

ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC XẢ AO NUÔI CÁ TRA (*Pangasianodon Hypophthalmus*) BẰNG MÔ HÌNH ĐẤT NGẬP NƯỚC KIẾN TẠO CHẢY NGẦM PHƯƠNG NẴM NGANG KẾT HỢP TRỒNG CỎ VETIVER (*Vetiveria Zizanioides L*)

• Trần Thảo Vy^(*), Huỳnh Cảnh Thanh Lam^(*),
Nguyễn Trường Thọ^(*), Lê Anh Tuấn^(**), Trương Hoàng Đan^(**)
Tóm tắt

Nghiên cứu bố trí thí nghiệm mô hình đất ngập nước kiến tạo chảy ngầm phương ngang trồng cỏ Vetiver để xử lý nước xả ao nuôi cá Tra, kết quả phân tích các chỉ tiêu chất lượng nước đầu ra sau mười hai tuần thí nghiệm đều đạt tiêu chuẩn Cột A theo QCVN 40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp, cho phép thải vào nguồn nước mặt hoặc tái sử dụng. Hiệu quả xử lý các chỉ tiêu BOD₅ là 93,2%; COD là 92,3%; TN là 78,9%; TP là 86,8%; TSS là 93,4% và Coliforms là 98,3%. Bên cạnh đó, thời gian và vị trí cũng như diện tích trồng cỏ ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống, từ đó làm cơ sở khoa học để thiết kế một khu đất ngập nước có hiệu quả và khả thi về kinh tế.

Từ khóa: Đất ngập nước kiến tạo, cỏ Vetiver, xử lý nước xả, ao nuôi cá Tra.

1. Đặt vấn đề

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) của Việt Nam được xem như là vùng trọng điểm sản xuất thủy sản của cả nước, đặc biệt là cá da trơn như cá Tra và cá Basa. Đối với ngành nuôi cá Tra, hầu hết người dân phát triển nuôi cá tự phát theo hình thức thâm canh và với mật độ nuôi khá cao. Nuôi cá theo hình thức thâm canh đã có tác động rất lớn đến môi trường do thức ăn dư thừa, chất thải dạng phân và chất bài tiết bị tích tụ lại trong nước và nền đáy. Lượng nước ao được thay thường xuyên và tăng dần theo thời gian thu hoạch và thể tích nước thay trong ao từ 30 - 100%; lượng nước thải này hầu hết được bơm trực tiếp ra sông hay kênh rạch do chưa có phương án xử lý [1]. Để giảm thiểu ảnh hưởng của các chất ô nhiễm trước khi thải ra ngoài môi trường cần phải có biện pháp xử lý nước thải hiệu quả.

Đất ngập nước kiến tạo (ĐNNKT) là một hệ thống xử lý giúp mang lại nhiều hiệu quả hơn trong việc loại bỏ chất ô nhiễm như: ít tốn kinh phí, ít hao tổn năng lượng và dễ vận hành hơn so với các hệ thống khác. Các hệ thống ĐNNKT này được sử dụng cho việc xử lý các loại nước thải có chứa nhiều chất hữu cơ như nước thải nhà máy giấy, nhà máy chế biến thực phẩm, bia rượu, cơ sở giết mổ... và ao nuôi cá nước ngọt. Trong 02 kiểu

phân loại ĐNNKT gồm loại chảy tự do trên mặt đất (*free surface flow*) và loại chảy ngầm trong đất (*subsurface flow*) thì loại chảy ngầm có hiệu quả xử lý cao hơn, ít tốn diện tích đất hơn và hạn chế được vấn đề muỗi hoặc côn trùng phát triển [3]. Bên cạnh đó, có nhiều loại thực vật có khả năng xử lý ô nhiễm, trong đó cỏ Vetiver (*Vetiveria zizanioides L*) là một loại thực vật có bộ rễ rất phát triển, mọc rất nhanh và ăn sâu, bám chắc vào trong lòng đất. Chúng có đặc tính là chịu hạn và chịu nước rất tốt, đặc biệt là chúng có thể sống và sinh trưởng được trong vùng ngập nước với mức độ ô nhiễm cao.

Xuất phát từ những vấn đề trên, nghiên cứu tiến hành với mục tiêu khảo sát diễn biến chất lượng nước xả ao nuôi cá Tra khi xử lý qua mô hình ĐNNKT chảy ngầm phương nằm ngang trồng cỏ Vetiver và đánh giá khả năng làm giảm chất ô nhiễm của mô hình góp phần làm giảm ô nhiễm môi trường nước mặt.

2. Phương tiện và phương pháp nghiên cứu

Tiến trình thực hiện nghiên cứu bao gồm 03 bước: (1) Khảo sát và bố trí thí nghiệm mô hình ĐNNKT chảy ngầm phương nằm ngang kết hợp trồng cỏ Vetiver để xử lý nước xả ao nuôi cá Tra; (2) Thu mẫu và phân tích các chỉ tiêu chất lượng nước xả ao nuôi cá Tra khi cho xử lý qua mô hình thí nghiệm; (3) Dựa vào kết quả phân tích để đánh giá diễn biến chất lượng nước xả ao nuôi cá Tra và xác định hiệu quả xử lý của mô hình ĐNNKT trồng cỏ Vetiver.

^(*) Học viên cao học, Trường Đại học Cần Thơ.

^(**) Trường Đại học Cần Thơ.

2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.1.1. Dưỡng cỏ và thăm dò khả năng thích nghi của cỏ Vetiver

Mục tiêu của giai đoạn này là xử lý và chọn lọc cỏ Vetiver đạt chất lượng, có kích thước tương đối đồng đều nhau, phát triển ổn định và hoàn thiện về độ dài rễ, có nhiều chồi khỏe, đủ điều kiện để đưa vào thí nghiệm. Ở giai đoạn này chủ yếu thực hiện các công đoạn sau:

(i) Chuẩn bị cát để trồng cỏ có chất lượng tương đối đồng đều nhau và chọn khu vực có điều kiện môi trường phù hợp cho cỏ phát triển;

(ii) Xử lý cỏ Vetiver: Nguồn giống lấy ngoài tự nhiên được chọn lựa với kích cỡ đồng đều nhau. Khi bố trí thí nghiệm, rửa sạch bằng nước máy để loại bỏ đất và tạp chất bám dính trên bề mặt;

(iii) Trước khi trồng vào chậu thí nghiệm, cỏ Vetiver được cân khối lượng tươi, đo chiều dài rễ và thân lá. Chọn lọc cỏ Vetiver đạt chất lượng đưa vào thí nghiệm;

(iv) Dưỡng cỏ Vetiver: Tách từng tép cỏ rời nhau sau đó đưa vào trồng trong chậu đã chuẩn bị, thời gian dưỡng cỏ kéo dài 30 ngày trong cùng điều kiện thời tiết và nguồn nước trước khi tiến hành trồng vào mô hình thí nghiệm. Đảm bảo khi trồng vào mô hình, cỏ Vetiver phải cách đều nhau và trong cùng điều kiện dinh dưỡng là nước xả ao nuôi cá Tra.

2.1.2. Bố trí mô hình ĐNNKT chảy ngầm theo phương nằm ngang trồng cỏ Vetiver

Mô hình đất ngập nước chảy ngầm theo phương nằm ngang có thể áp dụng hiệu quả vào thực tế, phù hợp với điều kiện địa hình tại khu vực bố trí thí nghiệm, dễ dàng vận hành, ít tốn diện tích và giảm chi phí trong xây dựng. Mô hình được bố trí dựa trên thiết kế của Lê Anh Tuấn (2007) với kích thước 2 m x 8 m x 0,5 m chiều sâu, tổng diện tích bề mặt là 16 m². Đáy và thành đoạn xử lý được lót tấm bạc không thấm nước nhằm giảm sự thấm và hòa lẫn các tạp chất trong đất. Độ dốc khu ĐNNKT là 5% để làm tăng hệ số thấm dẫn nước và tập trung nước sau xử lý được dễ dàng. Thời gian lưu nước trong hệ thống đất ngập nước được đề xuất từ 4 - 15 ngày [2], trong thí nghiệm này chọn thời gian lưu nước là 07 ngày để xác định lưu lượng nạp nước thải cho mô hình nhằm tạo thích nghi cho cây trồng với nước thải. Nước được bơm

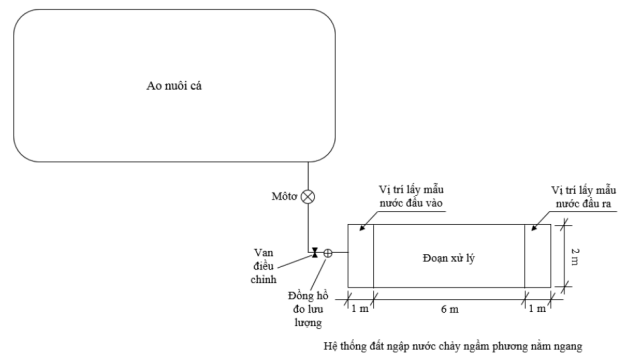
vào hệ thống xử lý với lưu lượng xác định là 1,14 m³/ngày. Mô hình được che chắn bởi tấm bạt nhựa trong suốt nhằm hạn chế hiện tượng nước mưa hòa lẫn vào nước thí nghiệm ảnh hưởng đến kết quả phân tích nhưng vẫn đảm bảo đủ ánh sáng để cỏ quang hợp và phát triển.

Mô hình ĐNNKT gồm 3 ngăn liên tục được ngăn cách nhau bởi lưới chắn:

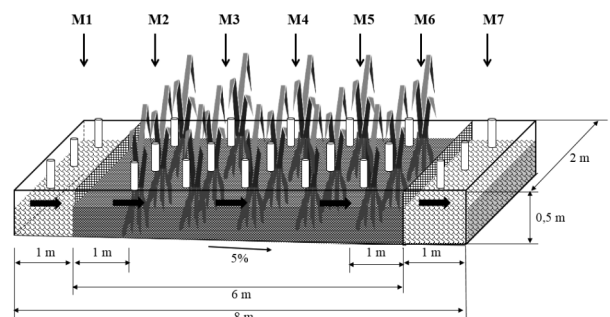
(i) Ngăn chứa nước vào chiếm 1 m chiều dài, dùng để chứa đá nhuyễn đã được rửa sạch nhằm tạo bước tiền xử lý cho hệ thống;

(ii) Đoạn xử lý dài 6 m chứa cát và trồng cỏ Vetiver, chọn loại cát xây dựng có độ rỗng 40% và đường kính $D_{50} = 0,4$ mm, bố trí 15 ống PVC tương ứng với 5 vị trí thu mẫu (3 ống/vị trí thu mẫu theo hàng ngang) dọc theo chiều dài đoạn xử lý, mỗi vị trí cách nhau 1 m;

(iii) Ngăn thu nước sau xử lý là 1 m chứa vật liệu như ngăn đầu vào. Nước xả sau khi xử lý được dẫn vào đường ống thu gom nước chung của cơ sở để thải ra bên ngoài.



Hình 1. Sơ đồ khu vực bố trí thí nghiệm



Hình 2. Mô hình ĐNNKT chảy ngầm phương nằm ngang kết hợp trồng cỏ Vetiver (Bản vẽ không chia theo tỷ lệ)

2.2. Khảo sát diễn biến các chỉ tiêu chất lượng nước xả ao nuôi cá Tra

Các chỉ tiêu khảo sát chất lượng nước xả bao

gồm: nhiệt độ, pH, COD, BOD₅, DO, TN, TP, TSS và Coliforms. Thí nghiệm được thực hiện trong 3 tháng với tần suất khảo sát là 1 tuần/lần, có tất cả 12 đợt. Các vị trí thu mẫu gồm có mẫu đầu vào (M1), đầu ra (M7) và các vị trí đặt ống thu mẫu trên đoạn xử lý (M2, M3, M4, M5, M6), mỗi mẫu được lặp lại 3 lần. Thời gian lấy mẫu vào buổi sáng trong khoảng thời gian từ 07h00 đến 08h00.

Bảng 1. Phương pháp/dụng cụ đo sử dụng trong phân tích thí nghiệm

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp
1	Nhiệt độ	°C	Đo trực tiếp bằng máy đo cầm tay HANNA HI8314
2	pH		Đo trực tiếp bằng máy đo cầm tay HANNA HI8314
3	COD	mg/L	Phương pháp Dicromate Kali
4	BOD ₅	mg/L	Phương pháp Winkler
5	DO	mg/L	Đo trực tiếp bằng máy đo cầm tay HANNA HI9147
6	TN	mg/L	Phương pháp Kjeldahl (APHA, 1998)
7	TP	mg/L	Phương pháp Acid ascorbic (APHA, 1998)
8	TSS	mg/L	Phương pháp khối lượng
9	Coliforms	MPN/100 mL	Phương pháp Kjeldahl (APHA, 1998)

Các chỉ tiêu nhiệt độ, pH, DO được đo bằng thiết bị đo cầm tay trực tiếp tại hiện trường vào lúc 07h00 sáng. Dùng bình nhựa 1,5 L sạch rửa ít nhất ba lần bằng chính nguồn nước trước khi lấy mẫu và được lấy đầy chai đôi với các chỉ tiêu COD, BOD₅, TN, TP và TSS. Riêng chỉ tiêu Coliforms sử dụng chai thủy tinh được tiệt trùng trước khi lấy mẫu

Bảng 2. Nồng độ trung bình đầu vào và đầu ra của hệ thống ĐNNKT sau 12 tuần thí nghiệm

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Đầu vào (TB ± SE)	Đầu ra (TB ± SE)	QCVN 40:2011/BTNMT	
					Cột A	Cột B
1	Nhiệt độ	°C	28,5	27,5	40	40
2	pH		7,15	6,93	6 - 9	5,5 - 9
3	DO	mg/L	1,05 ± 0,03	4,87 ± 0,03		
4	BOD ₅	mg/L	76,01 ± 0,02	5,16 ± 0,03	30	50
5	COD	mg/L	152,53 ± 0,55	11,8 ± 0,1	75	150
6	TN	mg/L	43,74 ± 0,14	9,24 ± 0,07	20	40
7	TP	mg/L	12,72 ± 0,03	1,68 ± 0,04	4	6
8	TSS	mg/L	112,95 ± 0,05	7,47 ± 0,21	50	100
9	Coliforms	MPN/100 mL	15.575 ± 293,82	270 ± 5,29	3000	5000

nhằm tránh sai số do nhiễm bẩn từ bên ngoài vào mẫu nước, lấy 2/3 chai để tạo khoảng không khí cho vi sinh vật sống. Trên mỗi chai lấy mẫu đều được ghi đầy đủ thông tin gồm vị trí lấy mẫu, thời gian và điều kiện lấy mẫu. Mẫu sau khi thu được bảo quản lạnh trong thùng lưu mẫu và vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 12 giờ để phân tích. Phương pháp phân tích và dụng cụ đo đối với từng chỉ tiêu được nêu cụ thể như trong Bảng 1.

2.3. Đánh giá và xác định hiệu quả xử lý của mô hình ĐNNKT trồng cỏ Vetiver

Xác định hiệu quả của mô hình ĐNNKT dựa theo công thức sau:

$$H (\%) = \frac{C_{\text{vào}} - C_{\text{ra}}}{C_{\text{vào}}} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó: H: Hiệu quả xử lý nước xả (%);
C_{vào}: Nồng độ đầu vào hệ thống xử lý (mg/L);
C_{ra}: Nồng độ đầu ra hệ thống xử lý (mg/L).

Sử dụng phần mềm Excel trong Microsoft Office 2010 để thống kê cơ bản, tính trung bình và độ lệch chuẩn. Phần mềm thống kê (SPSS) 16.0 phân tích phương sai ANOVA được áp dụng để kiểm tra sự khác biệt các chỉ tiêu chất lượng nước xả ở từng vị trí thu mẫu trong mô hình ĐNNKT thí nghiệm với phép thử Duncan ở mức tin cậy 5%.

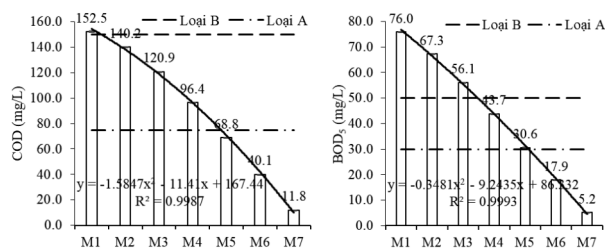
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Diễn biến chất lượng nước xả ao nuôi cá Tra khi xử lý qua mô hình ĐNNKT chảy ngầm phương nằm ngang trồng cỏ Vetiver

Trung bình nồng độ nước xả ao nuôi cá Tra trước và sau khi xử lý của hệ thống xử lý sau 12 tuần nghiên cứu được trình bày ở Bảng 2. Thông số chất lượng nước được thể hiện bằng nồng độ trung bình (mg/L) ± sai số chuẩn (SE).

Nhìn chung nồng độ các chất ô nhiễm trong nước xả đầu vào đều vượt so với QCVN 40:2011/BTNMT trừ một số chỉ tiêu đặc thù vẫn nằm trong giới hạn cho phép ở cột B QCVN 40:2011/BTNMT (nhiệt độ: 28,5°C, pH: 7,15, TSS: 112,95 mg/L). Nhiệt độ hầu như không có sự thay đổi trong nước xả đầu vào và đầu ra ($p > 0,05$) dao động từ 27,5 - 28,5°C. pH của nước sau quá trình xử lý của hệ thống gần như trung tính, pH từ 7,15 giảm xuống còn 6,93, kết quả phù hợp cho các quá trình xử lý sinh học và phù hợp với sự sống của hầu hết các loài sinh vật khi thải ra môi trường. Oxy hòa tan thấp có thể làm ảnh hưởng đến các quá trình tự phân giải của nước như quá trình nitrite, nitrate hóa... Sau khi qua hệ thống xử lý bằng ĐNNKT, hàm lượng chất hữu cơ giảm và nhu cầu sử dụng oxy giảm theo thời gian, đồng thời oxy hấp thụ trực tiếp từ không khí thông qua quá trình quang hợp của thực vật thủy sinh làm oxy hòa tan trong nước tăng, nồng độ oxy hòa tan được cải thiện tốt hơn.

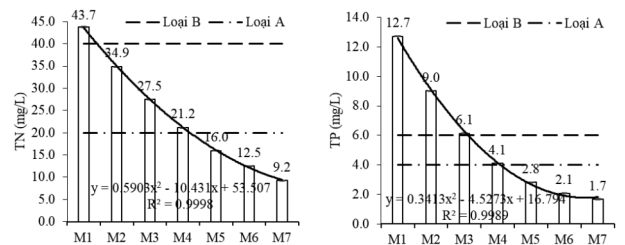
Nồng độ đầu vào trung bình BOD₅ và COD trong nước xả ao nuôi cá Tra ở tuần thứ mười hai lần lượt là 76,01 mg/L và 152,53 mg/L. Sau khi qua hệ thống xử lý, BOD₅ và COD đều giảm rõ rệt qua từng vị trí dọc theo hệ thống ĐNNKT và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), nồng độ BOD₅ giảm còn 5,16 mg/L và COD giảm còn 11,8 mg/L trong nước xả đầu ra (giá trị COD luôn lớn hơn BOD₅ với tỷ lệ $BOD_5 \geq 0,5 COD$ [4]), có thể thấy được nồng độ chất ô nhiễm đã được xử lý khá hiệu quả. Nguyên nhân là do các chất hữu cơ đã bị giữ lại trong ngăn lọc qua đá sỏi và bể xử lý bằng cát có trồng cỏ Vetiver. DO trong nước xả đầu ra tăng lên cũng chứng tỏ BOD₅ và COD được xử lý tốt.



Hình 3. Diễn biến nồng độ COD và BOD₅ sau 12 tuần xử lý qua mô hình ĐNNKT

Hàm lượng TN và TP trong nước xả đầu ra giảm đi nhờ vào khả năng hấp thụ đạm và lân của

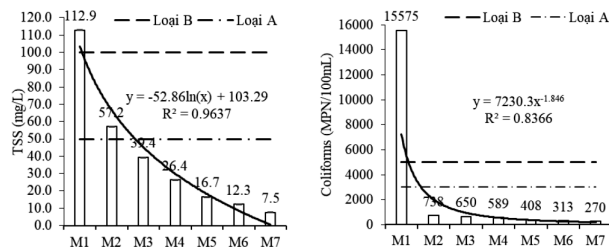
cỏ Vetiver. Tuy nhiên hàm lượng TN trong nước xả khi đi qua mô hình thí nghiệm có thể đạt được mức tiêu chuẩn loại B trong giai đoạn đầu. Nhưng để đạt được mức chỉ tiêu loại A thì cần phải có thời gian để cỏ Vetiver phát triển. Sau 12 tuần hàm lượng TN đầu ra giảm 4,7 lần (từ 43,74 mg/L giảm còn 9,24 mg/L) và đạt loại A khi đến vị trí M5. Sự thay đổi hàm lượng TN trong nước xả ao nuôi cá Tra khi cho xử lý qua mô hình ĐNNKT có sự khác biệt giữa các vị trí trồng cỏ và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Điều này chứng tỏ hệ thống xử lý nước xả ao nuôi cá Tra bằng ĐNNKT kết hợp trồng cỏ Vetiver đạt hiệu quả khá cao trong việc xử lý đối với chỉ tiêu TN. Đối với chỉ tiêu TP, tại vị trí M4 có khả năng làm giảm hàm lượng TP từ 12,7 mg/L còn 4,1 mg/L (giảm 3,1 lần) và TP trong nước xả đầu ra (M7) là 1,7 mg/L đạt tiêu chuẩn loại A QCVN 40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp. Hàm lượng TP giảm dần qua từng vị trí trồng cỏ dọc theo hệ thống ĐNNKT và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).



Hình 4. Diễn biến hàm lượng TN và TP sau 12 tuần xử lý qua mô hình ĐNNKT

Hàm lượng chất rắn lơ lửng (TSS) và Coliforms cũng được hệ thống giữ lại khá hiệu quả qua cơ chế lắng và lọc trong hệ thống ĐNNKT. Cơ chế loại bỏ TSS chủ yếu trong hệ thống ĐNNKT chảy ngầm theo phương ngang là cơ chế lắng và lọc [5]. Do đó nồng độ TSS tại điểm M2 giảm đáng kể khi qua ngăn lọc đá sỏi ($p < 0,05$). Nồng độ TSS trong nước xả tiếp tục giảm khi vào điểm M3, vì được các vật liệu lọc trong bể cát giữ lại nên nồng độ TSS giảm xuống khá rõ rệt ở đầu ra M7 ($p < 0,05$). Trong suốt quá trình thí nghiệm, nồng độ TSS trung bình ở đầu ra (M7) của hệ thống ĐNNKT đều dưới mức giá trị giới hạn cho phép loại A (50 mg/L) theo QCVN 40:2011/BTNMT. Bên cạnh đó, kết quả khảo sát diễn biến Coliforms cũng cho thấy hàm lượng Coliforms được giữ lại chủ yếu tại ngăn lọc qua đá sỏi, có thể do các chất ô nhiễm kết với đá

sôi diễn ra sự lắng lọc vật lý và việc lắng lọc này có thể làm giảm tới 90% số vi khuẩn có trong nước trong vòng vài ngày. Khi vào điểm M2 đến đoạn xử lý qua cát và cỏ Vetiver, tại đây các vi sinh vật (VSV) sinh ra trong ĐNNKT bám vào các hạt cát để tạo thành màng giữ lại và các vi khuẩn, VSV khác được loại bỏ ra khỏi nước lần lượt dọc theo chiều dài hệ thống xử lý.



Hình 5. Diễn biến hàm lượng TSS và Coliforms sau 12 tuần xử lý qua mô hình ĐNNKT

Bảng 3. Hiệu quả của mô hình ĐNNKT thí nghiệm trong việc loại bỏ các chất ô nhiễm từ nước xả ao nuôi cá Tra (Đơn vị tính: %)

STT	Chỉ tiêu	Tuần											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	BOD ₅	10,0	18,4	26,4	42,6	56,5	69,0	73,2	75,2	80,1	84,3	90,7	93,2
2	COD	11,4	18,4	27,4	49,6	66,7	75,5	84,4	88,7	90,7	91,0	91,8	92,3
3	TN	47,1	47,1	53,0	50,7	52,3	59,0	62,2	64,7	70,3	70,4	77,5	78,9
4	TP	73,5	74,1	69,6	73,5	72,0	73,4	75,5	81,6	80,7	79,3	86,9	86,8
5	TSS	68,5	71,1	75,1	80,7	88,0	88,2	88,5	90,2	90,9	90,3	91,1	93,4

Theo kết quả phân tích tại Bảng 3 cho thấy, hiệu quả loại bỏ TP là 73,5% - 74,1% sau hai tuần vận hành, và hơn 80% kể từ tuần thứ tám vì lúc này cỏ Vetiver đã được phát triển hoàn thiện bộ rễ nên khả năng hấp thụ mạnh hơn. Hiệu quả loại trừ TN ít hơn so với TP, sau một đến hai tuần, hiệu quả xử lý TN chỉ có 47,1% và sau 12 tuần đạt 78,9%. Điều này chỉ ra rằng hiệu quả loại bỏ Phospho bằng cỏ Vetiver cao hơn so với Nitơ. Hiệu quả xử lý nồng độ BOD₅ và COD cùng đạt hơn 50% sau năm tuần thí nghiệm, điều này cũng làm tăng nồng độ DO trong nước xả lên. Nhìn chung, sau 12 tuần thực hiện nghiên cứu hệ thống xử lý nước xả ao nuôi cá Tra bằng mô hình ĐNNKT chảy ngầm theo phương ngang kết hợp trồng cỏ Vetiver có các chỉ tiêu phân tích đầu ra đều nằm trong giới hạn cho phép của Quy chuẩn Việt Nam QCVN 40:2011/BTNMT và

Từ các phân tích trên, nghiên cứu có thể chứng minh được hiệu quả của cỏ Vetiver trong việc làm giảm hàm lượng TSS trong nước xả và có ảnh hưởng đến sự loại bỏ VSV ra khỏi nước xả nhờ vào bộ rễ phát triển tốt, dày đặc thuận lợi cho sự phát triển của VSV ăn các vi khuẩn và VSV gây bệnh khác.

3.2. Hiệu quả làm giảm chất ô nhiễm trong nước xả ao nuôi cá Tra của mô hình ĐNNKT chảy ngầm phương ngang kết hợp trồng cỏ Vetiver

Hiệu quả xử lý (%) được tính bằng phần trăm sự khác biệt giữa hàm lượng chất ô nhiễm đầu vào (M1) và đầu ra (M7) của mô hình ĐNNKT chảy ngầm theo phương ngang có trồng cỏ Vetiver.

giảm hơn 50% so với đầu vào. Do vậy, xét về hiệu quả kỹ thuật (hiệu quả xử lý) thì mô hình hệ thống thí nghiệm đạt yêu cầu về mặt kỹ thuật. Mức độ xử lý từng chỉ tiêu ô nhiễm ở từng vị trí trồng cỏ khác nhau có ý nghĩa thống kê (p<0,05). Điều này chứng tỏ hệ thống ĐNNKT có thể xử lý khá tốt các chất hữu cơ có trong nước xả ao nuôi cá Tra, và khả năng xử lý các chất ô nhiễm của cỏ Vetiver là khá cao.

Về mặt kỹ thuật, khả năng sử dụng hệ thống ĐNNKT chảy ngầm theo phương ngang kết hợp trồng cỏ Vetiver để xử lý nước xả ao nuôi cá Tra cho kết quả khá tốt. Bảng 4 và 5 thể hiện sự so sánh khả năng xử lý nước xả ao nuôi cá Tra đạt loại B và loại A theo QCVN 40:2011/BTNMT giữa các vị trí trồng cỏ Vetiver trong mô hình ĐNNKT thí nghiệm.

Bảng 4. So sánh khả năng xử lý nước xả ao nuôi cá Tra đạt loại B QCVN 40:2011/BTNMT giữa các vị trí trồng cỏ Vetiver trong mô hình ĐNNKT thí nghiệm

STT	Chỉ tiêu	Tuần											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	BOD ₅		M7	M6	M5	M5	M4	M4	M4	M4	M4	M4	93,2
2.	TN	M2	M2	M2	M2	M2	M3	M2	M3	M3	M3	M3	M2
3.	TP	M6	M6	M6	M6	M6	M5	M5	M5	M5	M4	M4	M4
4.	TSS	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2
5.	Coliforms	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2

Bảng 5. So sánh khả năng xử lý nước xả ao nuôi cá Tra đạt loại A QCVN 40:2011/BTNMT giữa các vị trí trồng cỏ Vetiver trong mô hình ĐNNKT thí nghiệm

STT	Chỉ tiêu	Tuần											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	BOD ₅	M7	M6	M6	M6	M6	M6	M6	M4	M4	M4	M4	93,2
2.	COD	M7	M6	M6	M6	M5	M5	M5	M5	M5	M3	M3	M2
3.	TN	M7	M7	M6	M6	M6	M6	M6	M5	M5	M4	M4	M4
4.	TP	M7	M7	M6	M6	M6	M5	M5	M2	M2	M2	M2	M2
5.	TSS	M5	M4	M4	M4	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3
6.	Coliforms	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M2

Theo kết quả từ Bảng 4 và Bảng 5 cho thấy, sau mười hai tuần, nồng độ các chất ô nhiễm đạt giá trị B tại vị trí M2 đối với các chỉ tiêu TN, TSS, Coliforms và tại vị trí M4 đối với chỉ tiêu TP và BOD₅. Bên cạnh đó, nồng độ các chất ô nhiễm đạt giá trị A tại vị trí M2 đối với các chỉ tiêu Coliforms, vị trí M3 đối với chất rắn lơ lửng (TSS), vị trí M6 đối với chỉ tiêu BOD₅ và tại vị trí M5 đối với các chỉ tiêu TN, TP và COD. Nghiên cứu nhận thấy rằng, nếu muốn tăng hiệu quả và giảm thời gian xử lý chất ô nhiễm trong nước xả thì cần tăng chiều dài của hệ thống ĐNNKT, tăng diện tích trồng cỏ, điều này yêu cầu diện tích cần dùng để xử lý phải lớn. Ngược lại, để tiết kiệm diện tích đất, có thể giảm chiều dài, giảm diện tích và tăng mật độ trồng cỏ Vetiver trong hệ thống ĐNNKT. Tùy theo mục đích tái sử dụng nước xả đầu ra, nhu cầu hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm hay điều kiện kinh tế cũng như những điều kiện về mặt thời gian và không gian mà thiết kế hệ thống ĐNNKT sao cho đạt hiệu quả tối ưu nhất cho người sử dụng.

4. Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy ĐNNKT chảy ngầm theo phương ngang là một hệ thống có khả năng xử lý các chất ô nhiễm khá tốt, hàm

lượng các chất ô nhiễm trong nước xả đầu ra đều đạt loại A QCVN 40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp. Đồng thời, cỏ Vetiver là loại thực vật ngập nước có khả năng thích nghi và phát triển tốt trong điều kiện ô nhiễm là nước xả ao nuôi cá Tra, góp phần làm tăng hiệu quả xử lý của mô hình ĐNNKT. Phương pháp xử lý nước xả ao nuôi cá Tra bằng ĐNNKT tuy tốn nhiều diện tích đất hơn so với các phương pháp xử lý hiện đại, nhưng thay vào đó là việc vận hành đơn giản, ít tốn kém cho chi phí đầu tư xây dựng, thời gian hoạt động dài nên phương pháp này rất phù hợp cho việc xử lý nước thải công nghiệp và rất có tiềm năng trong việc xử lý nước thải sinh hoạt của các khu dân cư cũng như đô thị. Bên cạnh đó, nghiên cứu nhận thấy được tác động của thời gian và mật độ cũng như diện tích trồng cỏ ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống ĐNNKT, từ đó làm cơ sở khoa học để thiết kế một khu ĐNNKT có hiệu quả và khả thi về kinh tế để xử lý nước xả ao nuôi cá Tra, xử lý nước thải sinh hoạt hoặc các loại nước thải khác hoặc nghiên cứu thêm với nhiều loại thực vật khác nhau trên cùng hệ thống để so sánh, tìm ra loại thực vật phù hợp hơn và có giá trị sử dụng cao sau khi thu hoạch./.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lâm Thị Mỹ Nhiên và Ngô Thụy Diễm Trang (2013), “Vai trò của bồn bồn trong hệ thống đất ngập nước kiến tạo xử lý nước thải ao nuôi cá Tra thâm canh tuần hoàn kín”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 24 (12), tr. 31-36.
- [2]. Lê Anh Tuấn, Lê Hoàng Việt và Guido Wyseure (2009), *Giáo trình Đất ngập nước kiến tạo*, NXB Nông nghiệp, thành phố Hồ Chí Minh.
- [3]. Lê Anh Tuấn (2007), “Xử lý nước thải các ao nuôi cá nước ngọt bằng đất ngập nước kiến tạo”, *Hội thảo “Quản lý và xử lý ao nuôi thủy sản”*, Sở Tài nguyên và Môi trường An Giang, tr. 1-14.
- [4]. Lê Hoàng Việt (2003), *Giáo trình phương pháp xử lý nước thải*, NXB Đại học Cần Thơ, thành phố Cần Thơ.
- [5]. J. Vymazal (2005), “Horizontal subsurface flow and hybrid constructed wetlands systems”, *Ecological Engineering*, (25), p. 478-490.

**ASSESSING WASTEWATER QUALITY PERFORMANCE OF PANGASIAS
(*Pangasianodon Hypophthalmus*) POND BY THE CONSTRUCTED HORIZONTAL
SUBSURFACE FLOW WETLAND MODEL INCORPORATING VETIVER GRASS
(*Vetiveria Zizanioides L*)**

Summary

Studying the experimental design of tidal submerged wetland model of Vetiver grass for treatment of catfish pond effluent, the results show that water quality indicators after twelve weeks of experiment all got Standard Column A in accordance with QCVN 40: 2011/BTNMT on industrial wastewater, which permits discharging into surface water or reuse. The treatment efficiency for the indicators of BOD₅, COD, TN, TP, TSS and Coliforms is respectively 93.2%, 92.3%, 78.9%, 86.8%, 93.4% and 98.3%. In addition, time and location as well as the area planted to grass all affect the efficiency of the system, thus making the scientific basis for designing an efficient and economically viable wetland.

Keywords: Constructed wetland, Vetiver, wastewater treatment, catfish ponds.

Ngày nhận bài: 31/8/2017; Ngày nhận lại: 16/4/2018; Ngày duyệt đăng: 28/05/2018.