

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM HIỆU QUẢ CỦA HỆ THỐNG HRAPS TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SAU BỂ TỰ HOẠI

Dương Thị Hậu

Trường Đại học Nông - Lâm Bắc Giang

Tóm tắt

Hiện nay nước thải sinh hoạt được xử lý bằng hệ thống bể tự hoại giúp loại bỏ được phần lớn chất hữu cơ, tuy nhiên hàm lượng dinh dưỡng N, P thường tăng lên do xảy ra quá trình phân hủy. Công nghệ nuôi tảo hiệu suất cao (HRAPs) đã và đang được sử dụng cho mục đích xử lý nước thải. Nguyên lý của công nghệ dựa vào việc kéo dài pha quang hợp và rút ngắn pha hô hấp của tảo nhằm tăng sinh khối, nguồn sinh khối tảo thu được từ hệ thống có thể sử dụng làm thức ăn thủy sản, phân bón, nhiên liệu sinh học,... Tuy nhiên, các nghiên cứu về ứng dụng HRAPs trong xử lý nước thải ở Việt Nam còn ít, xuất phát từ thực tiễn đó việc nghiên cứu thực nghiệm hiệu quả của hệ thống HRAPs trong xử lý nước thải sau bể tự hoại có ý nghĩa khoa học trong lĩnh vực xử lý nước thải góp phần bảo vệ môi trường.

Từ khóa: Nước thải sinh hoạt; Công nghệ nuôi tảo hiệu suất cao; Tảo *Chlorella vulgaris*

Abstract

Study HRAPs efficiency in post - septic tank wastewater treatment

Nowadays, domestic wastewater is commonly treated by septic tank system to remove most of organic matters. However, after treatment, N and P nutrient contents of the effluent often increase due to decomposition process. High Rate Algal Ponds (HRAPs) has been using for wastewater treatment purposes. The principle of this technology is based on the lengthening of algae photosynthesis phase and shortening of the algae respiration phase to increase biomass. The biomass source obtained from the system can be used as aquaculture feed, fertilizer, biology fuel, etc... However, there are still very few studies on HRAPs application in wastewater treatment in Vietnam. Studying the efficiency of HRAPs in post-septic tank wastewater treatment is, therefore, very important and significant in the field of wastewater treatment to contribute to environmental protection.

Keywords: Domestic wastewater; High Rate Algal Ponds; *Chlorella vulgaris* algae

1. Mở đầu

Ô nhiễm môi trường nói chung và nước thải nói riêng đang là một vấn đề thu hút sự quan tâm của các cơ quan chức năng và của người dân. Ở Việt Nam vấn đề ô nhiễm nước thải sinh hoạt đang rất được quan tâm, hiện nay nước thải sinh hoạt được xử lý bằng hệ thống bể tự hoại, tuy nhiên chất lượng nước đầu ra vẫn chưa đạt quy chuẩn xả thải theo QCVN

14:2008/BTNMT cần có những nghiên cứu để đưa ra những biện pháp xử lý phù hợp đạt hiệu quả cao. Tại một số nước phát triển công nghệ HRAPs đã được ứng dụng để xử lý nước thải sinh hoạt, hệ thống được thiết kế theo dạng đường đua, nước thải đi qua hệ thống sẽ được trộn đều bằng máy khuấy. Để hệ thống này đạt hiệu quả cao nhiều loại tảo đã được nghiên cứu để sử dụng trong hệ thống như *Chlorella*,

Nghiên cứu

tảo *Scenedesmus*,... chúng có thể được sử dụng như một công đoạn trong quy trình xử lý nước thải với thiết bị nuôi đơn giản và chi phí thấp, nước thải đạt yêu cầu xả thải. Tuy nhiên các nghiên cứu về ứng dụng hệ thống HRAPs trong xử lý nước thải còn nhiều hạn chế. Việc phát triển để ứng dụng công nghệ này vào thực tiễn cần phải tiến hành các thí nghiệm để tìm ra và hạn chế các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình xử lý như ánh sáng, dinh dưỡng N, P,... nhằm đạt được hiệu suất xử lý cao nhất. Xuất phát từ thực tiễn đó nghiên cứu thực nghiệm này sẽ đóng góp thêm giải pháp công nghệ trong lĩnh vực xử lý nước thải, đưa ra một định hướng mới cho việc áp dụng quy trình xử lý nước thải sinh hoạt, góp phần bảo vệ môi trường.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu thập tài liệu

Thu thập, tổng hợp, phân tích thông tin kết quả nghiên cứu từ các sách, báo, tài liệu trong và ngoài nước về cơ chế loại bỏ N, P, đặc tính sinh trưởng của tảo *Chlorella vulgaris*, ứng dụng tảo xử lý nước thải, hệ thống HRAPs,...

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

a. Thiết bị

- Máy khuấy: mục đích khuấy trộn oxy và xáo trộn đều tảo trong hệ thống
- Đèn huỳnh quang ánh sáng trắng: cung cấp ánh sáng nhân tạo cho thí nghiệm
- Bể hình chữ nhật có kích thước: 2 x 1 x 2 m. Đáy, thành bể xây bê tông dày 0,5 m. Giữa bể có vách ngăn dài 1 m tạo thành dòng chảy dạng đường đua.
- Máy bơm hút nước thải
- Máy đo pH ST 5000: mục đích đo pH của mẫu nước thải
- Máy đo tổng chất rắn lơ lửng Model 711 Hãng: Royce Technologies

- Máy quang phổ tử ngoại khả kiến UV - VIS 6100

b. Vật liệu

- Nguồn tảo *Chlorella vulgaris* nuôi trong môi trường nước thải
- Nước thải sinh hoạt lấy sau bể tự hoại

c. Bố trí thí nghiệm

* *Thí nghiệm 1: Đánh giá sự sinh trưởng của tảo và hiệu quả xử lý của bể HRAPs với ánh sáng tự nhiên*

- Nước thải được hút từ bể tự hoại bơm trực tiếp vào hệ thống xử lý. Chiều cao mực nước là 0,5 m, thể tích nước thải sử dụng là 1,5 m³. Mật độ tảo *Chlorella vulgaris* ban đầu của hệ thống khoảng 2.10⁵ - 3,5.10⁵ tế bào/ml [9].

- Điều kiện thí nghiệm: toàn bộ hệ thống bể được duy trì trong điều kiện nhiệt độ ngoài trời, ánh sáng tự nhiên (mùa đông) dao động từ 4000 - 9000 lux. Không khí cấp từ môi trường bên ngoài vào thông qua máy khuấy liên tục với tốc độ không đổi 60 vòng/phút, nhiệt độ nuôi cấy 20°C ± 25°C.

* *Thí nghiệm 2: Đánh giá sự sinh trưởng của tảo và hiệu quả xử lý của bể HRAPs với ánh sáng nhân tạo*

- Nước thải được hút từ bể tự hoại sau đó bơm vào thùng phi để trợ lắng bằng hóa chất keo tụ PAC nhằm loại bỏ TSS trước khi đưa vào hệ thống. Mực nước thải bố trí là 0,5 m, thể tích nước thải sử dụng là 1,5 m³. Mật độ tảo *Chlorella vulgaris* ban đầu của hệ thống khoảng 2.10⁵ - 3,5.10⁵ tế bào/ml [9].

- Điều kiện thí nghiệm: Toàn bộ hệ thống bể được duy trì trong điều kiện nhiệt độ ngoài trời, ánh sáng nhân tạo thời gian chiếu sáng là 16 h/ngày (8 h sáng tắt đèn, 4 h chiều bật đèn) [9]. Không khí cấp từ môi trường bên ngoài vào thông qua

máy khuấy liên tục với tốc độ 60 vòng/phút, nhiệt độ nuôi cấy 25°C ± 2°C.

d. Kế hoạch lấy mẫu

- Thời gian bố trí thí nghiệm: 8 ngày.

Các thông số nhiệt độ, pH, DO được theo dõi vào 8 h, 10 h, 12 h, 14 h, 16 h, 18 h mỗi ngày. Thông số: hàm lượng chlorophyll - a, mật độ tảo theo dõi tại thời

điểm 8 h và 15 h hàng ngày. Tiến hành lấy mẫu vào 8 h sáng, mẫu được khuấy đều trước khi lấy, bảo quản trong tủ bảo quản ở 4°C và được đem đi ly tâm tách tảo phân tích hàng ngày.

2.3. Phương pháp phân tích

Các thông số trong nghiên cứu được phân tích bằng những phương pháp cụ thể như sau:

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu trong thí nghiệm

STT	Thông số	Phương pháp phân tích
1	TSS	TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997)
2	Photpho	TCVN 6202:2008 (ISO 6878:2004)
3	Nitrat	TCVN 6180:1996 (ISO 7890/3: 1988)
4	Amoni	TCVN 5988 - 1995 (ISO 5664 – 1984)
5	Tổng Nito	TCVN 6638:2000
6	Tổng photpho	TCVN 6202:2008 (ISO 6878 :2004)
7	Mật độ tảo	Đếm số lượng tế bào bằng buồng đếm Burkner - Turk
8	Clorophyll - a	TCVN 6662:2000 (ISO 10260:1992)

2.4. Phương pháp xử lý kết quả

- Đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của tảo được đánh giá qua mật độ tảo và nồng độ Chlorophyll - a [8].

- Đánh giá hiệu quả loại bỏ chất dinh dưỡng thông qua kết quả phân tích ban đầu và sau khi kết thúc thí nghiệm.

$$H = \left(1 - \frac{C_e}{C_o}\right) \times 100 \text{ (%)}$$

Trong đó:

H là hiệu quả xử lý dinh dưỡng (%)

Co là nồng độ chất ô nhiễm ban đầu

Ce là nồng độ chất ô nhiễm sau khi kết thúc thí nghiệm

- Đánh giá chất lượng nước thải đầu vào và đầu ra của hệ thống được so sánh với cột B của QCVN 14:2008/BTNMT.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tính chất nước thải sử dụng trong nghiên cứu

Nước thải sau bể tự hoại được lấy mẫu và phân tích trước khi đưa vào hệ thống xử lý. Trong thí nghiệm 1 với ánh sáng tự nhiên nước thải được sử dụng trực tiếp mà không được xử lý sơ bộ. Nước thải được sử dụng trong thí nghiệm với ánh sáng nhân tạo (thí nghiệm 2) được loại bỏ bớt TSS trước khi đưa vào hệ thống xử lý. Tính chất nước thải trước và sau khi xử lý sơ cấp được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Tính chất nước thải đầu vào của thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2

Thông số	Đơn vị	Giá trị trước khi xử lý sơ cấp (Thí nghiệm 1)	Giá trị sau khi xử lý sơ cấp (Thí nghiệm 2)	QCVN 14 :2008/ BTNMT (Cột B)
Tổng chất rắn lơ lửng	mg/l	805 ± 12,15	55 ± 1,553	100
Photphat (tính theo P)	mg/l	27,05 ± 1,35	26,745 ± 0,2	10
Nitrat (tính theo N)	mg/l	1,23 ± 0,05	1,017 ± 0,11	50
Amoni (tính theo N)	mg/l	31,1 ± 0,08	30,235 ± 1,21	10
Tổng Nito	mg/l	162,4 ± 2,6	161,1 ± 1,95	-
Tổng Photpho	mg/l	15,62 ± 0,5	15,82 ± 0,61	-
Tỷ lệ N/P		10,39 ± 0,52	10,18 ± 1,22	-

Nguồn: Kết quả thí nghiệm, 2018

Nghiên cứu

Ghi chú:

- QCVN 14-2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt, cột B.

- “-”: Không quy định

Nhận xét:

Nước thải đầu vào hệ thống HRAPs có các thông số cao hơn rất nhiều so với QCVN 14 - 2008/BTNMT. Từ kết quả phân tích cho thấy nước thải đáp ứng được cho hoạt động sinh trưởng, phát triển của tảo và hoàn toàn thích hợp xử lý bằng hệ thống HRAPs do các chất dinh dưỡng N, P phân lớn ở dạng dễ tiêu như NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} đây là những dạng dinh dưỡng chính mà tảo sử dụng cho quá trình tăng sinh khối. Theo Hee Jeong Choi (2014) tỉ lệ N:P nằm trong khoảng từ 5:1 đến 30:1 khả năng sinh trưởng và loại bỏ dinh dưỡng của tảo là khá tốt, đặc biệt nếu tỉ lệ này nằm trong khoảng 6,8:10 được coi

là tỉ lệ tối ưu cho tảo phát triển và đạt cực đại về sinh khối. Nước thải sử dụng trong nghiên cứu có tỉ lệ N:P dao động trong khoảng 10,3:1 - 10,4:1 nằm trong khoảng tỉ lệ phát triển tốt của tảo. Tuy nhiên, do hàm lượng TSS cao ($805 \pm 12,5$ mg/l) sẽ gây cản trở khả năng truyền của ánh sáng vào trong nước, ảnh hưởng đến hiệu suất quang hợp của tảo *Chlorella vulgaris* trong hệ thống.

3.2. Đánh giá khả năng sinh trưởng của tảo và hiệu quả xử lý của bể HRAPs khi sử dụng ánh sáng tự nhiên

3.2.1. Quá trình sinh trưởng và phát triển của tảo

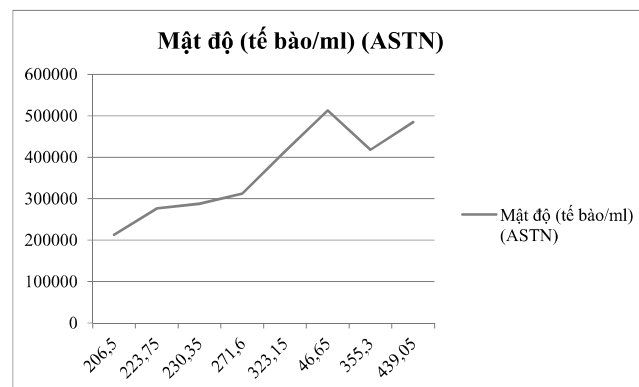
Đánh giá khả năng sinh trưởng và phát triển của tảo thông qua nồng độ Chlorophyll - a và mật độ tảo trong thời gian theo dõi thí nghiệm được thể hiện ở bảng 3 như sau:

Bảng 3. Giá trị trung bình của mật độ tảo và Chlorophyll - a trong thời gian thí nghiệm

Ngày	Mật độ (tế bào/ml)	Chlorophyll - a ($\mu\text{g/l}$)
1	213000 ± 15242	$206,5 \pm 2,6$
2	276560 ± 7668	$223,75 \pm 6,35$
3	288000 ± 7051	$230,35 \pm 5,46$
4	312520 ± 806	$271,6 \pm 4,26$
5	414000 ± 1434	$325,15 \pm 7,15$
6	513020 ± 57768	$463,65 \pm 50,2$
7	418040 ± 1046	$355,3 \pm 0,64$
8	485006 ± 14342	$439,05 \pm 16,13$

Nguồn: Kết quả phân tích, 2018

Mối tương quan giữa mật độ tảo và nồng độ Chlorophyll - a được thể hiện rõ hơn qua hình 1 như sau:



Hình 1: Mối tương quan giữa mật độ tảo và nồng độ Chlorophyll - a trong điều kiện ánh sáng tự nhiên

Kết quả cho thấy có sự thay đổi về mật độ tảo qua các ngày tiến hành thí nghiệm, tuy nhiên sự biến động không lớn. Sau 8 ngày bố trí thí nghiệm, mật độ tảo tăng lên 2,27 lần. Mật độ tảo có xu hướng tăng lên trong những ngày đầu, trong đó mật độ tảo ngày thứ 6 tăng đến mức cao nhất tăng 2,4 lần. Điều này có thể giải thích do sự không ổn định của ánh sáng tự nhiên trong thời gian nghiên cứu, cường độ ánh sáng trung bình trong thời gian thí nghiệm có thể chỉ đủ để tảo phát triển đến một mật độ nhất định và chững lại sau ngày thứ 6. Nồng độ chlorophyll - a ban đầu là $206,5 \pm 2,6 \mu\text{g/l}$, tăng dần theo thời gian nghiên cứu đến ngày thứ 6, đạt cực đại tại ngày

thứ 8 ($439,05 \pm 16,13 \mu\text{g/l}$). Sự thay đổi mật độ tảo và nồng độ chlorophyll - a có tính chất tương đồng nghĩa là mật độ tảo tăng theo sự tăng nồng độ chlorophyll - a.

Từ kết quả theo dõi trong điều kiện ánh sáng tự nhiên (mùa đông) thấy rằng quá trình sinh trưởng của tảo diễn ra chậm, không rõ ràng theo 3 giai đoạn (tăng trưởng, cân bằng, suy tàn) như lý thuyết sinh trưởng thông thường của tảo đã công bố trước đó, Sharma (1998). Mật độ tảo thu được thấp hơn so với nghiên cứu của [6] khi cho rằng mật độ tảo có thể tăng gấp 8 - 10 lần trong môi trường nước thải, trong đó yếu tố ánh sáng là một trong những yếu tố có vai trò quyết định.

3.2.2. *Hiệu quả loại bỏ dinh dưỡng N, P của bể HRAPs trong điều kiện ánh sáng tự nhiên*

Bảng 4. Diễn biến các thông số NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} theo thời gian thí nghiệm

Ngày	NH_4^+ (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	PO_4^{3-} (mg/l)
1	32,05	1,451	27,065
2	29,96	1,671	28,15
3	29,3	2,154	23,44
4	27,1	3,8	24,19
5	24,9	4,58	20,92
6	23,1	4,921	19,1
7	21,9	4,01	16,94
8	18,08	4,0	15,9

Nguồn: Kết quả phân tích, 2018

Kết quả cho thấy các thông số phân tích đều có sự biến động qua các ngày thí nghiệm. Tuy nhiên sự biến động này không theo quy luật, điều này có thể giải thích bởi sự thay đổi của các yếu tố môi trường, tảo,...

Hàm lượng NH_4^+ giảm từ 32,05 mg/l xuống còn 18,08 mg/l đạt hiệu suất 43,6%, tuy nhiên so với QCVN 14:2008/ BTNMT thì lượng NH_4^+ vẫn cao hơn nhiều. Lượng NO_3^- tăng dần sau 6 ngày đầu của thí nghiệm (tăng 3,39 lần từ 1,451

mg/l lên 4,921 mg/l) và giảm dần ở những ngày tiếp theo nguyên nhân có thể do sự chuyển hóa và phân hủy các chất hữu cơ trong điều kiện hiếu khí, điều này cũng đã được đề cập tới trong kết quả nghiên cứu của một số tác giả như D.K.Lee (2003), kết quả này thấp hơn so với kết quả của tác giả [4] với mức tăng 4,36 lần. Nồng độ PO_4^{3-} giảm trong cả quá trình thí nghiệm (đạt 41,3% tương ứng với mức giảm từ 27,065 mg/l xuống còn 15,9 mg/l) tuy nhiên vẫn cao hơn rất nhiều so với quy chuẩn cho phép.

Nghiên cứu

Bảng 5. Hiệu suất loại bỏ tổng N (TN), tổng P (TP) trong thời gian thí nghiệm

Thông số	Nồng độ ngày đầu (mg/l)	Nồng độ ngày cuối (mg/l)	Hiệu suất xử lý (%)
Tổng N	162,4	45,2	72,2
Tổng P	15,62	8,951	42,72

Nguồn: Kết quả phân tích, 2018

Hiệu quả xử lý tổng N và tổng P của bể trong 8 ngày thí nghiệm đạt được lần lượt là 72,2%, 42,72%, dinh dưỡng N và P được loại bỏ ra khỏi nước thải thông qua cơ chế tổng hợp sinh khối của tảo, kết quả này cao hơn so với nghiên cứu của tác giả [4].

Như vậy, tảo *Chlorella vulgaris* phát triển không tốt, hệ thống HRAPs chưa

đạt được hiệu quả mong muốn về mật độ tảo, hiệu quả xử lý dinh dưỡng còn thấp. Nguyên nhân do sự hạn chế về cường độ ánh sáng và thời gian chiếu sáng tại thời điểm nghiên cứu. Bên cạnh đó, hàm lượng TSS trong nước thải ban đầu quá lớn ($805 \pm 12,15$ mg/l) cũng gây ảnh hưởng đến khả năng truyền quang của ánh sáng trong nước thải.

3.3. Đánh giá khả năng sinh trưởng của tảo và hiệu quả xử lý của bể HRAPs khi sử dụng ánh sáng nhân tạo

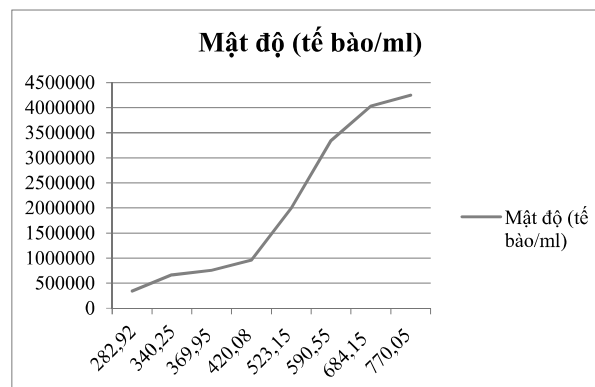
3.3.1. Quá trình sinh trưởng và phát triển của tảo trong điều kiện ánh sáng nhân tạo

Bảng 6. Diễn biến về mật độ tảo và nồng độ Chlorophyll - a theo thời gian thí nghiệm

Ngày	Mật độ (tế bào/ml)	Chlorophyll - a (μ g/l)
1	341000 ± 161563	$282,92 \pm 17,92$
2	667400 ± 34155	$340,25 \pm 4,6$
3	760800 ± 59104	$369,95 \pm 24,24$
4	961420 ± 55568	$420,08 \pm 4,15$
5	2001000 ± 291841	$523,15 \pm 35,01$
6	3346000 ± 7071	$590,55 \pm 11,9$
7	4030000 ± 2100	$684,15 \pm 2,8$
8	4249000 ± 70610	$770,05 \pm 11,93$

Nguồn: Kết quả phân tích, 2018

Mối tương quan giữa mật độ tảo và nồng độ Chlorophyll - a được thể hiện rõ trong hình 2 như sau:



Hình 2: Mối tương quan giữa mật độ tảo và nồng độ Chlorophyll - a trong điều kiện ánh sáng nhân tạo

Từ kết quả phân tích nhận thấy quá trình sinh trưởng của tảo diễn ra theo 2 giai đoạn: giai đoạn thích nghi, tăng trưởng nhanh. Giai đoạn thích nghi kéo dài trong 4 ngày đầu, mật độ tảo tăng dần từ $3,4 \cdot 10^5$ lên $9,6 \cdot 10^5$ tế bào/ml (tăng 2,82 lần). Giai đoạn tăng trưởng nhanh (từ ngày thứ 5 đến thứ 8) mật độ tảo từ $9,6 \cdot 10^5$ lên đến $4,249 \cdot 10^6$ tế bào/ml (tăng 4,42 lần). Diễn biến chlorophyll - a trong 8 ngày thí nghiệm từ hàm lượng ban đầu là $282,92 \pm$

$17,92 \mu\text{g/l}$, đến ngày thứ 8 đã tăng lên đạt $770,05 \pm 11,93 \mu\text{g/l}$, đặc biệt từ ngày thứ 4 đến ngày thứ 8, hàm lượng chlorophyll - a tăng mạnh nhất trong cả quá trình. Kết quả này tương đồng với kết quả trong thí nghiệm của [4] và thí nghiệm của Nguyễn Minh Tuấn và cộng sự (2012).

Kết quả nghiên cứu cho thấy tốc độ sinh trưởng phát triển tốt trong hệ thống do đã khắc phục được những yếu tố hạn chế trong thí nghiệm 1.

3.3.2. Đánh giá hiệu quả loại bỏ dinh dưỡng của bể HRAPs

Bảng 7. Diễn biến thông số NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} trong thời gian thí nghiệm

Ngày	NH_4^+ (mg/l)	PO_4^{3-} (mg/l)	NO_3^- (mg/l)
1	31,135	26,545	3,12
2	31,975	25,055	4,05
3	27,97	21,045	7,913
4	21,9	17,12	8,67
5	14,35	16,01	8,41
6	10,01	7,05	10,005
7	7,97	6,425	17,94
8	5,35	7,7	26,61

(Nguồn: Kết quả phân tích, 2018)

Từ kết quả phân tích ta thấy diễn biến của các thông số NH_4^+ , PO_4^{3-} có xu hướng giảm dần theo thời gian thí nghiệm và đạt tiêu chuẩn xả thải theo QCVN 14:2008/ BTNMT, hiệu suất xử lý NH_4^+ (đạt 82,9 %), PO_4^{3-} (đạt 71 %) kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Aslan và cộng sự (2006) khi nuôi Chlorella trong môi

trường nuôi cấy nhân tạo đạt hiệu suất loại bỏ NH_4^+ và PO_4^{3-} đạt 46 % - 94 %. Riêng thông số NO_3^- lại có xu hướng tăng theo thời gian thí nghiệm có nghĩa là trong thời gian thí nghiệm hệ thống HRAPs chưa xử lý NO_3^- điều này có thể được lý giải do sự chuyển dạng dinh dưỡng NH_4^+ trong điều kiện hiếu khí thành NO_3^- .

Bảng 8. Hiệu suất loại bỏ TN, TP trong thời gian thí nghiệm

Thông Số	Nồng độ ngày đầu (mg/l)	Nồng độ ngày cuối (mg/l)	Hiệu suất xử lý (%)
Tổng N	161,1	21,01	87,05
Tổng P	15,82	3,94	75,1

(Nguồn: Kết quả phân tích, 2018)

Hiệu quả xử lý tổng N của bể trong 8 ngày thí nghiệm đạt được là 87,05%, hiệu quả xử lý tổng P khi kết thúc thí nghiệm đạt 75,1%. Kết quả nghiên cứu phù hợp với một số nghiên cứu trước đó của các tác giả [6] loại bỏ được 47,7% - 56,15% P

khi nuôi cấy tảo; Nghiên cứu của tác giả [5] loại bỏ được 83,07% - 90,05% N, loại bỏ 73,7% - 89,5% P.

Tóm lại, trong điều kiện ổn định về ánh sáng và loại bỏ bớt một lượng lớn TSS, hệ thống HRAPs đã đạt hiệu quả sinh trưởng của tảo như mong muốn. Đồng thời

Nghiên cứu

khả năng xử lý dinh dưỡng được cải thiện đáng kể, hầu hết các thông số đạt tiêu chuẩn xả thải tại ngày thứ 6 của thí nghiệm.

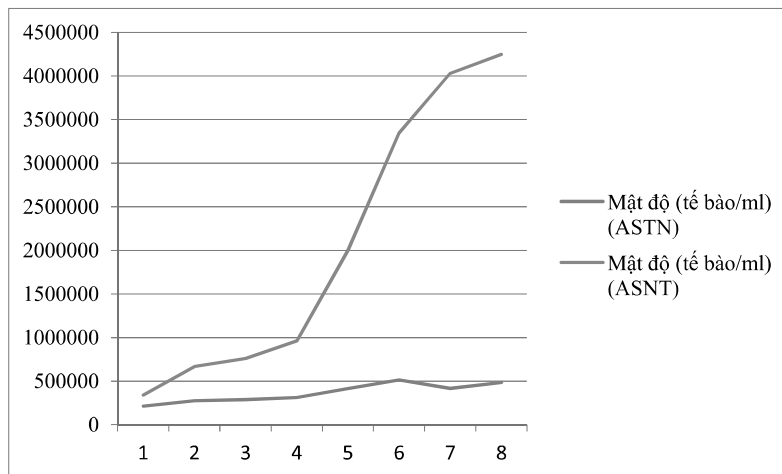
3.4. So sánh hiệu quả của hệ thống HRAPs trong 2 thí nghiệm

3.4.1. So sánh về hiệu quả sinh trưởng

Trong cả 2 thí nghiệm, mật độ tảo đầu vào sử dụng tương đương nhau, tuy nhiên sinh trưởng của tảo có sự khác nhau rõ rệt.

Dưới điều kiện ánh sáng tự nhiên, tảo phát triển chậm, mật độ tảo tăng không cao, quá trình sinh trưởng của tảo không phân rõ giai đoạn theo đường cong sinh trưởng. Trong công thức với ánh sáng nhân tạo, tảo phát triển mạnh hơn, mật độ tảo tăng cao so với ban đầu. Sự sai khác về mật độ tảo giữa 2 thí nghiệm có ý nghĩa thống kê ($\alpha < 0,05$).

Sự khác nhau về mức độ tăng trưởng được thể hiện rõ qua hình 3 như sau:



Hình 3: So sánh mức độ tăng trưởng của tảo giữa thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2

Sự khác biệt về hiệu quả sinh trưởng của tảo trong 2 thí nghiệm trên là do ảnh hưởng của ánh sáng. Cường độ ánh sáng tự nhiên thấp, không ổn định (do thí nghiệm tiến hành vào mùa đông) cùng với thời gian sáng - tối ngắn đã ảnh hưởng

đến sự phát triển của tảo. Yếu tố này được khắc phục trong thí nghiệm 2 bằng cách thay ánh sáng tự nhiên bằng ánh sáng nhân tạo, duy trì thời gian sáng - tối ổn định. Kết quả này tương đồng với một số nghiên cứu trước đó như tác giả [7].

3.4.2. Hiệu quả loại bỏ dinh dưỡng N, P của tảo trong 2 thí nghiệm

Bảng 9. Hiệu suất loại bỏ N, P trong 2 thí nghiệm

Thông số	Hiệu suất xử lý (%) (Ánh sáng tự nhiên)	So với QCVN	Hiệu suất xử lý (%) (Ánh sáng nhân tạo)	So với QCVN
NH ₄ ⁺	39,3	Không đạt	82,9	Đạt
NO ₃ ⁻	-	Đạt	-	Đạt
PO ₄ ³⁻	41,3	Không đạt	71,0	Đạt
Tổng N	72,2	-	87,05	-
Tổng P	42,72	-	75,1	-

Nguồn: Kết quả phân tích, 2018

Như vậy hiệu suất xử lý các thành phần trong nước thải của thí nghiệm 2 tốt hơn so với thí nghiệm 1. Thí nghiệm với ánh sáng tự nhiên vẫn chưa xử lý được

NH₄⁺ và PO₄³⁻ đạt quy chuẩn xả thải, trong khi đó hàm lượng các thông số dinh dưỡng trong thí nghiệm với ánh sáng nhân tạo đều đạt quy chuẩn xả thải theo

QCVN 14:2008/BTNMT (cột B). Với ánh sáng tự nhiên hiệu suất loại bỏ TN và TP chỉ đạt 72,2% và 42,72% trong khi đó với ánh sáng nhân tạo tỉ lệ này đạt được là 87,05% và 75,1%. Ánh sáng nhân tạo với tính ổn định cao cả về cường độ và thời gian chiếu sáng giúp tạo sinh trưởng tốt và rút ngắn thời gian xử lý (đạt quy chuẩn xả thải sau 6 ngày).

4. Kết luận

Nước thải sau bể tự hoại có hàm lượng TSS $805 \pm 12,15$ mg/l; PO_4^{3-} là $27,05 \pm 1,35$ mg/l; NO_3^- $1,23 \pm 0,05$ mg/l; NH_4^+ $31,1 \pm 0,08$ mg/l. Kết quả phân tích này cho thấy nước thải sau bể tự hoại đáp ứng được cho hoạt động sinh trưởng, phát triển của tảo và thích hợp xử lý bằng hệ thống HRAPs.

Thí nghiệm xử lý nước thải bằng hệ thống HRAPs dưới điều kiện ánh sáng tự nhiên cho kết quả tảo *Chlorella vulgaris* phát triển không tốt, hệ thống HRAPs chưa đạt được hiệu quả mong muốn về mật độ tảo, hiệu quả xử lý dinh dưỡng còn thấp hiệu suất loại bỏ TN và TP chỉ đạt 72,2% và 42,72%, NH_4^+ và PO_4^{3-} không đạt quy chuẩn xả thải.

Thí nghiệm xử lý nước thải bằng hệ thống HRAPs dưới điều kiện ánh sáng nhân tạo cho kết quả tảo *Chlorella vulgaris* phát triển tốt, mật độ tảo đạt cực đại (tăng 4,42 lần so với ngày đầu thí nghiệm), hiệu quả loại bỏ các thông số đạt QCVN 14:2008/BTNMT (cột B) sau 6 ngày vận hành hệ thống trong đó hiệu suất loại bỏ TN và TP đạt được là 87,05% và 75,1%.

Hiệu quả của hệ thống HRAPs chỉ thể hiện trong việc loại bỏ các thông số dinh dưỡng N và P, và một phần nào đó là chất hữu cơ do vậy cần có những nghiên cứu chuyên sâu hơn nhằm kết hợp giữa HRAPs với các hệ thống xử lý khác để hoàn thiện quy trình xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Văn Cát (2007). *Xử lý nước thải giàu hợp chất Nito, photpho*. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và công nghệ Hà Nội.
 - [2]. Nguyễn Lâm Dũng, P.V.T., Dương Đức Tiên (1980). *Giáo trình Vi sinh vật học*. 219: p. 55.
 - [3]. Trương Văn Lung (2014). *Công nghệ sinh học một số loài tảo kinh tế*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội. tr 7 - 10.
 - [4]. Nguyễn Thị Mai (2016). *Nghiên cứu hiệu quả của hệ thống HRAPs trong xử lý nước thải sau bể tự hoại*. Khóa luận tốt nghiệp.
 - [5]. Đinh Phương Thảo (2016). *Nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ dinh dưỡng N:P đến sự sinh trưởng của tảo và loại bỏ dinh dưỡng trong nước thải sinh hoạt bởi tảo Chlorella Vulgaris*. Khóa luận tốt nghiệp.
 - [6]. Võ Thị Kiều Thanh, Nguyễn Duy Tân, Vũ Thị Lan Anh, Phùng Huy Huân (2012). *Ứng dụng tảo Chlorella sp. và Daphnia sp. lọc chất thải hữu cơ trong xử lý nước thải từ quá trình chăn nuôi lợn sau xử lý bằng UASB*. Tạp chí sinh học (34). tr 145 - 153.
 - [7]. Mai Đức Trung (2016). *Đánh giá sự ảnh hưởng của nhiệt độ trong điều kiện đèn Led đỏ đến khả năng xử lý nước thải của tảo*. Khóa luận tốt nghiệp.
 - [8]. Orell Olivo (2007). *Thèse de Doctorat: Conception et etude d'un photobioreacteur pour la production en coninu de microalgues en ecloseries aquacoles, École polytechnique de l' Université de Nante*, page 110.
 - [9]. D.Sasi and G.A.Hill (2009). *Effect of light intensity on growth of Chlorella Vulgaris in a novel Circulating loop photobioreactor, Department of Chemical Engineering, University of Saskatchewan, Canada*, page 2.
- BBT nhận bài: 22/02/2019; Phản biện xong: 11/3/2019