

# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG CÔNG NGHỆ BÙN HOẠT TÍNH CÓ BỔ SUNG CHẾ PHẨM SINH HỌC *BACILLUS SP.*

INVESTIGATING THE POSSIBILITY OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT USING ACTIVATED SLUDGE TECHNOLOGY ADDED *BACILLIUS SP.*

Trần Đức Thảo<sup>1</sup>, Trần Thị Kim Chi<sup>1</sup>, Trương Thị Thùy Trang<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Liễu<sup>2</sup>, Trần Thị Thu Hiền<sup>2\*</sup>, Nguyễn Tiến Hán<sup>3</sup>

## TÓM TẮT

Quá trình nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm sinh học *Bacillus sp* ở 3 tải trọng: 0,48 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; 0,64 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; 0,96 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày nhằm mục đích đưa ra một phương pháp xử lý đơn giản, hiệu quả và phù hợp với những nơi có quy mô xử lý nhỏ như ký túc xá. Kết quả cho thấy ở mật độ vi sinh vật khoảng 10<sup>8</sup> CFU/mL thì hiệu quả xử lý chất ô nhiễm cao nhất và đạt QCVN 14:2008/BTNMT, cột B; thời gian lưu nước thích hợp cho 3 tải trọng ở trên lần lượt là 8h, 6h, 4h; Ngoài ra nhóm vi khuẩn *Bacillus sp* còn có khả năng làm giảm nồng độ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> có trong nước thải ở điều kiện hiếu khí, đây là một kết quả quan trọng, có khả năng ứng dụng thực tiễn, vì có thể sử dụng lượng chế phẩm sinh học thích hợp thay thế cho một bể thiếu khí để xử lý NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**Từ khóa:** Chế phẩm sinh học *bacillus sp*, công nghệ bùn hoạt tính, nước thải sinh hoạt.

## ABSTRACT

Investigating the possibility of domestic wastewater treatment using activated sludge technology added *bacillus sp.* is operated at three Organic loading rate (OLR) ( 0.48; 0.64 and 0.96 kg COD/ m<sup>3</sup>.day) for purpose of searching the simple, effective and useful method that can be applied for small treatment scale such as dormitory. The experimental results indicate that at the microorganism density about 10<sup>8</sup> CFU/mL has the highest removal efficiency may achieve the Vietnamese technique standard QCVN 14:2008/BTNMT, type B; The Hydraulic retention time (HRT) are 8, 6, 4 hours; Besides, *bacillus sp.* also has ability to reduce NO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentration in aeration condition, therefore it can be applied to alternate for anoxic tank.

**Keywords:** *Bacillus sp*, activated sludge technology, domestic wastewater.

<sup>1</sup>Khoa MT - TN & BDKH, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

<sup>2</sup>Khoa Hoá, Trường Đại học Quy Nhơn

<sup>3</sup>Khoa Công nghệ ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: tranthuhien@qnu.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/10/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 18/12/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/02/2019

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước thải sinh hoạt bằng khoảng 80% lượng nước được cấp cho sinh hoạt. Nước thải sinh hoạt thường chứa các tạp chất khác nhau, các thành phần này bao gồm: 52% chất hữu cơ, 48% chất vô cơ. Ngoài ra, trong nước thải sinh hoạt còn chứa nhiều loại sinh vật gây bệnh và các độc tố của chúng. Phần lớn các vi sinh vật có trong nước thải là các vi rút, vi khuẩn gây bệnh như tả, lỵ, thương hàn,...[7].

Theo Hội Bảo vệ thiên nhiên và môi trường Việt Nam (VACNE), nước thải sinh hoạt chiếm khoảng 80% tổng số nước thải ở các thành phố, là một nguyên nhân chính gây nên tình trạng ô nhiễm nước hiện nay và vấn đề này có xu hướng ngày càng tăng.

Nước thải sinh hoạt là thành phần chủ yếu trong hệ thống nước thải của ký túc xá trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM, với hàm lượng nhiễm bẩn hữu cơ khá cao nếu không qua xử lý sẽ gây ra những hậu quả ô nhiễm nặng nề cho nguồn tiếp nhận.

Vi khuẩn *Bacillus* là những trực khuẩn, chúng thuộc vi khuẩn hiếu khí tùy tiện, có khả năng tạo bào tử vì vậy chúng có khả năng duy trì sự sống rất cao. Các hợp chất chứa nitơ trong nước thải sẽ được loại vi khuẩn này phân giải rất nhanh. Quá trình phân hủy này xảy ra do enzym protease của vi khuẩn tạo ra. Đây là những enzym ngoại bào, chúng phân giải protein thành các peptit ngắn, các axit amin. Các axit amin tiếp tục bị phân giải thành NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, indol, scatol, CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O [7]. Trong điều kiện có oxy, *Bacillus* sẽ góp phần làm giảm ô nhiễm hữu cơ trong nước thải và tham gia vào quá trình phân nitrat để xử lý nitơ trong nước thải. Ngoài ra thì loại vi khuẩn này còn có ưu điểm là có thể sử dụng được đa dạng nguồn cơ chất để tăng sinh khối và phát triển. Do vậy, loài vi khuẩn này có thể ứng dụng trong lĩnh vực xử lý nước thải.

Ở Việt Nam có một số kết quả nghiên cứu của các tác giả như: Khất Hữu Thanh và Bùi Văn Đạt (2010) đã phân lập và tuyển chọn các chủng vi khuẩn *Bacillus* để tạo chế phẩm

sinh học sử dụng trong nuôi trồng thủy sản; Hồ Thanh Tâm, Trần Hoài Phong, Cao Ngọc Diệp (2014), đã sử dụng vi khuẩn đông tụ áp dụng trong xử lý nước thải chăn heo sau biogas; Cao Ngọc Diệp, Trần Thị Thưa, Hà Thanh Toàn (2015) đã dùng vi khuẩn chuyển hóa nitơ *Pseudomonas stutzeri* và vi khuẩn tích lũy polyphosphate *Bacillus subtilis* để loại bỏ đạm, lân trong xử lý nước thải giết mổ gia cầm; Vũ Thị Đình, Phan Thị Thu Nga, Hoàng Trung Doãn, Trần Liên Hà (2018) đã phân lập, tuyển chọn chủng vi khuẩn ứng dụng xử lý nước thải nhà máy giấy... Các kết quả này đã chứng tỏ được hiệu quả xử lý cao của nước thải có bổ sung các chế phẩm sinh học [4, 5, 9].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu công nghệ bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm sinh học bacillus sp. trong xử lý nước thải sinh hoạt của ký túc xá trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM nhằm mục đích đánh giá hiệu quả xử lý chất hữu cơ và chất dinh dưỡng để loại bỏ chất ô nhiễm trong nước thải trước khi thải bỏ ra môi trường theo đúng quy định của pháp luật.

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

#### 2.1.1. Nước thải nghiên cứu

Nước thải được lấy tại miệng hố thu gom, khu xử lý nước thải ký túc xá Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. HCM. Nước thải được lấy hằng ngày, thời gian lấy mẫu từ 7 - 8 h sáng với lưu lượng nước thải từ 40 - 60 L/ngày theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6663 - 1:2011. Để mô hình hoạt động đúng theo tải trọng nghiên cứu ta tiến hành pha loãng nước thải. Nước thải đầu vào hệ thống có thành phần như bảng 1.

Bảng 1. Thành phần nước thải sinh hoạt

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	QCVN 14:2008/BTNMT
				B
1	pH	-	6,5 - 7,6	5 - 9
2	COD	mg/L	128 - 198	-
3	BOD <sub>5</sub>	mg/L	89 - 138	50
4	TSS	mg/L	100 - 160	100
5	Amoni	mg/L	32,52 - 84,11	10
6	Nitrat	mg/L	0,29 - 1,62	30

#### 2.1.2. Chế phẩm *Bacillus sp.*

Chế phẩm sinh học *Bacillus sp.* có tên thương mại là AQUA - BZT là chế phẩm dạng bột, là sản phẩm lưu hành nội bộ được cung cấp độc quyền từ Công ty Cổ phần Công nghệ Sinh học Tiên Phong, vi sinh vật ở dạng bào tử nên có thể bảo quản ở nhiệt độ thường (< 40°C), dùng để bổ sung vào bể hiếu khí để gia tăng hiệu quả khử nitơ. Bổ sung trực tiếp bằng cách hòa vào nước trước rồi đưa vào hệ thống dưới dạng dung dịch.

Bảng 2. Thành phần chế phẩm được sử dụng trong nghiên cứu

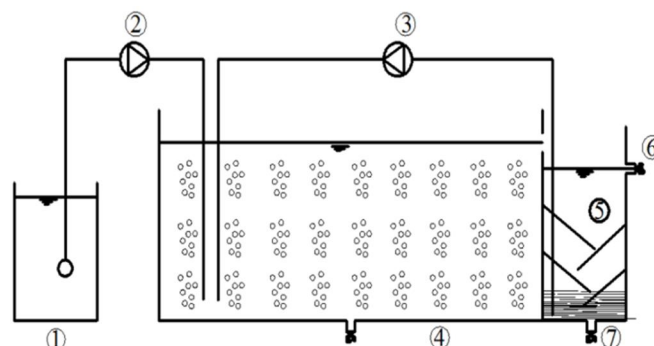
Thành phần chế phẩm trong 1kg sản phẩm	
<i>Bacillus Subtilis</i>	9.10 <sup>10</sup> CFU/Gram
<i>Lactobacillus Acidophilus</i>	9.10 <sup>8</sup> CFU/Gram
<i>Nitrobacter SPP</i>	9,8.10 <sup>8</sup> CFU/Gram
<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	9.10 <sup>8</sup> CFU/Gram
Amylase	200.000 UI
Protease	200.000UI
Lipase	400 UI
Pectinase	200 UI
Tá dược vừa đủ	1 kg

(Nguồn: Công ty Cổ phần Công nghệ Sinh học Tiên Phong, Địa chỉ: Lô 23 - Đường Tân Tạo - KCN Tân Tạo - P.Tân Tạo - Quận Bình Tân, TP. Hồ Chí Minh)

#### 2.1.3. Bùn nuôi cấy ban đầu

Bùn được lấy từ bể SBR tại Xí nghiệp xử lý nước thải sinh hoạt TP. Thủ Dầu Một. Nuôi cấy bùn ban đầu bằng sục khí và cho chất dinh dưỡng (nước thải sinh hoạt pha loãng).

### 2.2. Hệ thống thí nghiệm



Hình 1. Hệ thống thí nghiệm

1. Thùng chứa nước đầu vào; 2. Bơm định lượng; 3. Bơm tuần hoàn bùn; 4. Bể Aeroten; 5. Bể lắng; 6. Nước thải đầu ra; 7. Van xả bùn

Nước thải chứa trong thùng sẽ qua ống dẫn  $\phi 21$  đưa vào bể aerotank có kích thước 30 x 20 x 20 (dài x rộng x cao, cm) nhờ bơm định lượng với lưu lượng  $Q = 1,5L/h$ , thể tích bể xử lý là 12L. Trong bể có hệ thống sục khí nhằm để vi sinh vật tiếp xúc đều với các chất hữu, ở đây nước phải duy trì chỉ số DO > 2mg/L và nước sẽ được xử lý trong bể aerotank. Sau đó, nước trong bể aerotank sẽ chảy tràn sang bể lắng kích thước 15 x 20 x 20 (dài x rộng x cao, cm) để tiến hành quá trình tách nước và bùn. Phần nước trong sẽ được dẫn ra thùng chứa nước sạch. Bùn sẽ được tuần hoàn lại bể aerotank nếu bùn dư sẽ được xả ra qua van đưa ra ngoài.

### 2.3. Phương pháp phân tích

Bảng 3. Các phương pháp phân tích mẫu

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp	Đơn vị	Thiết bị
1	pH	TCVN 6492:2011 (ISO 10523:2008) Chất lượng nước - Xác định pH	-	Máy đo HANNA HI 8424

2	COD	TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989) Chất lượng nước - Xác định nhu cầu oxy hoá học (COD)	mg/L	Bếp phá mẫu COD
3	MLSS	TCVN 6625:2000 (Phương pháp khối lượng)	mg/L	Giấy lọc Tủ nung Cân phân tích
4	TSS	TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997) Chất lượng nước - Xác định chất rắn lơ lửng bằng cách lọc qua cái lọc sợi thủy tinh	mg/L	Giấy lọc Tủ nung Cân phân tích
5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	TCVN 6180 - 1996 (ISO 7890 - 3 - 1988) - Chất lượng - Xác định nitrate - Phương pháp trắc phổ dùng axit sunfosalixylic	mg/L	Máy quang phổ Model PhotoLad 6100
7	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SEEW 4500 - Phương pháp chuẩn phân tích nước và nước thải - Xác định amoni	mg/L	VIS
8	TKN	Standard Method 4500 - N	mg/L	Bộ Kjeldahl

**2.4. Phương pháp tính toán kết quả**

Tải trọng hữu cơ được tính theo công thức [8]:

$$OLR = \frac{Q.COD}{V}, \text{ kgCOD/m}^3.\text{ngày} \quad (1)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải, (m<sup>3</sup>/ngày).

V: thể tích bể xử lý, (m<sup>3</sup>).

COD: nồng độ COD đầu vào, (mg/L).

Vận hành mô hình với các tải trọng lần lượt là 0,48kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; 0,64kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; 0,96kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; lưu lượng Q = 1,5L/h = 36.10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup> /ngày; V = 12L = 12.10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>

Hiệu quả xử lý các thông số được tính bằng công thức

$$H = \frac{C_{i,v} - C_{i,r}}{C_{i,v}} \quad (2)$$

Trong đó:

C<sub>i,v</sub>: nồng độ của thông số i vào bể Aeroten

C<sub>i,r</sub>: nồng độ của thông số i ra bể Aeroten

Phương pháp xác định mật độ vi khuẩn như sau:

Chuẩn bị các ống nghiệm chứa 9ml nước muối sinh lý (0,85%) được tiệt trùng ở 12°C trong 20 phút. Lấy 1ml mẫu nước cho vào ống nghiệm chứa 9 ml lắc đều ta có nồng độ pha loãng 10<sup>-1</sup>, tiếp tục pha loãng đến nồng độ thích hợp sau đó đem ủ ở 80°C trong 20 phút. Dùng micropipete hút chính xác 0,1ml dung dịch vi khuẩn cho vào môi trường đĩa thạch chuyên biệt NA, dùng que trải đều cho khô hoàn toàn, thí nghiệm thực hiện trong điều kiện vô trùng. Các đĩa được mang đi ủ ở 28°C trong 24 giờ. Sau đó, đếm số khuẩn lạc trên đĩa petri (số khuẩn lạc nằm trong khoảng từ 20 - 200). Số lượng vi khuẩn được tính theo công thức:

$$\text{Đơn vị hình thành khuẩn lạc} = \text{Số khuẩn lạc} \times \text{độ pha loãng} \times 10 \text{ (CFU/mL)} \quad (3)$$

Mật độ vi sinh có trong chế phẩm ban đầu được tính theo công thức:

$$A = \frac{N}{n_1.V.f_1 + n_2.V.f_2 + n_3.V.f_3 + n_4.V.f_4 + n_5.V.f_5}, \text{CFU/mL} \quad (4)$$

Trong đó:

- A: Mật độ tế bào trên một đơn vị thể tích, CFU/mL.

- N: Tổng số khuẩn lạc đếm được trên các đĩa đã chọn, số khuẩn lạc.

- n<sub>i</sub>: Số đĩa theo nồng độ, đĩa.

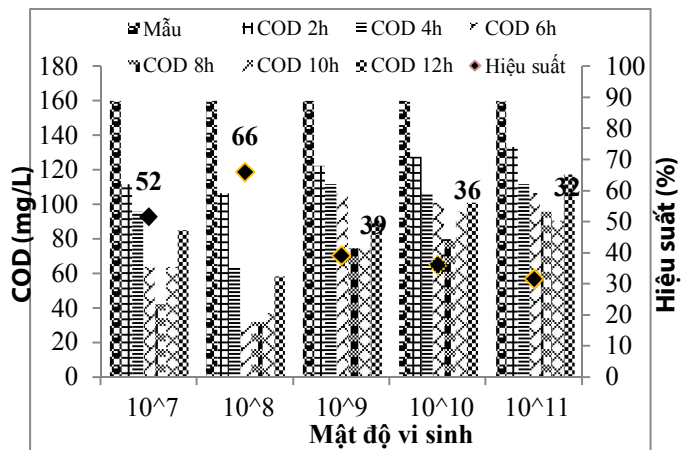
- V: Thể tích mẫu mang đi trải đĩa petri, mL.

- f: Nồng độ pha loãng tương ứng

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Xác định mật độ vi sinh và thời gian lưu phù hợp cho đối với nước thải sinh hoạt của ký túc xá Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. HCM**

Nước thải được chứa trong bình nhựa có thể tích 5L. Lần lượt cho mật độ vi sinh *Bacillus sp.* vào bình như sau: 10<sup>7</sup>, 10<sup>8</sup>, 10<sup>9</sup>, 10<sup>10</sup>, 10<sup>11</sup>, duy trì lượng MLSS trong khoảng 2500 - 3000 mg/L. Sau đó tiến hành sục khí cho mỗi bình sao cho nồng độ DO > 2 mgO<sub>2</sub>/L. Rồi đưa nước thải vào từng bình với nồng độ COD đầu vào là 160 mg/L. Cuối cùng, ta tiến hành lấy mẫu và phân tích các thông số sau các khoảng thời gian 2h, 4h, 6h, 8h, 10h. So sánh hiệu quả xử lý cũng như hàm lượng sinh khối tạo ra trong mỗi bình để chọn ra mật độ vi sinh thích hợp để vận hành mô hình. Sau 3 ngày chạy mô hình xác định mật độ vi sinh và thời gian lưu phù hợp, ta có kết quả thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Diễn biến nồng độ COD trung bình trong quá trình xác định mật độ vi sinh phù hợp

Kết quả thí nghiệm cho thấy ở mật độ vi sinh là 10<sup>7</sup> thì ở mốc thời gian từ 2h - 8h nồng độ COD giảm liên tục và giảm mạnh nhất từ 4h - 6h lúc này vi sinh đang ở pha tăng trưởng nên xử lý tốt chất ô nhiễm, sau thời gian từ 8h - 12h nồng độ COD tăng trở lại điều này là do lúc này vi sinh rơi vào pha suy vong và chết đi làm tăng nồng độ COD.

Còn bình có ở mật độ vi sinh 10<sup>8</sup> thời gian từ 2h - 8h nồng độ COD giảm liên tục và giảm mạnh nhất từ 2h - 4h - 6h do lúc này vi sinh đang trong pha tăng trưởng. Sau thời gian từ 6h - 8h nồng độ COD không đổi do mật độ vi sinh

trong thời điểm này đang trong giai đoạn ổn định và chất dinh dưỡng trong nước thải rất thấp. Nồng độ COD lại tăng lên từ 8h - 12h do vi sinh rơi vào pha suy vong và chết đi.

Ở bình có mật độ  $10^9$  thời gian từ 2h - 8h nồng độ COD giảm liên tục và giảm mạnh nhất từ 6h - 8h, do lúc này vi sinh đang trong pha tăng trưởng. Sau thời gian từ 8h - 10h nồng độ COD không đổi. Nồng độ COD lại tăng lên từ 10h - 12h do vi sinh rơi vào pha suy vong và chết đi.

Ở bình có mật độ  $10^{10}$  thời gian từ 2h - 8h nồng độ COD giảm liên tục và giảm mạnh nhất từ 6h - 8h do lúc này vi sinh đang trong pha tăng trưởng. Sau thời gian từ 8h - 12h nồng độ COD lại tăng trở lại do vi sinh rơi vào pha suy vong và chết đi.

Và bình có mật độ  $10^{11}$  thời gian từ 2h - 10h nồng độ COD giảm liên tục và giảm mạnh nhất từ 6h - 8h do lúc này vi sinh đang trong pha tăng trưởng. Sau thời gian từ 10h - 12h nồng độ COD lại tăng trở lại do vi sinh rơi vào pha suy vong và chết đi.

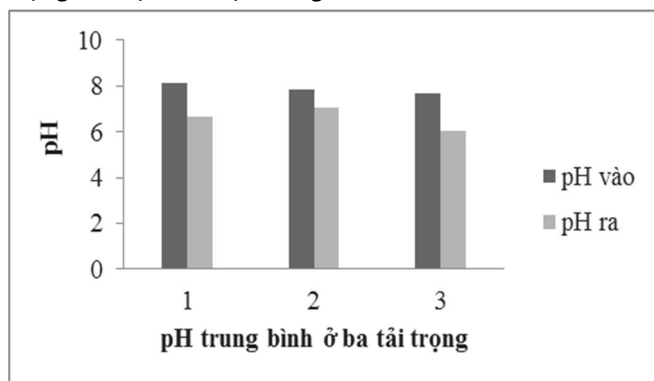
Trong 5 bình thì bình có mật độ  $10^8$  có hiệu suất xử lý COD là cao nhất. Từ 2h - 8h COD đầu ra giảm và đạt hiệu suất cao nhất là ở 4h, 6h, 8h tương ứng với nồng độ COD đầu ra là 64 mg/L, 32 mg/L, 32 mg/L. Sau 10h trở đi COD bắt đầu tăng trở lại. Từ kết quả thí nghiệm trên ta chọn thời gian lưu từ 4h, 6h, 8h và mật độ vi sinh  $10^8$  CFU/ml phù hợp cho vào mô hình Aerotank.

### 3.2. Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng phương pháp bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm sinh học *bacillus sp.*

Sau khi xác định được thời gian lưu và mật độ vi sinh thích hợp ta tiến hành vận hành mô hình với ba tải trọng lựa chọn là 0,48 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; 0,64 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; 0,96 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày để đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh học bằng phương pháp bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm sinh học *bacillus sp.* Các kết quả thu được cụ thể như sau:

#### 3.2.1. Chỉ số pH

Kết quả phân tích thông số pH đầu vào, đầu ra ở tải trọng 0,48 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày (tải trọng 1); 0,64 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày (tải trọng 2); 0,96 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày (tải trọng 3) được thể hiện trong hình 3.

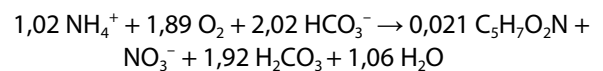
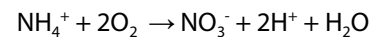


Hình 3. Giá trị pH trung bình ở ba tải trọng

Giá trị pH được kiểm tra trong suốt quá trình nghiên cứu, pH của nước thải đầu vào và đầu ra tương đối ổn định.

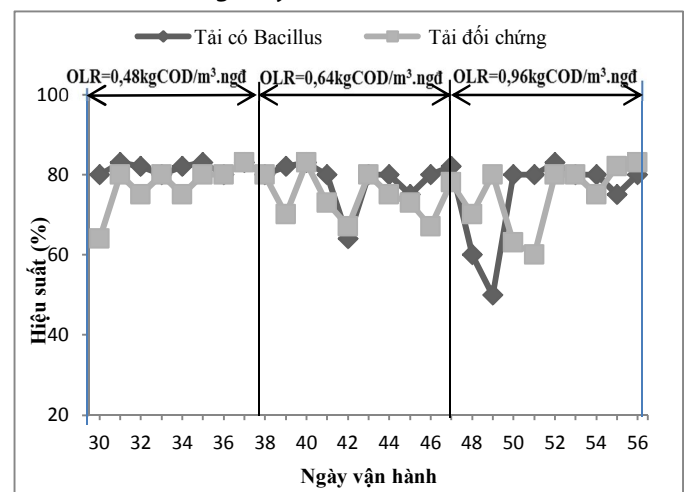
Từ hình 3 ta thấy giá trị pH trong nghiên cứu có sự thay đổi khi qua bể aerotank ở cả ba tải trọng. Giá trị pH đầu vào ở tải trọng 1 duy trì khoảng 7,49 - 8,3, ở tải trọng 2 là 7,31 - 8,07 và tải trọng 3 là 7,46 - 8,01. Mục đích duy trì pH đầu vào nằm trong khoảng 6,5 - 8,5 để tạo môi trường thuận lợi cho vi sinh vật sinh trưởng và phát triển.

Giá trị pH đầu ra ở tải trọng 1 khoảng 6,37 - 6,89; tải trọng 2 là 6,85 - 7,31 và tải trọng 3 là 6,47 - 7,32. Giá trị pH sau xử lý thấp hơn so với đầu vào chủ yếu là do trong bể aerotank xảy ra các phản ứng như: phản ứng nitrat hóa, tổng hợp tế bào mới và phân hủy chất hữu cơ. Và chính các quá trình này sinh ra ion H<sup>+</sup> làm giảm pH của nước:



Nhìn chung các giá trị pH đầu ra dao động khoảng này là đạt yêu cầu của QCVN 14:2008/BTNMT, cột B.

#### 3.2.2. Khả năng xử lý chất hữu cơ

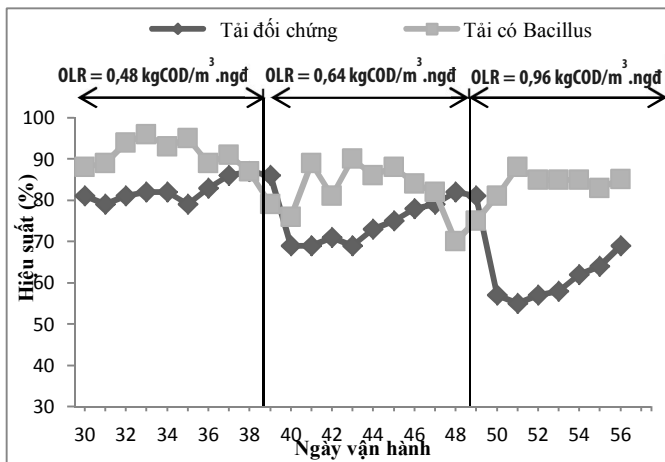


Hình 4. Hiệu suất xử lý BOD<sub>5</sub> ở ba tải trọng có bổ sung *bacillus sp.* và tải đối chứng

Từ hình 4 ta thấy, hiệu suất trung bình xử lý BOD<sub>5</sub> ở tải trọng có bổ sung chế phẩm *bacillus sp.* tương ứng là 81,5%, ở tải trọng 2 và 3 là 78 và 74%, trong khi đó ở các tải trọng đối chứng thì hiệu suất lần lượt là 77,4%; 74% và 74,8%. So sánh với hiệu suất ở các tải đối chứng có thành phần đầu vào giống như các tải trọng nghiên cứu chỉ không bổ sung chế phẩm *bacillus sp.* thì việc bổ sung chế phẩm đã làm tăng hiệu suất xử lý BOD<sub>5</sub> ở các tải 1 và 2. Riêng ở tải 3 hiệu suất trung bình không thay đổi thậm chí là có xu hướng giảm hơn so với không bổ sung chế phẩm nguyên nhân có thể là do mật độ vi sinh bổ sung chưa phù hợp với các tải trọng cao và lớn hơn 0,64 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày.

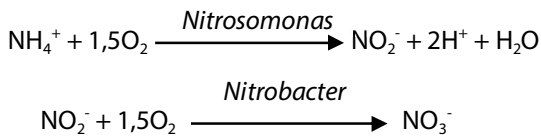
Nồng độ BOD đầu ra trung bình ở các tải 0,48 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày đêm là 26 mg/L ± 7,92, tải 0,64 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày đêm là 32 mg/L ± 8,755 và tải 0,96 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày đêm là 28 mg/L ± 8,137. Các giá trị này đều đạt tiêu chuẩn Việt Nam về nước thải sinh hoạt QCVN 14:2008/BTNMT, cột B.

3.2.3. Khả năng xử lý N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N - NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và TN



Hình 5. Hiệu suất xử lý N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ở ba tải trọng có bổ sung *bacillus sp.* và tài đối chứng

Tại bể aeroten do diễn ra quá trình nitrat hóa, các vi sinh vật như *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*... sử dụng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> thực hiện quá trình nitrat hóa chuyển thành NO<sub>3</sub><sup>-</sup> như phản ứng sau:

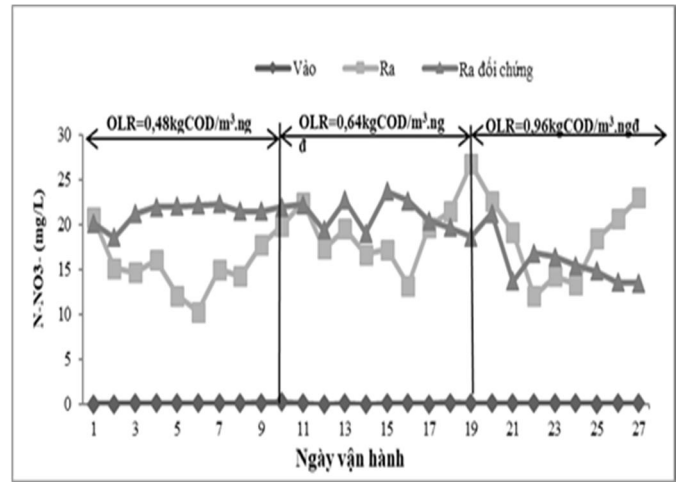


Ngoài ra, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> còn được hấp thụ một phần bởi sinh vật.

Ở tải trọng 1 nồng độ N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đầu vào, ra dao động lần lượt là 84,08 ± 6,997 mg/L và 8,038 ± 3,8 mg/L, hiệu quả xử lý trung bình đạt 90%. Ở tải trọng 2 nồng độ N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đầu vào, ra dao động lần lượt là 84,751 ± mg/L và 13,433 ± 4,128 mg/L, hiệu quả xử lý trung bình đạt 84%. Ở tải trọng 3 nồng độ N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đầu vào, ra dao động lần lượt là 83,452 ± 0,004 mg/L và 15,633 ± 4,432 mg/L, hiệu quả xử lý trung bình đạt 81%. Như vậy trong ba tải trọng nghiên cứu thì hiệu quả xử lý ở tải trọng 1 là cao nhất và thấp nhất là tải trọng 3. Điều này chứng tỏ rằng nồng độ N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đầu vào lớn sẽ dẫn đến sự quá tải đối với vi sinh vật nitrat hóa. So sánh các giá trị đầu ra với QCVN 14:2008/BTNMT, cột B. ở các tải trọng thì chỉ có tải trọng 1 (8,038 ± 3,8 mg/L) đạt yêu cầu.

So với tài đối chứng không bổ sung chế phẩm thì hiệu suất xử lý N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tương ứng là 82%, 74% và 65%. Kết quả này chứng tỏ chế phẩm *bacillus sp.* đã tham gia vào việc tăng hiệu suất của quá trình nitrat hóa trong bể aeroten.

Nước thải đầu vào có nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ở các tải trọng tương đối thấp và dao động từ 0,093 mg/L - 0,015 mg/L, do nước đầu vào có hàm lượng oxy hoà tan thấp. Khi vận hành thì giá trị N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tăng rồi lại giảm dần. Điều này là do kết quả của quá trình phản nitrat hóa nhờ hệ vi sinh vật trong chế phẩm *bacillus sp.* Sau đó nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lại tăng do vi khuẩn *Bacillus sp.* bắt đầu rơi vào pha suy vong, lúc này quá trình phản nitrat không xảy ra, các vi sinh vật hiếu khí tiếp tục phát triển trong bùn hoạt tính, quá trình nitrat hóa chiếm ưu thế hơn, nồng độ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tăng trở lại.

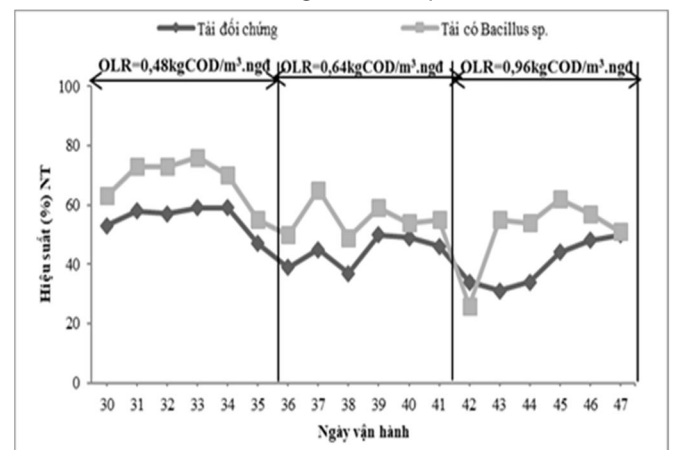


Hình 6. Nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ở ba tải trọng có bổ sung *bacillus sp.* và tài đối chứng

So sánh nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ở tài có bổ sung *Bacillus sp.* với tài đối chứng ta thấy tài có bổ sung chế phẩm sẽ giảm nhiều hơn điều này chứng tỏ *Bacillus sp.* đã tham gia vào quá trình phản nitrat làm cho nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm. Đây cũng chính là mục đích của việc bổ sung chế phẩm vào quá trình xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính như aeroten.

Nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trung bình sau xử lý ở các tải trọng 1, 2, và 3 lần lượt là 15,143 mg/L ± 3,039, 18,637 mg/L ± 2,823, 18,947 mg/L ± 4,947. Các nồng độ này đều nhỏ hơn rất nhiều so với ngưỡng giới hạn cho phép của QCVN 14:2008/BTNMT quy định mức A là 30 mg/L và mức B là 50 mg/L.

Ngoài N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> thì nhóm nghiên cứu cũng đã tiến hành khảo sát với tổng Nitơ, kết quả thể hiện ở hình 7.



Hình 7. Tổng Nitơ ở ba tải trọng có bổ sung *bacillus sp.* và tài đối chứng

Từ hình 7 ta thấy, hiệu suất ở những tài có bổ sung chế phẩm *bacillus sp.* so sánh với tài đối chứng thì tài 0,48 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày.đêm; tài 0,64 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày.đêm; tài 0,96 kgCOD/m<sup>3</sup>.ngày.đêm có hiệu suất lần lượt 68%; 55%; 49% lớn hơn hiệu suất ở những tài đối chứng với các giá trị lần lượt là 56%, 44%, 40%. Lí do giải thích cho hiện tượng này là lượng chế phẩm vi sinh *Bacillus sp.* có khả năng tổng hợp những enzym có khả năng thủy phân các hợp chất hữu cơ chứa Nitơ thành các axit amin và thực hiện quá trình khử amin, nitrat hóa đồng thời còn có khả năng thực hiện

quá trình phản nitrat hóa để khử  $\text{NO}_3^-$  thành  $\text{N}_2$  thoát ra ngoài làm giảm hàm lượng nitơ có trong nước thải so với tải đối chứng.

#### 4. KẾT LUẬN

Đã tiến hành đánh giá được hiệu quả xử lý của việc bổ sung chế phẩm sinh học *bacillus sp.* trong xử lý nước thải sinh hoạt ở ký túc xá. Cụ thể: Với nước thải nghiên cứu thì mật độ vi sinh là  $10^8$  CFU/mL, thời gian lưu thích hợp là 4h, 6h, 8h. Nhóm nghiên cứu đã vận hành mô hình thí nghiệm với 3 tải trọng 0,48 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; 0,64 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày; và 0,96 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày. Kết quả cho thấy tải trọng hữu cơ có hiệu quả xử lý cao nhất trong tất cả quá trình nghiên cứu là 0,48 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày kết quả đầu ra ở tải trọng này đều đạt QCVN 14:2008/BTNMT, cột B với các giá trị hiệu suất xử lý trung bình tương ứng như: 81,5% BOD<sub>5</sub>; 90% N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 68% Tổng Nitơ và đạt quy chuẩn cho phép về hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Những kết quả này đều phù hợp với những nghiên cứu trước đó có liên quan tới chủng *bacillus sp.* Còn ở tải trọng cao hơn thì chỉ có hàm lượng BOD<sub>5</sub> hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> đạt quy chuẩn. Như vậy nhóm vi khuẩn *Bacillus sp.* có khả năng làm giảm nồng độ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> có trong nước thải ở điều kiện hiếu khí. Đây là một kết quả quan trọng, có khả năng ứng dụng vào thực tiễn đó là sử dụng lượng một lượng chế phẩm sinh học thích hợp thay thế cho một bể thiếu khí để xử lý NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Như vậy mô hình bổ sung chế phẩm *bacillus sp.* vào bể aeroten chỉ phù hợp với nước thải sinh hoạt ở ký túc xá có tải trọng  $\leq 0,48$  kg COD/m<sup>3</sup>.ngày, những tải trọng cao hơn để xử lý triệt để các chất ô nhiễm theo quy chuẩn chúng ta cần bổ sung thêm bể thiếu khí.

Với nguồn nước thải được lấy làm thí nghiệm ở trên thì những kết quả thực nghiệm cho thấy chúng ta hoàn toàn có thể ứng dụng công nghệ này để xử lý hiệu quả nước thải sinh hoạt ở ký túc xá có hàm lượng ô nhiễm các chất hữu cơ dễ phân hủy có tải trọng  $\leq 0,48$  kg COD/m<sup>3</sup>.ngày.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. Nasr, 2010. *The effect of using microorganisms on sludge reduction in wastewater treatment plant*. Fourteenth International Water Technology conference, Cairo, Egypt, pp: 459 - 468.
- [2]. Cao Ngọc Điệp, Trần Thị Thưa, Hà Thanh Toàn, 2015. *Ứng dụng vi khuẩn chuyển hóa nitơ Pseudomonas stutzeri và vi khuẩn tích lũy polyphosphate Bacillus subtilis để loại bỏ đạm, lân trong quy trình xử lý nước thải giết mổ gia cầm*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Tập 37, trang 18 – 31.
- [3]. Demain, A. and Davies.J (eds.), 1999. *Manual of industrial microbiology and biotechnology*. ASM, Washington, DC.
- [4]. Hồ Thanh Tâm, Trần Hoài Phong, Cao Ngọc Điệp, 2014. *Ứng dụng vi khuẩn đồng tự vào xử lý nước thải chăn heo sau biogas ở đồng bằng sông Cửu Long: Quy mô tại phòng thí nghiệm và trại chăn nuôi heo*. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, kỳ 1, trang 56 – 65.
- [5]. Khắt Hữu Thanh, Bùi Văn Đạt, 2010. *Phân lập và tuyển chọn các chủng vi khuẩn Bacillus để tạo chế phẩm sinh học sử dụng trong nuôi trồng thủy sản*. Tạp chí Khoa học và công nghệ, Tập 48, Số 5, trang: 57 – 63.

[6]. Metcalf and Eddy, 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Fourth Edition, McGraw-Hill Inc.

[7]. Nguyễn Đức Lượng, Nguyễn Thị Thùy Dương, 2003. *Công nghệ sinh học môi trường - Tập 1: Công nghệ xử lý nước thải*. NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[8]. Trịnh Xuân Lai, 2011. *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*. NXB Xây dựng Hà Nội.

[9]. Vũ Thị Đình, Phan Thị Thu Nga, Hoàng Trung Doãn, Trần Liên Hà, 2018. *Phân lập, tuyển chọn chủng vi khuẩn chịu nhiệt độ cao, thích nghi dải pH rộng, có hoạt tính Cellulase cao và bước đầu ứng dụng xử lý nước thải nhà máy giấy*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 1, trang 3 - 10.