

Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải gắn với lọc tuần hoàn nước cho hộ nuôi tôm siêu thâm canh ở tỉnh Sóc Trăng

Nguyễn Lê Minh Trí*, Nguyễn Thị Phương Thảo, Trà Văn Tung, Ngô Thị Phương Nam, Nguyễn Quốc An, Trần Thị Huệ, Đặng Hoa Lư



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Công nghệ tuần hoàn nước đã và đang được ứng dụng trong ngành nuôi trồng thủy sản ở Việt Nam phục vụ cho quá trình nuôi cá biển và tôm giống. Tuy nhiên, công nghệ này mới được đưa vào ứng dụng cho quá trình nuôi tôm thẻ chân trắng theo mô hình siêu thâm canh trong những năm gần đây. Trong nghiên cứu này, chúng tôi ứng dụng công nghệ tuần hoàn nước cho hộ nuôi tôm siêu thâm canh tại tỉnh Sóc Trăng thông qua việc xây dựng bể lọc tuần hoàn nước phục vụ cho quá trình nuôi tôm. Chất lượng nước sau khi tuần hoàn được đánh giá thông qua các thông số hóa, lý và vi sinh. Kết quả cho thấy chất lượng nước sau tuần hoàn được cải thiện với việc giảm thiểu hàm lượng các chất hữu cơ và chất rắn lơ lửng, đồng thời quá trình tuần hoàn nước giúp giảm thiểu lượng nước cấp cho ao nuôi tôm. Nghiên cứu cũng cho thấy thông số pH và DO của nước ao nuôi tôm thể hiện mối tương quan tuyến tính lẫn nhau và tương quan tuyến tính với các thông số hóa, lý và vi sinh được khảo sát. Riêng với thông số NO_3^- -N thì thông số pH và DO thể hiện mối tương quan không tuyến tính ở mức trung bình. Trên cơ sở phân tích hiện trạng quản lý chất thải tại hộ nuôi tôm được khảo sát, nghiên cứu đã tiến hành xây dựng mô hình quản lý chất thải hiệu quả cho chủ hộ nuôi tôm. Qua đó, nghiên cứu cho thấy vai trò của quá trình phân loại chất thải và quá trình tuần hoàn nước kết hợp với lắng lọc trong việc giảm thiểu lượng nước thải và các chất thải rắn thải ra môi trường, cũng như về sự cần thiết của việc đo đạc 2 thông số pH và DO trong suốt quá trình nuôi tôm.

Từ khóa: nuôi tôm, tuần hoàn nước, siêu thâm canh, tương quan

Viện Môi trường và Tài nguyên,
ĐHQG-HCM, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Lê Minh Trí, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: trihankiner215@yahoo.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 25-06-2024
- Ngày sửa đổi: 02-03-2025
- Ngày chấp nhận: 15-08-2025
- Ngày đăng: 28-06-2026

DOI: <https://doi.org/10.32508/vnuhcmj-ees.v10i1.778>



Bản quyền

© Tạp chí ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

MỞ ĐẦU

Hiện nay, ngành nuôi tôm trên thế giới đóng một vai trò quan trọng trong việc đáp ứng nhu cầu về hải sản của các nước. Theo tổ chức Nông lương Liên Hiệp Quốc (FAO), ngành nuôi tôm trên thế giới đã mang về giá trị hàng năm ước tính lên đến 28 tỉ USD (2022)¹. Trong đó, Việt Nam là một trong những nước xuất khẩu tôm lớn trên thế giới, đứng vị trí thứ hai thế giới vào năm 2023, đóng góp khoảng 13 % giá trị vào giá trị xuất khẩu tôm của toàn thế giới². Để đạt được kết quả này, Việt Nam đã đặt nền móng để phát triển ngành nuôi tôm trong nước từ những năm 1900 nhằm đáp ứng cho nhu cầu tiêu thụ con tôm của thế giới³. Đến năm 2022, sản lượng tôm của Việt Nam đã đạt được hơn 745.000 tấn, trong đó Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đóng góp đến 90 % tổng sản lượng này⁴. Tôm sú và tôm thẻ chân trắng là hai giống tôm được nuôi chủ yếu ở ĐBSCL. Hiện nay các hộ nuôi tôm ở ĐBSCL có sự chuyển dịch từ nuôi tôm sú sang nuôi tôm thẻ chân trắng. Sở dĩ như vậy là vì giống tôm thẻ chân trắng cho năng suất cao, thời vụ nuôi ngắn với tần suất thay nước thấp. Bên cạnh sự chuyển đổi

trong giống tôm còn có sự chuyển đổi trong mô hình nuôi ở các hộ nuôi tôm tại ĐBSCL. Từ mô hình nuôi tôm quảng canh truyền thống, hiện nay, các hộ nuôi tôm tại ĐBSCL đã chuyển dần sang mô hình nuôi tôm siêu thâm canh. Trong chiến lược phát triển quốc gia của Việt Nam đến năm 2025, Việt Nam cần phát triển thêm 190.000 ha nuôi tôm để đạt mục tiêu mang về giá trị xuất khẩu hàng thủy sản là 10 tỉ USD^{5,6}. Để đạt mục tiêu này, các hộ nuôi tôm cần chuyển đổi sang mô hình nuôi tôm siêu thâm canh với việc ứng dụng khoa học công nghệ nhằm tăng năng suất và thích ứng với biến đổi khí hậu.

So với mô hình nuôi tôm quảng canh truyền thống với mật độ nuôi thả thấp, vốn phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, thì mô hình nuôi tôm siêu thâm canh cho mật độ nuôi thả cao (200 - 250 con/m²), cho phép kiểm soát các yếu tố môi trường và năng suất có thể đạt tới 100 tấn/ha⁷. Mặc dù nghề nuôi tôm mang lại lợi nhuận cao cho người nuôi nhưng nó cũng làm phát sinh nhiều vấn đề bất cập liên quan đến sản xuất như dịch bệnh và ô nhiễm môi trường. Trong đó, môi trường ao nuôi tôm, chất lượng nước cấp và quản lý chất thải từ ao nuôi tôm là yếu tố quyết định năng

Trích dẫn bài báo này: Trí N L M, Thảo N T P, Tung T V, Nam N T P, An N Q, Huệ T T, D H L. **Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải gắn với lọc tuần hoàn nước cho hộ nuôi tôm siêu thâm canh ở tỉnh Sóc Trăng.** VNUHCMJ. Environ. Earth Sci. 2026; 10(1):1316-1326.

suất và tính hiệu quả lợi nhuận mang lại từ mô hình⁸. Trong nghiên cứu của Phạm Thị Anh và đồng nghiệp, kết quả cho thấy quá trình sản xuất 1 tấn tôm sú đã thải ra môi trường 36.24 - 48.46 mg/m³ BOD, 107.61 - 143.96 mg/m³ COD, 163.74 - 218.98 mg/m³ TSS, 4.20 - 5.61 mg/m³ N, 0.52 - 0.69 mg/m³ P và 0.67 - 0.90 mg/m³ N-NH₃³. Đối với tôm thẻ chân trắng, tác giả Ngô Thụy Diễm Trang và đồng nghiệp cho rằng quá trình sản xuất 1 tấn tôm thẻ chân trắng đã thải ra môi trường 17.49 - 26.94 mg/m³ COD, 1.97 - 3.54 mg/m³ P, và 6.95 - 11.67 mg/m³ nước xiphong⁸. Bên cạnh nước thải, hoạt động nuôi tôm còn thải ra môi trường một lượng lớn bùn thải. Lượng bùn thải được ghi nhận trong một vụ nuôi tôm ở Cà Mau là 111 - 137 m³/ha⁹. Tương tự, lượng bùn thải được ghi nhận tại các hộ nuôi tôm trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng là 100 - 144 m³/ha⁷. Hiện nay vẫn còn nhiều hộ nuôi tôm xả trực tiếp nước thải, bùn thải ra ngoài sông, rạch¹⁰. Điều này cho thấy các chất thải từ hoạt động nuôi tôm cần có biện pháp để thu gom và xử lý để nhằm giảm thiểu rủi ro gây ô nhiễm cho các khu vực lân cận hộ nuôi tôm. Để thực hiện được điều này, cần thiết ứng dụng giải pháp khoa học công nghệ vào quá trình nuôi tôm.

Công nghệ nuôi trồng thủy sản theo hướng tuần hoàn nước (RAS - Recirculating Aquaculture System) là một phương pháp nuôi thủy sản tiên tiến, trong đó nước được tái sử dụng sau khi xử lý thay vì thay mới hoàn toàn như trong hệ thống nuôi truyền thống, ngăn ngừa bệnh tật, góp phần tăng năng suất nuôi trồng thủy sản¹¹. Công nghệ nuôi trồng thủy sản theo hướng tuần hoàn nước đã được thế giới ứng dụng cho nhiều loại thủy sản khác nhau như lươn, cá, tôm, ... Tại Việt Nam, công nghệ này được áp dụng trong các trang trại sản xuất tôm giống từ những năm 2000, mang lại hiệu quả trong việc kiểm soát lượng chất thải ra môi trường, hạn chế thay nước trong quá trình nuôi. Do đó, trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành xây dựng bể lọc tuần hoàn nước phục vụ cho quá trình nuôi tôm tại hộ nuôi tôm siêu thâm canh ở tỉnh Sóc Trăng và đánh giá chất lượng nước sau tuần hoàn thông qua các thông số hóa, lý và vi sinh đo đạc được, cũng như nghiên cứu mối tương quan giữa các thông số này. Từ đó, chúng tôi tiến hành thiết kế mô hình quản lý chất thải phát sinh từ ao nuôi tôm, đồng thời xây dựng các công trình quản lý các chất thải đó tại hộ nuôi tôm siêu thâm canh được khảo sát.

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu là chất thải gồm nước thải, bùn thải và vỏ bao bì, chai nhựa phát sinh từ quá trình

nuôi tôm tại hộ nuôi tôm thẻ chân trắng siêu thâm canh tại huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng. Diện tích ao nuôi là 1400 m² với mật độ nuôi là 250 con/m². Ao nuôi được lót bạt đáy và trang bị hệ thống sục khí và quạt nước hoạt động xuyên suốt quá trình nuôi tôm. Ao nuôi được xiphong mỗi ngày xuyên suốt quá trình nuôi tôm. Nguồn nước sử dụng cho quá trình nuôi tôm được lấy từ kênh nội đồng sau khi được lắng ở ao lắng sẽ được dẫn vào ao sản sàng trước khi được dẫn vào ao nuôi tôm.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

• Phương pháp tổng hợp tài liệu

Để có cơ sở lý thuyết phục vụ cho quá trình nghiên cứu, nhóm nghiên cứu tiến hành tra cứu, thu thập các thông tin cần thiết cho nghiên cứu thông qua các công trình khoa học đã được công bố trên các tạp chí khoa học ở trong và ngoài nước, cũng như các báo cáo được đăng tải bởi các cơ quan chức năng.

• Phương pháp lấy mẫu

Nhóm nghiên cứu tiến hành lấy ba mẫu tại ba vị trí khác nhau của ao nuôi tôm, cách nhau 10 m, ở độ sâu 20 cm. Đối với mỗi công trình chứa nước, nhóm nghiên cứu tiến hành lấy ba mẫu tại ba vị trí khác nhau ở mỗi công trình chứa nước trong hệ thống tuần hoàn nước. Các mẫu được lấy trong khoảng thời gian từ 13 h đến 15 h trong cùng một ngày không có mưa. Các mẫu được chứa trong can nhựa 2 lít, dán nhãn, được bảo quản và vận chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích. Quá trình lấy mẫu dựa theo các tiêu chuẩn: TCVN 6663-1:2011 (ISO 5667-2:2006) về hướng dẫn lập chương trình lấy mẫu và kỹ thuật lấy mẫu, và TCVN 6663-3:2016 (ISO 5667-3:2012) về hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu. 17 thông số hóa lý cần phân tích bao gồm: pH, nhiệt độ, DO, COD, BOD, TSS, NH₄⁺-N (Nitơ dạng Amoni), NO₂⁻-N (Nitơ dạng NO₂⁻), PO₄³⁻-P (Nitơ dạng NO₃⁻), T-N (Tổng Nitơ), T-P (Tổng Photpho), Chì (Pb), Asen (As), Cadimi (Cd), Coliforms và E. coli. Quá trình phân tích các mẫu được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 6638:2000 và các tiêu chuẩn SMEWW (2017). Riêng các thông số gồm pH, nhiệt độ và DO được đo tại hiện trường bởi thiết bị cầm tay Aqua TROLL 500 (USA).

• Phương pháp luận cho mô hình kinh tế tuần hoàn

Nghiên cứu này dựa trên khung phương pháp luận cho mô hình kinh tế tuần hoàn gồm 7 nhóm nguyên tắc^{12,13} được nêu trong Bảng 1. Trong đó, nghiên cứu chú trọng vào việc tiết kiệm nguyên vật liệu phục vụ

cho quá trình nuôi tôm, giảm thiểu lượng chất thải phát sinh trong quá trình nuôi tôm, phân loại các chất thải này đúng cách và trang bị kiến thức, kỹ năng, năng lực và các giá trị đảm bảo hiệu quả hoạt động của nền kinh tế tuần hoàn.

• Phương pháp xử lý số liệu

Các kết quả đo được sẽ được thu thập, lưu trữ và xử lý bằng phần mềm Excel và được trình bày dưới dạng các đồ thị và các bảng biểu. Để phân tích mối quan hệ tương quan giữa các thông số hóa lý và vi sinh được khảo sát, nghiên cứu sử dụng phần mềm SPSS 22.0 cho quá trình tính toán và xử lý thống kê.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hiện trạng môi trường của ao nuôi tôm

Nhiệt độ của nước ao nuôi (31.6°C) nằm trong khoảng nhiệt độ thích hợp cho quá trình phát triển của tôm ($26 - 32^{\circ}\text{C}$)¹⁴. Giá trị pH của nước ao nuôi tôm đo được ($\text{pH} = 8.6$) nằm trong khoảng pH thích hợp cho sự sống của các động vật thủy sinh¹⁵. So với nước ao nuôi tôm, nước xiphong đáy ao có giá trị pH thấp hơn. Tương tự, hàm lượng oxy hòa tan đo được trong nước xiphong thấp hơn so với hàm lượng oxy hòa tan trong nước thải ao nuôi; điều này cho thấy sự phân tầng nước trong ao nuôi (Hình 1a). Tầng nước mặt của ao nuôi được sục khí thường xuyên và người nuôi có sử dụng men vi sinh nên tầng nước mặt của ao nuôi có lượng oxy hòa tan dồi dào. Bên cạnh đó, quá trình quang hợp của tảo ở trên mặt nước cũng làm tăng lượng oxy hòa tan trong nước. Càng xuống sâu dưới đáy ao, hàm lượng oxy hòa tan càng giảm dần, trong khi hàm lượng CO_2 hòa tan càng tăng. Điều này cũng khiến cho nước xiphong đáy ao có giá trị pH thấp hơn so với giá trị pH ở tầng nước mặt của ao nuôi tôm. Ngoài ra, việc người nuôi bổ sung vôi để xử lý nước ao nuôi cũng góp phần làm tăng giá trị pH ở tầng nước mặt. Các giá trị COD và BOD của nước xiphong đáy ao thấp hơn các giá trị này của tầng nước mặt của ao nuôi tôm cho thấy hàm lượng các chất hữu cơ được tích lũy chủ yếu ở lớp bùn đáy ao, và hàm lượng oxy hòa tan ở lớp bùn đáy ao thấp hơn so với tầng nước mặt của ao nuôi tôm.

Tổng hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước xiphong đáy ao cao gấp 3 lần tổng hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước ở tầng nước mặt (Hình 1a). Sở dĩ như vậy là do lượng thức ăn thừa và các chất bài tiết của tôm sẽ tích lũy dần ở lớp bùn đáy ao trong quá trình nuôi tôm. Điều này cũng được thể hiện qua tổng hàm lượng nitơ và photpho trong nước xiphong đáy ao cao hơn gấp đôi so với tổng hàm lượng nitơ và photpho trong nước ở tầng nước mặt. Các chất dinh dưỡng

có chủ yếu trong thức ăn nuôi tôm. Bên cạnh các khoáng chất, thức ăn nuôi tôm còn chứa lượng lớn nitơ và photpho tồn tại dưới dạng các loại đạm và amino axit. Tuy nhiên, tôm chỉ hấp thụ 27 % lượng thức ăn, phần thức ăn thừa còn lại sẽ lắng đọng lại dưới đáy ao nuôi tôm^{16,17}. Các thành phần nitrogen vô cơ trong ao nuôi tôm tồn tại dưới dạng NH_4^+ -N, NH_3 -N, NO_2^- -N và NO_3^- -N. Kết quả phân tích cho thấy nồng độ NH_4^+ -N trong ao nuôi tôm ở tầng nước mặt thấp hơn 2 lần so với nồng độ NH_4^+ -N đo được ở trong nước xiphong đáy ao (Hình 1b). Mặc dù không có quy định về nồng độ NH_4^+ -N trong nước ao nuôi tôm, các nghiên cứu trước đây cho thấy nồng độ NH_4^+ -N thích hợp cho sự phát triển của tôm dao động từ $0,2 - 2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ¹⁸. NH_4^+ -N không gây độc cho tôm, tuy nhiên, khi giá trị pH tăng cao và nhiệt độ trong nước tăng cao, NH_4^+ -N có khả năng chuyển sang dạng khí NH_3 -N gây ngộ độc cho tôm. Giá trị pKa của NH_3 là 9,2 nên trong nghiên cứu này, với giá trị pH và nhiệt độ hiện tại thì nồng độ NH_3 -N trong nước xiphong đáy ao không vượt ngưỡng quy định đối với chất lượng nước cấp vào cho ao nuôi tôm QCVN 02-19:2014/BNNT¹⁹. Đối với hàm lượng NO_2^- -N, theo nghiên cứu của nhóm tác giả Lin và Chen (2003), ngưỡng an toàn cho tôm thẻ chân trắng là $15,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ²⁰. Theo nghiên cứu của tác giả Valencia-Castañeda và cộng sự, hàm lượng NO_2^- -N thích hợp cho tôm thẻ chân trắng trong điều kiện đơn chất là $0,53 \text{ mg.L}^{-1}$ và trong điều kiện hỗn hợp là $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$ ¹⁶. Trong nghiên cứu này, nồng độ NO_2^- -N trong nước ao nuôi tôm ở tầng mặt và trong nước xiphong đáy ao đều thấp hơn $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$. Trong khi đó, nồng độ NO_3^- -N trong nước ao nuôi tôm và trong nước xiphong đáy ao đều thấp hơn $0,4 \text{ mg.L}^{-1}$, và thấp hơn mức đề nghị bởi Clifford (1994)²¹. Tổng thải lượng nitơ trong nước xiphong đáy ao cao hơn so với lượng photpho được đo trong cùng một loại nước thải. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận đối với tổng thải lượng nitơ và tổng thải lượng photpho trong nước ao nuôi tôm ở tầng mặt, tuy nhiên thấp hơn so với nước xiphong đáy ao. Không phát hiện E.coli và các kim loại Pb, As, Cd trong nước xiphong đáy ao cũng như nước ao nuôi tôm. Hàm lượng Coliforms trong nước xiphong đáy ao cao gấp 50 lần so với nước ao nuôi tôm ở tầng mặt, và thấp hơn 250 MPN/100 mL. Toàn bộ lượng nước xiphong đáy ao được dẫn ra kênh chứa nước nội bộ. Bên cạnh lượng nước thải phát sinh từ quá trình nuôi tôm thì bùn thải, vỏ đầu tôm và vỏ bao bì nhựa, chai nhựa cũng phát sinh trong quá trình nuôi tôm nhưng chưa có biện pháp để thu gom, phân loại và xử lý.

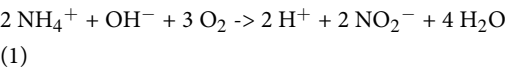
Nghiên cứu cũng tiến hành phân tích ảnh hưởng lẫn nhau của thông số pH và DO, cũng như ảnh hưởng

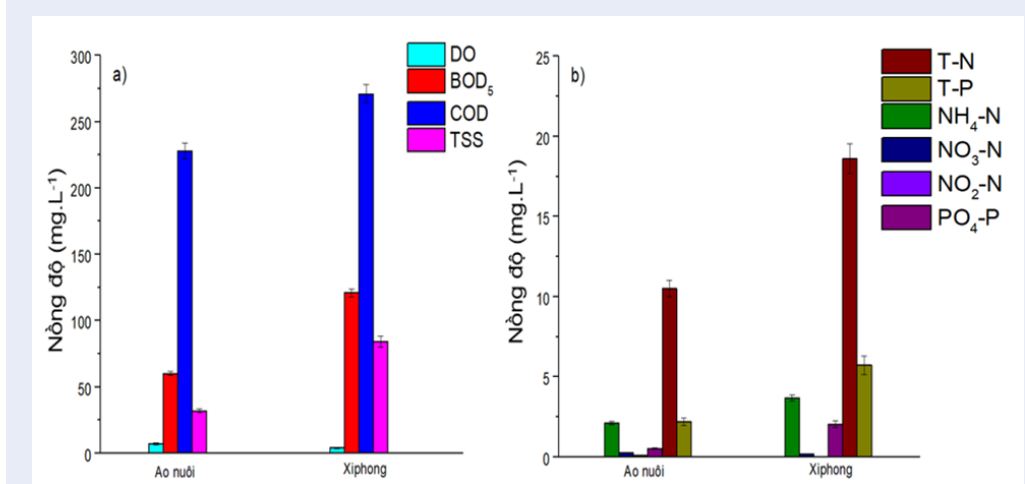
Bảng 1: Mô tả các giải pháp cho mô hình kinh tế tuần hoàn theo từng nhóm nguyên tắc. [Nguồn: Nhóm tác giả]

Nhóm nguyên tắc	Mô tả
Nguyên tắc 1: Điều chỉnh đầu vào hệ thống theo tỉ lệ tái sinh/thu hồi	- Sử dụng nguồn đầu vào tái tạo thay thế cho các nguồn không tái tạo. - Chuyển đổi sang vật liệu có tốc độ tái sinh cao hơn thay vì sử dụng các vật liệu tái sinh chậm. - Điều chỉnh chính sách thuế và hỗ trợ công nghệ, sản phẩm, vật liệu dựa trên khả năng tái tạo của chúng. - Tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng và vật liệu. - Khuyến khích các giải pháp di chuyển bền vững và tái tạo.
Nguyên tắc 2: Điều chỉnh đầu ra hệ thống theo tỷ lệ hấp thụ	- Chuyển đổi từ vật liệu và quy trình tạo ra đầu ra kỹ thuật sang các vật liệu và quy trình tạo ra đầu ra sinh học. - Thay thế các quy trình bằng những quy trình có tỷ lệ phát sinh chất thải thấp hơn. - Điều chỉnh thuế và hỗ trợ đối với công nghệ, sản phẩm, vật liệu dựa trên mức độ phát sinh chất thải của chúng.
Nguyên tắc 3: Khép kín hệ thống	- Phân loại đúng cách chất thải sinh học và chất thải kỹ thuật. - Làm lại các sản phẩm và bán thành phẩm/hợp phần. - Thúc đẩy và cải thiện quá trình tái chế chất thải. - Thúc đẩy quá trình thu hồi năng lượng từ rác thải. Thúc đẩy trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất.
Nguyên tắc 4: Duy trì giá trị tài nguyên trong hệ thống	- Liên kết các giai đoạn trong vòng đời sản phẩm. - Thúc đẩy cộng sinh công nghiệp. - Tăng độ bền. - Giảm sự lỗi thời.
Nguyên tắc 5: Giảm kích thước hệ thống	- Cung cấp thông tin đầy đủ cho người tiêu dùng thông qua nhãn sản phẩm, nhãn sinh thái và công bố sản phẩm. - Nâng cao trách nhiệm của người tiêu dùng. - Khuyến khích phát triển nền kinh tế dịch vụ theo chức năng và kinh tế chia sẻ. - Thúc đẩy mua sắm xanh. Điều chỉnh lượng bán ra theo lượng tiêu thụ.
Nguyên tắc 6: Thiết kế cho nền kinh tế tuần hoàn	- Thiết kế thân thiện môi trường (tối ưu hóa quá trình đóng gói, nâng cao độ bền của sản phẩm, v.v). - Thiết kế các sản phẩm minh bạch, có thể tái sản xuất và có thể mở rộng để xây dựng các sản phẩm tương tự ở những nơi khác dựa trên các nguồn lực tại địa phương. - Suy nghĩ về các tiện ích thiết thực và sở thích của người tiêu dùng. - Xây dựng các mô hình và chiến lược kinh doanh mới. - Phát triển các phương pháp luận mới để thúc đẩy cải tiến liên tục. Thiết kế các dự án hỗ trợ phát triển bền vững và thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn.
Nguyên tắc 7: Giáo dục về nền kinh tế tuần hoàn	- Điều chỉnh chương trình giáo dục phù hợp với những thách thức hiện tại. - Trang bị kiến thức, kỹ năng, năng lực và các giá trị đảm bảo hiệu quả hoạt động của nền kinh tế tuần hoàn. - Hình thành thói quen và hành động của từng cá nhân trong việc ủng hộ nền kinh tế tuần hoàn.

của 2 thông số này đến các thông số còn lại. **Bảng 2** thể hiện hệ số tương quan Pearson (r) của từng cặp thông số được nghiên cứu. Thông số pH của nước ao nuôi tôm thể hiện mối tương quan tuyến tính với thông số DO và với các thông số còn lại được khảo sát. Riêng đối với thông số NO_3^- -N thì thông số pH thể hiện mối tương quan không tuyến tính (do mức ý nghĩa thống kê > 0.05) và mối tương quan này được thể hiện ở mức trung bình ($0.3 < r < 0.5$). Các mối tương quan tuyến tính giữa thông số pH với thông số DO và với các thông số còn lại được khảo sát đều

có tính liên kết chặt chẽ với nhau ($r > 0.5$)²². Thông số pH có giá trị càng lớn thì thông số DO cũng có giá trị càng lớn ($r > 0$). Mối tương quan thuận này cũng được thể hiện đối với cặp thông số pH/NO_2^- -N và cặp thông số DO/NO_2^- -N. Vai trò của thông số pH và DO của nước ao nuôi tôm trong quá trình oxi hóa NH_4^+ thành NO_2^- với sự tham gia của vi khuẩn *Nitrosomonas* được thể hiện trong phương trình sau:





Hình 1: Các thông số hóa, lý của nước ao nuôi và nước xiphong đáy ao. [Nguồn: Nhóm tác giả]

Bảng 2: Hệ số tương quan Pearson giữa các cặp thông số có chứa pH và DO. [Nguồn: Nhóm tác giả]

Thông số	pH	DO	BOD ₅	COD	TSS	NH ₄ -N
pH	1	0.99*	-0.94*	-0.94*	-0.94*	-0.85*
DO	0.99*	1	-0.98*	-0.97*	-0.98*	-0.91*
Thông số	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -N	T-N	T-P	Coliforms
pH	0.41	0.97*	-0.82*	-0.87*	-0.92*	-0.95*
DO	0.30	0.99*	-0.88*	-0.92*	-0.96*	-0.98*

*Sự tương quan có ý nghĩa thống kê ở mức 5 %.

Theo đó, nước ao nuôi tôm có giá trị pH và DO càng lớn thì sẽ thúc đẩy quá trình nitrit hóa NH₄⁺. Đối với các thông số còn lại thì pH và DO đều thể hiện mối tương quan tuyến tính nghịch có tính liên kết chặt chẽ với nhau. Vì vậy, thông qua việc phân tích mối tương quan lẫn nhau của thông số pH và DO, và giữa chúng với các thông số hóa lý và vi sinh được khảo sát đối với nước ao nuôi tôm, nghiên cứu cho thấy thông số pH và DO có ảnh hưởng lẫn nhau và chúng có ảnh hưởng lên các thông số còn lại phản ánh chất lượng của nước ao nuôi tôm. Thông số pH và DO là 2 thông số mà người nuôi tôm có thể dễ dàng đo đạc được tại hiện trường. Do đó, người nuôi tôm cần quan tâm đến việc đo đạc 2 thông số này trong suốt quá trình nuôi tôm.

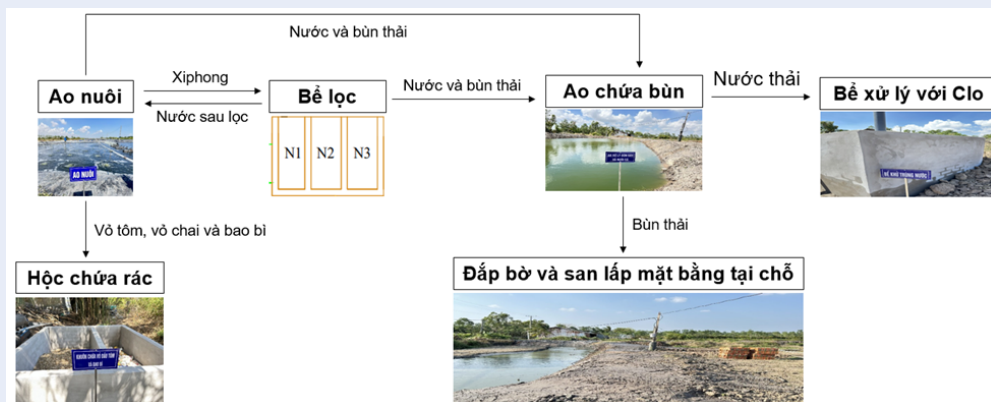
Xây dựng mô hình quản lý chất thải

Từ thực trạng môi trường của ao nuôi tôm, nhóm nghiên cứu tiến hành xây dựng mô hình quản lý chất thải dựa trên nguyên tắc 1, 2, 3 và 7 của khung phương pháp luận cho mô hình kinh tế tuần hoàn.

Đối với nước thải và bùn thải

Nước xiphong đáy ao được dẫn qua bể lắng lọc gồm 3 ngăn bằng bơm nổi với lưu lượng 18 m³/h (Hình 2). Kích thước của bể lắng lọc là 1,4 x 6,4 x 1,3 cm (Hình 3). Ở mỗi ngăn của bể lắng lọc, chúng tôi tiến hành lắp đặt các lưới lọc có chiều dài 1,4 m phủ xuống dưới đáy của bể. Nước xiphong đáy ao sau khi qua bể lắng lọc sẽ được dẫn liên tục vào ao nuôi tôm bằng bơm chìm với lưu lượng 30 m³/h. Kết quả phân tích chất lượng nước sau khi qua bể lắng lọc cho thấy giá trị pH, DO, NO₂⁻-N và NO₃⁻-N của nước sau lọc đều tăng nhưng vẫn nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 02-19:2014/BNNPTNT và ngưỡng hàm lượng NO₂⁻-N và NH₃-N thích hợp cho tôm thẻ chân trắng (17) (Hình 4). Các giá trị BOD₅, COD, TSS, Tổng Nito và Tổng photpho đều giảm, cho thấy khả năng lưu giữ các hợp chất hữu cơ của bể lắng lọc.

Nước thải chứa bùn thải từ ao nuôi tôm được dẫn sang ao chứa bùn có diện tích 500 m². Sau một thời gian lắng bùn ở ao chứa bùn, tiến hành sên vét bùn và lượng bùn thải sau khi sên vét được sử dụng để đắp bờ và san lấp mặt bằng. Kết quả phân tích chất



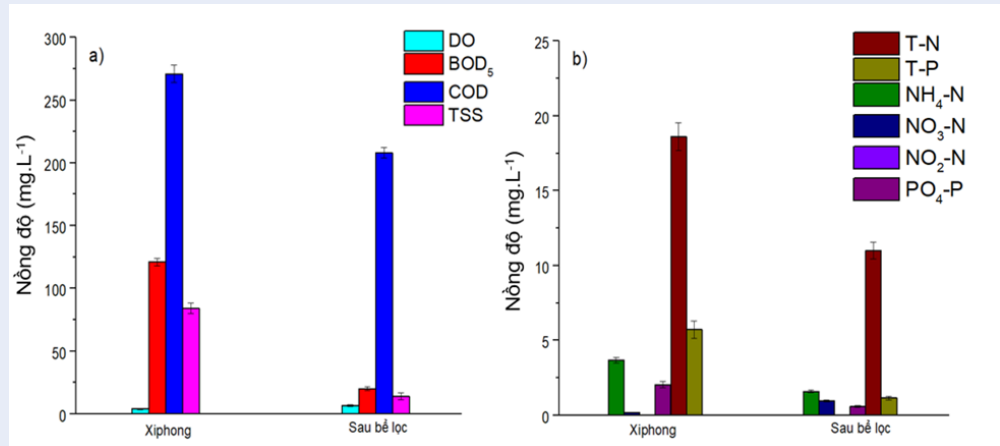
Hình 2: Mô hình quản lý chất thải từ ao nuôi tôm được khảo sát. [Nguồn: Nhóm tác giả]



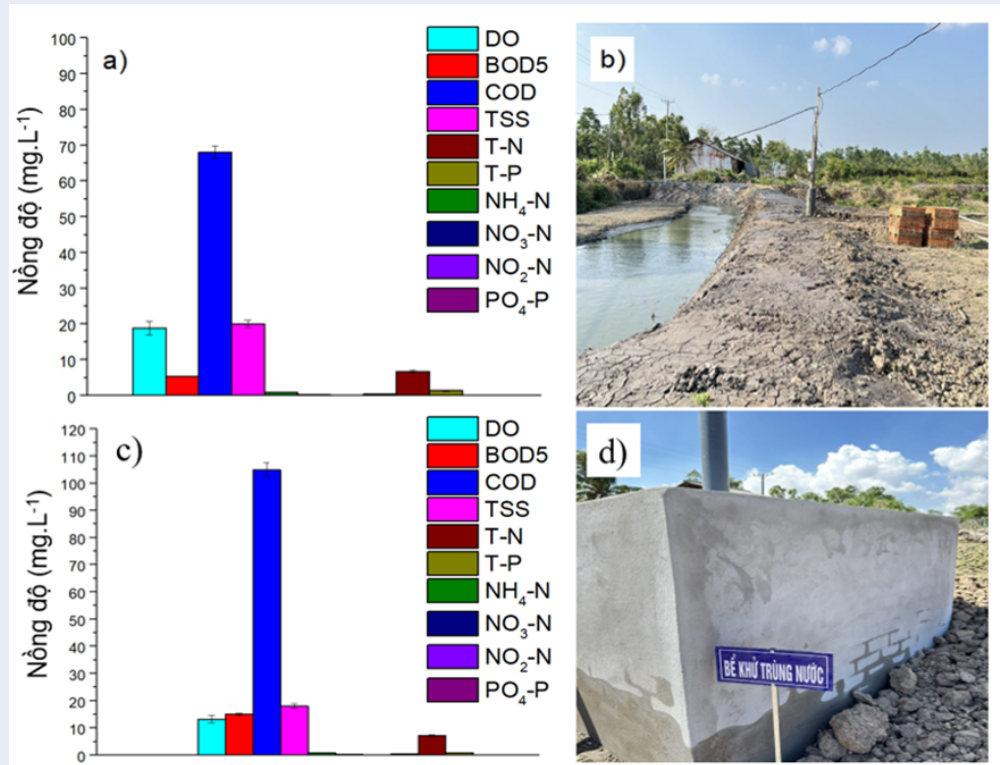
Hình 3: Bể lọc tuần hoàn nước. [Nguồn: Nhóm tác giả]

lượng nước của ao chứa bùn sau khi sên vét cho thấy đa phần các giá trị của các thông số khảo sát của nước trong ao chứa bùn đều thấp hơn các giá trị của các thông số khảo sát của nước ở tầng nước mặt của ao nuôi tôm. Riêng hàm lượng oxy hòa tan tăng từ 6 lên đến 19 mg.L^{-1} . Các giá trị BOD, COD và TSS đều giảm dưới 100 mg.L^{-1} cho thấy hàm lượng chất rắn và hàm lượng các chất hữu cơ trong nước thải ao nuôi tôm giảm rõ rệt sau khi sên vét (Hình 5a,b). Do đó, chất lượng nước thải ao nuôi tôm được cải thiện sau khi sên vét bùn. Nước thải từ ao chứa bùn được dẫn vào bể xử lý với Clo để khử khuẩn (Hình 5d). Kết quả phân tích chất lượng nước của bể xử lý với Clo

cho thấy hàm lượng Coliforms thấp hơn 2 MPN/100 mL. Riêng các giá trị BOD và COD của nước trong bể xử lý với Clo tăng và thấp hơn giá trị BOD và COD trong QCVN 02-19:2014/BNNT dành cho nước thải ao nuôi tôm (Hình 5c). Điều này cho thấy việc thêm Clo vào nước thải ao nuôi tôm có tác dụng khử khuẩn, đồng thời làm tăng giá trị BOD và COD của thải²³. Việc này có thể là do các hợp chất được tạo thành bởi sự phân hủy của Clo trong nước sẽ dễ bị oxi hóa bởi các hóa chất KMnO_4 và $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ trong quá trình xác định BOD và COD.



Hình 4: Các thông số hóa, lý của nước xiphong đáy ao trước và sau khi qua bể lọc. [Nguồn: Nhóm tác giả]



Hình 5: a, c) Các thông số hóa, lý của nước ao chứa bùn sau khi được sên vét. b) Bùn thải từ ao chứa bùn được dùng để đắp bờ và san lấp mặt bằng tại chỗ. d) Bể khử trùng nước. [Nguồn: Nhóm tác giả]

Đối với vỏ đầu tôm, vỏ bao bì và chai nhựa

Vỏ đầu tôm hình thành trong quá trình nuôi tôm được thu gom bằng các lưới lọc được lắp đặt ở cuối đường ống xiphong ra kênh thải và được chứa trong khuôn chứa rác. Vỏ bao bì và chai nhựa đã qua sử dụng được thu gom và chứa trong khuôn chứa rác tách biệt với vỏ đầu tôm (Hình 6).

Đánh giá mô hình quản lý chất thải

Về mặt môi trường

Mô hình góp phần làm giảm lượng nước thải ra môi trường nhờ vào quá trình tuần hoàn nước cấp vào ao nuôi tôm. Đồng thời, mô hình cũng góp phần giảm thiểu hàm lượng chất hữu cơ, chất rắn lơ lửng, và tăng hàm lượng oxy hòa tan trong nước nuôi tôm. Lượng bùn thải thải ra từ ao nuôi tôm được tái sử dụng để đắp bờ và san lấp mặt bằng. Ngoài ra, bùn thải có thể trộn với mùn cưa kết hợp với quá trình ủ vi sinh để tạo ra phân bón hữu cơ²⁴. Bên cạnh đó, vỏ tôm, vỏ bao bì và chai nhựa đã qua sử dụng được gạn lọc và thu gom vào nơi cố định.

Về mặt giáo dục

Mô hình góp phần hình thành nhận thức về vai trò của quá trình tuần hoàn nước kết hợp với lắng lọc trong việc giảm thiểu lượng nước thải và các chất thải rắn thải ra môi trường trong quá trình nuôi tôm. Việc xây dựng khuôn chứa rác trong mô hình góp phần hình thành nhận thức về quá trình phân loại chất thải: chất thải không tái chế (vỏ đầu tôm) và chất thải tái chế (vỏ bao bì và chai nhựa). Vỏ đầu tôm sau khi thu gom được sử dụng để làm nguồn nguyên liệu thay thế cho nuôi trồng thủy sản²⁵.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát hiện trạng các chất thải phát sinh từ quá trình nuôi tôm tại hộ nuôi tôm được khảo sát tại tỉnh Sóc Trăng. Các chất thải phát sinh bao gồm bùn thải; nước thải chứa các chất hữu cơ, các chất rắn lơ lửng; vỏ đầu tôm, vỏ bao bì và chai nhựa. Hàm lượng các chất hữu cơ và các chất rắn lơ lửng trong nước xiphong đáy ao đều cao hơn so với tầng nước mặt của ao nuôi. Sau khi đi qua bể lọc tuần hoàn, chất lượng nước xiphong đáy ao được cải thiện với việc giảm thiểu hàm lượng chất hữu cơ và chất rắn lơ lửng. Lượng nước sau tuần hoàn được tái sử dụng trong quá trình nuôi tôm, giảm thiểu được lượng nước cấp bổ sung vào ao nuôi tôm. Lượng bùn thải từ ao nuôi tôm được chứa trong ao chứa bùn, sau

khi sên vét ao chứa bùn được sử dụng để đắp bờ và san lấp mặt bằng tại chỗ. Quá trình sên vét bùn góp phần làm sạch nước thải ao nuôi tôm hơn. Nghiên cứu cho thấy tính hiệu quả của mô hình quản lý chất thải được xây dựng trong việc làm giảm lượng nước thải ra môi trường, cải thiện chất lượng nước thải từ ao nuôi của hộ nuôi tôm. Đồng thời nghiên cứu cũng góp phần cho thấy vai trò của quá trình phân loại chất thải và quá trình tuần hoàn nước kết hợp với lắng lọc trong việc giảm thiểu lượng nước thải và các chất thải rắn thải ra môi trường, cũng như về sự cần thiết của việc đo đạc 2 thông số pH và DO trong suốt quá trình nuôi tôm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số DN2022-24-01. Tập thể tác giả chân thành gửi lời cảm ơn đến ĐHQG-HCM đã tài trợ thực hiện nghiên cứu này, Viện Môi trường và Tài nguyên đã hỗ trợ, tạo mọi điều kiện thuận lợi để chúng tôi có thể hoàn thành nghiên cứu. Chân thành cảm ơn các Sở Ban Ngành đặc biệt là Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh ĐBSCL đã hỗ trợ và cung cấp số liệu, tạo điều kiện khảo sát thực tế địa phương.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

FAO : Tổ chức Nông lương thế giới (Food and Agriculture Organization)
DO : Hàm lượng oxy hòa tan (Dissolved Oxygen)
COD : Nhu cầu oxy hóa học (Chemical Oxygen Demand)
BOD : Nhu cầu oxy sinh hóa (Biochemical Oxygen Demand)
TCVN : Tiêu Chuẩn Việt Nam
QCVN : Quy Chuẩn Việt Nam
TSS : Tổng hàm lượng chất rắn lơ lửng (Total Suspended Solid)

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan rằng không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo này.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Tác giả Nguyễn Lê Minh Trí, Nguyễn Thị Phương Thảo, Trần Thị Hiệu, Trà Văn Tung, Ngô Thị Phương Nam, Nguyễn Quốc An, Đặng Hoa Lư cùng thực hiện tất cả các bước và quy trình xây dựng kết quả của nghiên cứu này.



Hình 6: Khuôn chứa vỏ đầu tôm và bao bì riêng biệt. [Nguồn: Nhóm tác giả]

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO. Fishery and Aquaculture Statistics: Yearbook 2022. Rome: FAO; 2025. p. 1–234.
2. That LT, Hoang HY. Utilizing a Settling Pond-Based Constructed Wetland for the Treatment of Shrimp Aquaculture Wastewater: From Laboratory to Field Scale: A Case Study in Ben Tre Province, Vietnam. *Ecological Engineering*. 2024;199:107172.
3. Anh PT, Kroeze C, Bush SR, Mol APJ. Water Pollution by Intensive Brackish Shrimp Farming in South-East Vietnam: Causes and Options for Control. *Agricultural Water Management*. 2010;97(6):872–882.
4. Nguyen KAT, Nguyen TAT, Bui CTPN, Jolly C, Nguelifack BM. Shrimp Farmers Risk Management and Demand for Insurance in Ben Tre and Tra Vinh Provinces in Vietnam. *Aquaculture Reports*. 2021;19:100606.
5. Chi TTK, Clausen JH, Van PT, Tersbøl B, Dalsgaard A. Use Practices of Antimicrobials and Other Compounds by Shrimp and Fish Farmers in Northern Vietnam. *Aquaculture Reports*. 2017;7:40–47.
6. Le NTT, Armstrong CW, Brækkan EH, Eide A. Climatic Events and Disease Occurrence in Intensive *Litopenaeus vannamei* Shrimp Farming in the Mekong Area of Vietnam. *Aquaculture*. 2024;587:740867.
7. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng. Báo cáo chuyên đề hiện trạng về môi trường vùng nuôi tôm thâm canh tỉnh Sóc Trăng; 2018.
8. Trang NTD, Đ Duy T, Toàn TP, Thanh NH, San NT, Nam TS. Đánh giá chất lượng nước và thải lượng từ ao nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) thâm canh ở tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. 2022;58(1):213–225.
9. Trúc LTT, Ngọc NTH, Đ T T Trang, Nữ PV, Trang NTD, Đ T T Ái. 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*. 2018;54(1):82–91.
10. Mạnh BTNvNV. Đánh giá và biện pháp quản lý ô nhiễm bùn đáy ao nuôi thâm canh tôm tại huyện Đầm Dơi, tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2014;23:91–98.
11. Ende S, Henjes J, Spiller M, Elshobary M, Hanelt D, Abomohra A. Recent Advances in Recirculating Aquaculture Systems and Role of Microalgae to Close System Loop. *Bioresource Technology*. 2024;407:131107.
12. Suárez-Eiroa B, Fernández E, Méndez-Martínez G, Soto-Oñate D. Operational Principles of Circular Economy for Sustainable Development: Linking Theory and Practice. *Journal of Cleaner Production*. 2019;214:952–961.
13. Giàu VV, H LT. Đề xuất mô hình sản xuất tuần hoàn áp dụng các giải pháp ngăn ngừa, giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế chất thải theo hướng không phát thải cho chuỗi sản xuất tinh bột mì ở Tây Ninh. *Tạp chí Môi trường*. 2021;(Chuyên đề Tiếng Việt II/2021):15–20.
14. Nhân PT, Tào CT, Hải TN. Nghiên cứu ương giống tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) trong hệ thống biofloc với các chế độ che sáng khác nhau. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. 2016;45:119–127.
15. Michael RG. Studies on the Zooplankton of a Tropical Fish Pond. *Hydrobiologia*. 1968;32(1):47–68.
16. Valencia-Castañeda G, Frías-Espicueta MG, Vanegas-Pérez RC, Chávez-Sánchez MC, Páez-Osuna F. Toxicity of Ammonia, Nitrite and Nitrate to *Litopenaeus vannamei* Juveniles in Low-Salinity Water in Single and Ternary Exposure Experiments and Their Environmental Implications. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2019;70:103193.
17. Páez-Osuna F, Guerrero-Galván SR, Ruiz-Fernández AC. Discharge of Nutrients from Shrimp Farming to Coastal Waters of the Gulf of California. *Marine Pollution Bulletin*. 1999;38(7):585–592.
18. Boyd CE, Tucker CS. Boyd CE, Tucker CS, editors. *Water Use*. Boston, MA: Springer US; 1998.
19. Albert A. Albert A, editor. *Ionization*. Boston, MA: Springer US; 1973.
20. Lin YC, Chen JC. Acute Toxicity of Nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) Juveniles at Different Salinity Levels. *Aquaculture*. 2003;224(1):193–201.
21. Philminaq. *Water Quality Criteria and Standards for Freshwater and Marine Aquaculture: Annex 2*; 2021.
22. Tho Nguyen TTKT, Chi NTH. Shrimp Yield in Relation to the Ecological Parameters of an Organic Shrimp Model in the Mekong Delta of Vietnam: A Case Study. *Asian Fisheries Science*. 2019;32:154–161.

23. Shao B, Shen L, Liu Z, Tang L, Tan X, Wang D. Disinfection Byproducts Formation from Emerging Organic Micropollutants during Chlorine-Based Disinfection Processes. *Chemical Engineering Journal*. 2023;455:140476.
24. Đ Kiên N, Trung NQ, Duyên NT, Oanh LTH, Hà NT. Tận dụng bùn thải ao nuôi tôm để sản xuất phân bón hữu cơ. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*. 2016;32(1S).
25. Trung TS, Đ V Khương, Hoàng LM. Ảnh hưởng của dịch thủy phân protein từ vỏ đầu tôm bổ sung vào thức ăn đến tăng trưởng TLS, sinh hóa và chỉ số huyết học của cá hồi vân *Oncorhynchus mykiss* giai đoạn giống. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*. 2023;(2):1–8.

Development an RAS-like water filtration system embedded in a waste management system for an intensive shrimp farm in Soc Trang province

Nguyen Le Minh Tri, Nguyen Thi Phuong Thao, Tra Van Tung, Ngo Thi Phuong Nam, Nguyen Quoc An, Tran Thi Hieu, Dang Hoa Lu



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Recirculating Aquaculture Systems (RAS) have been practiced in the nursery of fish and shrimp post-larvae in the aquaculture industry of Vietnam for a long time. However, this technique has been put into practice for nursing of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) post-larvae at intensive shrimp farms recently. In our study, we developed an RAS-like water filtration system embedded in a waste management system for an intensive shrimp farm in Soc Trang province. The quality of siphon water discharged from the intensive shrimp pond was evaluated after passing through the RAS-like water filtration system by measuring its physical, biological and chemical parameters. Results showed that the quality of the siphon water was improved significantly due to a decrease in organic contents and total suspended solids. The pH and DO parameters showed their linear correlation to each other and to other studied parameters, except for the NO_3^- -N parameter to which the pH and DO parameters showed their non-linear correlation at a medium level. Moreover, the water recirculation was useful for water savings, and the built-up waste management system showed its effectiveness for the waste management of the shrimp farm. The study pointed out the pivotal role of the waste classification and the RAS-like water filtration in reduction of wastewater and solid wastes discharged into the environment, as well as the necessity of monitoring the pH and DO parameters during the shrimp farming activity.

Key words: shrimp farming, water recirculation, intensive, correlation

Institute for Environment and Resources,
National University of Ho Chi Minh
City, Ho Chi Minh, 740500, Viet Nam

History

- Received: 25-06-2024
- Revised: 02-03-2025
- Accepted: 15-08-2025
- Published Online: 28-06-2025

DOI : <https://doi.org/10.32508/vnuhcmj-ees.v10i1.778>



Check for updates

Copyright

© VNUHCM Journal. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

Cite this article : Tri N L M, Thao N T P, Tung T V, Nam N T P, An N Q, Hieu T T, Lu D H. **Development an RAS-like water filtration system embedded in a waste management system for an intensive shrimp farm in Soc Trang province.** *VNUHCMJ. Environ. Earth Sci.* 2026; 10(1):1316-1326.