

# NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH THIẾU KHÍ - HIẾU KHÍ LUÂN PHIÊN ỨNG DỤNG TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI NUÔI TÔM ĐỘ MẶN THẤP

## ALTERNATING ANOXIC-AEROBIC PROCESS FOR TREATMENT OF LOW-SALINITY SHRIMP AQUACULTURE WASTEWATER

Nguyễn Văn Tuyền, Chu Xuân Quang, Bùi Thị Thủy Ngân, Nguyễn Tiến Đạt, Đoàn Văn Hưởng,  
Trần Hùng Thuận, Trương Thị Nguyệt Ánh

*Trung tâm Công nghệ vật liệu, Viện Ứng dụng công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ*

Đến Tòa soạn ngày 20/05/2023, chấp nhận đăng ngày 10/06/2023

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xử lý nước thải nuôi tôm có độ mặn thấp bằng hệ thống hiếu khí - thiếu khí luân phiên. Nghiên cứu đã đánh giá ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý của hệ thống. Tiếp đó, ảnh hưởng của chế độ sục khí và thời gian lưu nước (HRT) tới hiệu quả xử lý của hệ thống cũng đã được khảo sát. Kết quả cho thấy, hiệu quả xử lý của hệ thống chỉ bị ảnh hưởng nhiều khi độ mặn ở mức 1,5%. Hiệu quả giảm COD và xử lý amoni giảm từ 93,85; 98,7% (độ mặn 0%) xuống 45,54; 72,24% (độ mặn 1,5%). Bên cạnh đó, độ mặn làm tăng khả năng lắng của bùn hoạt tính, chỉ số SVI giảm từ 90 ml/g (độ mặn 0%) xuống còn 38 ml/g (độ mặn 1,5%). Đối với các chế độ sục khí khác nhau thì hiệu quả xử lý được ghi nhận có sự khác nhau. Trong đó, chế độ hiếu khí/thiếu khí luân phiên là 60 phút/60 phút đạt hiệu quả xử lý amoni và giảm COD cao nhất, lần lượt đạt 99,81% và 97%. Giá trị HRT tối ưu được lựa chọn cho quá trình xử lý là 8 giờ.

**Từ khóa:** Độ mặn, đặc tính của bùn, hiệu quả xử lý, hiếu khí – thiếu khí, nước thải nuôi tôm.

**Abstract:** This paper researched applying an alternate aerobic - anoxic system for low-salinity shrimp aquaculture wastewater treatment in Vietnam. The study evaluated the effect of salinity on the performance of the wastewater treatment system. Next, the influence of intermittent aeration mode (IA) and water retention time (HRT) on the treatment efficiency of the system was also investigated. The results showed that the treatment efficiency of the system was significantly affected when the salinity was at 1.5%. COD and ammonium removal efficiency decreased from 93.85 and 98.7% (0% salinity) down to 45.54; 72.24% (1.5% salinity). Besides, the increase in salinity improved the settling capacity of the activated sludge. The SVI decreased from 90 ml/g (0% salinity) to 38 ml/g (1.5% salinity). For different IA modes, the treatment efficiency was different. In which, the aeration/non-aeration mode with 60:60 minutes achieved the highest efficiency in ammonium and COD removal, reaching 99.81% and 97%, respectively. The optimal HRT value selected for the treatment was 12 hours.

**Keywords:** Salinity, sludge characteristics, treatment efficiency, aerobic - anoxic, shrimp culture wastewater.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nghề nuôi tôm xuất khẩu tại Việt Nam đang phát triển mạnh, đặc biệt là các địa phương ven biển từ Quảng Ninh đến Cà Mau - những nơi có điều kiện tự nhiên và khí hậu

phù hợp để nuôi tôm nước lợ. Hàng năm, ngành tôm đóng góp khoảng 40-45% tổng giá trị xuất khẩu thủy sản, tương đương 3,5-4 tỷ USD. Theo Tổng cục Thủy sản, sản lượng nuôi tôm nước lợ năm 2021 đạt 970 nghìn tấn,

trong đó, sản lượng tôm sú đạt 265 nghìn tấn và tôm thẻ chân trắng là 665 nghìn tấn, còn lại là các loại tôm khác [1].

Nuôi tôm mang lại hiệu quả kinh tế lớn cho người nuôi. Tuy nhiên, trong quá trình nuôi tôm có thể xảy ra rủi ro về kinh tế nếu không may tôm bị bệnh như gan tụy, đốm trắng,... Một trong những nguyên nhân trực tiếp khiến tôm bị mắc bệnh là do ô nhiễm nước trong ao nuôi. Bên cạnh đó, khi thay nước ao nuôi, nếu xả nước thải chưa được xử lý đạt quy định ra biển cũng sẽ tác động không tốt đến môi trường biển. Trong trường hợp ao nuôi tôm có tôm bị nhiễm bệnh và nước thải không được xử lý triệt để thì khả năng gây lây nhiễm toàn vùng hoàn toàn có thể xảy ra. Vì vậy, việc xử lý nước thải ao nuôi tôm đạt hiệu quả cao là vấn đề đang được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Xử lý nước thải ao nuôi tôm có thể thực hiện bằng nhiều biện pháp: lý học, hóa học, sinh học. Công nghệ xử lý nước thải hiện được áp dụng theo phương pháp sinh học và phương pháp hóa lý là chủ yếu do hiệu quả xử lý cao, ổn định và chi phí đầu tư thấp. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, độ mặn trong nước thải có ảnh hưởng tiêu cực đến hoạt động của hệ thống sinh học ở một mức độ nhất định [2]. Độ mặn có thể dẫn đến sự gia tăng hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước thải, làm giảm hiệu quả loại bỏ các chất hữu cơ và ức chế sự trao đổi chất của vi khuẩn [3].

Thông thường, quá trình xử lý thiếu khí trong hệ thống xử lý sinh học được bố trí trong bể xử lý riêng biệt để hạn chế ảnh hưởng của oxy tới quá trình khử nitrat hóa (DN). Tuy nhiên, nước thải nuôi trồng thủy sản thường có nồng độ sulfate cao [4]. Ion sulfate có thể bị khử bởi các vi sinh vật khử nitrat hóa và tạo thành hợp chất sulfide có tính độc cao với con người và sinh vật [5]. Bên cạnh đó, sự có mặt của

sulfide và độ mặn cao có thể ức chế quá trình nitrat hóa, và thúc đẩy sự phát triển của quá trình khử nitrat hòa tan thành amoni (DNRA) [6]. Quá trình DNRA sẽ cạnh tranh và làm giảm hiệu suất xử lý nitơ của quá trình DN. Quá trình xử lý hiếu khí - thiếu khí luân phiên sử dụng phương pháp sục khí gián đoạn (IA) có thể là một giải pháp tiềm năng để giải quyết các vấn đề nêu trên. Thứ nhất, việc sục khí luân phiên giúp duy trì oxy để hạn chế quá trình DNRA do oxy có sản lượng năng lượng cao hơn so với sulfate giúp ngăn sự hình thành sulfide [7]. Thứ hai, sử dụng IA có thể thúc đẩy sự phát triển của các nhóm vi sinh vật khử nitrat hóa hô hấp tùy tiện như *Acidovorax* [8] hoặc khử nitrat hóa hiếu khí ưa mặn (HAD) như *Vibrio diabolicus* [9], *Halomonas venusta* [10],... Bên cạnh đó, IA cũng đã được chứng minh là có thể tối ưu nhu cầu về năng lượng cho quá trình sục khí [11] (chiếm 50-60% năng lượng tiêu thụ của cả hệ thống [12]) và nâng cao hiệu quả và sự ổn định cho quá trình xử lý nitơ và chất hữu cơ của hệ thống [13]... Tuy nhiên, hiện chưa có nhiều nghiên cứu thử nghiệm ứng dụng quá trình hiếu khí thiếu khí luân phiên để xử lý nước thải nuôi tôm độ mặn thấp, đặc biệt là tại Việt Nam.

Vì vậy, nghiên cứu này tập trung thử nghiệm phương pháp hiếu khí – thiếu khí luân phiên để xử lý nước thải nuôi tôm có độ mặn thấp. Mục tiêu của nghiên cứu đó là khảo sát ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý của hệ thống và lựa chọn điều kiện sục khí gián đoạn phù hợp nhất để ứng dụng trong xử lý nước thải nuôi tôm độ mặn thấp tại Việt Nam.

## **2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **1. Vật liệu và phương pháp**

Bùn hoạt tính sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ Phòng thí nghiệm của Trung tâm Công

nghe vật liệu. Bùn được sử dụng có màu nâu sáng, lắng tốt, và tỉ lệ MLVSS/MLSS là 0,88. Nước thải tổng hợp được chuẩn bị từ các nguyên liệu sau đây: glucosơ ( $C_6H_{12}O_6$ ), amoni clorua ( $NH_4Cl$ ), kalidihydrophosphat ( $KH_2PO_4$ ),  $NaHCO_3$  và các hóa chất vi lượng. Mỗi lít nguyên tố vi lượng chứa 1,5 g  $FeCl_3.6H_2O$ ; 0,18 g KI; 0,15 g  $CoCl_2.6H_2O$ ; 0,15 g  $H_3BO_3$ ; 0,12 g  $MnCl_2.4H_2O$ ; 0,12 g  $ZnSO_4.7H_2O$ ; 0,03 g  $CuSO_4.5H_2O$  và 10 g EDTA.

Nước thải nuôi tôm thực tế được lấy tại khu trang trại nuôi tôm của Công ty Cổ phần Invitek tại huyện Thủy Nguyên, TP. Hải Phòng. Khu trang trại có tổng diện tích 2600 m<sup>2</sup>, tổng diện nuôi thả (tổng diện tích mặt 1265 m<sup>2</sup>, tổng diện tích đáy 1103 m<sup>2</sup>) gồm 03 mương nuôi phủ bạt. Mẫu nước sau khi được thu thập sẽ được lọc sơ bộ và bảo quan tại phòng thí nghiệm trước khi được xử lý. Đặc trưng của nước thải được thể hiện trên bảng 1.

**Bảng 1. Kết quả chất lượng nước thải và giới hạn xả thải**

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị trung bình	QCVN 01-80:2011/BNNPTNT	QCVN 02-19:2014/BNNPTNT
1	Độ mặn	%	1,0	-	-
2	COD	mg/L	185±6,2	100	150
3	$NH_4^+-N$	mgN/L	12±1,8	10	-
4	$NO_3^--N$	mgN/L	14,3±1,1	-	-
5	$NO_2^--N$	mgN/L	22,6±4,3	-	-
6	$SO_4^{2-}$	mg/L	118±12,4	-	-
7	TN	mgN/L	48±2,1	-	-
8	Độ kiềm	mgCaCO <sub>3</sub> /L	154,5±10,24	-	-
9	pH		7-7,5	-	5,5-9
10	TSS	mg/L	158,7±8,24	100	100

## 2. CẤU HÌNH VÀ QUY TRÌNH VẬN HÀNH CỦA HỆ XỬ LÝ

Hệ xử lý nước thải được vận hành theo phương pháp hiếu khí thiếu khí luân phiên dòng chảy liên tục trong một bể phản ứng có thể tích hữu dụng là 32 lít với các kích thước Chiều dài × Chiều rộng × Chiều cao = 50 × 26 × 35 cm.

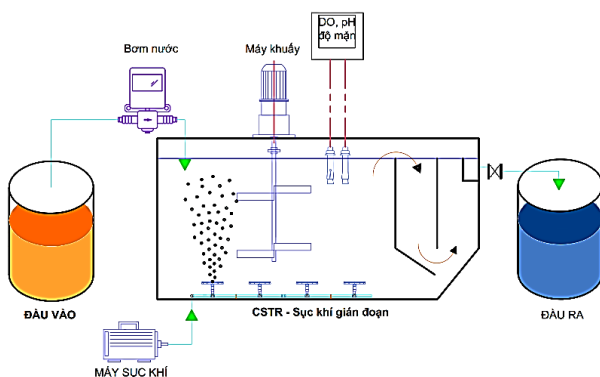
Trong bể xử lý, quá trình sục khí – ngưng sục khí luân phiên được duy trì bằng cách kiểm soát máy sục khí theo thời gian thực. Trong giai đoạn sục khí giá trị DO được duy trì trong khoảng từ 2-4 mg/L thông qua van khí. Tại

đây diễn ra quá trình oxy hóa các hợp chất hữu cơ, nitơ. Amoni trong nước thải bị oxy hóa một phần tạo thành nitrit, nitrat. Sau đó tới giai đoạn thiếu khí, trong giai đoạn này giá trị DO được duy trì nhỏ hơn 0,5 mg/L [14], nitrit và nitrat tạo thành sẽ bị khử để tạo thành khí nitơ. Để đảm bảo khả năng tiếp xúc giữa nước thải và vi sinh vật, bể xử lý còn được trang bị một động cơ khuấy trộn. Bể được thiết kế tích hợp ngăn lắng, tạo điều kiện cho quá trình tách pha rắn và lỏng xảy ra trong hệ thống. Nhờ vậy, nước sau xử lý có thể chảy tràn ra bể thu gom trong khi phần lớn sinh khối vi sinh vật sẽ được giữ lại trong bể xử lý.

### 3. KHẢO SÁT HIỆU QUẢ CỦA HỆ THỐNG TRONG ĐIỀU KIỆN VẬN HÀNH KHÁC NHAU

#### 3.1. Đánh giá ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý và đặc tính của bùn

Để đánh giá được ảnh hưởng của độ mặn, nước thải giả lập đã được sử dụng cho thí nghiệm này. Trong khi đó, độ mặn được điều chỉnh bằng cách sử dụng NaCl với các giá trị: 0; 0,25; 0,75; 1%; 1,5%. Thời gian sục khí: dừng sục khí được sử dụng là 60:90 phút. Trong giai đoạn phản ứng, cứ mỗi 1 giờ, nước thải lại được lấy 1 lần để tiến hành phân tích hiệu quả xử lý BOD<sub>5</sub>, COD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> trong giai đoạn đó. Các giá trị MLSS, MLVSS và thể tích lắng (SVI) của bùn của các độ mặn khác nhau cũng được đo hàng ngày để xác định ảnh hưởng của độ mặn tới đặc tính của bùn.



Hình 1. Hệ thống xử lý nước thải nuôi tôm bằng phương pháp hiếu khí – thiếu khí luân phiên

#### 3.2. Đánh giá ảnh hưởng của chế độ sục khí gián đoạn tới hiệu quả xử lý của quá trình xử lý sinh học

Thời sục khí/dừng sục khí được thay đổi với các giá trị khác nhau bao gồm: 90:30 phút, 75:45 phút, 60:60 phút, 45:75 phút và 30:90 phút. Sau mỗi giai đoạn sục khí/dừng sục khí, mẫu nước thải được thu thập để tiến hành phân tích các chỉ tiêu COD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> để đánh giá hiệu quả xử lý các chất hữu

cơ và quá trình nitrat hóa và quá trình khử nitơ.

*Ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của quá trình xử lý sinh học*

HRT được thay đổi với các giá trị: 6 giờ, 8 giờ, 12 giờ và 16 giờ. Sau mỗi thời gian lưu, lấy mẫu nước thải tiến hành phân tích các chỉ tiêu COD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> để đánh giá hiệu quả xử lý các chất hữu cơ và quá trình nitrat hóa và quá trình khử nitơ.

### 4. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU

Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước: Các giá trị pH, nhiệt độ, DO được đo bằng thiết bị đo nhanh. Trong đó, pH và DO được đo bằng máy đa thông số (HQ40d, Hach, Mỹ). Xác định chỉ tiêu BOD<sub>5</sub> bằng phương pháp ủ trong điều kiện 20°C và 5 ngày (tủ ủ BOD<sub>5</sub> WIR-150, Hàn Quốc). Hàm lượng COD đo bằng máy quang phổ UV-VIS, theo phương pháp SMEWW 5220-D [15]. Hàm lượng amoni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), photphat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) đo bằng máy quang phổ UV-VIS, theo các phương pháp SMEWW 4500-NH<sub>3</sub>, 4500-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và 4500-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> [15]. Chỉ số SS, MLSS, MLVSS được xác định theo phương pháp trọng lượng TCVN 6625:2000 (lọc bằng giấy lọc có kích thước 0,45 μm, sấy khô đến khối lượng không đổi ở các nhiệt độ 105°C và 550°C). Độ mặn được đo bằng máy đo độ mặn và nhiệt độ EXTECH EC17.

### 3. KẾT QUẢ

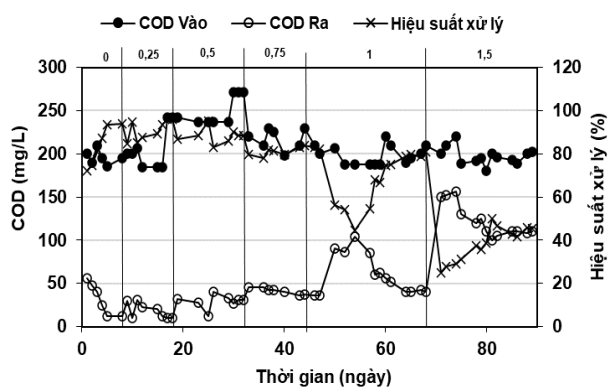
#### 3.1. Ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý và đặc tính của bùn

Hiệu quả loại bỏ COD thể hiện trên hình 2. Trong nghiên cứu, độ mặn tăng dần từ 0 tới 15 g/L với 6 giai đoạn (0; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 g/L) tương ứng với giá trị độ mặn 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; 1%; 1,5%. Theo suy đoán của

mỗi độ mặn dựa trên kết quả cho thấy, cần 8 ngày, 10 ngày, 14 ngày, 15 ngày, 18 ngày, 19 ngày để đạt được trạng thái hoạt động ổn định cho mỗi giai đoạn tương ứng.

Dựa vào đồ thị hình vẽ nhận thấy, hiệu quả loại bỏ COD với các độ mặn từ 0,25% tới 1% vẫn đạt hiệu suất tương đối cao. Khi độ mặn là 0,25%; hiệu quả loại bỏ COD vẫn tương đương với nước thải không có muối thậm chí còn tăng nhẹ. Độ mặn tăng lên 0,5%, COD đầu ra có giá trị 31 mg/L, hiệu quả xử lý giảm xuống còn 88,7%. Khi tiếp tục tăng độ mặn lên 0,75; 1% hiệu suất loại bỏ lần lượt là 82,00 và 80,95%; COD tương ứng 36, 40 mg/L. Như vậy, khi độ mặn tăng dần từ 0,5 tới 1% thì hiệu suất loại bỏ chất hữu cơ giảm dần. Tuy nhiên, COD đầu ra vẫn có giá trị thấp, hiệu quả loại bỏ vẫn đạt giá trị tương đối cao khi độ mặn nhỏ hơn 1%.

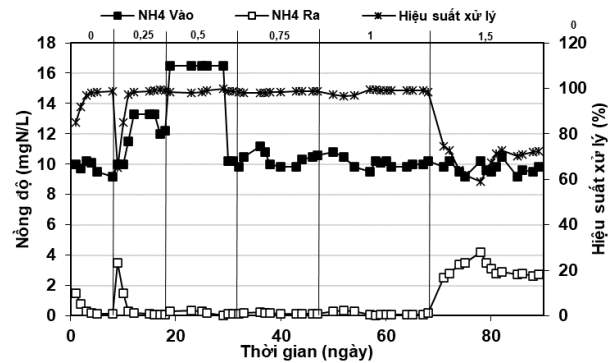
Khi tăng độ mặn lên 1,5%, nhận thấy hiệu quả loại bỏ bị ảnh hưởng rõ rệt. Giá trị COD đầu ra là 110 mg/L, hiệu suất giảm xuống chỉ còn 45,54%.



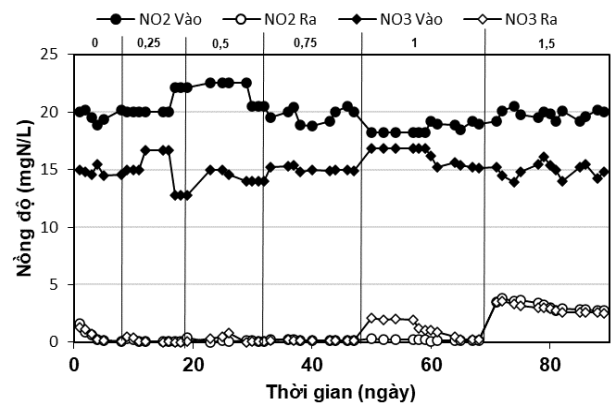
Hình 2. Ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý COD của hệ thống

Hiệu quả loại bỏ amoni và nitrat, nitrit được thể hiện trên hình 3, 4 và 5. Dựa vào đồ thị hình vẽ nhận thấy, hiệu quả loại bỏ amoni, nitrat và nitrit khi độ mặn nhỏ hoặc bằng 1 mg/L không bị ảnh hưởng nhiều. Giá trị amoni đầu ra với các độ mặn 0; 0,25; 0,5;

0,75; 1,0% lần lượt là 0,12; 0,1; 0,12; 0,15; 0,15; 0,2 mg/L. Khi độ mặn tăng lên 1,5%; hiệu quả loại bỏ amoni giảm xuống còn 72,24%; giá trị amoni đầu ra 2,72 mg/L.



Hình 3. Ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý amoni của hệ thống



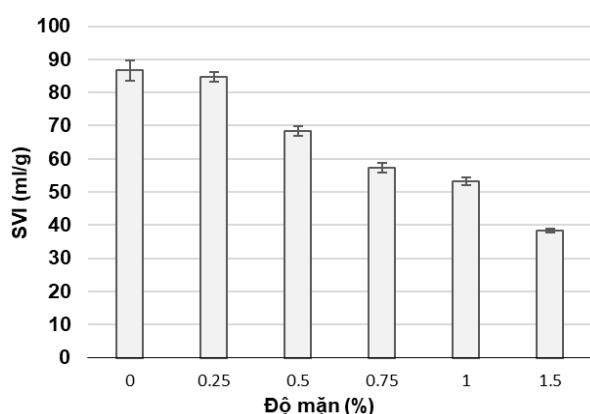
Hình 4. Ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý nitrat, nitrit của hệ thống

Tương tự như đối với amoni, khả năng loại bỏ nitrat và nitrit không bị ảnh hưởng nhiều khi độ mặn thấp hơn 1%. Khi độ mặn tăng lên thì giá trị nitrat, nitrit đầu ra lần lượt tăng lên 2,52; 2,72 mg/L trong khi với độ mặn 1% giá trị đầu ra chỉ có 0,17; 0,24 mg/L.

Như vậy, có thể thấy rằng khi độ mặn tăng tới một giá trị nhất định (trong nghiên cứu này là 1,5%) khả năng xử lý các chất của hệ thống mới có sự thay đổi đáng kể. Độ mặn 1,5% vượt quá khả năng chịu đựng của vi sinh vật, các vi khuẩn *nitrobacteria* và vi khuẩn khử nito đều bị ảnh hưởng. Xu hướng giảm COD,  $\text{NH}_4^+$  tương tự với nghiên cứu của Yajuan

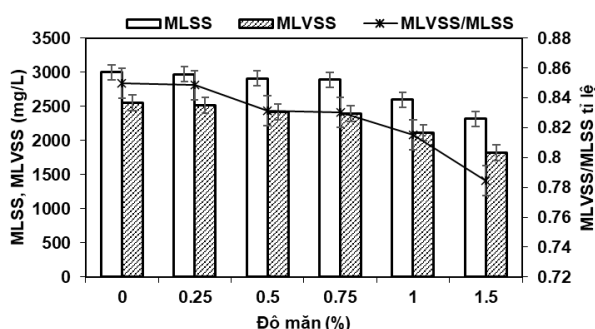
Chen [16], tuy nhiên lại khác với kết quả của Zhao [17]. Họ báo cáo rằng hiệu quả loại bỏ COD,  $\text{NH}_4^+$  không bị ảnh hưởng đáng kể khi độ mặn thấp hơn 20 g/L. Sự khác biệt này có thể là do sự đa dạng của quy trình xử lý và các loài vi sinh vật trong hạt bùn hoạt tính.

### 3.2. Khảo sát ảnh hưởng của độ mặn đến các sự phát triển (MLSS, MLVSS) và đặc tính (SVI) của bùn hoạt tính



Hình 5. Ảnh hưởng của độ mặn tới SVI của bùn

Từ đồ thị nhận thấy, giá trị SVI giảm dần khi tăng độ mặn của nước thải nuôi tôm. Giá trị SVI ban đầu là 90 ml/g. Sau đó, giá trị SVI giảm dần khi tăng độ mặn của nước thải. Cụ thể, khi độ mặn tăng lên 0,25%; 0,5%; 0,75%, 1% thì giá trị SVI giảm xuống 83, 64, 68, 56, 52 ml/g, SVI vẫn nằm trong khoảng 50-120 ml/g, bùn hoạt tính hoạt động tốt [18]. Khi độ mặn tăng lên 1,5%; SVI thấp hơn 50 ml/g, chỉ còn 38 ml/g, như vậy độ mặn 1,5% đã làm ảnh hưởng tới hoạt động của bùn hoạt tính.



Hình 6. Ảnh hưởng của độ mặn tới hàm lượng bùn hoạt tính

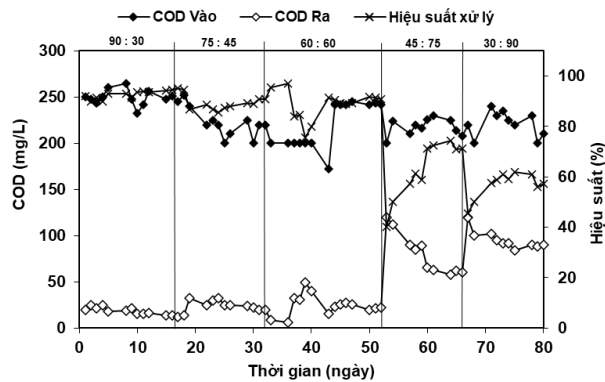
Hiện tượng này chỉ ra rằng với sự gia tăng của độ mặn trong hệ thống hiếu khí – thiếu khí luân phiên, hiệu suất lắng của bùn hoạt tính tốt hơn. Nguyên nhân là do độ mặn làm tăng hàm lượng các chất cao phân tử ngoại bào (EPS) của bùn hoạt tính, giảm hàm lượng protein (PN) và các chất cao phân tử ngoại bào liên kết yếu (LB-EPS), dẫn đến các bông bùn hoạt tính nhỏ hơn và gần nhau hơn trong điều kiện có độ mặn và sau đó làm tăng tốc độ lắng của bùn hoạt tính, làm cho khả năng lắng của bùn hoạt tính tốt hơn. Tuy nhiên, việc tăng độ mặn có tác động đối với hoạt động của bùn. Khi độ mặn cao hơn 1,5% cho thấy sự ức chế rõ ràng đối với hoạt động của bùn hoạt tính. Nguyên nhân có thể là do vi khuẩn dạng sợi bị ức chế nhiều ở độ mặn cao.

Ảnh hưởng của độ mặn tới hàm lượng bùn hoạt tính được thể hiện trên hình 6. Nhận thấy rằng, khi độ mặn là 0,25%, giá trị MLSS và MLVSS gần như không có sự thay đổi so với nước thải không có muối. Khi tăng độ mặn lên lớn hơn 0,5%, giá trị MLSS giảm dần. Tại độ mặn 0,5% MLSS có giá trị 2910 mg/L giảm xuống 2600; 2320 mg/L khi độ mặn lần lượt là 1; 1,5%. Nguyên nhân có thể là do các vi sinh vật có xu hướng giảm ở độ mặn cao dẫn tới làm giảm hàm lượng bùn hoạt tính trong hệ thống [8].

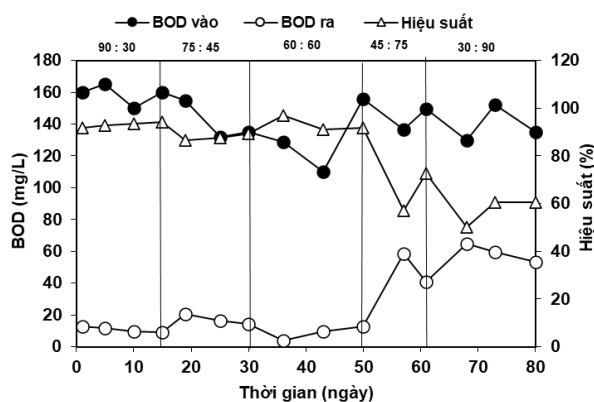
### 3.3. Ảnh hưởng của chế độ sục khí gián đoạn tới hiệu quả xử lý của quá trình xử lý sinh học

Từ đồ thị hình 7, 8, và 9 nhận thấy, giá trị COD,  $\text{BOD}_5$ ,  $\text{NH}_4^+$  đầu ra có giá trị khá thấp khi thời gian sục khí/ngừng sục khí là 90:30 phút; 75:45 phút, 60:60 phút. Giá trị COD đầu ra lần lượt là 14, 20, 22 mg/L và amoni lần lượt là 0,11; 0,14; 0,1 mg/L. Với hai chế độ 75:45 phút; 30:90 phút, giá trị COD,  $\text{NH}_4^+$  khá cao so với các chế độ khác, COD đầu ra có giá trị 60, 90 mg/L, giá trị  $\text{NH}_4^+$  lần lượt 1,85 và 2,85 mg/L.

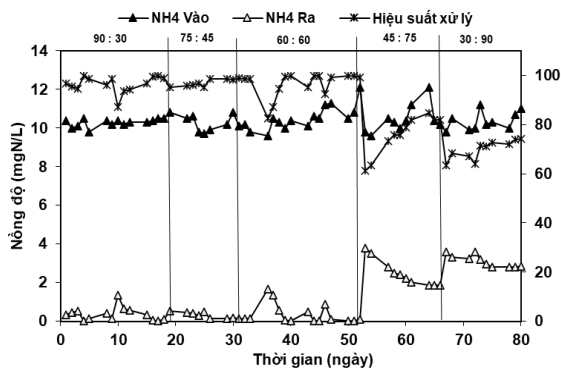




Hình 7. Ảnh hưởng của chế độ sục khí tới hiệu quả xử lý COD của hệ thống



Hình 8. Ảnh hưởng của chế độ sục khí tới hiệu quả xử lý BOD<sub>5</sub> của hệ thống

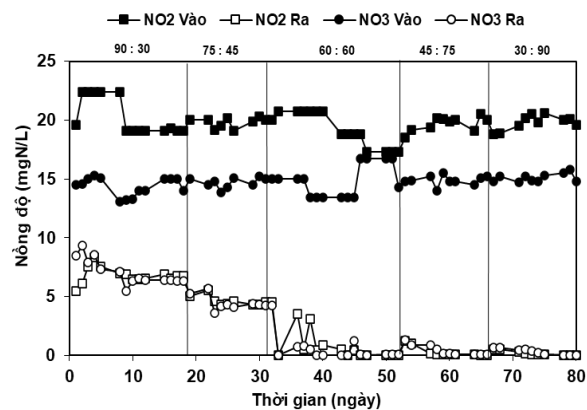


Hình 9. Ảnh hưởng của chế độ sục khí tới hiệu quả xử lý amoni của hệ thống

Nguyên nhân là do, quá trình oxy hóa các hợp chất hữu cơ diễn ra trong quá trình hiếu khí (sục khí), nên khi thời gian cấp khí là 45, 30 phút mỗi chu trình (tổng cộng 1 chế độ có 3 chu trình sục khí/ngưng sục khí) là chưa đủ để oxy hóa hết các chất hữu cơ trong nước thải. Như vậy, có thể thấy chế độ sục khí có ảnh

hưởng tới hiệu quả xử lý COD, BOD<sub>5</sub>, amoni, khi thời gian cấp khí không đủ để oxy hóa các chất hữu cơ và dinh dưỡng sẽ ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý của hệ thống.

Với thời gian sục khí là 90 phút, amoni bị oxy hóa thành  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  nhiều hơn. Khi chuyển sang ngừng sục khí 30 phút, hiệu quả khử nitrat và nitrit đạt được thấp và giá trị các chỉ tiêu này trong nước sau xử lý là 6,58 mg/L; 6,4 mg/L. Khi thời gian sục khí của được tăng lên 45 phút, giá trị đầu ra  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  giảm xuống còn 4,52; 4,53 mg/L, tuy nhiên giá trị đầu ra vẫn còn cao. Với chu trình sục khí/ngưng sục khí là 60 phút/60 phút, 45 phút/75 phút, 30 phút/90 phút, nitrit và nitrat tạo ra trong giai đoạn cấp khí sẽ được khử gần như hoàn toàn trong giai đoạn ngừng cấp khí, hiệu quả xử lý nitrit, nitrat cao. Như vậy, thông qua việc theo dõi hiệu quả xử lý tại các chế độ sục khí khác nhau, chu trình sục khí/ngưng sục khí 60:60 phút cho hiệu quả xử lý đồng thời COD và nitơ là tốt nhất.

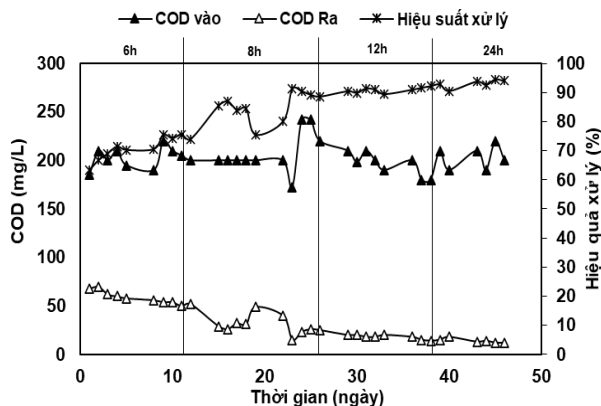


Hình 10. Ảnh hưởng của chế độ sục khí tới hiệu quả xử lý nitrat, nitrit của hệ thống

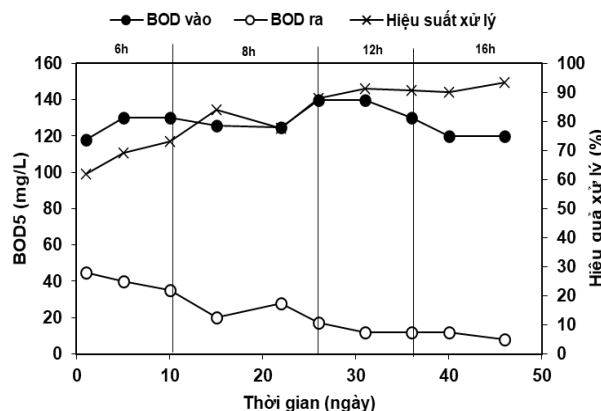
#### 4. ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN LƯU TỚI HIỆU QUẢ XỬ LÝ CỦA HỆ THỐNG

Qua đồ thị hình 11, 12, và 13 nhận thấy, khi thời gian lưu nước càng tăng thì hiệu quả xử lý cũng tăng theo. Khi thời gian lưu nước là 6 giờ, hiệu quả xử lý COD, BOD<sub>5</sub>,  $\text{NH}_4^+$  lần lượt là 74,00; 73,07%; 78,75%. Khi thời gian

lưu nước tăng lên 8 giờ, hiệu quả xử lý tăng lên rõ rệt với các giá trị 88,64%; 87,86%, 98,86%. Khi thời gian lưu nước tiếp tục tăng lên 12 giờ, 16 giờ, hiệu quả xử lý amoni, nitrat, nitrit hầu như không có sự thay đổi nhiều, giá trị COD đầu ra lần lượt giảm còn là 15 mg/L, 12 mg/L (so với thời gian lưu 12 giờ là 25 mg/L).



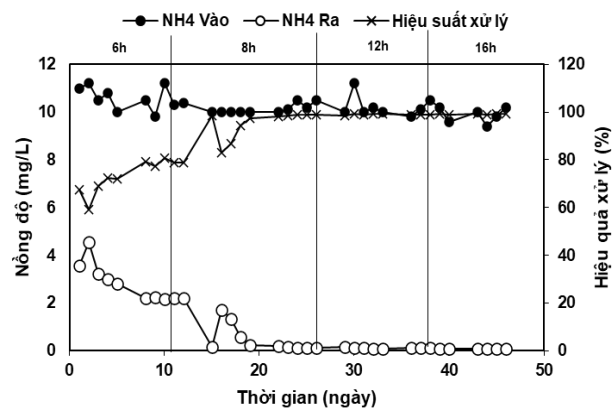
Hình 11. Ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý COD của hệ thống



Hình 12. Ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý BOD<sub>5</sub> của hệ thống

Giá trị nitrit, nitrat đầu ra tại thời gian lưu 8 giờ đạt giá trị 3,6 mg/l; 2,4 mg/L. Khi tăng thời gian lưu nước lên 8 giờ, hiệu quả khử nitrat diễn ra hiệu quả hơn rõ rệt. Nitrat, nitrit đầu ra chỉ còn 0,06 mg/L. Khi tiếp tục tăng thời gian lưu lên 12 giờ và 16 giờ, giá trị đầu ra của nitrit, nitrat không thay đổi nhiều. Như vậy, với thời gian lưu là 8 giờ thích hợp để khử gần như hoàn toàn nitrit, nitrat trong nước

thải nuôi tôm. Kết quả tương tự được tìm thấy trong một nghiên cứu của G. Wu [19], thời gian lưu nước là 8 giờ thích hợp để xử lý nước thải nhiễm mặn.



Hình 13. Ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý amoni của hệ thống

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khảo sát ảnh hưởng của độ mặn tới hiệu quả xử lý nước thải nuôi tôm bằng hệ thống hiếu khí – thiếu khí xen kẽ. Kết quả thấy rằng, độ mặn có ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu quả xử lý của hệ thống và đặc tính của bùn, độ mặn càng cao thì hiệu quả xử lý càng giảm và thời gian để bùn hoạt tính thích nghi với độ mặn càng dài. Tuy nhiên, ở độ mặn dưới 1,5‰, hệ thống xử lý vẫn đạt được hiệu quả xử lý cao và ổn định. Đặc biệt ở độ mặn 1‰, hiệu suất xử lý amoni và giảm COD cao nhất đạt được là 99,5% và 80,95%. Đây chính là độ mặn trung bình của môi trường nước được sử dụng trong các trang trại nuôi tôm độ mặn thấp. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đã tiến hành khảo sát và lựa chọn chế độ sục khí và giá trị HRT nhằm tối ưu hiệu quả cho quá trình xử lý. Với chế độ sục khí/ngưng sục khí là 60:60 phút, và thời gian lưu nước 8 giờ, hệ thống có thể đạt được hiệu quả xử lý amoni và COD là 99,7% và 91,3%. Nồng độ amoni và COD trong nước sau xử lý đều thấp hơn so với giá trị quy định trong QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. Kết quả cho thấy



tiềm năng của công nghệ xử lý hiếu khí - thiếu khí luân phiên trong xử lý nước thải nuôi tôm độ mặn thấp ở điều kiện của Việt Nam.

### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn

khố đề tài cấp Bộ Khoa học và Công nghệ năm 2021-2023 “Nghiên cứu phát triển công nghệ tích hợp sinh học - hóa lý nhằm ứng dụng để xử lý và tái sử dụng nước thải nuôi tôm độ mặn thấp” do Trung tâm Công nghệ vật liệu chủ trì.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Q. Luc, *Report on shrimp sector in 2016-2021 and forecast to 2025*. 2022, Vietnam association of seafood exporters and producers.
- [2] P. Barman, P. K. Das Mohapatra, and P. Bandyopadhyay, "Application of nitrifying and denitrifying bacterial consortium for nitrogenous waste removal from shrimp culture pond for sustainable cultivation". *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, vol. 24, no.4, pp. 04020041, 2020.
- [3] Y. Gao, X. Wang, J. Li, C. T. Lee, P. Y. Ong, Z. Zhang, and C. Li, "Effect of aquaculture salinity on nitrification and microbial community in moving bed bioreactors with immobilized microbial granules". *Bioresource technology*, vol. 297, 122427, 2020.
- [4] L. Zhao, G. Fu, W. Pang, X. Li, C. Pan, and Z. Hu, "A novel autotrophic denitrification and nitrification integrated constructed wetland process for marine aquaculture wastewater treatment". *Chemosphere*, vol. 321, 138157, 2023.
- [5] S. M. Zhu, Y. L. Deng, Y. J. Ruan, X. S. Guo, M. M. Shi, and J. Z. Shen, "Biological denitrification using poly (butylene succinate) as carbon source and biofilm carrier for recirculating aquaculture system effluent treatment". *Bioresource technology*, vol. 192, 603-610, 2015.
- [6] Z. L. Jones, J. T. Jasper, D. L. Sedlak, and J. O. Sharp, "Sulfide-induced dissimilatory nitrate reduction to ammonium supports anaerobic ammonium oxidation (anammox) in an open-water unit process wetland". *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 83, no.15, pp. e00782-17, 2017.
- [7] M. Schoeffler, A. L. Gaudin, F. Ramel, O. Valette, Y. Denis, W. B. Hania, A. Hirschler Réa, and A. Dolla, "Growth of an anaerobic sulfate-reducing bacterium sustained by oxygen respiratory energy conservation after O<sub>2</sub>-driven experimental evolution". *Environmental microbiology*, vol. 21, no.1, pp. 360-373, 2019.
- [8] Y. J. Ruan, Y. L. Deng, X. S. Guo, M. B. Timmons, H. F. Lu, Z. Y. Han, Z. Y. Ye, M. M. Shi, and S. M. Zhu, "Simultaneous ammonia and nitrate removal in an airlift reactor using poly (butylene succinate) as carbon source and biofilm carrier". *Bioresource Technology*, vol. 216, 1004-1013, 2016.
- [9] J. Duan, H. Fang, B. Su, J. Chen, and J. Lin, "Characterization of a halophilic heterotrophic nitrification-aerobic denitrification bacterium and its application on treatment of saline wastewater". *Bioresource technology*, vol. 179, 421-428, 2015.
- [10] Q. Man, P. Zhang, W. Huang, Q. Zhu, X. He, and D. Wei, "A heterotrophic nitrification-aerobic denitrification bacterium *Halomonas venusta* TJPU05 suitable for nitrogen removal from high-salinity wastewater". *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, vol. 16, 1-10, 2022.
- [11] N. H. Dan, E. R. Rene, and T. Le Luu, "Removal of Nutrients From Anaerobically Digested Swine Wastewater Using an Intermittent Cycle Extended Aeration System". 2020.
- [12] M. e. a. El aissaoui el meliani, M. sun, T. w. amen, H. choubane, A. iddou, B. liu, and M. terashima, "Optimization of an activated sludge process equipped with a diffused aeration system: Investigating the diffuser density sensitivity". *Advances in Environmental Technology*, vol. 8, no.4, pp. 255-270, 2022.
- [13] H. Wang and H. q. Li. *Effect of exposure time ratio on Intermittent Aerated Moving Bed Biofilm Reactor*. in *E3S Web of Conferences*. 2020. EDP Sciences.

- [14] H.-D. Park, G. F. Wells, H. Bae, C. S. Criddle, and C. A. Francis, "Occurrence of ammonia-oxidizing archaea in wastewater treatment plant bioreactors". *Applied and environmental microbiology*, vol. 72, no.8, pp. 5643-5647, 2006.
- [15] G. Miner, "Standard methods for the examination of water and wastewater". *American Water Works Association. Journal*, vol. 98, no.1, pp. 130, 2006.
- [16] Y. Chen, H. He, H. Liu, H. Li, G. Zeng, X. Xia, and C. Yang, "Effect of salinity on removal performance and activated sludge characteristics in sequencing batch reactors". *Bioresource Technology*, vol. 249, 890-899, 2018.
- [17] Y. Zhao, H. D. Park, J. H. Park, F. Zhang, C. Chen, X. Li, D. Zhao, and F. Zhao, "Effect of different salinity adaptation on the performance and microbial community in a sequencing batch reactor". *Bioresource technology*, vol. 216, 808-816, 2016.
- [18] J. Hong, W. Li, B. Lin, M. Zhan, C. Liu, and B.-Y. Chen, "Deciphering the effect of salinity on the performance of submerged membrane bioreactor for aquaculture of bacterial community". *Desalination*, vol. 316, 23-30, 2013.
- [19] G. Wu, Y. Guan, and X. Zhan, "Effect of salinity on the activity, settling and microbial community of activated sludge in sequencing batch reactors treating synthetic saline wastewater". *Water Science and Technology*, vol. 58, no.2, pp. 351-358, 2008.

---

*Thông tin liên hệ:* **Chu Xuân Quang**

Điện thoại: 0912417741 - Email: quangcx@gmail.com

Trung tâm Công nghệ vật liệu, Viện Ứng dụng công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ.