

KHẢO SÁT SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN ĐẾN KHẢ NĂNG SINH TRƯỞNG VÀ HIỆU QUẢ THU HỒI DINH DƯỠNG CỦA BỂ PHẢN ỨNG SINH HỌC MÀNG QUAY TẢO

● LÊ THỊ NGỌC CHÂU - HUỲNH ĐỖ ĐẠT - LÊ VŨ ANH
- NGUYỄN VĂN TRỰC - VÕ THỊ DIỆU HIỀN*

TÓM TẮT:

Nghiên cứu đã chế tạo và vận hành mô hình bể phản ứng sinh học màng quay tảo (RAB). Khảo sát khả năng thích nghi của giống tảo *Chlorella vulgaris* tại nhiều độ mặn khác nhau như 0, 5, 10, 15, 20‰ và hiệu quả thu hồi các chất dinh dưỡng trong bể. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tăng dần độ mặn, sinh khối tảo bị ảnh hưởng rõ rệt bởi sự suy giảm về khả năng sinh trưởng. Tuy nhiên, nghiên cứu cũng cho thấy độ mặn trong khoảng 0-10‰ đã tạo điều kiện thuận lợi việc loại bỏ nitơ, photpho và các chất hữu cơ mà không ảnh hưởng đáng kể đến khả năng phát triển của vi sinh. RAB đã cho thấy đây là một công nghệ sinh học xử lý nước thải tiềm năng bằng cách ứng dụng tảo lục, giúp đảm bảo chất lượng nước thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, hạn chế phát thải carbon, phù hợp với xu hướng phát triển bền vững.

Từ khóa: độ mặn, *Chlorella vulgaris*, màng sinh học tảo quay, nước thải.

1. Đặt vấn đề

Nhiễm mặn cả môi trường trên cạn và dưới nước là một vấn đề toàn cầu đang gia tăng đáng kể trong vài thập kỷ qua. Ngoài mức độ nhiễm mặn sơ cấp ngày càng tăng do biến đổi khí hậu, tình trạng nhiễm mặn thứ cấp ngày càng trở nên phổ biến do lượng nước thải nhiễm mặn ngày càng tăng. Thành phần và nồng độ nước thải mặn rất khác nhau và phụ thuộc vào nguồn phát sinh

(Figler et al., 2019). Điều này đặt ra nhu cầu cấp thiết về việc phát triển các phương pháp xử lý nước hiệu quả và bền vững để loại bỏ độ mặn và các hạt chất hữu cơ và dinh dưỡng cản trở quá trình làm sạch. Trong những năm gần đây, tảo lục được xem là một giải pháp xử lý nước thải hiệu quả và thân thiện với môi trường. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng, tảo lục đặc biệt hiệu quả trong việc thu hồi các chất dinh dưỡng từ nước thải

(Gross et al., 2013). Ngoài ra, ứng dụng công nghệ bể phản ứng màng quay sinh học tảo (Revolving Algae Biofilm - RAB) là một giải pháp hiệu quả tiết kiệm năng lượng trong quá trình thu hoạch tảo bởi hàm lượng nước thấp của sinh khối sau thu hoạch, giúp quá trình xử lý nước thải trở nên hiệu quả hơn và mang tính kinh tế cao hơn. Bể RAB bao gồm hai thành phần chính là bể chứa nước nuôi tảo và màng chuyển động xoay vòng dành cho tảo bám dính. Đặc tính nổi bật nhất của RAB chính là tối ưu được khả năng quang hợp của tảo khi bám dính lên màng, tảo có thể dễ dàng đón nhận ánh sáng và hấp phụ khí CO₂ khi được màng đưa lên tiếp xúc với không khí. Nhờ vào đó, tảo sinh trưởng trên màng một cách nhanh chóng, giúp cho việc loại bỏ các chất dinh dưỡng hiệu quả hơn. Dựa vào các đặc tính ưu việt trên, nghiên cứu này quyết định thiết kế và chế tạo ra bể phản ứng sinh học RAB. Cùng với đó là khảo sát sự ảnh hưởng của độ mặn lên khả năng phát triển sinh khối của giống tảo *Chlorella vulgaris*, cũng như hiệu quả thu hồi các chất dinh dưỡng và chất hữu cơ của bể. Thông qua việc áp dụng bể RAB, nghiên cứu muốn đưa ra một giải pháp cải thiện chất lượng nước thải sau xử lý một cách hiệu quả, tiết kiệm, thân thiện với môi trường. Tạo tiền đề để phát triển một công nghệ hiệu quả giải quyết các vấn đề liên quan đến nước nhiễm mặn và ứng dụng sinh khối tảo làm nguồn nguyên liệu xanh và bền vững nhằm phát triển cho nhiều ứng dụng khác, hướng tới định hướng kinh tế tuần hoàn.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Quy trình thiết kế và vận hành bể RAB

Mô hình bể RAB được thiết kế với thành phần bao gồm một bể nước để nuôi vi tảo và xử lý nước thải tổng hợp với chiều dài 1 m, rộng 0,4 m, cao 0,3 m. Tổng thể tích của bể được tính là 100 L với thể tích làm việc của bể là 90 L. Giàn xoay màng được thiết kế với 3 trục xoay được sắp xếp thành hình tam giác. Đỉnh nhọn cao nhất được đặt hướng lên trên và hai cạnh dưới của tam giác được đặt chìm dưới bể cách đáy khoảng 10 cm. Vật liệu màng được chọn với chất liệu vải cotton màu sáng, độ nhám cao giúp tảo dễ dàng bám dính, giá thành rẻ, bền, ít bị hư hại khi hoạt động dưới nước (Gross et

al., 2013). Tảo bám dính trên màng khi tạo thành một lớp đủ dày sẽ được thu hoạch đơn giản bằng dụng cụ cào chuyên dụng. Tảo sau thu hoạch sở hữu hàm lượng nước thấp, vì vậy sẽ tiết kiệm được chi phí khi thu hoạch vì tảo so với các cách thu hoạch vi tảo thông thường, do không cần phải ly tâm hay sấy một thời gian dài.

Giống tảo *Chlorella vulgaris* được sử dụng trong quá trình nghiên cứu do tốc độ tăng trưởng sinh và khả năng thích nghi với căng thẳng môi trường một cách mạnh mẽ. Khi bắt đầu, bể RAB được gieo cấy vi tảo với nồng độ 1 g/L, tảo trong bể được luân chuyển đều trong nước bằng cánh khuấy, hạn chế để tảo lắng. Tảo bắt đầu bám dính lên bề mặt màng, sau khoảng thời gian 14 ngày, một lớp màng sinh học tảo dày được hình thành và sẽ được thu hoạch. Phần tảo còn bám dính trên màng sau thu hoạch sẽ tiếp tục phát triển cho lần phát triển sinh khối tiếp theo, thời gian lưu sinh khối (BRT) của bể là 7 ngày. Dinh dưỡng dùng để nuôi vi tảo là nước giả thải tính toán dựa trên công thức của môi trường tăng trưởng Bolds Basal Medium (BBM) (Zhu et al., 2019). Nước giả thải được cấp vào và rút ra hằng ngày với lưu lượng 15 L/ngày, được pha theo nồng độ với tỷ lệ COD/N = 20.

2.2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng nước

Mẫu nước được lấy vào lúc 8 giờ sáng hằng ngày, sau khi ly tâm và được lọc qua giấy lọc để loại bỏ các tạp chất lơ lửng, mẫu sẽ được đem đi phân tích các chỉ tiêu như COD, NH₄⁺-N, TP, tần suất phân tích là mỗi ngày, độ lặp mẫu bằng 3. Các thông số DO và pH sẽ được đo hằng ngày để kiểm soát và đánh giá.

2.3. Phương pháp xác định sinh khối tảo

Sự phát triển của tảo trong hệ thống RAB được xác định bằng cách phân tích kết hợp sự phát triển trên vật liệu bám dính cũng như sự phát triển lơ lửng trong bể chứa. Khả năng tăng trưởng tảo lơ lửng được phân tích dựa trên diện tích bề mặt của bể chứa, khả năng tăng trưởng (P_{pond}, g/m²/ngày) được tính toán qua công thức (1):

$$P_{pond} = \frac{C \times V}{A_{pond} \times BRT} \quad (1)$$

Trong đó:

C là nồng độ sinh khối (g/L), V là thể tích mẫu (Lít), A_{pond} là diện tích bề mặt của bể (m²), BRT là thời gian lưu sinh khối (ngày).

2.4. Phương pháp xác định hiệu quả thu hồi dinh dưỡng của bể RAB

Tốc độ loại bỏ (R, mg/L/ngày) thể hiện tốc độ các chất dinh dưỡng được loại bỏ trên một đơn vị thể tích bể phản ứng, được tính toán theo công thức (2):

$$R = \frac{(C_{in} \times V_{in}) - (C_{eff} \times V_{eff})}{(V \times \Delta T)} \quad (2)$$

Hiệu suất loại bỏ (E%) thể hiện bao nhiêu phần trăm chất dinh dưỡng trong nước thải được loại bỏ bởi bể, được tính toán theo công thức (3):

$$E = \frac{(C_{in} - C_{eff})}{C_{in}} \times 100 \quad (3)$$

Trong đó: C_{in} là nồng độ đầu vào (g/L), V_{in} là thể tích đầu vào (Lít), C_{eff} là nồng độ đầu ra (g/L), V_{eff} là thể tích nước thải đầu ra (Lít), V là thể tích hoạt động của bể (Lít), ΔT là khoảng thời gian giữa hai lần thay nước (ngày).

2.5. Phương pháp xác định nồng độ Chlorophyll-a

Đầu tiên, mẫu được ly tâm với tốc độ 4000 vòng/phút trong 10 phút. Tiếp theo, phần nước trong phía trên được loại bỏ và giữ lại phần bánh tảo. Thêm 40 mL dung dịch axeton 90% và 0,05 g CaCO_3 và lắc đều trong 1 phút. Mẫu được lưu trữ tại nhiệt độ 4°C trong 24 giờ, bao phủ tránh ánh sáng. Cuối cùng, mẫu được ly tâm ở 4000 vòng/phút trong 10 phút và phần dung dịch màu xanh sử dụng để xác định hàm lượng Chlor-A. Mẫu được đo tại các bước sóng: 630, 645, 663, 750, 772, và 850 nm bằng thiết bị UV-Vis. Nồng độ Chlor-A ($\mu\text{g/L}$) được tính theo công thức (4):

$$\text{Chlor - A} = \frac{[11.64(OD_{663} - OD_{750}) - 2.16(OD_{645} - OD_{750}) + 0.10(OD_{630} - OD_{750}) - 25.2(OD_{772} - OD_{850})]V_1}{V \cdot \sigma} \quad (4)$$

Trong đó: V là thể tích mẫu (mL) và V_1 là thể tích axeton (mL). OD là độ hấp thụ tại bước sóng tương ứng và σ là độ dày của cuvet (cm).

3. Kết quả nghiên cứu

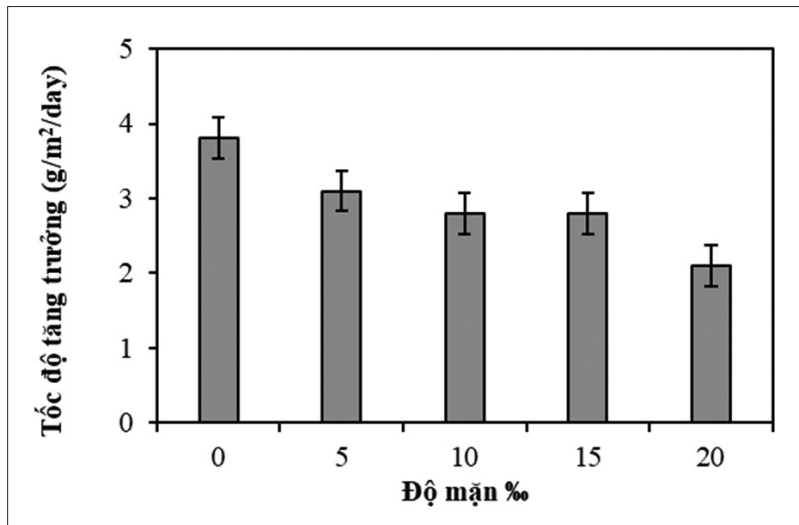
3.1. Sự tăng trưởng sinh khối tảo

Như được thể hiện ở Hình 1. Khi tăng dần độ mặn từ 0 lên 20‰, khả năng sinh trưởng của tảo giảm từ 3,8 (g/m²/day) xuống thấp nhất là 2,1 (g/m²/day). Điều này cho thấy độ mặn cao đã tạo ra áp lực cho sự phát triển của tảo trong bể, những thành phần hóa sinh như protein, lipid, chlorophyll-a (Chlor-A) trong tảo cũng sẽ bị ảnh hưởng bởi yếu tố này (Haris et al., 2022). Tương ứng với kết quả ở Mục 3.3, việc độ mặn cao tác động đến khả năng sản sinh diệp lục tố Chlor-A sẽ làm cho quá trình quang hợp của tế bào trở nên kém hiệu quả dẫn đến sự suy giảm của khả năng sinh trưởng và quần thể vi sinh trong bể. Bên cạnh đó, khả năng hấp thụ và vận chuyển các nguyên tố vi lượng cần thiết cho quá trình quang hợp có thể bị giảm, dẫn đến việc giảm hiệu suất quang hợp, từ đó làm giảm tốc độ phát triển của tảo. Kết quả này cũng có cùng xu hướng với những kết quả ở các nghiên cứu trước (Haris et al., 2022; Yun et al., 2019). Tóm lại, sự gia tăng của độ mặn có thể gây ra nhiều biến đổi trong hoạt động sinh lý và cấu trúc của tế bào tảo, dẫn đến việc giảm khả năng phát triển sinh khối của chúng.

3.2. Hiệu quả loại bỏ Nito

Việc tăng độ mặn dẫn đến hiệu suất loại bỏ NH_4^+-N có xu hướng tăng theo. Tuy nhiên, hiệu suất này vẫn chưa đạt được mức tăng một cách rõ rệt để kết luận là có mối liên quan đến độ mặn. Hiệu suất loại bỏ NH_4^+-N của hệ thống RAB ở các độ mặn khác nhau khi so sánh đều đạt ngưỡng cho phép theo nồng độ NH_4^+-N ở cột A (5 mg/L) của quy chuẩn về nước thải công nghiệp QCVN 40:2011/BTNVMT, cụ thể nồng độ NH_4^+-N sau khi xử lý ở độ mặn 0‰ dao động từ 0,6 - 2,1 mg/L, độ mặn 5‰ 0,6 - 2,6 mg/L, độ mặn 10‰ 1,9 - 2,8 mg/L, độ mặn 15‰ 2,4 - 3,4 mg/L, và độ mặn 20‰ 3,2 - 4,1 mg/L. Điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng RAB trong việc xử lý NH_4^+-N trong nước thải có độ mặn cao. Vì khi so sánh với các kết quả loại bỏ khác có xu hướng giảm thì khả năng loại bỏ nito trong bể RAB tăng. Lý do, nito chủ yếu được chuyển hóa thành nitrate thông qua quá trình nitrate hóa của vi khuẩn, có thể ở độ mặn 20‰

Hình 1: Tốc độ tăng trưởng của sinh khối tảo



không ảnh hưởng quá nhiều đến vi khuẩn chuyển hóa ammonium. Chính vì thế, nên có nhiều nghiên cứu hơn để khảo sát cận kề hơn về khả năng xử lý $\text{NH}_4^+\text{-N}$ trong môi trường nước mặn của đồng nuôi cấy tảo khuẩn.

3.3. Hiệu quả loại bỏ photpho

Khi độ mặn tăng lên, hiệu suất xử lý TP của bể RAB có xu hướng giảm đi. Điều này cho thấy việc kiểm soát độ mặn rất quan trọng để duy trì hiệu suất loại bỏ TP của hệ thống. Các độ mặn cao hơn 15 - 20‰ có thể dẫn đến hiệu suất loại bỏ TP thấp hơn so với độ mặn thấp 0 - 5‰. Nguyên nhân rõ ràng nhất cho việc loại bỏ TP kém chính là khả năng tổng hợp sinh khối bị giảm đi bởi sự ảnh hưởng của độ mặn, dẫn đến sự tiêu thụ photpho dành cho quá trình tổng hợp tế bào cũng giảm theo nhất là khi mức photpho yêu cầu cho việc tổng hợp, nên tế bào mới chỉ từ 0,03 - 0,06% (Ota et al., 2016; Procházková et al., 2014). Tuy nhiên, ở nghiên cứu này, xu hướng biến đổi hiệu suất loại bỏ TP bỏ không đồng đều và không có mối tương quan rõ rệt giữa với độ mặn. Độ mặn từ 0 - 10‰ được cân nhắc lựa chọn tốt để đảm bảo sự phát triển sinh khối tảo và hiệu quả xử lý TP trong bể RAB.

3.4. Hiệu quả loại bỏ chất hữu cơ

Khi độ mặn trở nên tăng cao làm giảm đi khả năng phát triển sinh khối của vi sinh trong bể RAB. Điều này đã trực tiếp dẫn đến khả năng loại bỏ COD bị giảm. Vì đa phần khả năng xử lý COD phụ

thuộc nhiều vào vi khuẩn cộng sinh với tảo trong bể, việc tảo và khuẩn đều bị ảnh hưởng bởi độ mặn sẽ khiến cho một số hiện tượng sẽ xảy ra trong bể như tảo quang hợp không hiệu quả từ đó làm giảm mức oxy để cung cấp cho khuẩn và cuối cùng làm ảnh hưởng đến khả năng xử lý chất hữu cơ của vi khuẩn. Tuy nhiên, khi so sánh với nồng độ COD đầu ra của hệ thống RAB tại các độ mặn hầu như đều đạt mức cho phép xả thải tại cột A (75 mg/L) của quy chuẩn nước xả thải QCVN 40:2011/BTNVMT, cụ thể độ mặn 0‰ dao động từ 16 -

48 mg/L, độ mặn 5‰ là 32 - 64 mg/L, độ mặn 10‰ là 48 - 80 mg/L, độ mặn 15‰ là 64 - 96 mg/L và độ mặn 20‰ là 64 - 96 mg/L.

3.5. Sự dao động của oxy hòa tan

Tất cả các độ mặn lượng oxy hòa tan (DO, mg/L) không có sự biến đổi đáng kể từ khoảng 1,8 đến 4,3 mg/L. Tuy nhiên, khi độ mặn tăng dần, khoảng DO cực đại có xu hướng giảm do sự ức chế của tảo bởi độ mặn, làm ảnh hưởng đến quá trình quang hợp. Điều này minh chứng cho khả năng xử lý nước của bể RAB bị sụt giảm như đã đề cập đến ở những phần trên. Sự biến động cũng có thể phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm sự phát triển của tảo, nhiệt độ, ánh sáng, pH,... Vì mức DO yêu cầu để quá trình xử lý các chất hữu cơ hiệu quả từ 2 - 4 mg/L (Nguyen et al., 2022). RAB lại có tích hợp thêm màng tảo chuyển động giúp tối ưu hóa quá trình hấp thụ khí CO_2 và ánh sáng của tảo, hỗ trợ cho quá trình quang hợp, sản xuất oxy, dẫn đến mức DO trong nước không hạ thấp đáng kể đến mức gây ức chế cho vi sinh. Điều này cho thấy RAB có thể đảm bảo được môi trường thích hợp cho vi sinh để chuyển hóa các chất hữu cơ, cũng như xử lý nước thải trong môi trường khắc nghiệt.

3.6. Sự thay đổi pH

Yếu tố pH có ảnh hưởng đáng kể đối với hiệu quả xử lý, loại bỏ dinh dưỡng và chất hữu cơ trong bể RAB. Ở tất cả các độ mặn, pH có thể đóng vai trò quyết định trong việc tạo điều kiện thích hợp

cho sự phát triển của tảo và các quá trình sinh học liên quan đến khả năng hấp thu dinh dưỡng. pH thường biến đổi nhất là khi dẫn dòng nước thải mới vào, do sự có mặt của ion $\text{NH}_4^+\text{-N}$ trong nước thải. pH dễ bị ảnh hưởng bởi quá trình nitrate hóa của vi sinh, khi mà vi khuẩn sẽ sinh ra ion H^+ và lấy ion HCO_3^- để chuyển hóa $\text{NH}_4^+\text{-N}$ sang $\text{NO}_2^-\text{-N}$ và $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (Gerardi, 2002). Sau khi chuyển hóa xong $\text{NH}_4^+\text{-N}$, bể RAB có thể tự cân bằng pH lại giá trị trung tính nhờ quá trình hô hấp ở pha tối của tảo và vi khuẩn, quá trình hô hấp làm cho nồng độ CO_2 trong nước tăng, dễ chuyển hóa thành ion HCO_3^- . Việc này cho thấy rằng, bể RAB có thể tự điều chỉnh pH mà không nhờ đến việc châm thêm hóa chất hỗ trợ như NaHCO_3 , tiết kiệm chi phí vận hành đáng kể.

3.7. Giá trị Chlorophyll-a

Ở các giá trị độ mặn từ 0 - 10‰, tảo vẫn phần nào duy trì mức diệp lục Chlor-A trong tế bào và đảm bảo được quá trình quang hợp hiệu quả, nhờ đó mà khả năng sinh trưởng của tảo bị ảnh hưởng ít ở điều kiện môi trường này. Độ mặn quá cao sẽ tác động trực tiếp đến sự phát triển sinh, thể hiện rõ nhất ở Hình 2 chính là hiện tượng giảm diệp lục tố ở tảo. Hệ quả là khả năng loại bỏ dinh dưỡng và chất hữu cơ của bể RAB giảm sút một cách đáng kể. Điều này cho thấy việc tăng độ mặn làm

ảnh hưởng tới khả năng phát triển sinh khối, làm giảm hiệu quả loại bỏ dinh dưỡng và chất hữu cơ của hệ thống RAB.

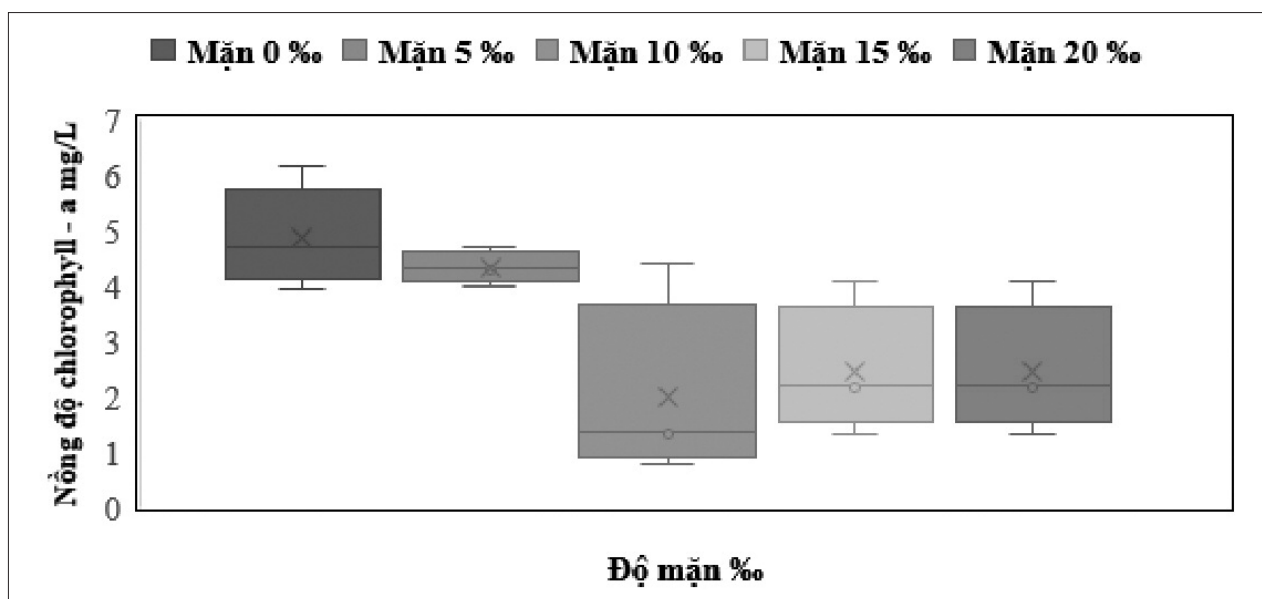
3.8. Giá trị EPS

Độ mặn có ảnh hưởng đáng kể đến tổng hàm lượng polysaccharide (PS) và protein (PN) trong EPS. Ở độ mặn 15‰, nồng độ PS và PN khá cao, với giá trị trung bình của PS khoảng 40 mg/gVSS và PN khoảng 31 mg/gVSS. Trong khi đó, ở độ mặn 20‰, hàm lượng PS và PN giảm đi đáng kể, xuống còn khoảng 29 mg/gVSS và 23 mg/gVSS. Sự biến đổi này cho thấy môi trường độ mặn cao làm giảm tỷ lệ các thành phần quan trọng của EPS, dẫn đến làm giảm hiệu quả bám dính của tảo. Điều này ảnh hưởng đến khả năng hình thành và ổn định của màng quay sinh học tảo cuối cùng làm giảm khả năng loại bỏ dinh dưỡng và chất hữu cơ.

4. Kết luận

Sự biến đổi của độ mặn ảnh hưởng đến nhiều yếu tố quan trọng trong quá trình xử lý nước thải. Độ mặn trong khoảng từ 0 đến 10‰ được xem là điều kiện thích hợp để đảm bảo sự phát triển của sinh khối tảo và hiệu quả trong việc loại bỏ TN, TP, và COD. Việc độ mặn tăng, trực tiếp làm giảm khả năng tăng trưởng của tảo cũng như làm giảm hiệu quả loại bỏ dinh dưỡng và chất hữu cơ. Đặc biệt ở mức 15 - 20‰, sinh khối tảo, diệp lục tố Chlor-A,

Hình 2: Nồng độ chlorophyll-a trong hệ thống RAB



nồng độ EPS giảm xuống một cách đáng kể ở độ mặn này, ảnh hưởng đến khả năng tạo màng sinh học tảo và tương tác với môi trường xung quanh. Tóm lại, bể RAB cho thấy khả năng đảm bảo môi trường sống cho cộng đồng vi sinh ở môi trường có độ mặn cao bằng cách hỗ trợ quá trình quang hợp, cân bằng pH, hạn chế sự ảnh hưởng của độ mặn với vi sinh trong bể. Tuy nhiên, độ mặn thực tế sẽ lớn

hơn và còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác, bao gồm các yếu tố sinh học, phương thức vận hành, nhiệt độ môi trường xung quanh, thành phần nước thải,... Do đó, để khẳng định hiệu quả xử lý của công nghệ RAB này, hoạt động nghiên cứu cần phải thực hiện tiếp tục để đạt được nhiều hiệu quả hơn trong việc loại bỏ dinh dưỡng và chất hữu cơ trong nước thải ■

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam (Mã số: 2022.01.50) và Kurita Asia Research Grant (22Pvn040-T5) từ Kurita Water and Environmental Foundation.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Figler, A., et. al. (2019). Salt Tolerance and Desalination Abilities of Nine Common Green Microalgae Isolates. *Water*, 11(12), 2527.
2. Gerardi, M.H. (2002). *Nitrification and denitrification in the activated sludge process*. USA: John Wiley & Sons
3. Gross, M., Henry, W., Michael, C., Wen, Z. (2013). Development of a rotating algal biofilm growth system for attached microalgae growth with in situ biomass harvest. *Bioresource Technology*, 150, 195-201.
4. Haris, N., et. al. (2022). Effect of different salinity on the growth performance and proximate composition of isolated indigenous microalgae species. *Aquaculture Reports*, 22, 100925.
5. Nguyen, T.-T.-D., et. al. (2022). Co-culture of microalgae-activated sludge in sequencing batch photobioreactor systems: Effects of natural and artificial lighting on wastewater treatment. *Bioresource Technology*, 343, 126091.
6. Ota, S., et. al. (2016). Deciphering the relationship among phosphate dynamics, electron-dense body and lipid accumulation in the green alga *Parachlorella kessleri*. *Scientific Reports*, 6(1), 25731.
7. Procházková, G., Brányiková, I., Zachleder, V., Brányik, T. (2014). Effect of nutrient supply status on biomass composition of eukaryotic green microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 26(3), 1359-1377.
8. Yun, C.-J., Hwang, K.-O., Han, S.-S., Ri, H.-G. (2019). The effect of salinity stress on the biofuel production potential of freshwater microalgae *Chlorella vulgaris* YH703. *Biomass and Bioenergy*, 127, 105277.
9. Zhu, S., Qin, L., Feng, P., Shang, C., Wang, Z., Yuan, Z. (2019). Treatment of low C/N ratio wastewater and biomass production using co-culture of *Chlorella vulgaris* and activated sludge in a batch photobioreactor. *Bioresource Technology*, 274, 313-320.

Ngày nhận bài: 7/8/2023

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 16/8/2023

Ngày chấp nhận đăng bài: 8/9/2023

Thông tin tác giả:

1. Học viên cao học LÊ THỊ NGỌC CHÂU¹

2. Học viên cao học HUỖNH ĐỖ ĐẠT¹

3. Học viên cao học LÊ VŨ ANH²

4. TS. NGUYỄN VĂN TRỰC³

5. TS. VÕ THỊ DIỆU HIỀN^{4,*}

¹Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

²Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Chung Yuan Christian, Đài Loan

³Khoa Môi trường, Trường Đại học Sài Gòn

^{4,*}Viện Ứng dụng Công nghệ và Phát triển Bền vững, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

A STUDY ON THE IMPACT OF SALINITY ON ALGAE GROWTH AND NUTRIENT RECOVERY IN A REVOLVING ALGAE BIOFILM REACTOR

● LE THI NGOC CHAU¹

● HUYNH DO DAT¹

● LE VU ANH²

● NGUYEN VAN TRUC³

● VO THI DIEU HIEN^{4,*}

¹Institute for Environment and Resources (IER),
Vietnam National University - Ho Chi Minh City

²Department of Environmental Engineering,
Chung Yuan Christian University (Taiwan)

³Faculty of Environment, Saigon University

⁴Institute of Applied Technology and Sustainable Development,
Nguyen Tat Thanh University

ABSTRACT:

This study created and operated a model named the Revolving Algae Biofilm reactor (RAB). The study investigated the adaptability of *Chlorella Vulgaris* algae at different salinity levels, such as 0, 5, 10, 15, and 20‰, as well as the recovery and effectiveness of nutrients. The study finds that as the salinity level gradually increases, algal biomass is clearly affected by a decrease in growth ability. However, the study's results also reveal that salinity in the range of 0-10‰ facilitates the removal of nitrogen, phosphorus, and organic matter without significantly affecting the microorganism. RAB shows that this is a potential wastewater treatment biotechnology by applying green algae, helping to ensure wastewater quality, reduce environmental pollution, and limit carbon emissions, in line with the trend toward sustainable development.

Keywords: salinity, *Chlorella vulgaris*, revolving algal biofilm, wastewater.