน้ำหนักรวมประมาณ 15 กิโลกรัม ให้อาหารปลาวันละ 60 กรัม ต้องใช้ตัวกรองชีวภาพจำนวน 6 ลิตร หรือปริมาณตัวกรองชีวภาพ 1 ลิตรต่อน้ำ 130 ลิตร



ภาพที่ 7 แสดงเปรียบเทียบค่า TAN เมื่อให้น้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 2, 4, 6 และ 8 ลิตร

5. สรุป

ระบบกำจัดแอมโมเนียที่พัฒนาขึ้นแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกสูบน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาให้น้ำไหลผ่านตัวกรองชีวภาพที่ทำเป็นแบบ pack tower filters ให้น้ำไหลจากด้านบนขึ้นบน ขั้นตอนที่สองให้น้ำที่ผ่านตัวกรองชีวภาพแล้วไหลลงเข้าสู่บ่อตกตะกอนบางส่วน และขั้นตอนที่ 3 ให้น้ำไหลออกจากบ่อตกตะกอนบางส่วนกลับคืนสู่อบ่อเลี้ยงปลาตามเดิม ตัวกรองชีวภาพใช้วิธีการอย่างง่ายในการสังเคราะห์





ผู้ประกอบการสามารถผลิตขึ้นใช้ได้เอง ทำให้ช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงปลา ตัวกรองชีวภาพทำได้โดยนำเม็ดอิฐมวลเบาขนาด 12-20 มม. มาหมักกับอาหารปลาและให้อาหารควบคุมการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์จนมีเมือกแบคทีเรียเกิดขึ้นที่เม็ดอิฐและนำมาล้างในน้ำสะอาดก่อนนำไปใช้งานในการใช้งานที่เหมาะสมใช้ปริมาณตัวกรองชีวภาพ 1 ลิตรต่อน้ำ 130 ลิตร สูบน้ำไหลวนที่อัตรา 500 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถควบคุมค่า TAN ในบ่อเลี้ยงปลาให้อยู่ในช่วง 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่

ไม่เป็นพิษต่อปลา ต้นทุนการผลิตต่ำเพียง 2.5 บาทต่อลิตรสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี สำนักเทคโนโลยีชุมชน นักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย และจัดทำบทความทางวิชาการฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

Michael, T.; and Brock, John M. **Biology of microorganisms**. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall/Pearson Education, c2003, p. 358.

Shan, H ;and Obbard, J.P. Ammonia removal from freshwater using nitrifying bacteria enriched from a sea-water aquaculture pond. **Biotechnology Letters**, 2003, Vol.25, p.1469-1471.

_____. Ammonia removal from prawn aquaculture water using immobilized nitrifying bacteria. **Applied Microbiology Biotechnology**, 2001, Vol. 57, p. 791-798.

กษิตศ หนูทอง. การบำบัดไนโตรเจนในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบปิด. **วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง**, เมษายน, 2551, ปีที่ 16, ฉบับที่ 1, หน้า 11-22.

