

So sánh, đánh giá khả năng xử lý chất ô nhiễm dinh dưỡng bằng cây cỏ sậy (*Phragmites australis* L.) và vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.)

Nguyễn Minh Kỳ^{1,*}, Nguyễn Công Mạnh², Phan Văn Minh², Nguyễn Tri Quang Hưng¹, Phan Thái Sơn³, Nguyễn Anh Đức^{1,4}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên, trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

²Trung tâm Nghiên cứu Công nghệ môi trường và Quản lý Tài nguyên thiên nhiên, trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

³Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh

⁴Ủy ban Nhân dân huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An

Liên hệ

Nguyễn Minh Kỳ, Khoa Môi trường và Tài nguyên, trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

Email: nmky@hcmuaf.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 16-3-2019
- Ngày chấp nhận: 09-9-2019
- Ngày đăng: 06-6-2020

DOI: 10.32508/stdjns.v4i2.702



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả so sánh và đánh giá khả năng hấp thu các chất ô nhiễm dinh dưỡng bằng hệ thực vật cỏ sậy (*Phragmites australis* L.) và vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.). Mô hình nghiên cứu đất ngập nước được thiết kế theo các nghiệm thức (i) - Tải trọng 1 (T1) ứng với Sậy (S1), Vetiver (V1) + Đối chứng không trồng cây (C1); (ii) - Tải trọng 2 (T2) ứng với sậy (S2), Vetiver (V2) + Đối chứng không trồng cây (C2); (iii) - Tải trọng 3 (T3) ứng với sậy (S3), Vetiver (V3) + Đối chứng không trồng cây (C3). Nghiên cứu khám phá các thông số chất lượng nước mặt về chất ô nhiễm dinh dưỡng bao gồm TKN (tổng nitrogen Kieldalh), ammonium (NH₄⁺), nitrite (NO₂⁻), nitrate (NO₃⁻), tổng phosphor (TP) và phosphate (PO₄³⁻). Sau thời gian xử lý, đã có sự suy giảm đáng kể các hàm lượng các chất ô nhiễm trong các thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu chỉ ra Tải trọng 1 đạt hiệu quả xử lý cao đối với các chất dinh dưỡng nitrogen và phosphor. Khi so sánh hiệu quả xử lý nitrogen và phosphor đã nhận thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa cỏ sậy và cỏ vetiver trong cùng tải trọng (P>0,05). Nhìn chung, trong cùng tải trọng hiệu quả xử lý các chất dinh dưỡng của nghiệm thức trồng cây thường cao hơn đối chứng không trồng cây (P<0,05). Kết quả nghiên cứu cho thấy sự phù hợp với một số chỉ tiêu chất lượng nước đầu ra theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt sử dụng cho mục đích tưới tiêu nông nghiệp QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Từ đó, chỉ ra mô hình ứng dụng công nghệ đất ngập nước kiến tạo có tính hiệu quả và thể hiện ưu điểm thân thiện môi trường.

Từ khoá: nitrogen, phosphor, chất dinh dưỡng, *Vetiveria zizanioides* L., *Phragmites australis* L.

MỞ ĐẦU

Với tổng diện tích tự nhiên 82,46 km², dân số 361.640 người, thị xã Thuận An thuộc vùng kinh tế trọng điểm phía Nam. Đây là khu vực năng động dẫn đầu về phát triển kinh tế cả nước. Tuy nhiên mặt trái của sự tập trung các khu công nghiệp, dân cư đã thải ra môi trường lượng nước thải tiềm chứa mối nguy và đe dọa hệ sinh thái thủy vực. Để đảm bảo và bảo vệ con người cũng như sức khỏe môi trường đòi hỏi sự nghiêm ngặt về các tiêu chuẩn chất lượng nước tưới tiêu^{1,2}. Mặt khác, khả năng tiêu thoát nước kênh rạch bị hạn chế, nguồn nước sử dụng cho nông nghiệp ngày càng cạn kiệt, không đáp ứng nhu cầu tưới tiêu cũng như hoạt động nuôi trồng thủy sản. Chất lượng nước mặt dễ bị tổn thương bởi các hoạt động công nghiệp, nông nghiệp hay các hoạt động sinh hoạt người dân^{3,4}. Nhìn chung, ảnh hưởng của phú dưỡng và sự vận chuyển các chất dinh dưỡng trong nước có mối liên hệ với các hoạt động mà tác nhân do con người⁵. Sự ô nhiễm các dạng chất dinh dưỡng tác động xấu các hệ sinh thái và đe dọa đến các thủy vực^{6,7}. Tiềm năng

xử lý và tái sử dụng các nguồn nước nhiễm bẩn là rất cần thiết và đóng một vai trò quan trọng⁸. Trước tình hình đó, vấn đề đặt ra cần phải tìm ra công nghệ có chi phí phù hợp để xử lý nước mặt phục vụ canh tác nông nghiệp. Trong khi đó, công nghệ đất ngập nước kiến tạo (constructed wetlands) vốn có khả năng xử lý các loại nước thải như công nghiệp, đô thị, nước rỉ rác, nước thải chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản⁹⁻¹⁴. Cỏ vetiver được nghiên cứu ứng dụng xử lý các dạng ô nhiễm môi trường nước khác nhau¹⁵⁻²⁰. Tương tự, cỏ sậy là đối tượng sử dụng hiệu quả trong xử lý nước và bảo vệ môi trường²¹⁻²⁴. Công nghệ đất ngập nước kiến tạo được biết đến như một giải pháp công nghệ xử lý nước thải hữu hiệu²⁵. Hiện nay đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng và xem xét khả năng tái sử dụng cho mục đích tưới tiêu trong nông nghiệp^{26,27}. Đây là công nghệ có nhiều ưu điểm như chi phí xây dựng, duy tu, bảo dưỡng thấp, phương pháp xử lý thân thiện với môi trường²⁸. Mô hình đất ngập nước kiến tạo áp dụng quá trình xử lý dựa trên nguyên lý tương tác sinh thái giữa các cấu phần trong cùng một hệ sinh

Trích dẫn bài báo này: Kỳ N M, Mạnh N C, Minh P V, Hưng N T Q, Sơn P T, Đức N A. So sánh, đánh giá khả năng xử lý chất ô nhiễm dinh dưỡng bằng cây cỏ sậy (*Phragmites australis* L.) và vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.). *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(2):441-457.

thái thủy vực²⁹. Xuất phát từ đó, quá trình xử lý ô nhiễm bằng phương pháp thân thiện môi trường như mô hình đất ngập nước rất có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Nghiên cứu được thực hiện nhằm xem xét khả năng xử lý các chất ô nhiễm dinh dưỡng nguồn nước mặt bằng công nghệ đất ngập nước kiến tạo sử dụng hệ thực vật bằng cây cỏ sậy (*Phragmites australis* L.) và vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.).

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Đối tượng nghiên cứu

* Nguồn nước mặt: Nguồn nước sử dụng trong nghiên cứu là nguồn nước mặt kênh D thuộc thị xã Thuận An, Bình Dương. Kênh D nhận nước thải từ khu dân cư Areco, Khu công nghiệp Đồng An. Chất lượng nước kênh D bị ô nhiễm nặng bởi các chất dinh dưỡng và không đạt quy chuẩn sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp theo Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia (QCVN), QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Đặc điểm, tính chất, chất lượng nguồn nước trước xử lý trong các thí nghiệm được trình bày trong **Bảng 1**.

* Hệ thực vật: Dựa vào những kết quả của các nghiên cứu trước đây, loài sậy phổ biến ~ *Phragmites australis* L.²¹⁻²⁴ và cỏ vetiver ~ *Vetiveria zizanioides* L.³⁰⁻³³ đã được chọn lựa cho nghiên cứu. Việc chọn lựa các loài cỏ (Hình 1) nhằm tạo điều kiện so sánh với các kết quả nghiên cứu trên thế giới về hiệu quả xử lý nước của chúng.



Hình 1: Cỏ Sậy (trái) và Vetiver (phải) trưởng thành.

Cỏ được nhân giống trong Vườn sưu tập thủy sinh vật của Trường Đại học Nông Lâm. Những cây sậy và vetiver trưởng thành có thân chắc khoẻ với đường kính khoảng từ 0,5 đến 1,0 cm được chọn lọc. Sau đó cắt bỏ hết lá, cắt thành từng đoạn có chiều dài từ 40 đến 50 cm và có từ 4 đến 5 mắt để hom giống. Hom giống được chuyển sang khu vực ươm và ươm cho đến khi thành cây đã phát rễ và lá mới. Các cây mới sau đó được chuyển vào trồng trong các bể thí nghiệm để tiếp tục phát triển. Mật độ của sậy và vetiver được trồng trong các bể thí nghiệm là 20 bụi/m². Thí nghiệm được tiến hành sau khi chúng đã được trồng 05 tháng – với chiều cao từ 0,6 đến 0,8 m.

Thiết kế thí nghiệm

Nghiên cứu được bố trí theo thiết kế thí nghiệm yếu tố (factorial experiment). Hai yếu tố được nghiên cứu là tải trọng và loại cây. Theo đó, tải trọng gồm 3 mức (level): 500 mL/phút/m² (T1), 1000 mL/phút/m² (T2) và 1500 mL/phút/m² (T3); và loại cây gồm cỏ sậy, cỏ vetiver và không trồng cây (đối chứng). Các số mã hóa của các nghiệm thức thí nghiệm tương đương: (i)- Tải trọng 1 (T1) ứng với Sậy (S1), Vetiver (V1) + Đối chứng không trồng cây (C1). (ii)- Tải trọng 2 (T2) ứng với Sậy (S2), Vetiver (V2) + Đối chứng không trồng cây (C2). (iii)- Tải trọng 3 (T3) ứng với Sậy (S3), Vetiver (V3) + Đối chứng không trồng cây (C3). Các nghiệm thức được bố trí theo phương pháp bố trí khối đầy đủ ngẫu nhiên (Randomized Complete Block Design) và mỗi nghiệm thức 3 lần lặp lại có đối chứng (Bảng 2).

Bảng 2: Bố trí thí nghiệm nghiên cứu

Tải trọng	Sậy (S)	Vetiver (V)	Không cây (C)
T1	S1	V1	C1
T2	S2	V2	C2
T3	S3	V3	C3

Bố trí hệ thống bể thí nghiệm: Nguồn nước được bơm lên bể chứa đặt trên cao 2,5 m, cách mặt bể thí nghiệm 1,5 m. Nước sẽ chảy xuống các bể thí nghiệm thông qua các bơm định lượng (MANOSTAT, USA) để thiết lập các tải trọng/thời gian lưu nước tương ứng với các thí nghiệm. Sơ đồ bố trí dòng chảy của thí nghiệm được trình bày trong Hình 2.

Hệ thống bể thí nghiệm: Hệ thống thí nghiệm gồm có 3 bể plastic, mỗi bể có thể tích 1000 L (1x 1 x 1m). Một bể được đặt trên cao làm bể cấp nước. Nước được phân phối xuống 3 bể thí nghiệm có chứa các lớp vật liệu lọc theo thứ tự từ dưới lên: đá (4x6 cm) - dày 20 cm, đá (1x2 cm) - dày 20 cm, đá mi hạt lớn - dày 15 cm, cát hạt lớn - dày 15 cm. Độ rỗng của toàn khối vật liệu lọc là 40%. Dòng chảy qua bể thí nghiệm là dòng chảy thẳng đứng. Bể thí nghiệm gồm 1 trồng sậy, 1 trồng vetiver và 1 bể đối chứng có cùng cấu trúc giá thể lọc nhưng không được trồng cây. Các bể thí nghiệm được cấp nguồn nước thí nghiệm từ bể chứa đặt trên cao thông qua hệ thống hình xương cá đặt nằm trên mặt bể và được đục lỗ nhằm phân phối đều nước trên bề mặt các bể (Hình 3).

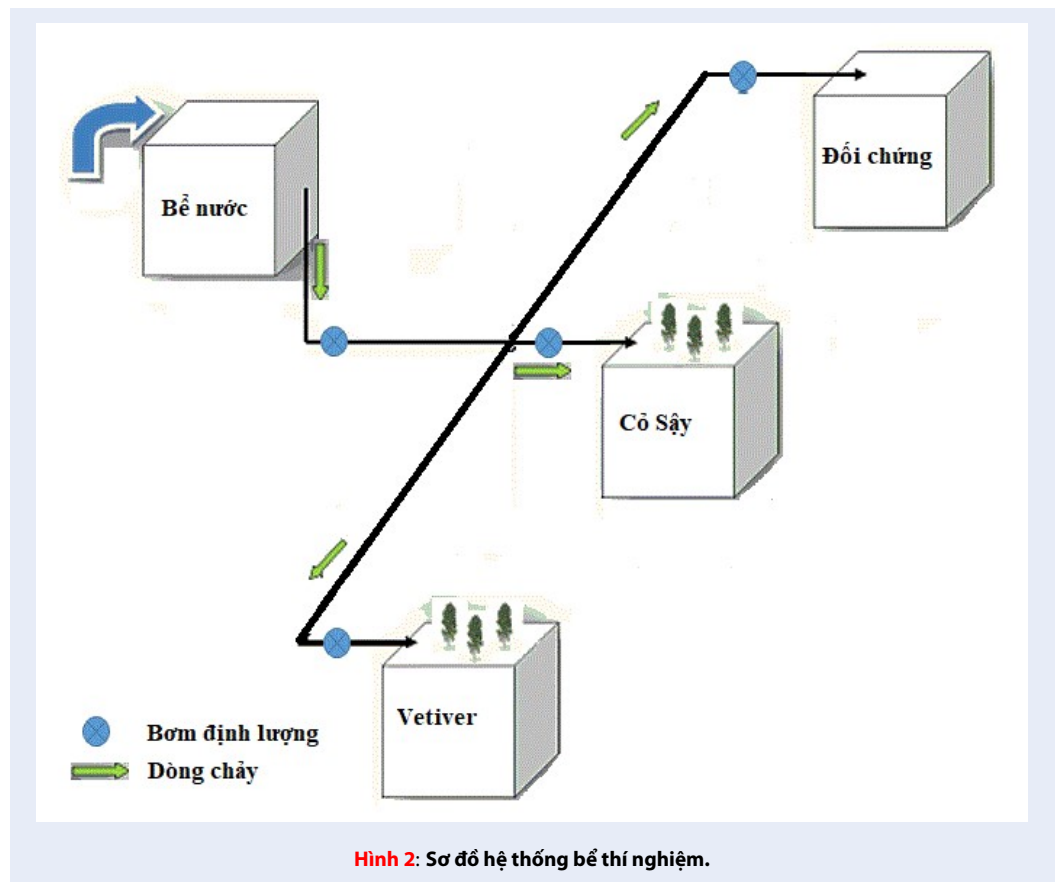
Phương pháp thu mẫu và phân tích

Mẫu nước đầu vào được lấy tại đầu vào của bể thí nghiệm và các mẫu đầu ra (sau xử lý) được thu tại

Bảng 1: Đặc tính của chất lượng nguồn nước trước xử lý (*)

Thí nghiệm	Thông số chất lượng nước, (mg/L)					
	P tổng	PO ₄ ³⁻	TKN	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃
T1	1,13±0,40	0,06±0,02	50,39±12,2	29,77±2,70	0,01±0,01	0,08±0,03
T2	2,38±0,06	1,41±0,09	33,39±6,19	17,01±6,14	0,02±0,01	0,06±0,04
T3	1,54±0,80	0,19±0,10	27,79±0,38	18,16±0,50	0,05±0,04	0,10±0,05
QCVN 08-MT:2015 (B1)	KQĐ	0,3	KQĐ	0,9	0,05	10

(*) Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; KQĐ: Không quy định; QCVN 08-MT:2015/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt; Cột B1 - Dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi.

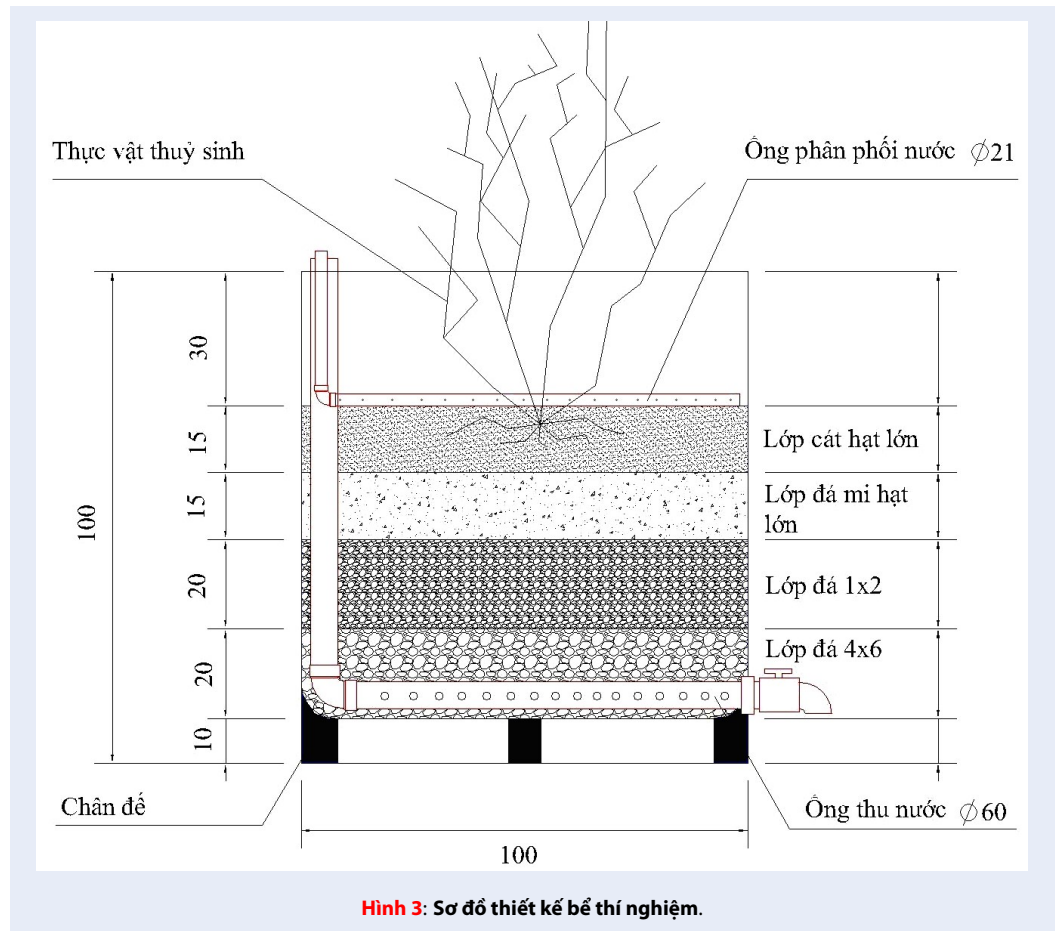


đầu ra của bể thí nghiệm. Các mẫu được tiến hành thu liên tục trong 10 tuần với tần suất thu mẫu 1 tuần/lần để đánh giá chất lượng và hiệu quả xử lý của hệ thống. Quá trình lấy mẫu và phân tích chất lượng nước được thực hiện theo các phương pháp chuẩn TCVN (Bảng 3). Các mẫu nước được phân tích tại Trung tâm Công nghệ và Quản lý Môi trường và Tài nguyên, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh để xác định các thông số về chất lượng nước, bao gồm P tổng, PO₄³⁻, TKN, NH₄-N, NO₂-N và NO₃-N.

Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu nghiên cứu được phân tích và xử lý bằng phần mềm Excel và SPSS. Phân tích thống kê ANOVA và LSD được áp dụng để phân biệt sự khác biệt thống kê có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở P<0,05.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN



Bảng 3: Phương pháp phân tích chất lượng nước

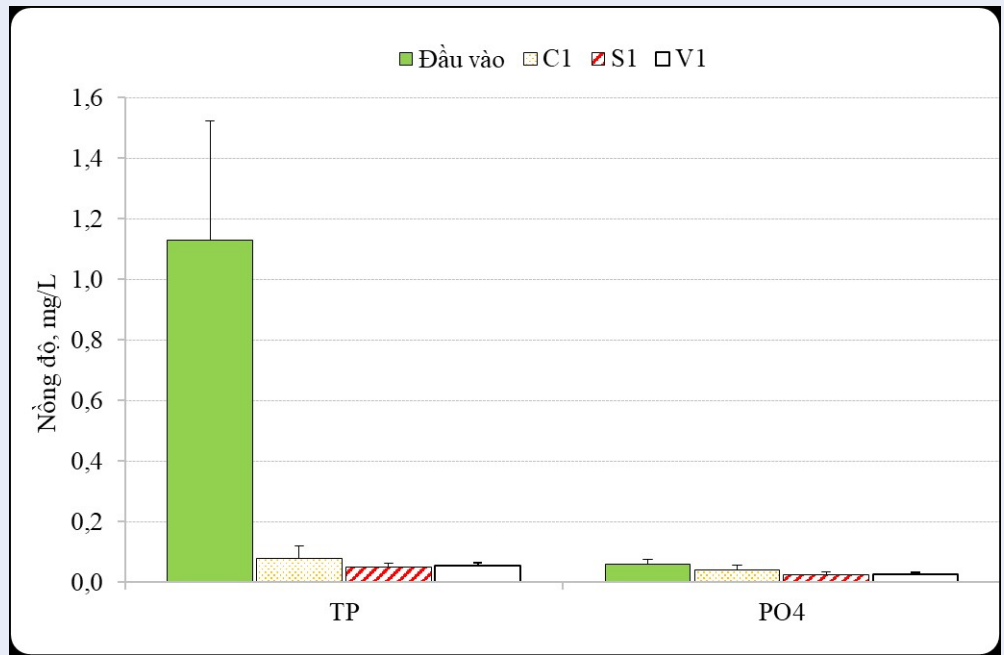
TT	Chỉ tiêu	Phương pháp	Tiêu chuẩn
1	P tổng	So màu	TCVN 6202-1996
2	PO ₄ ³⁻	So màu	TCVN 6202-1996
3	TKN	Chứng cất	TCVN 6638-2000
4	NH ₄ -N	Chứng cất	TCVN 5988-1995
5	NO ₂ -N	So màu	TCVN 6180-1996
6	NO ₃ -N	So màu	TCVN 6178-1996

Hiệu quả xử lý mô hình dòng chảy thẳng đứng với tải trọng 500 mL/phút/m² (T1)

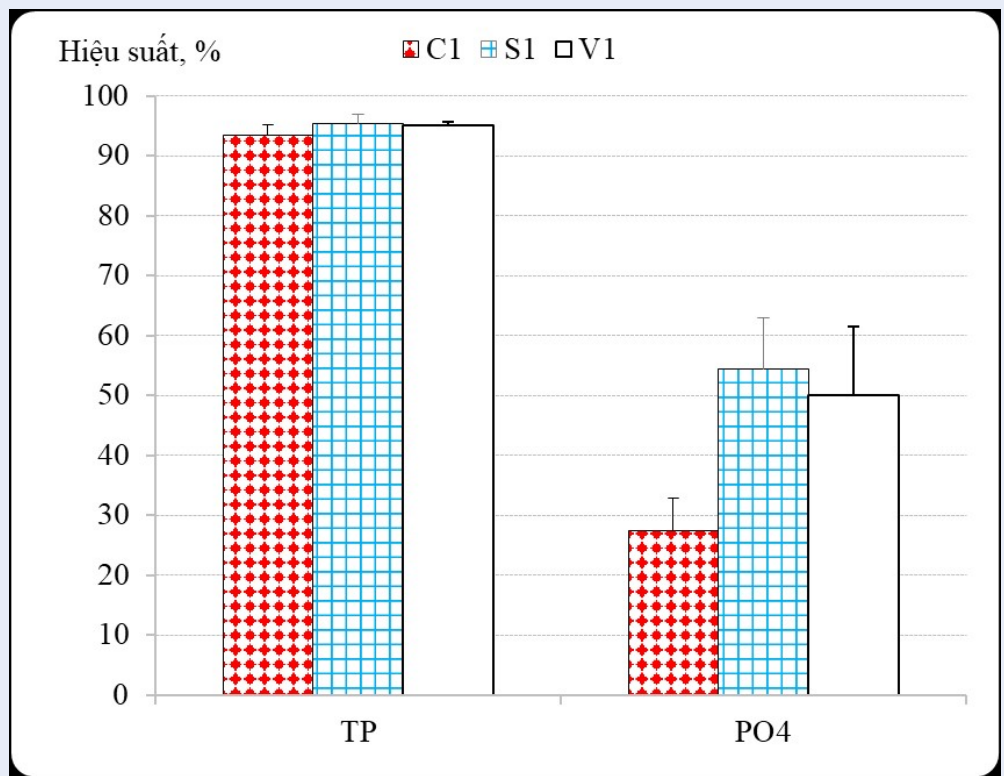
Hình 4 cho thấy các hàm lượng trước và sau xử lý của TP và PO₄³⁻ trong thí nghiệm T1. Hàm lượng

TP và PO₄³⁻ trước xử lý tương ứng là 1,13±0,39 và 0,06±0,02 mg/L. Sau xử lý, đã có sự suy giảm các hàm lượng này trong cả đối chứng và thí nghiệm. Hàm lượng TP và PO₄³⁻ ở lô đối chứng là 0,08±0,04 và 0,02±0,01 mg/L, trong nghiệm thức trồng sậy là 0,05±0,01 và 0,03±0,01 mg/L và trong nghiệm thức trồng vetiver là 0,05±0,01 mg/L và 0,03±0,005 mg/L. Hiệu quả xử lý TP và PO₄³⁻ tương ứng trong lô đối chứng là 93,4±1,8 và 61,6±29,2%, trong nghiệm thức trồng sậy là 95,4±1,5 và 54,4±8,5%, và trong nghiệm thức trồng vetiver là 95,0±0,7 và 50,1±11,5% (Hình 5).

Sự biến đổi các hàm lượng của TKN, NH₄-N, và (NO₂-N+NO₃-N) ở đầu vào và đầu ra của thí nghiệm với Tải trọng 1 được trình bày ở Hình 6. Hàm lượng của TKN, NH₄-N, và (NO₂-N+NO₃-N) ở đầu vào trong thí nghiệm Tải trọng 1 cho cả đối chứng, sậy và vetiver lần lượt là 50,4±12,2; 29,8±2,7 và 0,09±0,03 mg/L. Tại đầu ra ở lô đối chứng các giá trị của TKN, NH₄-N, và (NO₂-N+NO₃-N) lần lượt là 19,4±2,9; 14,2±2,6 và 11,6±1,8 mg/L; trong đó NO₃-N là 11,3±1,6 mg/L. Các giá trị tương tự lần lượt ở



Hình 4: Hàm lượng TP và PO_4^{3-} trước và sau xử lý trong thí nghiệm T1.



Hình 5: Hiệu quả xử lý TP và PO_4^{3-} trong thí nghiệm T1.

lô trồng sậy là $11,9 \pm 6,1$; $9,2 \pm 6,2$ và $10,7 \pm 1,5$ mg/L; trong đó $\text{NO}_3\text{-N}$ là $10,5 \pm 1,5$ mg/L; ở lô trồng vetiver là $15,0 \pm 6,0$; $10,4 \pm 3,6$ và $12,2 \pm 1,8$ mg/L, trong đó $\text{NO}_3\text{-N}$ là $11,9 \pm 1,6$ mg/L. Trái với sự suy giảm của hàm lượng TKN và $\text{NH}_4\text{-N}$, hàm lượng của ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) đã gia tăng hơn 100 lần trong cả đối chứng và thí nghiệm. Điều này phản ánh đã có sự chuyển hóa mạnh từ TKN sang NO_3^- trong hệ thống. Trong đó, quá trình nitrate hóa với sự tham gia của Nitrosomonas (biến đổi $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$) và Nitrobacter (biến đổi $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$) như là đại diện chính.

Hình 7 cho thấy hiệu quả xử lý TKN và $\text{NH}_4\text{-N}$ của lô thí nghiệm trồng sậy và vetiver so với đối chứng. Hiệu quả xử lý TKN trong nghiệm thức trồng sậy có thể đạt đến 74 ± 17 và $68 \pm 21\%$ cho $\text{NH}_4\text{-N}$, tương tự trong nghiệm thức trồng vetiver là 68 ± 16 và $64 \pm 15\%$. Trong khi đó, các giá trị tương ứng trong lô đối chứng là 60 ± 13 và $52 \pm 10\%$. Kết quả đã ghi nhận được sự biến động lớn trong hiệu quả xử lý $\text{NH}_4\text{-N}$ trong cả lô đối chứng và thí nghiệm.

Hiệu quả xử lý của Tải trọng 1 đạt khá cao đối với các muối dinh dưỡng nitrogen và phosphor, ở cả đối chứng và thí nghiệm; hiệu quả xử lý TKN và $\text{NH}_4\text{-N}$ đạt 70%, TP là 90% và PO_4^{3-} là 60%. Hiệu quả xử lý nitrogen và phosphor ở lô thí nghiệm có trồng cây có giá trị trung bình lớn hơn lô đối chứng không trồng cây (Hình 7). Các kết quả xử lý này là có thể so sánh với các nghiên cứu khác về nitrogen và phosphor và đạt giá trị cao hơn³⁴⁻³⁶. Brix và Arias (2005)³⁵ đã tổng kết hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt cũng bằng hệ thống wetland có dòng chảy thẳng đứng trồng sậy tại Đan Mạch, theo đó, hiệu quả xử lý $\text{NH}_4\text{-N}$ là 78 %, TKN là 43 % và TP là 25%. Hiệu quả chuyển hóa cao được lý giải bởi đặc tính của mô hình dòng chảy đứng²⁸. Chính điều này đã góp phần tạo điều kiện tốt để oxygen có thể khuếch tán vào toàn bộ hệ thống.

Hiệu quả xử lý của dòng chảy thẳng đứng với tải trọng 1000 mL/phút/m² (T2)

Kết quả xử lý TP và PO_4^{3-} được thể hiện ở Hình 8 trong thí nghiệm 2. Hàm lượng TP và PO_4^{3-} trước xử lý tương ứng là $2,38 \pm 0,06$ và $1,41 \pm 0,09$ mg/L. Sau xử lý, đã có sự suy giảm các hàm lượng này trong cả đối chứng và thí nghiệm. Hàm lượng TP và PO_4^{3-} tương ứng ở lô đối chứng là $2,37 \pm 0,32$ và $1,13 \pm 0,15$ mg/L, trong nghiệm thức trồng sậy là $1,81 \pm 0,05$ và $1,04 \pm 0,06$ mg/L và trong nghiệm thức trồng vetiver là $1,76 \pm 0,10$ và $1,07 \pm 0,06$ mg/L.

Hiệu quả xử lý TP và PO_4^{3-} tương ứng trong lô đối chứng là $12,93 \pm 12,5$ và $19,65 \pm 12,68\%$; trong nghiệm thức trồng sậy là $23,91 \pm 3,17$ và $26,05 \pm 6,25\%$

và nghiệm thức trồng vetiver là $25,91 \pm 3,67$ và $23,69 \pm 5,98\%$ (Hình 9). So sánh nghiên cứu trước chỉ ra hiệu quả chuyển hóa sang nitrate là 60% đối với dòng chảy đứng³⁷.

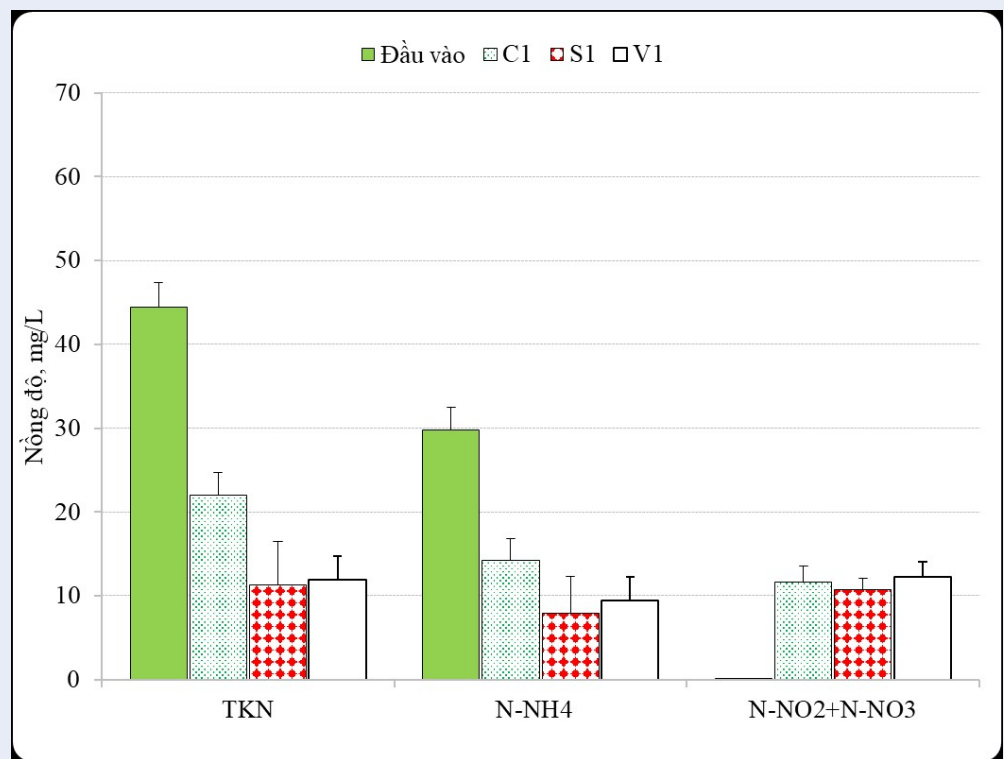
Kết quả sự biến đổi các hàm lượng của TKN, $\text{NH}_4\text{-N}$ và ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) ở đầu vào và đầu ra của thí nghiệm với Tải trọng 2 được trình bày ở Hình 10.

Hàm lượng của TKN, $\text{NH}_4\text{-N}$ và ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) ở đầu vào trong thí nghiệm Tải trọng 2 cho cả đối chứng, sậy và vetiver lần lượt là $33,4 \pm 6,2$; $17,0 \pm 6,1$ và $0,08 \pm 0,05$ mg/L. Tại đầu ra ở lô đối chứng các giá trị của TKN, $\text{NH}_4\text{-N}$ và ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) lần lượt là $19,3 \pm 6,2$; $10,8 \pm 4,2$ và $8,7 \pm 1,9$ mg/L; trong đó $\text{NO}_3\text{-N}$ là $8,0 \pm 1,7$ mg/L. Các giá trị tương tự lần lượt ở lô trồng sậy là $22,5 \pm 6,0$; $11,7 \pm 5,1$ và $10,0 \pm 0,6$ mg/L; trong đó $\text{NO}_3\text{-N}$ là $9,4 \pm 0,5$ mg/L; ở lô trồng vetiver là $18,9 \pm 5,4$; $11,3 \pm 4,6$ và $9,4 \pm 0,2$ mg/L, trong đó $\text{NO}_3\text{-N}$ là $8,5 \pm 0,2$ mg/L. Trái với sự suy giảm của hàm lượng TKN và $\text{NH}_4\text{-N}$, hàm lượng của ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) đã gia tăng hơn 100 lần trong cả đối chứng và thí nghiệm. Kết quả trong các công trình xử lý bằng hệ thống dòng chảy đứng của Brix và Arias (2005)³⁵, Prochaska và cộng sự (2007)³⁷ cũng đã nhận định tương tự, với hàm lượng đầu vào của $\text{NO}_2\text{-N}$ và $\text{NO}_3\text{-N}$ thấp nhưng có sự thay đổi hàm lượng đầu ra.

Hình 11 cho thấy hiệu quả xử lý TKN và $\text{NH}_4\text{-N}$ của lô thí nghiệm trồng sậy và vetiver so với lô đối chứng. Hiệu quả xử lý TKN trong nghiệm thức trồng sậy có thể đạt đến 33 ± 9 và $32 \pm 5\%$ cho $\text{NH}_4\text{-N}$, tương tự trong nghiệm thức trồng vetiver là 44 ± 8 và $34 \pm 3\%$. Trong khi đó, các giá trị tương ứng trong lô đối chứng là 43 ± 8 và $37 \pm 5\%$. Từ đó, đã ghi nhận được sự biến động lớn trong hiệu quả xử lý $\text{NH}_4\text{-N}$ trong cả lô đối chứng và thí nghiệm.

Hiệu quả xử lý mô hình dòng chảy thẳng đứng với tải trọng 1500 mL/phút/m² (T3)

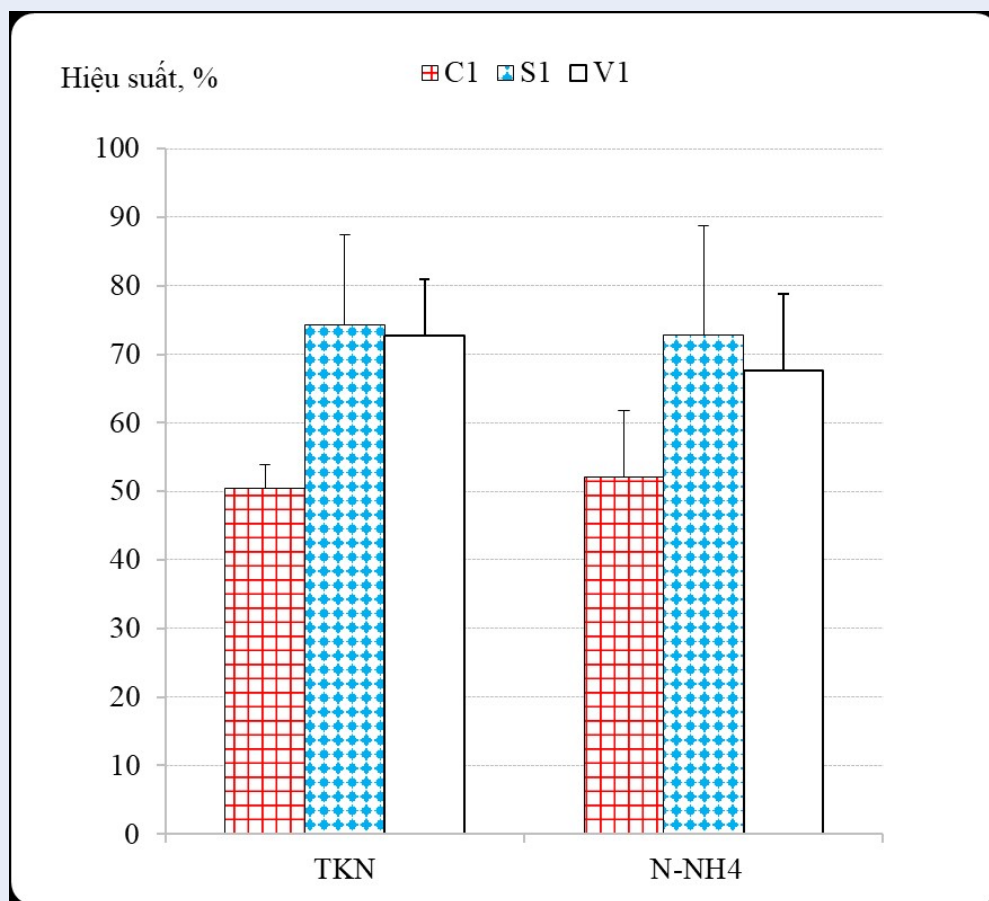
Các hàm lượng của TP và PO_4^{3-} trước và sau xử lý của thí nghiệm với Tải trọng 3 được trình bày trong Hình 12. Giá trị TP và PO_4^{3-} ở đầu vào của thí nghiệm hiện diện ở các hàm lượng rất thấp, lần lượt là $1,54 \pm 0,8$ và $0,19 \pm 0,07$ mg/L. Tại đầu ra, ở lô đối chứng hàm lượng của TP là $1,48 \pm 0,08$ mg/L và của PO_4^{3-} là $0,05 \pm 0,02$ mg/L; đối chiếu với lô thí nghiệm trồng sậy là $1,21 \pm 0,48$ và $0,07 \pm 0,02$ mg/L; lô thí nghiệm trồng vetiver là $1,12 \pm 0,64$ và $0,05 \pm 0,004$ mg/L. Hiệu quả xử lý TP và PO_4^{3-} được trình bày trong Hình 13. Tại lô đối chứng, hiệu quả xử lý của TP là $5,5 \pm 7,3\%$ và của PO_4^{3-} là $74,8 \pm 5,6\%$. Trong khi đó hiệu quả xử lý trong lô thí nghiệm trồng sậy cho TP là $19,5 \pm 7,3\%$ và cho PO_4^{3-} là $60,5 \pm 24,4\%$, tương



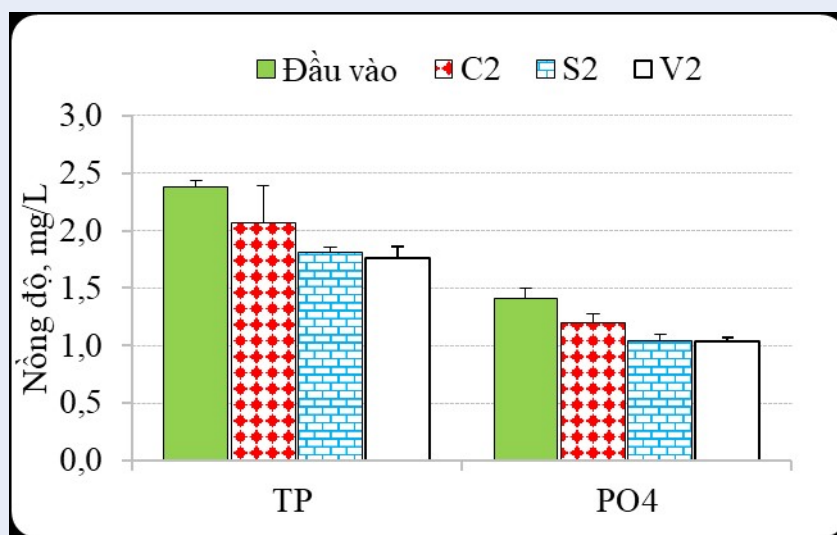
Hình 6: Hàm lượng TKN, NH₄-N và (NO₂-N+NO₃-N) trước và sau xử lý thí nghiệm T1.

tự hiệu quả xử lý trong lô thí nghiệm trồng vetiver cho TP và PO₄³⁻ tuần tự là 28,7±4,8 và 73,6±10,6%. Kết quả xử lý TKN, NH₄-N, (NO₂-N+NO₃-N) chỉ ra sự biến đổi các hàm lượng của chúng ở đầu vào và đầu ra của thí nghiệm với Tải trọng 3 (Hình 14). Hàm lượng của TKN, NH₄-N và (NO₂-N+NO₃-N) ở đầu vào trong thí nghiệm Tải trọng 3 cho cả đối chứng và nghiệm thức thí nghiệm lần lượt là 27,8±0,4; 18,2±0,5 và 0,56±0,36 mg/L. Tại đầu ra ở lô đối chứng các giá trị của TKN, NH₄-N và (NO₂-N+NO₃-N) lần lượt là 14,4±0,9; 10,6±0,5 và 11,38±1,20 mg/L; trong đó NO₃-N là 10,98±1,15 mg/L. Các giá trị tương tự lần lượt ở lô thí nghiệm trồng sậy là 10,3±0,4; 7,4±0,3 và 14,2±3,5 mg/L; trong đó NO₃-N là 13,7±3,4 mg/L, ở lô trồng vetiver là 10,8±3,1; 8,1±2,0 và 11,15±1,97 mg/L; trong đó NO₃-N là 10,84±1,84 mg/L. Trái với sự suy giảm của hàm lượng TKN và NH₄-N, hàm lượng của (NO₂-N+NO₃-N) đã gia tăng hơn 20 lần trong cả đối chứng và thí nghiệm. Hệ thống wetland với dòng chảy đứng thích hợp cho quá trình nitrate hóa³⁷ nhờ vào chế độ thủy lực luôn sẵn sàng mang oxy hòa tan vào hệ thống³⁸. Vì vậy, hàm lượng nitrite và nitrate ở đầu vào trước xử lý là không đáng kể nhưng đã tăng đáng kể. Điều này phản ánh đã có sự chuyển hóa mạnh từ TKN sang nitrate.

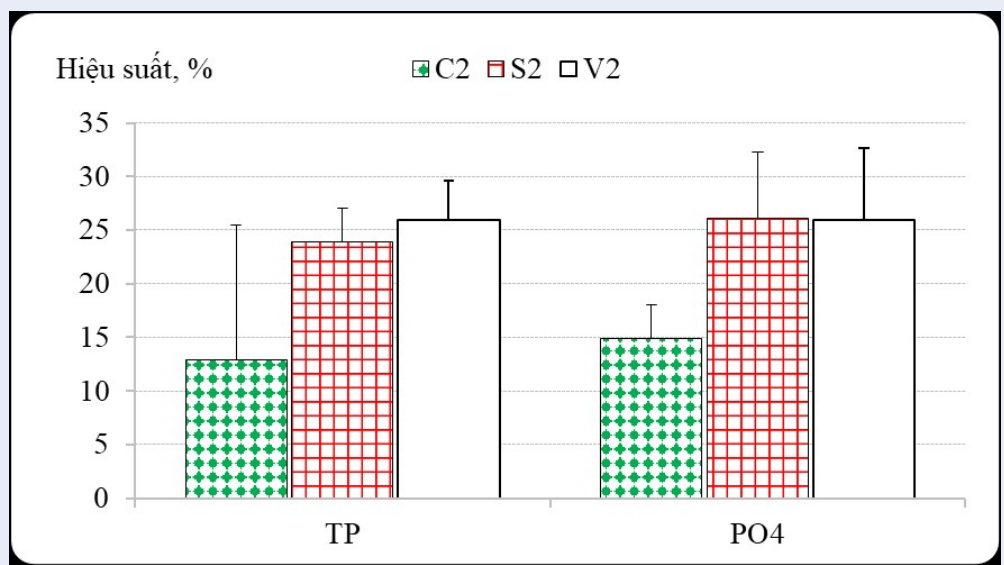
Hình 15 cho thấy hiệu quả xử lý TKN và NH₄-N của lô thí nghiệm so với đối chứng. Hiệu quả xử lý TKN trong nghiệm thức trồng sậy có thể đạt đến 62,9±1,8% và 59,4±0,5% cho NH₄-N, trong nghiệm thức trồng vetiver là 61,1±10,6% đối với TKN và 55,2±12,3% đối với NH₄-N. Trong khi đó, các giá trị tương ứng trong lô đối chứng là 48,1±2,7 và 41,4±4,5%. Như vậy, kết quả ghi nhận được sự biến động lớn trong hiệu quả xử lý TKN và NH₄-N trong cả lô đối chứng và thí nghiệm. Việc xử lý nitrogen và phosphor trong hệ thống wetland là có phần đóng góp của sự hấp thụ của cây trồng^{8,38}. Sự hiện diện của cây trồng đã làm gia tăng hiệu quả xử lý nitrogen và phosphor chủ yếu nhờ màng sinh học được hình thành ở quanh bộ rễ. Theo Vyzamal (2010), đất ngập nước kiến tạo là hệ thống nhân tạo được thiết kế và sử dụng các quá trình tự nhiên dưới tác dụng của thực vật, đất và là tập hợp các yếu tố tác động qua lại của vi sinh vật tham gia vào việc xử lý nước thải³⁹. Vi sinh vật sống trong vật liệu lọc và sống bám vào hệ thống rễ của cây trồng phân hủy các chất ô nhiễm phục vụ cho hoạt động sống của chúng và thực vật cũng đồng thời hấp thụ một phần khác. Nhóm công trình cứu của Lee và Scholz (2007)³⁹, Kantawanickul và cộng sự (2009)⁴⁰ trong nghiên cứu vai trò của cây đều đã nhận thấy số



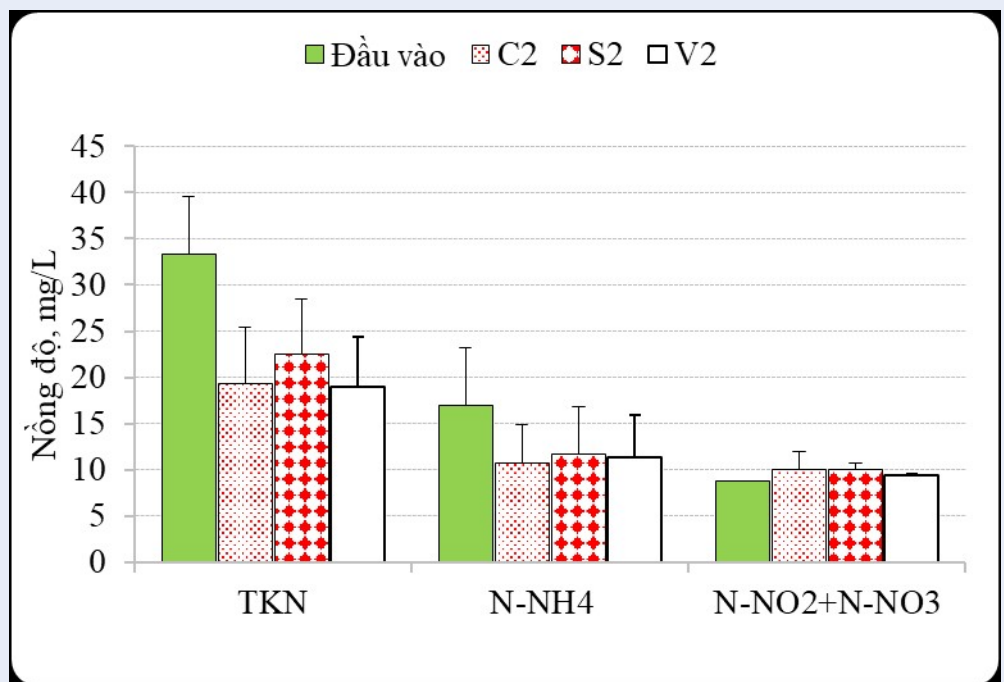
Hình 7: Hiệu quả xử lý (%) TKN và NH₄-N trước và sau xử lý trong thí nghiệm T1.



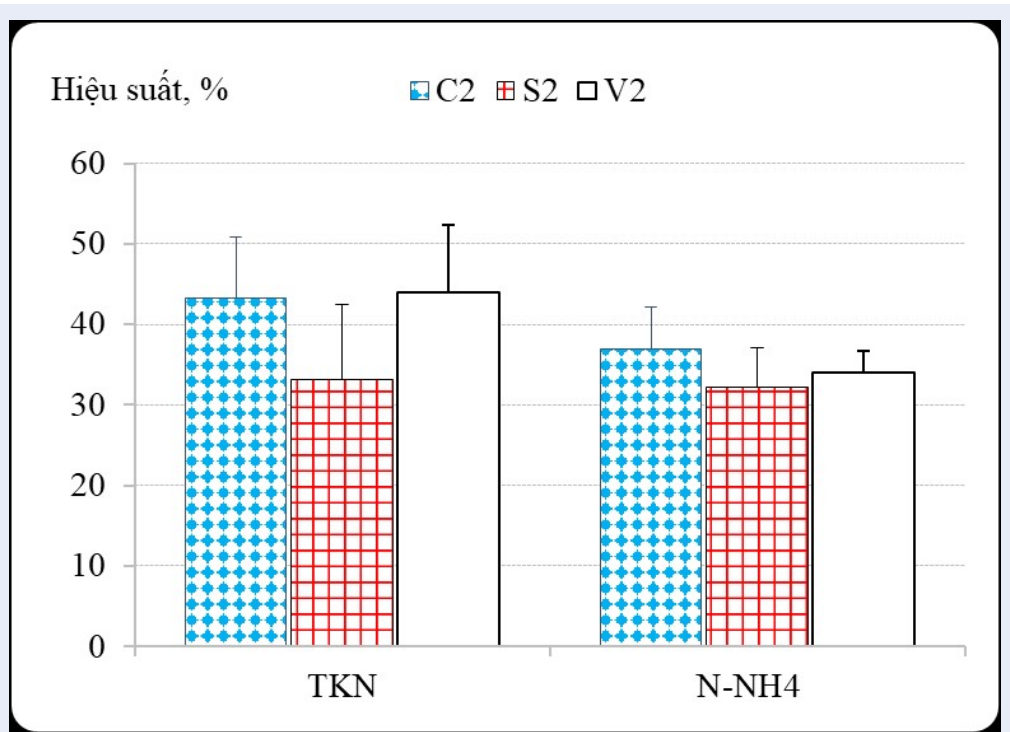
Hình 8: Hàm lượng TP và PO₄³⁻ trước và sau xử lý trong thí nghiệm T2.



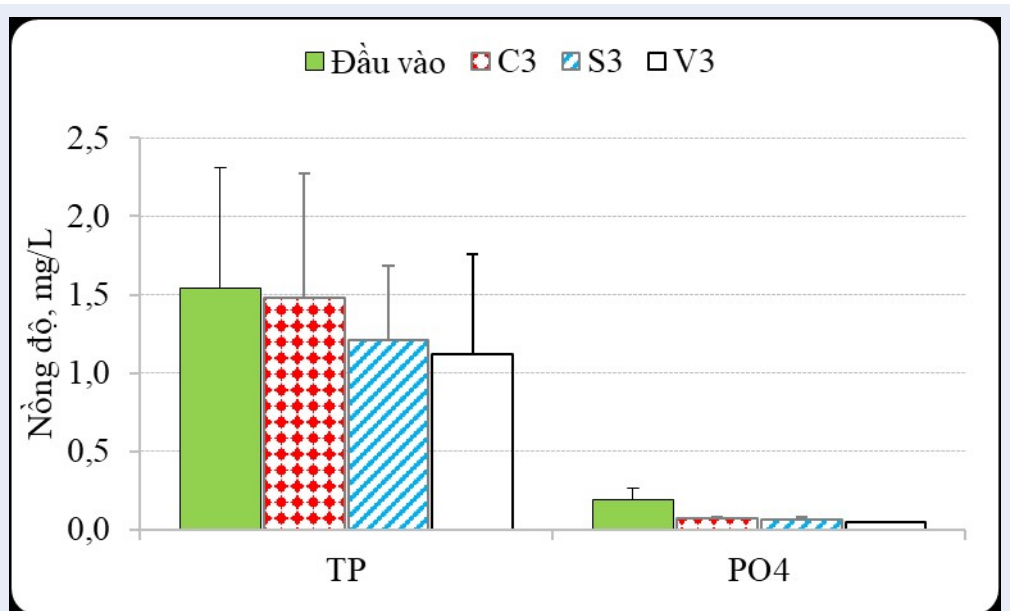
Hình 9: Hiệu quả xử lý (%) TP, PO₄³⁻ trước và sau xử lý trong thí nghiệm T2.



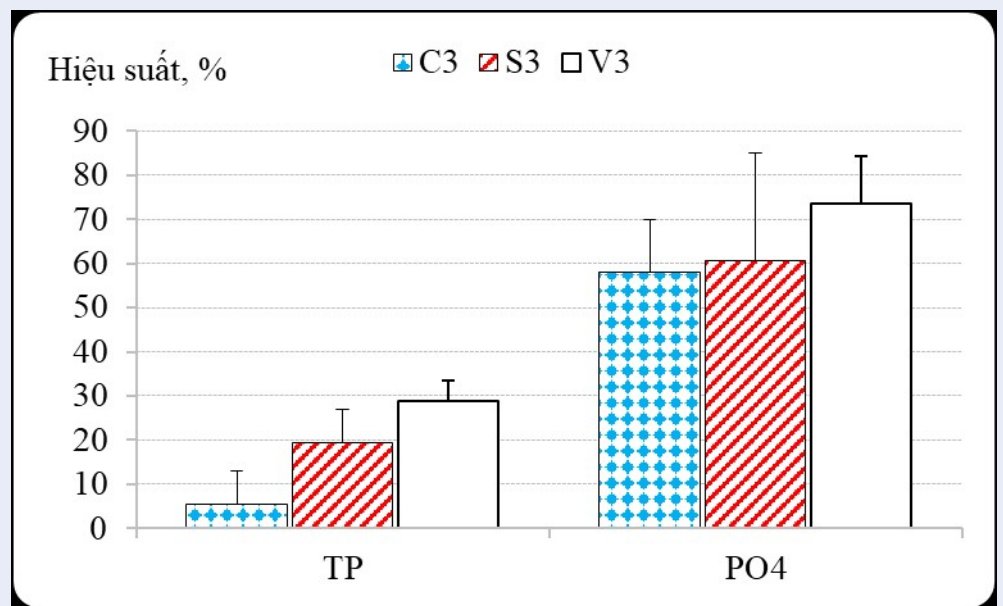
Hình 10: Hàm lượng TKN, NH₄-N và (NO₂-N+NO₃-N) trước và sau xử lý thí nghiệm T2.



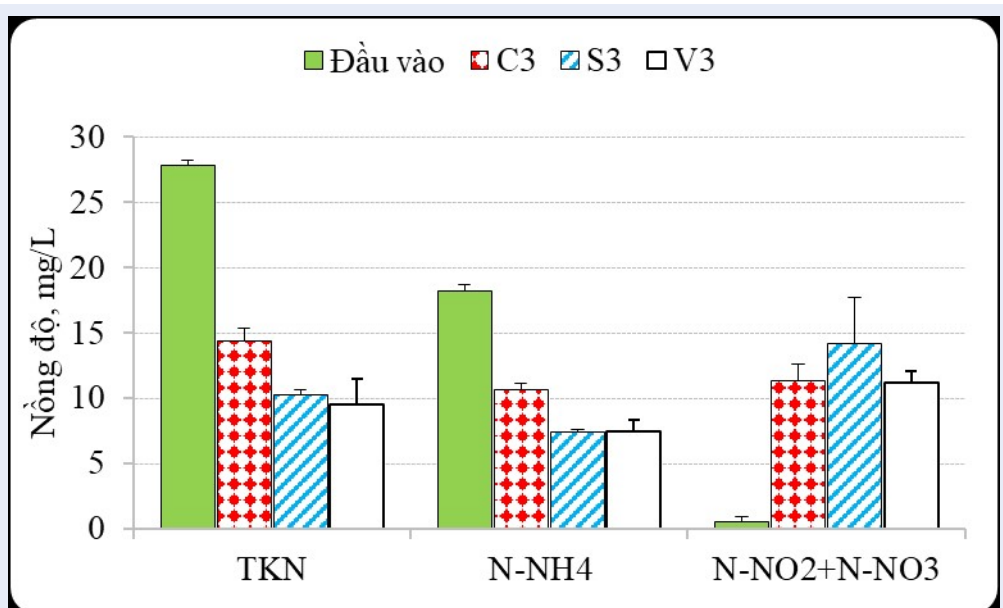
Hình 11: Hiệu quả xử lý (%) TKN và NH₄-N trước và sau xử lý trong thí nghiệm T2.



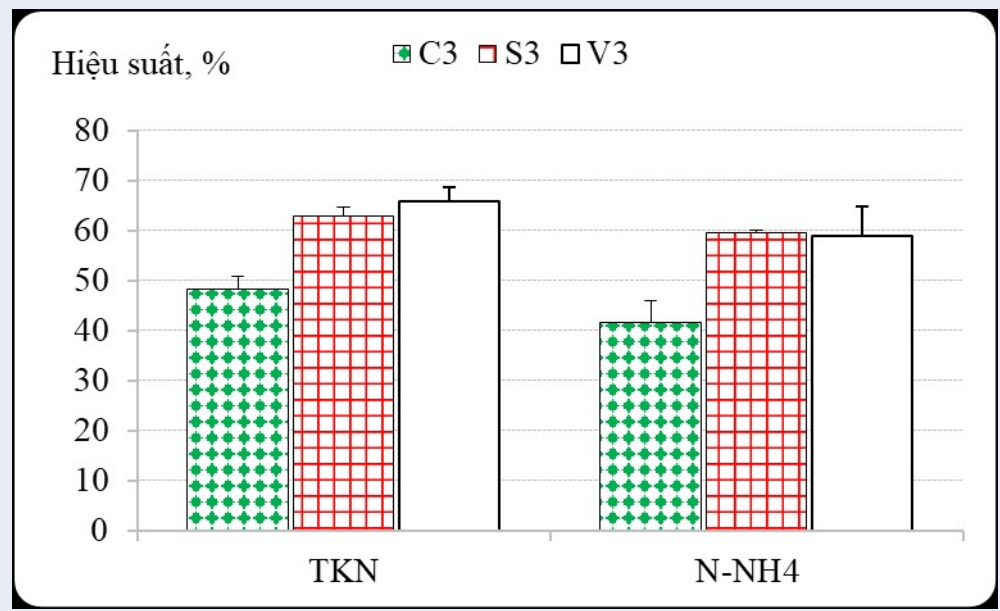
Hình 12: Hàm lượng TP và PO₄³⁻ trước và sau xử lý trong thí nghiệm T3.



Hình 13: Hiệu quả xử lý TP và PO_4^{3-} trước và sau xử lý trong thí nghiệm T3.



Hình 14: Hàm lượng TKN, NH_4-N và (NO_2-N+NO_3-N) trước và sau xử lý thí nghiệm T3.



Hình 15: Hiệu quả xử lý TKN và NH₄-N trong thí nghiệm T3.

lượng vi sinh vật xử lý nitrogen trong nghiệm thức có trồng cây luôn cao hơn đối chứng không trồng cây, nhờ vậy đã dẫn đến hiệu quả xử lý nitrogen cao hơn. Wang và cộng sự (2011) cũng đã ghi nhận hoạt động phân hủy phosphor của vi sinh vật ở thí nghiệm có trồng cây luôn cao hơn đối chứng không trồng cây⁴¹.

Đánh giá sự phát triển cây trồng và so sánh hiệu quả xử lý giữa các tải trọng thủy lực trong thí nghiệm T1, T2, T3

Đánh giá sự phát triển của cây trồng trong mô hình đất ngập nước, nghiên cứu theo dõi chỉ tiêu sinh trưởng và được thể hiện ở Hình 16 và 17. Số lượng cành và chiều cao cây có sự thay đổi đáng kể. Đối với số lượng cành cỏ sậy và vetiver sau quá trình thí nghiệm đã thay đổi gia tăng từ 20 cành lên 104 đến 122 cành (vetiver) và 99 đến 108 cành (sậy). Tương tự, chiều cao theo dõi cũng cho thấy sự tăng trưởng rõ rệt ở cả 2 loại cây trồng trong mô hình đất ngập nước. Cụ thể, với chiều cao trung bình từ 60,5 đến 89,3 cm (trước thí nghiệm) đã thay đổi và đạt ngưỡng dao động từ 185,9 đến 223,5 cm (sau thí nghiệm). Ngoài ra, kết quả nghiên cứu còn cho thấy số lượng và chiều cao cây trồng ở Tải trọng 1 tốt hơn so với Tải trọng 2 và 3. Điều này phân nào lý giải cho khả năng hấp thu và xử lý các chất ô nhiễm đạt hiệu quả ở Tải trọng 1.

Theo thống kê ANOVA 2 yếu tố (yếu tố cây và yếu tố tải trọng) cho thấy yếu tố cây có ảnh hưởng lên hiệu quả xử lý TP và yếu tố tải trọng cũng có tác động rõ

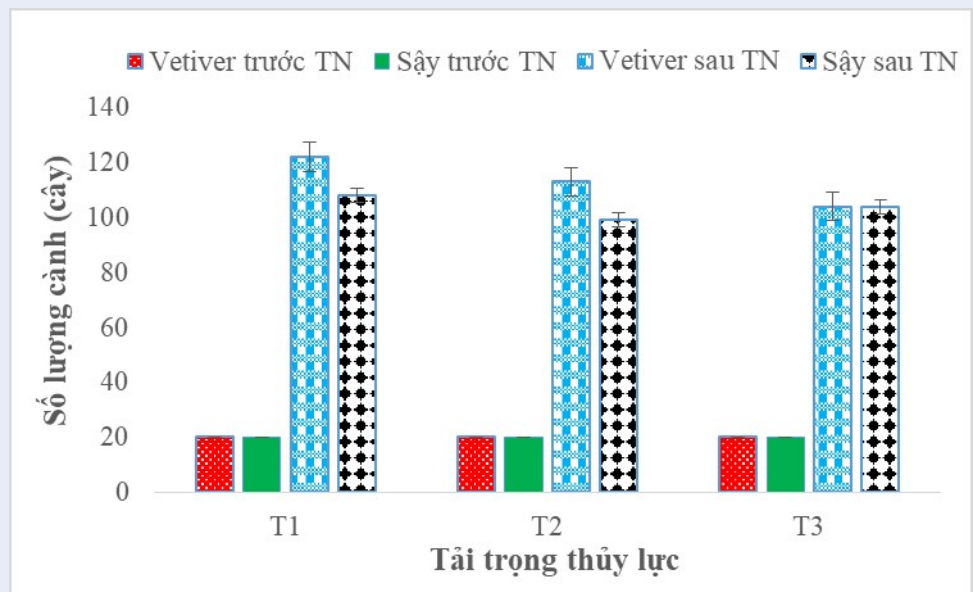
rệt đến hiệu quả xử lý TP (Bảng 4). Tuy nhiên, hai yếu tố không có tác động tương tác với nhau đến hiệu quả xử lý TP ($P > 0,05$). Khi so sánh hiệu quả xử lý TP cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa giữa 3 tải trọng và Tải trọng 1 có hiệu quả cao nhất (95%). Khi so sánh hiệu quả xử lý giữa có cây và không cây cho thấy nghiệm thức có trồng cây hiệu quả xử lý TP tốt hơn.

Bảng 4: So sánh hiệu quả xử lý TP (%) giữa các tải trọng (T1, T2 và T3)

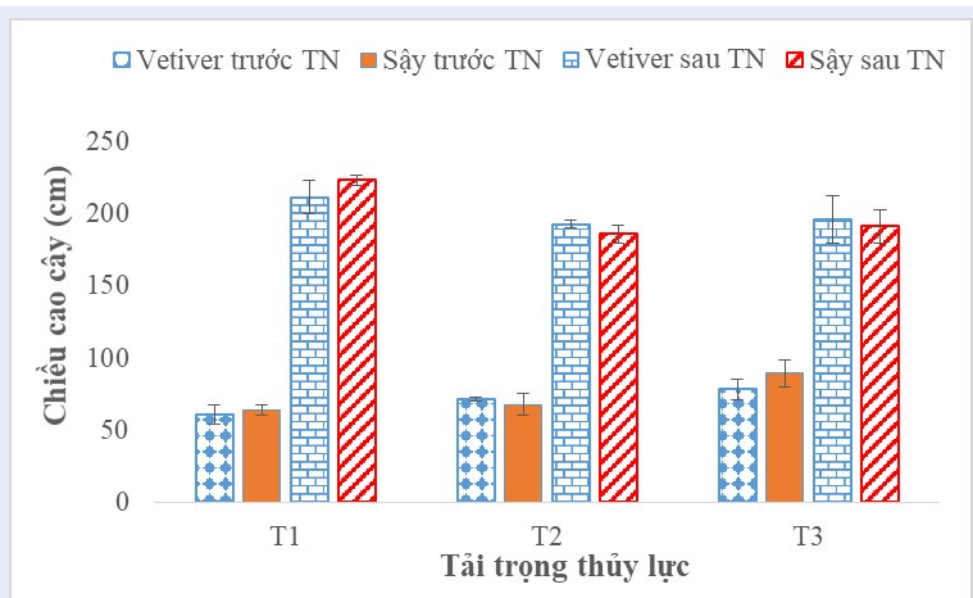
Tải trọng	Bể	Trung bình	Thấp nhất	Cao nhất
T1	C	93,4±1,8 ^m	92,3	95,5
	S	95,4±1,5 ^m	93,7	96,4
	V	95,0±0,7 ^m	94,6	95,8
T2	C	12,9±12,5 ^{hk}	1,6	26,4
	S	23,9±3,2 ^k	22,0	27,6
	V	25,9±3,7 ^k	23,5	30,1
T3	C	5,5±7,4 ^h	0,9	14,0
	S	19,5±7,3 ^{kl}	13,3	27,6
	V	28,7±4,7 ^k	23,5	32,7

Các giá trị trong cùng một cột chỉ cần có một mẫu tự giống nhau sẽ không khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê ($P > 0,05$).

Đối với chỉ tiêu TKN, theo thống kê ANOVA 2 yếu tố (yếu tố cây và yếu tố tải trọng) cho thấy yếu tố cây ảnh hưởng lên hiệu quả xử lý TKN ($P < 0,05$). Mặt khác, tải



Hình 16: Số lượng cành trước và sau thí nghiệm.



Hình 17: Chiều cao cây trước và sau thí nghiệm.

trọng cũng có tác động rõ rệt đến hiệu quả xử lý TKN (Bảng 5). Khi so sánh giữa các tải trọng với nhau cho thấy Tải trọng 1 có hiệu quả xử lý tốt nhất (74%), khi so sánh giữa đối chứng và trồng cây cho thấy hiệu quả xử lý trong lô thí nghiệm có trồng cây cao hơn.

Bảng 5: So sánh hiệu quả xử lý TKN (%) giữa các tải trọng (T1, T2 và T3)

Tải trọng	Bể	Trung bình	Thấp nhất	Cao nhất
T1	C	50,44±3,37 ^{op}	46,63	53,04
	S	74,23±13,12 ^q	62,94	88,63
	V	72,73±8,20 ^q	63,99	80,26
T2	C	43,21±7,61 ^{no}	34,42	47,72
	S	33,10±9,35 ⁿ	24,74	43,21
	V	43,92±8,36 ^{no}	37,54	53,39
T3	C	48,10±2,68 ^p	45,14	50,38
	S	62,92±1,78 ^{pq}	61,88	64,98
	V	65,81±2,85 ^q	63,18	68,84

Các giá trị trong cùng một cột chỉ cần có một mẫu tự giống nhau sẽ không khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê (P>0,05).

Đối với chỉ tiêu NH₄-N, theo thống kê ANOVA 2 yếu tố (yếu tố cây và yếu tố tải trọng) cho thấy nhân tố cây ảnh hưởng lên hiệu quả xử lý NH₄-N (P<0,05). Mặt khác, tải trọng cũng có tác động rõ rệt đến hiệu quả xử lý NH₄-N (Bảng 6). Khi so sánh giữa các tải trọng với nhau cho thấy Tải trọng 1 có hiệu quả xử lý tốt nhất (72%), khi so sánh giữa đối chứng và trồng cây cho thấy hiệu quả xử lý trong lô thí nghiệm có trồng cây cao hơn (Bảng 4).

Khi so sánh hiệu quả xử lý nitrogen và phosphor đã nhận thấy không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa cỏ sậy và cỏ vetiver trong cùng tải trọng (P>0,05). Lý do giải thích cho sự kiện này có thể bởi giai đoạn tăng trưởng (tuổi) của cây. Trong nghiên cứu này, tuổi của cây khi bắt đầu thực hiện nghiên cứu là 5 tháng tuổi (tính từ ngày trồng hom giống). Với tuổi cây này, chúng chưa đủ lớn để thiết lập một bộ rễ để tạo ra sự khác biệt đại diện cho loài (sậy và vetiver) và dẫn đến những khả năng hấp thu khác biệt. Wang và cộng sự (2011) đã xác định được tác động thúc đẩy hấp thu dinh dưỡng của cây ở giai đoạn tăng trưởng nhanh là không rõ và hoạt động vi sinh ở bộ rễ thường có biến động lớn hơn cây ở giai đoạn phát hoa⁴¹. Chính sự biến động này có thể đã dẫn đến sự không khác biệt có ý nghĩa thống kê về hiệu quả xử lý nitrogen và phosphor giữa hai loài cây được dùng trong nghiên cứu này.

Bảng 6: So sánh hiệu quả xử lý NH₄-N (%) giữa các tải trọng (T1, T2 và T3)

Tải trọng	Bể	Trung bình	Thấp nhất	Cao nhất
T1	C	52,01±9,83 st	43,35	62,70
	S	72,78±15,96 ^v	62,77	91,20
	V	67,68±11,15 ^v	60,61	80,55
T2	C	36,89±5,20 ^r	32,62	42,69
	S	32,17±4,97 ^r	26,58	36,10
	V	34,08±2,63 ^r	31,06	35,82
T3	C	41,43±4,46 ^{rs}	38,36	46,56
	S	59,37±0,54 ^{ty}	58,99	60,00
	V	58,95±5,85 ^{ty}	52,21	62,77

Các giá trị trong cùng một cột chỉ cần có một mẫu tự giống nhau sẽ không khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê (P>0,05).

Như vậy, nhìn chung trong cùng tải trọng, hiệu quả xử lý TKN và NH₄-N của nghiệm thức trồng cây thường cao hơn đối chứng không trồng cây (P<0,05). Tuy nhiên, đã nhận thấy không có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê giữa cỏ sậy và cỏ vetiver trong cùng tải trọng (P>0,05). Khi tải trọng gia tăng, như được mong đợi, hiệu quả xử lý đã suy giảm rõ rệt. Hiệu quả xử lý các chất gây ô nhiễm ở Tải trọng 1 luôn cao hơn các Tải trọng 2 và 3.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khảo sát và đánh giá khả năng hấp thu các chất dinh dưỡng (N, P) trong nguồn nước mặt bị ô nhiễm. Thí nghiệm được thiết kế thử nghiệm theo các yếu tố tải trọng và loại cây. Với các mức tải trọng 500 mL/phút/m² (T1), 1000 mL/phút/m² (T2) và 1500 mL/phút/m² (T3). Kết quả chỉ ra rằng Tải trọng 1 trong nghiên cứu đã cho kết quả xử lý cao nhất. Điều này giải thích mô hình đất ngập nước kiểu dòng chảy thẳng đứng được sử dụng trong nghiên cứu với loại cây cỏ sậy và vetiver đạt hiệu quả. Kết quả so sánh giữa hai loài cây sậy và vetiver cho thấy hiệu quả xử lý giữa chúng là tương đương, không loài nào chiếm ưu thế hơn. Việc xử lý nitrogen và phosphor có sự đóng góp rõ rệt của thực vật thủy sinh trong hệ thống và tuổi của cây trồng trong hệ. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự phù hợp với một số chỉ tiêu chất lượng nước đầu ra theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt sử dụng cho mục đích tưới tiêu nông nghiệp (QCVN 08-MT:2015/BTNMT, Cột B1).

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

ANOVA: Phân tích phương sai

C1: Đối chứng 1
C2: Đối chứng 2
C3: Đối chứng 3
KQĐ: Không quy định
LSD: Bình phương tối thiểu
QCVN: Quy chuẩn Việt Nam
S1: Sậy 1
S2: Sậy 2
S3: Sậy 3
TKN: Total Kjeldahl Nitrogen
T1: Tải trọng 1
T2: Tải trọng 2
T3: Tải trọng 3
V1: Vetiver 1
V2: Vetiver 2
V3: Vetiver 3

TUYÊN BỐ ĐÓNG GÓP

Các tác giả trong bài viết có sự đóng góp như nhau về việc hình thành ý tưởng, thiết kế nghiên cứu, tiến hành lấy mẫu phân tích và biên tập bản thảo.

TUYÊN BỐ XUNG ĐỘT

Các tác giả cam kết không có bất kỳ sự xung đột lợi ích nào.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Maimon A, Tal A, Friedler E, Gross A. Safe on-site reuse of greywater for irrigation—a critical review of current guidelines. *Environ Sci Technol*. 2010;44:3220. Available from: [10.1021/es902646g](https://doi.org/10.1021/es902646g).
- Travis MJ, Wiel-Shafran A, Weisbrod N, Adar E, Gross A. Greywater reuse for irrigation: effect on soil properties. *Sci Total Environ*;2010(408):2501–2508. Available from: [10.1016/j.scitotenv.2010.03.005](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.03.005).
- Carpenter SR, Caraco NF, Correll DL, Howarth RW, Sharpley AN, Smith VH. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *The Ecological Society of America*. 1998;8(3):559–568. Available from: [10.1890/1051-0761\(1998\)008](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1998)008).
- Jarvie HP, Whitton BA, Neal C. Nitrogen and phosphorus in east coast British rivers: Speciation, sources and biological significance. *Science of The Total Environment*. 1998;p. 210–211–79–109. Available from: [10.1016/S0048-9697\(98\)00109-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00109-0).
- Xinyu L, Hontao C, Xueyan J, Zhigang Y, Qingzhen Y. Impacts of human activities on nutrient transport in the Yellow River: The role of the Water-Sediment Regulation Scheme. *Science of The Total Environment*. 2017;592:161–170. Available from: [10.1016/j.scitotenv.2017.03.098](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.098).
- Guy W, Mark OG, Paul SG, Vladislav G, Sally H, et al. Continental-scale effects of nutrient pollution on stream ecosystem functioning. *Science*. 2012;336(6087):1438–1440. Available from: [10.1126/science.1219534](https://doi.org/10.1126/science.1219534).
- Manuel J. Nutrient pollution: a persistent threat to waterways. *Environmental health perspectives*. 2014;122(11):A304–A309. Available from: [10.1289/ehp.122-A304](https://doi.org/10.1289/ehp.122-A304).
- Eriksson E, Auffarth K, Henze M, Ledin A. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*. 2002;4(1):85–104. Available from: [10.1016/S1462-0758\(01\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00064-4).
- Dallas S, Scheffe B, Ho G. Reedbeds for greywater treatment—case study in Santa Elena-Monteverde, Costa Rica, Central America. *Ecol Eng*. 2004;23:55–61. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2004.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.07.002).
- Vymazal J. The use of constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater. *Ecological Engineering*. 2009;35:1–17. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2008.08.016](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.08.016).
- Katarzyna S, Magdalena HG. The use of constructed wetlands for the treatment of industrial wastewater. *Journal of Water and Land Development*. 2017;34:233–240. Available from: [10.1515/jwld-2017-0058](https://doi.org/10.1515/jwld-2017-0058).
- Việt LH, Ly LTC, Ngọc CTK, Ngân NVC. Sử dụng đất ngập nước xử lý nước thải sinh hoạt và tạo cảnh quan. *Tạp chí khoa học Trường Đại học Sư phạm TP Hồ Chí Minh*. 2017;14(3):162–175.
- Kiều LD, Đạt NM, Lộc NX, Nguyễn PQ, Công NV, Trang NTD. Khả năng xử lý nước thải ao nuôi thâm canh cá tra (Pangasianodon hypophthalmus) của hệ thống đất ngập nước kiến tạo dòng chảy mặt liên tục kết hợp với cỏ mồm mớ (Hymenachne acutigluma). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 2018;5:103–110.
- Hoà PN. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ đất ngập nước kiến tạo sử dụng nhóm thực vật Green Roof cho mục đích tái sinh nước thải sinh hoạt. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*. 2018;5(126):53–57.
- Roongtanakiat N, Chairaj P. Uptake potential of some heavy metals by vetiver grass. *kasarsart J (Nat Sci)*. 2001;35:46–50.
- Lu X, Kruatrachue M, Pokethitiyook P, Homiyok K. Removal of Cadmium and Zinc by Water Hyacinth, Eichhornia crassipes. *ScienceAsia*. 2004;30:93–103.
- Dudai N, Putievsky E, Chaimovitch D, Ben-Hur M. Growth management of vetiver (*Vetiveria zizanioides*) under Mediterranean conditions. *Journal of Environmental Management*. 2006;81:63–71. Available from: [10.1016/j.jenvman.2005.10.014](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.10.014).
- Truong PN, Foong YK, Guthrie M, Hung YT. Phytoremediation of heavy metal contaminated soils and water using vetiver grass. *Environ Bioengineering*. 2010;11:233–275. Available from: [10.1007/978-1-60327-031-1](https://doi.org/10.1007/978-1-60327-031-1).
- Datta R, Das P, Smith S, Punamiya P, Ramanathan DM, Reddy R, et al. Phytoremediation potential of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) for tetracycline. *Int J Phytoremediat*. 2013;15:343–351. Available from: [10.1080/15226514.2012.702803](https://doi.org/10.1080/15226514.2012.702803).
- Seroja R, Effendi H, Hariyadi S. Tofu wastewater treatment using vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) and zeliac. *Appl Water Sci*. 2018;8:2. Available from: [10.1007/s13201-018-0640-y](https://doi.org/10.1007/s13201-018-0640-y).
- Havens KJ, Berquist H, Priest WI. Common reed grass, *Phragmites australis*, expansion into constructed wetlands: Are we mortgaging our wetland future? *Estuaries*. 2003;26:417. Available from: [10.1007/BF02823718](https://doi.org/10.1007/BF02823718).
- Abou-Elela SI, Hellal MS. Municipal wastewater treatment using vertical flow constructed wetlands planted with *Canna*, *Phragmites* and *Cyperus*. *Ecol Eng*. 2012;47:209–213. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2012.06.044](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.044).
- Mirco M, Attilio T. Evapotranspiration from pilot-scale constructed wetlands planted with *Phragmites australis* in a Mediterranean environment. *Journal of Environmental Science and Health*. 2013;48(5):568–580. Available from: [10.1080/10934529.2013.730457](https://doi.org/10.1080/10934529.2013.730457).
- Aboubacar S, Mohamed R, Jamal A, Omar A, Samira E. Exploitation of *Phragmites australis* (Reeds) in filter basins for the treatment of wastewater. *Journal of Environmental Science and Technology*. 2018;11:56–67. Available from: [10.3923/jest.2018.56.67](https://doi.org/10.3923/jest.2018.56.67).
- ElZein Z, Abdou A, AbdEl G. Constructed Wetlands as a Sustainable Wastewater Treatment Method in Communities. *Procedia Environmental Sciences*. v;34:605–617. PMID: [10.1016/j.proenv.2016.04.053](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.053).
- Farid M, Irshad M, Fawad M, Ali Z, Eneji AE, Aurangzeb N, et al. Effect of cyclic phytoremediation with different wetland plants on municipal wastewater. *Int J Phytoremediation*. 2014;16(6):572–581. Available from: [10.1080/15226514.2013.798623](https://doi.org/10.1080/15226514.2013.798623).

27. Zeshan A, Ashiq M, Yousaf R, Umar MQ, Riffat NM. Treatment efficiency of a hybrid constructed wetland system for municipal wastewater and its suitability for crop irrigation. *International Journal of Phytoremediation*. 2018;20(11):1152–1161. Available from: [10.1080/15226514.2018.1460311](https://doi.org/10.1080/15226514.2018.1460311).
28. He Q, Mankin K. Performance variation of COD and removal of nitrogen removal by vegetated submerged bed wetlands. *Journal American Water Resource Association*. 2002;38:1679–1689. Available from: [10.1111/j.1752-1688.2002.tb04373.x](https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2002.tb04373.x).
29. Vymazal J. Constructed wetlands for wastewater treatment. *Water*. 2010;2:530–549. Available from: [10.3390/w2030530](https://doi.org/10.3390/w2030530).
30. Danh LT, Truong P, Mammucari R, Tran T, Foste N. Vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*: a choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic waster. *Int J Phytoremediat*. 2009;11:664–691. Available from: [10.1080/15226510902787302](https://doi.org/10.1080/15226510902787302).
31. Indrayatie ER, Utomo WH, Handayanto E, Anderson CWN. The use of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) for then remediation of wastewater discharged from tapioca factories. *J Environ Waste Manag*. 2013;12(1):1–16. Available from: [10.1504/IJEW.2013.054776](https://doi.org/10.1504/IJEW.2013.054776).
32. Effendi H, Delis PC, Krisanti M, Hariyadi S. The performance of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) concurrently cultivated in aquaponic system. *Adv Environ Biol*. 2015;9(24):382–388.
33. Badejo AA, Omole DO, Ndambuki. Municipal wastewater management using *Vetiveria zizanioides* planted in vertical flow constructed wetland. *JM Appl Water Sci*. 2018;8:110. Available from: [10.1007/s13201-018-0756-0](https://doi.org/10.1007/s13201-018-0756-0).
34. Vymazal J. The use of subsurface constructed wetlands for wastewater in Czech Republic: 10 years experience. *Ecological Engineering*. 2002;18:633–646. Available from: [10.1016/S0925-8574\(02\)00025-3](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(02)00025-3).
35. Brix H, Arias AC. The use of vertical flow constructed wetlands for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines. *Ecological Engineering*. 2005;25:491–500. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2005.07.009](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.07.009).
36. Zurita FDA. Treatment of domestic wastewater and production of commercial flower. *Ecological Engineering*. 2009;35(5):861–869. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2008.12.026](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.12.026).
37. Prochaska CA, Zouboulis AI, Eskridge KM. Performance of pilot-scale vertical-flow constructed wetlands, as affected by season, substrate, hydraulic load and frequency of application of simulated urban sewage. *Ecological Engineering*. 2007;31:57–66. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2007.05.007](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.05.007).
38. Kadlec RH, Wallace SD. *Treatment Wetlands*. Boca Raton, FL: CRC Press/Lewis Publishers. 2009.
39. Lee B, Scholz M. What is the role of *Phragmites australis* in experimental constructed wetland filters treating urban runoff? *Ecological Engineering*. 2007;29:87–95. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2006.08.001](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.08.001).
40. Kantawanickul S, Kladprasert S, Brix H. Treatment of high-strength wastewater in tropical vertical flow constructed wetlands planted with *Typha angustifolia* and *Cyperus involucrat*. *Ecological Engineering*. 2009;35:238–247. Available from: [10.1016/j.ecoleng.2008.06.002](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.06.002).
41. Wang R, Baldy V, Perissol C, Korboulewsky N. Influence of plants on microbial activity in a vertical dowflow wetland system treating waste activated sludge with high organic matter concentrations. *Journal of environmental Management*. 2012;95:5158–5164. Available from: [10.1016/j.jenvman.2011.03.021](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.021).

Comparison and assessment of the nutrient removal capacity by reed grass (*Phragmites australis* L.) and vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.)

Nguyen Minh Ky^{1,*}, Nguyen Cong Manh², Phan Van Minh², Nguyen Tri Quang Hung¹, Phan Thai Son³, Nguyen Anh^{1,4}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University - HCMC

²Research Center for Environmental Technology and Natural Resource Management, Nong Lam University

³Institute for Environment and Resources, Vietnam National University - HCMC

⁴The People's Committee of Can Giuoc District, Long An Province

Correspondence

Nguyen Minh Ky, Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University - HCMC

Email: nmky@hcmuaf.edu.vn

History

- Received: 16-3-2019
- Accepted: 09-9-2019
- Published: 06-6-2020

DOI : 10.32508/stdjns.v4i2.702



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

The paper presented results of the comparative assessment of nutrient absorption capacity by plants, including reed grass (*Phragmites australis* L.) and vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.). The constructed wetland models were designed with experiments (i) - Loading 1 (T1): reed grass (S1), vetiver (V1) + control (C1); (ii) - Loading 2 (T2): reed grass (S2), vetiver (V2) + control (C2); (iii) - Load 3 (T3): reed grass (S3), vetiver (V3) + control (C3). The study investigated the surface water quality parameters including nutrients such as TKN (Total Kieldalh Nitrogen), ammonium (NH₄-N), nitrite (NO₂-N), nitrate (NO₃-N), total phosphorus (TP) and phosphate (PO₄³⁻). Results showed that there was significantly decreasing change related to pollutant concentration in the tanks. The studied results showed that the water treatment efficiency of Loading 1 (T1) possessed highly nutrient absorption capacities such as nitrogen and phosphorus. Comparing the nitrogen and phosphorus removal efficiency, there was no statistically significant difference between reed grass and vetiver in the same loading (P>0.05). In general, in the same loading levels, the plants' nutrient removal efficiencies were often higher than the control experiments (P<0.05). The effluent findings illustrated some parameters of water quality that met to National Technical Regulation of surface water quality for agricultural irrigation purposes (QCVN 08-MT:2015/BTNMT). Therefore, the constructed wetland technology obtained highly effective characteristics and supplying the environmental friendly advantages.

Key words: nitrogen, phosphorus, nutrients, *Vetiveria zizanioides* L., *Phragmites australis* L.

Cite this article : Ky N M, Manh N C, Minh P V, Hung N T Q, Son P T, N A. Comparison and assessment of the nutrient removal capacity by reed grass (*Phragmites australis* L.) and vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.). *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(2):441-457.