บทความวิจัย (Research Article)
วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร ปีที่ 4● ฉบับที่ 1 • มกราคม - มิถุนายน 2563

ประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนาง *Gracilaria fisheri* ในการลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟตในการบำบัดน้ำเสีย

Efficiency of *Gracilaria fisheri* in Reducing Nitrogen Compounds and Orthophosphates in Water Treatment

กมลวรรณ ศุภวิญญู[1*] ยุทธนา สว่างอารมย์[1] กัญญาณัฐ ศรีสุขภู่[1]
ณัฐธิดา บุตรวัน[1] สุธาสินี รุ่งแสง[1]
นพดล กรรณิกา[1] จรัส สมจิตร[2] และ ธิติพัฒน์ วีเปลี่ยน[3]
Kamonwan Suphawinyoo[1*], Yuttana Savangarrom[1],
Kanyanat Srisukphu[1], Nathida Butwan[1], Suthasinee Rungsang[1],
Noppadol Kannika[1], Charus Somchit[2] and Thitipat Weeplian[3]

ได้รับบทความ: 13 เม.ย. 2563
ได้รับบความแก้ไข: 8 พ.ค. 2563
ยอมรับตีพิมพ์: 29 พ.ค. 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรทและออร์โธฟอสเฟตในน้ำสังเคราะห์การทดลองนี้ แบ่งเป็น 4 การทดลอง ได้แก่ 1) การศึกษาสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำ 2) การศึกษาสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณไนไตรท์ในน้ำ 3) การศึกษาสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณไนเตรทในน้ำ และ 4) การศึกษาสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำโดยแต่ละการทดลอง มี 4 ปัจจัยการทดลอง ที่มีความแตกต่างของ

[1]สาขาวิชา การประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ชุมพร 86170
[1]Department of Fisheries Faculty of Maejo University at Chumphon, Maejo University, Chumphon 86170.
[2]ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเลี้ยงกุ้งละแม บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)ชุมพร86170
[2]Lamae Research Farm, Charoen Pokphand Foods PCL.,Chumphon86170.
[3]สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ 10330
[3]School of Agricultural Resources, Chulalongkorn University, Bangkok 10330.
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: kamonwans@mju.ac.th

ปริมาณสาหร่ายผมนาง ปัจจัยการทดลองละ 3 ซ้ำ 0 กรัมต่อลิตร (T1 หรือ ชุดควบคุม) 1 กรัมต่อลิตร (T2) 5 กรัมต่อลิตร (T3) 10 กรัมต่อลิตร (T4) ปริมาตรน้ำในการทดลอง5 ลิตรต่อถังทดลองเป็นระยะเวลา 28 วัน หรือจนกว่ามีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟตลดลงเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการหาเปอร์เซ็นต์ของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้นผลการทดลองที่ 1พบว่า ปัจจัยการทดลอง T4 (10 กรัมต่อลิตร)สามารถลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำ ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา4 วัน การทดลองที่ 2 พบว่าปัจจัยการทดลองT4 สามารถลดปริมาณไนไตรท์ในน้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 7 วันแต่ทั้งสองการทดลอง พบว่า ปัจจัยการทดลอง T4 ไม่แตกต่างจากปัจจัยการทดลอง T3อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) การทดลองที่ 3 พบว่าปัจจัยการทดลอง T4 สามารถลดปริมาณของไนเตรทในน้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 13 วันมีประสิทธิภาพสูงกว่าทุกปัจจัยการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) การทดลองที่ 4 พบว่าทุกปัจจัยการทดลอง มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้น ในปัจจัยการทดลอง T4 เท่ากับ 12.7±1.2, 11.3±1.2, 21.3±4.2, และ 31.3±7.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

คำสำคัญ: สาหร่ายผมนาง แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate theefficiency of *Gracilariafisheri* in reducing ammonia, nitrite, nitrate and orthophosphates contents in synthetic water. This research included 4 experiments; 1) study on the effeiciency of *Gracilariafisheri* in reducing ammonia content in water, 2) study on effeiciency of *Gracilariafisheri* in reducing nitrite content in water, 3) study on effeiciency of *Gracilariafisheri* inreducing nitrate content in water and 4) study on effeiciency of *Gracilariafisheri* in reducingthe orthophosphate content in water. In each experiment, there were 4 different amounts of *Gracilariafisheri* with triplicate; 0 g/L (T1 or control group), 1 g/L (T2), 5 g/L (T3), and 10 g/L (T4). The total volume of water for each treatment was 5 L. The experimental period was 28 days, or until the content of nitrogen compounds and orthophosphate decreased to 0 mg/L. At the end of the experiment, changes in the fresh weights of *Gracilariafisheri* were determined. The result of experiment 1 showed that the *Gracilariafisheri*in T4 (concentration 10 g/L) could reduce 100% of ammonia content at 4 days after treatment (DAT). In experiment 2, T4 could reduce 100% of nitrite at 7 DAT. Both experiments showed that there was no significant effectiveness betweenT3 and T4 (P>0.05). In experiment 3,it was found that T4 could reduce 100% of nitrate at 13 DAT and T4 was more significantly effective than other treatments (P<0.05). The result of experiment 4 showed that the contents of orthophosphate in all treatments were not significantlydifferent (P>0.05). The fresh weights of *Gracilariafisheri* in T4in experiment 1 2 3 and 4 were increased by12.7±1.2%, 11.3±1.2%, 21.3±4.2%, and 31.3±7.6%, respectively.

Keywords: *Gracilaria fisheri*; ammonia; nitrite; nitrate; orthophosphates

บทนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยมีการขยายตัวแล้วพัฒนาเป็นแบบธุรกิจอย่างรวดเร็ว เพื่อรองรับและสร้างเสถียรภาพความมั่งคงด้านอาหารให้กับประเทศไทยและของโลกที่เน้นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ระดับความหนาแน่นสูง เน้นการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่นควบคู่กับการใช้อาหารสำเร็จรูปคุณภาพสูงที่มีโปรตีนสูงถึง 28-40 เปอร์เซ็นต์เป็นหลักประกอบกับให้อย่างเต็มที่ถึงวันละ 4-5 ครั้ง เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและยกระดับผลผลิตให้สูงสุดภายในระยะเวลาอันสั้น จึงส่งผลให้มวลน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแอมโมเนียประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ยูเรีย ยูริค ไนไตรท์และไนเตรท โดยแอมโมเนียและไนไตรท์มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำมากกว่าไนเตรท ส่งผลให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตหยุดชะงัก แล้วอาจรุนแรงจนทำให้ปลาตายได้ [1] การใช้กระบวนการทางเคมีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีค่าใช้จ่ายสูงและอาจมีสารตกค่งที่เป็นอันตรายต่อสัตวืน้ำดังนั้นการใช้กระบวนการชีวภาพที่ใช้สิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น สาหร่าย พืชน้ำและจุลินทรีย์ มาใช้บำบัดน้ำจึงได้รับความสนใจมากขึ้น อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายน้อยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากแนวความคิดที่ว่าพืชน้ำสามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆ เช่น แอมโมเนีย และไนเตรท รวมถึงฟอสเฟตเข้าสู่เซลล์ ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นจนอยู่ระดับไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ซึ่ง ศิราภรณ์[2]รายงานว่าสาหร่ายน้ำจืดมากกว่า 60 สกุล 80 ชนิด และสาหร่ายทะเลทะเลอย่างน้อย 15 ชนิด เช่น สาหร่ายเขากวาง *Gracilariaedulis* (Gmelin) Silva และ สาหร่ายมงกุฎหนาม *Acanthophoraspicifera* (Vahl) Borgesen [3] และ *Oscillatoriasp*และ *Microcystissp.* [4] และ *Oscillatoria* sp. [5] โดยเฉพาะสาหร่ายผมนาง [6] ที่มีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่โดดเด่นอีกชนิดหนึ่ง ประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำนอกจากขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านชนิด และปริมาณของสาหร่ายแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ อีกด้วย เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณธาตุอาหารในน้ำและดินอีกด้วย

ดังนั้น งานวิจัยเรื่องนี้จึงได้พัฒนาขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณสาหร่ายผมนางที่สามารถลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่ระยะเวลาต่างกันในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอธิบายการใช้นางสาหร่ายผมนางในการบำบัดน้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomize Design : CRD ประกอบด้วย 4 ปัจจัยการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ โดยแบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำ โดยกำหนดให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในน้ำ เท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแบ่งปัจจัยการทดลองดังนี้

ปัจจัยการทดลองที่ 1 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 0 กรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม) : T1

ปัจจัยการทดลองที่ 2 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 1 กรัมต่อลิตร: T2

ปัจจัยการทดลองที่ 3 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 5 กรัมต่อลิตร: T3

ปัจจัยการทดลองที่ 4เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตร: T4

การทดลองที่ 2 ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณไนไตรท์ในน้ำโดยกำหนดให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของไนไตรท์ในน้ำเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแบ่งปัจจัยการทดลองดังนี้

ปัจจัยการทดลองที่ 1 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 0 กรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม) : T1
ปัจจัยการทดลองที่ 2 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 1 กรัมต่อลิตร: T2
ปัจจัยการทดลองที่ 3 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 5 กรัมต่อลิตร: T3
ปัจจัยการทดลองที่ 4เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตร: T4

การทดลองที่ 3ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณไนเตรทในน้ำโดยกำหนดให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของไนเตรทในน้ำ เท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแบ่งปัจจัยการทดลองดังนี้

ปัจจัยการทดลองที่ 1 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 0 กรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม) : T1
ปัจจัยการทดลองที่ 2 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 1 กรัมต่อลิตร: T2
ปัจจัยการทดลองที่ 3 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 5 กรัมต่อลิตร: T3
ปัจจัยการทดลองที่ 4เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตร: T4

การทดลองที่ 4 ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณฟอสฟอรัสละลายในน้ำโดยกำหนดให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของฟอสฟอรัสในน้ำ เท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแบ่งปัจจัยการทดลองดังนี้

ปัจจัยการทดลองที่ 1 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 0 กรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม) : T1
ปัจจัยการทดลองที่ 2 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 1 กรัมต่อลิตร: T2
ปัจจัยการทดลองที่ 3 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 5 กรัมต่อลิตร: T3
ปัจจัยการทดลองที่ 4เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตร: T4

2. การเตรียมน้ำและสาหร่ายผมนาง

เตรียมถังขนาด 500 ลิตร สูบน้ำทะเลใส่ลงในถังและปรับความเค็มของน้ำให้เท่ากับ 28 ส่วนในพันส่วนเป็นความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสาหร่ายผมนาง

นำสาหร่ายผมนางมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำทะเลประมาณ 2-3 ครั้ง ก่อนใส่พักลงในถังขนาด 500 ลิตร พักไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ปริมาตรน้ำในการเลี้ยงสาหร่ายผมนาง 5 ลิตรต่อถังทดลอง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4มีการตรวจวัดปริมาณ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสฟอรัสละลายในน้ำตามลำดับ เป็นระยะเวลา 28 วันหรือจนกว่าพบว่ามีปริมาณค่าต่างๆ ลดลงเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 วัดการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดยการนำมาชั่งน้ำหนักสาหร่ายสุดท้ายและหาเปอร์เซนต์น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

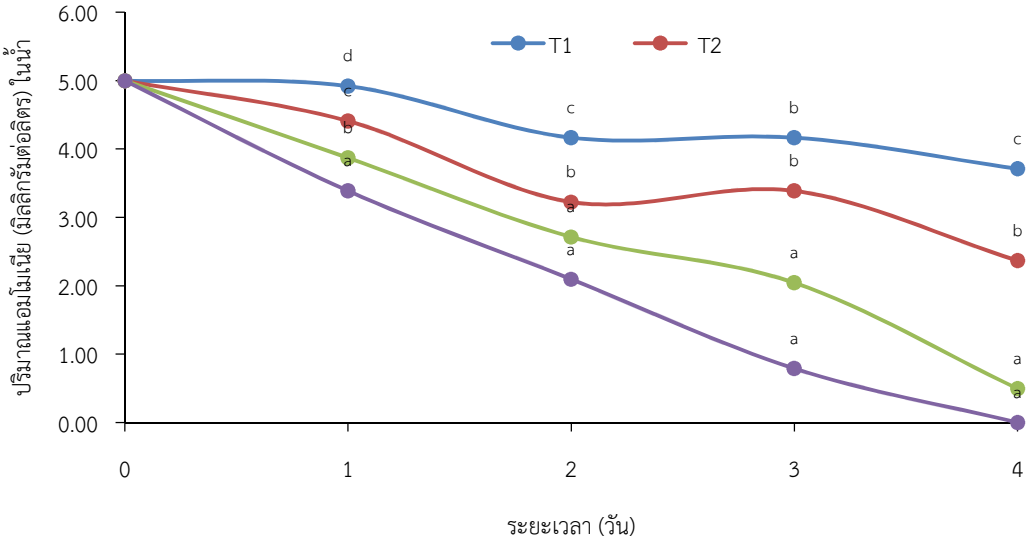
วิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of Variance)ของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยการทดลองโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำ

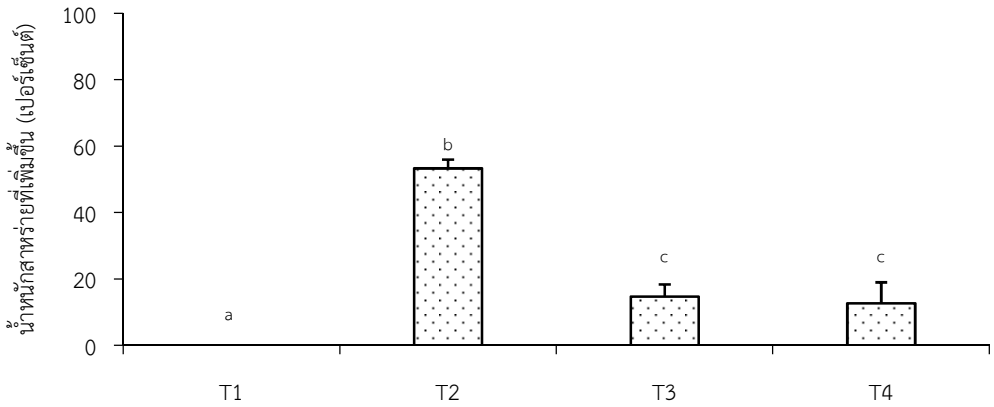
พบว่า ปัจจัยการทดลองที่ 4 ใส่สาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำมากที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างจากปัจจัยการทดลองที่ 3($P>0.05$) และสามารถลดปริมาณ

แอมโมเนียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา4 วัน และมีปริมาณแอมโมเนียในน้ำ ในปัจจัยการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ดังนี้ 3.71±0.17,2.37±0.41, 0.50±0.45 และ 0.00±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในน้ำที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายผมนางหมายเหตุ อักษร a b c d ที่เหมือนกันในระยะเวลาเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

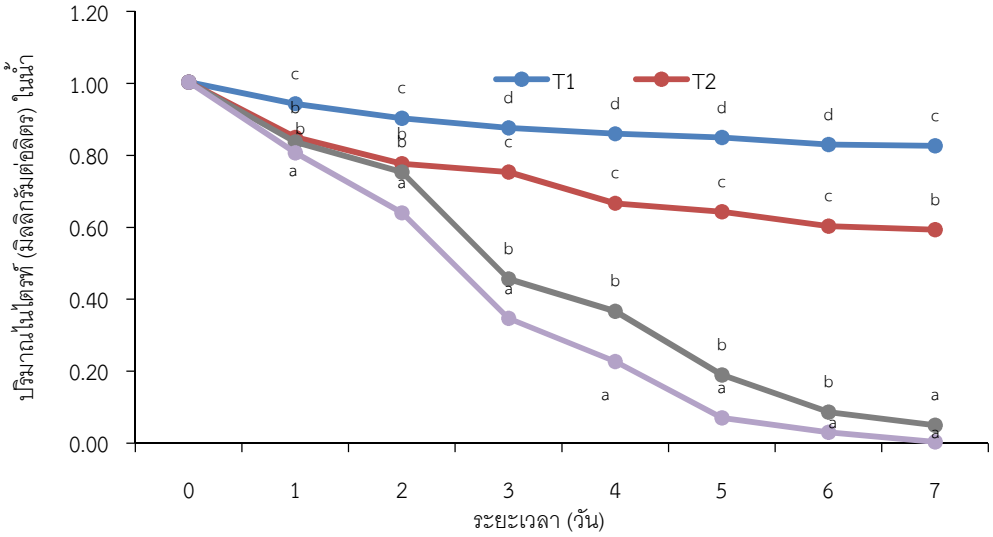
เปอร์เซนต์น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้นพบว่าปัจจัยการทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายผมนาง 1 กรัมต่อลิตรมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าปัจจัยการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05) ปัจจัยการทดลองที่ 1, 2,3 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.0±0.0, 53.3±11.5, 14.7±2.3 และ 12.7±1.2 เปอร์เซนต์ตามลำดับ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)เมื่อเลี้ยงในน้ำที่มีแอมโมเนีย หมายเหตุ อักษร a b c ที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

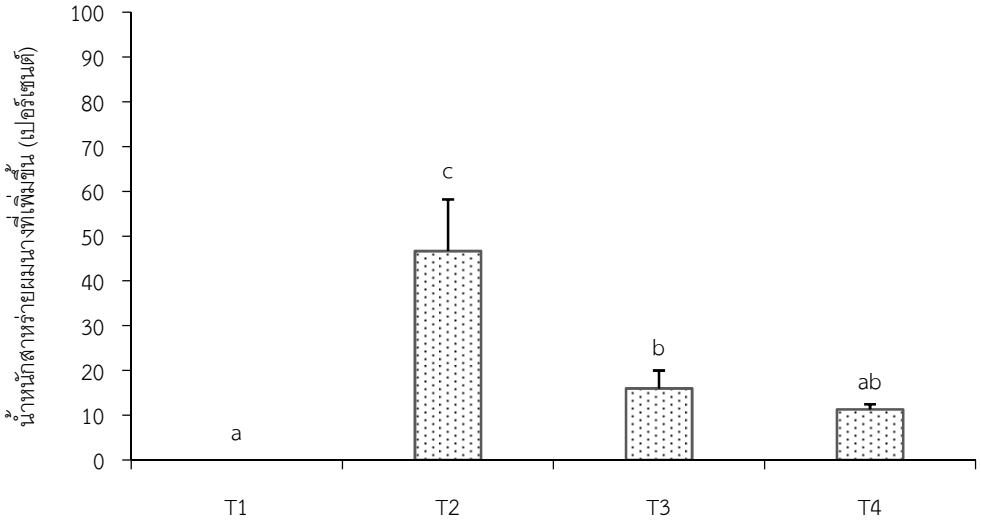
การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณไนไตรท์ในน้ำ

พบว่าปัจจัยการทดลองที่ 4 ใส่สาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไนไตรท์ในน้ำมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างจากปัจจัยการทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ปัจจัยการทดลองที่ 4 สามารถลดปริมาณไนไตรท์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา7 วัน และพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณไนไตรท์ในน้ำ ในปัจจัยการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ดังนี้ 0.83±0.03, 0.59±0.11, 0.05±0.05 และ 0.00±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ(ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายผมนาง
หมายเหตุ อักษร a b c d ที่เหมือนกันในระยะเวลาเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05))

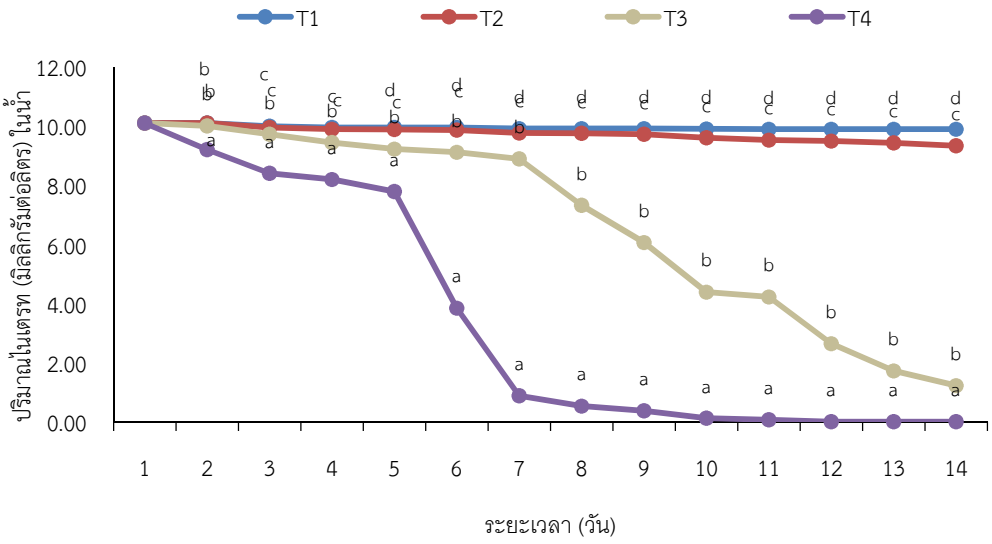
เปอร์เซนต์น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้นพบว่าปัจจัยการทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายผมนาง 1 กรัมต่อลิตรมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าปัจจัยการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05) ปัจจัยการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.0±0.0, 46.7±11.5, 16.0±4.0 และ 11.3±1.2 เปอร์เซนต์ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเลี้ยงในน้ำที่มีไนไตรท์
หมายเหตุ อักษร a b c ที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

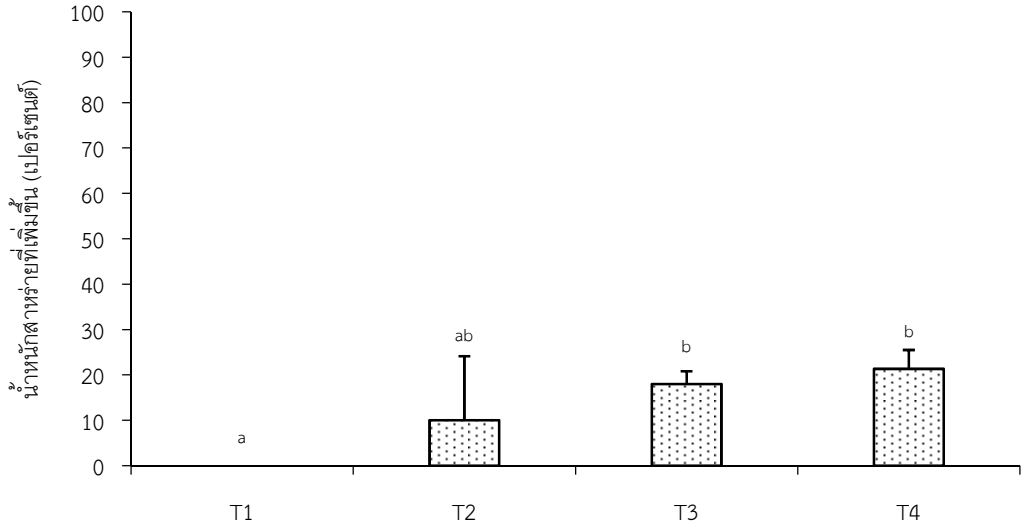
การทดลองที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณไนเตรทในน้ำ

พบว่า ปัจจัยการทดลองที่4 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง10กรัมต่อลิตร สามารถลดปริมาณของไนเตรทได้ดีกว่าปัจจัยการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)สามารถลดปริมาณไนเตรทได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา13 วันเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีปริมาณไนเตรทในน้ำในปัจจัยการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 11.6±3.5, 10.8±0.8,1.2±2.0 และ 0.0±0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายผมนาง
หมายเหตุ อักษร a b c d ที่เหมือนกันในระยะเวลาเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

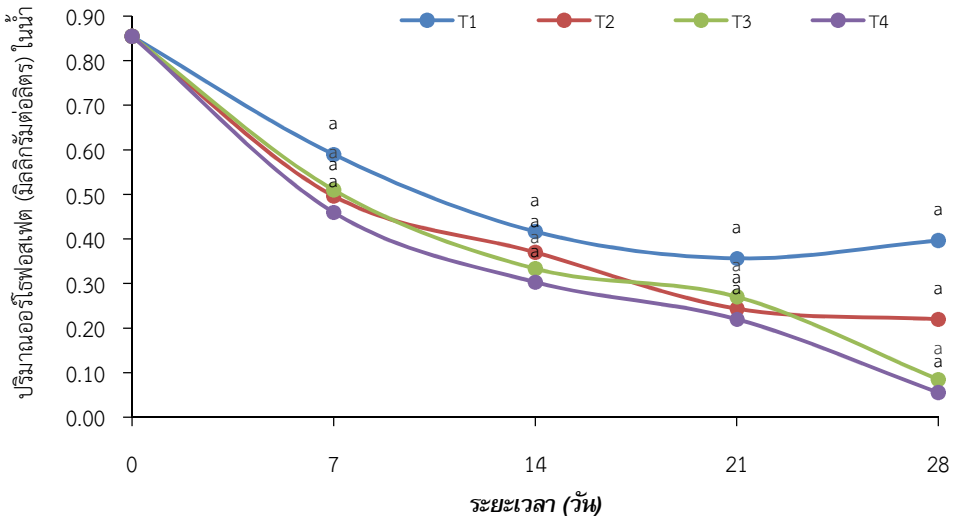
เปอร์เซนต์น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้นพบว่า ปัจจัยการทดลองที่ 4 ใส่สาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตรมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันกับปัจจัยการทดลองที่ 2 และ 3อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)ปัจจัยการทดลองที่1, 2,3 และ 4 มีเปอร์เซนต์น้ำหนักสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.0±0.0, 10.0±14.1, 18.0±2.8 และ 21.3±4.2 เปอร์เซนต์ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)เมื่อเลี้ยงในน้ำที่มีไนเตรท
หมายเหตุ อักษร a b ที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

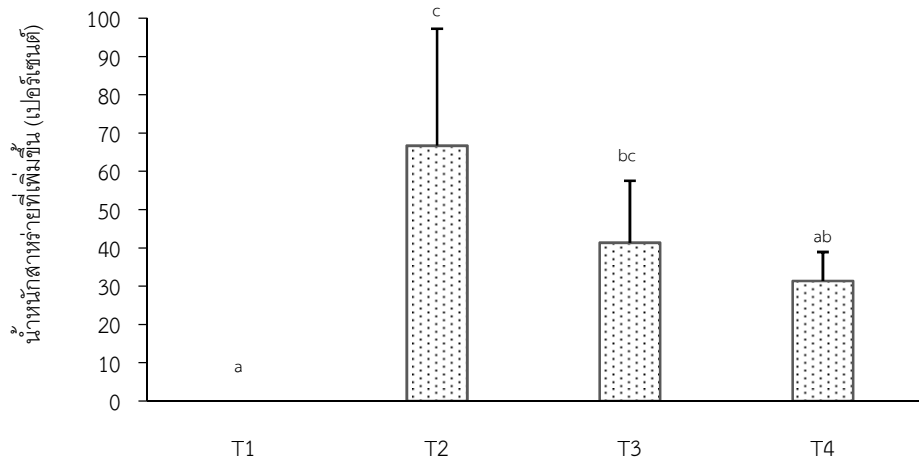
การทดลองที่ 4การศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผมนางในการลดปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำ

พบว่า ปัจจัยการทดลองที่4 เลี้ยงสาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตร สามารถลดปริมาณออร์โธฟอสเฟตได้ แต่ไม่มีความแตกต่างจากปัจจัยการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ปริมาณออร์โธฟอสเฟตเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.4±0.14, 0.22±0.16,0.09±0.05, 0.06±0.01มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในน้ำที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายผมนาง
หมายเหตุ อักษร a ที่เหมือนกันในระยะเวลาเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เปอร์เซนต์น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้นพบว่า ปัจจัยการทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายผมนาง 1 กรัมต่อลิตรมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าปัจจัยการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ปัจจัยการทดลองที่1,2,3 และ 4 มีเปอร์เซนต์น้ำหนักสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.0±0.0, 66.7±30.6, 41.3±16.2 และ 31.3±7.6 เปอร์เซนต์ตามลำดับ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8น้ำหนักของสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้น(เปอร์เซ็นต์)ในน้ำที่มีออร์โธฟอสเฟต
หมายเหตุ อักษร a b c ที่เหมือนกันในระยะเวลาเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

แอมโมเนียเป็นสารประกอบไนโตรเจนซึ่งเป็นปุ๋ยให้กับแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ แอมโมเนียสามารถระเหยสู่ชั้นบรรยากาศได้ง่ายด้วยกระบวนการ ammonia volatilization [7] ทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำในชุดควบคุมลดลงได้ ถึงอย่างไรก็ตามในปัจจัยการทดลองที่มีเลี้ยงสาหร่ายผมนางยังคงมีปริมาณแอมโมเนียลดลงอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายผมนางมีการนำแอมโมเนียในน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักสาหร่ายผมนางที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ Friedlander และ van Rijn[8] พบว่าสามารถเลี้ยงสาหร่าย *Gracilariacorferta*โดยใช้น้ำหมุนเวียนในระบบกรองชีวภาพ ที่มีแหล่งของแอมโมเนียและอนินทรีย์คาร์บอนจากของเสียชีวภาพ ผลของปริมาณแอมโมเนียที่ลดลงอย่างรวดเร็วและสอดคล้องกับการศึกษาของกมลวรรณและคณะ[9] ในการใช้สาหร่ายผมนางช่วยในการบำบัดน้ำในระบบน้ำหมุนเวียนในการอนุบาลกุ้งก้ามกราม พบว่าในระยะเพียง3 วัน ของการอนุบาลปริมาณแอมโมเนียในน้ำลดลงเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตรเช่นเดียวกัน

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณไนไตรท์ในน้ำลดลงเนื่องจากไนไตรท์สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรทได้ด้วยกระบวนการ nitrite oxidation [7] ซึ่งสาหร่ายสามารถนำไนเตรทมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ การศึกษาของอัจฉรีย์[6] มีการใช้สาหร่ายผมนางในการบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่าสาหร่ายผมนางมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ไนเตรท และออร์โธฟอสเฟตเมื่อเก็บพักน้ำทิ้งไว้ 1 วัน และจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บพักน้ำไว้ 2 วัน กลไกการนำฟอสเฟตไปใช้ยังคงมีความเข้าใจน้อย จากผลการศึกษาของ Tanner และคณะ [10] แสดงให้เห็นว่า ปริมาณฟอสฟอรัสลดลงได้จากการดูดซึมกลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสะสมในตะกอนและการดูดซึมไว้ภายในจุลินทรีย์และน้ำหนักมวลของพืช ซึ่งในการทดลอง Hu และคณะ [11] พบว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่ไม่มีพืชมีปริมาณต่ำกว่าในน้ำที่มีพืชน้ำหลังผ่านไป48 ชม.

บุญส่งและวิวรรธน์ [12] เลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายผมนาง พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายผมนางคิดเป็น 0.3867 กรัมต่อวัน วิวรรธน์และทรงสิทธิ์ [13] เลี้ยงสาหร่ายผมนางร่วมกับปลากะพงขาวเป็นเวลา 28 สัปดาห์ พบว่าได้ผลผลิตสาหร่าย 161,195 กรัม จากสาหร่ายเริ่มต้น 112,500 กรัม คิดเป็น 43.3 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสาหร่ายมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในแต่ละการทดลอง ในปัจจัยการทดลองที่ 3 ในช่วง 14.7 – 41.3 เปอร์เซนต์

การใช้สาหร่ายผมนาง 5กรัมต่อลิตร มีความสามารถลดปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ในน้ำได้ แต่การใช้สาหร่ายผมนาง 10 กรัมต่อลิตรจะสามารถลดปริมาณไนเตรทได้ดีกว่าปัจจัยการทดลองอื่น การเลี้ยงสาหร่ายผมนางเพื่อบำบัดน้ำทิ้งในทุกปัจจัยสามารถลดปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำได้ไม่ต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ และไพพรรณ พรประภา. (2540).*การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ :เล่ม1 การจัดการคุณภาพน้ำ*.(พิมพ์ครั้งที่ 4).กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] ศิราภรณ์ ชื่นบาล. (2553). *การบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยพืชน้ำและสาหร่าย* (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

[3] ธวัช ศรีวีระชัย. (2548) *เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2548 การเลี้ยงสาหร่ายเขากวาง Gracilariaedulis* (Gmelin) Silva *และ สาหร่ายมงกุฎหนาม Acanthophoraspicifera* (Vahl) *Borgesen ในบ่อบำบัดน้ำทิ้ง.* กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[4] ปวีณา ทวีกิจการ .(2546). *การกำจัดสารอินทรีย์และโลหะหนักจากน้ำเสียโดยใช้สาหร่ายขนาดเล็ก* (*Oscillatoria sp*., *Microcystis sp.*). (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[5] ชีวิน อรรถสาสน์. (2558) *การใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Oscillatoria sp.) ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลานิลในระบบน้ำหมุนเวียน* .กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[6] อัจฉรียา แก้วมีศรี .(2543). *การบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ Penaeus monodon* Fabricius โดยใช้สาหร่ายผมนาง *Gracilariafisheri* (Xia&abbott) Abott, Zhang&Xia. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.

[7] Wongkiew, S., et al. (2017). Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. *Aquacultural Engineering*, 76, 9-19.

[8] Friedlander, M., and van Rijn, J. (2018). Ammonia and CO_2 enrichment of a *Gracilaria* cultivation pond through biofiltration of organic waste. *Aquaculture, 482*, 45-48.

[9] กมลวรรณ ศุภวิญญู และคณะ. (2557). *การเสริมโพแทสเซียม แมกนีเซียม ในระบบการอนุบาลกุ้งก้ามกรามที่ลดการปล่อยของเสียด้วยน้ำหมุนเวียน.* (รายงานผลการวิจัย). ชุมพร: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

[10] Tanner, C. C., et al.(1999). Substratum phosphorus accumulation during maturation of gravel-bed constructed wetlands. *Water Science Technology*, 40, 147-154.

[11] Hu M. H., et al. (2008). Treating eutrophic water for nutrient reduction using an aquatic macrophyte (*Ipomoea quatic* Forsskal) in a deep flow technique system. *Agricultural Water Management*, 95(5), 607-615.

[12] บุญส่ง สิริกุล และวิวรรธน์ สิงห์ทวีศักดิ์ .(2531). การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลสีแดง *Polycavernosa fastigiata* และ *Gracilaria tenuistipitata* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง. *การสัมมนาวิชาการประจำปี 2531* (น. 41) กรุงเทพฯ: กรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[13] วิวรรธน์ สิงห์ทวีศักดิ์ และทรงสิทธิ์ ลิ้มสกุล. (2543). *เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2543 การเลี้ยงสาหร่ายผมนางGracilariafisheri* (Xia&Abbott) Abott, Zhang&Xia *ร่วมกับปลากะพงขาว Latescalcarifer* Bloch*ในบ่อดิน*.จันทบุรี :ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.