ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง

ผลของการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตพรรณไม้น้ำ

Effect of nitrogen and phosphorus uptake on water quality and aquatic plant growth

โดย

นางสาวจุรีพร อัศวรัตนภักดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(อาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 29 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 2543

17043
13 พ.ย. 2543
ปีพ
ก646ผ
2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17042

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตพรรณไม้น้ำ

Effect of nitrogen and phosphorus uptake on water quality and aquatic plant growth

T099224

โดย

นางสาว จุรีพร อัศวรัตนภักดี

ปพ.
จ646ผ
ส542

เสนอ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99224.....
วัน,เดือน,ปี.....13 JUN 2549.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตพรรณไม้น้ำ

Effect of nitrogen and phosphorus uptake on water quality and aquatic plant growth

การทดลองการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ด้วยปุ๋ยสูตร 25-5-5 ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระดับความลึก 40 เซนติเมตร โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ กลุ่มควบคุม (ไม่มีพรรณไม้น้ำ), เดนซ่า (*Elodea densa*), สาหร่ายคาบอมบ้า (*Cabomba caroliniana*) และไมริโอไฟลั่ม (*Myriophyllum mattogrossense*) แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 21 วัน จากผลทดลองพบว่า คุณภาพน้ำในการเลี้ยงและการเจริญเติบโตของเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความเป็นกรด-เป็นด่าง มีค่าเฉลี่ย 7.84±0.032, 7.92 ±0.025, 7.89±0.062 และ 7.85±0.01, อุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ย 21.41±0.07, 21.41±0.1, 21.38±0.093 และ 21.36±0.025 องศาเซลเซียล, ความเป็นด่าง มีค่าเฉลี่ย 88.44±1.39, 86.67±1.453, 85.89±2.524 และ 86.56±2.341 มิลลิกรัมต่อลิตร, ปริมาณออโธฟอสเฟต มีค่าเฉลี่ย 0.083±0.048,0.03±0.002, 0.038± 0.005 และ 0.045±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร, ก่อนการทดลองน้ำหนักเปียก มีค่าเฉลี่ย 1.028±0.123, 1.148±0.045 และ 1.020±0.008 กรัม, น้ำหนักแห้ง มีค่าเฉลี่ย 0.124±0.008, 0.112±0.011 และ 0.107±0.004 กรัม, เมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำหนักเปียก มีค่าเฉลี่ย 1.396±0.245, 1.309±0.052 และ 1.268±0.184 กรัม, น้ำหนักแห้ง มีค่าเฉลี่ย 0.153±0.003, 0.123±0.014 และ 0.131±0.003 กรัม, น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น มีค่าเฉลี่ย 0.029±0.013, 0.021±0.003 และ 0.024±0.008 กรัม และปริมาณไนโตรเจนในพรรณไม้น้ำ มีค่าเฉลี่ย 0.046±0.01, 0.023±0.015 และ0.027±0.012 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคุณภาพน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำที่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 0.13±0.03, 0.026±0.018, 0.046±0.015 และ 0.067±0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร, ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 0.04±0.006, 0.009±0.003, 0.043±0.017 และ 0.044±0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร, ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 2.27±0.095, 1.214±0.025, 1.86±0.126 และ 2.227±0.071 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนโตรเจนในน้ำ มีค่าเฉลี่ย 2.4±0.122, 1.239±0.02, 1.906±

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.14 และ 2.294±0.086 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำทั้ง 3 ชนิด พบว่า เดนซ่ามีแนวโน้มสามารถลดปริมาณไนโตรเจนในน้ำ รองมาเป็น ไมริโอไฟล่ัมและสาหร่ายคาบอมบ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษผลของการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตพรรณไม้น้ำในครั้งนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณอาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือมาตลอดจนเสร็จสิ้นการทดลองขอขอบคุณ คุณมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจที่สนับสนุนพรรณไม้น้ำในการทดลอง ขอขอบคุณ คุณอัญชลี ศิริเกตุ ที่ช่วยในการทดลองในห้องทดลอง ขอขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆที่ช่วยและคอยกำลังใจ ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนี้ที่ไม่สามารถกล่าวถึงได้ทั้งหมด ณ ที่นี้

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจมาตลอดจนสำเร็จตามความมุ่งหมาย

จุรีพร อัศวรัตนภักดี

พฤษภาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	17
วิจารณ์ผลการทดลอง	30
สรุป	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด ตลอดระยะเวลา 21 วัน	18
2.	แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรท์-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ ในแต่ละช่วงเวลาตลอด 21 วัน	21

ตารางผนวกที่

1.	แสดงปริมาณความเป็นกรด-เป็นด่างของในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	36
2.	แสดงค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	36
3.	แสดงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยง พรรณไม้น้ำ 3ชนิด	37
4.	แสดงค่าความเข้มแสง (ลักซ์) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	37
5.	แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำ ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	37
6.	แสดงปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำ ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	38
7.	แสดงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำ ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	38
8.	แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	39
9.	แสดงปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำ ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	39
10.	แสดงน้ำหนักเปียกก่อนการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	40
11.	แสดงน้ำหนักเปียกสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	40
12.	แสดงน้ำหนักแห้งก่อนการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	40
13.	แสดงน้ำหนักแห้งสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	40
14.	แสดงน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ หน้า

15. แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในพรรณไม้น้ำ (เปอร์เซ็นต์) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด 41
16. แสดงผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เป็นด่าง ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 42
17. แสดงผลการวิเคราะห์อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 42
18. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 43
19. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 43
20. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 44
21. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 45
22. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 46
23. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 46
24. แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักเปียกก่อนการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 47
25. แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักเปียกสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 47
26. แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งก่อนการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 48
27. แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ หน้า

28. แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม) 49
ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม
29. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพรรณไม้น้ำที่เพิ่มขึ้น (%) 49
ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	แสดงปริมาณความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	19
2	แสดงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	19
3	แสดงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	23
4	แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	23
5	แสดงปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	25
6	แสดงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	25
7	แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	27
8	แสดงปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด	27

ภาพผนวกที่		
1	แสดงตำแหน่งที่ตั้งโหลแก้วของกลุ่มทดลอง (Control, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล์ลั่ม)	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตพรรณไม้น้ำ

Effect of nitrogen and phosphorus uptake on water quality and aquatic plant growth

คำนำ

พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำ โดยการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานเคมีในรูปอาหารสะสมในขบวนการสังเคราะห์แสง และเพิ่มออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำอีกด้วย พรรณไม้น้ำยังช่วยกำจัดของเสียที่ขับถ่ายจากสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยจะใช้ของเสียเป็นสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในการเจริญเติบโต จากประโยชน์ดังกล่าวได้มีการนำพรรณไม้น้ำมาเลี้ยงควบคู่กับการเลี้ยงปลาในระบบปิด ในการเลี้ยงปลาในระบบปิดโดยทั่วไปประกอบด้วยบ่อพักน้ำ บ่อตกตะกอน บ่อกรอง บ่อเลี้ยงปลา ซึ่งบ่อพักน้ำและบ่อตกตะกอนอาจจะเป็นบ่อเดียวกันก็ได้ แต่บ่อดังกล่าวจะต้องมีความลึกพอสมควรในการที่จะให้ตะกอนตกลงสู่ก้นบ่อ จากนั้นก็จะนำน้ำด้านบนไปบำบัดต่อในบ่อกรองที่มีหิน กรวด ทรายเป็นชั้นๆ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนของเสียที่อยู่ในรูปแอมโมเนียไปเป็นไนไตรท์ และไนไตรท์ไปเป็นไนเตรท ไนเตรทก็จะสะสมอยู่ในระบบ ดังนั้นจึงมีการนำพรรณไม้น้ำมาเลี้ยงร่วมกันในระบบเพื่อเป็นการลดการสะสมแอมโมเนียและไนเตรท โดยจะเพิ่มบ่อพรรณไม้น้ำซึ่งอยู่ติดกับบ่อกรองเพื่อให้พรรณไม้น้ำได้ใช้ประโยชน์จากของเสียของปลาที่มีองค์ประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส น้ำที่ได้จากการบำบัดแล้วก็จะนำกลับมาใช้เลี้ยงปลาได้ จากประโยชน์ที่กล่าวมาได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำที่มีผลต่อคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำแต่ละชนิดรวมทั้งการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ พรรณไม้น้ำที่นำมาศึกษาคือพวกพืชใต้น้ำ (submerged plant) เนื่องจากพรรณไม้น้ำประเภทนี้จะสามารถใช้ทุกส่วนของพืชในการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการดูดซึมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในการปลูกพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด
4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การแบ่งชนิดของพรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำ เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตได้ในแหล่งน้ำที่แตกต่างกันไป เช่น บางชนิดเจริญเติบโตที่ระดับผิวน้ำ บางชนิดเจริญเติบโตอยู่ที่ใต้น้ำ เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะทางนิเวศวิทยาแตกต่างกัน (สุชาดา ,2530) จากลักษณะดังกล่าวสามารถแบ่งได้ดังนี้

พืชใต้น้ำ (submerged plant) พรรณไม้น้ำประเภทนี้เป็นพวกที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำทั้งหมด โดยอาจจะมีรากยึดเกาะกับพื้นใต้น้ำหรือไม่ยึดเกาะก็ได้ บางชนิดทั้งลำต้นและรากเจริญอยู่ในพื้นดินใต้น้ำ ส่งลำต้นบางส่วนและใบเจริญอยู่ใต้ระดับน้ำ บางชนิดรากเกาะยึดกับพื้นดินใต้น้ำ ส่วนลำต้นและใบเจริญเติบโตอยู่ใต้ระดับน้ำ บางครั้งพืชพวกนี้จะส่งดอกขึ้นมาเจริญที่ผิวน้ำหรือเหนือน้ำ และเมื่อเป็นผลแล้วบางอย่างเจริญที่ผิวน้ำหรือใต้ผิวน้ำ เช่น ไส้ปลาไหล (*Barclaya longifolia*), เทป (*Vallisneria* sp.) และ สันตะวาใบพาย (*Ottelia alismoides*) เป็นต้น

พืชโผล่เหนือน้ำ (emerged plants) พรรณไม้น้ำประเภทนี้เป็นพวกที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำบางส่วนและเหนือน้ำบางส่วน โดยที่มีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ในพื้นดินใต้น้ำ แล้วส่งส่วนใบและดอกขึ้นมาเจริญเหนือน้ำ พืชพวกนี้ เช่น บัวต่างๆ กกบางชนิด ต้นเทียนนา เป็นต้น พืชประเภทนี้บางชนิดตามโคนต้นมีเนื้อเยื่อโปร่งๆ (aerechymatous tissue) ทำหน้าที่เก็บอากาศเพื่อช่วยในการหายใจ เช่น บัวต่างๆ (*Nymphaea* sp.) เป็นต้น

พืชลอยน้ำ (floating plants) พรรณไม้น้ำประเภทนี้เป็นพวกที่เจริญลอยอยู่ที่ระดับน้ำ โดยมีรากห้อยลอยอยู่ในน้ำ ส่วนต้น ใบ และดอก เจริญที่เหนือน้ำ พรรณไม้น้ำประเภทนี้บางอย่างถ้าน้ำตื้นๆ รากอาจจะหยั่งยึดพื้นดินใต้น้ำก็ได้นอกนี้พวกที่มีขนาดเล็กมักลอยตัวได้เป็นอิสระ พืชลอยน้ำส่วนใหญ่มักจะมีส่วนหนึ่งส่วนใดเปลี่ยนไปเป็นทุ่นเพื่อพยุงลำต้นให้ลอยตัวได้ ต้นผักตบชวามีส่วนของก้านใบพองตัวเป็นทุ่น (buoyancy leaf) ต้นผักบุ้งมีส่วนลำต้นที่ภายในกลวงเป็นช่องอากาศใหญ่ ช่วยให้ลำต้นเลื้อยทอดลอยไปตามผิวน้ำได้ เช่น จอก (*Pistia stratiotes*), จอกหูหนู (*Salvenia* sp.), และ ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชชายน้ำ (marginal plants) พรรณไม้น้ำประเภทนี้มักขึ้นอยู่ตามชายน้ำ ริมตลิ่งชาย คลอง หนองน้ำ หรือทะเลสาป ลักษณะโดยทั่วไปนั้นจะมีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ในพื้นดิน ส่งบางส่วนของต้น ใบ และดอกเหนือน้ำ พืชน้ำบางอย่างพบว่าจำแนกได้ทั้งเป็นพืชโผล่เหนือน้ำและเป็นพืชชายน้ำ เช่น ผักเป็ด (*Alternanthera* sp.), ใบพาย (*Cryptocoryne* sp.) และอเมซอน (*Echinodorus* sp.) เป็นต้น

<u>ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อพรรณไม้น้ำ</u>

วันเพ็ญและคณะ(2535)ได้กล่าวว่าพรรณไม้น้ำสามารถสร้างอาหารได้เองโดยการสังเคราะห์แสง(สมการที่1) เช่นเดียวกับพืชบกแต่พรรณไม้น้ำที่เจริญอยู่ใต้น้ำจะดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อทำปฏิกิริยากับน้ำโดยอาศัยส่วนสีเขียวในใบพืชหรือคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และแสงสว่างเป็นตัวช่วยผลิตกลูโคสแล้วจึงเปลี่ยนกลูโคสที่เหลือใช้เก็บไว้ในรูปแป้งหรือคาร์โบไฮเดรต เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งขบวนดังกล่าวจะให้ก๊าซออกซิเจนเป็นผลพลอยได้

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$ ..... สมการที่ 1

ในขณะเดียวกันถ้าไม่มีแสงสว่างพรรณไม้น้ำจะหายใจโดยการดูดซึมก๊าซออกซิเจนเข้าไปช่วยสลายอาหารเพื่อให้ได้พลังงานและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ดังสมการที่ 2

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{พลังงาน}$$ ..... สมการที่ 2

นอกจากนั้นพืชน้ำยังดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต จากขบวนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำ ได้แก่

<u>แสงสว่าง</u> (Light intensity)

แสงสว่างมีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารของพรรณไม้น้ำ แสงจากดวงอาทิตย์จัดเป็นแสงที่มีคุณภาพดีที่สุดต่อการเจริญเติบโต พรรณไม้น้ำต่างชนิดกันต้องการปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงที่แตกต่างกัน ถ้าปริมาณแสงมากเกินไปจะทำให้แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) หรือสาหร่าย (Algae) เจริญเติบโตได้ดีและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจนทำให้น้ำขุ่นเขียว ซึ่งเป็นการขัดขวางการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้น้ำ พรรณไม้น้ำที่ชอบขึ้นในแหล่งน้ำที่อยู่ในป่าทึบใต้ร่มเงาต้นไม้ใหญ่ย่อมต้องการปริมาณแสงน้อยกว่าพรรณไม้น้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำในที่โล่งแจ้ง พรรณไม้น้ำลอยน้ำมีความต้องการความเข้มของแสงสูงสุดประมาณ 2,000 ลักซ์ขึ้นไป ส่วนพรรณไม้น้ำที่เจริญขึ้นมาถึงบริเวณกลางน้ำต้องการแสงประมาณ 800-1,800 ลักซ์ ส่วนพืชที่เจริญอยู่บริเวณผิวดินใต้น้ำต้องการแสงอย่างต่ำ 100 ลักซ์ และเจริญได้ดีที่ความเข้มแสง 250-300 ลักซ์ แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินเป็นแสงที่พรรณไม้น้ำต้องการในการสังเคราะห์แสง Blackburn (1994) ในการศึกษาความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของ elodea และ water stargrass ปรากฏว่าแสงสีแดงมีผลต่อการเจริญเติบโตของ elodea และ water stargrass เพิ่มขึ้นมากกว่าแสงสีอื่น

อุณหภูมิ (Temperature)

พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ บางชนิดชอบอยู่ในอุณหภูมิสูง บางชนิดสามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตอยู่ได้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกว้างมาก (Eurythermic plants) แต่บางชนิดจะเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิที่ค่อนข้างแคบ (Stenothermic plants) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำย่อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ และเพิ่มจำนวนในปริมาณที่แตกต่างกัน ประเทศไทยมีอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียล ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำหลายชนิด แต่พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่จะเจริญดีในช่วงอุณหภูมิ 25-29 องศาเซลเซียล

ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากสารแขวนลอยในน้ำจะสะท้อนหรือดูดซึมแสงเอาไว้ แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปยังพื้นดินใต้น้ำเป็นการลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้น้ำ โดยผักตบชวาสามารถลดสารแขวนลอยได้จากรากที่หนาแน่นซึ่งเหมาะสำหรับดูดซึมเอาสิ่งสกปรกและสารต่างๆที่ไม่ตกตะกอนลงสู่พื้นข้างล่าง (บุญส่ง, 2526) และ อังษณา (2540) ได้รายงานว่าธูปฤาษีสามารถบำบัดสารแขวนลอยได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

พรรณไม้น้ำจะสามารถใช้ธาตุอาหารในน้ำได้ดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับระดับ pH ของน้ำ ถ้าค่า pH ต่ำและสูงเกินไปพรรณไม้น้ำไม่สามารถเจริญได้ดี ส่วนใหญ่จะเจริญงอกงามได้ดีในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.5-7.4 ซึ่งธรรมเรศและกรรณิการ์ (2538) ได้รายงานว่ากลุ่มที่มีพืชน้ำสามารถปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 7.7-8.5 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีพืชน้ำจะมีค่า pH ที่ 9.3

ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้าง คือ ปริมาณเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำและอาจรวมถึงแร่ธาตุอื่นๆ หากละลายอยู่เป็นปริมาณมาก ความกระด้างที่เกิดจากสารละลายของ Calcium หรือ Magnesium bicarbonate ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจะตกตะกอนกลายเป็นหินปูน (Carbonate) เรียกว่ากระด้างชั่วคราว (Temporary hardness) ส่วนความกระด้างที่เกิดจากสารละลายพวก Calcium หรือ Magnesium bicarbonate หรืออาจเป็นพวกเกลือจากกรดบางชนิด เช่น Calcium sulfate เรียกว่า ความกระด้างถาวร (Permanent hardness) ดังนั้น ค่าความกระด้างของน้ำคือ ผลรวมของค่าความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร ค่าความกระด้างของน้ำเป็นปัจจัยที่ไม่ทำอันตรายต่อพรรณไม้น้ำ แต่ความกระด้างของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบขึ้นในบริเวณที่เป็นน้ำอ่อน pH ต่ำ แต่บางชนิดชอบขึ้นในน้ำกระด้าง ซึ่งเป็นน้ำที่มีหินปูนมาก เช่น สาหร่ายไฟ (*Chara* sp.) ชอบขึ้นในน้ำกระด้าง หรือน้ำที่มีหินปูนสูง (สุชาดา, 2530) แต่โดยทั่วไปพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่จะชอบน้ำที่มีลักษณะเป็นน้ำกระด้างเล็กน้อยหรือกระด้างปานกลาง

ออกซิเจน (Oxygen)

ก๊าซออกซิเจน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำเพื่อช่วยในการหายใจ ในตอนกลางคืนหรือขณะที่ไม่มีแสงสว่างเมื่อขบวนการสังเคราะห์แสงหยุดลง พรรณไม้น้ำที่อาศัยอยู่ใต้น้ำจะดูดซึมก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่วนพรรณไม้น้ำที่มีใบเจริญเหนือน้ำจะดูดซึมจากบรรยากาศโดยตรง โดยออกซิเจนจะผ่านไปทางใบแล้วแพร่เข้าสู่เซลล์ใกล้เคียงและเซลล์ถัดไป พืชจะใช้ออกซิเจนไปในการสลายอาหารเพื่อให้ได้พลังงานออกมา และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดจากการแพร่จากอากาศ,การหายใจของพืชและสัตว์ ยังเกิดจากการย่อยสลายของพวกอินทรีย์วัตถุต่างๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ละลายในน้ำได้ดี พรรณไม้น้ำจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง ทำให้ในเวลากลางวันมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงและยังมีผลต่อค่าความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH) ของน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลงพรรณไม้น้ำบางชนิดจะดึงเอาคาร์บอนไดออกไซด์จาก Calcium bicarbonate ทำให้เกิด Calcium carbonate มีผลทำให้ค่าความกระด้างเพิ่มขึ้น ดังนั้นในน้ำที่มีค่า pH สูงและค่าความกระด้างสูง พรรณไม้น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 5-15 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรณีที่มีปลาอาศัยอยู่ร่วมกับพรรณไม้น้ำ ปริมาณคาร์ไดออกไซด์ควรมีค่าประมาณ 5-6 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปุ๋ย (Fertilizer)

ธาตุอาหารหลักเป็นธาตุอาหารที่พรรณไม้น้ำต้องการเป็นปริมาณมากในการเจริญเติบโต ธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อพรรณไม้น้ำ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม เช่นเดียวกับพืชบก แต่การปลูกพรรณไม้น้ำจะแตกต่างกับพืชบกที่ความต้องการในการปลูก คือ ส่วนดอกและผลเป็นสิ่งที่สำคัญน้อย ดังนั้นธาตุอาหารที่จำเป็นมากที่สุด คือ ไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่เร่งให้ใบและลำต้นเจริญได้ดี รองลงมาได้แก่ ฟอสฟอรัสและโปตัสเซียม สัดส่วนในการให้ปุ๋ยจะเป็นไนโตรเจน (N) ฟอสฟอริกแอซิด (P_2O_5) และโปตัสเซียมที่ละลายได้ (K_2O) ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่ คือ $N : P_2O_5 : K_2O = 3 : 2 : 1$ ส่วนปริมาณการใส่ปุ๋ยพรรณไม้น้ำที่เจริญใต้น้ำควรใช้ประมาณ 0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าเป็นพรรณไม้น้ำที่มีใบเจริญเหนือน้ำ แต่รากหรือรากและลำต้นเจริญใต้น้ำควรใช้ประมาณ 0.5-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้น้ำที่มีความต้องการชนิดและปริมาณของธาตุอาหารหรือปุ๋ยแตกต่างกันไป ความถี่ในการให้ปุ๋ยควรให้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง

ธาตุอาหารรองเป็นธาตุอาหารที่พรรณไม้น้ำต้องการในปริมาณเล็กน้อย ซึ่งขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้และต้องการในปริมาณน้อย ถ้ามากเกินไปก็มีอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้ เช่นธาตุเหล็กเป็นธาตุที่ทำให้พรรณไม้น้ำมีใบสีเขียวเข้ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดซึมธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำโดยทั่วไปจะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารซึ่งได้มีการทดลองโดย Tsutomu และ Seiji (1988) ได้ศึกษาการดูดซึมและเจริญเติบโตของผักตบชวาในระบบน้ำไหล (flow system) ปรากฏว่าปัจจัยที่กำหนดอัตราการดูดซึมคือ อุณหภูมิ และความหนาแน่นของผักตบชวา ซึ่งสามารถดูดซึมได้สูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ Thursby (1982) อ้างโดย Walstad (1994) พืชน้ำสามารถดูดซึมทางใบได้มากกว่าราก คิดเป็น 77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการดูดซึมของใบก็ไม่ส่งผลต่อการดูดซึมของราก และ Chambers et.al. (1989) ได้ทดลอง *Potamogeton crispus* ในแม่น้ำ South Saskatchewan ประเทศแคนาดา ศึกษาการดูดซึมธาตุอาหารในน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่กับตะกอนธาตุอาหารซึ่งได้แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ ปริมาณมากและปริมาณน้อย พบว่า น้ำหนักทั้งหมดเพิ่มขึ้นและความหนาแน่นของลำต้นและใบมากใน *Potamogeton crispus* ที่ปลูกในตะกอนที่มากของน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่ทั้งปริมาณมากและปริมาณน้อย

1. การดูดซึมไนโตรเจนของพรรณไม้น้ำ

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีนของพรรณไม้น้ำ สารประกอบไนโตรเจนจะเป็นตัวช่วยเร่งการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้ใบสวยงามและแข็งแรง พรรณไม้น้ำสามารถใช้สารประกอบไนโตรเจนได้หลายรูปแบบมาทำการสังเคราะห์เป็นโปรตีน พรรณไม้น้ำสามารถใช้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น แอมโมเนียม(NH_4^+) หรือไนเตรท (NO_3^-) Walstad (1994) ได้กล่าวว่า พรรณไม้น้ำสามารถดูดซึมNH_3 ได้ดีกว่า NH_4^+และ NO_3^- เนื่องจากมีสภาพที่ไม่มีประจุสามารถผ่านเข้าเซลล์ของพืชได้โดย passive transport (ไม่ใช้พลังงาน) ส่วนการดูดซึม NH_4^+และ NO_3^- จะต้องใช้พลังงานในการดูดซึม (active transport) เนื่องจากทั้งสองมีประจุอยู่ แต่เมื่อเปรียบเทียบในการดูดซึมระหว่าง NH_4^+และ NO_3^- นั้น พืชจะดูดซึม NH_4^+ได้ดีกว่า NO_3^- เพราะประจุรอบเซลล์พืชจะเป็นประจุลบ ทำให้ NH_4^+ เข้าสู่เซลล์พืชได้ดีกว่า ดังนั้นในการดูดซึม NO_3^- เข้าสู่เซลล์พืชจะต้องใช้พลังงานสูงกว่าแอมโมเนียม (NH_4^+และ NH_3) พืชจะดูดซึม NO_3^- ในเวลาที่มีแสง ส่วน NH_4^+ และ NH_3 จะมีการดูดซึมตลอดเวลาทั้งมีแสงและไม่มีแสง Dale (1971) ได้ศึกษาการดูดซึมแอมโมเนียและไนเตรท ในช่วงเวลา 6 ช่วงติดต่อกัน ช่วงละ 4 ชั่วโมง ของ *Ceratophyllum* sp. ในแหล่งน้ำ การดูดซึมแอมโมเนียจะถูกดูดซึมทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนการดูดซึมไนเตรทขึ้นอยู่กับแสง ดังนั้นในเวลากลางวันจะดูดซึมได้มากกว่าเวลากลางคืน ในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.40-18.40 มีการดูดซึมแอมโมเนียและไนเตรท จากข้อมูลพบว่าสามารถนำไปใช้ประมาณอัตราการดูดซึมต่อวันได้ การศึกษา Elodea densa ในการดูดซึมไนโตรเจนสามารถเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายใน 8 ชั่วโมงต่อวัน ผลการทดลองได้ว่า สามารถดูดซึม NO_3^--N, NO_2^--Nและ NH_3-N ได้ 61.36, 2.27 และ 9.09 มิลลิลิตรต่อลิตรต่อวัน รวมทั้งหมดของรูปไนโตรเจนคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ (Ng et.al.,1990) และAriyawathie et.al. (1987) ได้ทดลอง *Phragmites australis* ในระบบกรองด้วยทรายโดยใส่ปุ๋ยในกลุ่ม P ที่มี *Phragmites australis* และกลุ่มควบคุม (C) ไม่มี *Phragmites australis* ซึ่งมีระดับปุ๋ยที่ 4,8,16 และ 32 พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่ดูดซึมได้ 198 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็น 88 เปอร์เซ็นต์

2. <u>การดูดซึมฟอสฟอรัสของพรรณไม้น้ำ</u>

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารที่ให้ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ในแหล่งน้ำฟอสฟอรัสจะอยู่รูปของสารประกอบพวก ออโธฟอสเฟส (Orthophosphates) ที่ละลายน้ำได้ดี ได้แก่ สารประกอบ PO_4^{-3}, HPO_4^{2-} และH_2PO^{4-} ในธรรมชาติฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินและหินแร่ ซึ่งพืชและสัตว์ก็จะนำเอาไปใช้ในการเจริญเติบโต และสร้างโปรโตพลาสซึม (Protoplasm) แต่เมื่อพืชและสัตว์ตายลงปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในร่างกายก็จะถูกย่อยสลายกลับสู่พื้นดินหรือแหล่งน้ำ บางส่วนอาจจะถูกสิ่งมีชีวิตดึงกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น การทดลองของ Ariyawathie et.al. (1987) ได้ทดลอง *Phragmites australis* ในระบบกรองด้วยทรายโดยใส่ปุ๋ยในกลุ่ม P ที่มี *Phragmites australis* และกลุ่มควบคุม (C) ไม่มี *Phragmites australis* ซึ่งมีระดับปุ๋ยที่ 4,8,16 และ 32 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดซึมได้ 21 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็น 99 เปอร์เซ็นต์

พรรณไม้น้ำดูดซึมธาตุอาหารได้หลายทางทั้งทางราก ใบ หน่อ เป็นต้น และCarignan (1982) ได้ทำการศึกษาการดูดซึมของ ราก, ลำต้น และทุกส่วนของพืช ของ *Myriophyllum* sp., *Vallisneria* sp. และ*Heteranthera* sp. พบว่ารากสามารถดูดซึมได้สูงสุดถึง 31-48 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลำต้น และทุกส่วนของพืช ได้ 21-32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการดูดซึมดังกล่าวธาตุอาหารที่ได้จากการดูดซึมจะนำไปสะสมอยู่ตามอวัยวะต่างๆของพืช เช่น การทดลองของ Ariyawathie et.al. (1987) ได้ทดลอง *Phragmites australis* ในระบบกรองด้วยทรายโดยใส่ปุ๋ยในกลุ่ม P ที่มี *Phragmites australis* และกลุ่ม Control (C) ไม่มี *Phragmites australis* ซึ่งมีระดับปุ๋ยที่ 4,8,16 และ 32 ปรากฏว่าในระดับปุ๋ยที่16 (ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 198.4 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อลิตร และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 20.8 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมมากในลำต้น, ใบ และ น้ำหนักทั้งหมดของ *Phragmites australis*

ในการสะสมธาตุอาหารในส่วนต่างๆได้มีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพรรณไม้น้ำ เพื่อศึกษาการดูดซึมธาตุอาหารไปใช้สร้างอาหารสะสมของพืชในเนื้อเยื่อ ซึ่งพรรณไม้น้ำในหลายชนิดมีการสะสมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อมีระดับเหมาะสมอยู่ที่ 1.3%ของไนโตรเจน และ0.13%ของฟอสฟอรัส และยังได้มีการศึกษาไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในพรรณไม้น้ำ 13 ชนิด จากแหล่งน้ำ 9 แห่ง ได้ทำการเปรียบเทียบกับค่าการสะสมของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในระดับเหมาะสม ผลปรากฏว่าพืชมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าระดับเหมาะสม ส่วนไนโตรเจนอยู่ในระดับเหมาะสม สรุปได้ว่าพืชสามารถดูดซึมฟอสฟอรัสได้มากกว่าระดับเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช (GerloffและKrombholz,1966) ส่วน Dale (1971) วิเคราะห์ไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของ *Ceratophyllum* sp. จากทดลองการดูดซึมNH_3และ NO_3 ในแหล่งน้ำ พบว่ามีน้ำ 68.3% เถ้าและ kjeldahl nitrogen ที่ 15 และ 25% ของน้ำหนักแห้งของพืช และการศึกษาการดูดซึมธาตุอาหารของ *Potamogeton crispus* ในแม่น้ำ South Saskatchewan ประเทศแคนาดา ทำการวิเคราะห์เนื้อเยื่อ *Potamogeton crispus* ที่ปลูกในบริเวณตะกอนธาตุอาหารสูงพบว่ามีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง ส่วนปริมาณไนโตรเจนและอัตรา N:P ของ *Potamogeton crispus* ที่ปลูกในบริเวณตะกอนธาตุอาหารสูง เมื่อมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันทั้งที่มีธาตุอาหารละลายมากและน้อย (Chambers et.al.,1989) จากการดูดซึมดังกล่าวได้นำไปประยุกต์ใช้ในระบบการบำบัดน้ำเสีย ซึ่ง Boyd (1977) อ้างโดย วนิดา (2532) ได้มีการกำจัดสารอาหารจากน้ำเสียชุมชนที่ผ่านระบบบำบัดมาขั้นตอนหนึ่งแล้ว โดยใช้พืชน้ำหลายชนิดที่หาได้ตามธรรมชาติในแอ่งน้ำหรือบึง ซึ่งรวมถึงแหน ผลปรากฏว่าสามารถลดฟอสฟอรัสได้ถึง 98.1 เปอร์เซ็นต์ และลดไนโตรเจนในน้ำได้ 89.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสและไนโตรเจนเริ่มต้น 6.5 และ 15.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะและคุณสมบัติของพรรณไม้น้ำที่ใช้ในการทดลอง

1. สาหร่ายขนนก (เดนซ่า)

เป็นพืชในวงศ์ Hydrocharitaceae ชื่อสามัญว่า water weed ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Elodea densa* (Planchon) ลักษณะของเดนซ่า เป็นพันธุ์ไม้น้ำที่นิยมปลูกประดับตู้ปลา ลักษณะคล้ายสาหร่ายหางกระรอก ลำต้นเป็นก้านยาว มีใบแตกตามข้อ ลักษณะเป็นใบเล็กยาวบางโปร่งแสง มีดอกสีขาว ก้านดอกยาว เป็นพันธุ์ไม้ที่ให้แก๊สออกซิเจนแก่น้ำมากจึงนิยมปลูก ขยายพันธุ์โดยเด็ดลำต้นมาปักชำจะเกิดราก หรือแตกกิ่งก้านสาขาจากลำต้นเดิม ความยาวลำต้นบางทีพบยาวถึง 1-1.5 เมตร ชอบขึ้นในที่ดินปนทราย ถ้าพื้นน้ำเป็นทรายอย่างเดียวก็สามารถเจริญเติบโตดีเหมือนกัน (กำธร , 2521) ส่วน RuedigerและHans (1989) เป็นพรรณไม้น้ำที่สามารถเจริญเติบโตรวดเร็ว อยู่ในน้ำกระด้างและน้ำเย็นได้ ถ้าอยู่ในน้ำอุ่นพืชจะปรับตัวตามแสง ต้องการปริมาณแสงปานกลาง ลำตัวเปราะและยาว ใบสีเขียวเข้มยาว 2 เซนติเมตร และกว้าง 0.5 เซนติเมตร ใบหยักประมาณ 30 หยักต่อใบ พืชจะเจริญยาวจนอยู่บริเวณผิวน้ำ ถ้ามีจำนวนมากจะลอยอยู่เหนือน้ำ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคือ ความเป็นกรด-เป็นด่างที่ 6.5-7.5 อุณหภูมิที่ 20-24 องศาเซลเซียล ความกระด้างที่ 80-150 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับน้ำที่ใช้เลี้ยง 35-50 เซนติเมตร การแพร่ขยายพันธุ์ ตัดลำต้นที่แตกออกปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สาหร่ายคาบอมบ้า

เป็นพืชในวงศ์ Nymphaeceae มีชื่อสามัญว่า Green cabomba, fanwort ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Cabomba caroliniana* GRAY ลักษณะลำต้นและใบของสาหร่ายคาบอมบ้า เป็นสายเรียวยาวกลมทอดไปตามระดับความลึกของน้ำ อาจยาวถึง 2 เมตร โดยมีรากอยู่ในดินใต้น้ำ ลำต้นแยกกิ่งก้านสาขาและเห็นปล้องชัดเจน ใบเป็นใบเดี่ยวมี 2 แบบ คือใบที่เจริญอยู่ใต้น้ำ ประกอบด้วยก้านใบ ซึ่งมีความยาวเพียง 0.3 เซนติเมตร แผ่นใบแตกเป็นริ้วเล็กๆมีก้านใบและใบจะแตกจากลำต้นแบบตรงข้าม (Opposite) ส่วนใบที่อยู่เหนือน้ำขนาดเล็กมีลักษณะเป็นแผ่นใบรูปแบนรีปลายด้านหนึ่งแยกเป็น 2 แฉก ขอบใบเรียบยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร มีก้านใบยาวติดกันแผ่นใบทางด้านล่างแบบ peltate leaf แตกจากลำต้นแบบสลับ (Alternate) ดอก เป็นดอกเดี่ยวขนาดเล็กออกตามซอกใบบริเวณปลายๆลำต้น ก้านดอกยาวส่งดอกบานเหนือน้ำ แต่ละดอกประกอบด้วยกลีบนอกหรือกลีบเลี้ยง (Sepal) จำนวน 3 กลีบ ไม่ติดกัน มีสีขาวหรือสีครีม บริเวณโคนกลีบเลี้ยงมีสีเขียวอ่อน กลีบเลี้ยงมีความยาว 1 เซนติเมตร กลีบดอก (Petal) มีจำนวน 3 กลีบไม่ติดกัน สีขาวหรือสีครีมเช่นเดียวกับกลีบเลี้ยงแต่ขนาดของกลีบยาวกว่าเล็กน้อย ยาวประมาณ 1.2 เซนติเมตร รูปร่างของกลีบดอกเป็นรูปไข่แต่ปลายบานออกเล็กน้อย บริเวณด้านข้างของโคนกลีบดอกทั้งสองข้างมีติ่งห้อยออกมาคล้ายๆติ่งหูและในบริเวณดังกล่าวนี้จะมีสีเหลือง เกสรตัวผู้สีเหลืองมีจำนวน 6 อัน เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่แบบ superior ovary ผลเป็นผลมีขนาดเล็กเป็นแบบ indehiscent ภายในมีเมล็ด 3 เมล็ด ส่วน RuedigerและHans (1989) ได้กล่าวมีใบหยาบเป็นชั้นๆ น้อย สามารถปรับตัวในสภาพต่างๆ ต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำและต้องการปริมาณแสงปานกลาง สามารถอยู่ในน้ำกระด้างได้ น้ำไม่ต้องให้อากาศเมื่อต้องกำจัดกรดคาร์บอนิคหรือเมื่อความเป็นกรด-เป็นด่างเพิ่มขึ้น สภาพแวดล้อมอื่นๆ ในธรรมชาติชอบขึ้นในที่ดินโคลน แหล่งน้ำนิ่ง อุณหภูมิน้ำประมาณ 20-26 องศาเซลเซียล เป็นพรรณไม้น้ำต่างประเทศที่นำมาปลูกแพร่หลายในประเทศไทย ชอบแสงสว่างปานกลาง ส่วน RuedigerและHans (1989) ได้กล่าวความเป็นกรด-เป็นด่างที่ 6.5-7.2 อุณหภูมิที่ 22-28 องศาเซลเซียล ความกระด้างที่ 20-120 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับน้ำที่ใช้เลี้ยง 45-50 เซนติเมตร การแพร่ขยายพันธุ์ แพร่พันธุ์ได้รวดเร็วโดยการตัดลำต้นปักชำ (วันเพ็ญและคณะ, 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไมริโอไฟลั่ม

เป็นพืชในวงศ์ Haloragaceae มีชื่อสามัญว่า Red Milfoil ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Myriophyllum mattogrossense* HOEHNE ลักษณะลำต้นและใบของไมริโอไฟลั่ม มีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลเข้ม ใบมีความยาว 2 นิ้วมีลักษณะคล้ายขนนก จะแตกจากลำต้น 5-7 เส้น และจากเส้นดังกล่าวมีแตกอีก 10-12 เส้น ซึ่งมีความยาว 2-3 เซนติเมตร น้ำจะต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำ มีกรองน้ำเพื่อป้องกันสาหร่าย ต้องการแสงระดับปานกลาง มีความสัมพันธ์ต่อความกระด้างของน้ำสูง พืชเจริญเติบโตได้เร็ว ถ้าลอยน้ำ ลำต้นเจริญเติบโตมาก ธาตุเหล็กเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต ถ้าใบตายก็ต่อเมื่อปริมาณแสงลดลงทำให้การเจริญเติบโตลดลง หน่อแยกกันเป็นคู่ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคือความเป็นกรด-เป็นด่างที่ 6.0-7.2 อุณหภูมิที่ 22-28 องศาเซลเซียล ความกระด้างที่ 50-120 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับน้ำที่ใช้เลี้ยง 35-50 เซนติเมตร การแพร่ขยายพันธุ์โดยการตัดปักชำ (RuedigerและHans, 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พรรณไม้น้ำที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่
   1.1 เดนซ่า (*Elodea densa*)
   1.2 สาหร่ายคาบอมบ้า (*Cabomba caroliniana*)
   1.3 ไมริโอไฟลั่ม (*Myriophyllum mattogrossense*)
2. โหลแก้วขนาด 10 ลิตร จำนวน 12 ใบ
3. ถังเก็บน้ำขนาด 500 ลิตร จำนวน 1 ใบ
4. น้ำที่ผ่านการฆ่าแพลงก์ตอนด้วยคลอรีน
5. ปุ๋ยใช้เลี้ยงพรรณไม้น้ำ สูตร 25-5-5
6. เครื่องชั่ง
7. เครื่องวัดความเป็นกรด-เป็นด่าง ยี่ห้อ HANA รุ่น HI 8424
8. เครื่องวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ HANA รุ่น HI 8424
9. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Milton Roy รุ่น Spectronic 401
10. เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1.<u>แผนการทดลอง</u>

การทดลองในครั้งนี้จัดการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design)โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่มีพรรณไม้น้ำ ใช้โหลหมายเลข 4, 5 และ 11

ทรีตเมนต์ที่ 2 เดนซ่า ใช้โหลหมายเลข 1, 6 และ 10

ทรีตเมนต์ที่ 3 สาหร่ายคาบอมบ้า ใช้โหลหมายเลข 2, 7 และ 9

ทรีตเมนต์ที่ 4 ไมริโอไฟลั่ม ใช้โหลหมายเลข 3, 8 และ 12

ในแต่ละทรีตเมนต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยในแต่ละซ้ำประกอบด้วยพรรณไม้น้ำ 3 ต้น และมีการสุ่มตำแหน่งที่ตั้งโหลแก้วโดยการจับสลาก (ดังภาพผนวกที่1)

2. <u>ขั้นตอนในการเตรียม</u>

2.1 กรวด ล้างกรวดให้สะอาด แช่คลอรีน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อฆ่าแพลงก์ตอนที่ติดมากับกรวด เป็นเวลา 1 วัน แล้วนำไปตากให้แห้ง

2.2 โหลแก้ว ใส่น้ำที่มีคลอรีน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ไว้เป็นเวลา 1 วัน ถ่ายน้ำทิ้งแล้วตากให้แห้ง

2.3 น้ำ ฆ่าแพลงก์ตอนด้วยคลอรีน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พร้อมใส่ออกซิเจน ทิ้งไว้ 2-3 วัน

2.4 พรรณไม้น้ำ นำมาทดลองเลี้ยงในน้ำ เป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อให้พรรณไม้น้ำปรับตัวและป้องกันสาหร่ายและแพลงก์ตอนที่จะเกิดในการทดลอง

2.5 น้ำปุ๋ย โดยใช้ปุ๋ยสูตร 25-5-5 จำนวน 1 กรัมละลายในน้ำ 1 ลิตร จะได้น้ำปุ๋ยที่มีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ลิตร เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

3. <u>ขั้นตอนในการดำเนินงาน</u>

3.1 เตรียมน้ำสำหรับใช้ในการทดลอง จำนวน 200 ลิตร โดยใส่น้ำปุ๋ยสูตร 25-5-5 ที่ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 20 มิลลิลิตร คนให้ทั่ว จะได้น้ำที่มีความเข้มข้นของปุ๋ย 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 เติมน้ำดังกล่าว จำนวน 10 ลิตรใส่ในโหลแก้ว จำนวน 12 ใบ แล้วใส่กรวดในแต่ละโหลให้มีความสูง 1 นิ้ว

3.3 ชั่งน้ำหนักพรรณไม้น้ำทั้ง 3 ชนิด แล้วบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 นำพรรณไม้น้ำลงแต่ละโหลดังต่อไปนี้

- กลุ่มควบคุม 3 ใบ (ไม่มีพรรณไม้น้ำ)
- เดนซ่า 3 ใบ ใบละ 3 ต้น
- สาหร่ายคาบอมบ้า 3 ใบ ใบละ 3 ต้น
- ไมริโอไฟลั่ม 3 ใบ ใบละ 3 ต้น

3.5 จะวางโหลเรียงเป็นแนวเดียว จำนวน 2 แถว เพื่อพรรณไม้น้ำได้ปริมาณแสงที่เท่ากัน (ดังภาพผนวกที่1)

3.6 วิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยวิธีของไมตรีและจารุวรรณ (2521) จะทำทุกๆ 4 วัน เริ่มตั้งแต่แรกที่ลงทำการทดลอง จำนวน 5 ครั้ง แล้วบันทึกผล มีดังนี้

- ปริมาณความเป็นกรด-เป็นด่าง
- อุณหภูมิของน้ำ
- ความเข้มแสง
- ปริมาณความเป็นด่าง
- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และอันไอออไนซ์ แอมโมเนีย
- ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน
- ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน
- ปริมาณออร์โธฟอสเฟส

3.7นำพรรณไม้มาหาน้ำหนักแห้งโดยชั่งน้ำหนักกระดาษฟอยล์และชั่งน้ำหนักกระดาษฟอยล์ รวมกับพรรณไม้ในแต่ละชนิด

3.8 นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียล นาน 24 ชั่วโมง

3.9 หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

3.10นำพรรณไม้น้ำที่ได้อบแห้งไปวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช โดยวิธีของRavehและ Avnimelech (1979) แล้วบันทึกผล

4. <u>บันทึกข้อมูล</u>

4.1 คุณภาพน้ำ

4.2 น้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้ง

4.3 ปริมาณไนโตรเจนในพรรณไม้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลน้ำหนักแห้งและคุณภาพน้ำจากการทดลอง นำมาวิเคราะห์โดยใช้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ของกลุ่มควบคุม (ที่ไม่มีพรรณไม้น้ำ), เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล่ัม โดยใช้ตาราง ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Duncan 's multiple rang test

6. สถานที่ทำการทดลอง

บริเวณโรงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

7. ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 9 ธันวาคม 2542 ถึง วันที่ 29 ธันวาคม 2542 รวมใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด ในระดับความลึก 40 เซนติเมตร เป็นเวลา 21 วัน ซึ่งมีความเข้มแสงระหว่าง 1775-6030 ลักซ์ พบว่าคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของการเลี้ยงพรรณไม้น้ำที่นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิตินั้น ที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH), อุณหภูมิ (Temperature), ความเข้มแสง (Light intensity), ความเป็นด่าง (Alkalinity), ปริมาณออโธฟอสเฟต (Orthophosphate), น้ำหนักเปียกก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง, น้ำหนักแห้งก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง, น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของพรรณไม้น้ำ และปริมาณไนโตรเจนในพรรณไม้น้ำ แต่ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen), ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen), ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (Total nitrogen) ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

จากการทดลองพบว่าค่าพีเอชในการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล่ัม มีค่าเฉลี่ย 7.84±0.032, 7.92 ±0.025, 7.89±0.062 และ7.85±0.01 ตามลำดับ ซึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่1 และแผนภาพที่1)

อุณหภูมิ (Temperature)

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิในการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล่ัม มีค่าเฉลี่ย 21.41±0.069, 21.41±0.1, 21.38±0.093 และ21.36±0.025 องศาเซลเซียล ตามลำดับ ซึ่งนำอุณหภูมิมาวิเคราะห์ทางสถิติผล ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ดังตารางที่1และแผนภาพที่2)

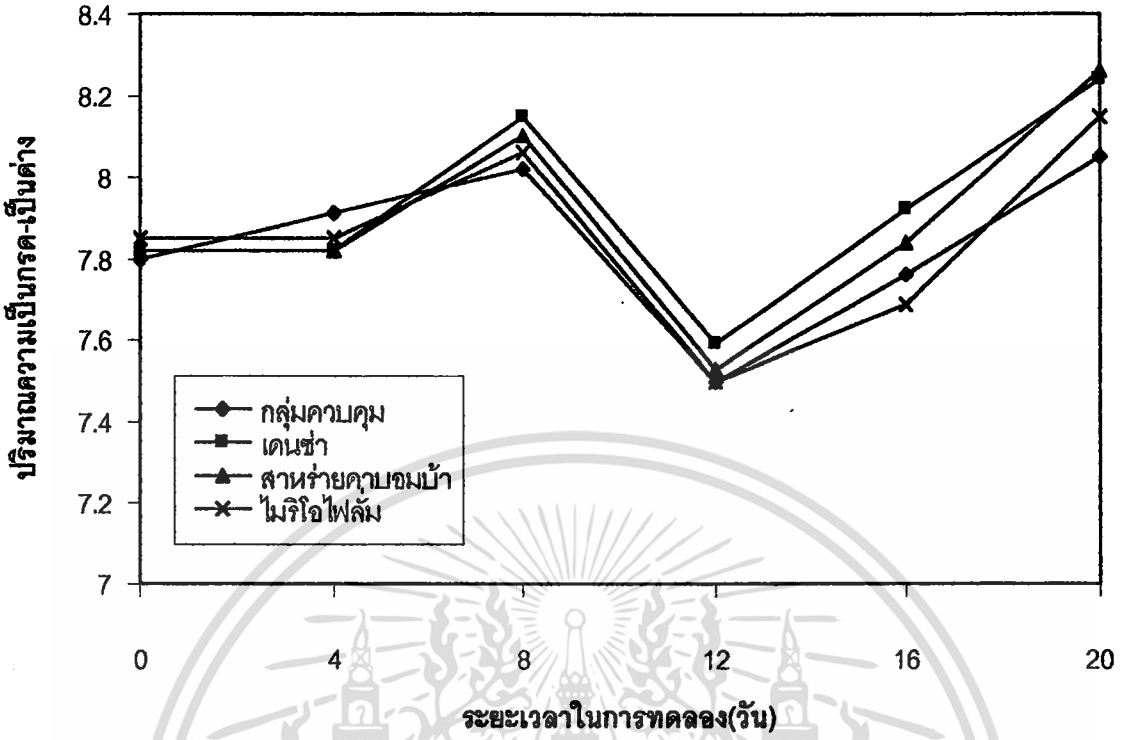
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99224

ตารางที่ 1 แสดงคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด ตลอดระยะเวลา 21 วัน

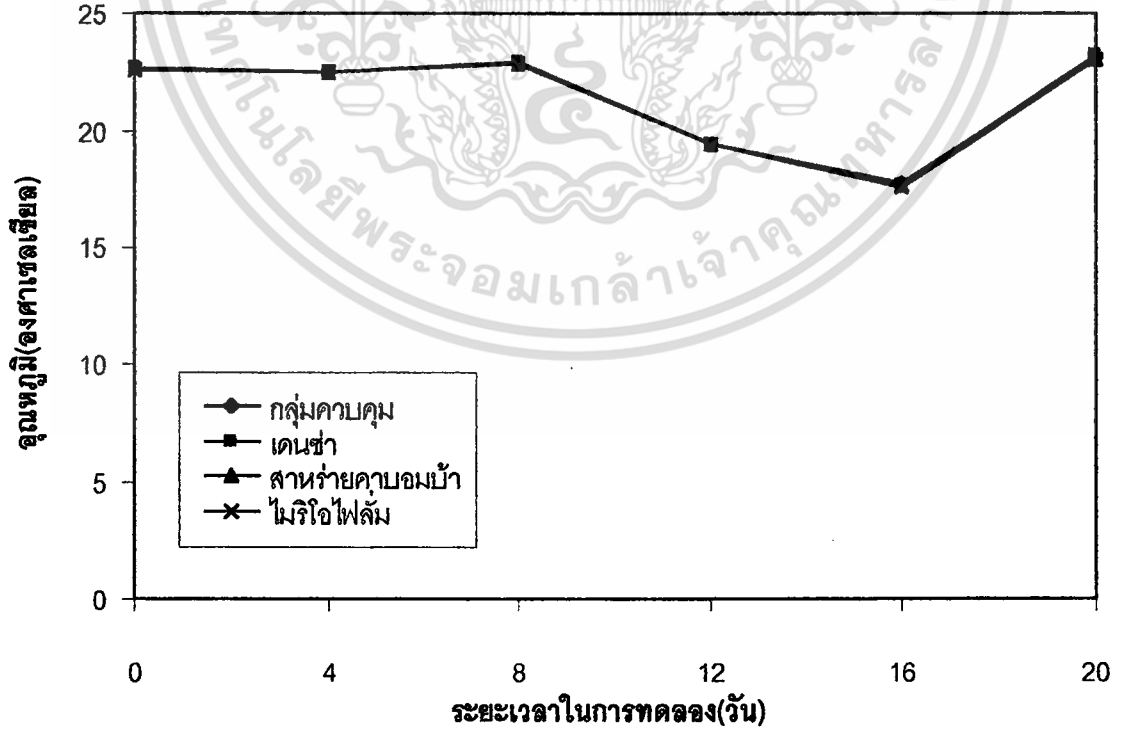
กลุ่มการทดลอง / Parameter	control		เดนซ่า		สาหร่ายคาบอมบ้า		ไมริโอไฟลัม	
	ช่วง	Mean±SD	ช่วง	Mean±SD	ช่วง	Mean±SD	ช่วง	Mean±SD
ความเป็นกรด-เป็นด่าง(pH)	7.5-8.05	7.84±0.32^{a}	7.59-8.24	7.92±0.025^{a}	7.53-8.24	7.89±0.062^{a}	7.5-8.15	7.85±0.01^{a}
อุณหภูมิ(Temperature)	17.73-23.14	21.41±0.07^{a}	17.67-23.17	21.41±0.1^{a}	17.7-23.03	21.38±0.09^{a}	17.6-23.07	21.36±0.03^{a}
ความเป็นด่าง(Alkalinity)	98-83.33	88.44±1.39^{a}	97.33-82.67	86.67±1.45^{a}	97.33-80	85.89±2.52^{a}	99.33-81.33	86.56±2.34^{a}
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3-N)	0-0.26	0.13±0.03^{b}	0-0.072	0.026±0.02^{a}	0-0.111	0.046±0.02^{a}	0-0.166	0.067±0.02^{ab}
ไนไตรท์-ไนโตรเจน(NO_2-N)	0-0.102	0.04±0.006^{b}	0-0.035	0.009±0.003^{a}	0-0.11	0.043±0.017^{ab}	0-0.107	0.044±0.01^{ab}
ไนเตรท-ไนโตรเจน(NO_3-N)	0.987-3.64	2.27±0.095^{a}	0-2.719	1.269±0.153^{b}	0.603-3.917	2.015±0.149^{a}	0.509-3.943	2.027±0.068^{a}
ไนโตรเจนในน้ำ(NH_3+NO_3)	1.028-3.84	2.4±0.122^{a}	0-2.719	1.295±0.137^{b}	0.654-3.917	2.061±0.164^{a}	0.551-4.031	2.094±0.083^{a}
ฟอสฟอรัส(PO_4-P)	0.036-0.189	0.083±0.048^{a}	0.016-0.048	0.03±0.002^{a}	0.018-0.059	0.038±0.005^{a}	0.022-0.061	0.045±0.001^{a}
น้ำหนักเปียกของพืช(ก)	-	-	0.907-1.153	1.028±0.123^{a}	1.1-1.53	1.148±0.045^{a}	0.983-1.04	1.02±0.032^{a}
น้ำหนักเปียกของพืช(ส)	-	-	1.103-1.533	1.396±0.245^{a}	1.24-1.337	1.309±0.052^{a}	1.053-1.41	1.268±0.184^{a}
น้ำหนักแห้งของพืช(ก)	-	-	0.114-0.129	0.124±0.008^{a}	0.103-0.123	0.112±0.011^{a}	0.103-0.111	0.107±0.004^{a}
น้ำหนักแห้งของพืช(ส)	-	-	0.15-0.156	0.153±0.03^{a}	0.106-0.135	0.123±0.014^{a}	0.127-0.134	0.131±0.003^{a}
น้ำหนักแห้งของพืชที่เพิ่มขึ้น	-	-	0.045-0.043	0.029±0.13^{a}	0.018-0.024	0.021±0.003^{a}	0.015-0.029	0.024±0.01^{a}
ไนโตรเจนในพืชที่เพิ่มขึ้น	-	-	0.019-0.043	0.046±0.01^{a}	0.018-0.024	0.023±0.015^{a}	0.015-0.029	0.027±0.012^{a}

หมายเหตุ 1) ก คือ ก่อนการทดลอง 2) ส คือ สิ้นสุดการทดลอง

3) ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้มีอักษรเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



แผนภาพที่1 แสดงปริมาณความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด



แผนภาพที่2 แสดงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นด่าง (Alkalinity)

จากการทดลองพบว่าค่าความเป็นด่างในการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 88.44±1.388, 86.67±1.453, 85.89±2.524 และ86.56±2.341 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่าความเป็นด่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต ($P>0.05$) (ดังตารางที่1และแผนภาพที่3)

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen)

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในชุดการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 0.13±0.03, 0.026±0.018, 0.046±0.015 และ0.067±0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ในวันที่ 4 จนถึงวันที่ 8 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 0.217, 0.049, 0.086 และ0.124 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากปริมาณเริ่มต้นที่ 0.044, 0.023, 0.025 และ0.042 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 12-20 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนลดลง 0.261, 0.072, 0.111 และ0.166 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณที่เพิ่มขึ้นเป็น 0.261, 0.072, 0.111 และ0.166 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ดังตารางที่1, ตารางที่2 และแผนภาพที่4)

ปริมาณอันไอออไนซ์-แอมโมเนีย (Unionized-Ammonia)

ปริมาณอันไอออไนซ์-แอมโมเนีย ในชุดการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม ในวันที่ 12 มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มสูงสุด ซึ่งมีปริมาณอันไอออไนซ์-แอมโมเนีย 0.013, 0.005, 0.007 และ0.01 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของสารสกัดจากเมล็ดมะตูมต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยาของปลานิล

<u>ตารางที่ 2</u> แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรท์-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ ตลอดระยะเวลา 21 วัน

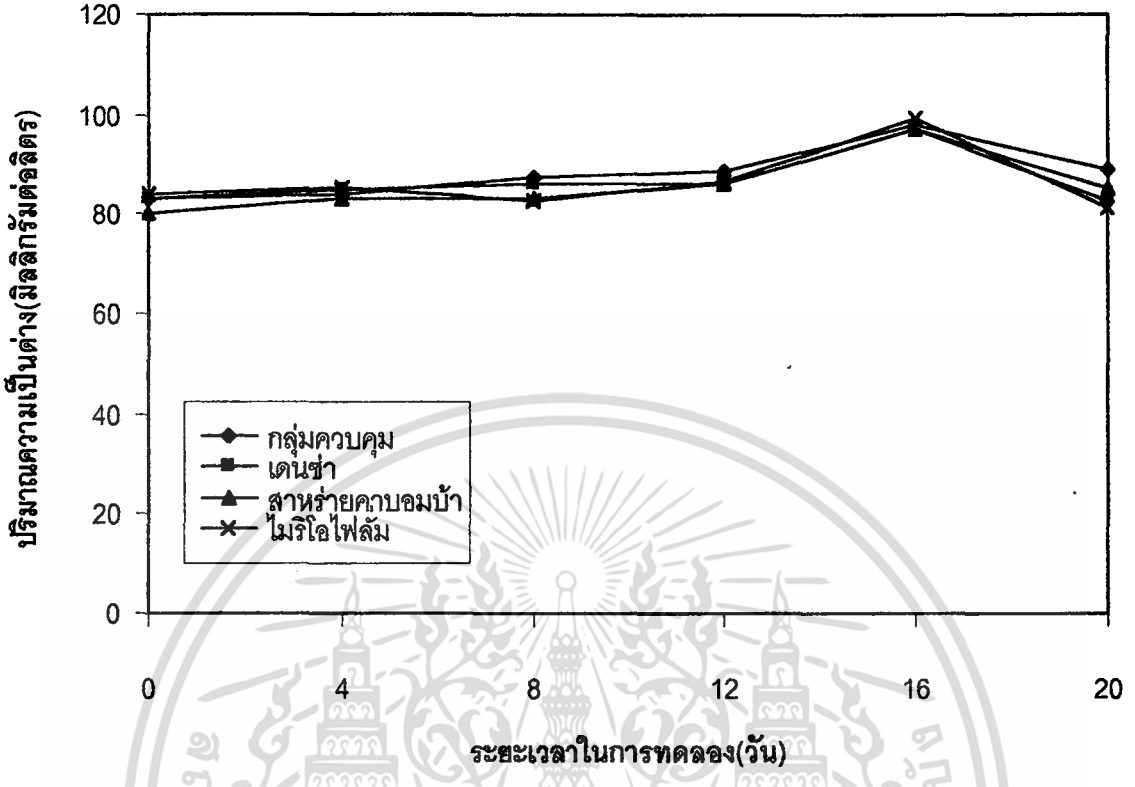
กลุ่มการทดลอง					
Parameter	ช่วงเวลา	Control	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟล่ม
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-nitrogen)	0-4 (เพิ่ม)	0.068^{a}	0.038^{a}	0.071^{a}	0.073^{a}
	4-8 (เพิ่ม)	0.217^{a}	0.049^{b}	0.086^{b}	0.124^{ab}
	8-12 (เพิ่ม)	0.008^{a}	0.072^{a}	0.065^{a}	0.089^{a}
	12-16 (ลด)	0.155^{a}	0.72^{a}	0.111^{a}	0.166^{a}
	16-20 (ลด)	0.26^{a}	0.072^{b}	0.111^{b}	0.166^{ab}
ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-nitrogen)	0-4 (คงที่)	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	4-8 (เพิ่ม)	0^{a}	0.022^{b}	0.037^{b}	0.025^{b}
	8-12 (เพิ่ม)	0.057^{a}	0.01^{b}	0.073^{a}	0.082^{a}
	12-16 (ลด)	0^{a}	0.035^{c}	0.025^{bc}	0.014^{ab}
	16-20 (ลด)	0.02^{ab}	0.035^{b}	0.057^{ac}	0.055^{ac}

17043

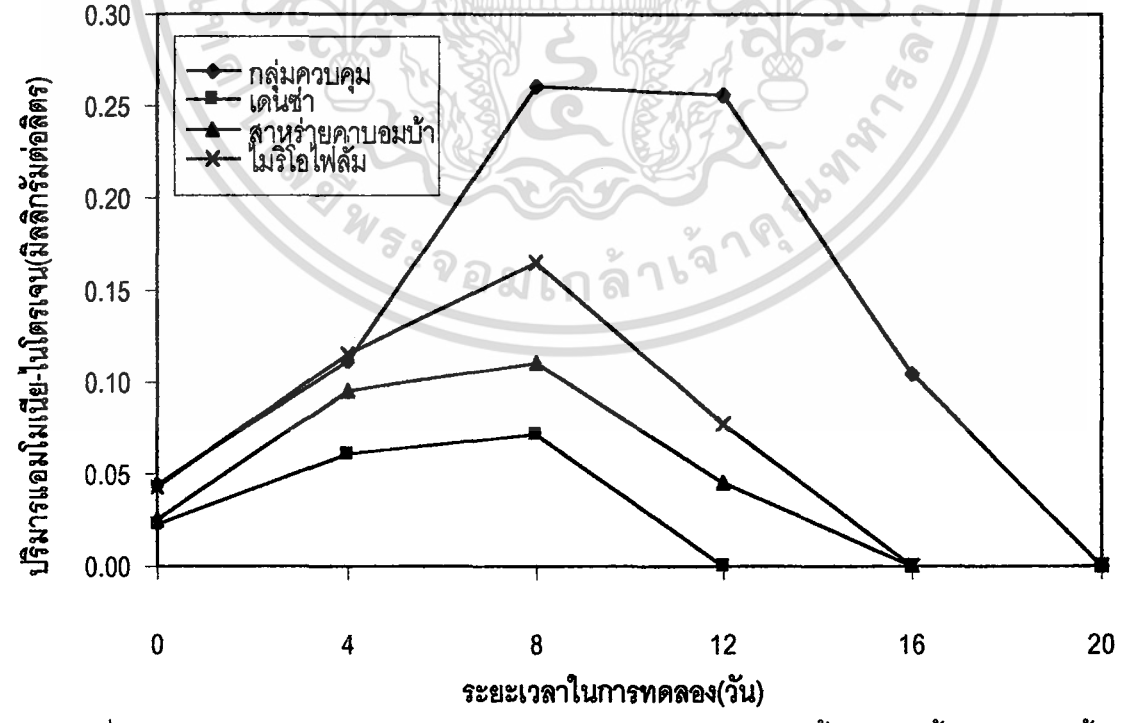
ตารางที่ 2 ต่อ

กลุ่มการทดลอง					
Parameter	ช่วงเวลา	Control	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟล่ัม
ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen)	0-4 (เพิ่ม)	1.126 ^{a}	0.267 ^{b}	0.241 ^{b}	0.349 ^{b}
	0-8 (เพิ่ม)	1.317 ^{a}	1.548 ^{a}	0.955 ^{b}	1.546 ^{a}
	0-12 (เพิ่ม)	1.595 ^{a}	1.870 ^{a}	2.623 ^{ab}	3.076 ^{b}
	12-16 (เพิ่ม)	2.166 ^{a}	0 ^{d}	2.627 ^{ac}	3.069 ^{bc}
	16-20 (ลด)	1.00 ^{a}	1.149 ^{a}	2.201 ^{ab}	2.991 ^{b}
ไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (NH_3+NO_3)	0-4 (เพิ่ม)	1.193 ^{a}	0.305 ^{b}	0.312 ^{b}	0.422 ^{b}
	4-8 (เพิ่ม)	1.534 ^{a}	1.597 ^{a}	1.042 ^{b}	1.67 ^{a}
	8-12 (เพิ่ม)	1.808 ^{a}	1.847 ^{a}	2.644 ^{ab}	3.11 ^{b}
	12-16 (เพิ่ม)	2.227 ^{ab}	0.431 ^{bc}	2.603 ^{a}	3.027 ^{a}
	16-20 (ลด)	1.105 ^{a}	1.149 ^{a}	2.201 ^{ab}	2.991 ^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้มีอักษรเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



แผนภาพที่3 แสดงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด



แผนภาพที่4 แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

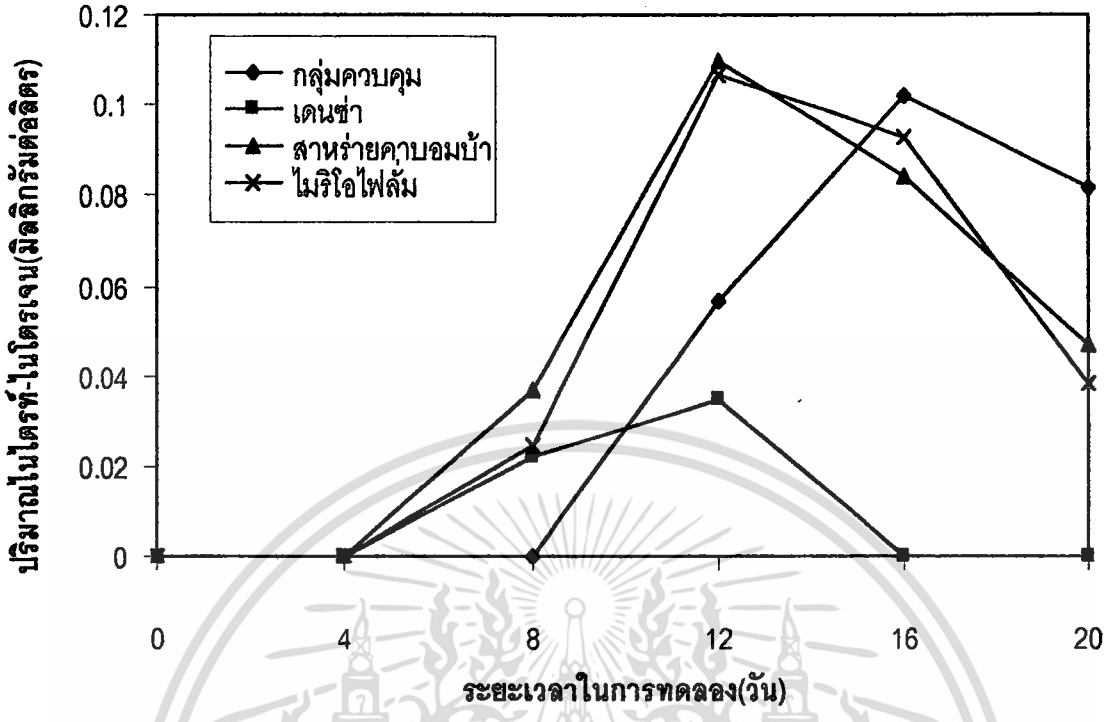
ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน ในการชุดการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 0.04±0.006, 0.009±0.003, 0.043±0.017 และ0.044±0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ในวันที่ 0และ4 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนคงที่มีค่าเป็น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 8และ12 มีปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 0.057, 0.035, 0.11 และ 0.107 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 16และ20 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนลดลง 0.02, 0.035, 0.058 และ0.055 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณที่เพิ่มขึ้น 0.057, 0.035, 0.11 และ0.107 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ดังตารางที่1, ตารางที่2 และแผนภาพที่5)

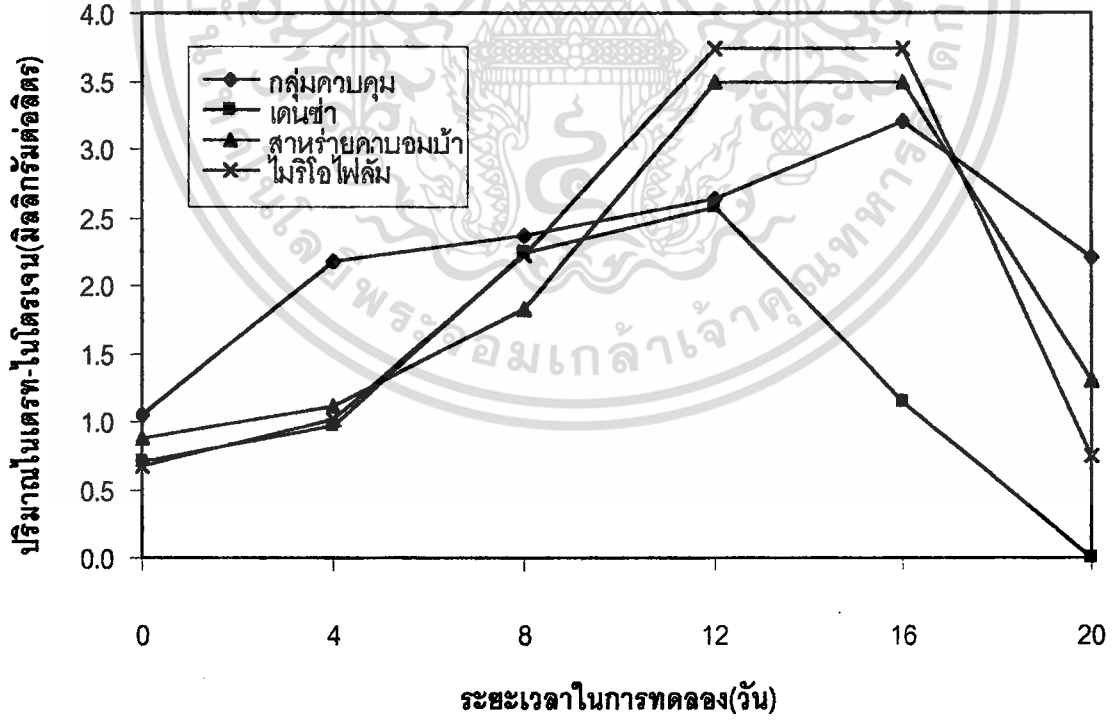
ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen)

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในการชุดการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 2.27±0.095, 1.269±0.153, 2.015±0.149 และ2.027±0.068 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ในวันที่ 0 จนถึง 16 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 2.166, 1.595, 2.751 และ3.137 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณเริ่มต้น 1.042, 0.695, 0.869 และ0.674 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 20 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนลดลง 1, 1.149, 2.201 และ 2.991 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณที่เพิ่มขึ้น 2.166, 1.595, 2.751 และ3.137 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ดังตารางที่1, ตารางที่2 และแผนภาพที่6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภาพที่5 แสดงปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด



แผนภาพที่6 แสดงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

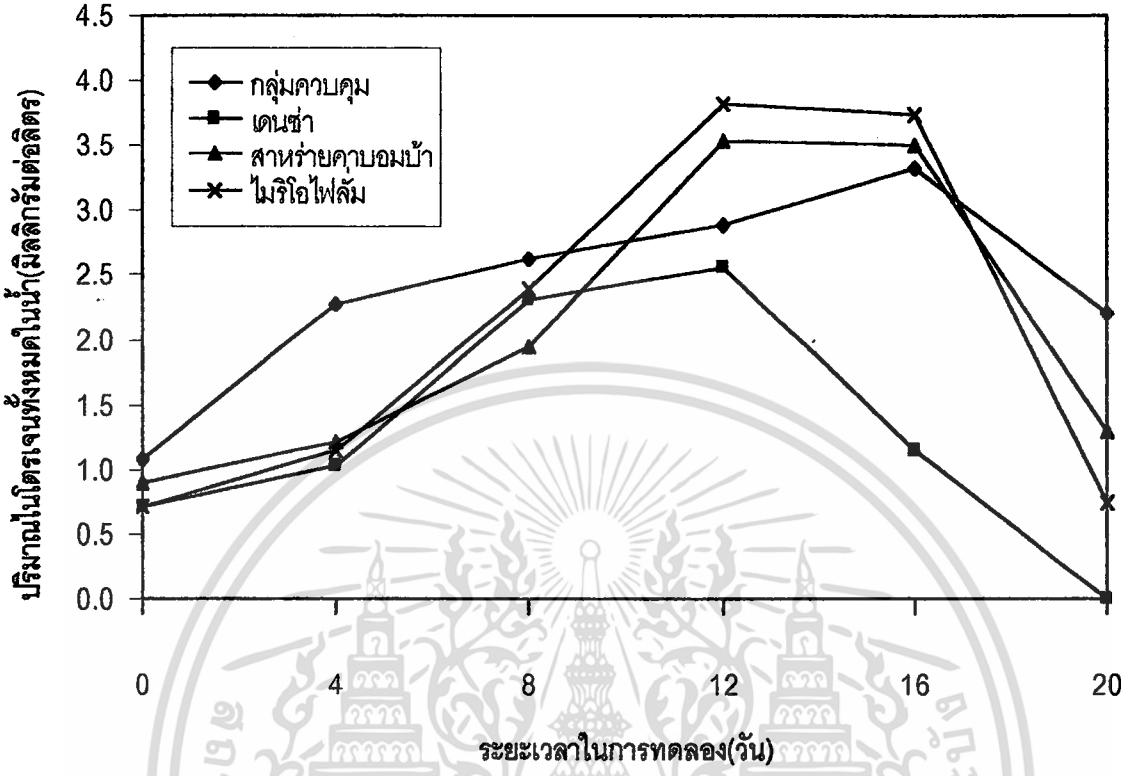
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (Total nitrogen)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำในการชุดการทดลองของกลุ่ม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 2.542±0.036, 1.239±0.02, 1.906±0.14 และ2.294±0.086 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ในวันที่ 0 จนถึง 16 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเพิ่มขึ้น 2.251, 1.847, 2.753 และ3.134 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณเริ่มต้น 1.062, 0.612, 0.821 และ0.606 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 20 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำลดลง 1.105, 1.149, 0.201 และ 2.991 มิลลิกรัมต่อลิตรจากปริมาณที่เพิ่มขึ้น 2.251, 1.847, 2.753 และ3.134 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ดังตารางที่1, ตารางที่2 และแผนภาพที่7)

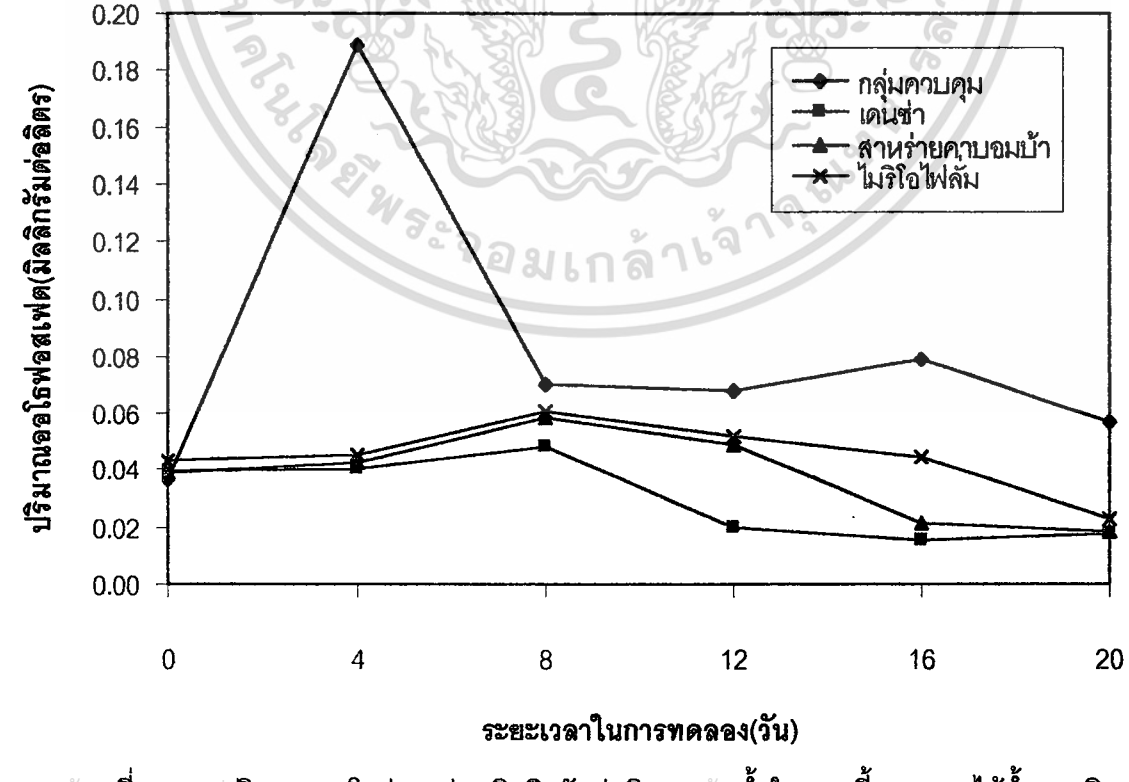
ปริมาณออโธฟอสเฟต (Orthophosphate)

ปริมาณออโธฟอสเฟต ในการชุดการทดลองของกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 0.083±0.048, 0.03±0.002, 0.038±0.005 และ0.045±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ในวันที่ 4-12 ปริมาณออโธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 0.032, 0.009, 0.017 และ0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณเริ่มต้น 0.037, 0.039, 0.039 และ0.043 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่16และ20 ปริมาณออโธฟอสเฟตลดลง 0.006, 0.022, 0.021 และ0.021 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณที่เพิ่มขึ้น 0.069, 0.048, 0.056 และ0.052 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ดังตารางที่1และแผนภาพที่8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภาพที่7 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด



แผนภาพที่8 แสดงปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเปียกของพรรณไม้น้ำ

น้ำหนักเปียกของพรรณไม้น้ำก่อนการทดลอง ในการชุดการทดลองของกลุ่ม เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 1.028±0.123, 1.148±0.045 และ1.020±0.008 กรัม ตามลำดับ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่1) และน้ำหนักเปียกของพรรณไม้น้ำสิ้นสุดการทดลอง ในการชุดการทดลองของกลุ่ม เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 1.396±0.245, 1.309±0.052 และ1.268±0.184 กรัม ตามลำดับ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่1)

น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำ

น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำก่อนการทดลอง ในการชุดการทดลองของกลุ่ม เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 0.124±0.008, 0.112±0.011 และ0.107±0.004 กรัม ตามลำดับ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่1) และน้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำสิ้นสุดการทดลอง ในการชุดการทดลองของกลุ่ม เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 0.153±0.003, 0.123±0.014 และ0.131±0.003 กรัม ตามลำดับ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่1)

น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำที่เพิ่มขึ้น ในการชุดการทดลองของกลุ่ม เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 0.029±0.013, 0.021±0.003 และ0.024±0.008 กรัม ตามลำดับ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพรรณไม้น้ำที่เพิ่มขึ้น

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพรรณไม้น้ำที่เพิ่มขึ้น ในการชุดการทดลองของกลุ่ม เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มีค่าเฉลี่ย 0.046±0.01, 0.023±0.015 และ0.027±0.012 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่1)

ปริมาณไนโตรเจนที่มีในน้ำ, ในพรรณไม้น้ำ และการสูญเสียในทางอื่นๆ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเริ่มต้น 0.801±0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไม่ใส่ปุ๋ย) ซึ่งมารวมกับน้ำปุ๋ยจะได้น้ำปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเลี้ยงเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่มที่ 1.847, 2.753 และ 3.134 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นน้ำปุ๋ยเริ่มต้นในการเลี้ยงตลอด 21 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลที่วิเคราะห์คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพรรณไม้น้ำ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ และการสูญเสียไนโตรเจนในทางอื่นๆ เช่น อยู่ในกรวด การระเหย เป็นต้น พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม มี 1.334, 0.483 และ0.648 มิลลิกรัม คิดเป็น 72.22, 17.54 และ20.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เหลืออยู่ในน้ำมี 0, 1.296 และ 0.752 มิลลิกรัม คิดเป็น 0, 47.1 และ24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการสูญเสียไนโตรเจนในทางอื่นๆ มี 0.143, 1.78 และ1.4 มิลลิกรัม คิดเป็น 27.78, 64.64 และ44.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิดด้วยปุ๋ยสูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระดับความลึก 40 เซนติเมตร จากการทดลองค่าความเป็นกรด-เป็นด่าง,ความเป็นด่างและความเข้มแสงอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ แต่อุณหภูมิของน้ำต่ำทำให้พรรณไม้น้ำต้องมีการปรับตัวในการทดลอง เนื่องจากเดนซ่ามีอุณหภูมิที่เหมาะสม 20-24 องศาเซลเซียล ส่วนสาหร่ายคาบอมบ้าและไมริโอไฟล่ัมมีอุณหภูมิที่เหมาะสม 22-28 องศาเซลเซียล (Ruediger และHans,1989)

ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในช่วงวันที่ 0-12 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรท์-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปรับตัวของพรรณไม้น้ำจะไม่ดูดซึมสารอาหาร อาจมีส่วนมาจากปริมาณอันไอออไนซ์-แอมโมเนียที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่ง Walstad (1994) ปริมาณอันไอออไนซ์-แอมโมเนียที่มีพิษต่อพรรณไม้น้ำระดับต่ำสุด 2.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และระดับสูงสุด 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับการละลายของปุ๋ย และเกิดขบวนการ Nitrification สมบูรณ์ เปลี่ยนจากแอมโมเนีย-ไนโตรเจนไปเป็นไนไตรท์-ไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน ตามลำดับ ในช่วงวันที่ 16-20 มีแนวโน้มลดลงเริ่มจาก แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรท์-ไนโตรเจน,ไนเตรท-ไนโตรเจน และไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ เนื่องจากมีการดูดซึมของพรรณไม้น้ำไปใช้ในการสร้างอาหารสะสม โดยพรรณไม้น้ำดูดซึมNH3สามารถผ่านเข้าเซลล์โดยไม่ใช้พลังงาน (passive transport) ส่วนNH_4^+สามารถดูดซึมโดยการใช้พลังงาน (active transport) จะดูดซึมได้ง่ายกว่าNO_3^-ซึ่งเป็นประจุลบ (Walstad, 1994) พรรณไม้น้ำจะดูดซึมแอมโมเนีย-ไนโตรเจนได้ทั้งกลางวันและกลางคืน แต่ไนเตรท-ไนโตรเจนดูดซึมโดยอาศัยแสง ดังนั้นจึงดูดซึมได้เฉพาะกลางวันเท่านั้น (Dale,1971)

ปริมาณออโธฟอสเฟตจะเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 0-12 เนื่องจากปรับตัวของพรรณไม้น้ำและการละลายของปุ๋ย และจะลดลงในวันที่ 16-20 เนื่องจากการดูดซึมของพรรณไม้น้ำ Gerloffและ Krombholz (1966) ได้กล่าวว่าพรรณไม้น้ำสามารถดูดซึมฟอสฟอรัสได้มากกว่าระดับเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช

น้ำหนักเปียกก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง, น้ำหนักแห้งก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของพรรณไม้น้ำทั้ง 3 ชนิดเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มปริมาณน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของเดนซ่ามีปริมาณมากที่สุด รองมาเป็น ไมริโอไฟลั่มและสาหร่ายคาบอมบ้า ตามลำดับ เนื่องจากสาหร่ายคาบอมบ้าควรจะเลี้ยงในระดับความลึกที่ 45-50 เซนติเมตรจึงจะได้ผลผลิตดี (RuedigerและHans,1989)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งแนวโน้มปริมาณไนโตรเจนสะสมในเดนซ่าที่เพิ่มขึ้นมีปริมาณมากที่สุด รองมาเป็น ไมริโอไฟลั่มและสาหร่ายคาบอมบ้า ตามลำดับ เนื่องจากเดนซ่าสามารถปรับตัวในสภาพแวดล้อมได้ดี (RuedigerและHans,1989)

ปริมาณไนโตรเจนที่มีในน้ำ, ในพรรณไม้น้ำ และการสูญเสียในทางอื่นๆเช่น อยู่ในกรวด การระเหย เป็นต้น พบว่าเดนซ่ามีปริมาณไนโตรเจนพรรณไม้น้ำมากที่สุดและมีปริมาณไนโตรเจนในน้ำและการสูญเสียไนโตรเจนในทางอื่นๆ ได้แก่ อยู่ในกรวด การระเหย เป็นต้น มีปริมาณน้อยที่สุด เนื่องจากเดนซ่าสามารถดูดซึมไนโตรเจนได้เร็ว รองลงมาเป็นไมริโอไฟลั่มและสาหร่ายคาบอมบ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การเลี้ยงพรรณไม้น้ำทั้ง 3 ชนิดคือ เดนซ่า (*Elodea densa*), สาหร่ายคาบอมบ้า (*Cabomba caroliniana*) และ ไมริโอไฟลั่ม (*Myriophyllum mattogrossense*) ด้วยปุ๋ยสูตร 25-5-5 ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระดับความลึก 40 เซนติเมตร พบว่าคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของการเลี้ยงพรรณไม้น้ำที่นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิตินั้น ที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH), อุณหภูมิ (Temperature), ความเข้มแสง (Light intensity), ความเป็นด่าง (Alkalinity), ปริมาณออโธฟอสเฟต (Orthophosphate), น้ำหนักเปียกก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง, น้ำหนักแห้งก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง, น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของพรรณไม้น้ำและปริมาณไนโตรเจนในพรรณไม้น้ำ แต่ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen), ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen), ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (Total nitrogen) ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณสมดุลย์ของไนโตรเจน (Mass balance) ของเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนในพรรณไม้น้ำ 72.22, 17.54 และ20.68 เปอร์เซ็นต์ ,ปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในน้ำ 0, 47.1 และ24 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนที่สูญหายในทางอื่นๆ ได้แก่ อยู่ในกรวด การระเหย เป็นต้น 27.78, 35.33 และ55.32 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น เดนซ่ามีแนวโน้มสามารถลดปริมาณไนโตรเจนในน้ำรองมาเป็นไมริโอไฟลั่ม และสาหร่ายคาบอมบ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กำธร โพธิ์ทองคำ . 2521. พันธุ์ไม้น้ำบางชนิดสำหรบตู้ปลา. สถาบันประมงน้ำจืด บางเขน. 28น.

ธรรมเรศ เชื้อสาวถี และกรรณิการ์ ว่องวุฒิญาณ. 2538. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรด้วยผักตบชวา พุทธรักษา และกกกลม. แก่นเกษตร. 23(3)121-129น.

บุญส่ง ไข่เกษ. 2526. ประโยชน์ของพืชน้ำบางชนิดในการบำบัดน้ำโสโครก. การอนามัยและสิ่งแวดล้อม. 6(2)26-32น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2521. คุณสมบัติของน้ำและวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 114น.

วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์ .2532. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของพืชน้ำกับสารอาหารในบึงมักกะสัน . กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.71น.

วันเพ็ญ มีนกาญจน์, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ สุภาพ พรหมยศ. 2530. พรรณไม้น้ำประดับตู้ปลา. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 233น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ.2530. พรรณไม้น้ำ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพมหานคร. 233น.

อังษณา ตั้งใจครองบุญ. 2540. การศึกษาคุณสมบัติบางประการของน้ำเสียชุมชนภายหลังการบำบัดโดยใช้ดินนาในสภาพน้ำขังสลับแห้ง. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 226น.

Blackburn, R.D., J.M. Lawrence., and D.E. Davis.1994. Effect of light intensity and quality on the growth of Elodea densa and Heteranthera dubia. Weeds. 9:251-257.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carignan, R. 1982. An empirical model to estimate the relative importance of roots in phosphorus uptake by aquatic macphytes. Can. J. Fish Aquat. Sci. 39: 243-247.

Gerloff, G. C., and P. H. Krombholz. 1966 Tissue analysis as a measure of nutrient Availability for the growth of angiosperm aquatic plants. Limnol. Oceanogr. 11:529 537.

Imaoka, T. and S.Teranishi. 1988. Rate of nutrient uptake and growth of the hyacinth [Eichhornia crassipes (MART.) solms]. Wat. Res. 22(8):943-951.

Ng, W.J., T.S. Sim., S.L. Ong., K. Kho., L.M. Ho., S.H. Tay., and C.C. Goh, 1990. The effect of Elodea densa on aquaculture water quality. Aquaculture, 84:627-276.

Raveh, A. and Yoram A., 1979. Total nitrogen analysis in water,soild and plant material with persulphate oxidation. Water research, 13:911-912.

Richl, R. and H. A. Baensh. 1989. Aguarium ATLAS. Melle , West-Germany. 991p.

Toetz, D. W., 1971. Diurnal uptake of NO3 and NH4 by a Ceratophyllum periphyton community. Limnology and oceanography, 16(5):819-822.

Walstad, D.E.1994. Aquatic plants prefer ammonium over nitrates. Freshwater and Marine Aquarium. 17(4)176-235.

Wathugala, G.A., S. Takao., and Y. Kuriharat.1987. Removal of nitrogen, phosphorus and COD from waste water using sand filtration system with Phragmites australis. Wat. Res. 21(10):1217-1224.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่1 แสดงปริมาณความเป็นกรด-เป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟล่ัม
0	7.8±0.04	7.82±0.06	7.82±0.05	7.85±0.04
4	7.91±0.03	7.82±0.06	7.82±0.05	7.85±0.04
8	8.02±0.02	8.15±0.04	8.1±0.02	8.06±0.02
12	7.5±0.05	7.59±0.01	7.53±0.13	7.5±0.01
16	7.76±0.21	7.92±0.02	7.84±0.1	7.69±0.05
20	8.05±0.25	8.24±0.02	8.26±0.05	8.15±0.06

ตารางผนวกที่2 แสดงค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟล่ัม
0	22.67±0.21	22.67±0.21	22.67±0.12	22.57±0.06
4	22.5±0.00	22.5±0.00	22.5±0.00	22.5±0.00
8	22.93±0.06	22.97±0.06	22.97±0.06	22.9±0.00
12	19.5±0.00	19.5±0.00	19.5±0.00	19.5±0.00
16	17.73±0.15	17.67±0.00	17.67±0.00	17.6±0.1
20	23.13±0.23	23.17±0.15	23.17±0.15	23.07±0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่3 แสดงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟล่ัม
0	83.33±6.11	83.33±3.06	80±2.00	84±6.00
4	84±5.29	84.67±5.03	83.33±7.02	85.33±4.8
8	92.67±4.62	86±2.00	83.33±2.31	82.67±3.06
12	88.67±3.06	86±2.00	86±3.46	86.67±1.15
16	98±3.46	97.33±7.57	97.33±7.57	99.33±13.32
20	89.33±7.02	72.67±3.06	85.33±1.15	81.33±1.15

ตารางผนวกที่4 แสดงค่าความเข้มแสง(ลักซ์)ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	0	4	8	12	16	20
ความเข้มของแสง	6030	1778	2000	1981	1930	4840

ตารางผนวกที่5 แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอนบ้า	ไมริโอไฟล่ัม
0	0.044±0.02	0.023±0.014	0.025±0.026	0.042±0.02
4	0.11±0.017	0.061±0.037	0.095±0.0414	0.115±0.019
8	0.26±0.039	0.072±0.06	0.11±0.047	0.166±0.0457
12	0.26±0.05	0.00±0.00	0.046±0.013	0.077±0.018
16	0.105±0.083	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่6 แสดงปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟล่ัม
0	2.184±0.091	2.271±0.016	1.861±0.175	2.245±0.015
4	2.020±0.24	0.635±0.239	1.017±0.018	0.984±0.125
8	2.218±0.318	0.66±0.311	0.996±0.2	0.688±0.244
12	2.637±0.22	2.565±0.167	3.492±0.301	3.75±0.179
16	3.208±0.376	1.149±0.502	3.497±0.592	3.743±0.036
20	2.208±0.491	0.00±0.00	0.296±0.109	1.952±0.123

ตารางผนวกที่7 แสดงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟล่ัม
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
4	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
8	0.00±0.00	0.022±0.012	0.037±0.021	0.025±0.007
12	0.057±0.021	0.035±0.005	0.11±0.044	0.107±0.029
16	0.102±0.01	0.00±0.00	0.084±0.04	0.093±0.023
20	0.082±0.013	0.00±0.00	0.027±0.006	0.038±0.023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่8 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
0	2.227±0.081	2.294±0.021	1.886±0.152	2.287±0.03
4	2.132±0.246	0.696±0.276	1.112±0.028	1.099±0.144
8	2.479±0.28	0.732±0.364	1.107±0.154	0.854±0.286
12	2.894±0.179	2.565±0.167	3.538±0.308	3.827±0.183
16	3.313±0.457	1.149±0.502	3.497±0.592	3.743±0.036
20	2.208±0.491	0.00±0.00	0.296±0.109	1.952±0.123

ตารางผนวกที่9 แสดงปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

เวลา	กลุ่มควบคุม	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
0	0.036±.0.003	0.039±0.003	0.039±0.003	0.043±0.003
4	0.189±0.24	0.04±0.002	0.042±0.008	0.045±0.003
8	0.071±0.021	0.048±0.006	0.059±0.007	0.061±0.003
12	0.068±0.021	0.019±0.01	0.049±0.016	0.052±0.003
16	0.079±0.019	0.016±0.004	0.021±0.008	0.045±0.002
20	0.057±0.037	0.017±0.001	0.018±0.004	0.022±0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่10 แสดงค่าน้ำหนักเปียกก่อนการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

Rep	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
1	1.023±0.167	1.1±0.046	1.037±0.112
2	0.907±0.115	1.19±0.053	0.983±0.137
3	1.153±0.031	1.53±0.126	1.04±0.06

ตารางผนวกที่11 แสดงค่าน้ำหนักเปียกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

Rep	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
1	1.103±0.178	1.337±0.592	1.31±0.826
2	1.52±1.055	1.24±0.386	1.41±0.851
3	1.533±0.94	1.32±0.299	1.053±0.395

ตารางผนวกที่12 แสดงค่าน้ำหนักแห้งก่อนการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

Rep	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
1	0.025±0.015	0.018±0.016	0.029±0.026
2	0.043±0.038	0.021±0.036	0.015±0.007
3	0.019±0.017	0.024±0.009	0.029±0.01

ตารางผนวกที่13 แสดงค่าน้ำหนักแห้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

Rep	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
1	0.025±0.015	0.018±0.016	0.029±0.026
2	0.043±0.038	0.021±0.036	0.015±0.007
3	0.019±0.017	0.024±0.009	0.029±0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่14 แสดงค่าน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

Rep	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
1	0.025±0.015	0.018±0.016	0.029±0.026
2	0.043±0.038	0.021±0.036	0.015±0.007
3	0.019±0.017	0.024±0.009	0.029±0.01

ตารางผนวกที่15 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในพรรณไม้น้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด

Rep	เดนซ่า	สาหร่ายคาบอมบ้า	ไมริโอไฟลั่ม
1	0.045±0.01	0.006±0.015	0.031±0.012
2	0.048±0.01	0.034±0.015	0.014±0.012
3	0.046±0.01	0.029±0.015	0.037±0.012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่16 แสดงผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เป็นด่างระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	0.014136	0.004712	3.3256^{ns}	0.07733
Error	8	0.011335	0.001416		
Total	11	0.025471			

C.V.=0.48%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวกที่17 แสดงผลการวิเคราะห์อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	0.006366	0.0021219	0.3512^{ns}	0.78963
Error	8	0.048333	0.0060417		
Total	11	0.054669			

C.V.=0.36%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่18 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	10.74074	3.580246	0.9013^{ns}	0.4817
Error	8	31.77778	3.972222		
Total	11	42.51852			

C.V.=2.29%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวกที่19 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	3	0.018116	0.006039	14.34972**	0.00138
Error	8	0.003367	0.000421		
Total	11	0.021482			

C.V.=30.59%

** หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม โดยใช้ Duncan 's New Multiple Range Test

T1 T4 T2 T3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่20 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	3	0.002446	0.000815	6.303237*	0.016774
Error	8	0.001035	0.000129		
Total	11	0.00348			

C.V.=33.38%

* หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม โดยใช้ Duncan 's New Multiple Range Test

T1 T3 T4 T2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่21 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล่ัม

Source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	3	1.518708	0.506236	18.87156**	0.000549
Error	8	0.214603	0.026825		
Total	11	1.733311			

C.V.=3.87%

** หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล่ัม โดยใช้ Duncan 's New Multiple Range Test

T1 T4 T3 T2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่22 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	3	1.990512	0.663504	39.17299**	3.96×10^{-5}
Error	8	0.135502	0.016938		
Total	11	2.126014			

C.V.=4.25%

** หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม โดยใช้ Duncan 's New Multiple Range Test

T1 T4 T3 T2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต

ตารางผนวกที่23 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างกลุ่มควบคุม, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	0.005053	0.001684	2.830613^{ns}	0.10638
Error	8	0.00476	0.0000595		
Total	11	0.009813			

C.V.=83.67%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่24 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักเปียกก่อนการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่ม เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	2	0.030788	0.015394	2.525623^{ns}	0.160037
Error	6	0.03657	0.006095		
Total	8	0.067358			

C.V.=7.33%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวกที่25 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักเปียกสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่มเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	2	0.025528	0.012764	0.397639^{ns}	0.688386
Error	6	0.1926	0.0321		
Total	8	0.218128			

C.V.=13.63%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่26 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งก่อนการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่มเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	2	0.000443	0.000222	3.28804^{ns}	0.108597
Error	6	0.000404	6.74×10^{-5}		
Total	8	0.000848			

C.V.=7.2%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวกที่27 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ระหว่างกลุ่มเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	2	0.000608	0.000304	4.156224^{ns}	0.073674
Error	6	0.000439	7.31×10^{-5}		
Total	8	0.001046			

C.V.=7.0%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่28 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ระหว่างกลุ่มเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล่ัม

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	2	0.000120	5.11×10^{-5}	0.638823^{ns}	0.560378
Error	6	0.00048	7.99×10^{-5}		
Total	8	0.000582			

C.V.=36.27%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวกที่29 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพรรณไม้น้ำที่เพิ่มขึ้น (%) ระหว่างกลุ่มเดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟล่ัม

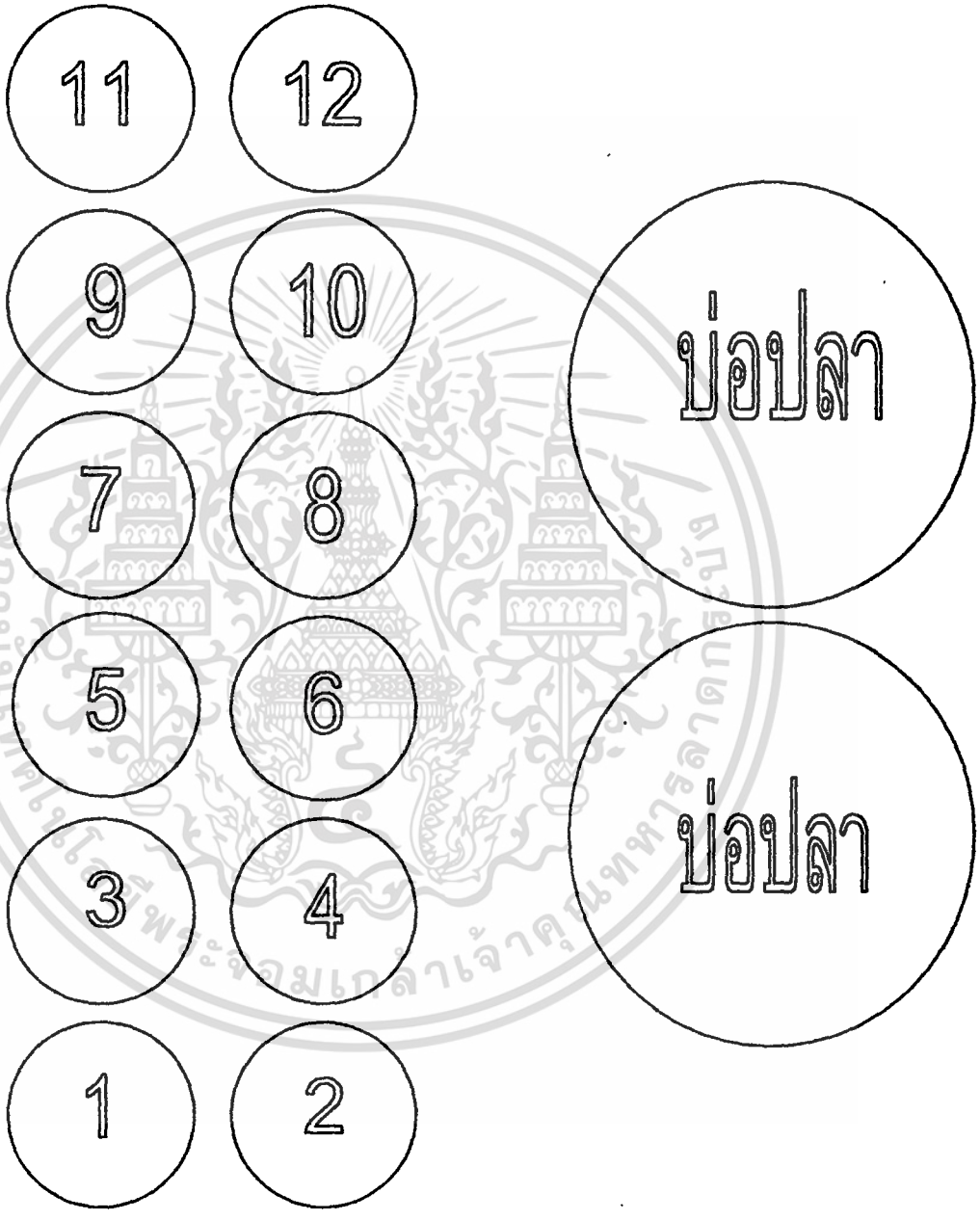
Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	2	0.000945	0.000473	3.780817^{ns}	0.0866
Error	6	0.00075	0.000125		
Total	8	0.0001695			

C.V.=34.83%

NS หมายถึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเดินภายในฟาร์ม



ภาพผนวกที่1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโหลแก้วของกลุ่มทดลอง (Control, เดนซ่า, สาหร่ายคาบอมบ้า และไมริโอไฟลั่ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้