

3.3 การทดลองที่ 3 การเลี้ยงปลาที่บ่มร่วมกันกับการปลูกผักบุ้งจีนโดยไม่ใช้ดินแบบ DRFT

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1.1 สัตว์ทดลอง

- (1) ปลาที่บ่ม ขนาด 80 ± 20.60 กรัม จำนวน 80 ตัว

3.3.1.2 พืชทดลอง

- (1) เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* Forsk.)

3.3.1.3 อุปกรณ์

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 แต่มีการปรับปรุงส่วนประกอบของระบบดังนี้

- (1) ถังตกตะกอน จากเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สูง 1.0 เมตร เพิ่มความสูงของท่อเป็น 1.2 เมตร เพื่อป้องกันน้ำล้น เปลี่ยนขนาดของท่อ PVC ที่เชื่อมระหว่างถังตกตะกอน จากเดิม 3/4 นิ้ว เป็นขนาด 1 นิ้ว และออกแบบที่ทำให้ความสะอาดท่อทางด้านบนของท่อ PVC ที่เชื่อม (ภาพที่ 3.18 ก.) เวลาในการถ่ายตะกอนจากเดิมทุก 4 ชั่วโมง เป็นเวลา 10 วินาที เปลี่ยนเป็นทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 20 วินาที เวลา 07.00, 13.00, 19.00 และ 01.00 น.

- (2) ถังชีวภาพ จากเดิมเป็นถังที่มีฝาปิด ขนาด $0.37 \times 0.30 \times 0.10$ ลูกบาศก์เมตร เปลี่ยนมาใช้ถังทำจากพลาสติกสีดำ ทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.52 เมตร สูง 0.4 เมตร และเพิ่มปริมาณของใยกรอง และไบโอบอลจากเดิม 120 ลูก เป็น 250 ลูก (ภาพที่ 3.18 ข.) และติดตั้งลวดขึงบริเวณท่อน้ำออกจากถังตกตะกอน เพื่อป้องกันน้ำล้นเมื่อเกิดการขัดข้องของไฟฟ้า

- (3) ถังสารละลาย จากเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.52 เมตร สูง 0.4 เมตร เปลี่ยนให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิม โดยใช้ถังขนาด $57 \times 80 \times 52$ ลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 3.25)

3.3.2 การวางแผนการทดลอง

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2

3.3.3 วิธีการเตรียมการทดลอง

3.3.3.1 ระบบ Fish

- (1) จัดตั้งระบบ Fish ดังแสดงในภาพที่ 3.16 ซึ่งประกอบด้วย

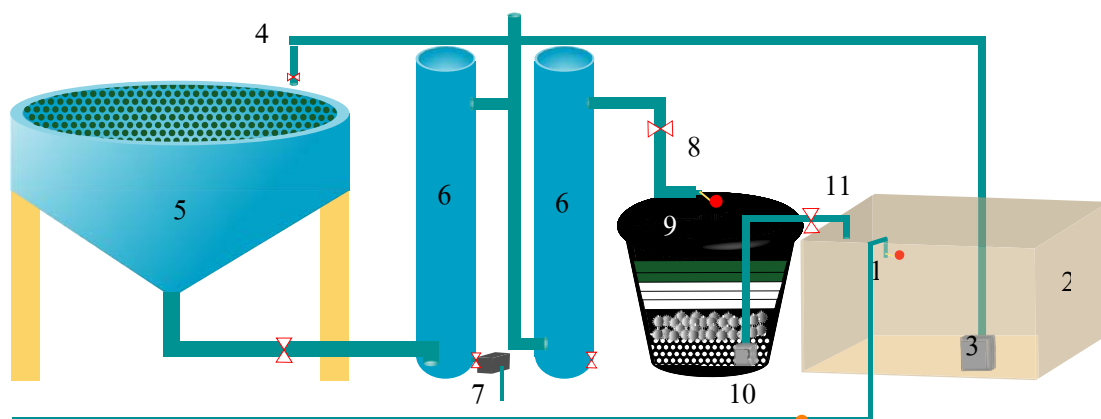
- (1.1) ถังเลี้ยงปลา เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 บริเวณก้นถังมีตะแกรงสแตนเลสกันอยู่ และยกถังเลี้ยงปลาให้สูงขึ้นโดยใช้โครงสูงประมาณ 15 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มอัตราไหลของน้ำในระบบ (ภาพที่ 3.17)

- (1.2) ถังตกตะกอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สูง 1.2 เมตร ทำจากท่อ PVC ด้านล่างของท่อบริเวณช่วงล่างถึงมีวาล์วเปิด-ปิด เชื่อมต่อกับปั๊ม และเครื่องตั้ง

เวลาอัตโนมัติ เพื่อถ่ายตะกอน และใช้ท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว เป็นตัวเชื่อมระหว่างถังตกตะกอน (ภาพที่ 3.18 ก.)

(1.3) ถังกรองชีวภาพ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.52 เมตร สูง 0.4 เมตร ทำจากพลาสติกสีดำ ชั้นบนมีใยกรองหยาบ ชั้นกลางมีใยกรองละเอียด เพื่อกรองตะกอน ชั้นล่างใส่ไบโอบอลจำนวน 250 อัน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวให้กับแบคทีเรีย (ภาพที่ 3.18 ข.)

(1.4) ถังเก็บน้ำ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2



ภาพที่ 3.16 แบบจำลองของระบบการเลี้ยงปลาบำบัด

หมายเหตุ : 1 = ท่อเติมน้ำ

2 = ถังเก็บน้ำ

3 = ปั๊มน้ำ

4 = ท่อน้ำเข้า

5 = ถังเลี้ยงปลา*

6 = ถังตกตะกอน

7 = ปั๊มถ่ายตะกอน

8 = ท่อน้ำออกจากถังตกตะกอน*

9 = ถังกรองชีวภาพ

10 = ปั๊มน้ำ

11 = ท่อน้ำออก*

* = จุดที่เก็บน้ำสำหรับการวิเคราะห์



ภาพที่ 3.17 ระบบการเลี้ยงปลาแบบทิม



(ก)

(ข)

ภาพที่ 3.18 ลักษณะของถังตกตะกอน (ก) และถังชีวภาพ (ข) ของระบบการเลี้ยงปลาแบบทิม

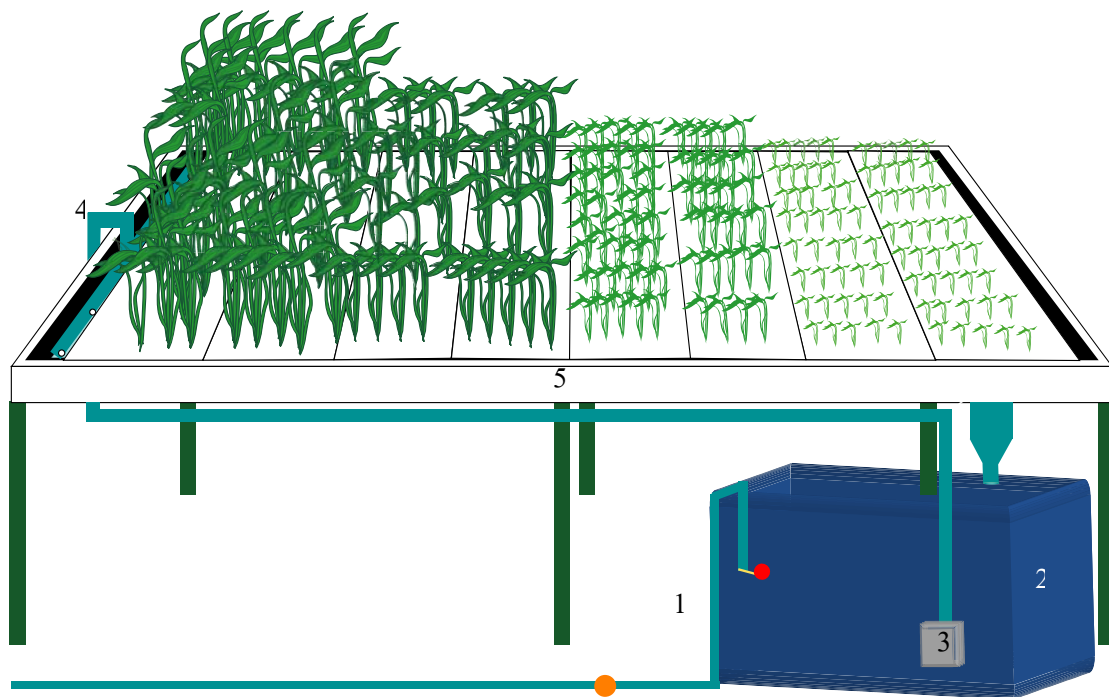
3.3.3.2 ระบบ DRFT

จัดตั้งระบบ DRFT ดังแสดงในภาพที่ 3.19, 3.20 ประกอบด้วย โตะปลูก, ถาดปลูก ฟิช และแผ่นปลูก เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2 มีการเปลี่ยนถังสารละลายให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิม โดยใช้ถังทำจากพลาสติกสีน้ำเงิน ขนาด 57x80x52 ลูกบาศก์เมตร ภายในมีปั้มน้ำ เพื่อสูบน้ำ

กลับไปยังโต๊ะปลูก และรองรับน้ำจากท่อน้ำเข้าซึ่งมีการติดลูกลอยเพื่อเป็นการเติมน้ำอัตโนมัติ และมีการติดมาตรวัดปริมาณน้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำที่ใช้

3.3.3.3 ระบบ DRFT-Fish

จัดตั้งระบบ DRFT-Fish ดังแสดงในภาพที่ 3.21-3.23 ส่วนประกอบใช้ขนาดเช่นเดียวกับระบบ Fish และระบบ DRFT โดยส่วนของสารละลายที่ไหลผ่านถึงชีวภาพ จะถูกส่งต่อไปยังท่อน้ำเข้าของโต๊ะปลูก และไหลไปยังถังสารละลายที่มีปั้มน้ำอยู่ เพื่อสูบน้ำกลับไปยังถังเลี้ยงปลาอีกครั้ง



ภาพที่ 3.19 แบบจำลองระบบ DRFT

หมายเหตุ : 1 = ท่อเติมน้ำ

2 = ถังเก็บน้ำ

3 = ปั้มน้ำ

4 = ท่อน้ำเข้า*

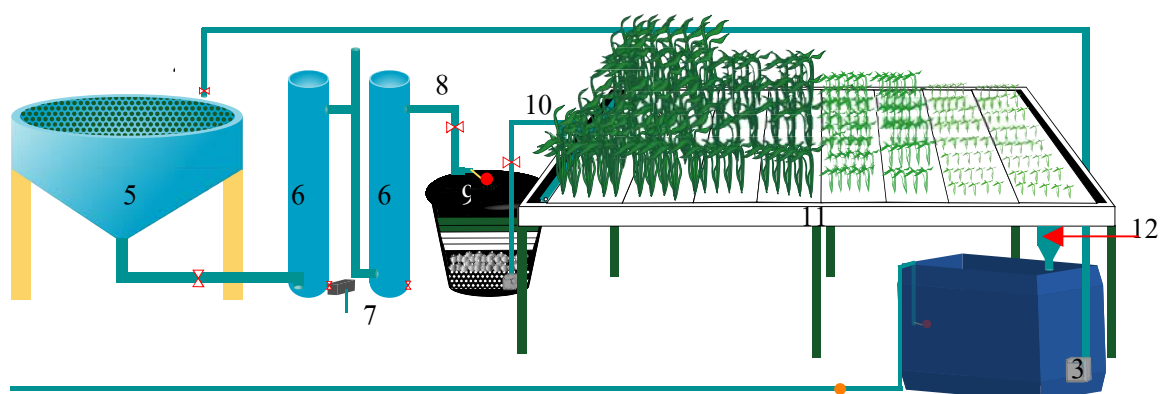
5 = โต๊ะปลูก

6 = ท่อน้ำออก*

* = จุดที่เก็บน้ำสำหรับการวิเคราะห์



ภาพที่ 3.20 ไ้ตะปลูกผักบั้งจีนแบบไม่ใช้ดินระบบ DRFT



ภาพที่ 3.21 แบบจำลองระบบการเลี้ยงปลาที่รวมทั้งการปลูกผักบั้งจีนโดยไม่ใช้ดินแบบ DRFT

หมายเหตุ : 1 = ท่อเติมน้ำ

2 = ถังเก็บน้ำ

3 = ปั๊มน้ำ

4 = ท่อน้ำเข้า

5 = ถังเลี้ยงปลา*

6 = ถังตกตะกอน

7 = ปั๊มถ่ายตะกอน

8 = ท่อน้ำออกจากถังตกตะกอน*

9 = ถังกรองชีวภาพ

10 = ท่อน้ำเข้าไ้ตะปลูกพืช*

11 = ไ้ตะปลูก

12 = ท่อน้ำออก*

* = จุดที่เก็บน้ำสำหรับการวิเคราะห์



ภาพที่ 3.22 ระบบ DRFT-Fish



ภาพที่ 3.23 ระบบกรองของระบบ DRFT-Fish

3.3.4 วิธีการทดลอง

3.3.4.1 การจัดการระบบการเลี้ยงปลา

(1) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2 แต่การถ่ายตะกอนจะทำงานอัตโนมัติทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 20 วินาที เวลา 07.00, 13.00, 19.00 และ 01.00 น.

3.3.4.2 การเตรียมกล้าผักและการดูแล

- (1) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 และควบคุมค่า EC ให้มีค่าระหว่าง 1.2-1.8 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร การเตรียมกล้าจะเตรียมสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 150 ต้นต่อสัปดาห์
- (2) เติมน้ำและเริ่มเปิดการทำงานของระบบให้มีการหมุนเวียนน้ำครบ 2 สัปดาห์ ก่อนย้ายปลูกลงสู่ผัก
- (3) เมื่อต้นกล้ามีรากโผล่ลงมาที่ด้านล่างฟองน้ำ ย้ายต้นกล้าที่แข็งแรงสมบูรณ์ดี ลงโตะปลูก โดยเลือกกล้าบ่งชี้ขนาดและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน จำนวน 100 ต้นต่อสัปดาห์ อายุแต่ละกลุ่มห่างกัน 1 สัปดาห์ เพื่อให้ระบบมีอายุผักสม่ำเสมอตลอดการทดลอง โดยจะย้ายปลูกลงผักทุกสัปดาห์ แต่ละกลุ่มใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนเก็บเกี่ยว 3 สัปดาห์
- (4) ระหว่างการทดลองเติมสารละลายธาตุอาหาร ในระบบการปลูกผักบ่งชี้ ควบคุมให้ค่า EC ของสารละลายระหว่าง 1.2-1.8 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตลอดการทดลอง
- (5) ปรับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหาร ทุก 2-3 วัน ให้อยู่ในช่วง 6.5-7.0 โดยใช้กรดไนตริก (HNO_3)

หมายเหตุ : ระบบ Fish ปฏิบัติตามวิธีในหัวข้อ 3.3.4.1

ระบบ DRFT ปฏิบัติตามวิธีในหัวข้อ 3.3.4.2

ระบบ DRFT-Fish เปิดการทำงานของระบบและปล่อยปลาเลี้ยงปลา จนครบ 2 สัปดาห์ จึงเริ่มปรับค่า EC และ pH ให้ได้ตามที่กำหนด หลังจากนั้นเริ่มย้ายกล้าผัก เช่นเดียวกับระบบ DRFT และทดลองเช่นเดียวกับวิธีในหัวข้อ 3.3.4.1 และ 3.3.4.2

3.3.5 ข้อมูลที่ตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

- 3.3.5.1 วัดการเจริญเติบโตของปลาทั้งตัว เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2
- 3.3.5.2 วัดการเจริญเติบโตของผักบ่งชี้ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
- 3.3.5.3 วัดคุณภาพน้ำ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2
- 3.2.5.4 ประสิทธิภาพของผักในการบำบัดน้ำจากการเลี้ยงปลา เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2
- 3.2.5.5 ความสม่ำเสมอในการบำบัดน้ำจากการเลี้ยงปลา เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2
- 3.3.5.6 วิเคราะห์พืช และวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืช เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลน้ำหนักและความยาวปลา น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักนึ่งจีน ผลผลิตรวมของปลาและผักนึ่งจีน คุณภาพน้ำ และประสิทธิภาพการบำบัด มาวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในทางสถิติด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window