

## ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA PH BAN ĐẦU ĐẾN KHẢ NĂNG SINH TRƯỞNG VÀ XỬ LÝ CÁC HỢP CHẤT NITƠ TRONG NƯỚC THẢI SINH HOẠT CỦA VI TẢO *CHLORELLA VULGARIS* CNK

Đoàn Thị Oanh<sup>1</sup>, Dương Thị Thủy<sup>2</sup>, Nguyễn Thành Trung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

<sup>2</sup>Viện Công nghệ Môi trường - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

### Tóm tắt

Nuôi cấy vi tảo trong nước thải sinh hoạt là một phương pháp thay thế so với các quy trình bùn hoạt tính thông thường để loại bỏ đồng thời các chất ô nhiễm và sản xuất sản phẩm phụ từ các sinh khối vi tảo thu được. Nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của pH ban đầu lên khả năng sinh trưởng và hiệu quả loại bỏ nitơ trong nước thải sinh hoạt của chủng vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK ở quy mô phòng thí nghiệm. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với bốn nghiệm thức và ba lần lặp lại là pH ban đầu là 6; 7; 8; 9. *Chlorella vulgaris* CNK thuần được nuôi bằng dung dịch BG11 trước khi bố trí thí nghiệm. Sinh trưởng và các thông số như  $N - NH_4^+$ ,  $N - NO_3^-$  và  $N - NO_2^-$  được thu thập để phân tích vào ngày 12 của quá trình nuôi trong nước thải sinh hoạt (50%), với tốc độ sục không khí với tốc độ sục khí 1,2 L/L/phút trong 8h, nhiệt độ nuôi 20°C, cường độ ánh sáng 5000 lux. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng *C. vulgaris* CNK thể hiện sự tăng trưởng vượt trội ở nghiệm thức 50% nước thải với pH ban đầu bằng 7 so với các thí nghiệm khác và hiệu suất xử lý  $NH_4^+$  cũng đạt giá trị cao nhất đạt 54%.

**Từ khóa:** *Chlorella*; Nước thải sinh hoạt; Sinh trưởng; Xử lý nitơ

### Abstract

#### ***Evaluating the effect of initial pH on the growth and treatment of nitrogen compounds in domestic wastewater of *Chlorella vulgaris* CNK microalgae strain***

Cultivation of microalgae in the domestic wastewater is an alternative approach over conventional activated sludge processes for simultaneous pollutants removal and byproducts production from the obtained microalgal biomass. This study aims to evaluate the effect of initial pH on the growth and removal efficiency of nitrogen in domestic wastewater of *Chlorella vulgaris* CNK microalgae strain at laboratory scale. The experiment was completely randomized with four treatments and three replicates with initial pH of wastewater at 6; 7; 8; 9. Purebred of *C. vulgaris* CNK strain were cultured with BG11 suspension before using for the experiment. Experiment was set up with domestic wastewater (50%), aeration rate of 1.2 L / L / min for 8 hours, culture temperature 20°C, light intensity 5000 lux. Water samples were collected and analyzed for algae growth and water quality parameters (i.e.  $N - NH_4^+$ ,  $N - NO_3^-$  and  $N - NO_2^-$ ) on day 12 of the experiment. Results found that the treatment with initial pH 7 showed the significant growth of *C. vulgaris* CNK as well as highest efficiency in  $N - NH_4^+$  removal (54%).

**Keywords:** *Chlorella*; Domestic wastewater; Growth; Nitrogen removal

## 1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam, tình hình ô nhiễm nguồn nước mặt tại các thành phố lớn ngày một nghiêm trọng, trong đó nguyên nhân chủ yếu là do việc phát thải nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý. Tại Hà Nội chỉ có khoảng 20,6% tổng lượng nước thải sinh hoạt của thành phố được xử lý, trong khi tại TP. Hồ Chí Minh con số này là khoảng 10%. Đặc trưng của nước thải sinh hoạt có chứa nhiều chất dinh dưỡng, các hợp chất hữu cơ chứa nitơ rất cao gây hiện tượng phú dưỡng cho các nguồn nước tiếp nhận [1]. Ô nhiễm nguồn nước không chỉ ảnh hưởng đến đời sống con người mà còn tác động đến đa dạng sinh học. Để làm giảm mức độ ô nhiễm từ nước thải đã có nhiều phương pháp được nghiên cứu và thực hiện bằng cách kết hợp các biện pháp vật lý, hóa học và sinh học [2]. Xử lý nước thải sinh hoạt dựa vào phương pháp hóa học, vật lý thường có hiệu quả cao, thời gian xử lý nhanh nhưng chi phí lớn và thường không thân thiện với môi trường.

Tại các nước phát triển việc ứng dụng phương pháp sinh học trong xử lý nước thải có tải trọng ô nhiễm cao như nước thải sinh hoạt rất được quan tâm. Trong những năm gần đây việc áp dụng vi tảo đã và đang thu hút sự chú ý của các nhà khoa học do các ưu thế như sinh trưởng phát triển đơn giản, vòng đời ngắn, hệ số sử dụng năng lượng và có giá trị dinh dưỡng cao [3]. Vi tảo có tốc độ tăng trưởng nhanh, thích nghi nhanh với các thay đổi của môi trường, có khả năng phát triển trong nước thải. Việc sử dụng vi tảo trong quá trình xử lý nước thải góp phần loại bỏ nitơ, photpho [4]. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng khả năng loại bỏ nitơ trong nước thải sinh hoạt của vi tảo lên đến 84% nhiều nghiên cứu đã cho thấy

nước thải chính là nguồn dinh dưỡng tốt cho vi tảo phát triển [5].

Trong những thập niên gần đây cùng với sự nổi bật của *Spirulina* về vấn đề xử lý nước thải và thu sinh khối, *Chlorella* cũng đang được sự quan tâm nghiên cứu bởi các nhà khoa học. Một số nghiên cứu sử dụng *Chlorella* để xử lý nước thải từ hầm ủ Biogas và những công trình nuôi *Chlorella* để thu sinh khối với kỹ thuật nuôi đơn giản và ít tốn kém đã được thực hiện rất thành công. Vì *Chlorella* là loài tảo giàu protein, vitamin (A, C, B2, B6,...), các khoáng chất (P, Ca, Zn, I, Mg, Fe, Cu,...) và giàu sản phẩm phụ nên được dùng làm thực phẩm, dược phẩm, mỹ phẩm phục vụ cho con người [6]. Để góp phần thúc đẩy thế mạnh của *Chlorella* ở nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong xử lý nước thải sinh hoạt, bước đầu nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến quá trình sinh trưởng và xử lý nitơ trong nước thải sinh hoạt của chủng vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

#### 2.1.1. Chủng vi tảo

Chủng vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK được cung cấp từ bộ sưu tập vi tảo và vi khuẩn lam của Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK được tiên nuôi cấy trong môi trường BG - 11 (Blue -Green Medium) (Bảng 1) ở nhiệt độ trong từ 25 - 30°C, thời gian chiếu sáng 8 giờ /ngày với cường độ chiếu sáng 5000 Lux.

## Nghiên cứu

**Bảng 1. Thành phần môi trường tiền nuôi cấy BG - 11 [3]**

Hóa chất	Hàm lượng
NaNO <sub>3</sub>	1.5g
Stock 2 (K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O)	10 ml
Stock 3 (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O)	10 ml
Stock 4 (CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O)	10 ml
Stock 5 (Citric Acid + H <sub>2</sub> O)	10 ml
Stock 6 (Ammonium Ferric Citragrea + H <sub>2</sub> O)	10 ml
Stock 7 (EDTANa <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O)	10 ml
Stock 8 (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O)	10 ml
Stock 9 (Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> + CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O + MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O + ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O)	1 ml

### 2.1.2. Nước thải sinh hoạt

Nước thải sinh hoạt khu dân cư quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội.

### 2.2. Bố trí thí nghiệm

Nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của pH đến khả năng sinh trưởng và khả năng xử lý các hợp chất nitơ trong nước thải sinh hoạt của chủng vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK, các nghiệm thức được bố trí như sau: thể tích nghiên cứu 1000 ml; nồng độ nước thải 50% (tỉ lệ nước thải : nước máy = 1:1), với tốc độ sục không khí là 1,2 L/L/phút trong 8h, mật độ tảo ban đầu (bước sóng 420 nm) là 0,007; thời gian chiếu sáng 8h với cường độ chiếu sáng 5000 lux, nhiệt độ dao động từ 20 - 22°C. Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức tương ứng với dải pH thay đổi từ 6, 7, 8, 9. Thời gian theo dõi 12 ngày. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.3.1. Lấy mẫu nước thải sinh hoạt

Nước thải sinh hoạt sử dụng để nghiên cứu được lấy tổ hợp từ ba cống thải chính vào đoạn sông Tô Lịch, đoạn chảy qua quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội, Việt Nam.

- Cống số 1 (ngõ 353 Nguyễn Khang, Quận Cầu Giấy, TP. Hà Nội)

- Cống số 2 (ngõ 381 đường Nguyễn Khang, Quận Cầu Giấy, TP. Hà Nội)

- Cống số 3 (ngõ 391 đường Nguyễn Khang, Quận Cầu Giấy, TP. Hà Nội)

Mẫu được lấy vào sau 7 giờ 30 phút đây là khoảng thời gian lưu lượng nước thải lớn và thành phần đặc trưng. Ở mỗi đợt lấy mẫu, nước thải được chứa trong các can nhựa PE dung tích 10 lít (tổng thể tích mỗi lần khoảng 30 - 50 lít) mẫu sau khi lấy được bảo quản lạnh và vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm.

#### 2.3.2. Phân tích mẫu nước thải sinh hoạt

Các mẫu nước thải sinh hoạt trước khi đưa vào nuôi vi tảo được tiền xử lý bằng cách để lắng tĩnh 30 phút và được lọc sơ bộ bằng bộ lọc hút chân không sử dụng giấy lọc GF/A để loại bỏ các chất rắn lơ lửng. Các thông số được phân tích và gồm pH, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; đối với các thông số đầu vào được tiến hành phân tích vòng 24 giờ; các thông số đầu ra sau mỗi mẻ thí nghiệm được tiến hành phân tích sau 2 ngày; phương pháp phân tích NH<sub>4</sub><sup>+</sup> theo 4500 NH<sub>3</sub>-F, SMEWW, 1995; phân tích NO<sub>2</sub><sup>-</sup> theo phương pháp Griss Satlman cải tiến; phân tích NO<sub>3</sub><sup>-</sup> bằng phương pháp trắc quang dùng thuốc thử axit sunfosalixylic theo TCVN 6180 - 1996 [7].

Số lần lặp lại cho mỗi thông số phân tích là n = 3. Các kết quả thí nghiệm được tính toán và xử lý bằng công cụ Data

Analysis của phần mềm Microsoft Excel. Nhóm tác giả xác định phương sai và độ lệch chuẩn để thu được giá trị đặc trưng cho độ phân tán của các giá trị so với giá trị trung bình. Cuối cùng, dựa vào số liệu đầu vào và đầu ra của hệ thống xử lý để tính hiệu suất xử lý bằng công thức:

$$H = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100$$

Trong đó, H: Hiệu suất xử lý (%); Co: Giá trị nồng độ các thông số của nước thải đầu vào (mg/L); C: Giá trị nồng độ các thông số của nước thải sau xử lý (mg/L).

### 2.2.3. Phương pháp đánh giá sinh trưởng của *Chlorella vulgaris* CNK

Mục đích: Định tính nồng độ sinh khối trong môi trường, dựa vào độ hấp thụ quang của các sắc tố Chlorophyll trong tế bào. Các sắc tố này hấp thụ chủ yếu 2 bước sóng trong ánh sáng mặt trời tương ứng là 420 nm và 665 nm [8]. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã đo đặc mật độ quang (Optical Density - OD) ở bước sóng 420 nm bằng máy Ultrospec

2000 UV/Visible Spectrophotometer.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Đặc điểm nước thải sinh hoạt khu vực nghiên cứu

Các dữ liệu nghiên cứu hiển thị trong Bảng 2 chỉ ra rằng nước thải được nạp các bình nuôi cấy có tính kiềm nhẹ với độ pH dao động trong khoảng  $7,68 \pm 0,18$ . Điều này được cho là do phần nước thải sinh hoạt phát sinh từ các hộ gia đình có chứa hàm lượng chất tẩy rửa. Chất ô nhiễm cacbon theo nhu cầu oxy hóa học (COD) dao động trong khoảng  $256,43 \pm 24,9$  mg/L. Nước thải sinh hoạt rất giàu chất ô nhiễm nitơ, trong đó amoni ( $N-NH_4^+$ ) là chiếm ưu thế với nồng độ  $45,26 \pm 1,03$  mg/L. Nitrit và nitrat cũng được phát hiện với nồng độ tương đối nhỏ (dưới 0,5 mg/L). Tổng phốt pho được tìm thấy trong nước thải có nồng độ dao động từ  $4,57 \pm 1,45$  mg/L. Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) đo được trước khi tiền xử lý khá cao nằm trong khoảng  $114,33 \pm 5,69$  mg/L.

**Bảng 2. Đặc điểm nước thải sinh hoạt trước khi nuôi của *C. vulgaris* CNK (n = 3)**

Thông số	Đơn vị	Trước khi tiền xử lý	Sau khi tiền xử lý	QCVN 14:2008/BTNMT (Cột B)
pH	-	$7,68 \pm 0,18$	$7,35 \pm 0,21$	5 - 9
TSS	mg/L	$114,33 \pm 5,69$	$0,068 \pm 0,003$	100
DO	mg/L	$5,17 \pm 0,71$	$5,34 \pm 0,69$	-
COD	mg/L	$274,45 \pm 24,90$	$248,63 \pm 22,21$	-
N - NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mgN/L	$45,26 \pm 1,03$	$41 \pm 1,105$	10
N - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mgN/L	$0,073 \pm 0,004$	$0,067 \pm 0,003$	-
N - NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mgN/L	$0,005 \pm 0,003$	$0,004 \pm 0,002$	50
Tổng P	mgP/L	$4,57 \pm 1,45$	$4,05 \pm 0,88$	-

Do nước thải sinh hoạt trước ban đầu có hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng cao nên cần phải loại bỏ trước khi sử dụng nước thải sinh hoạt cho nuôi vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK. Số liệu thực nghiệm cho thấy, sau quá trình tiền xử lý, hầu hết giá trị của các thông số đều giảm nhẹ so với ban đầu. Độ pH, COD và  $N-NH_4^+$  trong nước thải dao

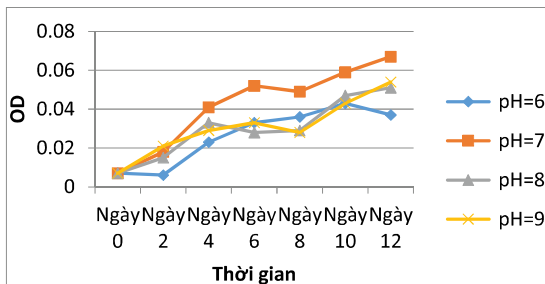
động trong khoảng  $7,35 \pm 0,21$ ;  $248,63 \pm 22,21$  mg/L và  $41 \pm 1,105$  mg/L, tương ứng. Tổng phốt pho trong nước thải sinh hoạt sau tiền xử lý còn thấy  $4,05 \pm 0,88$  mg/L. Thông số tổng chất rắn lơ lửng (TSS) đo được sau bước tiền xử lý là  $0,068 \pm 0,003$  mg/L, được xử lý với hiệu suất khá cao khoảng 99,94%. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, nước thải

## Nghiên cứu

sinh hoạt được sử dụng trong nghiên cứu này chứa các nguyên tố thiết yếu của cacbon, nitơ, các hợp chất photpho cần thiết cho sự phát triển của vi tảo. Các kết quả nghiên cứu nhận được trong nghiên cứu này cho kết quả gần tương đồng của nhóm tác giả Dang Thuan Tran và cộng sự, 2020. Trong nghiên cứu của mình, nhóm tác giả cũng báo cáo rằng trong nước thải sinh hoạt ngoài các chất dinh dưỡng như các bon, nitơ và các hợp chất photpho còn có một lượng nhỏ các chất vi lượng như Fe, Cu, Zn, Mn,...[9]. Do đó, trong thực nghiệm tiếp theo nước thải sinh hoạt được sử dụng trực tiếp làm môi trường nuôi cấy *C. vulgaris* CNK mà không cần bổ sung các chất dinh dưỡng khác trong tất cả các thí nghiệm.

### **3.2. Ảnh hưởng của pH đến khả năng sinh trưởng của vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK trong nước thải sinh hoạt**

Trong số các yếu tố vật lý, pH là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sinh trưởng của vi tảo [10]. Ảnh hưởng của pH đến sinh trưởng của chủng *Chlorella vulgaris* CNK được trình bày tại Hình 1.



**Hình 1: Ảnh hưởng pH đến sinh trưởng của *Chlorella Vulgaris* CNK**

**Bảng 3. Hiệu quả xử lý  $N-NH_4^+$  trong nước thải sinh hoạt của *C. vulgaris* CNK ở các pH ban đầu khác nhau**

pH ban đầu	$NH_4^+$ đầu vào (mgN/l)	$NH_4^+$ đầu ra (mgN/l)	Hiệu suất (%)
pH = 6	$20,5 \pm 0,55$	$17,74 \pm 2,38$	13,5
pH = 7	$20,5 \pm 0,55$	$9,42 \pm 0,41$	54,0
pH = 8	$20,5 \pm 0,55$	$10,0 \pm 0,39$	51,1
pH = 9	$20,5 \pm 0,55$	$10,72 \pm 0,75$	47,7

Kết quả nghiên cứu cho thấy, chủng vi tảo này sinh trưởng tốt hơn ở pH trung tính (7) và kiềm (8 hoặc 9) so với pH axit (6) ở trong cùng điều kiện nuôi (nhiệt độ  $20 \pm 2^\circ C$ , chu kỳ sáng: tối là 8:16). Nghiên cứu của Coutteau (1996) cũng báo cáo rằng pH thích hợp cho sự phát triển của vi tảo từ 7 - 9 [11]. Trong đó, pH 7 là giá trị tối ưu cho sự sinh trưởng của *Chlorella vulgaris* CNK đạt  $OD_{420\text{ nm}}$  là 0,068 ở ngày thứ 12. Ở thực nghiệm có pH ban đầu 6 sinh trưởng của chủng vi tảo này kém hơn. Các số liệu trong nghiên cứu này tương đồng với các kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả Cui và cộng sự, 2010 [12].

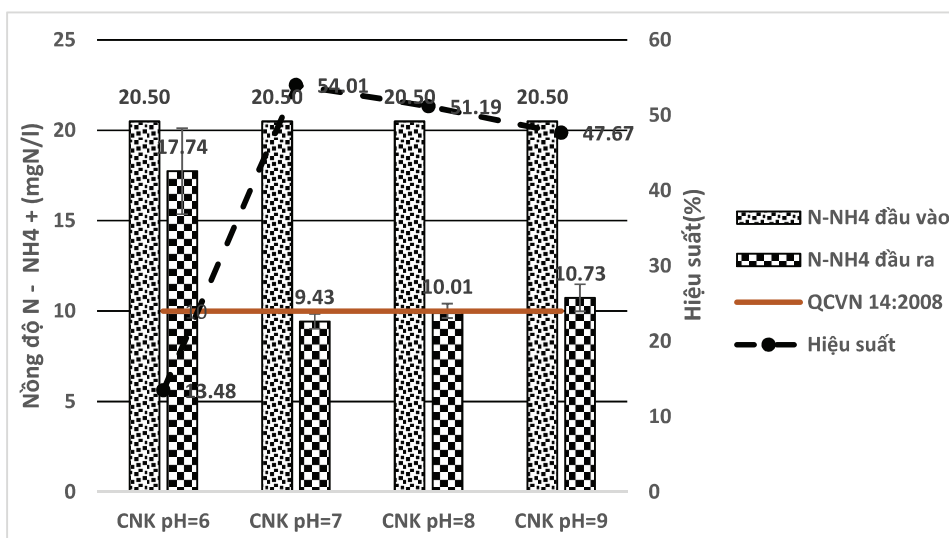
### **3.3. Đánh giá ảnh hưởng pH lên khả năng xử lý các hợp chất nitơ trong nước thải sinh hoạt bằng vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK**

Amoni là một trong những nguồn nitơ rất quan trọng cho sự phát triển của vi tảo bởi quá trình hấp thụ và đồng hóa amoni diễn ra đơn giản, tiêu hao ít năng lượng hơn so với các nguồn nitơ. Vì vậy, bên cạnh việc đánh giá ảnh hưởng của pH lên khả năng sinh trưởng của *Chlorella vulgaris* CNK, trong nghiên cứu này còn đánh giá khả năng xử lý amoni trong nước thải sinh hoạt của chủng vi tảo này ở các pH khác nhau. Xu hướng biến đổi của  $N-NH_4^+$  được thể hiện trên Bảng 3 và Hình 2.

Kết quả nghiên cứu cho thấy ở các giá trị pH khác nhau hàm lượng N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đều giảm sau 12 ngày thử nghiệm. Tại các nghiệm thức có pH ban đầu của môi trường nuôi bằng 7,0 thì sinh trưởng của *Chlorella vulgaris* CNK cao hơn các nghiệm thức còn lại và hiệu suất xử lý N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> trong nước thải sinh hoạt cũng cao nhất đạt 54%, tương ứng. Ở các nghiệm thức pH 8 và 9, chủng vi tảo này cũng có khả năng xử lý N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đạt 51,1% và 47,7%.

Hiệu suất xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup> thấp nhất ở nghiệm thức có pH ban đầu là 6, chỉ đạt 13,5%. Các kết quả nghiên cứu về hiệu suất xử lý amoni (Bảng 3 và Hình 2) có mối tương quan đồng dạng với sinh trưởng của *Chlorella vulgaris* CNK (Hình 1).

Việc loại bỏ N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> khỏi nước thải của vi tảo là do hai quá trình, đó là sử dụng trực tiếp N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và tách NH<sub>3</sub> [13]. Các nghiên cứu trước đây báo cáo rằng sự tách NH<sub>3</sub> chỉ xảy ra trong môi trường kiềm, nhiệt độ cao [14], và sự hiện diện phong phú của urê trong nước thải [15]. Nhiệt độ thí nghiệm của nghiên cứu này được ghi nhận là không vượt quá 20°C và urê không có trong nước thải, do đó việc tách NH<sub>3</sub> khỏi nước thải có thể không đáng kể trong nghiên cứu của nhóm tác giả và việc mất N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> chủ yếu có thể là do sự hấp thụ của vi tảo (dữ liệu thể hiện trong Hình 2). Hơn nữa, sự giảm nồng độ N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> được cho là do quá trình nitrat hóa sinh học tạo ra N - NO<sub>2</sub><sup>-</sup> và N - NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và làm cho nồng độ của chúng tăng lên (Bảng 4).



**Hình 2: Biểu đồ đánh giá hiệu suất xử lý N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ở khoảng pH khác nhau**

**Bảng 4. Quá trình chuyển hóa NO<sub>2</sub><sup>-</sup> và NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ở các khoảng pH**

Thí nghiệm	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> Ban đầu	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> Sau 12 ngày	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Ban đầu	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Sau 12 ngày
	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l
pH = 6	0,034 ± 0,002	3,97 ± 0,038	0,002 ± 0,001	3,12 ± 0,14
pH = 7	0,034 ± 0,002	2,31 ± 0,079	0,002 ± 0,001	0,85 ± 0,21
pH = 8	0,034 ± 0,002	2,95 ± 0,54	0,002 ± 0,001	2,22 ± 0,22
pH = 9	0,034 ± 0,002	3,33 ± 0,67	0,002 ± 0,001	2,42 ± 0,12

## Nghiên cứu

Các số liệu trình bày trên Bảng 4 cho thấy hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  tăng so với ban đầu; trong đó tại pH = 6,0 mẫu nước thải sinh hoạt sau 12 ngày xử cao hơn so với ở các nghiệm thức pH = 7,0; 8,0 và 9,0. Quá trình chuyển hóa Nitrat cũng có xu hướng tương tự. Thông thường *Nitrosomonas* spp. thực hiện quá trình nitrat hóa N -  $\text{NH}_4^+$  thành N -  $\text{NO}_2^-$  và *Nitrobacter* spp. thực hiện nitrat hóa N -  $\text{NO}_2^-$  thành N -  $\text{NO}_3^-$ . Một số nghiên cứu báo cáo rằng nếu trong môi trường nước thải có các chủng vi sinh vật này thì quy mô quần thể của *Nitrosomonas* spp. luôn lớn hơn *Nitrobacter* spp. [16] và điều này sẽ gây ra sự tích tụ N -  $\text{NO}_2^-$  ở nồng độ khoảng 10,86 - 17,77 mg/L so với N -  $\text{NO}_3^-$  khoảng 2,15 - 3,15 mg/L. Trong môi trường tiệt trùng thường không có *Nitrobacter* spp., và *Nitrosomonas* spp., nồng độ của N -  $\text{NO}_2^-$  và N -  $\text{NO}_3^-$  chỉ thay đổi trong phạm vi 0,014 - 0,18 mg/L và 0,11 - 0,29 mg/L, tương ứng. Người ta cũng quan sát thấy rằng, việc tăng nồng độ N -  $\text{NO}_2^-$  và N -  $\text{NO}_3^-$  từ quá trình nitrat hóa dần dần được đồng hóa bởi sinh khối vi tảo. Các sự cạn kiệt của N -  $\text{NH}_4^+$  dẫn đến N -  $\text{NO}_2^-$  giảm dần và sự cô cạn N -  $\text{NO}_2^-$  dẫn đến dần dần giảm N -  $\text{NO}_3^-$  như các kết quả nhận được trong xử lý nước thải sử dụng tổ hợp vi khuẩn - vi tảo [9]. Như vậy, kết quả nghiên cứu nhận được cho thấy vi tảo *Chlorella vulgaris* CNK vừa có khả năng đồng hóa đồng thời với tất cả các loại nitơ vừa có khả năng tạo ra sinh khối [17].

Như vậy thí nghiệm lựa chọn giá trị khoảng pH trung tính là điều kiện lý tưởng cho quá trình sinh trưởng và phát triển của chủng vi tảo *Chlorella Vulgaris* CNK để xử lý nitơ trong nước thải sinh hoạt. Giá trị pH này cũng tương đồng với pH nước thải đầu vào và điều đó giúp tiết kiệm được chi phí hóa chất cho quá trình xử lý.

## 4. Kết luận

Từ các nghiên cứu trên cho thấy quá trình sinh trưởng và phát triển của *Chlorella vulgaris* CNK và hiệu suất xử lý các hợp chất nitơ trong nước thải phụ thuộc vào giá trị pH ban đầu.

Trong điều kiện thực nghiệm có pH ban đầu bằng 7 *Chlorella Vulgaris* CNK tăng trưởng tốt giá trị OD cao nhất là 0,068 tăng gấp 9 lần so với ngày đầu và cũng tại giá trị này hiệu suất xử lý  $\text{NH}_4^+$  cũng đạt giá trị cao nhất đạt 54%.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài CS.2020.04.08. Tập thể tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã tài trợ kinh phí thực hiện.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2018
- [2]. Trần Cẩm Vân và Bạch Phương Loan (1995). *Công nghệ vi sinh và bảo vệ môi trường*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
- [3]. Phạm Thị Mai, Đoàn Thị Bích Hòa, Trần Đăng Thuận (2019). *Nghiên cứu các phương pháp thu hoạch tảo Chlorella Sorokiniana và Scenedesmus Acuminatus nuôi trong nước thải đô thị*. Số 52.2019 Tạp chí Khoa học và Công nghệ.
- [4]. Vũ Ngọc Út và Trương Quốc Phú (2006). *Giáo trình quản lý chất lượng nước trong nuôi trồng thủy sản*. Trường Đại học Cần Thơ.
- [5]. SaraRasoul-Amini et al. (2014). *Removal of nitrogen and phosphorus from wastewater using microalgae free cells in bath culture system*. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, Volume 3, Issue 2, April 2014, Pages 126 - 131.
- [6]. Trần Đình Toại và Châu Văn Minh (2005). *Rong biển dược liệu Việt Nam*. NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.

- [7]. Trịnh Thị Thuý (2014). *Giáo trình quan trắc và phân tích môi trường nước*. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
- [8]. Orell Olivo (2007). *Thèse de Doctorat: Conception et étude d'un photobioreacteur pour la production en continu de microalgues en ecloséries aquacoles*. École polytechnique de l'Université de Nante, page 110.
- [9]. Dang Thuan Tran, Thi Cam Van Do, Quang Trung Nguyen, Truong Giang Le. *Simultaneous removal of pollutants and high value biomaterials production by Chlorella variabilis TH03 from domestic wastewater*. Clean Technologies and Environmental Policy. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01810-5>.
- [10]. Joseph W. Rachlin and Albania Grosso (1991). *The Effects of pH on the Growth of Chlorella vulgaris and Its Interactions with Cadmium Toxicity*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 20, 505 - 508.
- [11]. Coutteau, P., (1996). Micro-algae. In: Patrick Lavens and Patrick Sorgeloos (Eds). *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 361 pages.
- [12]. Cui Wang, Huan Li, Qinqi Wang Ping Wei (2010). *Effect of pH on growth and lipid content of Chlorella vulgaris cultured in biogas slurry*. Chinese Journal of Biotechnology, 26(8):1074 - 1079.
- [13]. Tam NFY, Wong YS (1989). *Wastewater nutrient removal by Chlorella pyrenoidosa and Scenedesmus sp.* Environ Pollut 58:19 - 34.
- [14]. Reeves TG (1972). *Nitrogen removal: a literature review*. Journal (Water Pollut Control Fed) 44:1895 - 1908.
- [15]. Matusiak K (1976). *Studies on the purification of wastewater from the nitrogen fertilizer industry by intensive algal cultures. I. Growth of Chlorella vulgaris in wastes*. Acta Microbiol Pol 25:233 - 242.
- [16]. Gerardi MH (2003). *Introduction to nitrification*. In: "Nitrification and denitrification in the activated sludge process". Wiley, pp 35 - 41.
- [17]. Collos Y, Berges J (2009). *Nitrogen metabolism in phytoplankton*. In: Duarte CM, Helgueras AL (eds) Marine ecology. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
- BBT nhận bài: 24/8/2020; Phản biện xong: 03/9/2020; Chấp nhận đăng: 09/11/2020