

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CƯỜNG ĐỘ SỤC KHÍ CỦA QUÁ TRÌNH THU HỒI VI TẢO BẰNG KỸ THUẬT LỌC MÀNG

Đỗ Khắc Uẩn^{1, *}, Nguyễn Tiến Thành²

¹*Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội,
Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội*

²*Viện Công nghệ sinh học - Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội,
Số 1, Đại Cồ Việt, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội*

*Email: uan.dokhac@hust.edu.vn

Đến Tòa soạn: 15/08/2016; Chấp nhận đăng: 5/10/2016

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tiến hành áp dụng kỹ thuật lọc màng để thu hoạch vi tảo. Trong quá trình lọc, màng bị tắc do vi tảo bám dính lên bề mặt màng lọc. Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ thống sục khí có vai trò quan trọng để hạn chế vi tảo bám lên bề mặt màng. Cường độ sục khí ảnh hưởng lớn đến năng suất lọc và áp suất hút. Cường độ sục khí được xác định tỉ lệ nghịch với diện tích bề mặt được sục khí. Kết quả khảo sát cho thấy khi cường độ sục khí nhỏ hơn 0,189 l/cm².phút, năng suất lọc giảm và áp suất hút tăng rất nhanh, khi cường độ sục khí lớn hơn 0,189 l/cm².phút, áp suất hút tăng không đáng kể và ổn định dần. Vì vậy, trong quá trình thiết kế hệ thống cần tính toán hợp lý để diện tích bề mặt bé nhất sao cho cường độ sục khí tối ưu, vừa tiết kiệm năng lượng, vừa giải quyết vấn đề tắc màng hiệu quả nhất.

Từ khóa: màng lọc, thu hoạch tảo, cường độ sục khí, năng suất lọc, tắc màng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thu hoạch tảo được xem là một khâu quan trọng của quá trình sản xuất nhiên liệu sinh học [1, 2]. Việc lựa chọn phương pháp thu hoạch vi tảo tương đối khó khăn bởi nó phụ thuộc vào nồng độ của tảo và kích thước khá nhỏ của vi tảo. Hiện nay có nhiều phương pháp để thu hoạch vi tảo bao gồm lọc, li tâm, keo tụ, tuyển nổi... [3, 4]. Khi sử dụng phương pháp keo tụ, chất keo tụ thường được sử dụng như: Phèn nhôm sunfat (Al₂(SO₄)₃.18H₂O) được sử dụng nhiều nhất, đặc biệt là tảo mang điện tích âm. Ngoài ra, còn có phèn sắt (Fe₂(SO₄)₃.nH₂O hoặc FeCl₃.nH₂O), Poly Aluminium Chloride (PAC). Nhược điểm của phương pháp này là rất khó loại bỏ các hóa chất đã bổ sung để keo tụ sinh khối tảo, và tiêu tốn hóa chất keo tụ [5]. Phương pháp tuyển nổi cũng đã được sử dụng kết hợp để thu hoạch vi tảo trong nước thải. Đây là một phương pháp đơn giản mà vi tảo có thể nổi lên trên bề mặt môi trường. Tuy nhiên, phương pháp này không thể thu hồi triệt để hàm lượng sinh khối tảo và việc kiểm soát điều kiện tuyển nổi như tỷ lệ khí/lồng

tương đối khó khăn [6, 7]. Phương pháp li tâm có thể dùng để thu hoạch vi tảo ở dạng sợi hoặc dạng đơn bào. Phương pháp li tâm có ưu điểm chính là đơn giản và không cần bổ sung hóa chất vào quá trình vận hành, chất lượng sinh khối thu được rất tốt, sinh khối không bị biến đổi, không gây ô nhiễm thứ cấp, hiệu suất thu hoạch cao. Tuy nhiên, nhược điểm chính của phương pháp này đó là chi phí năng lượng sử dụng khá lớn [8, 9].

Phương pháp thu hoạch tảo bằng kỹ thuật lọc màng có thể khắc phục được nhược điểm của các phương pháp khác như vấn đề năng lượng, hóa chất còn tồn lại trong sinh khối tảo thu được [10]. Tuy nhiên, hạn chế lớn nhất của quá trình lọc màng là vấn đề tắc màng, làm giảm năng suất lọc dẫn đến tăng thời gian làm việc của hệ thống. Có nhiều phương pháp có thể khắc phục vấn đề tắc màng như phương pháp hóa học, sinh học, cơ học... [11, 12, 13]. Tuy nhiên những phương pháp này mang tính thụ động, đồng thời tăng thời gian ngừng làm việc của quá trình lọc, nó chỉ tiến hành xử lý khi màng đã bị tắc. Vì vậy, giải pháp sục khí thích hợp nhằm ngăn ngừa vấn đề tắc màng trong quá trình vận hành được xem là một lựa chọn hợp lý, tạo điều kiện cho quá trình lọc vận hành liên tục.

Nghiên cứu này tiến hành đánh giá ảnh hưởng của cường độ sục khí đến quá trình thu hồi vi tảo bằng kỹ thuật lọc màng. Trong đó, tập trung khảo sát, đánh giá ảnh hưởng của cường độ sục khí đến quá trình thu hoạch sinh khối vi tảo, từ đó xác định được chế độ sục khí phù hợp để thu hồi sinh khối vi tảo bằng màng lọc.

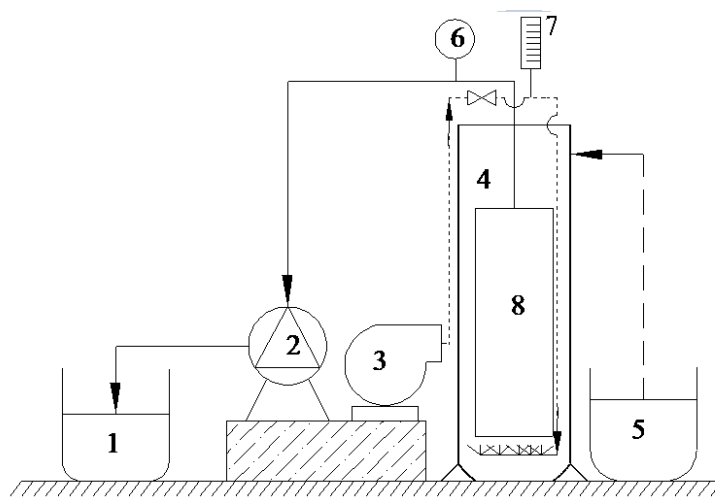
2. PHƯƠNG PHÁP TIẾN HÀNH

2.1. Hệ thống thí nghiệm

Hệ thống thí nghiệm trong nghiên cứu này được thể hiện trên Hình 1. Bể lọc là ống thủy tinh có thể tích làm việc 1000 ml dùng để chứa dung dịch tảo và màng lọc. Trong nghiên cứu này sử dụng màng vi lọc dạng sợi rỗng, được chế tạo từ vật liệu tổng hợp PVDF (Polyvinylidene fluoride, sản phẩm của Tập đoàn Hyongsung, Hàn Quốc). Tổng diện tích bề mặt là 0,065 m², kích thước lỗ mao quản là 0,2 μm. Đối tượng dùng trong nghiên cứu này là tảo *Chlorella vulgaris* B5, tế bào hình ellip đến hình cầu, kích thước trung bình 2 - 3,4 μm, được lấy từ bể nuôi có dung tích khoảng 45 l.

Bảng 1. Các điều kiện các thí nghiệm theo các cường độ sục khí khác nhau.

| Thí nghiệm | Tốc độ sục khí (l/phút) | Cường độ sục khí (l/cm ² .phút) | Thời gian lọc (phút) | Thời gian nghỉ (phút) | Thể tích tảo dùng cho thí nghiệm (ml) |
|------------|-------------------------|--|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 5 | 5 | 1500 |
| 2 | 1 | 0,063 | 5 | 5 | 1500 |
| 3 | 2 | 0,126 | 5 | 5 | 1500 |
| 4 | 3 | 0,189 | 5 | 5 | 1500 |
| 5 | 4 | 0,252 | 5 | 5 | 1500 |
| 6 | 5 | 0,315 | 5 | 5 | 1500 |



Hình 1. Mô hình hệ thống thí nghiệm.

Ghi chú: 1. Thùng chứa nước ra; 2. Bơm hút; 3. Máy thổi khí; 4. Bình chứa tảo và màng lọc; 5. Bình chứa dịch tảo đầu vào; 6. Áp kế; 7. Lưu lượng kế; 8. Màng lọc sợi rỗng

Khi đưa dung dịch chứa tảo vào bể lọc, các tế bào tảo có kích thước lớn hơn kích thước của mao quản của màng sẽ bị giữ lại trên bề mặt màng lọc. Phía dưới màng lọc có bố trí quả sục khí để đảo trộn và ngăn ngừa vi tảo bám trên bề mặt màng lọc. Đơn nguyên màng lọc có chiều dài 340 mm, đường kính của bó màng lọc 20 mm và được đặt gần sát đáy bể lọc dạng hình trụ, đường kính 90 mm, cao 800 mm. Các điều kiện tiến hành thí nghiệm được thể hiện trên Bảng 1.

2.2. Phương pháp phân tích

Năng suất lọc tính theo công thức: $F = Q/S$. Trong đó: F là năng suất lọc của màng ($l/m^2 \cdot h$). S là diện tích bề mặt màng lọc ($S = 0,065 m^2$). Q là lưu lượng nước ra (l/h). Sự thay đổi trở lực màng lọc được xác định bằng các giá trị quan sát được trên chân không kế lắp trên đường ống dẫn nước ra. Sau khi xác định được trở lực ở mỗi mức sức khí, bơm sẽ tạm dừng và tiến hành rửa màng để lặp lại chu trình xác định sự thay đổi trở lực ở mức tiếp theo.

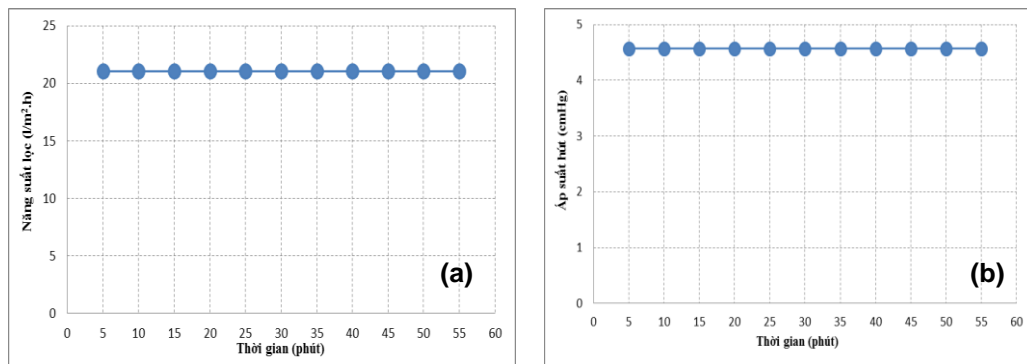
Hàm lượng tảo được xác định bằng phương pháp li tâm và đếm trực tiếp tế bào. Khi xác định nồng độ vi tảo bằng phương pháp li tâm, dung dịch tảo được lắc đều, dùng bình định mức lấy 50 ml dung dịch tảo cho vào ống li tâm lớn, đậy nắp thật chặt và cho vào máy li tâm, li tâm với tốc độ 7000 vòng/phút trong thời gian 5 phút. Sau khi li tâm, đổ hết phần nước trong ống, giữ lại phần sinh khối tảo đã lắng trong ống. Cho nước cất vào lắc cho sinh khối tảo tan hết rồi đổ hỗn hợp này vào ống li tâm nhỏ. Các ống li tâm nhỏ trước đó được rửa sạch và sấy khô ở $105^\circ C$ trong 2 giờ, để nguội trong tủ hút ẩm rồi đem cân để xác định khối lượng ban đầu của ống. Mật độ tế bào tảo được xác định bằng phương pháp đếm trực tiếp bằng buồng đếm hồng cầu Neubauer (Improved Neubauer, Đức). Buồng đếm hồng cầu là một phiến kính dày 2 - 3 mm có một vùng đĩa đếm nằm giữa phiến kính và được bao quanh bởi rãnh. Đĩa đếm thấp hơn bề mặt phiến kính 0,1 mm, cho nên khi phủ lên một lam kính mỏng thì độ sâu của đĩa đếm sẽ đồng đều. Vùng đĩa đếm có diện tích $1 mm^2$, được chia thành 25 ô lớn (mỗi ô lớn có diện tích $1/25 mm^2$), mỗi ô lớn được chia thành 16 ô nhỏ (mỗi ô nhỏ có diện tích $1/400 mm^2$).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự thay đổi của năng suất lọc và áp suất hút khi lọc nước máy

Nước máy dùng để lọc và được xem như là mẫu trắng để so sánh khi tiến hành lọc với tảo ở các chế độ sục khí khác nhau. Kết quả nghiên cứu được thể hiện qua Hình 2. Từ Hình 2 (a) cho thấy, trong suốt 55 phút vận hành ở chế độ 5 phút làm việc 5 phút nghỉ và không sục khí thì khi lọc nước máy năng suất lọc rất ổn định, dao động ở mức $21 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$. Kích thước lỗ màng sẽ quyết định tính thấm của các cấu tử. Khi chất tan có kích thước phân tử bé hơn kích thước lỗ màng đều dễ dàng vận chuyển qua màng [14]. Do đó trong phần nghiên cứu này, dung môi là nước máy được xem như mẫu trắng, trong thành phần chỉ có các phân tử nước nên các phân tử này được phép di chuyển hết qua màng và không bị giữ lại trên bề mặt màng làm cho giá trị năng suất lọc rất ổn định trong suốt thời gian vận hành. Hay nói cách khác, cường độ sục khí không ảnh hưởng đến quá trình lọc này.

Khi tiến hành lọc nước máy, áp suất hút gần như không đổi. Kết quả nghiên cứu được thể hiện trên hình 2 (b). Sau 55 phút lọc nước máy, áp suất hút không thay đổi trong suốt quá trình lọc, vào khoảng $4,6 \text{ cmHg}$. Nước máy được xem là mẫu trắng, trong thành phần chỉ có các phân tử nước, được vận chuyển hết qua màng lọc nên áp suất hút tạo ra rất bé. Giá trị này được tạo ra bởi bơm hút, không tạo ra do các thành phần chất tan trong nước bám trên bề mặt màng, đây được xem là giá trị để so sánh với áp suất hút khi tiến hành lọc với tảo.

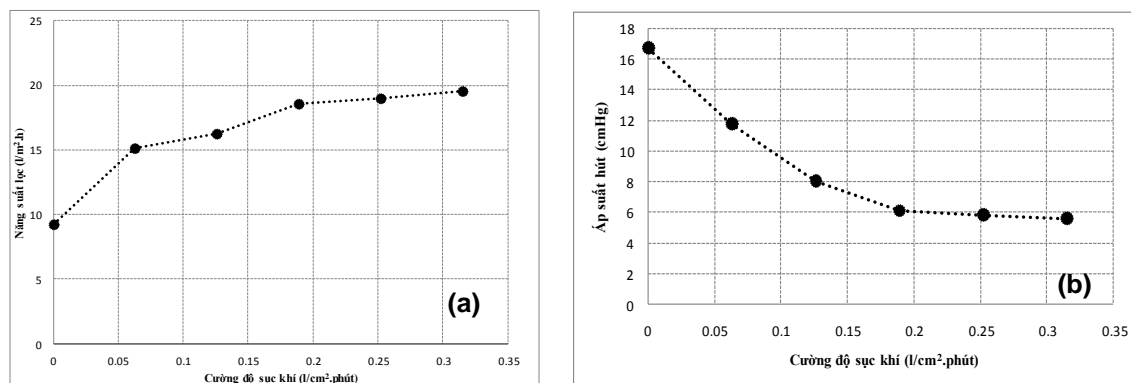


Hình 2. Năng suất lọc (a) và áp suất hút (b) khi lọc nước máy.

3.2. Sự thay đổi của năng suất lọc và áp suất hút khi lọc tảo

Khi tiến hành lọc với tảo, năng suất lọc thay đổi khi thay đổi cường độ sục khí được thể hiện cụ thể qua Hình 3 và Hình 4. Hình 3a thể hiện mối quan hệ giữa năng suất lọc và cường độ sục khí. Năng suất lọc được đo tại thời điểm 55 phút lọc của 6 mẻ màng đi lọc theo các mức cường độ sục khí khác nhau. Từ Hình 2a cho thấy, năng suất lọc tăng khi tăng cường độ sục khí, và chia thành 2 giai đoạn rõ rệt. Khi cường độ sục khí nhỏ hơn $0,189 \text{ l/cm}^2 \cdot \text{phút}$, năng suất lọc tăng nhanh nhất từ $9 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$ lên $15 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$. Khi không sục khí lên cường độ sục khí $0,063 \text{ l/cm}^2 \cdot \text{phút}$ và tiếp tục tăng lên $16 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$ khi tăng cường độ sục khí lên $0,189 \text{ l/cm}^2 \cdot \text{phút}$. Khi cường độ sục khí lớn hơn $0,189 \text{ l/cm}^2 \cdot \text{phút}$ (từ $0,189 \text{ l/cm}^2 \cdot \text{phút}$ đến $0,315 \text{ l/cm}^2 \cdot \text{phút}$), năng suất lọc tăng chậm lại, từ $18 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$ lên $19 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$. Hình 3b biểu diễn mối quan hệ giữa áp suất hút và cường độ sục khí. Từ đồ thị Hình 2b cho thấy, áp suất hút giảm khi tăng cường độ sục khí, và cũng được chia thành 2 giai đoạn rõ rệt. Khi cường độ sục khí nhỏ hơn $0,189 \text{ l/cm}^2 \cdot \text{phút}$, áp suất hút giảm nhanh nhất từ $16,7 \text{ cmHg}$ xuống $11,7 \text{ cmHg}$ khi không sục khí lên cường độ sục khí

0,063 l/cm².phút và tiếp tục giảm xuống 6,1 cmHg khi tăng cường độ sục khí lên 0,189 l/cm².phút. Khi cường độ sục khí lớn hơn 0,189 l/cm².phút (từ 0,189 l/cm².phút đến 0,315 l/cm².phút), áp suất hút giảm chậm lại, từ 6,1 cmHg xuống 5,6 cmHg. Như vậy, để cường độ sục khí ổn định khi kéo dài thời gian vận hành cần duy trì cường độ sục khí lớn hơn 0,189 l/cm².phút



Hình 3. Mối quan hệ giữa năng suất lọc (a), áp suất hút (b) và cường độ sục khí.



Hình 4. So sánh hình ảnh màng lọc nước máy (a), lọc tảo không sục khí (b) và lọc tảo có sục khí (c).

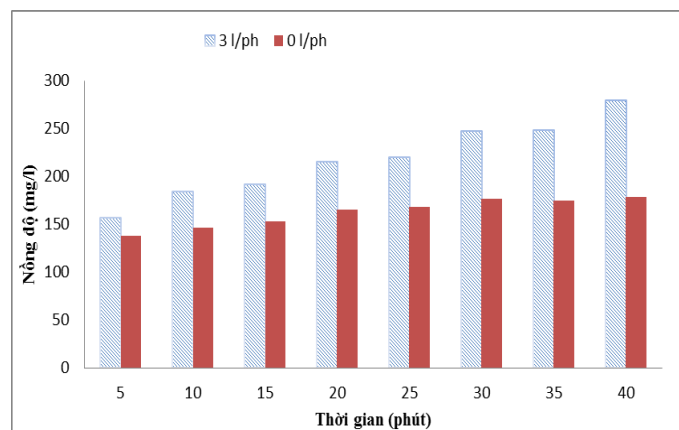
3.3. Ảnh hưởng của cường độ sục khí đến hàm lượng tảo còn lại trong bể lọc

Ảnh hưởng của cường độ sục khí đến hàm lượng tảo được xem là hệ quả do ảnh hưởng của cường độ sục khí đến năng suất lọc và áp suất hút trong quá trình vận hành. Hàm lượng tảo còn lại trong bể lọc đều tăng lên theo thời gian lọc nhưng có sự khác biệt khi sục khí và không sục khí. Kết quả xác định hàm lượng tảo được xác định theo hai phương pháp li tâm và đếm trực tiếp tế bào tảo giúp so sánh và kiểm chứng mối tương quan giữa hàm lượng và mật độ tảo. Với phương pháp li tâm, có thể xác định được nồng độ tảo còn lại trong bình tại các thời điểm khác nhau. Với phương pháp đếm trực tiếp tế bào tảo có thể xác định chính xác nồng độ tảo trong nước đầu ra mà phương pháp li tâm khó cho kết quả chính xác vì hàm lượng tảo lúc này rất thấp. Trong phương pháp đếm, có thể xác định được hàm lượng tảo dựa vào đường chuẩn trên cơ sở các tế bào tảo đếm được. Kết quả nghiên cứu được thể hiện cụ thể qua Bảng 2 và Hình 5. Khi hiện tượng tắc màng xảy ra thể hiện qua sự gia tăng áp suất hút và suy giảm năng suất lọc theo thời gian, nguyên nhân chủ yếu là do các tế bào tảo bám vào bề mặt màng lọc làm giảm diện tích bề mặt màng lọc và che kín hết các lỗ mao quản. Vì vậy, khi hàm lượng tảo được cô đặc tăng nhanh cần kiểm soát cường độ sục khí để kéo dài thời gian vận hành. Cường độ sục khí ảnh hưởng lớn đến nồng độ được cô đặc. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cùng một khoảng thời gian là

40 phút và cùng thể tích mang đi lọc là 1900 ml nhưng khác cường độ sục khí thì nồng độ còn lại trong bình tảo được sục khí lớn hơn nhiều nồng độ của tảo khi không được sục khí. Cụ thể, khi không sục khí: nồng độ tảo còn lại sau 40 phút lọc là 178 mg/l; khi tiến hành sục khí, ở cường độ sục khí là 0,189 l/cm².phút, nồng độ tảo còn lại sau 40 phút lọc là 279 mg/l. Như vậy, nồng độ tảo còn lại khi được sục khí lớn hơn nhiều khi không được sục khí.

Bảng 2. Nồng độ còn lại của tảo trong bình khi không sục khí và sục khí.

| Cường độ sục khí (l/cm ² .phút) | Thời gian(phút) | Nồng độ đầu (mg/l) | V thêm (ml) | Số tế bào (triệu tế bào/ml) | Nồng độ còn lại (mg/l) |
|--|-----------------|--------------------|-------------|-----------------------------|------------------------|
| 0 | 5 | 128 | 1000 | 8,69 | 137 |
| | 10 | | 300 | 9,07 | 146 |
| | 15 | | 200 | 9,35 | 153 |
| | 20 | | 0 | 9,87 | 165 |
| | 25 | | 200 | 9,97 | 167 |
| | 30 | | 0 | 10,37 | 176 |
| | 35 | | 200 | 10,30 | 174 |
| | 40 | | 0 | 10,47 | 178 |
| 0,189 | 5 | 128 | 1000 | 9,52 | 156 |
| | 10 | | 300 | 10,71 | 184 |
| | 15 | | 200 | 11,04 | 191 |
| | 20 | | 0 | 12,07 | 215 |
| | 25 | | 200 | 12,27 | 220 |
| | 30 | | 0 | 13,44 | 247 |
| | 35 | | 200 | 13,50 | 248 |
| | 40 | | 0 | 14,83 | 279 |



Hình 5. Ảnh hưởng của cường độ sục khí đến hàm lượng tảo còn lại trong bể lọc.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiện tượng tắc màng lọc trong quá trình thu hoạch vi tảo xảy ra do vi tảo bám lên bề mặt màng lọc. Hệ thống sục khí có vai trò quan trọng để hạn chế vi tảo bám lên bề mặt màng. Cường độ sục khí ảnh hưởng lớn đến năng suất lọc và áp suất hút. Cường độ sục khí được xác định tỉ lệ nghịch với diện tích bề mặt được sục khí. Vì vậy, trong quá trình thiết kế hệ thống bể lọc màng dạng hình trụ, cần bố trí đơn nguyên màng lọc gắn sát đáy và bố trí các đầu sục khí bên dưới màng lọc và cần tính toán hợp lý để diện tích bề mặt bé nhất sao cho cường độ sục khí tối ưu, vừa tiết kiệm năng lượng, vừa giải quyết vấn đề tắc màng hiệu quả nhất. Khảo sát cho thấy khi cường độ sục khí nhỏ hơn 0,189 l/cm².phút, năng suất lọc giảm và áp suất hút tăng rất nhanh, khi cường độ sục khí lớn hơn 0,189 l/cm².phút, áp suất hút tăng không đáng kể và ổn định dần.

Lời cảm ơn. Đây là một phần kết quả của đề tài cấp trường, mã số T2013-CT01. Các tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chisti Y. - Biodiesel from microalgae, *Biotech. Adv.* **25** (2007) 294-306.
2. Demirbas M. F. - Biofuels from algae for sustainable development, *App. Ener.* **88** (2011) 3473-3480.
3. Nguyễn Lâm Dũng, Nguyễn T. H. H. - Vi tảo, Viện Vi sinh vật và công nghệ sinh học, Hà Nội, 2006, pp. 12-19.
4. Li Y., Horsman M., Wu N., Lan C. Q., and Dubois C. N. - Biofuels from microalgae, *Biotechnol. Prog.* **24** (2008) 815-820.
5. Spolaore P., Joannis C. C., Duran E., and Isambert A. - Commercial applications of microalgae, *J. Biosci. Bioeng.* **101** (2006) 87-96.
6. Michael M., Jenny I., Niclas S. and Mats E. - Biofuel synergy development: classification and identification of synergies using industrial symbiosis, Linköping University, 2012, pp. 68-75.
7. Morais M. G. D. and Costa J. A. V. - Biofixation of carbon dioxide by *Spirulina* sp. and *Scenedesmus obliquus* cultivated in a three-stage serial tubular photobioreactor, *J. Biotech.* **129** (2007) 439-445.
8. Đoàn Thị Thái Yên, Đặng D. H., Nguyễn T. H. H. - Nhiên liệu sinh học- nhiên liệu bền vững của kỷ nguyên mới, Kỷ yếu Hội nghị Môi trường toàn quốc lần III-17/11/2010, Hà Nội, 2010, pp. 261-269.
9. Sarmidi A. - Review on biofuel oil and gas production processes from microalgae, *Ener. Conver. Manage.* **50** (2009) 1834 -1840.
10. Rodolfi L., Zittelli G. C., Bassi N., Padovani G., Biondi N., Bonini G., and Tredici M. R. - Microalgae for oil: Strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor, *Biotech. Bioeng.* **102** (2009) 100-112.
11. Guan H. H., Feng C., Dong W., Xue W. Z., and Gu C. - Biodiesel production by microalgal biotechnology, *App. Ener.* **87** (2009) 38-46.

12. Knuckey R., Brown M., Robert R., and Frampton D. - Production of microalgal concentrates by flocculation and their assessment as aquaculture feeds, *Aqua. Engin.* **35** (2006) 300-313.
13. Steven P., Thomas L., and Alex H. - Algae to biodiesel conversion and scale-up, Department of Chemical and Biomolecular Engineering, US, 2007, pp. 24-36.
14. Jørgen W. - Membrane filtration handbook, Practical Tips and Hints, 2001, pp. 68-76.

ABSTRACT

EFFECTS OF AERATION INTENSITY ON HARVESTING MICROALGAE BY MEMBRANE FILTRATION TECHNOLOGY

Do Khac Uan^{1,*}, Nguyen Tien Thanh²

¹*School of Environmental Science and Technology, Hanoi University of Science and Technology, No. 1 Dai Co Viet road, Hai Ba Trung district, Hanoi, Vietnam*

²*School of Biotechnology and Food Technology, Hanoi University of Science and Technology, No. 1 Dai Co Viet road, Hai Ba Trung district, Hanoi, Vietnam*

*Email: uan.dokhac@hust.edu.vn

This study carried out to harvest microalgae by membrane filtration. During filtration, membrane has been fouled due to the microalgae attached on the membrane surface. The results obtained from this study showed that aeration system played an important role to prevent the microalgae accumulated onto the membrane surface. The aeration intensity affected significantly the membrane flux and the transmembrane pressure. Aeration intensity depended on the cross-surface area of the filtration tank. When aeration intensity was lower than 0.189 l/cm².min, the permeation flux was reduced and the transmembrane pressure was increased rapidly. When it was higher than 0.189 l/cm².min, the transmembrane pressure was increased slowly and get stable. Therefore, it should be noted that in system design the cross-surface area of the filtration tank should be considered as minimum for aeration intensity get an optimum condition, resulted in saving energy and reducing membrane fouling effectively.

Keywords: membrane, harvest, microalgae, aeration intensity, flux, fouling.