



DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.084

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VI TẢO LOẠI BỎ ĐẠM VÀ LÂN TRONG NƯỚC THẢI AO NUÔI TÔM

Lâm Văn Tân¹, Nguyễn Phương Thảo², Nguyễn Công Danh³, Phạm Thị Thúy Vi⁴ và Trần Thành^{3*}

¹Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre

²Phòng Quản lý Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ

³Viện Ứng dụng Công nghệ và Phát triển bền vững, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

⁴Khoa Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Thành (email: thanhtran2710@gmail.com)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 15/02/2022

Ngày nhận bài sửa: 08/03/2022

Ngày duyệt đăng: 14/03/2022

Title:

Study on microalgae technology application to remove nitrogen and phosphorus in shrimp farming wastewater

Từ khóa:

Algae, bể phản ứng quang sinh học màng, *Chlorella vulgaris*, nước thải nuôi tôm

Keywords:

Algae, *Chlorella vulgaris*, photo membrane bioreactor, shrimp farming wastewater

ABSTRACT

Shrimp farming is an industry that brings high economic value but also generates waste and wastewater into the environment. Traditional treatment methods requires extensive area and energy cost. Therefore the technologies of water treatment saves energy costs and brings economic values are needed. This study used *Chlorella vulgaris* algae in combination with photo membrane bioreactor (PMBR) to test the adaptation in saline water of 13‰ and evaluate the application to treat shrimp wastewater. The parameters such as nitrate, nitrite, ammonium, phosphorus, number of algae cells (cells/mL) and algal biomass (mg/mL) were analysed during 40 days of the study. The initial results showed that purebred algae are well adapted to shrimp farming wastewater's salinity reaching the highest level of more than 11×10^6 cells/mL, equivalent to a biomass of nearly 600 mg/mL. With the running mode that does not consume energy for air supply, the efficiency of $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$, phosphorus removal of the model with shrimp farming wastewater 56, 76.15, 65 and 78.07%, respectively.

TÓM TẮT

Ngành nuôi tôm mang lại nhiều giá trị kinh tế cao nhưng cũng phát sinh nhiều chất thải và nước thải ra môi trường. Các phương pháp xử lý truyền thống có nhược điểm là tốn diện tích và chi phí năng lượng. Vì vậy, nghiên cứu về công nghệ xử lý nước phù hợp vừa tiết kiệm chi phí năng lượng vừa mang lại giá trị kinh tế là cần thiết. Nghiên cứu sử dụng tảo *Chlorella vulgaris* kết hợp với bể phản ứng quang sinh học màng (PMBR) để kiểm tra sự thích nghi trong môi trường nước mặn 13‰ và đánh giá khả năng xử lý nước thải nuôi tôm. Trong 40 ngày thí nghiệm, các chỉ số được phân tích như nitrat ($N-NO_3^-$), nitrit ($N-NO_2^-$), amoni ($N-NH_4^+$), phot pho ($P-PO_4^{3-}$); số lượng tế bào tảo (tế bào/mL) và sinh khối tảo (mg/mL) được kiểm soát trong toàn bộ mô hình. Kết quả ban đầu cho thấy tảo thuần chủng thích nghi tốt với độ mặn nước thải nuôi tôm, cao nhất ở mức hơn 11×10^6 tế bào/mL, tương đương sinh khối gần 600 mg/mL. Với chế độ chạy không tiêu tốn năng lượng cấp khí, hiệu suất khử $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$, $P-PO_4^{3-}$ của mô hình với nước thải nuôi tôm lần lượt là 56, 76,15, 65 và 78,07%.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, nghề nuôi tôm ở Việt Nam đang phát triển mạnh mẽ (Joffre et al., 2018). Tuy mang lại giá trị kinh tế cao nhưng ngành nuôi tôm đang gặp phải những vấn đề về môi trường và dịch bệnh. Nước thải ra môi trường không đúng quy cách, không xử lý và tích tụ lâu ngày sẽ gây ô nhiễm môi trường. Nước thải nuôi tôm công nghiệp có hàm lượng các chất hữu cơ cao. Về lâu dài, sự tích lũy dinh dưỡng thừa trong hồ nuôi sẽ tạo môi trường phát sinh các mầm bệnh, vi sinh vật gây bệnh và người nuôi phải sử dụng một lượng lớn kháng sinh. Do đó, để đáp ứng các yêu cầu về tiêu chuẩn xuất khẩu, nguồn nước thải nuôi trồng thủy sản có chứa nhiều thành phần dinh dưỡng thừa phải được xử lý triệt để trước khi thải ra nguồn tiếp nhận để ngăn chặn phát sinh thành phần độc hại và các nguồn dịch bệnh.

Xử lý nước thải nuôi tôm đang được thực hiện bằng phương pháp sinh học; phương pháp này được đánh giá cao với ưu điểm (Ng, Ng, Mahmoudi, Ong, & Mohammad, 2018) chất gây ô nhiễm môi trường từ nước thải nuôi tôm là rất tiềm năng và bền vững. Từ đó, việc sử dụng vi tảo trong xử lý nước thải đang là xu hướng mới với nhiều ưu điểm như đầu tư đơn giản, chi phí vận hành thấp, khả năng loại bỏ chất ô nhiễm cao và mang lại sinh khối sau xử lý có thể tận dụng làm nguồn thức ăn giàu dinh dưỡng cho tôm, cá.

Trong nhóm vi tảo lục, tảo *Chlorella vulgaris* có tiềm năng xử lý nước thải công nghiệp rất lớn vì tốc độ sinh trưởng cao, năng suất sinh khối cao và dễ nuôi trồng, đặc biệt có thể thích nghi và phát triển tốt trong môi trường nước thải. Tảo *Chlorella* có thể thực hiện vai trò kép là vừa xử lý sinh học nước thải vừa có thể tạo ra sinh khối chứa hàm lượng dinh dưỡng cao phục vụ cho nhu cầu về thức ăn dinh dưỡng trong chăn nuôi (Ahmad et al., 2020). Một số nghiên cứu sử dụng *Chlorella* để xử lý nước thải từ hầm ủ biogas và những công trình nuôi *Chlorella* để thu sinh khối với kỹ thuật nuôi đơn giản và ít tốn kém đã được thực hiện rất thành công. Điển hình là nghiên cứu xử lý sinh học nước thải dệt nhuộm bằng *Chlorella vulgaris* (El-Kassas & Mohamed, 2014), nghiên cứu trồng tảo xanh *Chlorella sp.* trong các nguồn nước thải khác nhau từ nhà máy xử lý nước thải đô thị của Wang et al. (2010). Vo et al. (2012) đã ứng dụng *Chlorella sp.* và *Daphnia sp.* lọc chất thải hữu cơ trong nước thải từ quá trình chăn nuôi lợn sau xử lý Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), kết quả cho thấy sự phát triển của tảo theo thời gian ở các mẫu nuôi trên nước thải chăn nuôi heo đạt $1,4 \times 10^7$ tế bào/mL không cao bằng mẫu đối

chứng ($2,65 \times 10^7$ tế bào/mL) nhưng khả năng lọc nước thải của tảo rất hiệu quả. Nghiên cứu của Bắc (2013) và Bac et al. (2015) cho thấy hiệu quả kỹ thuật nuôi sinh khối tảo *Chlorella sp.* sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra với kết quả tảo *Chlorella* phát triển tốt trong nước thải ao cá tra đạt mật độ và sinh khối cao nhất vào ngày 3, hiệu suất xử lý N-NO₃-loại bỏ 95,27% và P-PO₄³⁻ loại bỏ 88,70% và N-NH₄⁺ giảm 43,48% so với nồng độ ban đầu nước thải ao cá tra. Nhìn chung, tảo *Chlorella vulgaris* được ứng dụng tốt trong xử lý các loại nước thải khác như một phương pháp xử lý thân thiện với môi trường. Mặc dù đã có một số nghiên cứu về xử lý nước thải nhiễm mặn, đặc biệt là nước thải nuôi tôm là nước thải nước lợ nhưng nhìn chung các nghiên cứu về nước thải nuôi tôm vẫn còn hạn chế, chưa đưa ra được giải pháp cụ thể và chưa nhận được sự quan tâm đúng mức của các cấp chính quyền. Do đó, vấn đề chính là loại hình nước thải nuôi trồng thủy hải sản nói chung và nuôi tôm nói riêng hiện vẫn chưa được quan tâm và hiện trạng vẫn đang xả thải ảnh hưởng đến môi trường và dân sinh vùng lân cận.

Như vậy, để góp phần thúc đẩy thế mạnh của tảo *Chlorella* trong xử lý nước thải của nghề nuôi thủy sản, nghiên cứu được thực hiện với mong muốn cải thiện môi trường, giảm ô nhiễm nguồn nước và góp phần phát triển nuôi trồng thủy sản bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Tảo giống: Vi tảo *Chlorella vulgaris* đã được phân lập và nuôi giữ từ phòng thí nghiệm Viện Nuôi trồng Thủy sản II, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

Bảng 1. Thành phần của nước thải nuôi tôm đầu vào

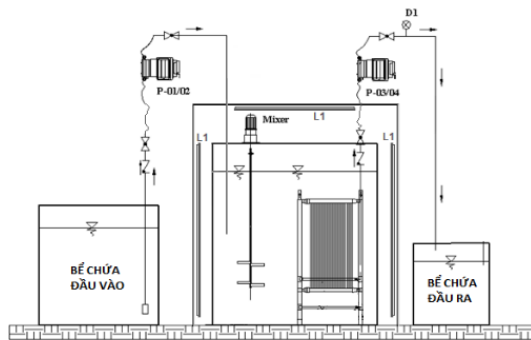
STT	Thành phần	Đơn vị	Hàm lượng
1	pH		7,1
2	TDS	ppm	3120
4	COD	mg/L	600
5	N-NH ₄	mg/L	6,05
6	N-NO ₂	mg/L	7,4
7	N-NO ₃	mg/L	9,5
8	P-PO ₄	mg/L	10,9
9	Độ mặn NaCl	g/L	13

Nguồn nước thải nghiên cứu là nước nuôi tôm tại huyện Gò Công (mương nuôi tôm của ông Lê Hoàng Vũ Minh; thuộc xã Bình Tân, thị xã Gò Công, Tỉnh Tiền Giang). Nguồn nước thải được lấy từ mương nuôi tôm, là nước thải từ ao nuôi sau 90 ngày. Mẫu sau khi thu về sẽ được phân tích các chỉ tiêu theo các phương pháp phân tích của APHA (Federation & Association, 2005) kết quả được thể

hiện trong (Bảng 1). Mẫu được lấy theo đúng tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5992:1995 (ISO 5667-2:1991) - Chất lượng nước - Lấy mẫu, hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu và TCVN 5993:1995 (ISO 5667 -3:1985) - Chất lượng nước - Lấy mẫu, hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu.

2.2. Mô hình nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên mô hình hệ thống xử lý nước thải nuôi tôm công suất 50 L/ngày với các sơ đồ thiết kế trong Hình 1 và thông số Bảng 2 (Tân, Long, & Thành, 2021).



Hình 1. Sơ đồ quy trình công nghệ xử lý MPBR sử dụng tảo xử lý

Bảng 2. Thông số vận hành mô hình

Thông số	Mô hình MPBR
Thời gian thích nghi, ngày	30
Thời gian hút/nghi của màng, phút	8/2
Thông lượng thiết kế, L/m ³ .h	120
Tải trọng hữu cơ (ORL), kgCOD/m ³ /ngày	1,2
Thời gian lưu nước (HRT), giờ	10
Thời gian lưu sinh khối (BRT), ngày	5

Module màng được sử dụng trong nghiên cứu là loại màng MF (microfiltration) dạng sợi rỗng thuộc hãng màng MPR Motimo (Bảng 3).

Bảng 3. Các thông số của màng MF

Thông số	Giá trị
Màng lọc MF	Sợi rỗng
Vật liệu	PVDF
Thông lượng thiết kế (Flux), L/(m ² .h)	10 - 18
Đường kính trong – ngoài, mm	0.6 - 1.1
Kích thước lỗ lọc (pore size), µm	0,2
Áp suất vận hành, kPa	5 - 30
Diện tích màng, m ²	0.11

Thời gian thu mẫu tảo và nước được xác định vào buổi sáng 9 giờ, tần suất định kì 2-3 ngày/lần.

2.3. Xác định sinh khối và tế bào tảo

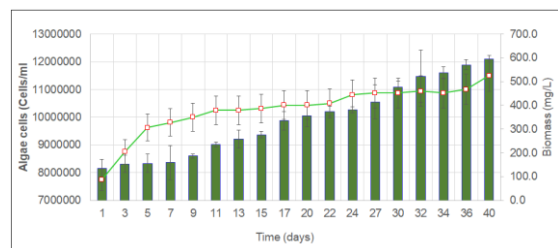
Tổng sinh khối trong bể phản ứng quang sinh học được xác định thông qua việc đo trọng lượng khô. Mẫu chất lỏng hỗn hợp 10 mL được lấy mỗi ngày để phân tích. Mẫu được lọc bằng giấy lọc sợi thủy tinh có kích thước lỗ 0,45 µm (Whatman - 47 mm), được làm khô ở 105°C trong 2 - 3 giờ và sau đó được cân. Sinh khối khô được xác định dựa trên sự thay đổi trọng lượng giữa các mẫu trước và sau khi lọc.

Mật độ tảo được xác định bằng phương pháp đếm tế bào bằng buồng đếm Neubauer trên kính hiển vi Olympus - Nhật.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng thích nghi của tảo đối với nước thải nuôi tôm

Kết quả đánh giá thích nghi với nước thải nuôi tôm được thể hiện ở Hình 2 cho thấy mật độ tế bào theo thời gian từ ngày 1 đến ngày 5 mẫu nuôi bắt đầu thích nghi và phát triển, lượng sinh khối phát triển đều qua từng ngày. Kết thúc quá trình thích nghi đã cho thấy mật độ tế bào tảo đang phát triển mạnh, việc nuôi chỉ cần lượng tảo bằng 25% mật độ ban đầu cho vào với tỷ lệ 250 mL tảo mật độ 10⁶ cho 1 L nước xử lý ban đầu. Qua đó cho thấy mật độ cho vào có vai trò rất quan trọng đến sự phát triển của tảo.

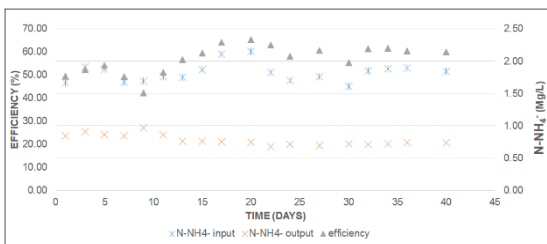


Hình 2. Đánh giá sự thích nghi với nước thải nuôi tôm qua mật độ tế bào tảo và sinh khối tảo phát triển theo thời gian

Qua kết quả đánh giá tăng trưởng sinh khối cho thấy từ ngày 0 đến ngày 5 tảo thích nghi với môi trường nên lượng sinh khối phát triển không đáng kể. Qua các ngày tiếp theo, sinh khối tảo bắt đầu phát triển tốt và từ ngày 5 tảo phát triển mạnh mẽ hơn. Kết thúc quá trình thích nghi cho thấy tảo *Chlorella* có thể chịu được độ mặn của nước thải nuôi tôm và phát triển sinh khối tốt nhất (Alyabyev et al., 2007). Kết quả cho thấy tảo cần có thời gian thích nghi với môi trường có độ mặn mới, vì vậy độ mặn cũng có ảnh hưởng đến quá trình phát triển của tảo.

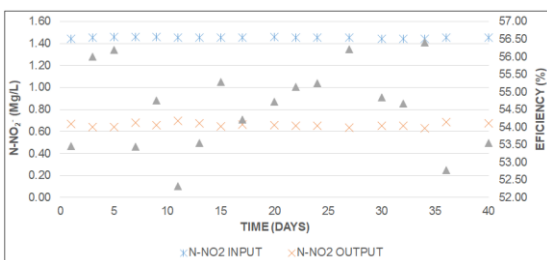
3.2. Khả năng thích nghi và sử dụng nitơ của tảo trong giai đoạn thích nghi với nước thải nuôi tôm

Tảo sử dụng cả nguồn đạm và lân hòa tan có trong nước thải để gia tăng mật độ và sinh khối (Guo, Liu, Guo, Yan, & Mu, 2013). Trong môi trường nước, nitrogen hòa tan thường tồn tại dưới dạng amoni tổng số ($N-NH_4^+$ và NH_3), nitrat ($N-NO_3^-$), nitrit ($N-NO_2^-$). Trong đó, hai dạng NH_3 và $N-NO_2^-$ thường có khả năng gây hại cho sinh vật trong ao nuôi tôm và gây ra hiện tượng chết tôm (Chen & Lei, 1990; Straus, Randall Robinette, & Heinen, 1991). Các dạng nitơ còn lại dễ được thực vật và phiêu sinh thực vật sống trong nước hấp thu (Joseph & Swanson, 1993). Tảo hấp thu $N-NH_4^+$ và $N-NO_3^-$ để tổng hợp sinh khối và tạo năng lượng. Bên cạnh sự bay hơi, một phần $N-NH_4^+$ nhỏ cũng được vi khuẩn nitrat hóa nitrosomonas chuyển hóa thành nitrit và nitrat của quá trình nitrat hóa, đây là dạng dễ tiêu sẽ được tảo sử dụng.



Hình 3. Hiệu quả loại bỏ $N-NH_4^+$ của hệ thống trong nước thải nuôi tôm

Kết quả loại bỏ $N-NH_4^+$ từ Hình 3 cho thấy hiệu suất xử lý của mẫu cao nhất giảm từ 2,15 mg/L xuống 0,68 mg/L với hiệu suất là 65%.

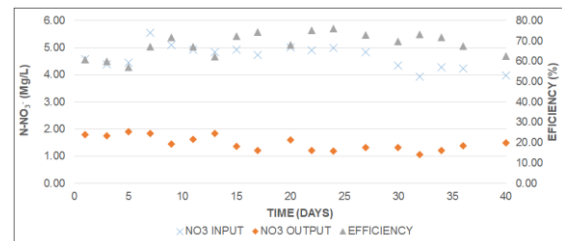


Hình 4. Hiệu quả loại bỏ $N-NO_2^-$ của hệ thống trong nước thải nuôi tôm

$N-NO_2^-$ trong ao nuôi bắt nguồn từ $N-NH_4^+/NH_3$ qua giai đoạn 1 của quá trình nitrat hóa chuyển sang $N-NO_2^-$ hoặc do $N-NO_2^-$ đã tồn tại sẵn trong nguồn nước cấp vào. Bên cạnh, quá trình bài tiết của tôm cũng góp phần làm tăng hàm lượng $N-NO_2^-$ trong nước (Wasielky et al., 2013). $N-NO_2^-$ ở mức thấp có thể không gây ảnh hưởng lớn cho tôm, nhưng khi

hàm lượng $N-NO_2^-$ cao hơn sẽ là chỉ tiêu gây tác hại lớn tôm nuôi. Hình 4 cho thấy hàm lượng $N-NO_2^-$ ban đầu của mẫu cao nhất là 1,46 mg/L và giảm xuống còn 0,63 mg/L, với hiệu suất xử lý cao nhất của mẫu là 56%.

Lượng nitrate ($N-NO_3^-$) chỉ gây độc với tôm nuôi trong ao khi hàm lượng tích lũy ở mức cao. Thông thường đối với các ao nuôi tôm được phân tích, càng về cuối vụ nuôi thì lượng $N-NO_3^-$ càng tích lũy nhiều, đặc biệt trong các ao nuôi thâm canh lâu năm (Burford, Thompson, McIntosh, Bauman, & Pearson, 2003). Nitrate ($N-NO_3^-$) là một trong những hàm lượng cần được kiểm soát chặt chẽ do yếu tố dinh dưỡng ô nhiễm có khả năng gây phú dưỡng hóa và phát sinh tảo độc trong ao (Domingues, Barbosa, Sommer, & Galvão, 2011). Hình 5 cho thấy hàm lượng $N-NO_3^-$ giảm đáng kể theo thời gian thích nghi của tảo. Nồng độ $N-NO_3^-$ giảm nhiều nhất từ 5,55 mg/L xuống còn 1,05 mg/L, với hiệu suất xử lý $N-NO_3^-$ của tảo đối với nước thải nuôi tôm là 76,15%.

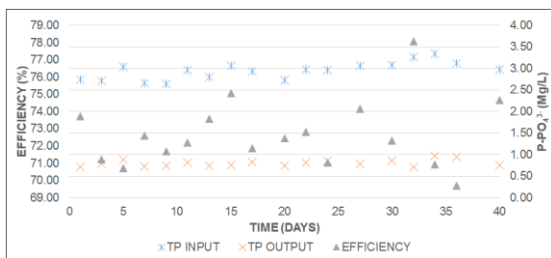


Hình 5. Hiệu quả loại bỏ loại bỏ $N-NO_3^-$ của hệ thống trong nước thải nuôi tôm

3.3. Khả năng thích nghi và sử dụng phospho của tảo trong giai đoạn thích nghi với nước thải nuôi tôm

Hợp chất phospho trong môi trường nước tồn tại ở các dạng như phospho hữu cơ, phosphate đơn (H_2PO_4 , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) tan trong nước, polyphosphate, muối phosphate và phospho trong tế bào sinh khối. Như vậy, trong quá trình xử lý nước thải, tảo có thể chủ yếu hấp thu phospho dưới dạng phosphate (PO_4^{3-}). Thông thường, các dạng phosphate trong nước thải thường ở dạng kết tủa không tan, chúng được các vi khuẩn polyphosphate như: *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Aerobacter*, *Moraxella* hấp thu và tích tụ trong nội bào, các loài vi khuẩn này có khả năng tích lũy phosphate ở một lượng lớn hơn nhu cầu tế bào của chúng từ 1 đến 3% khối lượng khô tế bào (Dhir, 2013). Hoạt động của vi khuẩn này phụ thuộc vào thành phần của nước thải, quá trình loại bỏ và sử dụng phospho. Các chất phospho vô cơ được tế bào vi khuẩn sử dụng và dự trữ ở dạng polyphosphate bên trong tế bào, ngoài ra

pH cao, phosphorus kết tủa thành calcium phosphate. Do đó, hàm lượng phosphate giảm dần theo thời gian thí nghiệm. Tảo sử dụng CO₂ làm nguồn cacbon và nguồn N, P vô cơ để cấu tạo tế bào dưới tác dụng của năng lượng ánh sáng mặt trời, đồng thời thải ra khí O₂. Quá trình quang hợp được biểu diễn như sau: CO₂ + NH₄⁺ + PO₄³⁻ + ánh sáng → tế bào mới (tăng sinh khối) + O₂. Đây cũng là nguyên lý chính sử dụng phospho của tảo cho ứng dụng xử lý nước thải. Hình 6 cho thấy tảo phát triển tốt trong nước thải nuôi tôm và hấp thu lượng dinh dưỡng tốt, dồi dào nên tảo phát triển mạnh mẽ làm hàm lượng P-PO₄³⁻ giảm tốt nhất từ 2,61 mg/L xuống 0,72 mg/L. Hiệu suất xử lý tổng phospho đạt được ở mức 78,07%.



Hình 6. Hiệu quả loại bỏ P-PO₄³⁻ của tảo của nước thải nuôi tôm

Khi đánh giá với đồ thị, kết quả Hình 2 về mức độ phát triển sinh khối cho thấy sự tương quan của sinh khối tảo phát triển với khả năng xử lý nước thải nuôi tôm.

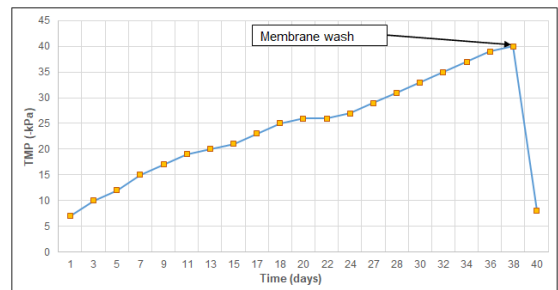
Nghiên cứu của (Bắc, 2013) về sử dụng nước thải ao nuôi thủy sản để nuôi *Chlorella* cũng cho kết luận rằng tảo phát triển tốt trong nước thải ao cá tra và hấp thu lượng dinh dưỡng tốt nhất cũng vào trong ba đến năm ngày đầu (với hiệu suất hấp thu cao nhất TP đạt 88,66% (Bắc, 2013). Như vậy, nghiên cứu đã cho thấy hiệu quả thích nghi của tảo xử lý photpho gần đạt đến công bố nêu trên.

Nghiên cứu của Zhu et al. (2013) cũng chứng minh, tảo *Chlorella* có hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi dựa trên khả năng loại bỏ phospho 75%. Tương tự, nghiên cứu của Wang et al. (2010) cho thấy hiệu suất khử phospho giảm khoảng 70-79%. Như vậy, thí nghiệm nghiên cứu thích nghi tảo với mẫu nước thải nuôi tôm đã có hiệu quả xử lý tổng phospho tương đồng với các công bố trên.

3.4. Khả năng bản màng và áp suất chuyển màng trong giai đoạn thích nghi với nước thải nuôi tôm

Sự biến đổi của áp suất chuyển màng (transmembrane pressure -TMP) trong suốt quá trình vận

hành hệ thống PMBR được thể hiện thông qua sự thay đổi dần theo thời gian vận hành thích nghi, áp suất chuyển màng tăng dần do quá trình hình thành và tích tụ các lớp bản màng (fouling) trung bình 1kPa ngày do dòng thấm có điều chỉnh lưu lượng (lưu lượng kế). Tốc độ bản màng tăng theo thời gian đối với màng MBR chủ yếu là do lớp tảo và các huyền phù bám trên bề mặt màng. Theo thời gian vận hành với thông lượng không đổi, bề mặt màng chịu một áp lực ép của bơm ngày càng tăng, lượng tảo bám lên bề mặt màng ngày một nhiều hơn. Quá trình cứ liên tiếp diễn ra với lớp này chồng lên lớp kia không được quá trình sục khí thông thường như hệ xử lý hiếu khí, lỗ màng bị tắc nghẽn nhiều hơn. Tốc độ bản màng trong giai đoạn thích nghi lên tới 38 kPa, theo khuyến cáo của nhà sản xuất chỉ số TMP đạt từ 40 kPa đến 60 kPa nên tiến hành rửa màng. Từ đó, nghiên cứu tiến hành chạy bơm rửa ngược màng để làm sạch màng. Như vậy, cần lưu ý trong loại hình xử lý bằng màng này, tốc độ bản màng có thể sẽ cao hơn và nhanh hơn quá trình có hỗ trợ thổi khí thông thường sẽ làm cho màng có khả năng rung lắc và các bọt khí sẽ giúp quá trình hình thành các mảng bám trên bề mặt màng lâu hơn.



Hình 7. Sự thay đổi của áp suất chuyển màng (TMP) trong giai đoạn thích nghi

4. KẾT LUẬN

Tảo thích nghi trong bể quang sinh học với độ mặn của nước thải nuôi tôm trong mô hình là có sự phát triển sinh khối nhanh và cao đến mức 10⁶ tế bào/mL từ sau 20 ngày. Quá trình đánh giá sinh khối tảo trong bể cho thấy mật độ tế bào phát triển tốt và đều qua từng ngày từ 7.75 × 10⁶ tế bào và đã phát triển lên 1.15 × 10⁷ tế bào tảo và nồng độ sinh khối khô cũng phát triển từ 0,387 g/L đến 0,532 g/L. Công nghệ quang sinh học màng kết hợp vi tảo ứng dụng trong xử lý nước thải nuôi cho thấy hiệu quả xử lý N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, P-PO₄³⁻ tổng số lần lượt là 56%, 76,15%, 65% và 78,07%. Điều này cho thấy khả năng khử chất ô nhiễm dinh dưỡng cao và rất có tiềm năng ứng dụng tốt trong việc xử lý loại hình nước thải nuôi tôm này.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre, Trường Đại học Cần Thơ,

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alyabyev, A. J., Loseva, N., Gordon, L. K., Andreyeva, I., Rachimova, G., Tribunskih, V., Ponomareva, A., & Kemp, R. (2007). The effect of changes in salinity on the energy yielding processes of *Chlorella vulgaris* and *Dunaliella maritima* cells. *Thermochimica Acta*, 458(1-2), 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2007.03.003>
- Ahmad, M. T., Shariff, M., Md. Yusoff, F., Goh, Y. M., & Banerjee, S. (2020). Applications of microalga *Chlorella vulgaris* in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 12(1), 328-346.
- Bác, T. C. (2013). Nghiên cứu hiệu quả kỹ thuật nuôi sinh khối tảo *Chlorella* sp. sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 28, 157-162.
- Bac, T. C., Nga, P. H., Em, L. T. Q., Loc, N. X., and Chon, N. M. (2015). Using wastewater from catfish ponds to grow biomass of *Chlorella* sp. *Journal of Science, Can Tho University*, 90-96.
- Burford, M. A., Thompson, P. J., McIntosh, R. P., Bauman, R. H., & Pearson, D. C. (2003). Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, 219(1-4), 393-411.
- Chen, J. C., & Lei, S. C. (1990). Toxicity of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 21(4), 300-306. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1990.tb00543.x>
- Dhir, B. (2013). *Phytoremediation: role of aquatic plants in environmental clean-up* (Vol. 14). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-1307-9>
- Domingues, R. B., Barbosa, A. B., Sommer, U., & Galvão, H. M. (2011). Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: potential effects of cultural eutrophication. *Aquatic Sciences*, 73(3), 331-343. <https://doi.org/10.1007/s00027-011-0180-0>
- El-Kassas, H. Y., & Mohamed, L. A. (2014). Bioremediation of the textile waste effluent by *Chlorella vulgaris*. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 40(3), 301-308. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2014.08.003>
- Federation, W. E., & Association, A. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. *American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA*, 21.
- Joffre, O. M., Klerkx, L., & Khoa, T. N. (2018). Aquaculture innovation system analysis of transition to sustainable intensification in shrimp farming. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(3), 1-11.
- Guo, Z., Liu, Y., Guo, H., Yan, S., & Mu, J. (2013). Microalgae cultivation using an aquaculture wastewater as growth medium for biomass and biofuel production. *Journal of Environmental Sciences*, 25, S85-S88.
- Joseph, E., & Swanson, B. G. (1993). Growth and nitrogen retention of rats fed bean (*Phaseolus vulgaris*) and bean and rice diets. *Food Research International*, 26(4), 261-269. [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(93\)90029-I](https://doi.org/10.1016/0963-9969(93)90029-I)
- Straus, D. L., Randall Robinette, H., & Heinen, J. M. (1991). Toxicity of un-ionized ammonia and high pH to post-larval and juvenile freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 22(2), 128-133. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1991.tb00725.x>
- Tân, L. V., Long, T. P., & Thành, T. (2021). Nghiên cứu thiết lập mô hình quang sinh học màng kết hợp vi tảo thử nghiệm thích nghi và xử lý nước thải nuôi tôm. *Tài nguyên và Môi Trường*, 6(356), 24 - 26.
- Kieu, V. T., T., Lan, V. T., A., & Huan, P. H. (2012). Application of algae *Chlorella* sp. and *Daphnia* sp. filter organic waste in wastewater from pig farming after treatment with UASB.
- Wang, L., Min, M., Li, Y., Chen, P., Chen, Y., Liu, Y., Wang, Y., & Ruan, R. (2010). Cultivation of green algae *Chlorella* sp. in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 162(4), 1174-1186. <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8866-7>
- Wasielky, W., Froes, C., Fôes, G., Krummenauer, D., Lara, G., & Poersch, L. (2013). Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of stocking densities and compensatory growth. *Journal of Shellfish Research*, 32(3), 799-806. <https://doi.org/10.2983/035.032.0323>
- Zhu, L., Wang, Z., Takala, J., Hiltunen, E., Qin, L., Xu, Z., Qin, X., & Yuan, Z. (2013). Scale-up potential of cultivating *Chlorella zofingiensis* in piggery wastewater for biodiesel production. *Bioresource Technology*, 137, 318-325. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.03.144>