



**COMPARING THE EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT
FOR AQUACULTURE BETWEEN *ENYDRA FLUCTUANS LOUR*
AND *IPOMOEA AQUATICA***

Tran Ngoc Hanh^{1*}, Duong Thi Bich Huyen¹

Bac Lieu University, Việt Nam

Email address: tnhanh@bhu.edu.vn

<https://doi.org/10.51453/2354-1431/2024/1092>

Article info

Received: 13/01/2024

Revised: 24/02/2024

Accepted: 25/4/2024

Keywords:

*Wastewater of eel
farming*

Enydra fluctuans Lour

Ipomoea aquatica

*Wastewater treatment
with plants*

Organic pollution

Abstract:

Aquaculture wastewater with moderate concentrations of organic pollutants is very suitable for treatment with aquatic plants. The study was conducted with 3 experiments and 3 times, in which, enydra fluctuans lour and ipomoea aquatica selected for wastewater treatment has an average height of 10 cm, grown in a model (styrofoam box) with a density of 100 trees/m². The research results showed that ipomoea aquatica and enydra fluctuans lour could adapt and grow well in the eel farming wastewater, which was characterized by an increase in biomass parameters. The ability of ipomoea aquatica to treat organic pollutants is higher than that of enydra fluctuans lour. The results were reached via experiment as follows: The average density and biomass of ipomoea aquatica were increased by 1.32 times and 4.9 times, while the average density and biomass of enydra fluctuans lour were increased by 1.69 times and 4 times, after 20 days of experiment. The pH of wastewater after treatment was ranged from 7 to 8. Total suspended solids (TSS) of wastewater after treatment was reduced by about 78%. COD concentration in the experiment of enydra fluctuans lour was decreased by about 70%, while COD concentration in the experiment of ipomoea aquatica was decreased by about 83%.



SO SÁNH HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI NUÔI TRỒNG THỦY SẢN GIỮA CÂY RAU NGŨ (*Enydra fluctuans* Lour) VÀ CÂY RAU MUỐNG (*Ipomoea aquatica*)

Trần Ngọc Hạnh^{1*}, Dương Thị Bích Huyền¹

Trường Đại học Bạc Liêu, Việt Nam

Địa chỉ email: tnhanh@blu.edu.vn

<https://doi.org/10.51453/2354-1431/2024/1092>

Thông tin bài viết

Ngày nhận bài: 13/01/2024

Ngày sửa bài: 24/09/2024

Ngày duyệt đăng: 25/4/2024

Từ khóa:

Nước thải nuôi lươn, rau muống, rau ngổ, xử lý nước thải bằng thực vật, ô nhiễm hữu cơ

Tóm tắt

Nước thải nuôi trồng thủy sản có nồng độ chất ô nhiễm hữu cơ vừa phải rất thích hợp cho việc sử dụng thực vật thủy sinh để xử lý. Nghiên cứu được thực hiện với 3 nghiệm thức và 3 lần lặp lại, trong đó rau muống và rau ngổ được chọn để xử lý nước thải có chiều cao trung bình khoảng 10 cm, trồng trong mô hình (thùng xốp) có mật độ 100 cây/m². Kết quả nghiên cứu cho thấy rau ngổ và rau muống thích nghi và phát triển tốt trong môi trường nước thải nuôi lươn được đặc trưng bởi sự gia tăng các chỉ tiêu về sinh khối. Đặc biệt, khả năng xử lý chất ô nhiễm hữu cơ của cây rau muống cao hơn cây rau ngổ. Kết quả đạt được qua thí nghiệm như sau: Sau 20 ngày thí nghiệm, mật độ và sinh khối trung bình của rau muống tăng lần lượt là 1.32 và 4.9 lần, còn rau ngổ là 1.69 và 4 lần. pH nước thải sau xử lý dao động từ 7 ÷ 8. Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) của nước thải sau xử lý giảm khoảng 78%. Nồng độ COD giảm 70% ở nghiệm thức trồng rau ngổ và 83% ở nghiệm thức trồng rau muống.

1. Giới thiệu

Nuôi trồng thủy sản là ngành sản xuất lương thực chính trên thế giới với mức tăng trưởng trung bình hàng năm là 3,2% (Asha và cộng sự, 2021). Nuôi trồng thủy sản được công nhận là nguồn cung cấp thủy sản chính cho con người và trở nên rất quan trọng trong ngành thủy sản trong thời gian gần đây do sự cạn kiệt nguồn dự trữ tự nhiên. An ninh lương thực sẽ được đảm bảo thông qua việc thiết lập hợp lý các hệ thống nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là ở các nước đang phát triển.

Theo OECD/FAO (2018), tỷ lệ cá cho nhu cầu con người có nguồn gốc từ nuôi trồng thủy sản sẽ tăng từ 52% (trung bình trong giai đoạn 2016-2018) lên 58% vào năm 2028. Ở Việt Nam trong những năm gần đây, ngành nuôi trồng, khai thác và chế biến thủy sản xuất khẩu phát triển vô cùng mạnh mẽ. Theo VASEP, năm 2022, ước tính ngành thủy sản chiếm 3% tổng xuất khẩu hàng hoá của Việt Nam. So với tổng kim ngạch xuất khẩu khu vực kinh tế trong nước, ngành thủy sản đóng góp gần 12% giá trị.

Sự phát triển của ngành thủy sản sẽ góp phần gia tăng áp lực lên môi trường do quá trình nuôi trồng thủy sản làm phát sinh nhiều chất thải như nước thải, bùn thải. Đặc biệt, nước thải có chứa chất rắn lơ lửng, hợp chất nitơ, hợp chất photpho và nhiều thành phần hữu cơ dễ phân hủy sinh học tạo nên sự siêu dưỡng, làm nở rộ vi khuẩn và vi trùng gây bệnh ảnh hưởng đến chất lượng môi trường. Do đó xử lý nước thải là điều cần thiết trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản để giữ cho tôm cá nuôi khỏe mạnh và cũng để tránh các tác động bất lợi đến môi trường. Chính vì thế, việc tìm kiếm những giải pháp thích hợp nhằm kiểm soát, hạn chế và xử lý ô nhiễm là vấn đề cần được quan tâm hiện nay của ngành nuôi trồng thủy sản. Đó cũng là lý do chính để thực hiện nghiên cứu về “So sánh hiệu quả xử lý nước thải nuôi trồng thủy sản giữa cây rau ngổ (*Enydra fluctuans Lour*) và cây rau muống (*Ipomoea aquatica*)”. Nội dung bài báo trình bày gồm 5 phần: phần giới thiệu, phần lịch sử nghiên cứu, phần phương pháp nghiên cứu, phần kết quả và cuối cùng là kết luận và kiến nghị.

2. Lịch sử nghiên cứu

Sử dụng thực vật để xử lý nước thải, đặc biệt là các loại nước thải có chứa chất ô nhiễm hữu cơ dễ phân hủy với nồng độ vừa phải sẽ mang lại hiệu quả về môi trường lẫn hiệu quả về kinh tế. Có rất nhiều nghiên cứu cho thấy thực vật có khả năng làm sạch nước trong tự nhiên, làm thay đổi đặc điểm hóa học của nước thải như: cây sậy, thủy trúc, lục bình, rau ngổ, bèo, môn nước... Việc dùng thực vật thủy sinh để xử lý nước thải đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới và mang lại kết quả rất tốt. Nghiên cứu của [Enduta](#) và cộng sự (2011) được thực hiện để đánh giá hiệu suất của hệ thống tuần hoàn aquaponics trong việc loại bỏ nitơ và photphat vô cơ từ nước thải nuôi trồng thủy sản sử dụng rau muống (*Ipomoea aquatica*) và cây cải xanh (*Brassica juncea*). Kết quả cho thấy rau muống và cây cải xanh có khả năng làm giảm đáng kể tổng nitơ amoniac, nitrit-N, nitrat-N và orthophosphat. Nghiên cứu của Putu và cộng sự

(2011) cho thấy cỏ vetiver (*Vetiveria zizanioides*) có khả năng hấp thụ chất thải hữu cơ và chất dinh dưỡng từ nuôi cá rô phi trong hệ thống tuần hoàn aquaponics. Nghiên cứu của Nuwansi và cộng sự (2018) để đánh giá hiệu quả xử lý ô nhiễm trong nước thải nuôi trồng thủy sản của 6 loài thực vật thủy sinh, gồm 3 loài sống nổi là rau muống, rau dệu, bèo tây và 3 loài sống dưới nước rong lá ngọc, rong gai, rong biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy cả 6 loài thực vật thủy sinh đều có khả năng làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải thủy sản như TSS, độ đục, độ cứng, COD, BOD và làm tăng hàm lượng oxy hòa tan trong nước. Nghiên cứu của Nizam và cộng sự (2020) sử dụng năm loại thực vật thủy sinh là rau má, rau muống, bèo tai chuột lớn, bèo tây, bèo cái để loại bỏ chất rắn lơ lửng (TSS), $\text{NH}_3\text{-N}$, và photphat trong nước thải nuôi trồng thủy sản. Kết quả cho thấy cả năm loại thực vật thủy sinh đều có khả năng loại bỏ các chất dinh dưỡng với hiệu suất khá cao.

Ở Việt Nam, đã có nhiều nghiên cứu sử dụng thực vật thủy sinh để xử lý các loại nước thải khác nhau. Nghiên cứu của Phạm Khánh Huy và cộng sự (2012) sử dụng bèo lục bình để xử lý nước thải sinh hoạt với hiệu quả xử lý chất rắn lơ lửng đạt 90 ÷ 95%; COD, BOD5 đạt 70%; Phốt pho tổng giảm 75%, Nitơ tổng giảm 88% và chất lượng nước sau xử lý đạt mức A theo QCVN 14: 2008/BTNMT và QCVN 40: 2011/BTNMT. Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể sử dụng bèo lục bình cho xử lý nước thải sinh hoạt ở qui mô vừa và nhỏ. Nghiên cứu của Nguyễn Minh Phương và cộng sự (2023) đã sử dụng ba loài thực vật là rong đuôi chồn, cây dệu và cây cói để xử lý nước thải nuôi tôm và cá ở Quảng Ninh; kết quả cho thấy 3 loài thực vật này đều có khả năng xử lý chất hữu cơ và amoni trong nước thải nuôi trồng thủy sản. Nghiên cứu của Trần Thị Bích Như và cộng sự (2022) sử dụng xà lách xoong Nhật, rau muống, dây bầu, khổ qua tây và dưa leo để xử lý nước thải sau nuôi cá chạch lấu, cá lóc, cá trê phi và cá rô phi trong hệ thống aquaponic. Kết quả cho thấy các loại cây đều phát triển tốt, không xuất hiện sâu bệnh, và các thông số môi trường nước trong hệ

thông aquaponic như pH, nhiệt độ, NH_3 , NO_2^- đều nằm trong giới hạn cho phép để cá phát triển tốt.

Do mô hình nuôi lươn mới phát triển trong những năm gần đây nên hiện tại vẫn chưa có nghiên cứu về xử lý nước thải của nó, mặc dù đã có rất nhiều nghiên cứu sử dụng thực vật thủy sinh để xử lý nước thải trong nuôi trồng thủy sản. Trong nghiên cứu này, cây rau ngổ (*Enydra fluctuans Lour*) và cây rau muống (*Ipomoea aquatica*) được chọn làm thí nghiệm do có những đặc điểm phù hợp với điều kiện tại địa phương. Rau ngổ (*Enydra fluctuans Lour*) là loài cây thân thảo sống bán thủy sinh, phân bố ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, thân cây hơi mập, dài từ 30 cm trở lên, phân nhánh, tạo rễ ở các đốt dưới và hơi có lông (Ali và cộng sự, 2013). Rau muống (*Ipomoea aquatica*) là loài thực vật sống bán thủy sinh thuộc họ Bìm bìm (*Convolvulaceae*), phân bố ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới; cây mọc bò, ở mặt nước hoặc trên cạn; thân rỗng, dày, có rễ mắt, đặc biệt cây có chứa hàm lượng dinh dưỡng cao, rất tốt cho sức khỏe (Nagendra Prasad và cộng sự, 2008). So sánh hiệu quả xử lý sẽ được đánh giá thông qua việc theo dõi quá trình sinh trưởng của các loại cây và sự giảm nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải theo thời gian xử lý. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở để đưa ra những khuyến cáo hoặc đề xuất các giải pháp thích hợp và hiệu quả đối với việc xử lý nước thải một số mô hình nuôi trồng thủy sản.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1 Vật liệu và mô hình thí nghiệm

3.1.1 Vật liệu thí nghiệm

Rau ngổ, rau muống và nước thải nuôi lươn lấy tại nhà các hộ dân thuộc tỉnh Bạc Liêu.

3.1.2. Mô hình thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện tại trại thực nghiệm trường Đại học Bạc Liêu. Mô hình trồng cây rau ngổ và rau muống được làm bằng các thùng xốp có dạng hình chữ nhật với kích thước dài* rộng* cao tương ứng 60*40*30 (đv: cm), thể tích là 60 lít, độ dày lớp đất 10cm.

3.2. Các bước thực hiện thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí với 3 nghiệm thức (mỗi nghiệm thức lập lại 3):

- Nghiệm thức đối chứng (NT1): đất + nước thải
- Nghiệm thức thứ hai (NT2): đất + rau muống + nước thải.
- Nghiệm thức thứ ba (NT3): đất + rau ngổ + nước thải

Cụ thể như sau:

Bước 1: Thiết lập mô hình: các thùng xốp đem thí nghiệm có kích cỡ bằng nhau, được lắp các van lấy mẫu nước đầu ra và hệ thống ống dẫn, mỗi thùng chứa một lớp đất dày khoảng 10cm.

Bước 2: Trồng rau ngổ và rau muống để tạo điều kiện cho rau thích nghi và phát triển trong mô hình. Rau ngổ và rau muống được thu về với kích cỡ tương đối đồng đều nhau với chiều cao khoảng 10cm. Cây được chọn làm thí nghiệm là những cây khỏe mạnh, không bị sâu bệnh; được trồng với mật độ 100 cây/m² trong một thùng xốp. Quá trình trồng không sử dụng phân bón, chỉ dùng nước sinh hoạt tưới cho cây.

Bước 3: Tiến hành quá trình thí nghiệm: cho nước thải vào các thùng xốp có rau ngổ và rau muống đã trồng thích nghi, theo dõi sự phát triển của rau, cách 5 ngày sẽ lấy mẫu nước thải trong mô hình đo các chỉ tiêu cho đến khi hoàn thành thí nghiệm.

3.3. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích

Nước thải nuôi lươn trong quá trình thí nghiệm sẽ được phân tích các chỉ tiêu: pH, nhiệt độ, DO, TSS, COD. Thời gian lấy mẫu nước thải vào khoảng 9 giờ sáng, cách 5 ngày lấy mẫu 1 lần. Rau ngổ và rau muống đem thí nghiệm được đo chiều cao cây và cân sinh khối tươi trước và sau khi kết thúc thí nghiệm. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu của nước thải theo tiêu chuẩn QCVN 08:2023/BTNMT được thể hiện qua bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

Chỉ tiêu	Phương pháp
pH	TCVN 6492:2011 (ISO 10523:2008)
Nhiệt độ	Nhiệt kế thủy ngân
TSS	TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997) SMEWW 2540D:2017
DO	Phương pháp Winkler (theo TCVN 5499:1995)
COD	TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989) SMEWW 5220.B:2017; SMEWW 5220.C:2017

3.4 Xử lý số liệu

Số liệu được nhập và xử lý sơ bộ bằng phần mềm Excel, phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS để xác định sự khác biệt trung bình giữa các nghiệm thức xử lý nước thải bằng rau muống và xử lý nước thải bằng rau ngổ với nghiệm thức đối chứng.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu đầu vào của nước thải nuôi lươn

Kết quả đo các chỉ tiêu của nước thải nuôi lươn trước khi đem vào thí nghiệm được trình bày qua bảng 2.

Bảng 2. Kết quả đo các chỉ tiêu nước thải nuôi lươn đầu vào

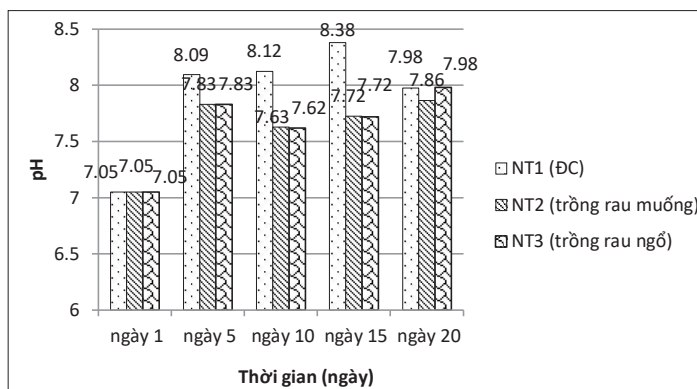
Chỉ tiêu	Nồng độ	QCVN 08-MT: 2023/BTNMT (cột B1)
Nhiệt độ (°C)	28°C	-
pH	7,05 ± 0	5,5-9
DO (mg/l)	1,99 ± 0,12	≥ 4
TSS (mg/l)	946,7 ± 0	50
COD(mg/l)	42,83 ± 0	30

Từ kết quả phân tích chất lượng nước thải nuôi lươn ở bảng 2 cho thấy các thông số trong nước thải như: DO rất thấp (≤ 2); TSS rất cao, vượt tiêu chuẩn cho phép thải ra môi trường; COD vẫn nằm trong giới hạn cho phép theo Tiêu chuẩn 40: 2011/BTNMT. Do đặc tính của lươn là loài thủy sản không vảy nhưng có nhiều chất nhớt trên cơ thể, điều này làm gia tăng hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước thải, làm giảm nồng độ oxy hòa tan trong nước mặc dù nồng độ COD trong nước không cao. Do nguồn nước thải sẽ được thải trực tiếp vào nguồn nước sông vì vậy mục tiêu của nghiên cứu là xử lý nước thải đạt chuẩn QCVN 08- MT:2023/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt trước khi thải vào nguồn tiếp nhận.

4.2. Kết quả phân tích các chỉ tiêu đầu ra của nước thải nuôi lươn sau xử lý

4.2.1. Kết quả đo pH

Kết quả đo pH của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua hình 1.



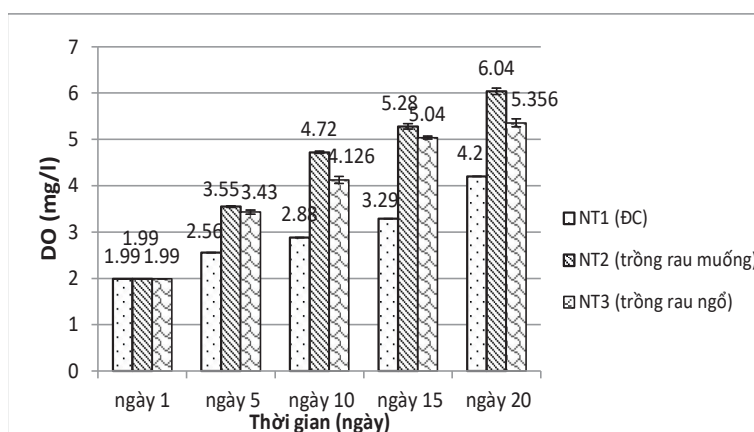
Hình 1. pH của nước thải theo thời gian

Từ đồ thị hình 1 cho thấy giá trị pH của nước thải tăng theo thời gian xử lý, đặc biệt là tăng nhanh vào ngày thứ 1 đến ngày thứ 5 ở cả 3 nghiệm thức (nghiệm thức đối chứng từ 7.05 lên 8.09; nghiệm thức có trồng rau muống từ 7.05 lên 7.85; nghiệm thức có trồng rau ngổ từ 7.05 lên 7.83). Từ ngày thứ 5 đến ngày thứ 20, giá trị pH của nước thải ở 3 nghiệm thức nhìn chung vẫn duy trì ổn định, không có sự dao động lớn. Ngoài ra, sự xuất hiện tảo trong nước thải làm cho pH ở các nghiệm thức tăng nhanh ở 5 ngày đầu, sau đó giá trị pH được giữ ổn định vào những ngày tiếp theo. Đặc biệt ở nghiệm

thức có trồng rau muống và rau ngổ, sự hấp thu và trao đổi chất của thực vật làm cho pH của nước thải ổn định và thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng. Nhìn chung, giá trị pH giữa nghiệm thức trồng rau muống và rau ngổ không có sự khác biệt; tuy nhiên pH ở nghiệm thức trồng rau muống có sự ổn định, ít dao động hơn so với nghiệm thức trồng rau ngổ.

4.2.2. Kết quả đo DO

Kết quả đo DO của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua hình 2.



Hình 2. DO của nước thải theo thời gian
 Hình 2. DO của nước thải theo thời gian

thức có trồng rau muống và rau ngổ, sự hấp thu và trao đổi chất của thực vật làm cho pH của nước thải ổn định và thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng. Nhìn chung, giá trị pH giữa nghiệm thức trồng rau muống và rau ngổ không có sự khác biệt; tuy nhiên pH ở nghiệm thức trồng rau muống có sự ổn định, ít dao động hơn so với nghiệm thức trồng rau ngổ.

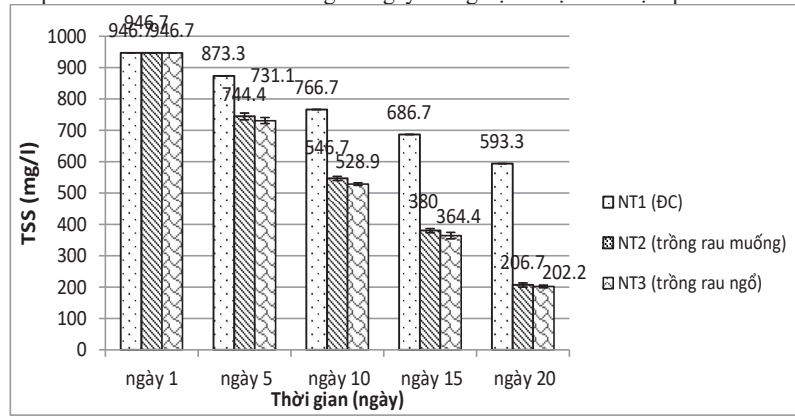
Qua biểu đồ hình 2 cho thấy thấy nồng độ DO trong các thí nghiệm tăng theo thời gian xử lý. Đặc biệt, kết quả phân tích anova cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa của nồng độ oxy hòa tan giữa nghiệm thức có trồng rau muống với rau ngổ và với nghiệm thức đối chứng. Cụ thể từ ngày 1 đến ngày 20, nồng độ DO ở nghiệm thức có trồng rau muống tăng từ 1.99 mg/l lên 6.04 mg/l; nồng độ DO ở nghiệm thức có trồng rau ngổ tăng từ 1,99 mg/l lên 5,36 mg/l; còn ở nghiệm thức đối chứng tăng từ 1.99 mg/l lên 4.2 mg/l. Oxy hòa tan trong nước phụ thuộc vào các yếu tố như áp suất, nhiệt độ, đặc tính của nguồn nước bao gồm các thành phần hóa học, vi sinh, thủy sinh vật. Nồng độ oxy hoà tan trong nước giúp xác định chất lượng nước. Khi DO thấp đồng nghĩa với nước bị ô nhiễm, vi sinh vật phát triển nhiều, nhu cầu oxy hóa tăng, nên tiêu thụ

nhiều oxy trong nước. Do đó nước thải khi mới đem về phân tích thì nồng độ DO rất thấp. Sau khi đưa nước thải vào mô hình xử lý thì nồng độ DO trong nước gia tăng đáng kể theo thời gian. Ở các thùng có trồng rau muống và rau ngổ, lượng oxy hòa tan tăng và cao hơn so với các thùng không trồng rau, điều này cho thấy rau muống và rau ngổ giúp vận chuyển oxy trong không khí vào nước và sử dụng chất hữu cơ trong nước làm giảm nồng độ chất ô nhiễm dẫn đến nồng độ ôxy hòa tan trong nước thải tăng lên. Nhìn chung, giá trị DO ở nghiệm thức trồng rau muống tăng cao hơn so với nghiệm thức trồng rau ngổ.

4.2.3. Kết quả đo TSS

Kết quả đo TSS của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua hình 3.

Kết quả đo TSS của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua hình 3.



3. Hàm lượng TSS của nước thải theo thời gian
Hình 3. Hàm lượng TSS của nước thải theo thời gian

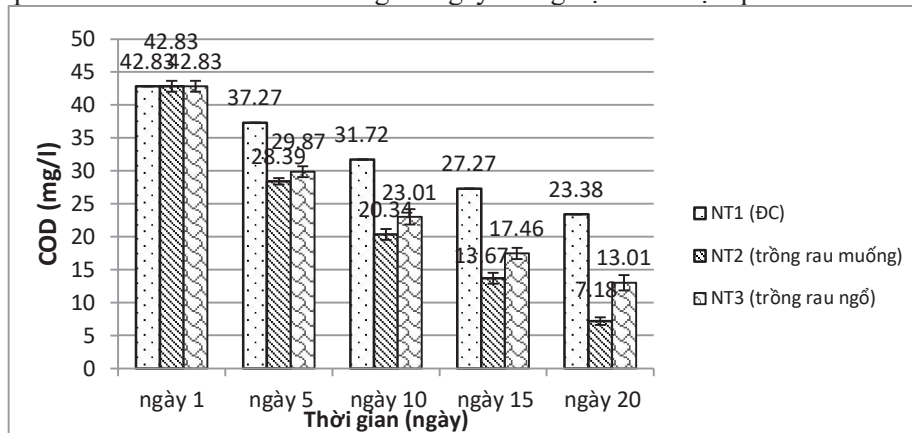
Biểu đồ hình 3 thể hiện giá trị TSS của nước thải theo thời gian xử lý. Ở các thùng có trồng rau muống và rau ngổ, hàm lượng TSS giảm rất nhiều so với thùng đối chứng. Kết quả phân tích anova cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức có trồng rau với nghiệm thức không trồng rau. Hiệu suất xử lý TSS trong nước thải nuôi lươn ở các thùng trồng rau muống và rau ngổ đạt trung bình khoảng 78% so với thùng đối chứng là 37%. Điều này chứng tỏ rau muống và rau ngổ đã góp phần hấp thu các chất hữu cơ có trong nước thải, làm giảm hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước. Nếu trong nước hàm lượng TSS cao sẽ ảnh hưởng đến chất lượng nước, ngăn cản sự hòa tan của oxy vào nước, làm giảm các hoạt động sống

của các nhóm thủy sinh vật trong môi trường. Vi sinh vật trong nước và đất đã góp phần phân hủy và chuyển hóa các chất hữu cơ trong nước thải vì thế ở nghiệm thức đối chứng, hàm lượng TSS giảm theo thời gian mặc dù thấp hơn so với nghiệm thức có trồng rau muống và rau ngổ. Nhìn chung, khả năng xử lý TSS ở rau muống và rau ngổ là tương đương nhau; kết quả phân tích anova cho thấy không có sự khác biệt giữa hai nghiệm thức này.

4.2.4. Kết quả đo COD

Kết quả đo COD của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm thể hiện qua hình 4.

Kết quả đo COD của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm thể hiện qua hình 4.



Hình 4. Nồng độ COD của nước thải theo thời gian
Hình 4. Nồng độ COD của nước thải theo thời gian

Đồ hình 4 thể hiện nồng độ COD trong nước thải giảm theo thời gian xử lý. Hiệu suất xử lý COD trong nước thải sau 20 ngày của nghiệm thức có trồng rau muống và rau ngổ lần lượt đạt

83% và 70%, trong khi ở thùng đối chứng chỉ đạt 45,4%. Kết quả phân tích anova cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa giữa nghiệm thức có trồng rau muống với rau ngổ và với nghiệm thức đối

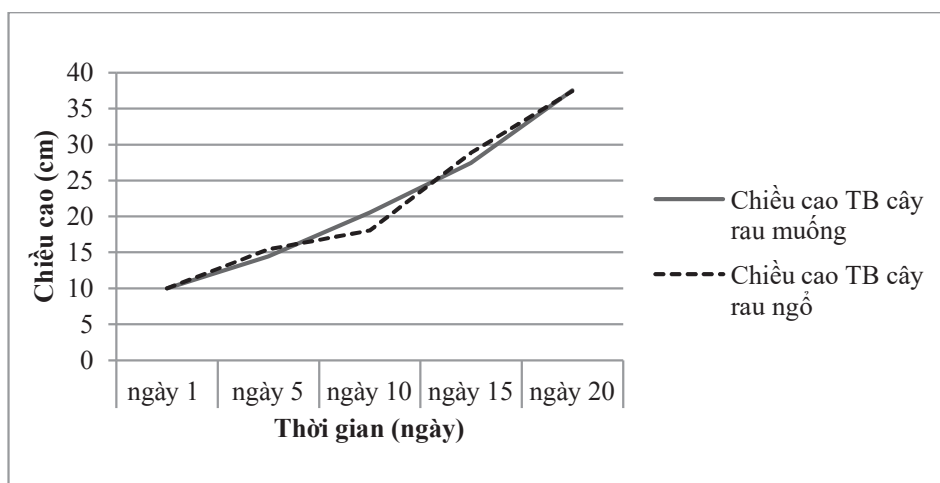
chúng. Kết quả đo COD cho thấy cả rau muống và rau ngổ đều có khả năng hấp thu các chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thải; tuy nhiên khả năng của rau muống tốt hơn rau ngổ. Rau muống và rau ngổ góp phần làm giảm vận tốc dòng chảy, làm tăng khả năng lắng và giữ lại các chất rắn trong nước thải. Bộ rễ cây phát triển theo chiều sâu và chiều ngang tạo thành mạng lưới kết dính các hạt đất với nhau, làm tăng diện tích bề mặt lớn để hấp thu dưỡng chất và các ion. Các khí khổng trong cây giúp vận chuyển oxy từ lá xuống rễ, sau đó cung cấp cho các khu vực xung quanh vùng rễ tạo nguồn oxy để cho các hoạt động phân hủy các chất ô nhiễm của các vi sinh vật hiếu khí.

Đặc biệt, lá rau muống có diện tích bề mặt lớn hơn lá rau ngổ nên khả năng quang hợp và hấp thu chất dinh dưỡng cao; đó cũng là lý do vì sao nồng độ oxy hòa tan DO ở nghiệm thức trồng rau muống tăng cao hơn và nồng độ COD sau xử lý thấp hơn ở nghiệm thức trồng rau ngổ.

4.3. Kết quả theo dõi quá trình phát triển của cây rau muống và rau ngổ

4.3.1. Kết quả đo chiều cao của rau muống và rau ngổ theo thời gian

Kết quả đo chiều cao trung bình của rau muống và rau ngổ trong quá trình thí nghiệm được thể hiện qua hình 5



Hình 5. Chiều cao trung bình của rau muống và rau ngổ theo thời gian
Hình 5. Chiều cao trung bình của rau muống và rau ngổ theo thời gian

Đồ thị hình 5 cho thấy chiều cao của cây rau muống và rau ngổ phát triển liên tục trong suốt quá trình thí nghiệm. Từ ngày thứ 1 đến ngày thứ 10, chiều cao của cây tăng chậm hơn so với giai đoạn còn lại, điều này có thể giải thích do rau muống và rau ngổ mới thích nghi với điều kiện môi trường nước thải, khả năng hấp thu chất dinh dưỡng thấp dẫn đến sự gia tăng chiều cao ít. Từ ngày 10 trở đi, cả rau muống và rau ngổ đã bắt đầu thích nghi nên chiều cao tăng nhanh. Sự gia tăng chiều cao của rau muống và rau ngổ trong thí nghiệm cho thấy cả 2 loại cây đều có khả năng hấp thu chất dinh dưỡng trong

môi trường nước thải nuôi lươn, làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm trong nước góp phần gia tăng hiệu quả xử lý nước thải. Nhìn chung, sự phát triển chiều cao của rau muống và rau ngổ là tương đương nhau, kết quả phân tích anova ở ngày thí nghiệm thứ 20 cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa.

4.3.2. Kết quả cân khối lượng và số lượng cây rau muống và rau ngổ theo thời gian

Sinh khối và số lượng cây rau muống và rau ngổ trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua bảng 3.

Bảng 3. Sinh khối và số lượng cây rau muống và rau ngổ trước và sau thí nghiệm

NT	Thời gian	Ngày 1	Ngày 20	Tăng thêm	
NT 2 (trồng rau muống)	Sinh khối cây (g)	Lần 1	30,52	136,71	4,5 lần
		Lần 2	25,78	132,17	5,1 lần
		Lần 3	27,13	140,75	5,2 lần
		TB±sd	27.81 ± 2,44a	136,54 ± 4,29b	
	Số lượng cây (cây)	Lần 1	26	34	8 cây
		Lần 2	25	33	8 cây
		Lần 3	27	36	9 cây
		TB±sd	26 ± 0,99a	34,33 ± 1,5b	
NT 3 (trồng rau ngổ)	Sinh khối cây (g)	Lần 1	32,57	155,14	4,7 lần
		Lần 2	39,53	160,25	4 lần
		Lần 3	37,53	153,18	4 lần
		TB±sd	36,54 ± 3,58a	156,19 ± 3,65b	
	Số lượng cây (cây)	Lần 1	28	43	15 cây
		Lần 2	27	47	20 cây
		Lần 3	28	48	20 cây
		TB±sd	27,66 ± 0,58a	46 ± 2,65b	

Kết quả bảng 3 cho thấy: Khối lượng trung bình của rau muống và rau ngổ ở ngày thứ 20 lần lượt là 136,54g và 156,19g; kết quả phân tích anova cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa giữa khối lượng cây giữa ngày thứ 1 và 20 ở cả 2 nghiệm thức. Số lượng cây trung bình của rau muống và rau ngổ được sinh ra ở ngày thứ 20 lần lượt là 34,33 và 46; kết quả phân tích anova cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa giữa số lượng cây giữa ngày thứ 1 và 20 ở cả 2 nghiệm thức. Sự gia tăng sinh khối của rau muống và rau ngổ chứng tỏ chúng đã thích nghi và phát triển trong môi trường nước thải nuôi lợn. Cả rau muống và rau ngổ đã hấp thụ các chất hữu cơ bên trong nước thải chuyển hóa thành các chất dinh dưỡng cho sự phát triển của chúng. Ngoài ra, mặc dù số lượng cây con của rau muống sinh ra ít nhưng tổng khối lượng lại tăng nhiều hơn rau ngổ, điều này có thể giải thích là do rau muống trưởng thành có diện tích lá cũng như kích thước thân lớn và dày hơn so với cây rau ngổ.

5. Kết luận và kiến nghị

Thí nghiệm đánh giá hiệu quả xử lý chất ô nhiễm hữu cơ có trong nước thải nuôi lợn của cây rau muống và rau ngổ bước đầu đã đạt được một số kết quả như sau: Mật độ và khối lượng của rau muống và rau ngổ đều tăng sau 20 ngày thí nghiệm. Các chỉ tiêu nước thải đầu ra đều giảm, một số chỉ tiêu như DO, COD đạt theo QCVN 08-MT:2023/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt trước khi thải vào nguồn tiếp nhận; trong đó pH dao động từ 7 ÷ 8; tổng chất rắn lơ lửng (TSS) giảm khoảng 78%; nồng độ COD giảm 70% ở nghiệm thức trồng rau ngổ và 83% ở nghiệm thức trồng rau muống; hàm lượng oxy hòa tan DO ≥ 5mg/l ở nghiệm thức trồng rau ngổ và DO ≥ 6 mg/l ở nghiệm thức trồng rau muống. Với kết quả đạt được ở nghiên cứu này đã khẳng định được rằng: Hoàn toàn có thể sử dụng cây rau muống và rau ngổ để xử lý chất hữu cơ trong nước thải nuôi lợn; trong đó khả năng xử lý của rau muống đạt hiệu quả cao hơn rau ngổ.

REFERENCES

- Ali M, Billah M, Hassan M, Rahman S. M, and Al-Emran D (2013), “*Enhydra fluctuans Lour: A Review*”, Research Journal of Pharmacy and Technology, ISSN 0974-3618, pp. 927-929.
- Asha P. T, Jayalekshmi S. J, Minnu B, Jithin S, Muhammad A. I (2021). *Aquaculture wastewater treatment technologies and their sustainability: A review*. Energy Nexus 4 100022. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100022>
- [Enduta A](#), [Jusoh A](#), [Ali N](#), [Wan Nik W. B](#) (2012), *Nutrient removal from aquaculture wastewater by vegetable production in aquaponics recirculation system*, [Desalination and Water Treatment](#), Volume 32, [Issue 1-3](#), pp 422-430.
- Nagendra Prasad K, Sivamurthy G. R, Aradhya S. M (2008), *Ipomoea aquatica, An Underutilized Green Leafy Vegetable: A Review*; International Journal of Botany 4 (1): 123-129, ISSN 1811-9700.
- Nguyen Minh Phuong, Nguyen Huu Hung, Tran Minh Kha, Cung Phuong Hoa (2023), *Study on Aquaculture Wastewater Treatment by Aquatic Plants*. VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 39, No. 4 51-62. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuess.4995>.
- Nizam N. U. M, Anafiah M. M, Noor I. M, Karim H. I. A (2020). *Efficiency of Five Selected Aquatic Plants in Phytoremediation of Aquaculture Wastewater*. Applied Sciences, Vol. 10, pp. 1-11. <https://doi.org/10.3390/app10082712>
- Nuwansi K. K. T, Verma A. K, Prakash C, Prabhath G. P. A, R. Peter M (2018)., *Performance Evaluation and Phytoremediation Efficiency of Selected Aquatic Macrophytes on Aquaculture Effluent*. Journal of Entomology and Zoology Studies, Vol. 6, No. 2, pp. 2885-2891. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10093>
- OECD/FAO (2018). OECD-FAO agricultural outlook. OECD agriculture statistics (database).10.1787/agr-outl-data-en.
- Pham Khanh Huy, Do Cao Cuong, Nguyen Mai Hoa, Nguyen Pham Hong Lien (2012). Using aquatic system with hyacinth to treat domestic wastewater. *Journal of Mining and Earth Sciences, Vol 40, pp 16-22*.
- Putu C. Delis, Hefni Effendi, Majariana Krisanti, Sigid Hariyadi (2015), *Treatment of aquaculture wastewater using Vetiveria zizanioides (Liliopsida, Poaceae)*, Scholarly Journal; [Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation](#); [Vol. 8, Iss. 4](#): 616-625.
- QCVN 08:2023/BTNMT. *National technical regulation on Surface water quality*. Ministry of Natural Resources and Environment.
- Tran Thi Bich Nhu, Nguyen Thi Hong Van, Tran Thi Be, Le My Phuong (2022). *Operating aquaponic system in BacLieu University*. TNU Journal of Science and Technology. 228(05): 97 - 104. <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.7160>
- VASEP (Vietnam Association of Seafood Exporters and Producers), 01/11/2022. *Seafood exports in the first 10 months of the year was reached 9.5 billion USD*. Web: <https://vasep.com.vn/>. [Accessed July 2023].