3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาชนิดผักที่เหมาะสมกับระบบการเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการปลูกผักโดยไม่ใช้ดินแบบ DRFT

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1.1 สัตว์ทดลอง

(1) ปลาทับทิม ขนาด 150±22.10 กรัม จำนวน 60 ตัว

3.2.1.2 พืชทดลอง

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

(2) เมล็ดพันธุ์โขมจีน (*Amaranthus tricolor*)

3.2.1.3 อุปกรณ์

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่มีการปรับปรุงส่วนประกอบของระบบดังนี้

(1) ถังตกตะกอน ปรับปรุงโดยต่อปั๊ม ยี่ห้อ HETO รุ่น QD-3800 อัตราไหล 1,500 ลิตรต่อช.ม. บริเวณวาล์วเปิด-ปิดด้านล่างของถัง และเชื่อมต่อกับเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ เพื่อถ่ายตะกอนออก ทุก 4 ชั่งโมงเป็นเวลา 10 วินาที

(2) ถังชีวภาพ จากการทดลองที่ 1 ถังมีขนาด 0.37x0.30x0.10 ลูกบาศก์เมตร เปลี่ยนมาใช้ถังที่มีฝาปิด เพื่อป้องกันตะไคร่ โดยมีขนาดของถังเท่าเดิม แล้วเจาะรูเพื่อให้น้ำไหลผ่านไปยังใยกรอง และเพิ่มปริมาณของใยกรอง และไบโอบอล จากเดิม 90 ลูก เป็น 120 ลูก

3.2.2 การวางแผนการทดลอง

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.3 วิธีการเตรียมการทดลอง

3.2.3.1 ระบบ Fish

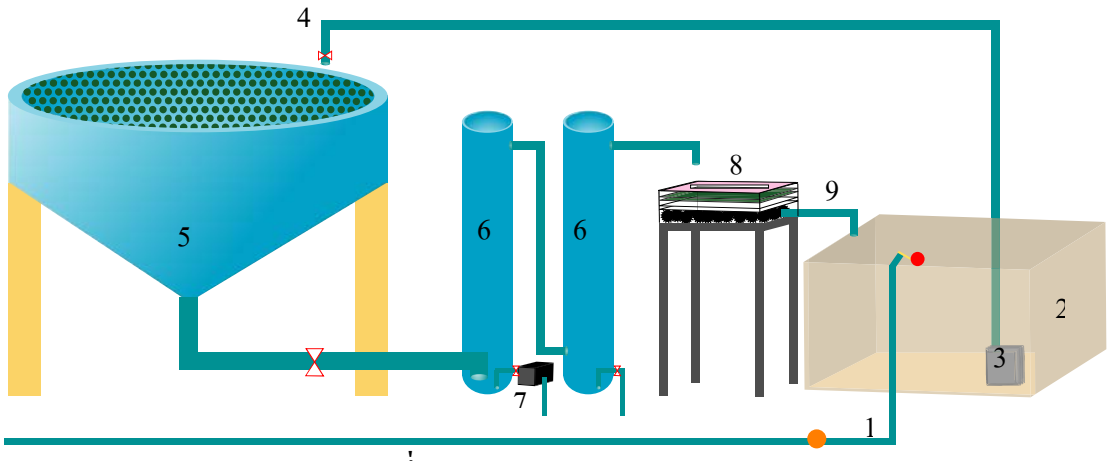
(1) จัดตั้งระบบ Fish (ภาพที่ 3.9) ซึ่งประกอบด้วย

(1.1) ถังเลี้ยงปลา เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่บรรจุปริมาตรน้ำ 500 ลิตร เพื่อลดระดับน้ำในถังเลี้ยง ป้องกันปลากระโดด และน้ำล้น (ภาพที่ 3.10)

(1.2) ถังตกตะกอน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 มีการดัดแปลงเชื่อมต่อวาล์วเปิด-ปิด บริเวณช่วงล่างถังเข้ากับปั๊มดูดตะกอน และเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ เพื่อถ่ายตะกอน (ภาพที่ 3.11 ข.)

(1.3) ถังกรองชีวภาพ ขนาด 0.37x0.3x0.1 ลูกบาศก์เมตร ทำจากพลาสติกภายในใส่ไบโอบอล จำนวน 120 ลูก เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวให้กับแบคทีเรีย ด้านบนมีใยกรองหยาบและใยกรองละเอียดรองรับน้ำจากถังตกตะกอน เพื่อกรองตะกอนที่มีขนาดเล็ก (ภาพที่ 3.11 ก.)

(1.4) ถังเก็บน้ำ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1



ภาพที่ 3.9 แบบจำลองของระบบ Fish

หมายเหตุ :

1 = ท่อเติมน้ำ
2 = ถังเก็บน้ำ
3 = ปั๊มน้ำ
4 = ท่อน้ำเข้า
5 = ถังเลี้ยงปลา*
6 = ถังตกตะกอน*
7 = ปั๊มถ่ายตะกอน
8 = ถังกรองชีวภาพ
9 = ท่อน้ำออก*
* = จุดที่เก็บน้ำสำหรับการวิเคราะห์

ภาพที่ 3.10 ระบบการเลี้ยงปลาทับทิมระบบปิด

(ก) (ข)

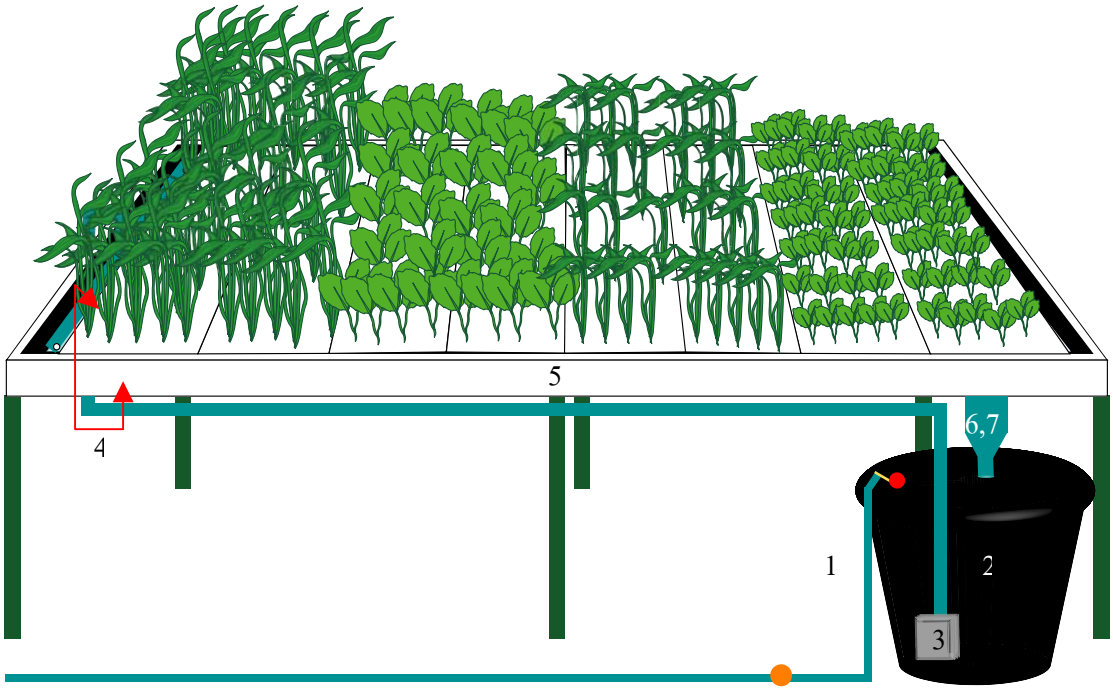
ภาพที่ 3.11 ถังกรองชีวภาพและถังตกตะกอน (ก) ลักษณะของปั๊มดูดตะกอนที่เชื่อมต่อกับถังตกตะกอนและวาล์วเปิด-ปิด (ข)

3.2.3.2 ระบบ DRFT

จัดตั้งระบบ DRFT (ภาพที่ 3.12, 3.13) ประกอบด้วย โต๊ะปลูก, ถาดปลูกพืช, แผ่นปลูก และถังสารละลาย เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.3.3 ระบบ DRFT-Fish

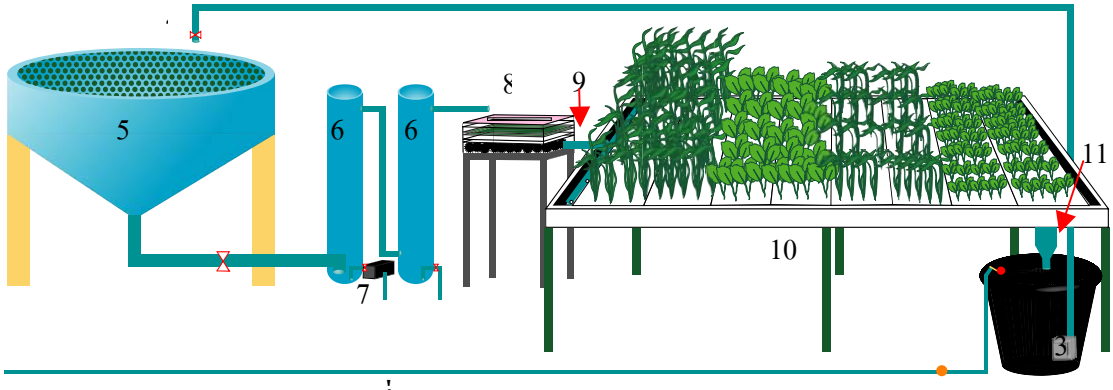
จัดตั้งระบบ DRFT-Fish ดังแสดงในภาพที่ 3.14, 3.15 ส่วนประกอบใช้ขนาดเช่นเดียวกับระบบ Fish และระบบ DRFT โดยส่วนของสารละลายที่ไหลผ่านถังชีวภาพ จะถูกส่งต่อไปยังท่อน้ำเข้าของโต๊ะปลูก และไหลไปยังถังสารละลายที่มีปั๊มน้ำอยู่ เพื่อสูบน้ำกลับไปยังถังเลี้ยงปลาอีกครั้ง



ภาพที่ 3.12 แบบจำลองระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินระบบ DRFT

หมายเหตุ : 1 = ท่อเติมน้ำ
2 = ถังเก็บน้ำ*
3 = ปั๊มน้ำ
4 = ท่อน้ำเข้า
5 = โต๊ะปลูก
6 = สะดือน้ำ
7 = ท่อน้ำออก*
* = จุดที่เก็บน้ำสำหรับการวิเคราะห์

ภาพที่ 3.13 โต๊ะปลูกผักบุ้งจีนและผักโขมแบบไม่ใช้ดินระบบ DRFT



ภาพที่ 3.14 แบบจำลองระบบ DRFT-Fish

หมายเหตุ : 1 = ท่อเติมน้ำ
2 = ถังเก็บน้ำ
3 = ปั๊มน้ำ
4 = ท่อน้ำเข้า
5 = ถังเลี้ยงปลา*
6 = ถังตกตะกอน*
7 = ปั๊มถ่ายตะกอน
8 = ถังกรองชีวภาพ*
9 = ท่อน้ำเข้าโต๊ะปลูกพืช
10 = โต๊ะปลูก
11 = ท่อน้ำออก*
* = จุดที่เก็บน้ำสำหรับการวิเคราะห์

(ก) (ข)

ภาพที่ 3.15 โต๊ะปลูกผักบุ้งจีนและผักโขม (ก) และระบบกรอง (ข) ของระบบ DRFT-Fish

3.2.4 วิธีการทดลอง

3.2.4.1 การจัดการระบบการเลี้ยงปลา

(1) เช่นเดียวกับการทดลองที่1 แต่การถ่ายตะกอนจะทำงานอัตโนมัติทุก 4 ชั่งโมง เป็นเวลา 10 วินาที เวลา 02.00, 06.00, 10.00, 14.00, 18.00 และ 22.00 น.

3.2.4.2 การเตรียมกล้าผักและการดูแล

(1) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่หยอดเมล็ดผักช่องละ 3 เมล็ดต่อชนิด และควบคุมค่า EC ให้มีค่าระหว่าง 1.2-1.8 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร การเตรียมกล้าจะเตรียมสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทุกสัปดาห์ จำนวน 150 ต้นต่อสัปดาห์ต่อชนิด

(2) เติมน้ำและเริ่มเปิดการทำงานของระบบให้มีการหมุนเวียนน้ำครบ 2 สัปดาห์ ก่อนย้ายปลูกกล้าผัก

(3) เมื่อต้นกล้ามีรากโผล่ลงมาที่ด้านล่างฟองน้ำ ย้ายต้นกล้าที่แข็งแรงสมบูรณ์ดีลงโต๊ะปลูก โดยเลือกผักชนิดเดียวกันที่ขนาดและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกันใส่ในช่องปลูกของแผ่นปลูก สอดต้นกล้าจากทางด้านล่างของแผ่นปลูก โดยให้ก้อนฟองน้ำด้านที่มีรากโผล่อยู่เสมอกับขอบล่างสุดแผ่นปลูก ทั้งนี้เพื่อให้ก้อนฟองน้ำและรากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารในรางปลูก ปลูกผักบุ้งจีนและ ผักโขมชนิดละ 100 ต้นต่อสัปดาห์ อายุแต่ละกลุ่มห่างกัน 1 สัปดาห์ เพื่อให้ระบบมีอายุผักสม่ำเสมอตลอดการทดลอง โดยแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนเก็บเกี่ยว 3 สัปดาห์ เมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว จึงย้ายผักบุ้งจีนและ ผักโขมกลุ่มนั้นออก และย้ายกล้าผักบุ้งจีนและผักโขมอายุ 1 สัปดาห์ใส่แทน โดยหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดการทดลอง (ภาพที่ 3.12, 3.14)

(4) ระหว่างการทดลองต้องเติมสารละลายธาตุอาหารในระบบการปลูกผัก ให้มีค่า 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 3.2.4.1

ระบบ DRFT ปฏิบัติตามวิธีในหัวข้อ 3.2.4.2

ระบบ DRFT-Fish เปิดการทำงานของระบบและปล่อยปลาลงถังเลี้ยงปลา จนครบ 2 สัปดาห์ (ระหว่างนี้ต้องปรับค่า EC และ pH ให้ได้ตามที่กำหนด) หลังจากนั้นเริ่มย้ายกล้าผักทั้ง 2 ชนิด เช่นเดียวกับระบบ DRFT และทดลองเช่นเดียวกับวิธีในหัวข้อ 3.2.4.1 และ 3.2.4.2

3.2.5 ข้อมูลที่ตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.5.1 วัดการเจริญเติบโตของปลาทับทิม เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.5.2 วัดการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนและผักโขมโดยการชั่งน้ำหนักรวมทั้งต้นและรากของผักบุ้งจีนและผักโขมจำนวน 100 ต้นต่อชนิดพืชต่อระบบ ทุกรอบการปลูกเพื่อหาผลผลิตผักรวมตลอดการทดลอง

3.2.5.3 วัดคุณภาพน้ำ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.5.4 ประสิทธิภาพของผักในการบำบัดน้ำจากการเลี้ยงปลา เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.5.5 ความสม่ำเสมอของการบำบัดน้ำจากการเลี้ยงปลา เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลน้ำหนักและความยาวปลา น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักบุ้งจีนและผักโขม ผลผลิตรวมของปลา, ผักบุ้งจีนและผักโขม คุณภาพน้ำ และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำ มาวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในทางสถิติด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window