

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG AO THÂM CANH TẢO SPIRULINA SP. CÓ CHIẾU SÁNG VÀO BAN ĐÊM

**Lê Hoàng Việt, Nguyễn Thị Kim Duyên, Phạm Thị Phương Thùy,
Nguyễn Võ Châu Ngân**

Trường Đại học Cần Thơ

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả hoạt động của ao nuôi tảo Spirulina sp. để xử lý nước thải sinh hoạt trong điều kiện có chiếu sáng thêm vào ban đêm. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở cùng thời gian tồn lưu nước 3 ngày, tải nạp nước $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}^{-1}$, tải nạp chất hữu cơ $68,6 \text{ kg BOD}_5/\text{ha} \cdot \text{ngày}^{-1}$, nước thải sau xử lý bằng ao tảo và tách tảo đạt cột A QCVN 14:2008/BTNMT ở các chỉ tiêu BOD_5 , NH_4^+ , N-NO_3^- ; và đạt QCVN 40:2011/BTNMT (cột A) ở các chỉ tiêu TP, COD, TKN. Ao tảo có chiếu sáng thêm vào ban đêm cho hiệu quả xử lý không khác biệt có ý nghĩa (mức 5%) so với ao tảo không chiếu sáng vào ban đêm. Tuy nhiên nồng độ Chlorophyll a của nước thải đầu ra ở ao tảo có chiếu sáng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa (mức 5%) với ao tảo không chiếu sáng vào ban đêm. Như vậy nếu chỉ chú trọng đến hiệu quả xử lý nước thải thì có thể vận hành bể trong điều kiện không chiếu sáng thêm vào ban đêm; còn nếu chú trọng đến cả hai yếu tố là hiệu quả xử lý nước thải và lượng sinh khối tảo thu được thì nên vận hành bể trong điều kiện có chiếu sáng thêm vào ban đêm.

Từ khóa: xử lý, nước thải, sinh hoạt, ao thâm canh, tảo

1. GIỚI THIỆU

Nước thải sinh hoạt chủ yếu bị ô nhiễm bởi các chất hữu cơ, các dưỡng chất và các loại mầm bệnh [6], vì vậy nó cần phải được xử lý trước khi thải ra nguồn tiếp nhận để không làm ô nhiễm nguồn nước cũng như lan truyền các dịch bệnh. Theo nghiên cứu của Ngân hàng Thế giới, các đô thị ở Việt Nam tại thời điểm đó chỉ mới xử lý được khoảng 10% lượng nước thải so với nhu cầu thực tế [8]. Ở các khu vực nông thôn vấn đề xử lý nước thải sinh hoạt còn gặp nhiều khó khăn hơn do mật độ dân cư thưa thớt, việc đầu tư xây dựng hệ thống thu gom và xử lý nước thải tập trung ở các cộng đồng này rất tốn kém, không khả thi về mặt kinh tế. Để xử lý nước thải sinh hoạt cho các cộng đồng nhỏ, thu nhập thấp người ta đã nghiên cứu phát triển các hệ thống xử lý nước thải phân tán, quy mô nhỏ để vừa có thể xử lý, vừa có thể tái sử dụng nước thải. Trong đó ao thâm canh tảo là phương pháp sinh học được sử dụng để xử lý và tận dụng nguồn dưỡng chất trong nước thải như nitơ, photpho để tạo thành các sinh khối tảo có ích cho các hoạt động sản xuất nông nghiệp. Phương pháp xử lý sinh học bao gồm công trình xử lý nhân tạo cần đầu tư cao về mặt kỹ thuật, chi phí xây

dựng và vận hành phức tạp; còn hệ thống xử lý tự nhiên dễ vận hành, chi phí đầu tư không cao, nhưng đòi hỏi diện tích xây dựng lớn. Vì vậy, nông thôn là vùng thích hợp để áp dụng phương pháp này cho xử lý nước thải sinh hoạt.

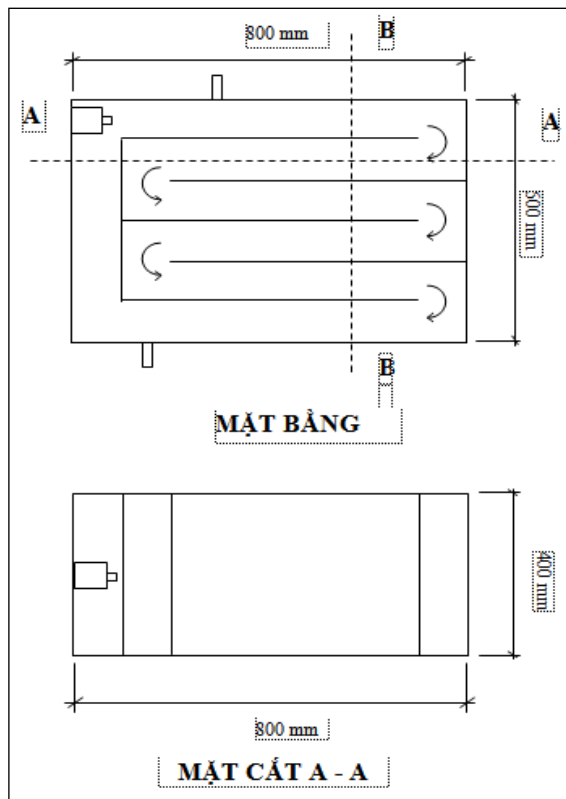
Hệ thống thâm canh tảo là một ao chia ra làm nhiều rãnh dài có trang bị hệ thống sục khí và khuấy trộn. Nó có tỉ lệ diện tích/thể tích lớn, độ sâu chỉ từ 0,2 - 0,6 m cho ánh sáng có thể khuếch tán tới đáy ao [7]. Ở các hệ thống tự nhiên tảo sẽ cùng với vi khuẩn tạo thành hệ cộng sinh, trong đó vi khuẩn sử dụng ô-xy từ quá trình quang hợp của tảo để phân hủy chất hữu cơ, tảo sử dụng CO₂ và khoáng từ quá trình phân hủy của vi khuẩn để quang hợp tạo thành tế bào tảo mới [10]. Sự phát triển của tảo trong ao chịu ảnh hưởng từ các yếu tố như ánh sáng, nhiệt độ, dưỡng chất... trong đó ánh sáng là yếu tố rất quan trọng cho sự phát triển của tảo [4]. Quá trình quang hợp của tảo gia tăng khi cường độ bức xạ mặt trời tăng và giảm khi cường độ mặt trời giảm [11]. Khi chiếu sáng liên tục 24/24 giờ tảo *Spirulina sp.* sẽ tăng trưởng tốt hơn nếu chỉ chiếu sáng 12/24 giờ trong ngày; trong điều kiện chiếu sáng liên tục tảo *Spirulina sp.* sản xuất nhiều sinh khối, Chlorophyll a, Chlorophyll b và Carotenoid hơn [9]. Tuy nhiên có nghiên cứu lại cho rằng sự tăng trưởng của tảo chỉ diễn ra khi có ánh sáng (quang hợp), nhưng chiếu sáng 24 giờ mỗi ngày là không nên, khi không có ánh sáng mặt trời trong ao sẽ diễn ra quá trình tổng hợp protein và hô hấp của tảo [3].

Xuất phát từ những vấn đề trên nghiên cứu “Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng ao thâm canh tảo *Spirulina sp.* có chiếu sáng vào ban đêm” được tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả của việc chiếu sáng thêm cho ao tảo vào ban đêm đến khả năng xử lý nước thải sinh hoạt và tạo sinh khối tảo. Kết quả của nghiên cứu là tiền đề cho các nghiên cứu sâu hơn về các thông số thiết kế và vận hành ao thâm canh tảo *Spirulina sp.* trong xử lý nước thải sinh hoạt.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm và đối tượng thực hiện: Các thí nghiệm được tiến hành tại các phòng thí nghiệm của Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên Trường Đại học Cần Thơ. Đối tượng nghiên cứu gồm: nước thải sinh hoạt cho thí nghiệm được lấy tại cống xả nước thải của hẻm 124 đường 3/2, phường Xuân Khánh (quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ); tảo *Spirulina sp.* giống lấy từ phòng thí nghiệm Nghiên cứu tảo, Khoa Thủy sản Trường Đại học Cần Thơ. Tảo giống được nuôi trong môi trường Zarrouk độ mặn 20‰ [12].

2.2. Mô hình ao thâm canh tảo: Các thí nghiệm được tiến hành trên 02 mô hình ao thâm canh tảo, một ao được vận hành với nguồn sáng tự nhiên, một ao được chiếu sáng thêm vào ban đêm. Hai mô hình này được chế tạo bằng kính trong với kích thước dài × rộng × cao là 0,8 m × 0,6 m × 0,4 m (trong đó mực nước công tác 0,3 m). Ao tảo chia thành 6 rãnh, mỗi rãnh rộng 0,1 m để tạo dòng chảy zíc-zắc trong bể. Từ các kích thước của mô hình, một số thông số đặc trưng được tính toán: tổng thể tích hoạt động của ao thâm canh: $0,8 \times 0,6 \times 0,3 = 0,144 \text{ m}^3$; tổng chiều dài đường đi của nước thải trong mô hình: 5,15 m; tỉ lệ diện tích/thể tích: $0,48 \text{ m}^2/0,144 \text{ m}^3 = 3,3 : 1$.



Hình 1. Sơ đồ ao thâm canh tảo thí nghiệm

2.3.2. Chuẩn bị thí nghiệm

Để có đủ lượng tảo cấy cho ao thâm canh tảo, tảo giống được nhân ra và hạ dần độ mặn cho đến khi nó thích nghi hoàn toàn với nước thải sinh hoạt. Nước thải sinh hoạt được sử dụng để hạ độ mặn, cung cấp dưỡng chất cho tảo cũng như tạo thích nghi cho tảo với môi trường nước thải. Trong quá trình nhân giống, sô-đa (NaHCO_3) và na-tri ni-trát (NaNO_3) được bổ sung để duy trì pH và cung cấp nguồn đạm cho tảo. Khi đạt được 20 L tảo giống thì cấy vào 2 ao thâm canh tảo để tạo thành quần thể tảo trội.

Tảo giống trước khi cấy vào mô hình được kiểm tra bằng kính hiển vi để xác định đúng loài tảo và đánh giá về độ thuần.

2.3.3. Tiến hành thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành với nước thải sinh hoạt để lắng 30 phút trong thùng chứa để giảm bớt chất rắn lơ lửng, tránh ảnh hưởng đến sự khuếch tán của ánh sáng vào nước làm giảm năng suất tảo.

Thí nghiệm bố trí với 2 nghiệm thức: Nghiệm thức 1: ao tảo chỉ vận hành nguồn sáng từ ánh sáng mặt trời. Nghiệm thức 2: ao tảo sử dụng nguồn sáng từ ánh sáng mặt trời và được chiếu sáng thêm vào ban đêm bằng đèn LED (đèn LED chiếu từ trên xuống vuông góc với mặt ao).

Các điều kiện vận hành của 02 ao thâm canh tảo này là như nhau bao gồm: chế độ nạp nước thải liên tục 24/24 giờ; lưu lượng nạp nước thải 33,3 mL/phút, tương ứng với thời gian lưu nước trong ao tảo là 3 ngày (thời gian lưu nước 3 ngày được lựa chọn cho thí

Ngoài ra mô hình còn các thiết bị phụ trợ như bình Mariotte (bình nhựa composite 60 L) cung cấp lưu lượng nước ổn định cho mô hình; bơm nước chìm để khuấy trộn, tạo dòng chảy và cung cấp khí cho ao; hệ thống năng lượng mặt trời với tế bào quang điện công suất 80 Wp, bộ điều khiển sạc, bình ắc quy 12V - 20A, 2 bóng đèn LED 12V - 7W chiếu sáng cho ao tảo đảm bảo vận hành theo chế độ chiếu sáng 24/24 giờ.

2.3. Các bước tiến hành thí nghiệm

2.3.1. Xác định thành phần nước thải

Trước khi tiến hành các thí nghiệm, mẫu nước thải sử dụng trong thí nghiệm sẽ được thu trong 3 ngày để phân tích một số chỉ tiêu cơ bản nhằm đánh giá khả năng đáp ứng của nó đối với các hoạt động của hệ cộng sinh của tảo và vi khuẩn trong ao.

nghiệm vì đây là thời gian tối thiểu để tảo *Spirulina sp.* trong hệ thống nhân đôi.

Trong quá trình thí nghiệm ghi nhận các điều kiện môi trường như cường độ chiếu sáng, nhiệt độ trong và ngoài ao thâm canh tảo, pH và DO của nước trong ao tảo để đánh giá mức độ phù hợp đối với sự sinh trưởng của tảo.

Sau khi vận hành bằng ao thâm canh tảo trong điều kiện thí nghiệm 5 ngày để cho mô hình ổn định, mẫu nước thải đầu vào và đầu ra của hệ thống được thu thập để phân tích các chỉ tiêu về chất lượng nước. Trong đó mẫu đầu ra là mẫu gộp ở 02 thời điểm 6 giờ sáng (thời điểm tảo hoạt động yếu do chưa có ánh sáng) và 13 giờ (thời gian tảo hoạt động mạnh do cường độ ánh sáng cao). Mẫu đầu ra được chia thành hai phần - một phần dùng để phân tích trực tiếp SS, VSS và Chlorophyll để đánh giá sinh khối tảo; phần còn lại tách bỏ tảo, lấy mẫu nước phân tích các chỉ tiêu COD, BOD₅, TP, TKN, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻.

Kết quả phân tích các chỉ tiêu đầu ra nước thải của hai nghiệm thức được so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt (QCVN 14:2008/BTNMT), trừ chỉ tiêu TP, COD, TKN so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp (QCVN 40:2008/BTNMT).

2.4. Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu hiện trường như cường độ ánh sáng, nhiệt độ, pH, DO được đo đạc trực tiếp tại nơi bố trí thí nghiệm bằng các thiết bị của Trường Đại học Cần Thơ.

Các chỉ tiêu khác được phân tích tại các phòng thí nghiệm của Trường Đại học Cần Thơ. Phương pháp, phương tiện phân tích các chỉ tiêu tuân theo các TCVN hiện hành.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính chất của nước thải

Trước khi tiến hành thí nghiệm, để đánh giá mức độ ô nhiễm của nguồn nước và các thành phần hữu cơ trong nước có phù hợp cho hoạt động cộng sinh giữa vi khuẩn và tảo *Spirulina sp.* hay không, mẫu nước thải được thu thập trong 3 ngày liên tiếp và phân tích các chỉ tiêu pH, DO, SS, BOD₅, COD, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻.

Bảng 1. Đặc điểm nước thải chưa qua lắng

SỐ TT	Thông số	Đơn vị	Nồng độ ô nhiễm (n = 3)	QCVN 14:2008/ BTNMT
1	pH	-	7,11 ± 0,04	5 - 9
2	DO	mg/L	1,67 ± 2,07	-
3	SS	mg/L	54 ± 8,89	50
4	COD	mg/L	145,67 ± 22,27	75*
5	BOD ₅	mg/L	72,67 ± 26,1	30
6	N-NH ₄ ⁺	mg/L	16,74 ± 8,66	5
7	N-NO ₃ ⁻	mg/L	0,08 ± 0,05	30
8	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	2,12 ± 0,55	6

(*) Áp dụng theo QCVN 40:2011/BTNMT

Các số liệu trong bảng 1 cho thấy nước thải có mức ô nhiễm nhẹ theo thống kê của Ngân hàng Thế giới. Điều này có thể do nước thải được lấy ở cống thoát nước chung nhưng đã bị pha loãng bởi các nguồn nước khác.

– SS trong nước thải không cao nhưng có thể làm giảm khả năng khuếch tán của ánh sáng vào ao, vì vậy cần phải được cho lắng bớt trước khi đưa vào ao tảo.

– Nồng độ chất hữu cơ phản ánh qua tỉ lệ $BOD_5/COD \approx 0,5$ thích hợp để áp dụng biện pháp sinh học xử lý nước thải.

– pH nước thải nằm ở khoảng trung tính thích hợp cho vi khuẩn hoạt động, tuy nhiên không thích hợp cho tảo *Spirulina sp.* từ 8,5 - 11,0 [12]. Do đó trong quá trình vận hành nên theo dõi thường xuyên tránh để pH giảm quá thấp ảnh hưởng đến sinh trưởng của tảo.

– Nồng độ $N-NH_4^+$ cao và $N-NO_3^-$ thấp đã phản ánh đây là nước thải thô, chưa ảnh hưởng bởi các quá trình ni-trát hóa. Tuy tảo *Spirulina sp.* sử dụng ni-trát nhiều nhưng chúng vẫn có khả năng sử dụng a-môn, vì vậy đây sẽ là nguồn đạm chính cho tảo.

– Nồng độ photphat đủ cung cấp cho tảo và vi khuẩn trong ao.

3.2. Kết quả nuôi tảo *Spirulina sp.*

3.2.1. Kiểm tra quần thể tảo sử dụng

Trước khi cấy tảo *Spirulina sp.* vào ao để tiến hành thí nghiệm, mẫu tảo được quan sát và chụp lại bằng kính hiển vi để xác định loài và tình trạng sinh lý của nó.

Kết quả quan sát cho thấy tảo *Spirulina sp.* dài, phát triển tốt và có dấu hiệu đứt đoạn để sinh sản ra cá thể tảo mới. Môi trường nuôi tảo có các mảnh chất hữu cơ nhỏ, vi sinh vật lạ hoặc các loài tảo khác lẫn vào nhưng không nhiều và vẫn đảm bảo tính trội của quần thể tảo *Spirulina sp.*.

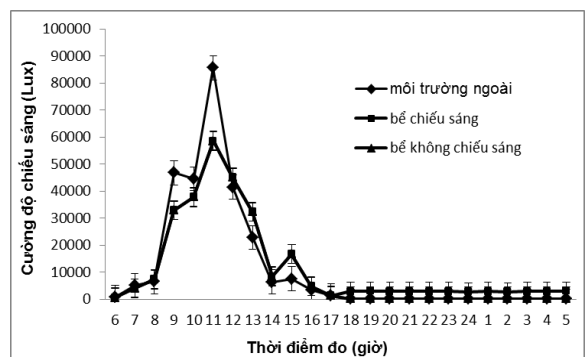
Hình 2: Tảo *Spirulina* chụp dưới kính hiển vi Olympus CX 21 (vật kính $\times 4$ trái, và $\times 10$ phải)



3.2.2. Các điều kiện môi trường

Cường độ ánh sáng theo thời gian

Cường độ ánh sáng được đo bên ngoài và dưới tấm vải che trên bề mặt ao thâm canh tảo (vải che nhằm giảm sự ức chế phát triển của tảo ở các thời điểm có nhiều bức xạ mặt trời). Cường độ ánh sáng được đo mỗi giờ một lần trong suốt 03 ngày lấy mẫu nước thải. Hình 3 cho thấy cường độ ánh sáng biến thiên nhiều ở các thời điểm đo, do thí nghiệm tiến hành vào mùa mưa, bức xạ mặt trời bị ảnh hưởng nhiều bởi mây ở các thời điểm đo.



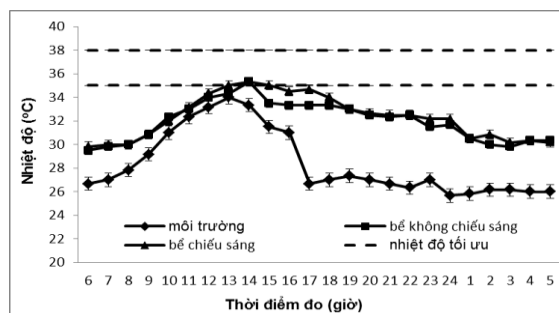
Hình 3: Trung bình cường độ ánh sáng

Tảo *Spirulina sp.* hoạt động tốt trong khoảng cường độ sáng từ 5.400 - 90.500 Lux [1]. Cường độ ánh sáng phù hợp cho tảo hoạt động còn phụ thuộc vào thể tích bể nuôi [5]. Theo kết quả ghi nhận cường độ ánh sáng trung bình bên ngoài cao hơn cường độ ánh sáng hoạt động tối ưu của tảo xuất hiện từ 9 giờ đến 13 giờ với giá trị trung bình cao nhất có thể đạt lên đến 85.600 Lux, vải che giúp giảm ánh sáng ngay trên bề mặt ao làm giảm ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của tảo. Cường độ ánh sáng mặt trời thấp dần vào xế chiều, ở ao không chiếu sáng giá trị này chỉ còn vài chục Lux, ở ao có chiếu sáng thêm vào ban đêm (từ 18 giờ tối đến 5 giờ sáng hôm sau) bằng đèn LED, giá trị cường độ chiếu sáng trung bình là 2.991,7 Lux. Cường độ ánh sáng ảnh hưởng đến nhiệt độ của nước trong ao tảo, ảnh hưởng đến quá trình quang hợp, từ đó ảnh hưởng đến DO và pH trong ao tảo.

Nhiệt độ của ao tảo theo thời gian

Nhiệt độ là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và sống còn của tảo, vì thế cần phải theo dõi nhiệt độ trong ao tảo thâm canh và môi trường bên ngoài 24/24 giờ. Nguồn nhiệt được cung cấp cho ao tảo chủ yếu là ánh sáng từ mặt trời và đèn LED vào ban đêm, và một phần do các hoạt động sinh học xảy ra trong ao. Theo hình 4 nhiệt độ trung bình trong cả hai ao tảo dao động từ 29,50 - 35,33°C; nhiệt độ cao nhất 36°C xuất hiện từ 11 - 13 giờ là thời điểm nhận được nhiều bức xạ mặt trời nhất; nhiệt độ thấp nhất vào sáng sớm từ 1 - 5 giờ sáng.

Hình 4: Trung bình nhiệt độ trong các ao tảo và môi trường

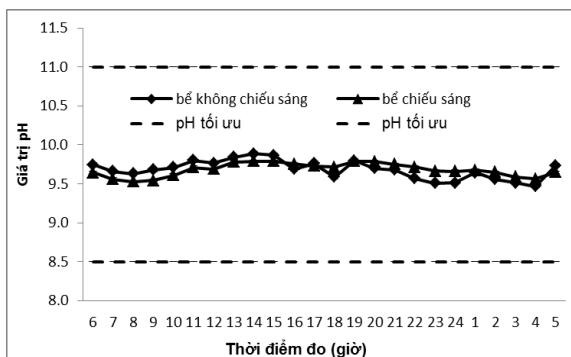


Nhiệt độ cao nhất vẫn nằm trong khoảng nhiệt độ tối ưu của tảo *Spirulina sp.* là 35 - 38°C [2]. Vào ban đêm (18 - 5 giờ) nhiệt độ trong bể không chiếu sáng thấp hơn bể chiếu sáng nhưng không đáng kể, điều này là do trong bể không chiếu sáng vẫn có các hoạt động sinh học diễn ra. Nhiệt độ thấp nhất vào ban đêm vẫn lớn hơn 15°C (ngưỡng dưới của khoảng nhiệt độ mà *Spirulina sp.* còn hoạt động tốt).

pH trong ao tảo theo thời gian

Giá trị pH trong hai ao tảo thâm canh theo dõi 24/24 giờ trong các ngày thu mẫu.

Hình 5: Trung bình pH của các ao tảo

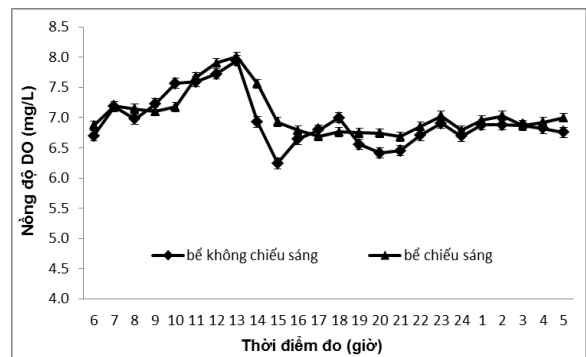


pH của bể vào ban ngày (6 - 17 giờ) cao hơn ban đêm (18 - 5 giờ) là do vào ban ngày quá trình quang hợp của tảo diễn ra mạnh mẽ sẽ sử dụng nguồn CO_2 và HCO_3^- trong nước để quang hợp nên lượng CO_2 và HCO_3^- giảm, từ đó làm tăng pH của nước. Ngược lại vào ban đêm tảo hô hấp sinh ra thêm CO_2 làm pH nước giảm. Do ở ao có chiếu sáng vẫn xảy ra quá trình quang hợp nhờ vào ánh sáng từ đèn LED nên pH ở ao này vào ban đêm cao hơn ao không có chiếu sáng.

DO trong ao tảo theo thời gian

Kết quả cho thấy DO thấp vào sáng sớm (khoảng từ 5 giờ đến 6 giờ sáng) vì lúc này chưa có ánh sáng mặt trời nên tảo không quang hợp được, và do trong khoảng thời gian ban đêm vi khuẩn và tảo hô hấp sử dụng dần nguồn DO trong nước. Giá trị DO tăng dần về trưa và cao nhất từ 11 giờ đến 13 giờ vì đây là thời gian tảo quang hợp mạnh nhất.

Hình 6: *Nồng độ DO trong các ao tảo*



Giá trị DO của ao chiếu sáng cao hơn so với ao không chiếu sáng từ 19 giờ đến 4 giờ sáng hôm sau do tận dụng được nguồn ánh sáng từ đèn LED giúp tảo quang hợp cả ban đêm tạo ra thêm ô-xy hòa tan vào nước.

3.2.3. Nước thải trước và sau khi xử lý

Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải trước và sau xử lý trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. *Nồng độ các chất ô nhiễm nước thải trước và sau khi xử lý*

	Đơn vị	Đầu vào	Bể không chiếu sáng	Bể chiếu sáng	QCVN 14:2008/ BTNMT (cột A)
pH	-	$7,34 \pm 0,04$	$9,73 \pm 0,1$	$9,56 \pm 0,20$	5 - 9
COD	mg/L	$135 \pm 8,54$	$34,67 \pm 0,58$	$35,27 \pm 1,1$	75*
BOD ₅ , 20°C	mg/L	$68,67 \pm 3,06$	17 ± 1	$16,93 \pm 5,12$	30
TKN	mg/L	$30,75 \pm 2,80$	$21,02 \pm 7,35$	$16,53 \pm 4,49$	20*
TP	mg/L	$2,52 \pm 0,34$	$1,35 \pm 0,19$	$1,30 \pm 0,06$	4*
N-NH ₄ ⁺	mg/L	$24,29 \pm 1,62$	$0,21 \pm 0,01$	$0,42 \pm 0,25$	5
N-NO ₃ ⁻	mg/L	$0,09 \pm 0,01$	$17,33 \pm 8,07$	$11,34 \pm 4,8$	30

(*) Áp dụng QCVN 40:2011/BTNMT

Nhận xét:

– pH của nước thải sau xử lý tăng cao và vượt giới hạn trên của QCVN 14:2008/BTNMT, do đó cần phải điều chỉnh pH xuống dưới 9 để đạt qui chuẩn xả thải.

– Nồng độ COD, BOD₅, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, TP sau xử lý qua 02 ao tảo đều đạt loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT và QCVN 40:2011/BTNMT. Riêng nồng độ TKN của bể

không chiếu sáng chưa đạt loại A của QCVN 40:2011/BTNMT.

– Lượng chất hữu cơ trong nước thải đầu vào giảm nhiều do các vi khuẩn phân hủy các chất hữu cơ trong nước, tạo ra khí CO_2 và các chất khoáng cho tảo hấp thu và tạo nên sinh khối tảo, sau khi tách tảo lượng chất hữu cơ này sẽ được lấy ra khỏi nước. Hiệu suất xử lý BOD_5 và COD lần lượt 75,34% và 73,88% (ao chiếu sáng), và 75,24% và 74,32% (ao không chiếu sáng). Nồng độ COD và BOD_5 của nước thải sau xử lý của hai ao không khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.

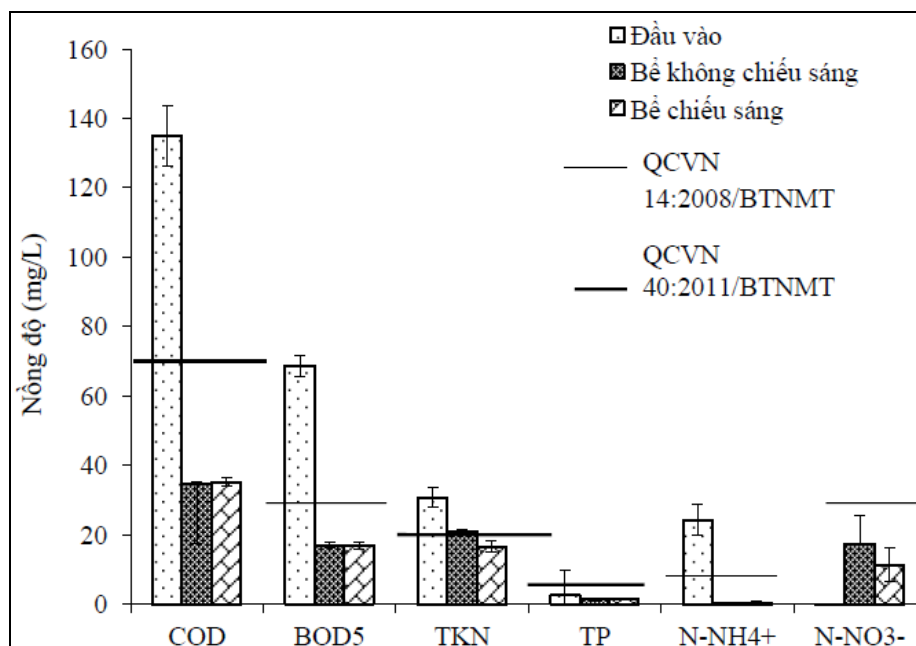
Từ số liệu về lưu lượng nước nạp cho hệ thống và nồng độ BOD_5 trong bảng 2, tải nạp nước và tải nạp chất hữu cơ cho hệ thống được tính toán như sau:

– Tải nạp chất hữu cơ BOD_5 :

$$W_{\text{BOD}} = \frac{47,94(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}) \times 68,67(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) \times 10^{-6}}{0,48\text{m}^2} \times 1000 = 68,6 (\text{kg}/\text{ha} \cdot \text{ngày}^{-1})$$

– Tải nạp nước:

$$W_i = \frac{33,3(\text{mL} \cdot \text{phút}^{-1}) \times 24 \times 60 \times 10^{-6}}{0,48\text{m}^2} = 0,1 (\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}^{-1})$$



Hình 7. Nồng độ các chỉ tiêu nước thải trước và sau xử lý

– Hàm lượng TKN của nước thải sau xử lý giảm do phần N-org trong TKN chuyển hóa thành a-môn và sau đó bị ô-xy hóa thành ni-trát; tảo sử dụng O₂ dạng đậm này để tổng hợp tế bào mới, thêm vào đó N-NH_4^+ giảm mạnh và N-NO_3^- tăng lên là dấu hiệu chứng tỏ việc sử dụng đậm của tảo, cũng như có quá trình ni-trát hóa xảy ra trong ao. Hiệu suất xử lý TKN đạt 31,66% (ao không chiếu sáng) và 46,24% (ao chiếu sáng). Nồng độ TKN, NH_4^+ của nước thải sau xử lý của hai ao không khác biệt ở mức 5%.

– Nồng độ trung bình của TP sau khi qua xử lý là của ao không chiếu sáng và ao có chiếu sáng cũng giảm so với nồng độ ban đầu là do hệ vi khuẩn và tảo trong ao sử dụng để

tạo thành các cá thể mới. Hiệu suất xử lý TP đạt 46,56% (ở ao không chiếu sáng) và 48,28% (ở ao có chiếu sáng). Nồng độ TP của nước thải sau xử lý của hai ao không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.

3.2.4. Đánh giá sinh khối tảo

Sinh khối tảo thu từ nước thải ao tảo (không qua lọc) được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Nồng độ SS, VSS, Chlorophyll a của nước thải trước và sau xử lý

	Đơn vị	Đầu vào	Bể không chiếu sáng	Bể chiếu sáng
SS	mg/L	34,33 ± 5,13	128 ± 7,94	246,67 ± 30,55
VSS	mg/L	16,67 ± 7,64	77 ± 6	164 ± 30,51
Chlorophyll a	mg/m ³	-	1.121,4 ± 98,03	1.847,64 ± 183,67

Hàm lượng SS và VSS trong nước thải sau xử lý tăng cao, điều này chứng tỏ lượng tảo trong ao tăng lên. Nồng độ VSS đầu ra của bể có chiếu sáng cao và khác biệt có ý nghĩa (mức 5%) so với bể không chiếu sáng; lượng Chlorophyll a của bể chiếu sáng cao gấp 1,65 lần của bể không chiếu sáng và khác biệt có ý nghĩa (mức 5%). Điều này chứng tỏ quá trình chiếu sáng thêm vào ban đêm đã làm tăng năng suất của tảo. Thêm vào đó nồng độ các dưỡng chất ở bể có chiếu sáng thêm giảm nhiều so với bể không chiếu sáng, điều này khẳng định sự khác biệt của sinh khối tảo tạo ra ở hai bể.

4. KẾT LUẬN

– Ao thâm canh tảo *Spirulina sp.* có thể xử lý nguồn nước thải sinh hoạt ô nhiễm nhẹ, đồng thời tận dụng dưỡng chất trong nước thải để phát triển sinh khối tảo với thời gian lưu nước 3 ngày, tải nạp nước 0,1 m³/m²* ngày⁻¹, tải nạp chất hữu cơ 68,6 kg BOD₅/ha* ngày⁻¹. Nước thải đầu ra đạt loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT các chỉ tiêu BOD₅, NH₄⁺, N-NO₃⁻; và QCVN 40:2011/BTNMT ở các chỉ tiêu TP, COD, TKN. Ao tảo có chiếu sáng thêm vào ban đêm cho sinh khối tảo cao gấp 1,65 lần và khác biệt có ý nghĩa (mức 5%) so với ao tảo không chiếu sáng thêm vào ban đêm.

– Tiến hành các nghiên cứu về ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng thêm vào ban đêm đến hiệu quả xử lý nước thải và năng suất tảo. Tiến hành các nghiên cứu về sử dụng sinh khối tảo nuôi thủy sản giúp người dân tăng thêm thu nhập. Nghiên cứu sử dụng nước thải sau khi tách tảo (còn lượng nitơ, photpho khá cao) để tưới tiêu cho cây trồng, hướng đến việc tiết kiệm nước và không xả thải.

EVALUATION THE EFFICIENCY OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT BY HIGH RATE ALGAE POND CULTURE *SPIRULINA SP.* WITH ADDITIONAL LIGHT ILLUMINATION AT NIGHT

Le Hoang Viet, Nguyen Thi Kim Duyen, Pham Thi Phuong Thuy, Nguyen Vo Chau Ngan

ABSTRACT

*This study was conducted to evaluate the efficiency of domestic wastewater treatment by high rate algae pond culture Spirulina sp. with additional light illumination at night. The results show that at the same hydraulic retention time of 3 days, correspondence to hydraulic loading rate of 0.1 m³/m²*day⁻¹, organic loading rate of 68.6 kg BOD₅/ha*day⁻¹,*

the effluent after removing algae of both 2 algal ponds with and without illumination having BOD_5 , NH_4^+ , $N-NO_3^-$ concentration reach national technical regulation on the effluent of domestic wastewater QCVN 14:2008/ BTNMT (column A), and TP, COD, TKN concentration reach national technical regulation on the effluent of industrial wastewater QCVN 40:2011/BTNMT (column A), and were not significant difference at 5% level. However the concentration of Chlorophyll a in effluent of illuminated algal pond was higher than that of un-illuminated algal pond and significant difference at 5% level. Thus, if only the wastewater treatment efficient was focused the pond can be operated in the absence of additional light source at night; even if focused on both the wastewater treatment efficiency and algal biomass production the pond should be operated with additional light source at night.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Charenkova H. A., Mihailov A. A., Pinevitch V. V., Verziline N. N. (1975), Influence des temperatures extremales sur la croissance de l'algue bleue-vert *Spirulina platensis* (Gom) Geitler, *AGRIS* **28** (6) 799–802.
- [2] Gershiwin M. E., Belay A. (2008), *Spirulina in Human Nutrition and Heath*, CRC press.
- [3] Jourdan J. P. (2001), *Grow your own Spirulina*, Antenna Technology.
- [4] Larsdotter K. (2006), Wastewater treatment with microalgae - a literature review, *Vatten* **62**: 31–38, Lund.
- [5] Lavens P., P. Sorgeloos (Eds) (1996), *Manual on the production and use of live food for aquaculture*, FAO Fisheries Technical Paper No. 361, Rome, FAO.
- [6] Lê Hoàng Việt, Nguyễn Võ Châu Ngân (2014), *Giáo trình Kỹ thuật Xử lý Nước thải*, NXB Đại học Cần Thơ.
- [7] Moraine R., Shelef G., Meydan A., Levi A. (1979), Algal single cell protein from wastewater treatment and renovation process, *Biotechnol. Bioeng.* **21**(7) 1191–1207.
- [8] Ngân hàng Thế giới (2013), *Đánh giá hoạt động quản lý nước thải đô thị tại Việt Nam*.
- [9] Nguyen Thi Huynh Nhu, Nguyen Huu Hiep (2013), The effect of pH, dark light cycle and light colour on the Chlorophyll and carotenoid production of *Spirulina sp.*, The 5th International conference on Fermentation technology for value added agricultural products, p. 386–392.
- [10] Oswald W. J., Harold F. Gotaas (1955), Photosynthesis in sewage treatment, *Trans. Am. Soc. Civil Engineers*.
- [11] Trương Quốc Phú (2004), *Quản lý chất lượng trong ao nuôi cá nước ngọt*, NXB Đại học Cần Thơ.
- [12] Zarrouk C. (1966), *Contribution à l'étude d'une cyanophycee: influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthese de Spirulina maxima (setch. Et Gardner)* Geitler, PhD. thesis, University of Paris, France.

- Ngày nhận bài: 15/8/2016
- Chấp nhận đăng: 29/9/2016

Liên hệ: **Nguyễn Võ Châu Ngân**
 Trường Đại học Cần Thơ
 Email: nvcngan@ctu.edu.vn