

KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI TỪ AO NUÔI TÔM THÂM CANH BẰNG VẬT LIỆU LỌC LƯỚI ĐÁNH CÁ

Nguyễn Văn Tuyền^{1,*}, Lê Văn Dũ¹, Hồng Minh Hoàng²,

Lê Văn Toàn³, Nguyễn Đức Ngân⁴

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

² Viện Nghiên cứu Biến đổi khí hậu, Đại học Cần Thơ

³ Công ty TNHH Công nghệ Môi trường Toàn Việt

⁴ Học viên cao học, Đại học Cần Thơ

*Email: nvtuyen@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này thử nghiệm khả năng sử dụng lưới đánh cá để xử lý nước thải ao nuôi tôm thâm canh tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). Nghiên cứu được bố trí quy mô phòng thí nghiệm với mô hình tự chế tạo. Nghiên cứu sử dụng vật liệu làm giá thể vi sinh K_3 có bố trí thổi khí và không có thổi khí (giá thể K_3 có diện tích tiếp xúc $> 2.900 \text{ m}^2/\text{m}^3$) và được đánh giá với vật liệu là lưới đánh cá có bố trí thổi khí và không có thổi khí (vật liệu là sợi nhựa HDPE, mắt lưới $3 \times 3 \text{ cm}$ có tỷ trọng $150 \text{ kg}/\text{m}^3$). Nghiên cứu sử dụng mô hình xử lý có kích thước 1 đơn nguyên có thể tích là $6,4 \text{ L}$ chứa 50% giá thể K_3 và chứa loại vật liệu là lưới đánh cá $89,2\%$ thể tích. Kết quả cho thấy, các chỉ tiêu DO, pH, độ mặn, độ kiềm, độ đục, H_2S , BOD_5 , COD, TSS và Coliform của 4 các nghiệm thức đều đạt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. Ngoại trừ chỉ tiêu NH_3 của 4 nghiệm thức vượt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. Nghiệm thức 1 (vật liệu lưới đánh cá không sục khí) sẽ được lựa chọn để áp dụng tại các điểm xử lý nước thải thực tế.

Từ khoá: Lưới đánh cá, hiệu suất xử lý, giá thể K_3 , nước thải ao nuôi tôm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự phát triển của nghề nuôi tôm đã đem lại thu nhập và lợi nhuận cho người nuôi, nhưng cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro về môi trường. Các nghiên cứu cho thấy, tôm nuôi chỉ hấp thu một phần nhỏ các chất dinh dưỡng có trong thức ăn, còn lại hầu hết nitơ (75%) và phospho (80%) và khoảng 25% cacbon hữu cơ từ thức ăn được tích tụ ở đáy ao [1], [2]. Nước thải thủy sản tại các ao nuôi tôm thâm canh thường có nồng độ COD, BOD, N và vi sinh vật gây hại cao do nguồn hữu cơ từ thức ăn dư thừa, các chế phẩm sinh học sử dụng trong chăn nuôi và nước thải từ chính vật nuôi [3]. Theo FAO (1997) [4] nguyên nhân chủ yếu gây ra dịch bệnh trên tôm nuôi là do ô nhiễm môi trường nước, trong đó chất lượng nền đáy ao là yếu tố chủ yếu. Thức ăn dư thừa và sản phẩm thải của vật nuôi thường tích tụ ở đáy ao trong quá trình nuôi, từ đó làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng nước.

Ngoài ra, các cơ sở nuôi thủy sản sau mỗi vụ đều xả trực tiếp nước thải, bùn thải ra môi trường mà không qua bất kỳ phương pháp xử lý nào, hoặc có xử lý nhưng chưa đạt quy chuẩn gây ra ô nhiễm nguồn nước mặt, chứa mầm dịch bệnh trong nước thải [5]. Nguyên nhân chính là trong quá trình nuôi, người nông dân thả tôm với mật độ quá dày ($40 - 100 \text{ con}/\text{m}^2$), thức ăn thừa, nước thải và phân tôm từ ao nuôi chưa được xử lý (ước tính khoảng 90%) xả trực tiếp ra kênh, rạch, sông... [6].

Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học là một trong những xu hướng phổ biến nhất do hiệu quả xử lý cao, ổn định và chi phí đầu tư thấp. Phương pháp sử dụng hệ sinh học trong điều kiện tự nhiên (công nghệ sinh thái) cũng được sử dụng từ rất sớm tại nhiều nước công nghiệp phát triển do vốn đầu tư ít và vận hành đơn giản. Theo Darooncho (1991) [7], khi trồng rong biển (seaweed) trong nước thải nuôi tôm tại 2 tỉnh

Chanthaburi và Songkhala, Thái Lan cho thấy lượng amoni và BOD bị hấp thu bởi rong biển là 100% và 39% sau 24 giờ. Tại Thái Lan đã sử dụng biện pháp xử lý nước thải sau khi nuôi tôm bằng các đối tượng sinh học là sò (*Crassostrea*), rong câu (*Gracillaria* sp.), sau đó qua lọc cát và cấp lại cho ao nuôi. Ngoài ra, Yonghai Shi và cs (2011) [8] đã thực hiện nghiên cứu xử lý nước thải tuần hoàn tại hệ thống nuôi tôm thương mại và siêu thâm canh tôm thẻ chân trắng Thái Bình Dương (*Litopenaeus vannamei*), nghiên cứu đã thiết kế hệ thống đất ngập nước kiểu dòng chảy ngang được kết nối làm bộ lọc xử lý nước cho điều kiện nước đầu vào hệ thống xử lý (có độ mặn 8,25‰ - 8,26‰). Khi hệ thống hoạt động xử lý đã chứng minh khả năng giảm tổng nitơ, tổng nitơ amoni, nitơ nitrit, nitơ nitrat, tổng photpho, nhu cầu oxy hóa học và tổng chất rắn lơ lửng xuống mức thấp hơn đáng kể so với nước thải từ ao nuôi.

Ở Việt Nam, Nguyễn Thị Hoài Giang và Hoàng Thị Quyên (2018) [9] đã nghiên cứu và đề xuất áp dụng công nghệ hồ sinh học thả cá và rong sụn để xử lý nước thải nuôi tôm, phục vụ nhu cầu cấp nước ao nuôi trong mô hình nuôi tuần hoàn khép kín. Hệ thống xử lý bao gồm: Hồ bậc I - hồ lắng tùy tiện (nuôi cá rô phi); hồ bậc II - hồ hiếu khí (nuôi cá đối kết hợp rong sụn); hồ bậc III - hồ lắng tùy tiện (thả cá đối). Kết quả quan trắc cho thấy, nước thải sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn để cấp tuần hoàn lại ao nuôi. Ngoài ra, Hà Văn Thái và cs (2017) [10] đã nghiên cứu mô hình 3 ao (ao lắng bùn - ao xử lý 1 có kết hợp trồng rong - ao xử lý 2 có kết hợp trồng rong và nuôi vẹm) để xử lý nước thải cho khu nuôi tôm thẻ chân trắng tập trung tại Hợp tác xã Nuôi trồng và Chế biến thủy sản Xuân Thành, tỉnh Hà Tĩnh. Kết quả cho thấy, nước thải sau khi xử lý đạt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11] khi xả ra môi trường.

Hiện nay, có rất nhiều phương pháp xử lý nước thải nuôi tôm được áp dụng trên thế giới và ở Việt Nam. Tuy nhiên, chưa có công trình nào nghiên cứu về sử dụng các vật liệu sẵn có, giá thành rẻ tiền ở địa phương để xử lý nước thải ao nuôi tôm. Từ thực trạng trên, nghiên cứu xử lý nước thải ao nuôi tôm thâm canh tôm thẻ chân

trắng bằng vật liệu lọc lưới đánh cá là cần thiết. Để đạt được mục tiêu trên, nghiên cứu thực hiện các nội dung sau: (i) Thiết kế, gia công và lắp đặt mô hình xử lý, bố trí thí nghiệm ở quy mô phòng thí nghiệm; (ii) Vận hành và đánh giá hiệu quả và hiệu suất mô hình xử lý nước thải ao nuôi tôm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Vị trí lấy mẫu để vận hành mô hình thí nghiệm trong phòng thí nghiệm: Cạnh đường số 31, có tọa độ (9°16'15.6"N, 105°52'46.5"E), phường Vĩnh Châu, thành phố Cần Thơ. Chủ hộ nuôi tôm chưa có hệ thống xử lý nước thải. Nước thải sau khi nuôi tôm được xả thẳng ra nguồn tiếp nhận. Thời gian thực hiện thí nghiệm từ tháng 01/2024 đến tháng 7/2024.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết kế mô hình thí nghiệm

Kết quả nghiên cứu của Lâm Minh Triết (2014) [12] cho thấy, hiệu suất xử lý BOD₅ sau bể lắng 1 giảm 20%. Vì vậy hàm lượng BOD₅ vào cột (MBBR) là: $S_0 = 0,039 \times (1 - 0,2) = 0,0312 \text{ kg/m}^3$. Ngoài ra, theo Gibert và Hernández (2015) [13], đường kính cột nằm trong khoảng 0,1 - 0,2 m, tương ứng với chiều cao cột nằm trong khoảng 1,5 - 2,5 m. Nghiên cứu chọn đường kính cột $D = 0,1 \text{ m}$ và chọn chiều cao thu nước đáy $H_1 = 0,1 \text{ m}$; chiều cao ngập nước $H_2 = 1,0 \text{ m}$, chiều cao bảo vệ $H_3 = 0,2 \text{ m}$. Vì vậy, tổng chiều cao cột $H_{TC} = H_1 + H_2 + H_3 = 0,1 + 1,0 + 0,2 = 1,3 \text{ m} > 4 \times 0,1 = 0,4 \text{ m}$ thỏa mãn điều kiện của Gibert và Hernández (2015) [13]. Như vậy, thể tích thực của 1 cột mô hình:

$$V_{hd} = H_2 \times F = 1 \times 0,045^2 \times \pi = 1 \times 0,0064 = 0,0064 \text{ (m}^3\text{)} = 6,4 \text{ L}$$

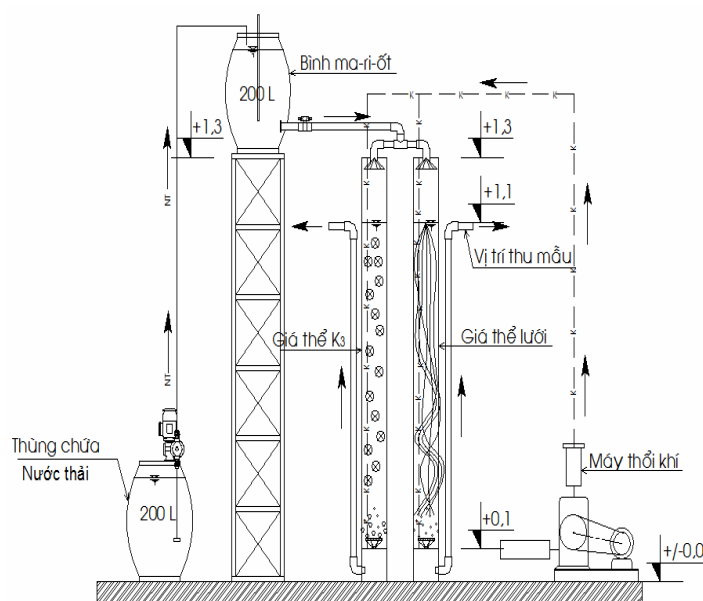
$$\text{Công thức tính tải trọng thể tích: } L_{BOD} = \frac{Q \times S_0}{V_{hd}}$$

Theo Metcalf và Eddy (2003) [14], tải trọng chất hữu cơ trong giai đoạn xử lý dao động trong khoảng 0,32 - 0,64 kg BOD/m³.ngày đêm. Nghiên cứu chọn thông số thiết kế là $L_{BOD} = 0,32 \text{ kg BOD/m}^3$.ngày đêm vì tải trọng ô nhiễm BOD₅ của nước thải ở mức thấp. $\rightarrow Q = \frac{L_{BOD} \times V_{hd}}{S_0} = \frac{0,32 \times 0,0064}{0,0312} = 0,066 \text{ m}^3/\text{ngày.đêm} = 2,7 \text{ L/giờ}$

Nghiên cứu sẽ tiến hành vận hành cho 1 cột mô hình với lưu lượng là $Q = 2,7$ L/giờ (kiểm soát lưu lượng bằng van điều chỉnh lưu lượng).

Thí nghiệm được tiến hành và thu mẫu nước để phân tích nhanh chỉ tiêu COD (bằng thiết bị đo nhanh có sử dụng kit test trong phòng thí nghiệm) nhằm kiểm tra mô hình đã ổn định hay chưa. Nếu hiệu suất xử lý COD không có khác biệt trong 3 lần lấy mẫu liên tiếp (mỗi lần cách nhau 3 giờ) thì

tiến hành thu mẫu chính thức để đánh giá. Nếu các thông số ô nhiễm nước thải đầu ra đạt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11] thì kết thúc thí nghiệm. Nếu các thông số ô nhiễm không đạt thì tăng thời gian lưu lên bằng cách giảm lưu lượng xuống $Q = 2,1$ L/giờ và tiếp tục thí nghiệm cho đến khi các chỉ số ô nhiễm đạt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11].



Hình 1. Mặt cắt ngang của mô hình



Hình 2. Mô hình thực tế

2.2.2. Mô tả mô hình thí nghiệm

Mô hình nghiên cứu được thiết kế để vận hành ở quy mô phòng thí nghiệm (Hình 1).

- Cột bằng ống nhựa PVC Ø 90 mm, có tổng chiều cao chiều cao 1,3 m, phần chứa nước thải là 1,0 m.

- Máy thổi khí: Công suất 1 - 3 L/phút cung cấp khí cho cột mô hình hiếu khí. Máy sử dụng van T để có thể điều chỉnh công suất cấp khí cho mô hình.

- Máy bơm nước thải: Dùng bơm nước thải từ thùng chứa lên bình Ma-ri-ốt

- Thùng chứa mẫu: Dung tích 200 L dùng để chứa nước thải để bơm lên bình Ma-ri-ốt (đóng vai trò như là bể lắng sơ cấp).

- Bình Ma-ri-ốt: Có dung tích 200 L, có van điều chỉnh lưu lượng nối với ống xả bằng nhựa PVC Ø 21 mm.

- Các vật liệu khác: Lưới đánh cá, vật liệu giá thể K_3 , ống PVC, phễu phân phối, van, co, tê...

2.2.3. Lựa chọn vật liệu thí nghiệm cho mô hình

- Giá thể K_3 :

Nghiên cứu sử dụng giá thể K_3 được làm bằng polyethylene, khá nhẹ (mật độ $0,95$ g/cm³), có hình dạng giống như những hình trụ có hình chữ thập bên trong giá thể và các vây dọc theo bên ngoài giá thể nhằm dễ bị xáo trộn trong nước thải và tăng bề mặt diện tích cho vi sinh vật bám vào [15]. Hình 3 minh họa về giá thể K_3 .

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của giá thể K_3

STT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Giá trị
1	Loại vật liệu chế tạo		Nhựa HDPE
2	Độ rỗng (a)	%	32
3	Kích thước ($D \times H$)	mm	8×10
4	Khối lượng riêng	kg/m ³	255
5	Diện tích bề mặt (A_{bemat})	m ² /m ³	2.900 – 3.000



Hình 3. Minh họa về giá thể K_3

Nguồn: Công ty TNHH Công nghệ Môi trường và Xây dựng Đại Thành (2024) [16]

Trong thí nghiệm này, mật độ giá thể được chọn đưa vào mô hình để tiến hành thí nghiệm là 2.900 m²/m³ trong khoảng 2.900 - 3.000 (Bảng 1) để tính toán.

50% so với ngưỡng khuyến cáo khoảng 20 - 67% theo Goode (2010) [17]; Zhang và cs (2009) [18].

Nghiên cứu chọn thông số diện tích bề mặt A_{bemat} =

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của vật liệu (giá thể là lưới đánh cá)

STT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Giá trị
1	Loại vật liệu chế tạo		Nhựa HDPE
2	Thể tích chiếm chỗ (a)	%	89,2
3	Kích thước mắt lưới	cm	3 x 3
4	Đường kính của sợi lưới	mm	0,11
5	Khối lượng riêng (nén chặt)	kg/m ³	150

Nguồn: Tác giả thực nghiệm trong phòng thí nghiệm, năm 2024.

2.2.4. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm có 4 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần, gồm:

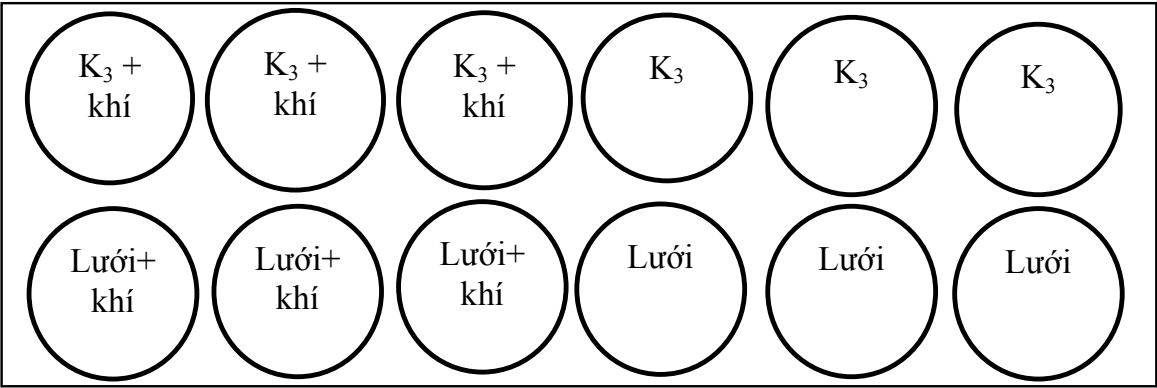
- Nghiệm thức 1 (NT1): Lưới không có sục khí (L).
- Nghiệm thức 2 (NT2): Lưới có sục khí (L + K).

- Nghiệm thức 3 (NT3): Vật liệu lọc K_3 không có sục khí (K_3).

- Nghiệm thức 4 (NT4): Vật liệu lọc K_3 có sục khí ($K_3 + K$).

Như vậy, tổng số lô thí nghiệm: $N = \text{số nghiệm thức} \times \text{số lặp lại} = 4 \times 3 = 12$ lô.

Sơ đồ bố trí thí nghiệm được thể hiện ở hình 4.



Hình 4. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

2.2.5. Các bước tiến hành thí nghiệm

Bước 1: Trước khi tiến hành thí nghiệm, mẫu nước thải được thu và phân tích, đánh giá các thành phần ô nhiễm lý, hóa, sinh có trong nước thải nuôi tôm thông qua các chỉ tiêu sau: pH, DO, BOD₅, COD, TSS, độ mặn, độ đục. Đây là các yếu tố để căn cứ lựa chọn quy trình xử lý phù hợp.

Bước 2: Ngâm giá thể trong nước thải cho hết mùi (3 ngày), sau đó cho giá thể vào trong cột mô hình, nước thải để nuôi bùn hoạt tính là nước thải lấy từ ao nuôi cho thêm dưỡng chất là chế phẩm Aquatic, sục khí để tạo lớp màng sinh học trên giá thể. Sau khi vận hành một thời gian, nếu lớp màng sinh học đã hình thành có màu nâu sậm thì chuyển sang vận hành thí nghiệm chính thức.

Bước 3: Tiến hành thí nghiệm chính thức: Lưu lượng đã được sử dụng để vận hành với mức tải nạp thủy lực (HLR) = 2,7 L/giờ. Nước thải từ ao nuôi tôm được thu gom vào rốn đáy ao, được xi-phông đưa ra ngoài vào hố thu. Mẫu nước thải được thu vào can nhựa 30 L, sau đó được vận chuyển về vị trí của mô hình để thực hiện thí nghiệm. Nước thải được bơm lên bình Ma-ri-ốt ở Hình 1 (có van điều chỉnh lưu lượng) cao +1,5 m,

sau đó sẽ được xả vào cột mô hình. Hệ thống được vận hành liên tục 10 giờ với lưu lượng trên nhằm ổn định hệ thống trước khi thu mẫu. Thời gian thu mẫu là sau 10 giờ sau khi nước thải được xả vào mô hình. Tần suất thu mẫu 3 lần liên tiếp (mỗi lần cách nhau 3 giờ). Tính hiệu suất xử lý COD (nếu không có sự khác biệt trong 3 lần lấy mẫu liên tiếp) thì tiến hành thu mẫu chính thức để đánh giá. Số mẫu cần thu thập: 4 nghiệm thức x 3 lần lặp lại của nghiệm thức = 12 mẫu và sau đó phân tích các chỉ tiêu như trình bày ở bảng 3. Mẫu nước được thu tại đầu ra của mô hình (có các ống xi-phông).

Bước 4: Đánh giá kết quả phân tích mẫu nước sau xử lý so với QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11]: Tiến hành lấy mẫu - phân tích các chỉ tiêu - ghi nhận kết quả và đánh giá hiệu suất và hiệu quả của mô hình.

2.3. Vận hành và đánh giá hiệu suất, hiệu quả của mô hình xử lý nước thải ao nuôi tôm

Mô hình được thiết kế và lắp dựng xong thì tiến hành vận hành mô hình, tiến hành phân tích các chỉ tiêu được trình bày ở bảng 3. Kết quả được đánh giá so với QCVN 02-19: 2014/BNNPTNT [11].

Bảng 3. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp
1	DO	mg/L	TCVN 12026:2018 [19]
2	pH	-	TCVN 6492:2011 [20]
3	Độ mặn	‰	SMEWW 2520 B:2017 [21]
4	Độ kiềm	mg CaCO ₃ /L	SMEWW 2320 B:2017 [22]
5	Độ đục	NTU	TCVN6184:2008 (ISO 7027:1999) [23]
6	NH ₃	mg/L	SMEWW 4500-NH ₃ F:2012 [24]
7	H ₂ S	mg/L	SMEWW 4500-S ²⁻ .B & D:2017 [25]
8	Nhiệt độ	°C	SMEWW 2550 B:2017 [26]
9	BOD ₅ (20°C)	mg/L	SMEWW 5210 B:2023 [27]
10	COD	mg/L	SMEWW 5220 B:2023 [28]
11	TSS	mg/L	SMEWW 2540 D:2023 [29]
12	Coliform	MPN/100 ml	TCVN 6187-2:1996 (ISO 9308-2:1990) [30]

Các chỉ tiêu ở bảng 3 được phân tích tại Phòng thí nghiệm của Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng Cần Thơ (số 45, đường 3/2, phường Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ).

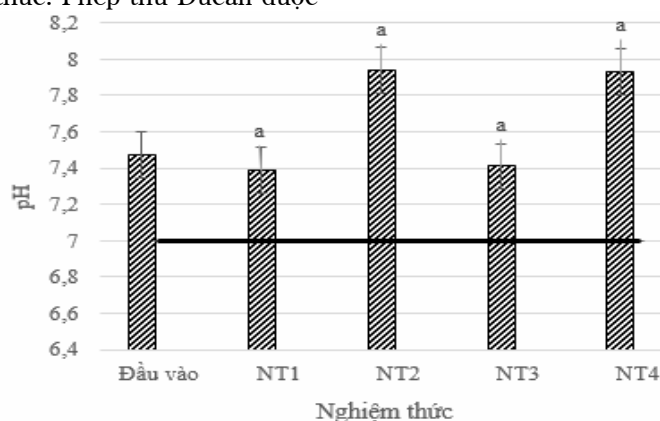
Số liệu phân tích mẫu nước được tổng hợp và tính toán giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel. Ngoài ra, phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) được sử dụng để phân tích sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của giá trị chỉ số ô nhiễm của các nghiệm thức và hiệu suất xử lý của các nghiệm thức. Phép thử Duncan được

sử dụng để kiểm định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($\alpha = 5\%$) giữa các nghiệm thức thí nghiệm. Phần mềm TBM SPSS Statistics (phiên bản 19.0+) được sử dụng để phân tích số liệu.

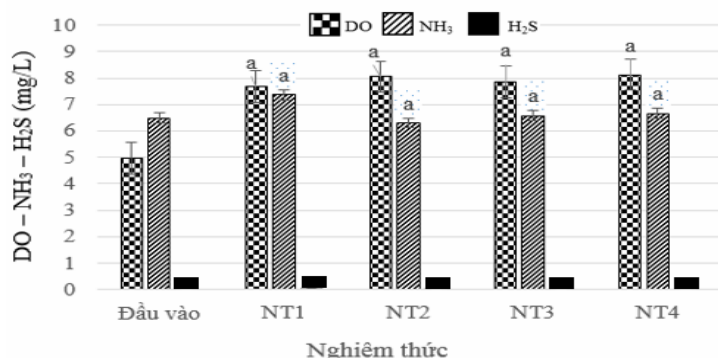
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xử lý chất lượng nước theo các chỉ tiêu

Hình 5 và 6 mô tả giá trị trung bình chất lượng nước đầu vào và ra của hệ thống tương ứng với từng nghiệm thức.



Hình 5. Chỉ tiêu pH của 4 nghiệm thức



Hình 6. Chỉ tiêu DO, NH₃, H₂S của 4 nghiệm thức

Ghi chú: Các giá trị trong hình thể hiện Mean ± SE (n = 3). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt nhau có ý nghĩa thống kê ở (5%).

- Giá trị pH: Nghiên cứu của Chanratchakool (1995) [31] đã đánh giá giá trị pH của nước ao nuôi rất quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến tăng trưởng tôm nuôi, pH thích hợp cho tôm nuôi từ 7,50 - 8,35 và khoảng dao động hàng ngày không vượt quá 0,5. Kết quả nghiên cứu Lawson (1995) [32] cho thấy, pH là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng nước ao nuôi, khi pH

biến động sẽ ảnh hưởng tới quá trình sinh lý, sinh hóa trong cơ thể tôm, làm ảnh hưởng các yếu tố khác trong ao như tảo nở hoa hay hình thành hơi khí độc. Hình 5 cho thấy giá trị pH trung bình của các nghiệm thức dao động từ 7,39 - 7,93 và nằm trong giới hạn cho phép so với QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11] (pH = 7,0 - 9,0). Ngoài ra, theo Lâm Minh Triết (2008) [33], khi pH trong

nước có khoảng giá trị pH = 7 - 9 phù hợp với sự sinh trưởng và phát triển của các loài thủy sinh vật.

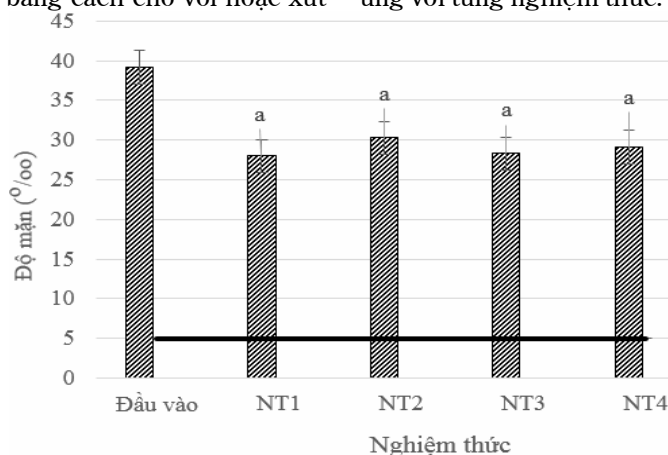
- Nồng độ oxy hòa tan (DO): Hàm lượng DO thường có xu hướng giảm dần theo thời gian nuôi, do sự tích lũy chất hữu cơ thông qua thức ăn dư thừa, phân tôm và nhu cầu oxy cho hoạt động của tôm [34]. Ngoài ra, theo Boyd và Green (2002) [35]; Boyd và Tucker (1998) [36], lượng thức ăn dư thừa và sự bài tiết của tôm sẽ tăng dần và tạo ra sự tích lũy chất hữu cơ trong môi trường nuôi cần oxy để phân hủy. Hình 6 cho thấy, nồng độ DO ở các nghiệm thức ở mức độ cao hơn giá trị tối thiểu của quy chuẩn quy định ($DO \geq 3,5$) khi so sánh với QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11] và nồng độ DO của 4 nghiệm thức không khác biệt ($P > 0,05$). Theo kết quả nghiên cứu của Lin và cs (1991) [37], khoảng DO thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng là trong khoảng 5,0 - 10,0 mg/L.

- Nồng độ NH_3 : Hàm lượng NH_3 được sinh ra trong quá trình phân hủy các chất hữu cơ giàu đạm như: Thức ăn thừa, các phiêu sinh động thực vật, chất bài tiết của tôm. Với kết quả phân tích chỉ tiêu NH_3 chưa qua xử lý đều có giá trị lớn gấp 21,6 lần so với quy định, chứng tỏ chất lượng nước thải nếu không xử lý sẽ bị ô nhiễm nặng chỉ tiêu NH_3 , gây huỷ diệt một số loài thủy sản bên ngoài. Trong nước thải, amoni tồn tại dưới 2 dạng là NH_3 và NH_4^+ (trong đó NH_4^+ là amoni, ít độc). Do đó, xử lý amoni trong nước thải chủ yếu là xử lý amoniac (NH_3). Để loại bỏ amoniac ra khỏi nước thải, phải nâng pH từ 10,8 - 11,5 bằng cách cho vôi hoặc xút

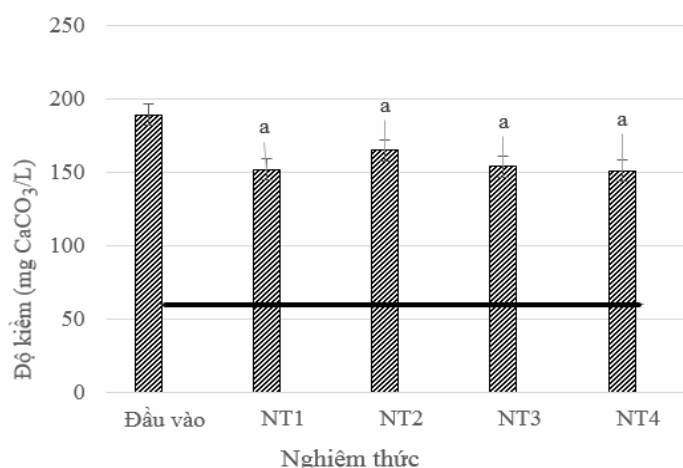
vào nước thải. Ở khoảng pH này, amoni sẽ chuyển hoá thành amoniac theo phương trình phản ứng như sau: NH_4^+ (dung dịch) $\rightarrow NH_3$ (khí). Sau đó, tiến hành loại bỏ amoniac khỏi nước thải bằng biện pháp Air-tripping. Tuy nhiên, trong mô hình xử lý trên không sử dụng biện pháp này dẫn đến việc NH_3 (là khí độc) chuyển hoá mạnh và tăng lên trong môi trường pH thấp và hoà tan trong nước thải. Hình 6 cho thấy, khi thu mẫu đánh giá chỉ tiêu NH_3 ở đầu ra thì giá trị nồng độ ô nhiễm tăng lên so với đầu vào, vì vậy mô hình xử lý chỉ tiêu NH_3 chưa hiệu quả.

- Chỉ tiêu H_2S : Hydro sulfide (H_2S) là khí độc nguy hiểm nhất trong ao, có thể gây chết tôm ở bất cứ thời điểm nào. Do vậy, việc kiểm soát và khống chế loại khí độc này phải được thực hiện tốt trong cả vụ nuôi. Khí H_2S được hình thành từ quá trình phân hủy mùn bã hữu cơ của vi khuẩn trong điều kiện yếm khí (không có oxy). H_2S sẽ kết hợp với hemoglobin ngăn cản việc vận chuyển oxy trong máu, khiến tôm không có đủ lượng oxy cần thiết. Nồng độ H_2S ở lớp bùn đáy cao hơn nhiều so với môi trường nước ao [38]. Theo Boyd và Green (2002) [35], nước ao chứa nồng độ H_2S trong khoảng 0,01 - 0,05 mg/L có thể gây chết cho các loài thủy sinh vật và gây độc cho tôm. Kết quả nghiên cứu của Charatchkool và cs (2003) [39] cho thấy, hàm lượng H_2S thích hợp cho ao tôm phải nhỏ hơn 0,03 mg/L.

Kết quả ở hình 7 và 8 mô tả giá trị trung bình chất lượng nước đầu vào và ra của hệ thống tương ứng với từng nghiệm thức.



Hình 7. Chỉ tiêu độ mặn của 4 nghiệm thức



Hình 8. Chỉ tiêu độ kiềm của 4 nghiệm thức

Ghi chú: Các giá trị trong hình thể hiện Mean $\pm$ SE ($n = 3$). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt nhau có ý nghĩa thống kê ở 5%.

- Độ mặn: Theo Wanninayate và cs (2001) [40], độ mặn tối ưu cho sự sinh trưởng và phát triển của tôm là trong khoảng 15 - 25‰. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu của Chanratchakool và cs (2003) [39] cho rằng, độ mặn cao hơn 30‰ tôm nuôi thường bị bệnh, đặc biệt là bệnh đốm trắng và đầu vàng; tôm nuôi ở nồng độ muối thấp thì bệnh ít xảy ra nhưng độ mặn không được nhỏ hơn 7‰, vì nếu độ mặn thấp hơn sẽ làm tôm bị còi, mềm vỏ tỷ lệ sống thấp. Kết quả nghiên cứu của Samocha và Prangnell (2019) [41] cho thấy, độ mặn 20 - 30‰ sẽ thích hợp cho tôm thẻ chân trắng phát triển tốt. Trong khi đó, Võ Nam Sơn và cs (2014) [42] đánh giá độ mặn ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, tăng trưởng và khả năng bài tiết của tôm con, độ mặn tốt nhất để tôm tăng trưởng nhanh trong khoảng 10 - 30‰. Kết quả nghiên cứu đầu ra của mô hình cũng phù hợp với ngưỡng này. Hình 7 cho thấy, nồng độ độ mặn trước xử lý cao hơn QCVN 02-19: 2014/BNNPTNT [11]. Tuy nhiên, sau khi xử lý, nồng độ muối đầu ra của tất cả các nghiệm thức không có khác biệt ($p > 0,05$) và đều đạt QCVN 02-19: 2014/BNNPTNT [11].

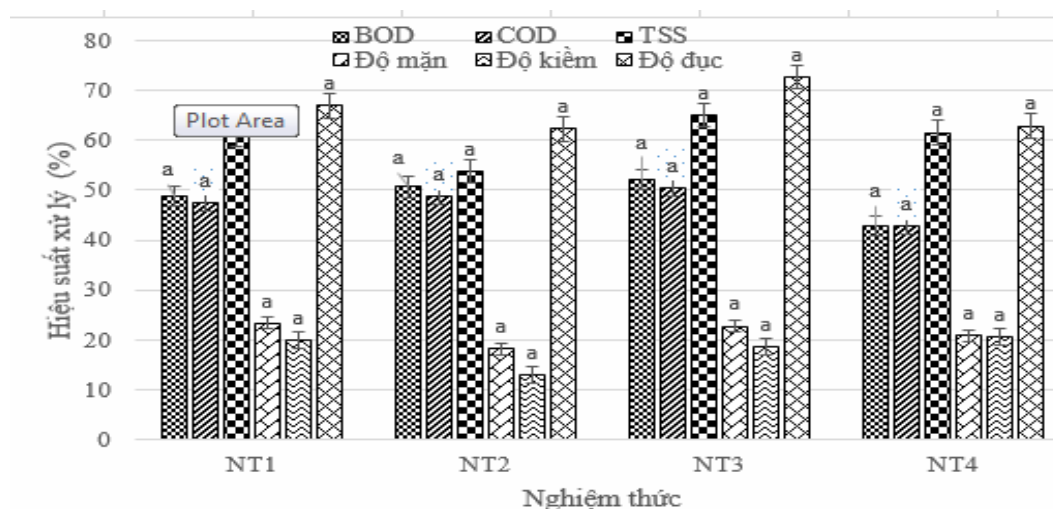
- Độ kiềm: Độ kiềm là thông số quan trọng để đánh giá chất lượng nước trong quá trình nuôi tôm. Theo QCVN 02-19: 2014/BNNPTNT [11], độ kiềm thích hợp cho sự phát triển của tôm thẻ chân trắng là khoảng 60 - 180 mg/CaCO₃/L. Nhưng theo kết quả nghiên cứu của Samocha và Prangnell (2019) [41], độ kiềm thích hợp cho tôm

thẻ chân trắng phát triển phải ở mức 140 - 180 mg CaCO₃/L. Kết quả nghiên cứu của Bùi Quang Tề (2009) [43] nhận định rằng, độ kiềm càng thấp thì tôm lột xác khó cứng vỏ, nếu độ kiềm cao quá thì ấu trùng và hậu ấu trùng tôm chậm lớn, việc tôm lột xác hoặc lột xác không thành công dẫn đến bị chết. Hình 8 cho thấy, nồng độ trung bình độ kiềm có giá trị $189 \pm 8,49$ CaCO₃/L, cao hơn QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11]. Tuy nhiên, nồng độ độ kiềm của các nghiệm thức sau khi qua hệ thống xử lý có xu hướng giảm và ở ngưỡng dưới cho phép của QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11] (ngưỡng 60 - 180 mg/CaCO₃/L).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, các chỉ tiêu: DO, pH, độ mặn, độ kiềm, độ đục, H₂S của 4 các nghiệm thức đều đạt QCVN 02-19:2014/ BNNPTNT [11]. Ngoại trừ chỉ tiêu NH₃ của 4 nghiệm thức vượt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11]. Điều này cho thấy khả năng xử lý của mô hình gần đạt được so với tiêu chuẩn nước cấp đầu vào cho nuôi tôm. Nếu chỉ tiêu NH₃ được xử lý triệt để thì rất có ý nghĩa cho việc tái sử dụng nước thải (RAS) trong nuôi tôm.

3.2. Hiệu suất xử lý của mô hình

Mục tiêu của nghiên cứu là tìm ra loại vật liệu rẻ tiền, chi phí vận hành thấp, đem lại hiệu quả xử lý cao, đã tiến hành đánh giá hiệu suất xử lý của các nghiệm thức đối với từng chỉ tiêu. Kết quả tính toán hiệu suất xử lý được trình bày ở hình 9.



Hình 9. Hiệu suất xử lý của các thí nghiệm

Ghi chú: Các giá trị trong hình thể hiện Mean $\pm$ SE ($n = 3$). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt nhau có ý nghĩa thống kê ở 5%.

Hiệu suất xử lý BOD₅ và COD trong nước thải đầu ra của 4 thí nghiệm đều giảm và đạt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11]. Hiệu quả loại bỏ BOD₅ và COD trong nước thải do quá trình phân huỷ chất ô nhiễm bởi vi sinh vật trong màng sinh học bám trên bề mặt giá thể. Ngoài ra, việc giữ lại các chất rắn lơ lửng bởi lớp màng lọc và hấp thụ trên lớp màng sinh học bên ngoài màng lọc cũng góp phần làm giảm đáng kể nồng độ BOD₅ và COD trong nước thải nuôi tôm. Kết quả ở hình 9 cho thấy, hiệu suất xử lý BOD₅ và COD của các thí nghiệm tương đương nhau ($P > 0,05$). Hiệu suất xử lý thông số ô nhiễm BOD₅ và COD của các thí nghiệm không cao, khoảng từ 42,8 - 50,7%, nguyên nhân là do vi sinh vật trong mô hình phân huỷ hết các chất hữu cơ hòa tan trong nước thải chưa được hiệu quả. Mục tiêu của nghiên cứu là lựa chọn được công nghệ xử lý với sự vận hành đơn giản nhưng hiệu quả xử lý cao thì việc chọn thí nghiệm 1 với giá thể là lưới đánh cá (không có thổi khí) được chọn để áp dụng vào thực tế.

Giá trị TSS trong nước thải đầu ra của 4 thí nghiệm đều giảm và đạt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT [11]. Hiệu suất loại bỏ các chất rắn lơ lửng trong nước thải là nhờ cơ chế lọc cơ học các chất rắn lơ lửng được giữ lại ở các lỗ rỗng của các giá thể, sự chắn các hạt rắn lơ lửng lại bởi các giá thể, sự lắng lại do trọng lực (nếu không thổi khí), sự bám dính của các chất rắn lơ

lửng vào các giá thể và sự phát triển của các chất rắn sinh học [29]. Kết quả ở hình 6 cho thấy, hiệu suất xử lý TSS của các thí nghiệm tương đương nhau ($P > 0,05$). Mục tiêu của nghiên cứu là tận dụng chọn loại vật liệu sẵn có ở địa phương (lưới đánh cá đã qua sử dụng) để giảm giá thành xử lý nước thải ao nuôi tôm. Như vậy, thí nghiệm 1 với giá thể là lưới đánh cá (không có thổi khí) được ưu tiên chọn để áp dụng vào thực tế.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Các chỉ tiêu: DO, pH, độ mặn, độ kiềm, H₂S của 4 các thí nghiệm đều đạt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. Ngoại trừ chỉ tiêu NH₃ của 4 thí nghiệm vượt QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. Nước thải sau khi xử lý của mô hình đã thiết kế đảm bảo chất lượng nước nằm trong ngưỡng cho phép xả thải theo QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. Hiệu suất xử lý của 4 thí nghiệm đối với từng chỉ tiêu như nhau ($P > 0,05$). Thí nghiệm 1 (giá thể là lưới đánh cá không có thổi khí) được ưu tiên chọn để áp dụng vào thực tế.

4.2. Kiến nghị

Cần nghiên cứu biện pháp xử lý nước thải ở ao nuôi tôm bằng các loại vật liệu sẵn có ở địa phương để giảm giá thành xử lý. Chế tạo giá thể tự chế bằng cách tận dụng lưới đánh cá và các dây thừng nhựa thải bỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alongi, D. M., Tirendi, F. & Trott, L. A. (1999). Rates and pathways of benthic mineralization in extensive shrimp ponds of the Mekong delta, Vietnam. *Aquaculture*, 175, pp. 269 - 292. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:84686463>
2. Avnimelech, Y. & Society, W. A. (2015). Biofloc Technology: A practical guide book. World Aquaculture Society. <https://books.google.com.vn/books?id=FI-CrgEACAAJ>
3. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Cà Mau (2021). Vấn đề môi trường và một số quy trình xử lý nước thải nuôi tôm thâm canh, siêu thâm canh. <https://nguoinuoi.com.vn/van-de-moi-truong-va-mot-sieu-tham-can/>. Truy cập ngày 24/12/2024.
4. FAO (1997). Phòng bệnh và quản lý sức khỏe nuôi tôm biển. Tài liệu thực địa TCP/BGD/6714 (A) số 2. <https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/a0845t/volume2/docrep/field/377241.htm>. Truy cập ngày 15/9/2024.
5. Lê Trần Tiểu Trúc, Nguyễn Thị Bé Ly, Đặng Thị Thúy Ái, Nguyễn Thị Hồng Ngọc, Đặng Thị, Thu Trang, Phạm Việt Nữ và Ngô Thụy Diễm Trang (2018). Hiện trạng quản lý và xử lý chất thải từ ao nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) thâm canh tại tỉnh Sóc Trăng, Bạc Liêu và Cà Mau. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 54(1B): 82 - 91.
6. Nguyễn Thị Bích Vân (2020). Nghiên cứu sự chuyển hóa vật chất hữu cơ trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) thâm canh. Luận án Tiến sĩ Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh.
7. Darooncho, L. (1991). Experiment on seaweed (*Polycavernosa fastigiata*) cultivation in drained pond from shrimp culture. Chantaburi Coastal Aquaculture and Research Center, Coastal Aquaculture Division, Department of Fisheries, Technical Paper. No. 4, 25 p.
8. Yonghai Shi, Genyu Zhang, Jianzhong Liu, Yazhu Zhu, Jiabo Xu. (2011). Performance of a constructed wetland in treating brackish wastewater from commercial recirculating and super-intensive shrimp grow-out systems. *Bioresource Technology*, 102(20): 9416 - 9424. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.07.058.
9. Nguyễn Thị Hoài Giang, Hoàng Thị Quyên (2018). Xử lý nước thải nuôi tôm thẻ chân trắng thương phẩm bằng hệ thống hồ sinh học kết hợp thả cá, rong sụn và sò. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế: Kỹ thuật và Công nghệ*, 127(2A): 95 - 107.
10. Hà Văn Thái, Phí Thị Hằng, Phạm Thị Diệp, Trần Trung Dũng (2017). Tổng quan các mô hình có thể áp dụng để xử lý nước thải cho nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) vùng Bắc Trung bộ. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, 38, 1 - 9.
11. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02-19:2014/BNNPTNT về Cơ sở nuôi tôm nước lợ - Điều kiện bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm.
12. Lâm Minh Triết (2014). *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
13. Gibert, O. & Hernández, M. (2015). Guidelining protocol for soil-column experiments assessing fate and transport of trace organics. DEMEAU (Demonstration of promising technologies to address emerging pollutants in water and waste water). 50 pp.
14. Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater Engineering - Treatment and Reuse*. McGraw-Hill Education (New York). 1.819 pp. ISBN: 0070418780 (ISBN10).
15. Ødegaard, H. (2006). Innovations in wastewater treatment: The moving bed biofilm process. *Water Science and Technology: A Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 53, 17 - 33. <https://doi.org/10.2166/wst.2006.284>.
16. Công ty TNHH Công nghệ Môi trường và Xây dựng Đại Thành (2024). Giá thể vi sinh - MBBR. <https://daithanhetc.com/gia-the-vi-sinh-mbbr>. Truy cập ngày 26/12/2024.
17. Goode, C. (2010). Understanding biosolids dynamics in a moving bed biofilm reactor (P. Thesis (Ed.)). University of Toronto.

18. Zhang, P., Zhang, X., Li, J. & Gao, T. (2009). Effect of salinity on survival, growth, oxygen consumption and ammonia-N excretion of juvenile whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, 40(12), 1419 - 1427. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02240.x>
19. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12026:2018. Chất lượng nước - Xác định oxy hòa tan - Phương pháp cảm biến quang học.
20. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6492:2011. Chất lượng nước - Xác định pH.
21. SMEWW 2520 B:2017. Phương pháp dùng để xác định độ mặn (salinity) trong mẫu nước.
22. SMEWW 2320 B:2017. Phương pháp xác định độ kiềm (alkalinity) trong nước bằng phương pháp chuẩn độ (titrimetric method).
23. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6184:2008 (ISO 7027:1999). Chất lượng nước - Xác định độ đục.
24. SMEWW 4500-NH₃ F:2012. Phương pháp chuẩn dùng để xác định amonium (NH₄⁺, tính theo N hoặc NH₃) trong mẫu nước hoặc nước thải.
25. SMEWW 4500-S₂.B & D:2017. Phương pháp tiêu chuẩn để xác định sunfua (H₂S và các dạng liên quan) trong mẫu nước theo chuẩn năm 2017.
26. SMEWW 2550 B:2017. Phương pháp xác định nhiệt độ (Temperature) trong mẫu nước, có thể áp dụng cả đo tại hiện trường và trong phòng thí nghiệm.
27. SMEWW 5210 B:2023. Phương pháp xác định nhu cầu oxy sinh hóa 5 ngày (BOD₅ ở 20°C).
28. SMEWW 5220 B:2023. Phương pháp xác định nhu cầu oxy hóa học (COD - Chemical Oxygen Demand) trong mẫu nước hoặc nước thải bằng phương pháp chuẩn độ (titrimetric met).
29. SMEWW 2540 D:2023. Phương pháp xác định TSS (Tổng chất rắn lơ lửng)
30. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6187-2:1996 (ISO9308-2:1990). Chất lượng nước - Xác định - Phát hiện và đếm vi khuẩn coliform, vi khuẩn coliform chịu nhiệt và *Escherichia coli* giả định.
31. Chanratchakool, P. (1995). White patch disease of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Aquatic Animal Health Research Institute (AAHRI) Newsletter. No. 4(1), p 3.
32. Thomas B. Lawson (1995). *Water quality and environmental requirements*. Fundamentals of Aquacultural Engineering. Chapman & Hall, New York. pp: 12 - 39. DOI: 10.1007/978-1-4613-0479-1.
33. Lâm Minh Triết (2008). *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
34. Lin, Y. -F., Jing, S. -R., Lee, D. -Y., Chang, Y. -F., Chen, Y. -M. & Shih, K. -C. (2005). Performance of a constructed wetland treating intensive shrimp aquaculture wastewater under high hydraulic loading rate. *Environmental Pollution*, 134(3), 411 - 421. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.09.015>
35. Boyd, C. E. & Green, B. W. (2002). *Coastal water quality monitoring in shrimp farming areas: An Example from Honduras*. NACA (Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific). 29 pages.
36. Boyd, C. E. & Tucker, C. S. (1998). Pond aquaculture water quality management. In pond aquaculture water quality management. Springer US. 154 - 177. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3_4
37. Lin, C. K., Ruamthaveesub, P. & Wanuchsoontom, P. (1991). *Wastewater of intensive shrimp farming and its potential biological treatment*. Nxb Asian Institute of Technology. Proceedings of the Workshop on Agro-based Wastewater Treatment and Recovery Systems, Bangkok. 12 pages.
38. Lê Hoàng Việt & Nguyễn Võ Châu Ngân (2018). *Giáo trình Kỹ thuật xử lý nước thải*. Nxb Đại học Cần Thơ.
39. Charatchkool, P., Turnbull, J. F., Funge-Smith, S. J., Macrae, I. H. & Limsuwan, C. (2003). *Health Management in Shrimp Ponds*. Aquatic Animal Health Research Institute (AAHRI), Thai Lan, 152 pages
40. Wanninayate, W. M., Ratnayate, T. B., RMT, E. & K. (2001). Experiment culture of tiger

shrimp (*Penaeus monodon*) in low salinity environment in Sri Lanka (Asian Fish). Conference proceeding of Asian Fisheries Forum, Kaohsiung, Taiwan.

41. Samocha, T. M. & Prangnell, D. I. (2019). *System treatment and preparation. Sustainable Biofloc Systems for Marine Shrimp*. Academic Press. 463 pages. ISBN: 978-0-12-818040-2.

42. Võ Nam Sơn, Nguyễn Thanh Phương, Trương Tấn Nguyên (2014). So sánh đặc điểm kỹ thuật và chất lượng môi trường giữa ao nuôi tôm sú và tôm thẻ chân trắng thâm canh tại tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 70 - 78.

43. Bùi Quang Tề (2009). Nuôi thâm canh tôm đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm theo mô hình GAP. *Báo cáo kỹ thuật của Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1*.

WASTEWATER TREATMENT CAPACITY FOR INTENSIVE SHRIMP POND EFFLUENT USING FISHING NET FILTER MATERIALS

Nguyen Van Tuyen¹, Le Van Du¹, Hong Minh Hoang², Le Van Toan³, Nguyen Duc Ngan⁴

¹ *College of environment and natural resource, Can Tho University*

² *Research Institute for climate change, Can Tho University*

³ *Toan Viet Technological Environment Company Limited*

⁴ *Master of Environment engineering, Can Tho University*

Abstract

This study aims to test the potential use fishing nets for treating wastewater from intensive whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds. The study was conducted at a laboratory scale using a custom-built experimental model. This research used K₃ media (biofilm surface area > 2,900 m²/m³) to test treatments with and without aeration. Its performance was then compared with that of fishing net material (HDPE fiber, 3 × 3 cm mesh, density 150 kg/m³) under both aerated and non-aerated conditions. This research used one pilot in which each treatment unit had a volume of 6.4 L. One unit contained 50% K₃ media, while another contained 89.2% fishing net material by volume. The study results showed that parameters including DO, pH, salinity, alkalinity, turbidity, H₂S, BOD₅, COD, TSS and coliforms in all four treatments met the Vietnamese standard QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. However, ammonia (NH₃) concentrations slightly exceeded the permissible limit in all four treatments, highlighting the need for enhanced ammonia removal. Treatment 1 (fishing net without aeration) was selected for application in real wastewater treatment.

Keywords: *Fishing net materials, treatment efficiency, K₃ biofilm media, shrimp pond wastewater.*

Ngày nhận bài: 4/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 16/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 8/9/2025

Ngày duyệt đăng: 14/11/2025