

# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT CỦA MỘT SỐ LOÀI THỰC VẬT

Nguyễn Thị Kim Ngân<sup>(1)</sup>, Phạm Thị Mỹ Trâm<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Trường Đại Học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 10/4/2017; Ngày gửi phản biện 16/4/2017; Chấp nhận đăng 26/5/2017

Email: tramptm@tdmu.edu.vn

## Tóm tắt

Cây hoa sen (*Nelumbo nucifera*), hoa súng (*Nymphaea stellata*), trầu bà (*Epipremnum aureum*), phát tài (*Dracaena fragrans*) được nuôi trong môi trường nước thải trong 5 tuần để khảo sát khả năng xử lý và khả năng sinh trưởng. Kết quả cây phát tài có khả năng xử lý và sinh trưởng rất tốt trong môi trường nước thải sinh hoạt với hiệu suất xử lý chất rắn lơ lửng (SS), nhu cầu oxy sinh hóa ( $BOD_5$ ), phosphat ( $PO_4^{3-}$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ) lần lượt là: 75,81%; 78,57%; 97,54%; 56,14% và thời gian phát triển tốt nhất là ở tuần thứ 4. Cây phát tài được chọn để tiến hành khảo sát ở các nồng độ ô nhiễm khác nhau trong môi trường nước thải sinh hoạt (75% nước thải sinh hoạt + 25% nước cất, 50% nước thải sinh hoạt + 50% nước cất) cho thấy ở nghiệm thức 50% nước thải + 50% nước cất thời gian lưu ở tuần thứ 4 cho hiệu suất xử lý các thông số chất lượng nước (SS,  $BOD_5$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$ ) cao nhất lần lượt là: SS (84,62%),  $BOD_5$  (75,58%),  $PO_4^{3-}$  (97,92%),  $NO_3^-$  (79,21%).

**Từ khóa:** cây hoa sen, cây hoa súng, cây trầu bà, cây phát tài, nước thải sinh hoạt

## Abstract

### RESEARCH ON THE CAPACITY OF WASTEWATER TREATMENT OF SOME TYPES OF PLANTS

Lotus Bloom (*Nelumbo nucifera*), Water Lily (*Nymphaea stellata*), Epipremnum Aureum, Air Plant (*Dracaena fragrans*) were cultured in wastewater environment in 5 weeks to examine the possibility treat settle and the possibility for growth. The results show that, trees are able to handle and develop very well in the environment of domestic waste water with the processor performance of floating solids (SS), phosphate ( $PO_4^{3-}$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ) respectively: 75,81%; 78,57%; 97,54%; 56,14% and developed the best time is in the 4th week. Next, air plant was selected to conduct surveys at different concentrations of pollutants in the domestic effluent (75% domestic wastewater +25% distilled water, 50% domestic wastewater + 50% distilled water) seen at experimental 50% domestic wastewater + 50% distilled water retention time at week 4 for the performance of water quality parameters (SS,  $BOD_5$ ,  $PO_4^{3-}$ ) the highest turn is: SS (84,62%),  $BOD_5$  (75,58%),  $PO_4^{3-}$  (97,92%).

## 1. Giới thiệu

Xử lý nước thải bằng thực vật đã và đang được áp dụng nhiều nơi trên thế giới với ưu điểm giá thành rẻ, dễ vận hành đồng thời mức độ xử lý ô nhiễm cao. Đây là công nghệ xử lý nước thải trong điều kiện tự nhiên, thân thiện với môi trường đồng thời làm tăng giá trị đa dạng sinh học, cải tạo cảnh quan môi trường, hệ sinh thái địa phương.

Hoa sen (*Nelumbo nucifera*) là cây thủy sinh, cây cảnh hoa, thường được trồng trong nước, thuộc họ *Nelumbonaceae* [3]. Bộ rễ của hoa sen có khả năng chuyển các vật chất trong nước lên lá nhận ánh sáng mặt trời để tạo ra chất hữu cơ và tạo sinh khối. Hoa súng hay cây bông súng, huệ nước có tên khoa học là *Nymphaea lotus* Linn [3]. Hoa súng là cây thủy sinh, cây cảnh hoa, thường được trồng trong nước. Hoa súng là cây thân rễ bò dài trong bùn, lá to nổi trên mặt nước. Bộ rễ của hoa súng có khả năng chuyển các vật chất trong nước lên lá nhận ánh sáng mặt trời để tạo ra chất hữu cơ và tạo sinh khối. Trầu bà có tên khoa học là *Epipremnum aureum* [3], là cây thân thảo leo, thân tròn mập mang nhiều rễ khí sinh, bò dài hoặc buông xuống trên các chậu treo. Tốc độ sinh trưởng của cây trầu bà khá nhanh. Trầu bà giúp có khả năng hút được khí độc từ máy vi tính, loại bỏ chất gây ung thư formaldehydes và nhiều chất hóa học dễ bay hơi khác. Cây phát tài tên khoa học là *Dracaena fragrans* [3], tác dụng thanh lọc không khí, là loài cây sinh trưởng tốt trong cả điều kiện ánh sáng yếu hoặc có nồng độ cacbonic dày, hiệu suất quang hợp cao nên rất hữu hiệu trong việc làm sạch không khí, cải thiện môi trường sống, môi trường làm việc bị ô nhiễm. Ở bài báo này, chúng tôi bổ sung thêm kết quả khảo sát khả năng xử lý nước thải sinh hoạt của cây hoa sen *Nelumbo nucifera*, hoa súng (*Nymphaea stellata*), trầu bà (*Epipremnum aureum*), phát tài (*Dracaena fragrans*) nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt ở các đô thị bằng thực vật.

## 2. Vật liệu và phương pháp

**Thu nhận mẫu nước** (áp dụng theo tiêu chuẩn TCVN 5999:1995): Vị trí lấy mẫu cách bờ kênh 2m, ở độ sâu 50cm so với bề mặt nước hồ chứa. Thời gian lấy mẫu từ 7h30 – 10h30. Thể tích mẫu nước ban đầu 15 lít/ 1 bể (số lượng bể nuôi trồng ban đầu là 12 bể). Mẫu thực vật thủy sinh: hoa sen (*Nelumbo nucifera*), hoa súng (*Nymphaea stellata*), trầu bà (*Epipremnum aureum*), phát tài (*Dracaena fragrans*). Trọng lượng tươi ban đầu: 200g/1 bể.

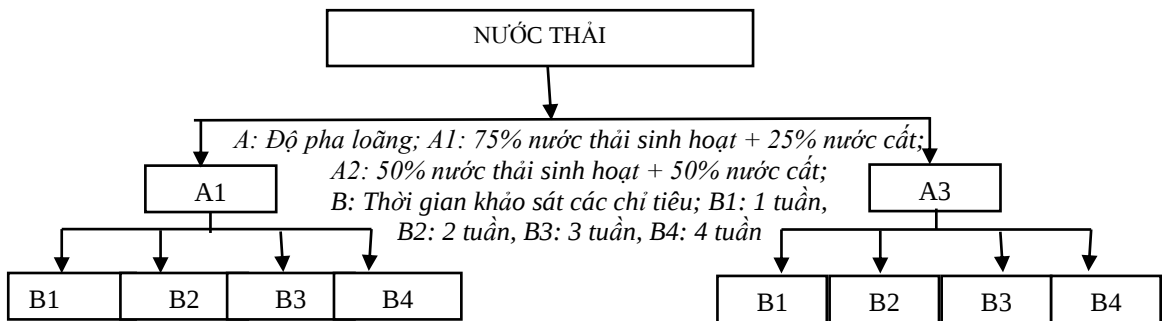
**Thí nghiệm 1: Khảo sát khả năng sinh trưởng và xử lý của một số loài thực vật trong môi trường nước thải sinh hoạt:** 4 loài thực vật khảo sát sẽ được nuôi trong các thùng xốp với mật độ ban đầu là 200g/1 bể. Với các nghiệm thức: nghiệm thức 1 (NT1): cây trầu bà + nước thải; nghiệm thức 2 (NT2): cây hoa sen + nước thải; nghiệm thức 3 (NT3): cây phát tài + nước thải; nghiệm thức 4 (NT4): cây hoa súng + nước thải. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Các chỉ tiêu theo dõi được phân tích tại phòng thí nghiệm: (1) Chỉ tiêu sinh trưởng là: sự tăng sinh khối của từng loài. Dựa trên trọng lượng tươi của các mẫu thí nghiệm (cân trọng lượng tươi mỗi tuần), xác định đường cong sinh trưởng của các loài TV. (2) Chỉ tiêu đầu vào là: pH, SS, BOD,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  trong nước thải sinh hoạt. Các chỉ tiêu này được phân tích trước khi tiến hành thí nghiệm. Chỉ tiêu đầu ra là: pH, SS, BOD,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  trong nước thải sinh hoạt. Các chỉ tiêu này được phân tích mỗi tuần và theo dõi trong 5 tuần. Sau khi xác định được các chỉ tiêu của mỗi loài thực vật, tiến hành so sánh về sự sinh trưởng và khả năng xử lý nước của 4 loài thực vật ta chọn ra 1 loài có khả năng sinh trưởng và xử lý tốt nhất trong nước thải để tiến hành khảo sát khả năng xử lý nước thải ở các nồng độ khác nhau trong thí nghiệm 2.

**Thí nghiệm 2: Khảo sát khả năng xử lý của thực vật ở các nồng độ ô nhiễm khác nhau của nước thải sinh hoạt:** Sau khi xác định được loại cây có khả năng sống và xử lý tốt nhất ở thí nghiệm 1, tiến hành nuôi thực vật trong các nồng độ ô nhiễm khác nhau của nước thải sinh hoạt với sơ đồ bố trí thí nghiệm 2 như hình 1. Tiến hành:

- 75% nước thải sinh hoạt + 25% nước cất được tiến hành thí nghiệm với nghiệm thức: ĐC-1: đối chứng được tiến hành như mẫu thật nhưng không cho thực vật vào. Nghiệm thức 75% nước thải sinh hoạt + 25% nước cất + 200g thực vật.

- 50% nước thải sinh hoạt + 50% nước cất được tiến hành thí nghiệm với nghiệm thức: ĐC-2: đối chứng được tiến hành như mẫu thật nhưng không cho thực vật vào. Nghiệm thức: 50% nước thải sinh hoạt + 50% nước cất + 200g thực vật

Với các chỉ tiêu theo dõi được phân tích tại phòng thí nghiệm như sau: Chỉ tiêu đầu vào là: SS, BOD,  $\text{PO}_4^{3-}$  trong nước thải sinh hoạt. Các chỉ tiêu này được phân tích trước khi tiến hành thí nghiệm 2. Chỉ tiêu đầu ra là: SS, BOD,  $\text{PO}_4^{3-}$  trong nước thải sinh hoạt. Các chỉ tiêu này được phân tích mỗi tuần và theo dõi trong 4 tuần. Mỗi nghiệm thức được thực hiện 3 lần.



**Hình 1:** Sơ đồ bố trí thí nghiệm 2

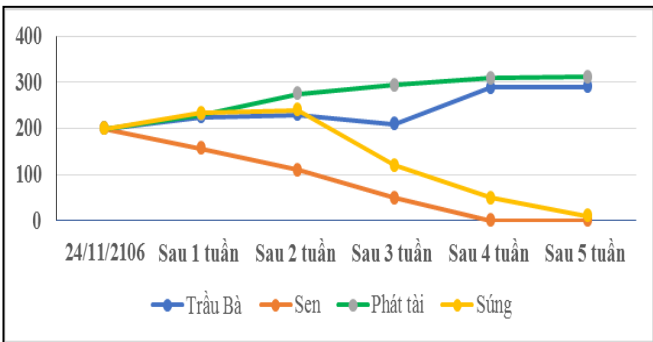
**Phương pháp xử lý số liệu:** Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel.

### 3. Kết quả và thảo luận

**3.1. Thí nghiệm 1:** Khảo sát khả năng sinh trưởng và xử lý của một số loài thực vật trong môi trường nước thải sinh hoạt

**Trọng lượng tươi:** Các loài thực vật thủy sinh bao gồm: cây hoa sen, cây hoa súng, cây phát tài, cây trầu bà được nuôi trong 5 tuần để ghi nhận khả năng tồn tại và phát triển lâu dài trong môi trường nước thải sinh hoạt. Kết quả thí nghiệm được trình bày trong hình 2.

**Hình 2.** Đường cong sinh trưởng của các loài thực vật



**Hình 3.** Cây phát tài sau 4 tuần nuôi trong nước thải

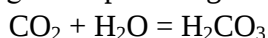
Bể nước thải chứa cây phát tài này có màu trong hơn so với màu nước ban đầu, có lẽ đến tuần thứ 4 thì mới đủ thời gian để các chất rắn lơ lửng lắng xuống đáy và đủ để các loài thực vật thủy sinh thực hiện quá trình hấp thụ các chất thải có trong nước. Cây phát tài sinh trưởng ổn định trong một thời gian khá dài.

• pH

**Bảng 1. Sự biến động pH**

| NT              | Tuần 1   | Tuần 2   | Tuần 3   | Tuần 4   | Tuần 5   |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1(Cây trầu bà)  | 6,7±0,04 | 6,5±0,1  | 6,6±0,04 | 6,7±0,04 | 6,8±0,04 |
| 2(Cây hoa sen)  | 6,5±0,1  | 6,4±0,04 | 6,7±0,05 | 6,6±0,05 | 6,4±0,04 |
| 3(Cây phát tài) | 6,6±0,05 | 6,8±0,05 | 6,7±0,1  | 6,8±0,08 | 6,9±0,05 |
| 4(Cây hoa súng) | 6,8±0,08 | 6,7±0,08 | 6,6±0,04 | 6,8±0,08 | 6,4±0,05 |

CO<sub>2</sub> có trong nước phản ứng với nước tạo ra H<sup>+</sup> và bicarbonate làm giảm pH của nước theo cơ chế:



Do thực vật thủy sinh quang hợp hấp thụ CO<sub>2</sub> nhanh hơn lượng CO<sub>2</sub> tạo ra từ quá trình hô hấp của thực vật nên chúng phải lấy CO<sub>2</sub> từ sự chuyển hóa HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (2HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> → CO<sub>2</sub> + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O) làm pH tăng nhẹ [14]. Theo bảng 1, ta thấy pH có sự tăng nhẹ ở nghiệm thức 1 (cây trầu bà) và nghiệm thức 3 (cây phát tài). Điều này do cây trầu bà, cây phát tài và các loại tảo trong các bể nước hấp thụ khí CO<sub>2</sub> cho quá trình quang hợp đã làm pH của nước tăng lên. Còn các nghiệm thức còn lại là cây hoa sen và cây hoa súng do quá trình sinh trưởng không tốt cây chết dần nên quá trình hô hấp diễn ra chậm, lượng CO<sub>2</sub> được hấp thụ ít nên CO<sub>2</sub> có trong nước phản ứng với nước tạo ra H<sup>+</sup> và bicarbonate làm giảm pH.

• Chất rắn lơ lửng (SS)

**Bảng 2. Hàm lượng chất rắn lơ lửng (SS) (mg/l)**

| NT              | Ban đầu | Tuần 5 | Hiệu suất |
|-----------------|---------|--------|-----------|
| 1(Cây trầu bà)  | 62±1,2  | 16±0,8 | 74,19%    |
| 2(Cây hoa sen)  | 62±1,2  | 67±0,8 | -8%       |
| 3(Cây phát tài) | 62±1,2  | 15±0,8 | 75,81%    |
| 4(Cây hoa súng) | 62±1,2  | 60±0,4 | 3,23%     |

Từ bảng 2, ta có thể thấy cây phát tài có khả năng làm giảm hàm lượng chất rắn lơ lửng cao nhất với hiệu suất 75,81%, tiếp đó là cây trầu bà (74,19%), cây hoa súng (3,22%) và thấp nhất là cây hoa sen (-8%). Như vậy, hàm lượng chất rắn lơ lửng giảm đi là do sự lắng nhờ trọng lực cùng với sự phân hủy của vi sinh vật và thực vật đóng vai trò quan trọng trong quá trình loại bỏ các chất rắn. Ngoài ra, trong quá trình xử lý các bể chứa cây phát tài và cây trầu bà khả năng thích nghi cao, sống tốt nên hình thành rễ cây mang rất nhiều điện tích nên có khả năng hấp thụ một lượng lớn các chất rắn lơ lửng có trong nước thải. Còn cây hoa sen và cây hoa súng do không thích nghi được với môi trường sống, cây chết phân rã vào trong môi trường làm hàm lượng chất rắn lơ lửng tăng.

• Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD<sub>5</sub>)

**Bảng 3. Hàm lượng oxy sinh hóa (BOD<sub>5</sub>) (mg/l)**

| NT             | Ban đầu  | Tuần 5 | Hiệu suất |
|----------------|----------|--------|-----------|
| 1(Cây trầu bà) | 140±1,41 | 39±0,9 | 72,14%    |
| 2(Cây hoa sen) | 140±1,41 | 81±0,5 | 42,14%    |

|                 |          |        |        |
|-----------------|----------|--------|--------|
| 3(Cây phát tài) | 140±1,41 | 30±0,8 | 78,57% |
| 4(Cây hoa súng) | 140±1,41 | 73±0.9 | 47,85% |

Từ bảng 3, ta thấy với hàm lượng BOD<sub>5</sub> đầu vào tương đối cao 140 mg/l. Sau quá trình xử lý hầu hết các cây đều làm giảm lượng BOD<sub>5</sub> với hiệu suất khá cao. Trong đó cao nhất là cây phát tài với hiệu suất 78,57%, tiếp đó là cây trầu bà (72,14%), cây hoa súng (47,85%) và cuối cùng là cây hoa sen (42,14%). Hàm lượng BOD<sub>5</sub> ở các bể cây trầu bà và cây phát tài đều giảm. Nguyên nhân là do cây phát triển nên đã sử dụng lượng chất thải làm nguồn thức ăn để cây phát triển. Song song đó, do cây hoa sen và cây hoa súng bắt đầu chết vào tuần thứ 3 nên làm tăng hàm lượng BOD<sub>5</sub>. Đồng thời, cây chết phân rã làm tăng lượng chất hữu cơ trong nước làm BOD<sub>5</sub> tăng.

#### • Phosphat ( $PO_4^{3-}$ )

Cũng giống như nitơ, photpho là một nguyên tố quan trọng đối với sự phát triển của thực vật và vi sinh vật. Việc thải chất dinh dưỡng này với nồng độ cao vào môi trường tự nhiên làm tăng sự phát triển của tảo và dẫn đến hiện tượng phú dưỡng hóa trong các hồ và sông suối. Sau thời gian thí nghiệm, hàm lượng của phosphat được trình bày trong bảng 4.

**Bảng 4. Hàm lượng phosphat ( $PO_4^{3-}$ ) (mg/l)**

| NT              | Ban đầu   | Tuần 5    | Hiệu suất |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 1(Cây trầu bà)  | 1,96±0,03 | 0,12±0,01 | 93,88%    |
| 2(Cây hoa sen)  | 1,96±0,03 | 2,45±0,03 | - 25%     |
| 3(Cây phát tài) | 1,96±0,03 | 0,05±0,04 | 97,45%    |
| 4(Cây hoa súng) | 1,96±0,03 | 1,25±0,03 | 36,22%    |

Trong nước thải, phosphat giảm đi nhờ thực vật thủy sinh và vi sinh vật trong nước hấp thụ để tồn tại và phát triển vì photpho cũng là chất dinh dưỡng cần thiết cho sự phát triển của chúng. Ở thực vật, hàm lượng photpho được cây hấp thụ ở dạng khác nhau như  $HPO_4^{2-}$  và  $H_2PO_4^-$ . Bể chứa cây phát tài cho hiệu quả xử lý cao hơn các bể còn lại. Bể 2 (cây hoa sen) do quá trình sinh trưởng thấp cây hoa sen chết làm tăng lượng chất hữu cơ dẫn đến nồng độ  $PO_4^{3-}$  tăng cao sau tuần thứ 2. Còn bể 1 (cây trầu bà) và bể 3 (cây phát tài), do quá trình sinh trưởng của cây tốt các thực vật thủy sinh và vi sinh vật trong nước hấp thụ làm cho nồng độ  $PO_4^{3-}$  giảm. Hiệu suất cao nhất ở bể 3 (cây phát tài) là 97,45%.

#### • Nitrat ( $NO_3^-$ )

Nitơ là thành phần của protein và acid nucleic trong tế bào vi sinh vật, động vật và thực vật. Nhưng nếu hàm lượng nitơ trong nước quá cao sẽ gây độc, ảnh hưởng đến động thực vật và con người. Ngoài ra hàm lượng nitơ quá cao khi thải ra môi trường ngoài sẽ gây hiện tượng phú dưỡng hóa. Do vậy, cần loại bỏ hàm lượng N trong nước trước khi thải ra môi trường.

**Bảng 5. Hàm lượng Nitrat ( $NO_3^-$ ) (mg/l)**

| NT              | Ban đầu   | Tuần 5    | Hiệu suất |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 1(Cây trầu bà)  | 1,71±0,02 | 0,57±0,03 | 66,67%    |
| 2(Cây hoa sen)  | 1,71±0,02 | 6,57±0,04 | -         |
| 3(Cây phát tài) | 1,71±0,02 | 0,75±0,03 | 56,14%    |
| 4(Cây hoa súng) | 1,71±0,02 | 6,45±0,02 | -         |

Theo bảng 3.5, khả năng loại bỏ nitrat của cây trầu bà, cây phát tài là khá tốt với hiệu suất xử lý nitrat lần lượt là: 66,67%, 56,14% so với các cây còn lại. Riêng bể chứa cây hoa sen và cây hoa súng do cây không thích nghi được và chết nên làm tăng lượng chất hữu cơ trong bể dẫn đến hàm lượng nitrat tăng khá cao. Nitrat là chất dinh dưỡng mà thực vật và các loài tảo

trong nước có thể sử dụng để tăng trưởng và cung cấp một môi trường sống tốt cho vi khuẩn tăng cường quá trình nitrat hóa và khử nitơ. Ngược lại, sự phân hủy của sinh khối thực vật có thể làm giảm hiệu quả loại bỏ này. Như vậy, qua kết quả thí nghiệm cho thấy có lẽ môi trường nước thải sinh hoạt đã gây ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của một số loài thực vật thủy sinh. Do đó, tùy vào khu vực nước thải và hệ sinh thái của khu vực đó thì cần lựa chọn loài thực vật thủy sinh thích hợp cho quy trình xử lý nước. Qua thí nghiệm 1, chọn được loài thực vật là phát tài để tiến hành thí nghiệm 2 và thời gian lưu nước thích hợp nhất là sau 4 tuần do đến tuần thứ 5 các chỉ tiêu xử lý cho kết quả ổn định, tương tự như tuần thứ 4 và đến tuần thứ 4 quá trình xử lý hầu như đã đạt theo tiêu chuẩn QCVN 14:2008/BTNMT.

**3.2. Thí nghiệm 2:** Khảo sát khả năng xử lý nước thải sinh hoạt ở các nồng độ ô nhiễm khác nhau của cây phát tài

3.2.1. Kết quả đo một số chỉ tiêu hóa lý trong môi trường chứa 75% nước thải sinh hoạt và 25% nước cất

- Chất rắn lơ lửng (SS)

**Bảng 6.** Hàm lượng SS ở nghiệm thức chứa 75% nước thải sinh hoạt và 25% nước cất

| NT   | Tuần 0 | Tuần 4 | Hiệu suất sau 4 tuần |
|------|--------|--------|----------------------|
| ĐC-1 | 95±0,6 | 47±1   | 50,53%               |
| NT1  | 95±0,6 | 15±1   | 84,21%               |

Từ bảng 3.6, cho thấy hàm lượng chất rắn lơ lửng (SS) giảm dần sau 4 tuần xử lý. Điều đó cho thấy rằng cây phát tài có khả năng xử lý hàm lượng chất rắn lơ lửng trong môi trường chứa 75% nước thải sinh hoạt và 25% nước cất. Theo kết quả kiểm định Anova (phụ lục 8) cho thấy, ở nghiệm thức (sample):  $F_{TN} = 3141,69 > F_{LT} = 4,35$  nên hàm lượng SS giữa NT1 và ĐC-1 khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 95%, ở các tuần (columns):  $F_{TN} = 2670,74 > F_{LT} = 2,87$  nên hàm lượng SS giữa các tuần khác nhau có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa 95%. Như vậy, hàm lượng chất rắn lơ lửng (SS) có sự giảm dần qua các tuần trong quá trình xử lý với hiệu suất xử lý sau 4 tuần ở NT1 là 84,21%.

- Nhu cầu oxy sinh hóa ( $BOD_5$ )

**Bảng 7.** Hàm lượng ( $BOD_5$ ) (mg/l) ở nghiệm thức chứa 75% nước thải sinh hoạt và 25% nước cất

| NT   | Tuần 0  | Tuần 4 | Hiệu suất sau 4 tuần |
|------|---------|--------|----------------------|
| ĐC-1 | 124±0,4 | 78±0,4 | 37,09%               |
| NT1  | 124±0,4 | 35±0,8 | 71,77%               |

Từ bảng 7, cho thấy hàm lượng  $BOD_5$  giảm dần sau 4 tuần xử lý. Điều đó cho thấy rằng cây phát tài có khả năng xử lý hàm lượng  $BOD_5$  trong môi trường chứa 75% nước thải sinh hoạt và 25% nước cất. Theo kết quả kiểm định Anova (phụ lục 9) cho thấy, ở nghiệm thức (sample):  $F_{TN} = 6539,10 > F_{LT} = 4,35$  nên hàm lượng  $BOD_5$  giữa NT1 và ĐC-1 khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 95%; ở các tuần (columns):  $F_{TN} = 3769,90 > F_{LT} = 2,87$  nên hàm lượng  $BOD_5$  giữa các tuần khác nhau có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa 95%. Như vậy, hàm lượng  $BOD_5$  có sự giảm dần qua các tuần trong quá trình xử lý với hiệu suất xử lý sau 4 tuần ở NT1 là 71,77%.

- Phosphat ( $PO_4^{3-}$ )

**Bảng 8.** Hàm lượng ( $PO_4^{3-}$ ) (mg/l) ở nghiệm thức chứa 75% nước thải sinh hoạt và 25% nước cát

| NT   | Tuần 0    | Tuần 4    | Hiệu suất sau 4 tuần |
|------|-----------|-----------|----------------------|
| ĐC-1 | 2,15±0,05 | 2,1±0,05  | 2,33%                |
| NT1  | 2,15±0,05 | 0,09±0,01 | 95,81%               |

Từ bảng 3.8, cho thấy hàm lượng  $PO_4^{3-}$  giảm dần sau 4 tuần xử lý. Điều đó cho thấy rằng cây phát tãi có khả năng xử lý hàm lượng  $PO_4^{3-}$  trong môi trường chứa 75% nước thải sinh hoạt và 25% nước cát. Theo kết quả kiểm định Anova (Phụ lục 10) cho thấy, ở nghiệm thức (sample):  $F_{TN} = 5442,01 > F_{LT} = 4,35$  nên hàm lượng  $PO_4^{3-}$  giữa NT1 và ĐC-1 khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 95%; ở các tuần (columns):  $F_{TN} = 384,92 > F_{LT} = 2,87$  nên hàm lượng  $PO_4^{3-}$  giữa các tuần khác nhau có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa 95%. Như vậy, hàm lượng  $PO_4^{3-}$  có sự giảm dần qua các tuần trong quá trình xử lý với hiệu suất xử lý sau 4 tuần ở NT1 là 95,81%.

3.2.2. Kết quả đo một số chỉ tiêu hóa lý trong môi trường chứa 50% nước thải sinh hoạt và 50% nước cát

- Chất rắn lơ lửng (SS)

**Bảng 9.** Hàm lượng SS ở nghiệm thức chứa 50% nước thải sinh hoạt và 50% nước cát

| NT   | Tuần 0 | Tuần 4 | Hiệu suất sau 4 tuần |
|------|--------|--------|----------------------|
| ĐC-2 | 65±0,4 | 39±0,4 | 40%                  |
| NT2  | 65±0,4 | 10±0,4 | 84,62%               |

Từ bảng 9, cho thấy hàm lượng chất rắn lơ lửng (SS) giảm dần sau 4 tuần xử lý. Điều đó cho thấy rằng cây phát tãi có khả năng xử lý hàm lượng chất rắn lơ lửng trong môi trường chứa 50% nước thải sinh hoạt và 50% nước cát. Theo kết quả kiểm định Anova (phụ lục 13) cho thấy, ở nghiệm thức (sample):  $F_{TN} = 1305,94 > F_{LT} = 4,35$  nên hàm lượng SS giữa NT2 và ĐC-2 khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 95%; ở các tuần (columns):  $F_{TN} = 702,23 > F_{LT} = 2,87$  nên hàm lượng SS giữa các tuần khác nhau có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa 95%. Như vậy, hàm lượng chất rắn lơ lửng (SS) trung bình có sự giảm dần qua các tuần trong quá trình xử lý với hiệu suất xử lý sau 4 tuần ở NT2 là 84,62%.

- Nhu cầu oxy sinh hóa ( $BOD_5$ )

**Bảng 10.** Hàm lượng ( $BOD_5$ ) (mg/l) ở nghiệm thức chứa 50% nước thải sinh hoạt và 50% nước cát

| NT   | Tuần 0 | Tuần 4 | Hiệu suất sau 4 tuần |
|------|--------|--------|----------------------|
| ĐC-2 | 86±0,8 | 54±1   | 37,21%               |
| NT2  | 86±0,8 | 21±1   | 75,58%               |

Từ bảng 10, cho thấy hàm lượng  $BOD_5$  giảm dần sau 4 tuần xử lý. Điều đó cho thấy rằng cây phát tãi có khả năng xử lý hàm lượng  $BOD_5$  trong môi trường chứa 50% nước thải sinh hoạt và 50% nước cát. Theo kết quả kiểm định Anova (phụ lục 14) cho thấy, ở nghiệm thức (sample):  $F_{TN} = 1717,39 > F_{LT} = 4,35$  nên hàm lượng  $BOD_5$  giữa NT2 và ĐC-2 khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 95%; ở các tuần (columns):  $F_{TN} = 761,58 > F_{LT} = 2,87$  nên hàm lượng  $BOD_5$  giữa các tuần khác nhau có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa 95%. Như vậy, hàm lượng  $BOD_5$  có sự giảm dần qua các tuần trong quá trình xử lý với hiệu suất xử lý sau 4 tuần ở NT2 là 75,58%.

• Phosphat ( $PO_4^{3-}$ )

**Bảng 3.11.** Hàm lượng ( $PO_4^{3-}$ ) (mg/l) ở nghiệm thức chứa 50% nước thải sinh hoạt và 50% nước cất

| NT   | Tuần 0    | Tuần 4    | Hiệu suất sau 4 tuần |
|------|-----------|-----------|----------------------|
| ĐC-2 | 1,92±0,02 | 1,21±0,04 | 36,98%               |
| NT2  | 1,92±0,02 | 0,04±0,02 | 97,92%               |

Từ bảng 11, cho thấy hàm lượng  $PO_4^{3-}$  giảm dần sau 4 tuần xử lý. Điều đó cho thấy rằng cây phát tài có khả năng xử lý hàm lượng  $PO_4^{3-}$  trong môi trường chứa 50% nước thải sinh hoạt và 50% nước cất. Theo kết quả kiểm định Anova (phụ lục 15) cho thấy, ở nghiệm thức (sample):  $F_{TN} = 6787,44 > F_{LT} = 4,35$  nên hàm lượng  $PO_4^{3-}$  giữa NT2 và ĐC-2 khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 95%; ở các tuần (columns):  $F_{TN} = 3185,52 > F_{LT} = 2,87$  nên hàm lượng  $PO_4^{3-}$  giữa các tuần khác nhau có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa 95%. Như vậy, hàm lượng  $PO_4^{3-}$  có sự giảm dần qua các tuần trong quá trình xử lý với hiệu suất xử lý sau 4 tuần ở NT2 là 97,92%.

#### 4. Kết luận

Cây phát tài có khả năng sống tốt trong môi trường nước thải sinh hoạt. Kết quả thí nghiệm cho thấy cây phát tài có thể được sử dụng để xử lý nước thải sinh hoạt với hiệu quả xử lý chất rắn lơ lửng (SS), nhu cầu oxy sinh hóa ( $BOD_5$ ), phosphat ( $PO_4^{3-}$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ) lần lượt là: 75,58%, 78,57% và 97,45%, 56,14%. So sánh khả năng xử lý nước thải của cây phát tài ở các nồng độ ô nhiễm khác nhau (75% nước thải + 25% nước cất, 50% nước thải + 50% nước cất cho thấy ở nghiệm thức 50% nước thải + 50% nước cất) với thời gian lưu ở tuần thứ 4 cho hiệu suất xử lý cao nhất hiệu suất lần lượt là: SS (84,62%),  $BOD_5$  (75,58%),  $PO_4^{3-}$  (97,92%).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Đức Lượng, Nguyễn Thị Thùy Dương (2003), *Công nghệ sinh học môi trường*, NXB Đại học Quốc gia TP HCM.
- [2] Phạm Hoàng Hộ (1999), *Cây cỏ Việt Nam (tập 1, 2, 3)*, NXB Trẻ.
- [3] Trần Văn Tựa (2012), "Nghiên cứu công nghệ sinh thái sử dụng thực vật thủy sinh trong xử lý nước phú dưỡng ở quy mô pilot về khả năng loại bỏ yếu tố phú dưỡng môi trường nước của một số loại thực vật thủy sinh điển hình tại Việt Nam", Tạp chí Khoa học và Công nghệ (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam).
- [4] Rouf Ahmad Shah, D.M. Kumawat, Nihal Singh and Khursheed Ahmad Wani (2010), *Water hyacinth (eichhornia crassipes) as a remediation tool for dye-effluent pollution*, The International Journal Of Science And Nature, Vol.1(2).
- [5] Thong chai Kanabkaew and Udomphon Puetpaiboon (2004), *Aquatic plants for domestic wastewater treatment: Lotus (Nelumbo nucifera) and Hydrilla (Hydrillaverticillata) systems*, Songklanakarin. J. Sci. Technol, 26(5).