

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ÁNH SÁNG TỚI HIỆU QUẢ XỬ LÝ $\text{NH}_4^+$ VÀ COD BẰNG TẢO *CHLORELLA SP* VÀ *SCENEDESMUS SP*

EFFECT OF LIGHT ON EFFICIENCY TREATING  $\text{NH}_4^+$  AND COD BY *CHLORELLA SP* AND *SCENEDESMUS SP* ALGAE

Phạm Thị Thanh Yên\*, Phạm Thị Mai Hương, Đỗ Thị Cẩm Vân

## TÓM TẮT

Tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* là thực vật bậc thấp, có khả năng tạo sinh khối và tốc độ tăng trưởng lớn. Trong điều kiện đầy đủ ánh sáng, nitơ là nguyên tố đa lượng quan trọng và cần thiết để tạo nên cơ thể sống (gồm các axit amin và protein) của tảo. Nhưng trong điều kiện dị dưỡng tảo vẫn có thể sử dụng các hợp chất hữu cơ làm nguồn dinh dưỡng. Kết quả nghiên cứu cho thấy tốc độ phát triển của tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* đạt cân bằng từ ngày thứ 12 trở đi khi chiếu sáng ở cường độ 1200 Lux, 2400 Lux và 3000 Lux, cường độ bức xạ tăng thì tốc độ phát triển của tảo cũng tăng theo; Nồng độ  $\text{NH}_4^+$  < 200mg/l, COD < 1000mg/l trong nước ảnh hưởng không đáng kể đến hiệu quả xử lý của tảo, nhưng cần điều chỉnh nồng độ đầu vào hợp lý để đạt được QCVN về xả thải; Hiệu suất xử lý  $\text{NH}_4^+$  và COD với tỷ lệ thời gian sáng/tối 24/0, 16/8, 12/12, 16/8 là 88,9 - 93,7%, 84,5 - 92,1%, 78,5 - 85,2%, 64,8 - 75,9% ( $\text{NH}_4^+$ ), 35,9 - 43,0%, 77,2 - 88,4%, 60,5 - 77,4%, 40,0 - 63,6% (COD) theo thứ tự. Tỷ lệ thời gian sáng/tối thích hợp cho xử lý  $\text{NH}_4^+$  và COD trong nước thải là 16/8.

**Từ khóa:** *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP*, ammoni, COD, quang dị dưỡng.

## ABSTRACT

*Chlorella SP* and *Scenedesmus SP* algae is a low-level plant that is capable of generating biomass and high growth rates. In well-lit conditions, nitrogen is an important macronutrients and necessary to create living organisms (including amino acids and proteins) of algae. But in heterotrophic conditions, algae can still use organic compounds as a source of nutrition. The results showed that the growth of algae *Chlorella SP* and *Scenedesmus SP* reached the balance from the 12th day at light intensity: 1200 Lux, 2400 Lux and 3000 Lux, the intensity of radiation increases, so does the rate of algae growth; The concentrations of  $\text{NH}_4^+$  - N < 200mg/l, COD < 1000mg/l does not significantly affect the treatment efficiency of algae, but it is necessary to adjust the input concentration to achieve QCVN; The removal rates of  $\text{NH}_4^+$ -N and COD with the ratio of light/dark were 24/0, 16/8, 12/12, 16/8: 88.9 - 93.7%, 84.5 - 92.1%, 78.5 - 85.2%, 64.8 - 75.9% ( $\text{NH}_4^+$ ), 35.9 - 43.0%, 77.2 - 88.4%, 60.5 - 77.4%, 40.0 - 63.6% (COD) respectively. The appropriate light/dark ratio for removal  $\text{NH}_4^+$  and COD in wastewater is 16/8.

**Keywords:** *Chlorella SP* and *Scenedesmus SP*, ammoni, COD, heterotrophic.

Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: ptyendhcnhn@gmail.com

Ngày nhận bài: 08/01/2020

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/6/2020

Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2021

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tảo là thực vật bậc thấp, tế bào chứa diệp lục, sống chủ yếu trong nước, phát triển nhanh, phần lớn sinh sản vô tính. Trong những điều kiện tăng trưởng thích hợp, một số loài tảo có khả năng sinh sản hữu tính và sinh sản sinh dưỡng. Tùy thuộc vào môi trường và điều kiện ánh sáng trong quá trình phát triển mà thành phần hoá học của tảo sẽ khác nhau. Nếu trong môi trường thiếu đạm, hàm lượng protein của *Chlorella* giảm xuống rõ rệt trong khi đó lượng carbohydrat và acid béo lại tăng lên. Trong điều kiện dị dưỡng hàm lượng chất béo trong tảo *C. protothecoides* cao gấp bốn lần so với nuôi tự dưỡng ở cùng điều kiện [1], ở điều kiện này tảo có thể sử dụng glucose như một nguồn cung cấp carbon, lượng glucose sử dụng phụ thuộc vào loài tảo, như *Chlorella vulgaris* là 10g/L, *Scenedesmus acutus* là 1g/L [2, 3]. Dựa vào thành phần các chất có trong tảo và quá trình sinh trưởng và phát triển của chúng, người ta ứng dụng làm nguồn bổ sung dinh dưỡng cho người và động vật; trong y học được sử dụng để tăng cường hệ miễn dịch, hỗ trợ tim mạch, giảm cholesterol, chống lão hóa, ngừa ung thư, giúp làm sáng mắt,...; sản xuất mỹ phẩm; làm dầu sinh học Diesel; xử lý nước thải. Như trong nghiên cứu của Chisti và cộng sự (2007) đã nuôi sinh khối tảo để sản xuất dầu sinh học Diesel với năng suất thu được từ *Botryococcus braunii*: 25 - 75, *Chlorella sp*: 28 - 31, *Neochloris*: 35 - 54, *Nannochloropsis sp*: 31 - 68 tính theo % chất khô [4]; Wang và cộng sự (2010) đã sử dụng tảo *Chlorella vulgaris* xử lý nước thải chăn nuôi chứa hàm lượng COD lần lượt là 3665mg/l, 1864mg/l, 1064mg/l, kết quả sau 14 ngày cho thấy hàm lượng COD giảm khoảng 70% [5].

Tảo *Scenedesmus SP* và *Chlorella SP* là hai loại rất phổ biến trong môi trường nước ngọt và nước thải, chúng là những loại đơn bào thuộc ngành tảo lục, sinh sản vô tính, tăng trưởng sinh khối mạnh, chịu ảnh hưởng mạnh bởi môi trường [6]. Môi trường thay đổi (nhiệt độ, ánh sáng, thành phần các chất hóa học,...) sẽ ảnh hưởng đến hình dạng, kích thước và chất lượng của tế bào tảo. Tảo *Scenedesmus* có khả năng chịu được nhiệt độ cao (khoảng 40°C), pH từ 5 - 10, tuy nhiên tốc độ tăng trưởng tối ưu là 30 - 35°C, pH từ 7,5 - 8.

Chu kỳ sinh trưởng và phát triển của *Scenedesmus* kéo dài khoảng 9 ngày, ngày thứ 4 - 5 đạt mật độ cao nhất. Khả năng tự lắng của chúng là  $10^6$  m/s, vì vậy để thu hoạch tảo cần phải ly tâm hoặc thêm hóa chất tác động và lọc. Tảo *Chlorella* có thể phát triển ở nhiệt độ từ 10°C đến 35°C, cường độ bức xạ từ 30 - 550  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  [7]. Vòng đời của chúng chia làm 4 giai đoạn là tăng trưởng, bắt đầu chín, chín mùi, phân cắt. Hai loài tảo này được ứng dụng trong sản xuất thực phẩm, nhiên liệu sinh học, mỹ phẩm, phân bón, y học và đặc biệt là trong xử lý nước thải. Do trong nước thải có chứa carbon hữu cơ, nitơ, photpho và các hợp chất khác, đây là những nguồn dinh dưỡng thích hợp cho sự phát triển của tảo. Trong nghiên cứu của Trần Chấn Bắc và cộng sự (2015) cho thấy tảo *Chlorella* phát triển tốt và loại bỏ được các chất dinh dưỡng trong nước thải nuôi cá tra với hiệu suất hấp thu N -  $\text{NO}_3^-$  là 95,27% (Nồng độ ban đầu của N -  $\text{NO}_3^-$  = 22,4mg/l), N -  $\text{NH}_4^+$  là 34,48% (N -  $\text{NH}_4^+$  ban đầu là 5,2 mg/l) và  $\text{PO}_4^{3-}$  là 88,66% (ban đầu  $\text{PO}_4^{3-}$  = 4,25mg/l) sau 3 ngày nuôi [8]. Võ Thị Kiều Thanh và cộng sự (2012) đã sử dụng tảo *Chlorella sp* xử lý nước thải chăn nuôi lợn, kết quả cho thấy hiệu suất loại bỏ COD: 65,8 - 88,2%, tổng nitơ: 7,4 - 90,18%, tổng photpho: 47,7 - 56,15% [9]. Liang Wang và cộng sự (2010) đã sử dụng tảo *Chlorella SP* để xử lý nước thải đô thị, kết quả cho thấy hiệu quả loại bỏ 74,7 - 82,4% đối với  $\text{NH}_4^+$  - N và 50,9 - 83,0% đối với COD [10]. Vì vậy nghiên cứu tiến hành khảo sát hiệu quả loại bỏ  $\text{NH}_4^+$  và COD của hỗn hợp tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP*.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Hoá chất và dụng cụ

Tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* được cung cấp bởi Viện Hoá học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Hoá chất sử dụng gồm: Môi trường nuôi cấy BG - 11 ( $\text{NaNO}_3$  - 1,5g/L;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  - 0,04g/L;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,075g/L;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 0,036g/L; Citric acid - 0,006g/L; Ferric ammonium citrate - 0,006g/L; EDTA (Ethylene diamine tetraacetic acid) - 0,001g/L;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - 0,02g/L; dung dịch vi lượng A5 - 1ml/L (dung dịch A5 gồm:  $\text{H}_3\text{BO}_3$  - 2,86g/L;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 1,81g/L;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,222g/L;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 0,39g/L;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 0,079 g/L;  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - 0,0494g/L);  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; glucose.

Dụng cụ gồm: Đèn led, máy lắc (JS RESEARCH JSOS-500), máy đo quang (Genesys 10S UV-VIS), máy sục khí (Boss 9500 - 2012), máy đo cường độ ánh sáng (EMIN Extech EA30), máy đo pH (METTLER TOLEDO S220), máy cắt đạm tự động (VELP UDK 159), máy phá mẫu COD (VELP ECO8), cân phân tích 3 số (Sartorius M313 - 1S), máy khử trùng (TOMY ES 315).

### 2.2. Tiến hành thí nghiệm

#### 2.2.1. Nuôi cấy, tạo sinh khối tảo

Nhân giống cấp 1: Tảo giống *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* cho vào 2 bình tam giác 100mL khác nhau chứa 50mL môi trường BG-11 đã tiệt trùng, sau đó được nuôi cấy ở nhiệt độ 25 - 28°C, cường độ ánh sáng nhân tạo

trung bình  $1500 \pm 160$  Lux với chu kỳ sáng/tối là 16 giờ/8 giờ và tốc độ lắc là 150 vòng/phút trong thời gian khoảng 7 ngày để đạt OD = 0,4.

Nhân giống cấp 2: 10mL tảo *Chlorella SP* và 10mL *Scenedesmus SP* lấy từ bình nhân giống cấp 1 cho vào bình tam giác 250mL chứa 200mL môi trường BG-11 tiệt trùng, sau đó tiến hành nuôi cấy như nhân giống cấp 1 cho tới khi OD > 0,3. Số tảo này sẽ được sử dụng cho các thí nghiệm khảo sát tiếp theo.

#### 2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của ánh sáng tới sự phát triển của tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP*

Lấy 100ml tảo nhân giống cấp 2 cho vào các bình thủy tinh 3 lít, thêm 2,5 lít môi trường BG -11, sục khí liên tục, duy trì nhiệt độ môi trường 25 - 28°C, thay đổi cường độ chiếu sáng ở các bình là 1200 Lux; 2400 Lux và 3000 Lux. Mỗi thí nghiệm lặp lại 02 lần. Tảo được bổ sung một lần duy nhất vào ngày đầu của thí nghiệm. Trong quá trình nuôi tảo, nước cất được bổ sung thêm khi lượng nước trong bình mất đi do bốc hơi. Mẫu được lấy đi đo giá trị OD tại ngày đầu tiên, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14. Tốc độ tăng trưởng của tảo tính theo công thức:

$$GR = \frac{(OD_t - OD_0)}{OD_0} \times 100 (\%)$$

Trong đó:

GR - Tốc độ tăng trưởng của tảo (%)

$OD_0$  - Mật độ quang đo được ở ngày đầu tiên (ABS)

$OD_t$  - Mật độ quang đo được ở ngày thứ t (ABS)

#### 2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của ánh sáng tới việc loại bỏ $\text{NH}_4^+$ bằng *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP*

Lấy 100ml tảo nhân giống cấp 2 cho vào các bình thủy tinh 3 lít, thêm 2,5 lít môi trường BG -11, cho lần lượt nồng độ amoni (dung dịch  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 25mg-N/l; 50mg-N/l; 100mg-N/l và 200 mg-N/l vào các bình, sục khí liên tục, duy trì nhiệt độ môi trường 25 - 28°C, cường độ chiếu sáng 2400  $\pm$  150 Lux, thay đổi khoảng thời gian chiếu sáng theo tỷ lệ sáng/tối 24/0; 16/8; 12/12 và 8/16. Mỗi thí nghiệm lặp lại 02 lần. Tảo được bổ sung một lần duy nhất vào ngày đầu của thí nghiệm. Trong quá trình nuôi tảo, nước cất được bổ sung thêm khi lượng nước trong bình mất đi do bốc hơi. Mẫu được lấy đi đo giá trị  $\text{NH}_4^+$  tại ngày đầu tiên, 4, 8, 12.

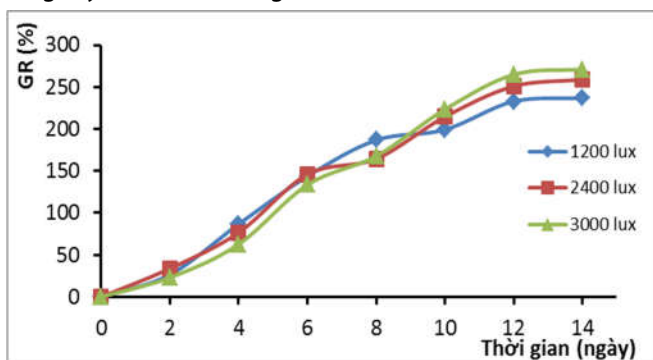
#### 2.2.4. Khảo sát ảnh hưởng của ánh sáng tới việc loại bỏ COD bằng *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP*

Lấy 100ml tảo nhân giống cấp 2 cho vào các bình thủy tinh 3 lít, thêm 2,5 lít môi trường BG -11, cho lần lượt chất hữu cơ (dung dịch glucose) với nồng độ COD 150mg/l, 500mg/l và 1000mg/l vào các bình, sục khí liên tục, duy trì nhiệt độ môi trường 25 - 28°C, cường độ chiếu sáng 2400  $\pm$  150 Lux và thay đổi khoảng thời gian chiếu sáng theo tỷ lệ sáng/tối 24/0; 16/8; 12/12 và 8/16. Mỗi thí nghiệm lặp lại 02 lần. Tảo được bổ sung một lần duy nhất vào ngày đầu của thí nghiệm. Trong quá trình nuôi tảo, nước cất được bổ sung thêm khi lượng nước trong bình mất đi do bốc hơi. Mẫu được lấy đi đo giá trị COD tại ngày đầu tiên, 4, 8, 12.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Ảnh hưởng của ánh sáng tới sự phát triển của tảo

Cường độ ánh sáng là một yếu tố quan trọng để chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành sinh khối tảo. Trong điều kiện ánh sáng bão hòa tảo sẽ tích lũy carbohydrate và triacylglycerals làm tăng hàm lượng sinh khối [11]. Vì vậy nghiên cứu đã tiến hành khảo sát ảnh hưởng của cường độ ánh sáng tới tốc độ phát triển của tảo. Kết quả khảo sát cho thấy tốc độ phát triển của tảo ở cả ba cường độ bức xạ tăng dần theo thời gian, ở cường độ bức xạ 1200 Lux tảo phát triển mạnh nhất là ở ngày thứ 4 đạt giá trị 0,156/ngày sau đó giảm dần, còn ở cường độ bức xạ 2400 Lux và 3000 Lux tảo phát triển mạnh nhất ở ngày thứ 6 sau đó cũng giảm dần. So sánh với kết quả nghiên cứu của Võ Thị Kiều Thanh và cộng sự (2012) [9] trên nước thải chăn nuôi lợn thì tốc độ phát triển của tảo trên môi trường BG-11 thì tốt hơn (từ 0,09 - 0,133/ngày), như so với kết quả nghiên cứu của Liang Wang và cộng sự (2010) [10] trên nước thải đô thị tốc độ tăng trưởng tảo thấp hơn (từ 0,343 đến 0,948/ngày). Sự khác biệt này có thể là do môi trường nuôi cấy tảo khác nhau, điều kiện tiến hành ánh sáng và khí hậu ở các vùng cũng là yếu tố ảnh hưởng.



Hình 1. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng tới tốc độ phát triển của tảo

Đánh giá sự phát triển của tảo theo % khối lượng thể hiện ở hình 1 cho thấy sau 14 ngày nuôi cấy tốc độ tăng trưởng của tảo ở cường độ bức xạ từ 1200 Lux, 2400 Lux, 3000 Lux liên tục tăng lên, tăng cao nhất là ở cường độ bức xạ 3000 Lux sau 14 ngày nuôi cấy và đạt giá trị là 271,07%. Hai ngày đầu tảo phát triển với tốc độ chậm ở cả ba cường độ ánh sáng, điều này phù hợp với nghiên cứu của Weena Choochote và cộng sự (2012) [12], đó có thể là do tảo đang thích nghi được với môi trường. Bắt đầu từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 12 tảo phát triển với tốc độ mạnh, sau đó đi gần như ngang bằng ở các ngày tiếp theo. Nhìn vào đồ thị cũng cho thấy trong 8 ngày đầu tốc độ phát triển của tảo ở cường độ bức xạ là 1200 Lux mạnh nhất, nhưng từ ngày thứ 8 trở đi tốc độ phát triển chậm hơn so với ở cường độ bức xạ 2400 và 3000 Lux. So sánh với nghiên cứu của Liang Wang và cộng sự (2010) cho thấy quá trình phát triển của tảo tương tự, nghĩa là sau một khoảng thời gian sự phát triển của tảo sẽ đạt cân bằng, nhưng thời gian đạt cân bằng trong nghiên cứu là chậm hơn (mất gần 12 ngày) còn trong nghiên cứu của Liang Wang và cộng sự là từ ngày thứ 4 [10]. Tốc độ phát triển của ở cường độ bức xạ 2400 và 3000 Lux

là gần tương tự như nhau, vì vậy trong nghiên cứu này lựa chọn cường độ bức xạ là 2400 ± 150 Lux để khảo sát các điều kiện tiếp theo.

#### 3.2. Ảnh hưởng của ánh sáng tới hiệu quả xử lý amoni

Amoni là một trong những yếu tố rất khó loại bỏ trong nước bằng các biện pháp xử lý thông thường, nhưng nó lại là nguồn dinh dưỡng rất tốt cho sự phát triển của vi tảo. Điều này đã được khẳng định trong nghiên cứu của Bloom, A và cộng sự, kết quả cho thấy tảo *Chlorella sp* có thể sử dụng amoni và nitrat làm nguồn nitơ sơ cấp cho sự phát triển của chúng [0]. Vì vậy, nghiên cứu tiến hành khảo sát hiệu quả xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup> bởi hỗn hợp tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* ở điều kiện chiếu sáng khác nhau. Kết quả thể hiện trên bảng 1 cho thấy tảo đã hấp thụ một lượng lớn NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và chuyển hoá chúng thành sinh khối, hiệu suất xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup> bằng hỗn hợp tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* sau 12 ngày nuôi cấy ở nồng độ ban đầu 25mg-N/l, 50mg-N/l, 100mg-N/l, 200mg-N/l lần lượt là 64,8 - 88,9%; 73,9 - 93,7%; 75,9 - 93,3%; 69,2 - 91,4%. Nghiên cứu cho thấy khi nồng độ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> trong nước 200mg/l sự phát triển của tảo vẫn không ảnh hưởng, ở nồng độ này tảo vẫn có thể loại bỏ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đến nồng độ 17,11mg/l, so sánh với QCVN 40:2011/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp cột B thì chưa đạt chuẩn về xả thải, vì vậy nên giảm nồng độ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đầu vào của hệ thống xử lý nhỏ hơn 200mg/l. Trong nghiên cứu của Liang Wang và cộng sự (2010) [10] đã sử dụng tảo *Chlorella SP* để xử lý nước thải đô thị đạt hiệu suất loại bỏ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> là 74,7 - 82,4%, vậy có thể thấy kết quả này đạt hiệu suất xử lý thấp hơn so với nghiên cứu. Điều này có thể do trong môi trường nước thải ngoài NH<sub>4</sub><sup>+</sup> còn có các chất khác trong đó có cả nito hữu cơ, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, các chất này ảnh hưởng tới khả năng sử dụng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> của tảo. Kết quả bảng 1 cũng cho thấy thời gian chiếu sáng ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, khi tảo chiếu sáng 24h/ngày cho hiệu quả loại bỏ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> là cao nhất và thời gian chiếu sáng giảm thì hiệu quả xử lý cũng giảm theo.

#### 3.3. Ảnh hưởng của ánh sáng tới hiệu quả xử lý COD

Tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* là những vi tảo tự dưỡng, chúng có thể thực hiện quá trình quang hợp để duy trì sự sinh trưởng và phát triển, nhưng chúng cũng có thể chuyển từ chế độ quang dưỡng sang chế độ dị dưỡng dựa trên sự có sẵn các chất dinh dưỡng [13]. Vì vậy nghiên cứu đã tiến hành đánh giá ảnh hưởng của thời gian chiếu sáng tới hiệu quả xử lý COD trong nước. Kết quả sau 12 ngày nuôi cấy cho thấy tùy thuộc vào nồng độ COD ban đầu, thời gian chiếu sáng mà hiệu suất xử lý COD là khác nhau, hiệu suất xử lý của COD ở các nồng độ 150mg/l, 500mg/l, 1000mg/l lần lượt là 48,0 - 77,2% (nồng độ COD xuống thấp nhất là 34,20 mg/l); 43,0 - 88,4% (nồng độ COD xuống thấp nhất là 58,16mg/l); 36,0 - 74,7% (nồng độ COD xuống thấp nhất là 253,00mg/l). Điều đó cho thấy hàm lượng hữu cơ trong nước ở 1000mg/l có ảnh hưởng tới sự phát triển của tảo nhưng không quá lớn, vì vậy đối với những nguồn nước thải có hàm lượng COD < 1000 ta cần loại bỏ các chất màu và các chất rắn lơ lửng ảnh

Bảng 1. Ảnh hưởng của thời gian chiếu sáng tới hiệu quả loại bỏ NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Thời gian (giờ)	Hiệu suất (%)															
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = 25 mg-N/l				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = 50 mg-N/l				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = 100 mg-N/l				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = 200 mg-N/l			
	24/0	16/8	12/12	8/16	24/0	16/8	12/12	8/16	24/0	16/8	12/12	8/16	24/0	16/8	12/12	8/16
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	67,8	64,3	63,6	46,0	61,5	59,9	57,7	41,1	76,8	76,9	63,4	61,9	67,5	67,9	55,3	37,5
8	87,5	79,6	75,8	66,3	80,0	78,0	71,2	59,9	89,5	87,6	76,4	69,6	87,5	85,7	71,3	53,6
12	88,9	84,5	78,5	64,8	93,7	90,0	82,5	73,5	93,3	92,1	85,2	75,9	91,4	90,3	81,5	69,2

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian chiếu sáng hiệu quả loại bỏ COD

Thời gian (giờ)	Hiệu suất (%)											
	COD = 150 mg/l				COD = 500 mg/l				COD = 1000 mg/l			
	24/0	16/8	12/12	8/16	24/0	16/8	12/12	8/16	24/0	16/8	12/12	8/16
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	30,7	31,3	26,0	33,3	26,2	39,8	35,4	34,6	25,5	25,3	21,1	22,9
8	42,0	62,0	53,3	39,3	41,4	76,4	68,2	56,4	32,9	62,9	53,7	36,1
12	47,9	77,2	61,2	49,3	43,0	88,4	77,4	63,6	35,9	74,7	60,5	40,0

hưởng tới quá trình chiếu sáng sau đó tiến hành xử lý luôn bằng tảo. Tuy nhiên để đảm bảo tiêu chuẩn xả thải ra môi trường theo QCVN 40:2011/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp cột B thì hàm lượng COD đầu vào nên nhỏ hơn 1000mg/l. Kết quả này tương tự như nghiên cứu của Võ Thị Kiều Thanh và cộng sự (2012) khi sử dụng tảo *Chlorella sp* để xử lý COD trong nước thải chăn nuôi lợn (với hiệu suất loại bỏ là 88,2% và nồng độ COD sau 9 ngày xử lý còn 37mg/l) [9]; Nghiên cứu của Hee-Jeong Choi và cộng sự (2012) sử dụng tảo *Chlorella vulgar* xử lý COD trong nước ở nồng độ ban đầu 270,35mg/l cho hiệu suất loại bỏ là 83,2% [14].

Kết quả bảng 2 cho thấy hiệu suất xử lý COD bắt đầu ít thay đổi từ ngày thứ 8 trở đi nhưng trong của Võ Kiều Thanh và cộng là từ ngày thứ 6 [9], đó có thể là do hai nghiên cứu tiến hành trong điều kiện thí nghiệm khác nhau (cường độ ánh sáng, mật độ tảo, môi trường nuôi cấy,...). Thời gian chiếu sáng cũng là một trong những yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý, kết quả cho thấy khi chiếu sáng 24 giờ/ngày hiệu quả xử lý COD là kém nhất (35,9 - 47,9%) và xử lý tốt nhất khi thời gian chiếu sáng là 16 giờ/ngày (74,7 - 88,4%). Điều này đã được Liang Wang và cộng sự (2010) giải thích là do tảo có khả năng điều chỉnh quá trình sinh trưởng và phát triển tùy theo môi trường nuôi cấy là dị dưỡng hay tự dưỡng [10].

Tảo là một sinh vật, vì vậy ngoài chịu tác động của ánh sáng, chúng còn chịu các động của nhiệt độ, pH môi trường và thành phần các chất có trong môi trường. Vì vậy khi ứng dụng để xử lý nước thải cần có các khảo sát và đánh giá về thành phần các chất ô nhiễm có trong nước.

**4. KẾT LUẬN**

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian chiếu sáng tới khả năng xử lý amoni và COD trong nước bằng hỗn hợp

tảo *Chlorella SP* và *Scenedesmus SP* cho thấy ở các nồng độ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và COD khác nhau tảo vẫn có thể phát triển và xử lý hiệu quả nhưng để đạt được tiêu chuẩn xả thải theo QCVN 40:2011/BTNMT thì cần phải giới hạn hàm lượng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và COD đầu vào. Sự thay đổi thời gian chiếu sáng ảnh hưởng mạnh với hiệu quả xử lý của NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và COD, đối với NH<sub>4</sub><sup>+</sup> hiệu quả xử lý cao nhất là khi chiếu sáng 100% thời gian, nhưng cao hơn không nhiều so với tỷ lệ thời gian sáng/tối là 16/8. Trong xử lý COD thì hiệu quả xử lý cao nhất khi tỷ lệ sáng/tối là 16/8, còn ở khi chiếu sáng 100% thời gian thì hiệu quả xử lý giảm đi rõ rệt. Vì vậy khi áp dụng tảo để xử nước thải thì lựa chọn thời gian sáng/tối là 16/8.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Xu H., Miao X. X., Wu Q., 2006. *High quality biodiesel production from a microalga Chlorella protothecoides by heterotrophic growth in fermenters*. Journal of Biotechnology, 126, 499-507.

[2]. Ogawa, T., Aiba S., 1981. *Bioenergetic analysis of mixotrophic growth in Chlorella vulgaris and Scenedesmus acutus*. Biotechnology and Bioengineering, 23, 1121-1132.

[3]. Perez-Garcia O., Escalante F.M.E., de-Bashan L. E., Bashan Y., 2011. *Heterotrophic cultures of microalgae: Metabolism and potential products*. Water reasearch 45, 11-36.

[4]. Preeti Pal , Kit Wayne Chew, Hong-Wei Yen , Jun Wei Lim , Man Kee Lam, Pau Loke Show, 2019. *Review Cultivation of Oily Microalgae for the Production of Third-Generation Biofuels*. Sustainability , 11(19), 5424.

[5]. Wang L, Wang Y, Chen P, Ruan R., 2010. *Semi-continuous cultivation of Chlorella vulgaris for treating undigested and digested dairy manures*. Appl Biochem Biotechnol, 162(8), 2324-2332.

[6]. Phạm Thị Mai, Doan Thị Bích Hoa, Trần Đăng Thuận, Nguyễn Thị Hương, Phạm Thị Mai Hương, Nguyễn Quang Tung, 2019. *Study on the harvesting*

methods of *Chlorella sorokiniana* and *Scenedesmus acuminatus* cultured in municipal wastewater. Journal of Science and Technology, Hanoi University of Industry No. 52, 79 - 85.

[7]. S.P. Singh , Priyanka Singh, 2015. *Effect of temperature and light on the growth of algae species: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, 431–444.

[8]. Tran Chan Bac, Le Thi Quyen Em, Pham Hong Nga, Nguyen Xuan Loc, Nguyen Minh Chon, 2015. *Usage of wastewater from Pangasianodon hypophthalmus ponds to culture Chlorella sp.*. Can Tho University Journal of Science, Vol. 39, 90-96.

[9]. Vo Thi Kieu Thanh, Nguyen Duy Tan, Vu Thi Lan Anh, Phung Huy Huan, 2012. *Application of Chlorella sp. AND Daphnia sp. for treating organic waste derived from swine wastewater after UASB system usage*. Journal of Biology, 34(3se), 145-153.

[10]. Liang Wang, Min Min, Yecong Li, Paul Chen, Yifeng Chen, Yuhuan Liu, Yingkuan Wang, Roger Ruan, 2010. *Cultivation of Green Algae Chlorella sp. in Different Wastewaters from Municipal Wastewater Treatment Plant*. Appl Biochem Biotechnol, 162, 1174–1186.

[11]. Zittelli G., Lavista F., Bastianini A., Rodolfi L., Vincenzini M., Tredici M.R., 1999, *Production of eicosapentaenoic acid by Nannochloropsis sp. cultures in outdoor tubular photobioreactors*. J. Biotechnol, 70, 299 – 312.

[12]. Weena Choochote, Kerkkiat Paiboosin, Siripong Ruangpan, Akkaphop Pharuang, 2012. *Effects of Urea and Light Intensity on the Growth of Chlorella sp.* The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology.

[13]. Sanjay Kumar Gupta, Faizal Bux, 2019. *Application of Microalgae in Wastewater Treatment Volume 1: Domestic and Industrial Wastewater Treatment*. Springer.

[14]. Hee-Jeong Choi, Seung-Mok Lee, 2012. *Effects of Microalgae on the Removal of Nutrients from Wastewater: Various Concentrations of Chlorella vulgaris*. Environ. Eng. Res, 17(S1), 3-8.

---

#### AUTHORS INFORMATION

**Pham Thi Thanh Yen, Pham Thi Mai Huong, Do Thi Cam Van**

Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry