

บทความวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่ายบอลและความสามารถในการ
บำบัดฟอสเฟตในน้ำเสียจากปลาตาย

STUDY OF ACTIVATED FACTORS TO MOSS BALL (*CLADOPHORA AEGAGROPILA*) GROWTH AND UTILIZED MOSS BALL TO TREAT PHOSPHATE IN WASTEWATER FROM DEAD FISH

ราเมศ จุ้ยจุลเจิม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

Ramet Juijuljerm

Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok

Email: ramet.pnru742@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยกระตุ้นการเจริญของสาหร่ายบอล (*Cladophora aegagropila*) สำหรับธุรกิจปลา
สวยงาม และการนำสาหร่ายบอลมาทดสอบบำบัดฟอสเฟตจากสาเหตุปลาตาย ดำเนินการโดยนำ สาหร่าย
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3 เซนติเมตร มาทดสอบปัจจัยกระตุ้นการเจริญ โดยการเติมธาตุอาหาร P และ K
ปรับค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสม เติมดิน Black Earth และ CO₂ นำสาหร่ายบอล ขนาด 3 นิ้วมาทดสอบ
การบำบัดฟอสเฟตที่มีสาเหตุจากปลาตาย 1.2 และ 8.0 กรัม ผลการศึกษาพบว่าการเลี้ยงสาหร่ายบอล
ในอาหาร humic-L ที่มีการเติมฟอสฟอรัสและปรับค่าการนำไฟฟ้าเป็น 1,700 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร
เติมดิน Black Earth และ CO₂ สามารถกระตุ้นสาหร่ายเจริญเพิ่มความยาวได้สูงถึง 1.3 เซนติเมตร ในระยะ
เวลา 15 วัน ในการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากสาเหตุปลาตาย พบว่าสาหร่ายบอล มีความ
สามารถลดปริมาณฟอสเฟต โดยในสภาพน้ำปลาเน่ารุนแรง ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงถึง 3.8 มิลลิกรัม
ต่อลิตร สามารถลดฟอสเฟตในระยะเวลา 28 วัน ลงเหลือ 12.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (สาหร่ายบอล 6 ลูก)
ต่างจากชุดควบคุม (ไม่มีสาหร่ายบอล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งมีค่าฟอสเฟตสูงถึง 22.53
มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่ออยู่ในสภาพมีออกซิเจนจะยิ่งช่วยเพิ่มการดูดซับฟอสเฟต โดยปริมาณฟอสเฟตลดลง
เหลือ 7.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่างจากชุดควบคุม (ไม่มีสาหร่ายบอล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) มี
ค่าฟอสเฟตสูงถึง 23.9 มิลลิกรัมต่อลิตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายบอล สามารถบำบัด
ฟอสเฟตได้ทั้งสองสภาวะ ได้แก่สภาวะที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์สูง แต่ออกซิเจนต่ำ และสภาวะที่มีออกซิเจนสูง

คำสำคัญ: สาหร่ายบอล ปัจจัยกระตุ้น การบำบัดฟอสเฟต *Cladophora aegagropila*

ABSTRACT

To study of activated factors to moss ball growth and utilized moss ball treated phosphate cause from the dead fish, the moss ball 3 centimeters in diameters were used for the experiment of activated factors that is addition the P and K elements, CO₂, Black Earth soil and the various conductivities. The moss ball 3 inch in diameters were also used for treated phosphate cause from the dead fish (1.2 and 8.0 g).

The result of activated factors were obtained for 15 days revealed that filling the P-element, Black Earth soil, CO₂, and adjusted conductivity as 1,700 μ S/cm. could increased diameters up to 1.3 centimeters. The phosphate reduction was found that six moss balls could decreased phosphate as 12.1 mg/L in the extremely harmful hydrogen sulfide (3.8 mg/L) within 28 days. However it was different from the control (none moss ball), 22.53 mg/L ($p < .05$). In addition under the oxygen condition moss ball was increased to absorb phosphate as 7.6 mg/L also different from the control, 23.9 mg/L ($p < .05$). This result indicated that moss ball can be used for reduced phosphate in both conditions that is high hydrogen sulfide but low oxygen and the oxygen rich condition.

Keywords : moss ball, phosphate treatment, *Cladophora aegagropila*, activated factor

บทนำ

สาหร่าย *Cladophora aegagropila* หรือเรียกชื่อสามัญว่า สาหร่ายบอล หรือ มาริโมะ เป็นสาหร่ายที่สามารถฟอร์มตัวในลักษณะสูญเสียการยึดเกาะซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมสีเขียวคล้ายกำมะหยี่เรียกว่า *Cladophora balls* มีความสวยงามและคงทน นิยมนำมาประดับตกแต่งตู้ปลาอย่างแพร่หลายจึงเป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการแต่สาหร่ายชนิดนี้ต้องนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีราคาแพง และใช้เวลาในการเลี้ยงยาวนานโดยใช้เวลาเจริญในสภาพธรรมชาติปีละ 1 เซนติเมตร ด้วยเหตุนี้การศึกษาปัจจัยที่สามารถกระตุ้นและบังคับสาหร่ายให้เจริญรวดเร็ว สามารถผลิตในปริมาณมากตามความต้องการ จึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการผลิตวัสดุประดับตู้ปลา นอกจากความสวยงามคงทนที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่า สาหร่ายชนิดนี้เป็นสาหร่ายสกุลเดียวกับ *Cladophora sp.1* ซึ่งนำมาใช้ผลิตบอลสาหร่าย (algae ball) (Juijuljerm, 2010) โดยสาหร่ายมีความสามารถหลั่งสารบางชนิดออกมาจับตะกอนแขวนลอยให้จมตัวลงสู่พื้นล่างทำให้น้ำในตู้ปลาใส และสามารถบำบัดน้ำในตู้ปลาได้ ดังนั้นหากนำสาหร่ายบอล มาตกแต่งตู้ปลาจะสามารถช่วยบำบัดน้ำในตู้ได้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประสบปัญหา ฟอสเฟตในน้ำสูงซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายที่เป็นแพลงก์ตอน ส่งผลให้น้ำในตู้ปลาเขียวขุ่นไม่สวยงาม

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติม P, N, ดิน Black Earth และ CO₂ ในอาหารเลี้ยง Humic-L ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Cladophora aegagropila* และผลของสาหร่ายบอลในการบำบัดฟอสเฟตในน้ำเสียที่มีสาเหตุจากปลาตาย

วิธีการ

การวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้สาหร่ายเจริญได้รวดเร็ว

นำสาหร่าย *Cladophora aegagropila* เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3 เซนติเมตร มาทดลองโดยเลี้ยงสาหร่ายบอลลจำนวน 4 ลูก ในทริทเมนต์ต่าง ๆ 7 ทริทเมนต์ คือ ทริทเมนต์ที่ 1 : Humic-L+P+N, 2: Humic-L+P, 3: Humic-L+P+Black Earth, 4: Humic-L+P+Black Earth, 5: Humic-L+P+CO₂+Black Earth, 6 : Humic-L+P+Black Earth และ 7 : น้ำประปา (control) (ทริทเมนต์ละ 3 ชั่วโมง) จากนั้นปรับค่าการนำไฟฟ้าให้ต่างกันคือ 1,050, 1,050, 1,300, 1,700, 1,700, 2,500 และ 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$. ด้วยสารละลาย NaCl นำภาชนะทดลองทั้ง 7 ทริทเมนต์ มาให้แสงเข้มข้น 1,500 Lux ตลอด 24 ชั่วโมง ระยะเวลา 15 วัน โดยควบคุมค่าการนำไฟฟ้าให้อยู่ระดับปกติจนครบระยะเวลา 15 วัน จากนั้นนำสาหร่ายของแต่ละภาชนะมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ด้าน (กว้าง ยาว และ หยา) ด้วยเวอร์เนียเพื่อหาค่าเฉลี่ยความยาวที่เพิ่มขึ้น บันทึกผลการทดลอง

2. การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดฟอสเฟตจากสาเหตุปลาตาย

การทดลองนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ทริทเมนต์ ได้แก่ ทริทเมนต์ที่ 1 การใช้สาหร่ายบอลล บำบัดฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัม ในสภาวะไม่เติมอากาศ ทริทเมนต์ที่ 2 การใช้สาหร่ายบอลล บำบัดฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะไม่เติมอากาศ ทริทเมนต์ที่ 3 การใช้สาหร่ายบอลล บำบัดฟอสเฟต ในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะเติมอากาศ โดยแต่ละทริทเมนต์แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดทดลอง ชุดทดลองละ 3 ชั่วโมง ชุดทดลอง ที่ 1 เป็นชุดควบคุม (control) จะทำการชั่งน้ำหนักปลาตาย 1.2 กรัม และ 8.0 กรัมสำหรับทริทเมนต์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนทริทเมนต์ที่ 3 ใช้ปลาตาย 8.0 กรัมแต่เติมอากาศโดยปรับค่า DO เริ่มต้นอยู่ในระดับ 4.0-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตรด้วยเครื่องเติมอากาศ และวัดค่า DO ด้วยเครื่อง DO meter ใส่ซากปลาดังกล่าวในตู้ปลาที่บรรจุน้ำประปา 4 ลิตร ทำการวัดค่าฟอสเฟต และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทุก ๆ 5 วัน ด้วยเครื่อง Photometer Orbeco-Hellige 975 MP จนครบระยะเวลา 15 วัน ในทริทเมนต์ที่ 1 ส่วนทริทเมนต์ที่ 2 และ 3 ทำการวัดค่าฟอสเฟต และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทุก ๆ 7 วันจนครบระยะเวลา 28 วัน โดยควบคุม DO อยู่ในระดับ 4.0-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดที่ 2 เตรียมการทดลองเหมือนชุดที่ 1 แต่ใส่สาหร่ายบอลล ทั้งหมด 3 ลูก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ชุดทดลองที่ 3 เตรียมการทดลองเหมือนชุดที่ 1 เช่นกัน แต่ใส่สาหร่ายบอลล จำนวน 6 ลูก บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับชุดควบคุม

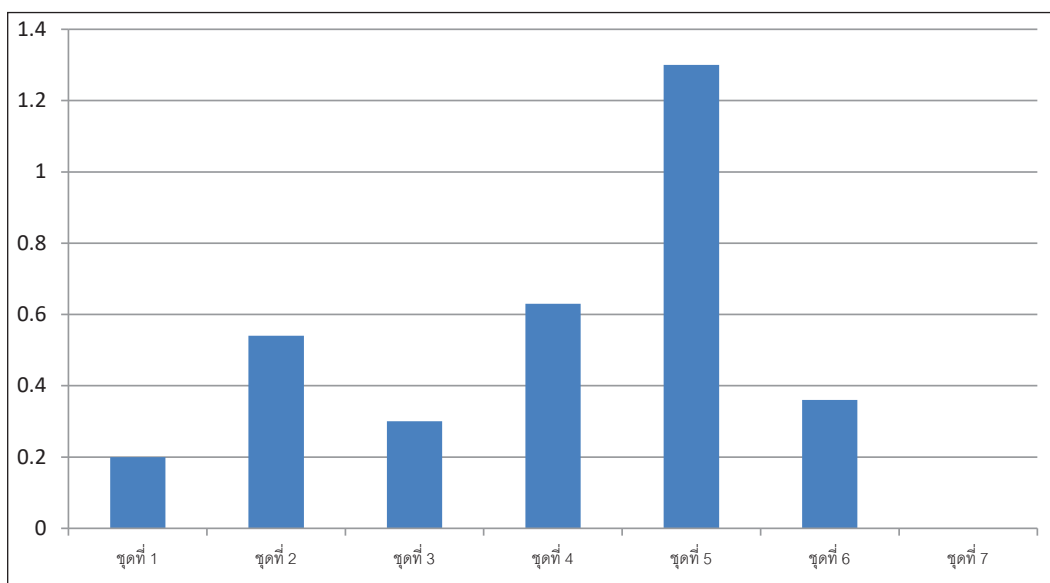
ทดสอบความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ Oneway ANOVA

ผลการทดลอง

1. ปัจจัยที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้สาหร่ายเจริญได้รวดเร็ว

เมื่อเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสาหร่ายบอลลจากทริทเมนต์ที่ 1 : Humic-L+P+N (1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 2: Humic-L+P(1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 3: Humic-L+P+Black Earth(1,300 $\mu\text{S/cm.}$), 4: Humic-L+P+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 5: Humic-L+P+CO₂+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 6 : Humic-L+P+Black Earth(2,500 $\mu\text{S/cm.}$) และ 7 : น้ำประปา (330 $\mu\text{S/cm.}$) ระยะเวลา 15 วัน พบว่าในชุดทดลองที่ 5 สาหร่ายบอลลมีความยาวเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) โดยมีค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น เท่ากับ 1.30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1

ความยาว (เซนติเมตร)

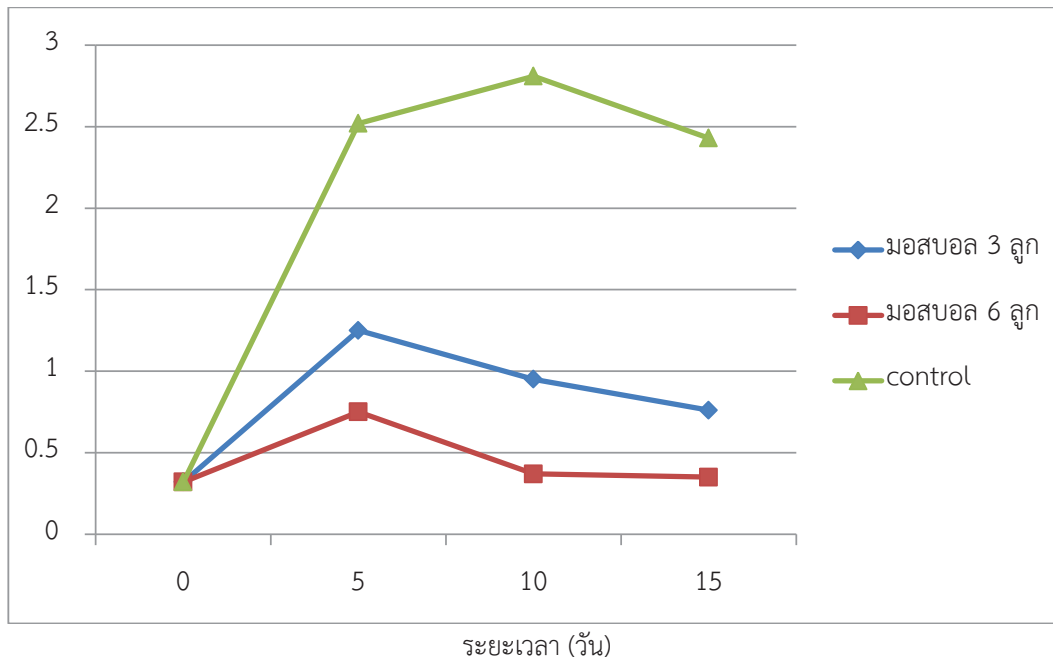


ชนิดของปัจจัยกระตุ้นการเจริญ

รูปที่ 1 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสาหร่ายบอลลที่เพาะเลี้ยงไว้ในทริทเมนต์ที่ 1 : Humic-L+P+N (1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 2: Humic-L+P(1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 3: Humic-L+P+Black Earth(1,300 $\mu\text{S/cm.}$), 4: Humic-L+P+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 5: Humic-L+P+CO₂+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 6 : Humic-L+P+Black Earth(2,500 $\mu\text{S/cm.}$) และ 7 : น้ำประปา (330 $\mu\text{S/cm.}$) ระยะเวลา 15 วัน

2. การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ

การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับน้ำในตู้ปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ พบว่า ค่าฟอสเฟตของชุดทดลองที่มีสาหร่ายบอล มีค่าฟอสเฟตต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งค่าฟอสเฟตในวันที่ 15 ของชุดทดลองทั้ง 3 มีค่า 0.35, 0.76 และ 2.43 ตามลำดับ ดังรูปที่ 2

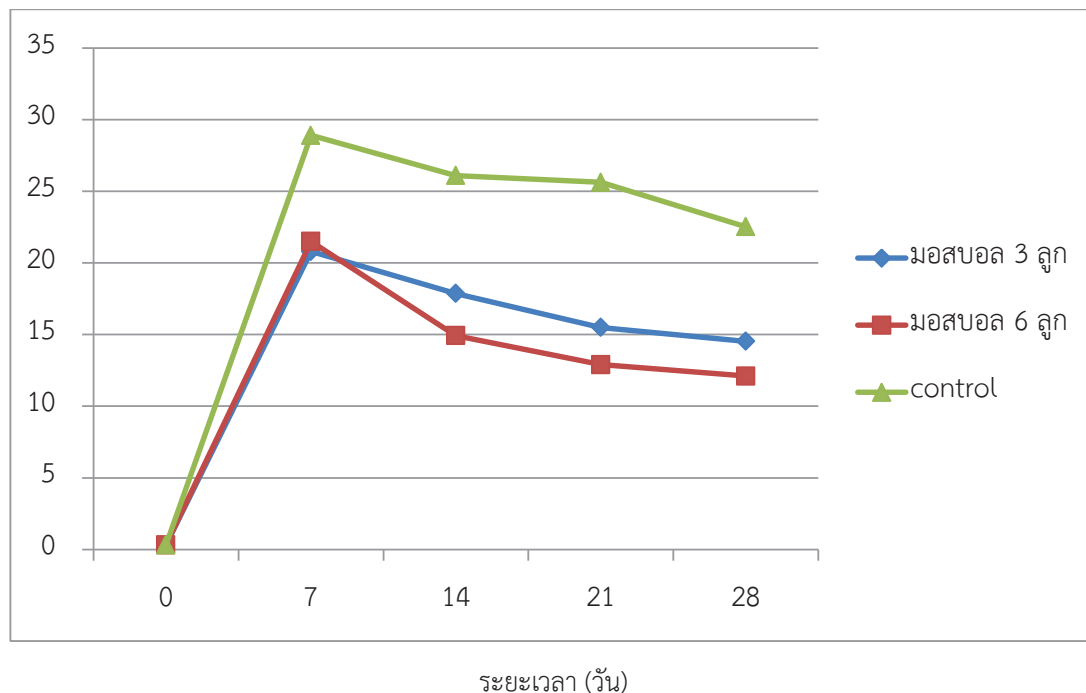


หมายเหตุ: ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ 0.042 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบค่าฟอสเฟต (PO_4) ในตู้เลี้ยงปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัมต่อน้ำ 4 ลิตร จาก 3 ชุดทดลอง (ชุดทดลองที่ 1 ใส่สาหร่ายบอล 3 ลูก ชุดทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายบอล 6 ลูก และชุดทดลองที่ 3 ไม่ใส่สาหร่ายบอล <control>) ในระยะเวลา 15 วัน ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)

3. การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ

การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับน้ำในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ พบว่าค่าฟอสเฟตของชุดทดลองที่มีสาหร่ายบอล มีค่าฟอสเฟตต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งค่าฟอสเฟตในวันที่ 28 ของชุดทดลองสาหร่ายบอล 6 ลูก 3 ลูก และชุดควบคุมมีค่า 12.10, 14.53 และ 22.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 3

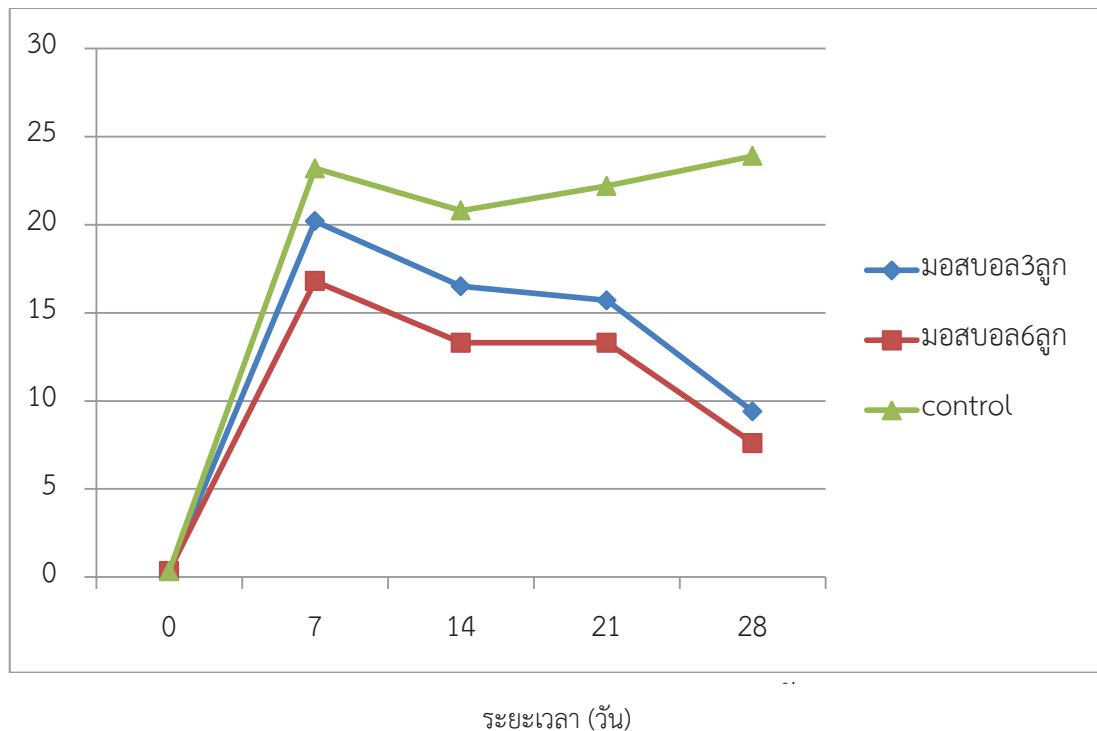


หมายเหตุ: ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟ 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบค่าฟอสเฟต (PO_4) ในตู้เลี้ยงปลาที่มีปลาตาย 8 กรัม ต่อน้ำ 4 ลิตร จาก 3 ชุดทดลอง (ชุดทดลองที่ 1 ใส่สาหร่ายบอล 3 ลูก ชุดทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายบอล 6 ลูก และชุดทดลองที่ 3 ไม่ใส่สาหร่ายบอล <control>) ในระยะเวลา 28 วัน ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)

4. การทดลองใช้สาหร่ายบอล บำบัดฟอสเฟต ในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะเต็มอากาศ

การทดลองใช้สาหร่ายบอล บำบัดน้ำในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะเต็มอากาศ ค่าฟอสเฟตของชุดทดลองที่มีสาหร่ายบอล มีค่าฟอสเฟตต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งค่าฟอสเฟตในวันที่ 28 ของชุดทดลองสาหร่ายบอล 6 ลูก 3 ลูก และชุดควบคุมมีค่า 7.6, 9.4 และ 23.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 4



หมายเหตุ: ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4 การเปรียบเทียบค่าฟอสเฟต (PO_4) ในตู้เลี้ยงปลาที่มีปลาตาย 8 กรัม ต่อน้ำ 4 ลิตร ในสภาวะเดิมอากาศ (ชุดทดลองที่ 1 ใส่สาหร่ายบอล 3 ลูก ชุดทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายบอล 6 ลูก และชุดทดลองที่ 3 ไม่ใส่สาหร่ายบอล <control>) ในระยะเวลา 28 วัน ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองศึกษาปัจจัยกระตุ้นการเจริญของสาหร่ายบอล พบว่า การนำสาหร่ายบอลไปเลี้ยงในอาหาร humic-L (สารฮิวมิก) ที่มีการเติมฟอสฟอรัสและปรับค่าการนำไฟฟ้าเป็น 1,700 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เติมน้ำดิน Black Earth ขณะเพาะเลี้ยงเติม CO_2 เพื่อกระตุ้นการเจริญ จะช่วยกระตุ้นให้สาหร่ายเจริญเพิ่มความยาวได้สูงถึง 1.3 เซนติเมตร ถึงแม้เลี้ยงสาหร่ายในระยะเวลาเพียง 15 วัน เนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้เจริญเติบโตช้ามากในธรรมชาติ พบว่า ในระยะเวลา 1 ปี ใช้เวลาเพิ่มความยาวเพียง 1 เซนติเมตร ซึ่งการเติมฟอสฟอรัสช่วยกระตุ้นการสร้างคาร์บอนยัด จึงอาจมีส่วนช่วยในการเก็บเกี่ยวแสงส่งต่อให้คลอโรพลาสต์ เพื่อใช้ในปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้การเจริญของสาหร่ายมากขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของทวีศักดิ์ ขวัญไตรรงค์ และศิริเนติ ตรีชัยยาพร (Kuantrairong & Traichaiyaporn, 2010) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสมีผลต่อการเพิ่มการผลิตคาร์บอนยัดของสาหร่ายไค (Cladophora) โดยสาหร่ายจะผลิตคาร์บอนยัด มากขึ้นตามปริมาณฟอสเฟตฟอสฟอรัสที่เพิ่มมากขึ้น

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากสาเหตปลาตาย พบว่า สาหร่ายบอล มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟต โดยยังมีจำนวนสาหร่ายบอล มากจะยิ่งเกิดการดูดซับฟอสเฟตเพื่อใช้เจริญเติบโตมาก ส่งผลให้ปริมาณฟอสเฟตในน้ำปลาเน่า ลดลงอย่างชัดเจนทั้งสภาพน้ำที่ขาดออกซิเจนรุนแรง และ สภาพน้ำที่มีออกซิเจนเพียงพอ ในสภาพน้ำปลาเน่ารุนแรง ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงถึง 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถของสาหร่ายบอล ในการดูดซับฟอสเฟตก็ยังมีประสิทธิภาพสูงสามารถลดฟอสเฟตในระยะเวลา 28 วัน ลงเหลือ 12.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (สาหร่ายบอล 6 ลูก) ขณะที่ชุดควบคุม ค่าฟอสเฟตสูงถึง 22.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของสาหร่ายบอล ที่มีความทนทานสูงเหนือสาหร่ายหรือพืชน้ำทั่วไปซึ่งไม่สามารถอยู่รอดในสภาพน้ำเช่นนี้ได้ จึงเป็นจุดเด่นในการนำสาหร่ายบอล มาใช้ควบคุมปริมาณฟอสเฟตในสภาพน้ำขาด O_2 รุนแรงและมีความเป็นพิษจากไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในสภาพมีออกซิเจนเพียงพอ จะยิ่งช่วยเพิ่มการดูดซับฟอสเฟตได้ดียิ่งขึ้น โดยพบว่าสามารถลดฟอสเฟตในระยะเวลา 28 วันลงเหลือ 7.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ชุดควบคุม ค่าฟอสเฟตสูงถึง 23.9 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่ายังมีปริมาณสาหร่ายบอล มากเพียงพอและอยู่ในสภาพมีออกซิเจน ซึ่งสารประกอบฟอสฟอรัสถูกเปลี่ยนให้เป็น สารประกอบฟอสเฟตในปริมาณมาก ตลอดจนการหายใจแบบใช้ออกซิเจนเกิดได้มีประสิทธิภาพออกซิเจนจึงถูกนำไปใช้ออกซิไดซ์สารอินทรีย์เพื่อสร้างพลังงานสำหรับการดูดซึมฟอสฟอรัส ในสภาวะไม่มีแสง จึงยิ่งช่วยลดฟอสเฟตได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Wong & Clark (1976), Birch et al. (1981), Painter & Kamaitis (1987), Bootsma et al. (2004) และ Higgins et al. (2008) กล่าวว่า สาหร่าย *Cladophora* sp. ต้องการฟอสฟอรัสเพื่อใช้เป็นปัจจัยในการเจริญเติบโต โดยพบว่าหากน้ำมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสาหร่ายสามารถสะสมฟอสฟอรัสในเซลล์มากขึ้น

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายบอล สามารถบำบัดฟอสเฟตได้ทั้งสองสภาวะ ได้แก่ สภาวะที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์สูง แต่ออกซิเจนต่ำ และสภาวะที่มีออกซิเจนสูง

REFERENCES

- Birch, P.B., Godon, D.M. & McComb, A.J. (1981). **Nitrogen and Phosphorus Nutrient of *Cladophora* Research and Management in the Great Lakes.** Proceeding of a Workshop Held at the Great Lakes Water Institute, University of Wisconsin, Milwaukee.
- Bootsma, H.A., Jensen, E.T., Young, E.B. & Berges, J.A. (2004). ***Cladophora* Research and Management in the Great Lakes.** Proceedings of a Workshop Held at the Great Lakes Water Institute, University of Wisconsin, Milwaukee.
- Higgins, S.N., Malkin, S.Y., Howell, E.T., Guildford, S.J., Campbell, L. Hiriart-Baer, V. & Hecky, R.E. (2008). An Ecological Review of *Cladophora* glomerata (Chlorophyta) in the Laurentian Great Lakes. **J. Phycol.** 44, 839-854.

- Juijuljerm, R. (2010). **Utility of *Cladophora* sp. TR1 in the algal ball formation to control the water transparency in the golden fish aquarium.** Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok (in Thai).
- Khuantrairong, T. & Traichaiyaporn, S. (2010). Efficiency of Carotenoid and Nutritional Values Production of an Alga Kai (*Cladophora* sp.) for Economic Utilization (I). **Journal of Fisheries Technology Research**. 4 (1) 54-64 (in Thai).
- Painter D.S. & Kamaitis G. (1987). Reduction of *Cladophora* Biomass Tissue Phosphorus in Lake Ontario, 1972-83. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 44, 2212-2215.
- Wong S.L. & Clark B. (1976). Field Determination of the Critical Nutrient Concentrations for *Cladophora* in Streams. **J. Fish. Res. Board Can.** 33, 85-92.