

RESEARCH ON THE ABILITY OF ENYDRA FLUCTUANS LOUR TO TREAT ORGANIC POLLUTANTS IN EEL FARMING WASTEWATER

Tran Ngoc Hanh*, Duong Thi Bich Huyen, Tran Thi Diem

Bac Lieu University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 29/5/2022 Revised: 24/6/2022 Published: 24/6/2022	Using aquatic plant to treat aquaculture wastewater is one of the effective methods to protect water resources and the environment. In this study, enydra fluctuans lour 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 enydra fluctuans lour could adapt and grow well in the eel farming wastewater, which was characterized by an increase in biomass parameters. The results were reached via experiment as follows: The average density and biomass of enydra fluctuans lour were increased by 1.69 times and 4 times, respectively, 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 of wastewater after treatment was decreased from 66 to 72%. This result was confirmed, it is possible to use enydra fluctuans lour to treat organic matter in wastewater from eel farming.
KEYWORDS Wastewater of eel farming <i>Enydra fluctuans Lour</i> Decomposed organic matter Wastewater treatment with plants Organic pollution	

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỬ LÝ CHẤT Ô NHIỄM HỮU CƠ TRONG NƯỚC THẢI NUÔI LƯƠN CỦA CÂY RAU NGỎ (*Enydra fluctuans Lour*)

Trần Ngọc Hạnh*, Dương Thị Bích Huyền, Trần Thị Diễm

Trường Đại học Bạc Liêu

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 29/5/2022 Ngày hoàn thiện: 24/6/2022 Ngày đăng: 24/6/2022	Sử dụng thực vật thủy sinh để xử lý nước thải nuôi trồng thủy sản là một trong những phương pháp hiệu quả để bảo vệ nguồn nước và môi trường. Trong nghiên cứu này, rau ngỏ (<i>Enydra fluctuans Lour</i>) 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 ngỏ 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. Kết quả đạt được qua thí nghiệm như sau: Mật độ và sinh khối trung bình của rau ngỏ tăng lần lượt là 1,69 lần và 4 lần sau 20 ngày thí nghiệm. 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 của nước thải sau xử lý giảm khoảng 66 ÷ 72%. Kết quả này đã khẳng định, hoàn toàn có thể sử dụng rau ngỏ để xử lý chất hữu cơ trong nước thải nuôi lươn.
TỪ KHÓA Nước thải nuôi lươn Rau ngỏ Chất hữu cơ dễ phân hủy Xử lý nước thải bằng thực vật Ô nhiễm hữu cơ	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6068>

* Corresponding author. Email: tnhanh@blu.edu.vn

1. Giới thiệu

Lươn là loại thực phẩm giàu chất dinh dưỡng, cung cấp các thành phần dinh dưỡng cần thiết như protein, các loại vitamin và khoáng chất cho cơ thể. Hiện nay, do nguồn lươn tự nhiên không đáp ứng đủ nhu cầu của thị trường nên các mô hình nuôi lươn ngày càng phát triển và trở thành ngành rất có tiềm năng. Trong đó, mô hình nuôi lươn thương phẩm không bùn ngày càng được nhiều người dân phát triển, quy mô ngày càng được mở rộng do ít công chăm sóc, thời gian nuôi ngắn, chi phí thấp mà hiệu quả cao [1]. Do nuôi với hình thức thâm canh và đặc điểm là loài thủy sản có da không vảy nên lươn rất mẫn cảm với chất lượng nước của môi trường sống. Vì thế phải thay nước bể lươn mỗi ngày (2 lần/ngày; thay 100% nước) sau khi cho lươn ăn 2 - 3 giờ để giữ nước bể nuôi luôn sạch. Riêng đối với lươn từ 1-3 tháng tuổi phải thay nước 3 lần/ngày vì giai đoạn này lươn ăn trùn chỉ và trùn quế, khả năng tiêu thụ thức ăn còn thấp, nếu không giữ nước sạch, lượng thức ăn dư sẽ ảnh hưởng nguồn nước và sẽ ảnh hưởng rất lớn đến năng suất. Do đó, vấn đề quản lý và xử lý nước nuôi lươn đóng vai trò rất quan trọng đặc biệt đối với những nơi có nguồn nước khan hiếm.

Theo Trương Thị Nga (2008) việc sử dụng thực vật để xử lý nước thải đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới và mang lại kết quả rất tốt [2]. Đặc biệt đối với các loại nước thải có chứa chất ô nhiễm hữu cơ dễ phân hủy với nồng độ vừa phải thì việc sử dụng thực vật để xử lý sẽ mang lại hiệu quả về môi trường lẫn hiệu quả về kinh tế. Có rất nhiều nghiên cứu cho thấy thực vật đóng vai trò quan trọng trong xử lý nước thải, một số loại cây 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... Nghiên cứu của Trương Thị Nga và Võ Thị Kim Hằng (2010) sử dụng lục bình và rau ngổ để xử lý nước thải chăn nuôi. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu suất xử lý nước thải của rau ngổ đối với độ đục là 96,94%; COD là 44,97%; nitơ tổng là 53,60%, phosphat tổng là 33,56% [3]. Kết quả đã chứng minh rau ngổ có khả năng thích nghi và phát triển tốt trong môi trường nước thải. Nghiên cứu của Vũ Thị Nguyệt và cộng sự (2014) cho thấy cây sậy, thủy trúc, cỏ vetiver và bèo tây có hiệu quả khá cao trong việc loại bỏ COD, tổng nitơ (TN) và tổng photpho (TP) trong nước thải chăn nuôi lợn sau công nghệ Biogas [4]. Nghiên cứu của A. 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 [5]. Nghiên cứu của Putu C. Delis 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 [6]. Nghiên cứu của Ying-Feng Lin và cộng sự (2002) đã chứng minh khả năng loại bỏ nitơ trong nước thải nuôi trồng thủy sản của các hệ thống đất ngập nước kiến tạo chảy mặt và đất ngập nước kiến tạo chảy ngầm rất hiệu quả: hiệu suất loại bỏ nitơ amoni ($\text{NH}_4\text{-N}$) từ 86% đến 98% và 95% đến 98% đối với tổng nitơ vô cơ; hiệu suất loại bỏ photphat từ 32% đến 71% [7].

Đã có rất nhiều nghiên cứu sử dụng thực vật thủy sinh để xử lý nước thải trong nuôi trồng thủy sản; tuy nhiên đối với nước thải nuôi lươn vẫn chưa có nghiên cứu nào được thực hiện do mô hình nuôi lươn mới phát triển trong những năm gần đây. Trong nghiên cứu này, cây rau ngổ (*Enhydra fluctuans Lour*) được sử dụng để xử lý chất hữu cơ có trong nước thải nuôi lươn do chúng có đặc điểm sinh trưởng 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 [8]. Hiệu quả của nghiên cứu sẽ được đánh giá thông qua việc theo dõi quá trình sinh trưởng của 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 ngành nuôi trồng thủy sản.

2. Phương pháp thực hiện

2.1. Vật liệu và mô hình thí nghiệm

2.1.1. Vật liệu thí nghiệm

Rau ngổ và nước thải nuôi lợn lấy tại nhà các hộ dân thuộc huyện Vĩnh Lợi - tỉnh Bạc Liêu.

2.1.2. Mô hình thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện trong thời gian từ tháng 01/2021 đến 6/2022 tại trại thực nghiệm trường Đại học Bạc Liêu. Mô hình trồng cây rau ngổ được làm bằng 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 20 cm. Một bể chứa nước thải đầu vào với thể tích 60 lít.

2.2. Các bước thực hiện thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí với 2 nghiệm thức (mỗi nghiệm thức lặp lại 3):

+ Nghiệm thức thứ nhất hay nghiệm thức đối chứng (NT1): đất + nước thải

+ Nghiệm thức thứ hai (NT2): đất + rau ngổ + nước thải.

Bước 1: Thiết lập mô hình để xử lý nước thải: 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 10 cm.

Bước 2: Trồng rau ngổ để tạo điều kiện cho rau ngổ thích nghi và phát triển trong mô hình. Rau ngổ được thu về với kích cỡ tương đối đồng đều nhau với chiều cao khoảng 10 cm. 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 rau ngổ đã trồng thích nghi, theo dõi sự phát triển của rau ngổ, cách 5 ngày sẽ lấy mẫu nước thải trong mô hình đo các chỉ tiêu cho đến khi hoàn thành thí nghiệm.

2.3. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích

Nước thải nuôi lợn 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 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 APHA (1999) được thể hiện qua bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu [9]

Chỉ tiêu	Phương pháp
pH	Máy đo pH
Nhiệt độ	Nhiệt kế thủy ngân
TSS	TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997); APHA-2540.D
DO	Phương pháp Winkler (theo TCVN 5499:1995)
COD	Phương pháp hồi lưu kín- trắc quang; TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989) ; APHA-5220 C/D

2.4. Xử lý số liệu

Xử lý bảng tính, vẽ biểu đồ được thực hiện bằng phần mềm Microsolf Excell và phần mềm thống kê SPSS.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu đầu vào của nước thải nuôi lợn

Kết quả đo các chỉ tiêu của nước thải nuôi lợn 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:2015/BTNMT (cột B1)
Nhiệt độ (°C)	28°C	-
pH	7,05	5,5-9
DO (mg/l)	1,99	≥ 4
TSS (mg/l)	946,7	50
COD(mg/l)	42,83	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:2015/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt trước khi thải vào nguồn tiếp nhận.

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

3.2.1. Kết quả đo nhiệt độ

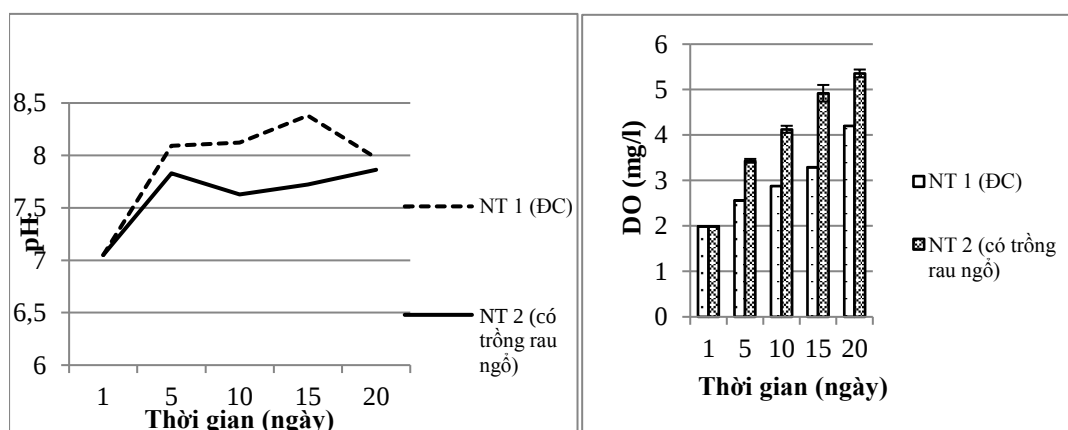
Kết quả đo nhiệt độ của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua bảng 3.

Bảng 3. Giá trị nhiệt độ (°C) của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm

Nghiệm thức (NT)	Ngày 1	Ngày 5	Ngày 10	Ngày 15	Ngày 20
NT1 (°C)	28 ± 0	28 ± 0	28 ± 0	28 ± 0	28 ± 0
NT2 (°C)	28 ± 0	28 ± 0	27,5 ± 0,5	27 ± 0	27 ± 0

Nhìn chung nhiệt độ của nước thải ở 2 nghiệm thức không dao động nhiều trong thời gian thí nghiệm (thời gian đo vào buổi sáng trong khoảng từ 8-9 giờ), đảm bảo cho vi sinh vật và thực vật phát triển ổn định. Ở nghiệm thức có trồng rau ngổ thì nhiệt độ thấp hơn ở nghiệm thức không trồng rau, điều này có thể giải thích như sau: Do sự phát triển về sinh khối, hệ thống tán lá của cây rau ngổ ngăn chặn sự chiếu sáng trực tiếp của mặt trời lên bề mặt nước thải. Quá trình quang hợp đóng mở khí khổng dưới tán lá diễn ra mạnh mẽ làm cho không khí dưới tán lá luôn được làm mới góp phần ổn định nhiệt độ.

3.2.2. Kết quả đo pH và DO



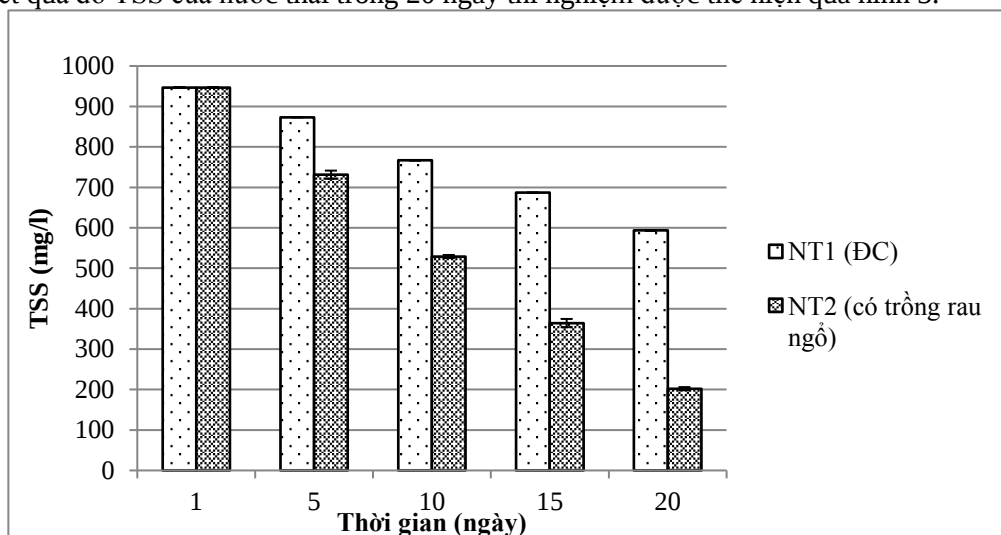
Kết quả đo pH và nhiệt độ của nước thải trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua hình 1 và 2.

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 2 nghiệm thức (nghiệm thức đối chứng từ 7,05 lên 8,09; 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 2 nghiệm thức nhìn chung vẫn duy trì ổn định, không có sự dao động lớn. Ngoài ra, giá trị pH của nước thải ở nghiệm thức đối chứng cao hơn so với nghiệm thức có trồng rau ngổ. Điều này có thể lý giải do có sự xuất hiện của tảo trong các thùng thí nghiệm dẫn đến làm tăng nhanh giá trị pH 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 ngổ, sự hấp thụ và trao đổi chất của thực vật làm cho pH của nước thải ổn định và thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng.

Qua biểu đồ hình 2 cho 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 cây rau ngổ với nghiệm thức đối chứng. Cụ thể từ ngày 1 đến ngày 20, 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 hòa 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 ngổ, lượng oxy hòa tan tăng và cao hơn so với các thùng không trồng rau, điều này cho thấy 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 oxy trong không khí dễ dàng khuếch tán vào nước làm cho nồng độ oxy hòa tan trong nước thải tăng lên. Ngoài ra, nồng độ DO trong thùng đối chứng tăng theo thời gian có thể giải thích là do sự xuất hiện của tảo trong nước thải; trong suốt quá trình thí nghiệm, tảo quang hợp và hấp thụ bớt chất dinh dưỡng trong nước thải, góp phần cung cấp và hoàn tan oxy vào trong nước.

3.2.3. Kết quả đo TSS

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



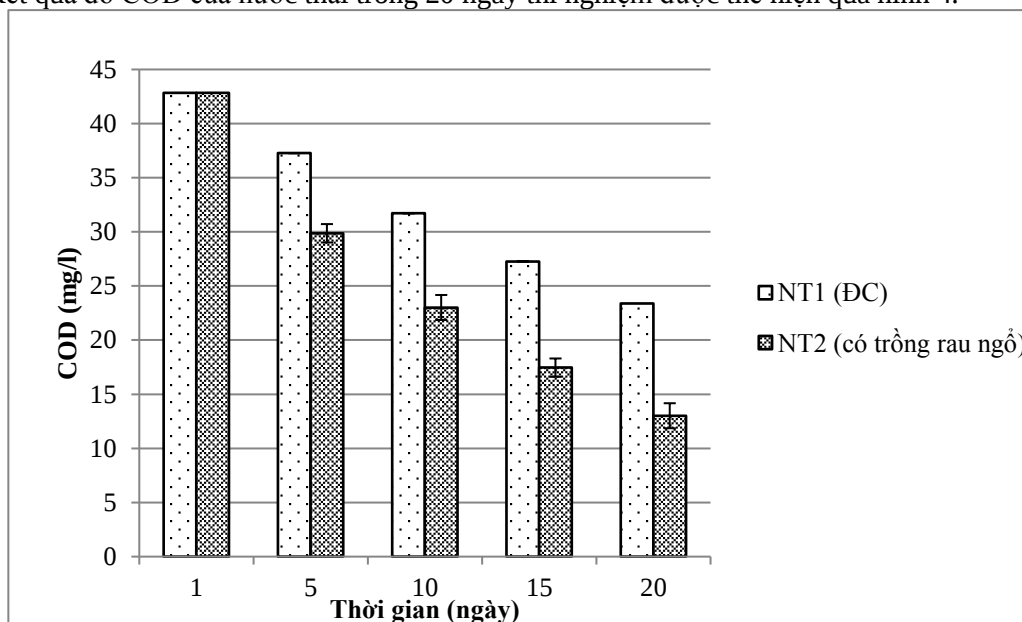
Hình 3. Hàm lượng TSS của nước thải theo thời gian

Biểu đồ hình 3 thể hiện giá trị TSS trong nước thải giảm theo thời gian xử lý. Đặc biệt ở các thùng có trồng cây 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 nghiệm thức có trồng rau với nghiệm thức

không trồng rau. Hiệu suất xử lý TSS trong nước thải nuôi trồng thủy sản ở cả ba thùng trồng rau ngổ đạt trung bình khoảng 78% so với thùng đối chứng là 37%. Điều này chứng tỏ 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. Vì sinh vật trong nước và đất đã góp phần phân hủy và chuyển hóa các chất hữu cơ trong nước thải vì thế ở các nghiệm thức đối chứng thì hàm lượng TSS giảm theo thời gian mặc dù thấp hơn so với nghiệm thức có trồng rau ngổ.

3.2.4. Kết quả đo COD

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

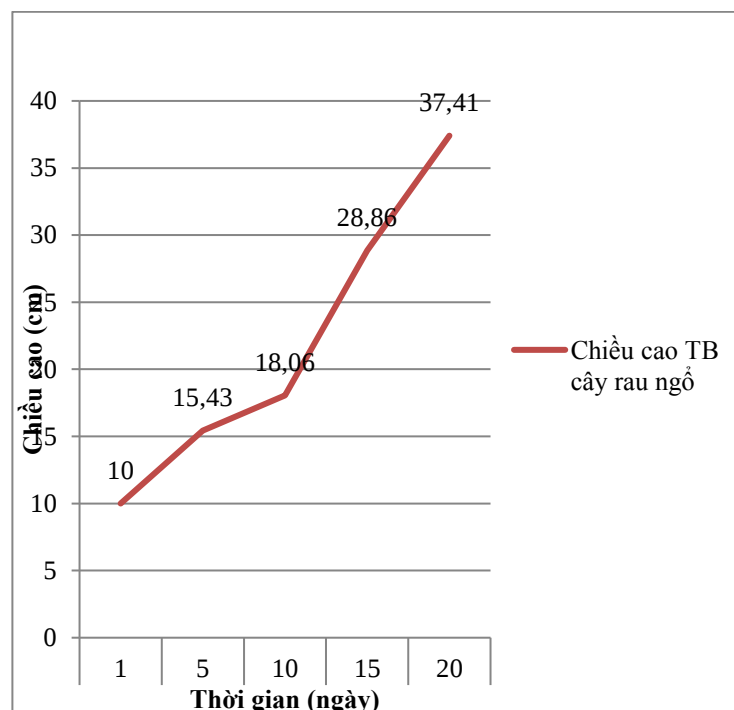


Hình 4. Nồng độ COD của nước thải theo thời gian

Biểu 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 ngổ đạt 70%, trong khi nghiệm thức 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 cây rau ngổ với nghiệm thức đối chứng. Kết quả đo COD cho thấy rau ngổ có tác dụng hấp thu các chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thải. Ngoài ra, nồng độ oxy hòa tan DO trong nước thải tăng theo thời gian thí nghiệm cũng chứng tỏ hàm lượng COD được xử lý tốt. 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 một mạng lưới kết dính các hạt cát với nhau tạo thành một 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. Sau 20 ngày xử lý nước thải có nồng độ COD trong mô hình thí nghiệm đạt loại A của QCVN 08-MT:2015/BTNMT.

3.3. Kết quả theo dõi quá trình phát triển của cây rau ngổ

3.3.1. Kết quả đo chiều cao của rau ngổ theo thời gian



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

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

Đồ thị hình 5 cho thấy chiều cao của cây 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 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, rau ngổ đã bắt đầu thích nghi nên chiều cao gia tăng nhanh; cụ thể từ ngày 10 đến 15, chiều cao tăng trung bình là 10,8 cm, từ ngày thứ 15 đến 20, chiều cao tăng trung bình là 8,55 cm. Sự gia tăng chiều cao của cây rau ngổ trong thí nghiệm cho thấy rau ngổ 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.

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

Sinh khối và số lượng cây rau ngổ trong 20 ngày thí nghiệm được thể hiện qua bảng 4.

Bảng 4. Sinh khối và số lượng cây rau ngổ trước và sau thí nghiệm

Thời gian	Ngày 1	Ngày 20	Tăng thêm	
Sinh khối cây (g)	Thùng 1	32,57	155,14	4,7 lần
	Thùng 2	39,53	160,25	4 lần
	Thùng 3	37,53	153,18	4 lần
	Trung bình	36,54 ± 3,58	156,19 ± 3,65	
Số lượng cây (cây)	Thùng 1	28	43	15 cây
	Thùng 2	27	47	20 cây
	Thùng 3	28	48	20 cây
	Trung bình	27,66 ± 0,58	46 ± 2,65	

Kết quả bảng 4 cho thấy, khối lượng rau ngổ đều tăng so với lúc mới trồng ở cả ba thùng (gấp 4 đến 4,7 lần); số lượng cây con được sinh ra ở cả 3 thùng dao động từ 15- 20 cây, điều này

chúng tỏ rau ngổ đã thích nghi và phát triển trong môi trường nước thải nuôi lươn. 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.

4. Kết luận và kiến nghị

Thí nghiệm nghiên cứu khả năng xử lý chất ô nhiễm hữu cơ có trong nước thải nuôi lươn của cây rau ngổ bước đầu đã đạt được một số kết quả như sau: Mật độ và sinh khối trung bình của rau ngổ tăng lần lượt là 1,69 lần và 4 lần sau 20 ngày thí nghiệm. pH nước thải sau xử lý dao động từ $7 \div 8$. Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) của nước thải sau xử lý giảm khoảng 78%. Nồng độ COD của nước thải sau xử lý giảm khoảng $66 \div 72\%$. Nồng độ DO của nước thải sau xử lý tăng ≥ 5 mg/l. Với kết quả đạt được ở nghiên cứu này đã khẳng định được rằng, hoàn toàn có thể sử dụng cây rau ngổ để xử lý chất hữu cơ trong nước thải nuôi lươn.

Tuy nhiên, hiệu quả của quá trình xử lý còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố: hàm lượng chất hữu cơ có thể phân hủy, mật độ cây rau ngổ, các điều kiện môi trường, mô hình phân hủy... Đồng thời, để có thể ứng dụng quy trình xử lý vào thực tế thì cần phải có những bước nghiên cứu tiếp theo như khảo sát nguồn nước thải của các hoạt động nuôi trồng thủy sản cũng như hiệu quả kinh tế về việc bán rau ngổ trong thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] H. Nguyen, "Application of probiotics in commercial eel farming," Tin cay Trade Service Investment Joint Stock Company, 2020. [Online]. Available: <https://tincay.com>. [Accessed May 15, 2021].
- [2] T. N. Truong, *Class Lecture, Topic: Wetland Resource Management*. Faculty of Agriculture, Can Tho University, 2007.
- [3] T. N. Truong and T. K. H. Vo, "Efficient treatment of livestock wastewater by *Eichhornia crassipes* and *Enhydra fluctuans* Lour," Can Tho University, 2007. [Online]. Available: <http://thongtinkhcn.vinhlong.gov.vn>. [Accessed Dec. 12, 2021].
- [4] A. Enduta, A. Jusoh, N. Ali, and W. B. Wan Nik, "Nutrient removal from aquaculture wastewater by vegetable production in aquaponics recirculation system," *Desalination and Water Treatment*, vol. 32, no. 1-3, pp. 422-430, 2012.
- [5] T. N. Vu, V. T. Tran, D. K. Dang, T. K. A. Bui, and H. Y. Vu, "Application of ecological technology for removal of COD, nitrogen and phosphorus from piggery wastewater after biogas production technology," *Journal of Vietnamese Environment*, vol. 8, no. 5, 2016. [Abstract]. Available: <https://www.jve/article/view/150>. [Accessed May 12, 2022].
- [6] P. C. Delis, H. Effendi, M. Krisanti, and S. Hariyadi, "Treatment of aquaculture wastewater using *Vetiveria zizanioides* (Liliopsida, Poaceae)," *Scholarly Journal, Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, vol. 8, no. 4, pp. 616-625, 2015.
- [7] Y. -F. Lin, S. -R. Jing, D. -Y. Lee, and T. -W. Wang, "Nutrient removal from aquaculture wastewater using a constructed wetlands system," *Aquaculture*, vol. 209, no. 1-4, pp. 169-184, 2002.
- [8] R. Ali, M. Billah, M. Hassan, S. M. Rahman, and D. Al-Emran, "Enhydra fluctuans Lour: A Review," *Research Journal of Pharmacy and Technology*, ISSN 0974-3618, pp. 927-929, 2013. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/>. [Accessed June 12, 2022].
- [9] APHA, AWA, and WEF, "Standard methods for the examination of water and wastewater," 19th edition, *American public Health Association 1015 Fifteenth Street*, NW Washington, DC 20005, 1999.