

## ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHẾ BIẾN THỦY SẢN SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ BÃI LỌC TRỒNG CÂY NGẬP NƯỚC

Đến tòa soạn 09-08-2022

Vũ Thị Bích Ngọc\*, Ngô Hồng Ánh Thu

Khoa Hóa học - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

\* Email: ngoc.vubich0684@gmail.com

### SUMMARY

#### TREATMENT OF SEAFOOD PROCESSING WASTEWATER BY A CONSTRUCTED WETLAND SYSTEM

*Constructed wetland system is one of the useful methods to remove organic pollutants in wastewater in general and in seafood processing wastewater in particular because it is cheap, easy to operate, and suitable for large areas. In this work, seafood processing wastewater after pretreatment was flowed through the constructed wetland system using sedge (Cyperus). The experimental results showed that the wastewater treatment efficiency is from 65 % to 90 %, especially the sharp reduction of N and COD amount. All parameters for assessing the pollution level of seafood processing wastewater after treatment are within the allowable standards according to QCVN 11 – MT:2015/BTNMT (column B) – National technical regulations on seafood wastewater when discharged into water.*

**Keywords:** constructed wetlands, seafood processing wastewater, sedge

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước thải trong quá trình chế biến thủy sản chứa hàm lượng các chất ô nhiễm cao, bao gồm các chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ và các hợp chất chứa nitơ... gây suy giảm nghiêm trọng chất lượng môi trường nước [1,2].

Để xử lý nước thải quá trình chế biến thủy sản, có khá nhiều phương pháp đã và đang được sử dụng, bao gồm các phương pháp cơ học, phương pháp hóa học và hóa lý, phương pháp sinh học và phương pháp sinh thái [3].

Phương pháp sinh thái có ưu điểm là đơn giản, dễ vận hành, tiêu tốn ít năng lượng, tránh được ô nhiễm thứ cấp [3]. Một trong các phương pháp sinh thái được ứng dụng nhiều trong xử lý nước thải là công nghệ bãi lọc trồng cây ngập nước (CW) do phương pháp này có khả năng xử lý nhiều loại nước thải nhờ hệ vi sinh vật và hệ thực vật tồn tại trong bãi lọc [4]. Quá trình chuyển hóa và xử lý chất ô nhiễm trong

bãi lọc trồng cây là do sự tương tác phức hợp giữa nhiều thành phần cấu tạo nên nó như: cát đá, vùng rễ, nước mao quản, nước, không khí, thực vật, rễ, vi sinh vật. Sự đan xen các thành phần tạo nên các điều kiện oxy hoá khử khác nhau (kỵ khí, hiếu khí, thiếu khí) của hệ vi sinh vật tồn tại trong bãi lọc. Nhờ đó, tạo ra sự phân hủy đa dạng và loại bỏ dần các chất ô nhiễm [4-7]. Các nghiên cứu khác tại Đức, Thái Lan, Cộng hòa Séc [5], Thụy Sĩ, Bồ Đào Nha, Trung Quốc, Hoa Kỳ [6], Thổ Nhĩ Kỳ [7] cho thấy bên cạnh việc xử lý có hiệu quả các chất ô nhiễm hữu cơ và vô cơ, bãi lọc trồng cây còn có thể loại bỏ vi sinh vật gây bệnh trong nước thải sinh hoạt và nước thải đô thị; xử lý phân bùn bể phốt và xử lý nước thải công nghiệp, nước rò rỉ bãi rác... Không những thế, thực vật từ bãi lọc trồng cây còn có thể được chế biến, sử dụng làm phân bón cho đất, làm bột giấy, và là nguồn năng lượng thân thiện với môi trường.

Ở Việt Nam, sử dụng công nghệ bãi lọc trồng cây trong xử lý môi trường chủ yếu mới chỉ trong giai đoạn thử nghiệm, các nghiên cứu liên quan mới chỉ dừng để xử lý nước thải sinh hoạt, nước thải đô thị... với mục đích chính là khử nitơ và các chất hữu cơ [8]. Các kết quả cho thấy hiệu quả khử chất hữu cơ và nitrat bằng phương pháp bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng lần lượt là 95 %; 90 % và gần 90 % cặn lơ lửng [9].

Nước thải chế biến thủy sản khi chưa qua tiền xử lý thường có hàm lượng muối cao và chứa hàm lượng chất hữu cơ và nitơ cao [3]. Chính vì vậy, trước khi đưa vào bãi lọc trồng cây, nước thải cần phải trải qua quá trình tiền xử lý với mục đích giảm thiểu hàm lượng các chất gây ô nhiễm và loại bỏ một phần các chất rắn lơ lửng kích thước lớn để tránh gây tắc dòng chảy dưới bề mặt nước.

Loài thực vật được sử dụng trong bãi lọc cần phải có sẵn tại địa phương, thường là những loại cây hoang dại, có sức sống mãnh liệt, vòng đời ngắn, bộ rễ nhiều, khỏe, vừa có khả năng xử lý nước thải, vừa có thể thu hoạch để sử dụng sinh khối phục vụ nhu cầu dân sinh, có thể tránh được nguồn ô nhiễm thứ cấp, lại có thêm kinh tế và phát triển nghề thủ công truyền thống với nguồn nguyên liệu thân thiện môi trường [10]. Vì vậy, bài báo đã lựa chọn cây cỏ (thuộc chi cỏ *Cyperus*) để xây dựng hệ thống bãi lọc trồng cây quy mô phòng thí nghiệm nhằm khảo sát, đánh giá khả năng xử lý nước thải thủy sản. Sau khi ổn định hệ thống xử lý, tiến hành phân tích các thông số liên quan tới chất lượng nước thải nhằm đánh giá hiệu quả xử lý của bãi lọc.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

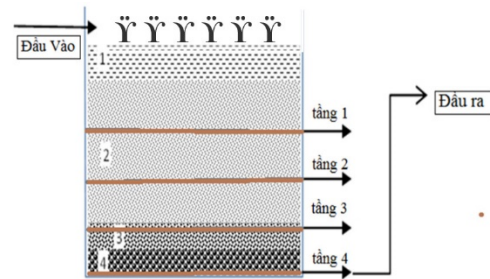
Nước thải chế biến thủy sản bài báo sử dụng được lấy từ bể thu gom nước thải tại Xí nghiệp chế biến xuất khẩu thủy sản 2 – Quảng Ninh.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Mô hình thí nghiệm bãi lọc trồng cây dòng chảy thẳng đứng

Quá trình thực nghiệm được tiến hành trên thiết bị pilot quy mô phòng thí nghiệm mô phỏng bãi lọc trồng cây kiểu thẳng đứng được

thiết kế dựa trên sở tay bãi lọc trồng cây [4], thiết kế như hình 1.



Hình 1. Mô hình thí nghiệm bãi lọc trồng cây dòng chảy thẳng đứng

Bãi lọc có hình khối chữ nhật, chiều dài 1,50 m, chiều rộng 0,75 m, chiều cao 1,00 m với tổng thể tích bãi lọc là 1,125 m<sup>3</sup>.

Phía trên bãi lọc được trồng cây cỏ chiếu (*Cyperus tegetiformis* Roxb.) hay còn gọi là cây cỏ nước (thuộc chi cỏ *Cyperus*) có nguồn gốc từ cửa sông Chanh, huyện Yên Hưng, tỉnh Quảng Ninh. Cây cỏ là một trong những loại cây được trồng chủ yếu ở các tỉnh, thành phố ven biển, là cây chịu mặn và cần có độ mặn thích hợp để đảm bảo quá trình sinh trưởng và phát triển, cây cỏ lại có khả năng hút chất dinh dưỡng rất mạnh để sinh trưởng tạo sinh khối, hàm lượng đạm thích hợp trong nguồn nước còn giúp cây sinh trưởng mạnh, thân cao, to, đẻ nhánh nhiều, năng suất tăng rõ rệt. Bên cạnh việc được dùng để dệt chiếu cỏ, để sản xuất các hàng thủ công mỹ nghệ đem lại hiệu quả kinh tế cho người dân; cây cỏ còn được sử dụng để làm thuốc chữa bệnh [5].

Phía bên trong bãi lọc được thiết kế gồm 4 lớp vật liệu được thực hiện ở điều kiện tự nhiên: Lớp trên cùng (tầng 1) là lớp cát vàng pha cát đen (tỉ lệ 1:1) dày 30 cm – đây là lớp vật liệu vừa để loại bỏ các chất rắn lơ lửng còn sót lại sau quá trình tiền xử lý, vừa là nơi tạo điều kiện cho vi sinh vật hiếu khí - thiếu khí và yếm khí phát triển, phân hủy các hợp chất hữu cơ, cung cấp nguồn dinh dưỡng (chứa nhiều N, P, K, ...) cho cây cỏ sinh trưởng. Do đó, yêu cầu cây cỏ phải được trồng ngập trong nước thải khoảng 10 - 12 cm). Tại lớp trên cùng này, cỏ được trồng với mật độ 18 x 20 cm, mỗi khóm 5 nhánh, độ sâu khi trồng 3 – 5 cm [5]. Lớp giữa (tầng 2) là lớp cát vàng có chiều dày 30 cm, tại

đây chủ yếu xảy ra quá trình xử lý yếm khí tiếp tục phân giải các chất hữu cơ, vô cơ còn lại từ tầng 1. Tầng 3 (lớp sát đáy - lớp sỏi nhỏ có đường kính từ 1,0 đến 1,5 cm) dày 10 cm và tầng 4 (lớp đáy - lớp sỏi to có đường kính từ 2,5 đến 3,0 cm) dày 10 cm là nơi tiếp tục diễn ra quá trình xử lý yếm khí các chất còn lại. Hai tầng đáy này còn có vai trò lớn trong việc loại bỏ các chất rắn lơ lửng, vừa là giá đỡ cho các lớp vật liệu phía trên tạo ra khung đỡ giúp quá trình vệ sinh bãi lọc được thuận tiện hơn. Dung tích nước có thể chứa trong bãi lọc khoảng 250 L.

Nguyên tắc vận hành của bãi lọc được mô tả như sau: nước thải thu gom từ nhà máy chế biến thủy sản, sau quá trình tiền xử lý sẽ được cấp liên tục vào bãi lọc. Theo kết quả khảo sát từ một số tài liệu tham khảo [3, 6, 7, 11] ; Với hệ tiền xử lý chỉ xử lý bằng phương pháp lọc cơ học kết hợp với 1 trong 2 phương pháp là yếm khí hoặc hiếu khí để nước thải thủy sản sau tiền xử lý có hàm lượng các chất ô nhiễm như COD, BOD<sub>5</sub> và các hợp chất nitơ phù hợp để đưa vào bãi lọc thì thời gian tiền xử lý thường kéo dài 12 – 15 ngày. Trong bài báo này đã sử dụng hệ tiền xử lý với 4 bậc là: lọc cơ học, yếm khí, hiếu khí và lắng kết quả thu được thời gian tiền xử lý giảm còn 48 giờ (2 ngày). Nước thải đưa vào bãi lọc có tốc độ dòng chảy 6 L/giờ; thể tích bể hiếu khí là 198 L, thể tích bể lắng là 60 L, thời gian lưu mẫu trong hệ thống bãi lọc là 48 giờ (bao gồm 5 giờ xử lý yếm khí, 33 giờ xử lý hiếu khí và 10 giờ lưu trong bể lắng). Trong khoảng 1 tháng đầu, cần thiết phải theo dõi, đánh giá sự phát triển của cây còi (thông qua sự phát triển chiều cao và quá trình đẻ nhánh của cây). Khi cây bắt đầu đẻ nhánh (đánh dấu sự phát triển), cũng là lúc cây bén rễ và ổn định, lên kế hoạch lấy mẫu để phân tích các thông số đánh giá chất lượng nước thải sau xử lý.

#### **2.2.2. Các thông số đánh giá chất lượng nước thải**

- pH được xác định theo TCVN 6492:2011
- Hàm lượng COD được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6492-1999;
- Hàm lượng BOD<sub>5</sub> được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6419-1999;

- Hàm lượng N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6178-1996;
- Hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6180-1996;
- Hàm lượng N-Tổng Nitơ được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6638-2000;
- Hàm lượng P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6182-1996;
- Hàm lượng P-Tổng Photpho phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 6202-2008.

Lấy mẫu phân tích đồng thời ở 4 vị trí thiết kế tương ứng với 4 tầng vật liệu theo thiết kế Hình 1.

### **3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

#### **3.1. Đặc trưng nước thải chế biến thủy sản sau quá trình tiền xử lý**

Mẫu nước thải sau khi thu gom được đưa qua thiết bị tiền xử lý, đem phân tích các thông số đánh giá chất lượng nước trước và sau tiền xử lý. Kết quả đánh giá được thể hiện trên bảng 1. Kết quả thực nghiệm cho thấy nước thải chế biến thủy sản sau khi lấy từ nhà máy về có hàm lượng các chất ô nhiễm khá cao so với QCVN 11 - MT:2015/BTNMT (cột B) – Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải thủy sản (xả ra nguồn nước không được sử dụng cho mục đích sinh hoạt) và không phù hợp để đưa luôn vào bãi lọc. Vì vậy, nước thải này cần thiết phải đưa qua hệ thống tiền xử lý.

Quá trình xử lý nước thải trong hệ thống tiền xử lý được thực hiện như sau: Nước thải chế biến thủy sản (chứa chủ yếu là các hợp chất hữu cơ dễ phân hủy (đặc biệt là các hợp chất giàu Nitơ và Photpho), sau bước lọc cơ học đã loại bỏ được rác và các phụ phẩm còn sót lại trong quá trình chế biến. Sau khi qua quá trình xử lý yếm khí, các chất ô nhiễm hữu cơ sẽ bị phân hủy thành các chất dễ hòa tan hơn trong nước (5 giờ). Sau quá trình yếm khí, nước thải tiếp tục được xử lý hiếu khí với bùn hoạt tính ở thời gian lưu đủ lớn (33 giờ tùy lượng chất thải), bước này đã oxy hóa hầu hết các chất gây ô nhiễm về dạng vô cơ đơn giản, làm giảm đáng kể lượng COD, BOD<sub>5</sub> và một số chỉ tiêu khác trong nước thải. Bước cuối cùng trong hệ tiền xử lý chính là lắng và lọc bùn hoạt tính (10 giờ), khiến giảm thêm lượng cặn lơ lửng (TSS)

cũng như hàm lượng một số chất gây ô nhiễm bị hấp thụ bởi bùn hoạt tính.

Như vậy, sau khi qua hệ thống tiền xử lý, các chỉ số ô nhiễm trong nước thải chế biến thủy

sản đã thay đổi và phù hợp để tiếp tục đưa vào bãi lọc.

*Bảng 1. Giá trị các thông số đánh giá chất lượng nước thải trước và sau quá trình tiền xử lý*

| STT | Chỉ tiêu                                  | Đơn vị | Mẫu nước thải ban đầu | Mẫu nước thải sau tiền xử lý (dẫn vào bãi lọc) | QCVN 11 - MT:2015/BTNMT (Cột B) |
|-----|-------------------------------------------|--------|-----------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1   | pH                                        | -      | 6 – 8                 | 6 - 8                                          | 5,5 – 9,0                       |
| 2   | COD                                       | mg/L   | 1350 – 2500           | 400 - 550                                      | 150                             |
| 3   | BOD <sub>5</sub>                          | mg/L   | 600 – 1000            | 200 - 250                                      | 50                              |
| 4   | TSS                                       | mg/L   | 300 – 600             | 50 - 70                                        | 100                             |
| 5   | Amoni (N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )  | mg/L   | 30 – 70               | 30 - 50                                        | 20                              |
| 6   | Nitrit (N- NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) | mg/L   | 3 – 5                 | 5 - 8                                          | -                               |
| 7   | Nitrat (N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | mg/L   | 2 – 9                 | 5 - 10                                         | -                               |
| 8   | N - Tổng Nito                             | mg/L   | 140 – 200             | 90 - 150                                       | 60                              |
| 9   | P - Tổng Photpho                          | mg/L   | 10 – 20               | 6 - 15                                         | 6                               |

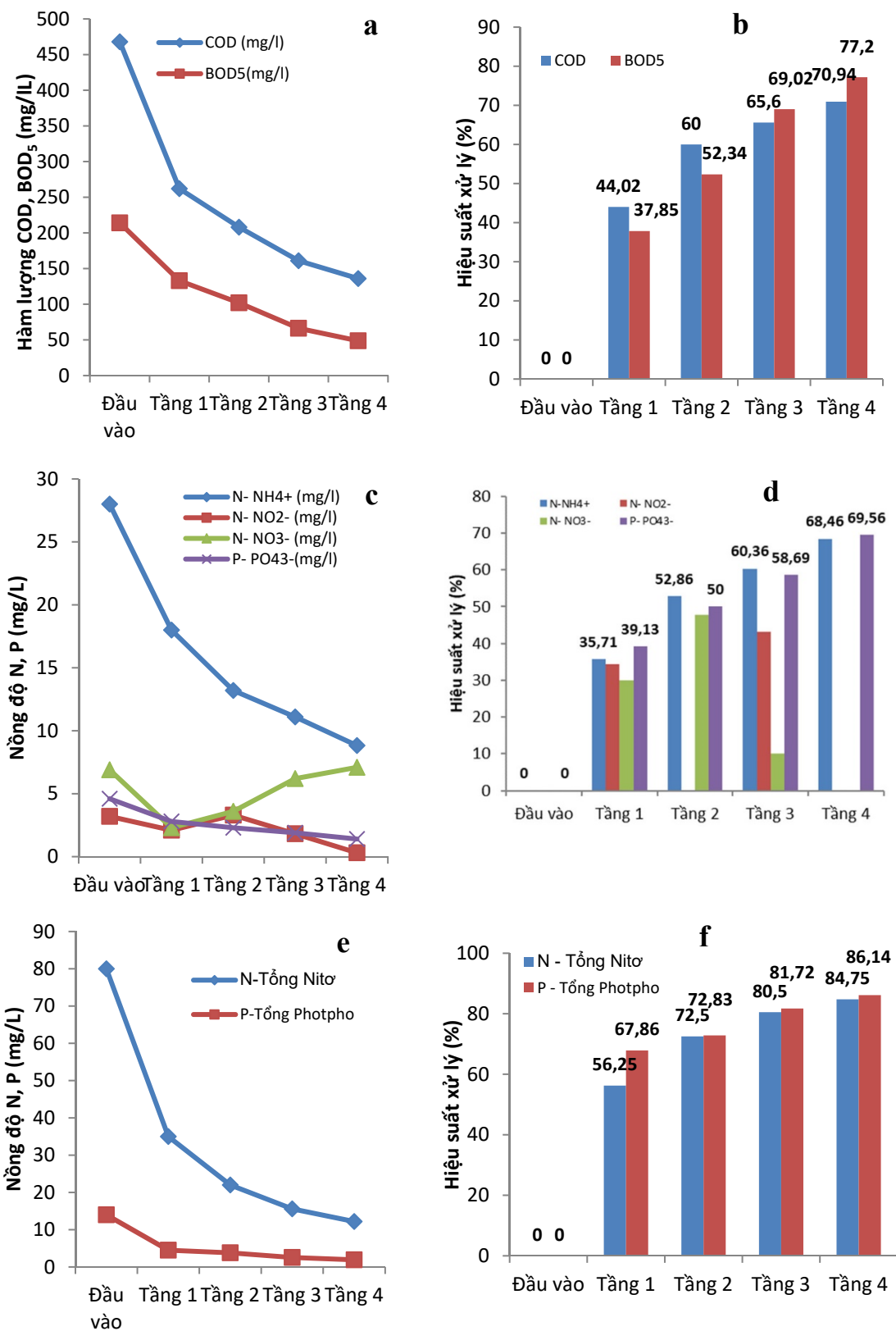
### 3.2. Đặc trưng nước thải chế biến thủy sản sau khi đưa vào bãi lọc trồng cây

Nước thải chế biến thủy sản thực tế có hàm lượng COD cao, sau quá trình tiền xử lý trong 48 giờ, hàm lượng COD đã giảm còn 468 mg/L, phù hợp đưa vào bãi lọc trồng cây. Trải qua quá trình vận hành để thăm thực vật (cây

cói chiếu) và hệ vi sinh vật thích nghi và phát triển tự nhiên trong bãi lọc. Khi tiến hành thực nghiệm, cây cói đang trong thời kỳ phát triển và đẻ nhánh. Quá trình khảo sát và đánh giá khả năng xử lý nước thải của bãi lọc trồng cây cói được thể hiện trên Bảng 2 và Hình 2.

*Bảng 2. Giá trị các thông số đánh giá chất lượng nước thải sau xử lý bằng bãi lọc trồng cây cói chiếu*

| Tầng - độ sâu bãi lọc<br>Chỉ tiêu (mg/L) | Nước thải đầu vào bãi lọc | Tầng 1 (Sâu 30 cm dưới thảm cói) | Tầng 2 (T1 + 30 cm) | Tầng 3 (T1 + 40 cm) | Tầng 4 (T1 + 50 cm) | QCVN 11 - MT:2015/BTNMT (Cột B) | Hiệu suất xử lý (%) |
|------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| pH                                       | 7,6                       | 7,5                              | 7,6                 | 7,8                 | 7,5                 | 5,5 – 9,0                       | -                   |
| COD (mg/L)                               | 468                       | 262                              | 208                 | 161                 | 136                 | 150                             | <b>70,94</b>        |
| BOD <sub>5</sub> (mg/L)                  | 214                       | 123                              | 102                 | 66,3                | 48,7                | 50                              | <b>77,20</b>        |
| N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)   | 28                        | 18                               | 13,2                | 11,1                | 8,83                | 100                             | <b>68,46</b>        |
| N- NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)   | 5,90                      | 3,10                             | 3,20                | 1,82                | 0,31                | 20                              | -                   |
| N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)   | 6,9                       | 2,3                              | 3,6                 | 6,2                 | 7,1                 | -                               | -                   |
| P- PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)  | 4,6                       | 2,8                              | 2,3                 | 1,9                 | 1,4                 | -                               | <b>69,56</b>        |
| N - Tổng Nito(mg/L)                      | 80,0                      | 35,0                             | 22,0                | 15,6                | 12,2                | 60                              | <b>84,75</b>        |
| P- Tổng Photpho(mg/L)                    | 14,00                     | 4,50                             | 3,80                | 2,56                | 1,92                | 6                               | <b>86,14</b>        |



Hình 2. Hiệu suất xử lý các chất hữu cơ (COD, BOD<sub>5</sub>) (a, b); amoni, nitrit, nitrat và photphat (c, d); tổng Nitơ và tổng Photpho (e, f) của bãi lọc trồng cây ngập nước với thực vật là cây cỏ nước (thuộc chi cỏ *Cyperus*)

Kết quả thực nghiệm trên Bảng 2 và Hình 2 cho thấy: Sau khi đi qua tầng 1, hàm lượng các chất gây ô nhiễm đều giảm tương đối mạnh, điển hình như COD (giảm 44,02 %), BOD<sub>5</sub> (giảm 37,85 %) (Hình 2b) , N-Tổng Nitơ (giảm 56,25%) và P-Tổng Photpho (giảm 67,86 %) (Hình 2f), bên cạnh đó, một số chỉ tiêu đánh giá sự chuyển hóa Nitơ ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ) cũng đều có xu hướng giảm mạnh.

Điều này có thể giải thích là tại tầng 1 do tiếp xúc trực tiếp với không khí, một lượng oxy nhất định đã được hòa tan vào nước thải. Tầng 1 là nơi phần thân cây cói ngập trong nước, cũng là nơi cư trú khá lý tưởng của hệ vi sinh vật bao gồm các loại vi khuẩn hiếu khí ở trên bề mặt nước tiếp xúc với không khí, vi sinh vật hô hấp tùy tiện điển hình như *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*..., phía dưới cùng của tầng 1 chủ yếu là các vi sinh vật yếm khí như *Anammox*...[11-13]. Chính vì vậy, tại tầng 1, sự oxy hóa và chuyển hóa các hợp chất hữu cơ diễn ra rất nhanh và mạnh mẽ, tạo ra các hợp chất vô cơ và hữu cơ dễ hòa tan mà cây cói có thể hấp thu tốt. Bên cạnh đó, lúc này là thời kỳ cây cói đã thích nghi với môi trường sống đang phát triển và bắt đầu đẻ nhánh, bộ rễ của cây đã ăn sâu xuống tầng 1 nên cây cần hấp thu rất nhiều dinh dưỡng để sinh trưởng và phát triển. Chính những lí do trên đã làm giảm đáng kể hàm lượng các chất gây ô nhiễm có trong nước thải. Điều này càng khẳng định sự phát triển của thảm thực vật nói chung, hay của cây cói nước nói riêng đóng vai trò hết sức quan trọng trong hệ thống bãi lọc trồng cây ngập nước.

Theo dõi hiệu quả xử lý nước thải đối với các tầng tiếp theo trong bãi lọc cho thấy: Hiệu suất xử lý các chất gây ô nhiễm tiếp tục tăng dần qua từng tầng, nhưng không tăng cao như ở tầng 1 (Theo dõi hiệu quả xử lý các chất gây ô nhiễm qua Hình 2b, 2d và 2f). Điều này có thể giải thích là do nước thải được xử lý qua thảm thực vật và tầng 1, khi ngấm xuống tầng thứ 2 rồi đến tầng 3 - lớp vật liệu tương đối sâu và

tầng 4 là lớp vật liệu cuối cùng trong hệ thống bãi lọc; tại các tầng 2, 3 và 4 đã xảy ra quá trình sinh học yếm khí, các vi khuẩn yếm khí hoạt động rất mạnh đã phân giải các hợp chất hữu cơ còn lại trong nước thải thành các dạng dễ hòa tan hơn. Phần lớn tại các tầng này diễn ra quá trình chuyển hóa của nhóm Nitơ ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ). Hiệu suất xử lý amoni theo từng tầng khá ổn định, có xu thế giảm nhẹ nhưng tại đầu ra (8,83 mg/L) vẫn đảm bảo dưới mức tiêu chuẩn loại B theo QCVN11MT:2015/BTNMT (Cột B). Hiệu suất xử lý Nitrit của bãi lọc khá cao (đạt 90,3 %); quá trình xử lý của bãi lọc trồng cây khá tốt do có hai nguyên nhân chính: một là do lượng oxy được vận chuyển theo đường rễ cây của thảm thực vật đã tiếp tục oxy hóa  $\text{NO}_2^-$  lên  $\text{NO}_3^-$  để cây hấp thu được, hai là nhóm vi khuẩn *Anammox* có khả năng chuyển hóa 50 %  $\text{NH}_4^+$  và 50 %  $\text{NO}_2^-$  tạo thành khí nitơ; lượng nitrit ( $\text{N-NO}_2^-$ ) trong nước thải đầu ra là 0,31 mg/L. Khác với nitrit, quá trình chuyển hóa nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) biến đổi không ổn định, tuy nhiên, hàm lượng nitrat ở mức thấp, không ảnh hưởng đến chất lượng nước đầu ra. Hàm lượng Photphat (tổng) tại các tầng đều nhỏ hơn giới hạn cho phép QCVN11-MT-2015/BTNMT (cột B) – quy chuẩn về nước thải thủy sản 6,0 mg/L. Tại tầng thứ 4, vẫn tiếp tục xảy ra quá trình sinh học yếm khí như tầng 2 và tầng 3. Chính vì vậy, nước thải sau khi cho qua hệ thống bãi lọc (đầu ra tại điểm lấy mẫu tầng 4) đều có hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm khá cao.

#### 4. KẾT LUẬN

Nước thải chế biến thủy sản sau khi qua hệ thống tiền xử lý được đưa vào bãi lọc trồng cây ngập nước dòng chảy thẳng đứng có thảm thực vật là cây cói nước (thuộc chi cói *Cyperus*) cho hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm khá cao. Cụ thể, hiệu suất xử lý COD đạt 70,90 %, xử lý BOD<sub>5</sub> đạt 77,20 %, N- $\text{NH}_4^+$  đạt 68,46 %, N- $\text{NO}_2^-$  đạt 90,30 %, P- $\text{PO}_4^{3-}$  đạt 69,56 %, N-Tổng Nitơ đạt 84,75 %, P- Tổng Photpho đạt

86,14 %. Tất cả các chỉ tiêu đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải đều nằm trong quy chuẩn cho phép theo QCVN 11-MT:2015/BTNMT (cột B) – Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải thủy sản.

### LỜI CẢM ƠN

Công trình này nhận được sự hỗ trợ tài chính từ đề tài TN.21.10 (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội).

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P. Sohsalam, A.J. Englande, S. Sirianuntapiboon, (2008). Seafood wastewater treatment in constructed wetland: Tropical case. *Bioresource technology*, **99**, 1218-1224.
- [2] R. Mendez, J.M. Lema, M. Soto, (1995). Treatment of Seafood-Processing Wastewaters in Mesophilic and Thermophilic Anaerobic Filters. *Water Environment Research*, **67** (1), 33-45.
- [3] J. Tay, K. Show, Y. Hung, (2016). Taylor & Francis Group, LLC Seafood Processing Wastewater Treatment.
- [4] A.K. Tibaijuka, (2008). United Nations Human Settlements Programme, Constructed Wetland Manual.
- [5] N.Đ. Cảnh, N.V. Hùng, N.T. Phíp, Đ.X. Mùi, (2012). Kỹ thuật thâm canh còi, NXB Viện nghiên cứu và phát triển ngành nghề nông thôn Việt Nam (VIRI).
- [6] C. Lynette, W.D. John, M.R. John, G.P. Kemp, (2000). An economic analysis of using wetlands for treatment of shrimp processing wastewater — a case study in Dulac. *Ecological Economics*, **33** (1), 93-101.
- [7] K. Skrzypiec, M.H. Gajewska, (2017). The use of constructed wetlands for the treatment of industrial wastewater. *Journal of water and land development*, **34**, 233-240.
- [8] T.T. Nga, V.T.K. Hằng, (2010). Hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi bằng cây rau ngổ và cây lục bình. *Tạp chí Khoa học Đất*, **34**, 26-30.
- [9] Viện Hóa học – Viện khoa học Công nghệ Việt Nam, (2004). Nghiên cứu xử lý nước thải ô nhiễm chất hữu cơ bằng bèo tây. *Tạp chí Công nghiệp Hóa chất*, **11**, 6-10.
- [10] T.L. Hùng, T.T.T. Hương, L.T. Anh, V.T.B. Ngọc, (2013). Nghiên cứu lựa chọn cây trồng cho bãi lọc trồng cây ngập nước. *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **17** (1), 29-31.
- [11] U. Stottmeister, A. Wießner, P. Kuschk, U. Kappelmeyer, M. Kästner, O. Bederski, R.A. Müller, H. Moormann, (2003). Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. *Advanced Biotech*, **22** (1-2), 93-117.
- [12] T.L. Hùng, V.Đ. Phương, L.T. Anh, H.V. Hà, V.T.B. Ngọc, N. Xaybouangeum, (2013). Nghiên cứu sự chuyển hóa các chất dinh dưỡng trong bãi lọc trồng cây ngập nước. *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **17** (1), 25-28.
- [13] V.T.K. Oanh, T.L. Hùng, V.T.B. Ngọc, N.V. Hung, (2012). Nghiên cứu xử lý Amoni trong nguồn nước ngầm bằng vi khuẩn *Annamox*. *Tạp chí Hóa học*, **50** (1), 40-43.