



DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.110

KHẢ NĂNG HẤP THU ĐẠM, LÂN CỦA SẬY (*Phragmites australis*) TRONG HỆ THỐNG ĐẤT NGẬP NƯỚC

Nguyễn Điền Châu^{1*} và Trương Hoàng Đan²

¹Công ty Trách nhiệm hữu hạn Một thành viên Xây dựng Bình Minh

²Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Điền Châu (email: dienchaunguyen@gmail.com)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2023

Ngày nhận bài sửa: 13/03/2023

Ngày duyệt đăng: 23/03/2023

Title:

Nitrogen and phosphorus uptake ability of common reed (*Phragmites australis*) in a constructed wetland system

Từ khóa:

Đất ngập nước, sậy (*Phragmites australis*), tổng đạm, tổng lân

Keywords:

Phragmites australis (Common reed), the horizontal subsurface flow constructed wetland, total nitrogen, total phosphorus

ABSTRACT

Wastewater from the preliminary fried chicken after pre-treatment with ozone still contains a large amount of nitrogen and phosphorus that needs to be treated. Research on using common reed (*Phragmites australis*) planted in horizontal subsurface flow constructed wetland system to absorb nitrogen and phosphorus in this wastewater. The experiment was arranged with 01 experimental treatment and 01 control treatment (each experiment had a repeatability of 03 times). Each experiment was built with concrete bricks with dimensions of length x width x height of 8 m x 0.4 m x 0.5 m, loaded with 330 liters of wastewater with a retention time of 03 days. At the end of the experiment, the common reed grew and developed well, the average height of the reed is 166cm/tree, the average fresh weight and dry weight (dw) are 83 and 23 g/plant, respectively. Nitrogen content in Common reed stems and roots reached $0.611 \pm 0.014\%dw$ and $0.333 \pm 0.009\%dw$ respectively. Phosphate content in Common reed stems, and roots reached $0.096 \pm 0.004\%dw$ and $0.088 \pm 0.005\%dw$. Common reed helps to absorb 11.22% nitrogen and 8.88% phosphorus in input wastewater. After being treated with wetland, wastewater meets the discharge standard of column B – QCVN 40:2011/BTNMT.

TÓM TẮT

Nước thải sơ chế gà rán công nghiệp sau khi tiền xử lý bằng ozone vẫn còn chứa một lượng đạm, lân cần được quan tâm xử lý. Nghiên cứu được thực hiện bằng cách sử dụng cây sậy (*Phragmites australis*) trồng trong hệ thống đất ngập nước chảy ngầm ngang nhằm đánh giá khả năng hấp thu lượng đạm, lân trong loại nước thải này. Thí nghiệm được bố trí gồm 01 thí nghiệm thực thí nghiệm và 01 thí nghiệm thứ đối chứng (mỗi thí nghiệm thực có độ lặp là 03 lần). Mỗi thí nghiệm thực được xây dựng bằng gạch bê tông có kích thước dài x rộng x cao lần lượt là 8 m x 0,4 m x 0,5 m, được nạp tải 330 lít nước thải với thời gian lưu nước 03 ngày. Sau khi thí nghiệm kết thúc, sậy sinh trưởng và phát triển tốt. Chiều cao trung bình của sậy đạt 166 cm/cây. Trọng lượng tươi và khô (TLK) trung bình của sậy đạt tương ứng 83 và 23 g/cây. Hàm lượng đạm trong thân và rễ sậy đạt tương ứng $0,611 \pm 0,014\%$ và $0,333 \pm 0,009\%$ TLK. Hàm lượng lân trong thân và rễ sậy đạt $0,096 \pm 0,004\%$ và $0,088 \pm 0,005\%$ TLK. Cây sậy giúp hấp thu 11,22% đạm và 8,88% lân trong nước thải đầu vào. Nước thải sau khi xử lý bằng đất ngập nước đạt tiêu chuẩn xả thải cột B – QCVN 40:2011/BTNMT.

1. GIỚI THIỆU

Ngành gà rán công nghiệp với quy mô ngày càng mở rộng, song song đó lượng nước thải từ quá trình sơ chế gà rán công nghiệp cũng là vấn đề cần quan tâm. Đây là một trong những loại nước thải đặc trưng khi có nồng độ chất hữu cơ, chất dinh dưỡng cao và chứa một số thành phần ức chế sinh học.

Cây sậy được sử dụng rộng rãi trong việc xử lý các loại nước thải khác nhau bằng đất ngập nước kiến tạo (Vymazal & Lenka, 2005; Kadlec et al., 2006). Sậy có khả năng giữ một lượng lớn các chất dinh dưỡng trong nước thải qua lượng sinh khối của chúng (Windham & Ehrenfeld, 2003). Các thực nghiệm của Anh và ctv. (2019a, 2019b) đã chứng minh rằng sậy đã loại bỏ một lượng lớn nitrogen trong nước thải bằng cách hấp thu thông qua hệ thống rễ của chúng. Đặc biệt, hệ sinh vật xung quanh rễ của chúng vô cùng phong phú, có thể phân hủy chất hữu cơ và hấp thụ kim loại nặng trong nhiều loại nước thải khác nhau. Nghiên cứu hiệu suất xử lý nước thải sinh hoạt của hệ thống đất ngập nước kiến tạo (cây sậy) nền cát vận hành với mức tải nạp thủy lực cao do Trang và Brix (2012) thực hiện và kết luận rằng khả năng xử lý TSS, PO₄-P và TP là rất hiệu quả và không đổi cho cả hai mức lưu lượng (600 L/ngày và 1.200 L/ngày) với hiệu suất xử lý trung bình tương ứng là khoảng 94%, 99% và 99%. Trong khi đó, hiệu suất xử lý BOD₅, COD, NH₄⁺-N và TKN giảm ở mức lưu lượng cao (1.200L/ngày), với giá trị trung bình tương ứng là 47 – 71%, 68 – 84%, 63 – 87% và 69 – 91%.

Một số nghiên cứu kết hợp giữa phương pháp hóa lý và sinh học đã được thực hiện như: Cui et al. (2014) đã kết hợp quá trình oxy hóa ozone và lọc khí sinh học (Biological Aerated Filter – BAF) để xử lý Cyanide trong nước thải mạ điện, hiệu quả khử CN⁻, COD, Cu²⁺ và Ni²⁺ tương ứng là 99,7%, 81,7%, 97,8% và 95,3%; Tùng và Cẩm (2017) đã nghiên

cứ xử lý hơn 90% COD trong nước thải chế biến sữa bằng phương pháp lọc sinh học hiếu khí kết hợp với Bèo Cái; hoặc nghiên cứu của Hoàng và ctv. (2017) đã kết hợp phương pháp ozone với phương pháp sinh học để tiền xử lý nước rỉ rác bằng keo tụ điện hóa kết hợp Fenton-ozone. Tuy nhiên, các nghiên cứu trong và ngoài nước sử dụng phương pháp ozone hóa kết hợp với thủy sinh thực vật trong việc loại bỏ các chất ô nhiễm trong nước thải vẫn còn rất hạn chế. Việc áp dụng phương pháp ozone hóa kết hợp với phương pháp thủy sinh thực vật nhằm mục đích tận dụng được các ưu điểm, khắc phục các nhược điểm của từng phương pháp để xử lý hiệu quả nước thải sơ chế gà rán công nghiệp (Châu và ctv., 2017).

Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng hấp thu đạm, lân trong nước thải sơ chế gà rán công nghiệp đã qua tiền xử lý bằng ozone của sậy trồng trong hệ thống đất ngập nước.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị mô hình và cây giống

Mô hình dạng đất ngập nước kiến tạo chảy ngầm ngang được xây bằng bê tông, cuối mô hình có van xả nước dưới đáy. Mỗi mô hình có kích thước Dài x Rộng x Cao là 8 m x 0,4 m x 0,5 m; chiều cao lớp vật liệu là 0,45m, bao gồm lớp đá dày 0,2m (kích thước 40 – 60 mm) và lớp cát dày 0,25 m (kích thước hạt 0,7 – 1,5 mm).

Sậy được chuẩn bị đồng đều về kích cỡ (chiều cao mỗi cây 30 ± 2 cm). Sậy được rửa bằng nước sạch (nước cấp dùng cho sinh hoạt) để loại bỏ các chất bám dính trên bề mặt thân và rễ. Sậy được cân trọng lượng và đo các thông số sinh trưởng ban đầu, sau đó nuôi dưỡng 01 tuần bằng nước sạch (nước cấp cho sinh hoạt) trước khi tiến hành bố trí và ghi nhận các số liệu thí nghiệm.



Hình 1. Mô hình nghiên cứu

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 01 nghiệm thức đối chứng (Nước thải + cát, đá) và 01 nghiệm thức thí nghiệm (Nước thải + cát, đá + sậy) với 03 lần lặp lại. Mật độ trồng là 30 cây/m² (Châu và ctv., 2019). Nước thải dùng để thí nghiệm là nước thải sau quá trình ozone hóa. Thí nghiệm tiến hành theo dạng mẻ; nước thải được phân phối vào mỗi nghiệm thức với lưu lượng là 0,33 m³, thời gian lưu nước là 03 ngày, sau 03 ngày nước thải được rút ra toàn bộ và thay bằng nước thải mới. Nhằm để bảo đảm chiều cao lớp nước là 0,4 m, trong mỗi nghiệm thức thí nghiệm đều có gắn ống thông để kiểm soát và không chế mực nước trong lớp chất nền (Hình 1). Thí nghiệm được tiến hành liên tục trong 48 ngày.

2.3. Phương pháp thu mẫu và phân tích mẫu

Mẫu nước thải trước và sau xử lý được thu theo từng mẻ thí nghiệm (3 ngày/lần). Mẫu nước thải được thu vào chai nhựa 500 mL và trữ lạnh để phân tích các thông số TN, TP tại phòng thí nghiệm Viện

Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh. Lượng TN và TP trong nước thải trước và sau xử lý được tổng hợp trong Bảng 5 để thiết lập cân bằng đạm, lân của hệ thống đất ngập nước.

Trong những thí nghiệm thăm dò đã được thực hiện, kết quả cho thấy sinh khối mỗi cây sậy tăng không đáng kể trong thời gian 3 – 5 ngày. Đồng thời, việc lấy mẫu tần suất theo thời gian lưu nước (3 ngày/ lần) cũng làm ảnh hưởng đến tổng lượng sinh khối của các nghiệm thức thí nghiệm. Do vậy, nghiên cứu đã lựa chọn tần suất lấy mẫu và phân tích mẫu là ở các thời điểm: ngày thứ 3, 12, 24, 36 và 48.

Nhằm tránh ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm, sậy được thu 1 cây ở mỗi nghiệm thức thí nghiệm. Kết thúc thí nghiệm thu hoạch toàn bộ sậy. Mẫu sậy được rửa bằng nước sạch và sấy ở 105°C đến khi trọng lượng không đổi, sau đó phân tích các chỉ tiêu: Trọng lượng tươi, trọng lượng khô, chiều cao cây, TN trong thân, TN trong rễ, TP trong thân và TP trong rễ.

Bảng 1. Phương pháp phân tích mẫu

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp phân tích
1	TN trong nước thải	(mg/L)	TCVN 6638 : 2000
2	TP trong nước thải	(mg/L)	SMEWW 4500-P.B&D : 2012
3	TN trong thân và rễ sậy	(%)	TCVN 6498 : 1999
4	TP trong thân và rễ sậy	(%)	TCVN 8940 : 2011
5	Sinh khối	(g)	Rửa sạch, sấy và cân

2.4. Phương pháp tính toán và xử lý số liệu

2.4.1. Tính toán N, P tích lũy trong sậy

$$M = C_F \times W_F - C_B \times W_B$$

- M: hàm lượng N, P sậy tích lũy.
- C_B: hàm lượng N, P của sậy khi bắt đầu thí nghiệm.
- C_F: hàm lượng N, P của sậy khi kết thúc thí nghiệm.
- W_B: sinh khối khô của sậy khi bắt đầu thí nghiệm.
- W_F: sinh khối khô của sậy khi kết thúc thí nghiệm.

2.4.2. Xử lý số liệu

Phần mềm Microsoft Excel được sử dụng để tổng hợp số liệu các lần lặp thí nghiệm; sử dụng IBM SPSS 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) phân tích thống kê, kiểm T-Test và Duncan ở mức ý nghĩa 5%; sử dụng phần mềm Sigmaplot 12.5 (San Jose, California, USA) để vẽ biểu đồ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sinh trưởng của sậy

Bảng 2 cho thấy sự tăng trưởng của sậy sau 48 ngày thí nghiệm, sậy đạt chiều cao trung bình 166 cm/cây (tốc độ tăng trung bình 3 cm/ngày/cây), trọng lượng tươi và trọng lượng khô đạt giá trị trung bình lần lượt 82,57 g/cây và 22,90 g/cây (tăng 7,3 lần và 8,1 lần so với ban đầu), sinh khối tươi của sậy đạt 6.957g/m². Kết quả này cho thấy cây sậy đã thích nghi và phát triển tốt trong môi trường nước thải, gia tăng trọng lượng bằng việc hấp thu các chất dinh dưỡng trong môi trường nước. Theo Nga và ctv. (2016), sự gia tăng sinh khối của cây được thực hiện thông qua sự hấp thu các chất dinh dưỡng trong nước thải. Trong nghiên cứu của Nga và Huê (2009), sau 182 ngày thí nghiệm cho thấy chiều cao của sậy tăng 5 lần và mật độ cây tăng 10 lần và số chồi tăng thêm 11 chồi/cây so với ban đầu. Một nghiên cứu khác của Phương và ctv. (2015) đã kết luận, trong môi trường tưới bằng nước thải sinh hoạt, sậy sinh trưởng và phát triển tốt tạo sinh khối nhanh, đạt chiều cao trung bình 11,4 cm/tuần. Vận và ctv. (2013) cho biết trong điều kiện trồng trên đất nhiễm kim loại nặng, sậy đã hấp thu As, Pb, Cd, đồng thời

sinh trưởng và phát triển tốt, chiều cao cây đạt 1,2 – 1,9 m. Một nghiên cứu được thực hiện trong 8 năm của nhóm tác giả Valentina et al. (2021) đã cho biết sậy đạt sinh khối 4,8kg trọng lượng khô/m². Sau 3 năm nghiên cứu sậy trong hệ thống đất ngập nước chảy ngầm ngang, Lopez et al. (2016) đã ghi nhận kết quả cây đạt sinh khối 385 g/m². Nghiên cứu của

Geurts et al. (2020) trên hệ thống đất ngập nước tự nhiên tại Hà Lan đã kết luận sinh khối của sậy có thể đạt 10-30 kg trọng lượng khô/m²/năm. Baibagyssov et al. (2020) cho biết sậy sống ở vùng đất ngập nước tự nhiên tại Kazakhstan đạt đến sinh khối 5 tấn sậy/ha/năm.

Bảng 2. Chiều cao, trọng lượng tươi, trọng lượng khô của sậy theo thời gian

Thông số	Thời gian						F
	Ngày 3	Ngày 6	Ngày 12	Ngày 24	Ngày 36	Ngày 48	
Chiều cao (cm/cây)	31±0,0 ^f	42,3±1,45 ^e	60,3±1,20 ^d	77±1,15 ^c	142±1,45 ^b	166±2,08 ^a	1.617,97***
Trọng lượng tươi (g/cây)	11,28±0,06 ^f	15,4±0,09 ^e	19,22±0,16 ^d	24,75±0,06 ^c	52,09±0,05 ^b	82,57±0,82 ^a	6.473,97***
Trọng lượng khô (g/cây)	2,82±0,05 ^f	3,45±0,08 ^e	4,74±0,11 ^d	6,99±0,08 ^c	18,02±0,15 ^b	22,90±0,3 ^a	3.093,21***
Trọng lượng tươi (g/m ²)	281,92	567,45	786,95	1.662,68	3.445,33	6.956,92	

Ghi chú: Những giá trị (trung bình ± độ lệch chuẩn, n = 3) trong cùng một hàng có ký tự a, b, c,... khác nhau thì khác biệt về mặt thống kê (p < 0,05; theo kiểm định Duncan).

3.2. Tích lũy đạm, lân trong sậy

Bảng 3 và Bảng 4, trọng lượng khô và lượng đạm, lân trong thân, lá và rễ của sậy khác biệt có ý nghĩa thống kê theo thời gian thí nghiệm (p < 0,05). Kết quả lần lượt cho thấy diễn biến theo thời gian trọng lượng tươi, trọng lượng khô của sậy và tích lũy đạm lân của sậy theo trọng lượng khô. Ở thời điểm cuối thí nghiệm sậy sinh trưởng tốt: Hàm lượng đạm được tích lũy trong thân lá là 0,611% trọng lượng khô và trong rễ là 0,333% trọng lượng khô; Hàm lượng lân được tích lũy trong thân lá là 0,096% trọng lượng khô và trong rễ là 0,088% trọng lượng khô. Tổng hàm lượng đạm đạt 2,51 g/kg sậy tươi, tổng hàm lượng lân đạt 0,49 g/kg sậy tươi. Kết quả nghiên cứu của Ge et al. (2017), trong lá của sậy (*Phragmites spp.*) hàm lượng N chiếm 26,87 g/kg và hàm lượng P chiếm 0,39 g/kg sau 1 năm trồng. Còn theo Nga và ctv. (2016), sau 182 ngày thí nghiệm xử lý nước thải chăn nuôi bằng sậy, đạm tích lũy 3,6 g/kg sậy tươi, lân tích lũy 0,29 g/kg sậy tươi. Theo Giannini et al. (2019, as cited in Geurts et al., 2020), sậy phát triển tự phát trong đất bùn tự nhiên có khả năng hấp thụ lượng đạm là 0,153 g/m². Trong nghiên cứu hệ thống đất ngập nước chảy ngầm ngang do Lopez et al. (2016) thực hiện đã kết luận rằng khả năng hấp thụ đạm lân của sậy là 11,39 g N/m² và 0,23 g P/m². Geurts et al. (2020) cho biết đất ngập nước trồng sậy có thể loại bỏ 150 – 600 kgN/ha và 10-60 kgP/ha. Kết quả nghiên cứu của Aremu et al. (2012), Lục Bình (*Eichhornia*

crassipes) hấp thụ nitrate là 45,5% và phosphorus là 37,8% và sự tích lũy của phosphorus trong các mô thực vật trưởng thành ở vùng đất ngập nước là tương đối thấp (Nga và ctv., 2016). Brix (2003, trích dẫn bởi Nga và ctv., 2016) đã kết luận rằng khả năng hấp thụ phosphorus của các thực vật thủy sinh thấp hơn khả năng hấp thụ nitrogen. Với những kết quả từ các nghiên cứu trên cho thấy hàm lượng đạm được hấp thụ vào thực vật thủy sinh cao hơn so với hàm lượng lân và kết quả từ thí nghiệm cây sậy trong nghiên cứu của bài báo này cũng góp phần khẳng định luận điểm đó.

Sự tích lũy đạm, lân của sậy được tính toán ở Bảng 3 và được thể hiện Hình 2 cho thấy hàm lượng tích lũy đạm cho thấy phần thân và lá chiếm khối lượng lớn hơn so với phần rễ. Theo Kiều (2019), hàm lượng N trong mô thân cây cao hơn ở rễ cỏ Mồ Mỡ. Còn trong nghiên cứu của Zhang et al. (2008) đã ghi nhận kết quả tỷ lệ N : P trong thân cao hơn trong rễ của cây cỏ Lác. Sậy (*P. australis*) tích lũy P cao ở các bộ phận trên mặt đất của cây so với các phần khác bên dưới mặt đất, giúp loại bỏ các ion dinh dưỡng dư thừa trong môi trường (Singh & Srivastava, 2007, as cited in Srivastava et al., 2014). Điều này có thể giải thích, hàm lượng N và P trong thân, lá cây sậy cao vì thân chủ yếu được sử dụng để vận chuyển nước và chất dinh dưỡng, P cần thiết để đáp ứng nhu cầu tiêu thụ năng lượng trong quá trình quang hợp và hô hấp của lá.

Bảng 3. Hàm lượng đạm, lân trong thân lá và rễ sậy ở đầu và kết thúc thí nghiệm

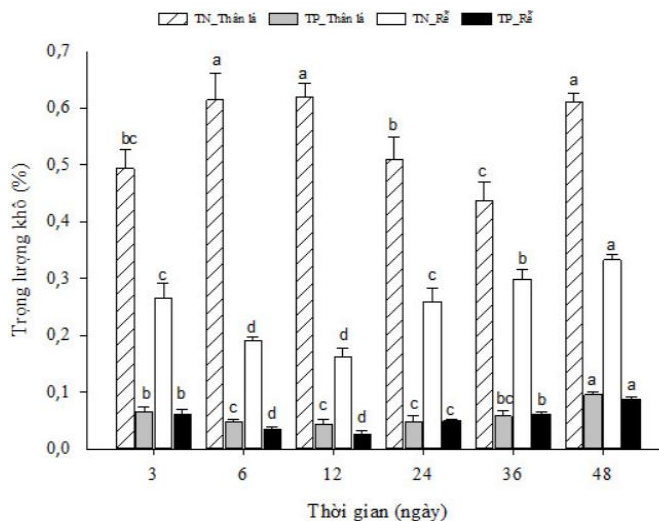
Trọng lượng khô (%)	Tổng Nitrogen		Tổng Phosphorus	
	Bắt đầu thí nghiệm	Kết thúc thí nghiệm	Bắt đầu thí nghiệm	Kết thúc thí nghiệm
Thân lá	0,494±0,032	0,611±0,014*	0,065±0,009	0,096±0,004*
Rễ	0,266±0,026	0,333±0,009*	0,062±0,026	0,088±0,005*

Ghi chú: Giá trị trung bình ± St.E; (*) trong cùng một hàng khác biệt ở $p < 0,05$ qua phép thử T-test.

Bảng 4. Trọng lượng tươi (TLT), trọng lượng khô (TLK) của thân lá và rễ Sậy

Trọng lượng (g/cây)	Thời gian						F
	Ngày 3	Ngày 6	Ngày 12	Ngày 24	Ngày 36	Ngày 48	
TLT_ Thân	10,29±0,1 ^f	13,71±0,2 ^e	15,88±0,23 ^d	19,1±0,19 ^c	37,85±0,24 ^b	66,7±1,34 ^a	4.229,812***
TLT_ Rễ	0,99±0,03 ^f	1,73±0,04 ^e	3,34±0,19 ^d	5,66±0,23 ^c	14,24±0,21 ^b	15,87±0,44 ^a	2.298,331***
TLK_ Thân	2,28±0,1 ^f	3,01±0,15 ^e	4,18±0,14 ^d	5,71±0,19 ^c	14,24±0,21 ^b	17,79±0,47 ^a	2.181,728***
TLK_ Rễ	0,54±0,04 ^e	0,44±0,01 ^{de}	0,57±0,05 ^d	1,28±0,08 ^c	3,78±0,1 ^b	5,11±0,07 ^a	2.910,751***

Ghi chú: Những giá trị (trung bình ± độ lệch chuẩn, n = 3) trong cùng một hàng có ký tự a, b, c,... khác nhau thì khác biệt về mặt thống kê ($p < 0,05$; theo kiểm định Duncan).



Hình 2. Hàm lượng đạm lân của sậy theo thời gian

3.3. Cân bằng đạm, lân (N, P) trong hệ thống đất ngập nước

Kết quả nghiên cứu trong Bảng 6 cho thấy lượng TN trong nước thải sau xử lý là 18,3%, lượng TN tích lũy vào sậy là 11,22% (chiếm trong thân lá là 7,26% và trong rễ là 3,96%), lượng TN không xác định là 70,48%, có thể giải thích lượng không xác định này được tích lũy trong lớp vật liệu nền, được chuyển hóa thông qua vi sinh vật và vi khuẩn,... Theo Brix et al. (2003, as cited in Srivastava et al., 2014), Sậy (*P. australis*) duy trì quá trình oxy hóa liên tục của vùng rễ dẫn đến quá trình oxy hóa

amoniac (NH_3) thành nitrat (NO_3^-). Theo Erickson et al. (1984, trích dẫn bởi Kiều, 2019) một phần N mất đi do tảo hấp thu, chết, lắng tụ vào nền đáy và bám vào thành chậu. Nghiênm (2016) khi nghiên cứu đất ngập nước kiến tạo trồng Sậy xử lý nước thải sinh hoạt, lượng nitrogen có thể bị chuyển hóa, bay hơi vào không khí, đồng hóa bởi thực vật và bị bắt giữ trong hạt vật liệu đất, cát trong mô hình, phần trăm lượng nitrogen hữu cơ biến mất dao động trong khoảng 71,9 – 77,1%. Nghiên cứu của Nguyệt và ctv. (2015) khi phối hợp trồng Bèo Tây và sậy để xử lý nước thải chăn nuôi lợn, hệ thống đã loại bỏ 76,84% TN.

Bảng 5. Giá trị trung bình của TN, TP trong nước thải trước và sau khi xử lý

mg/L	NGÀY															
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
TN _t	103,13	99,87	94,1	64,4	77,2	69,1	67,4	62,3	83,5	80,9	87,4	95,9	79,2	84,6	68,7	103,04
TN _s	38,25	34,8	23,76	13,26	12,66	10,2	9,29	7,22	12,82	10,76	11,68	14,16	12,2	11,14	8,57	11,33
TP _t	23,23	21,28	22,30	14,39	15,60	14,90	15,30	15,48	21,27	22,00	27,90	33,58	22,70	21,80	19,60	19,18
TP _s	9,2	6,46	6,56	3,65	3,68	3,28	2,87	2,36	3,66	3,93	5,3	6,65	4,65	3,94	3,27	2,65

Ghi chú: TN_t: TN trước khi xử lý (sau quá trình ozone); TN_s: TN sau khi xử lý bằng đất ngập nước.

TP_t: TP trước khi xử lý (sau quá trình ozone); TP_s: TP sau khi xử lý bằng đất ngập nước.

Lượng đạm và lân trong hệ thống đất ngập nước được cân bằng như sau: $A = B + C + D + KXD$

Bảng 6. Cân bằng đạm, lân trong hệ thống đất ngập nước

TỔNG ĐẠM (TN)										
	A	B	C	D	KXD	A	B	C	D	KXD
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
TB _{DC}	436,31	314,45±3,43	0	0	121,86±3,43	100	72,07±0,79	0	0	27,93±0,79
ĐC1	436,31	311,48	0	0	124,83	100	71,39	0	0	28,61
ĐC2	436,31	318,20	0	0	118,11	100	72,93	0	0	27,07
ĐC3	436,31	313,67	0	0	122,64	100	71,89	0,00	0,00	28,11
TB _{NT}	436,31	79,83±2,71	31,68±1,08	17,3±0,78	307,50±3,89	100	18,3±0,62	7,26±0,25	3,96±0,18	70,48±0,89
NT1	436,31	82,86	32,48	17,88	303,09	100	18,99	7,44	4,10	69,47
NT2	436,31	77,62	32,1	17,6	308,98	100	17,79	7,36	4,03	70,82
NT3	436,31	79,01	30,46	16,4	310,43	100	18,11	6,98	3,76	71,15
TỔNG LÂN (TP)										
TB _{DC}	109,14	74,11±4,86	0	0	35,03±4,85	100	67,90±4,44	0	0	32,00±4,29
ĐC1	109,14	74,36	0	0	34,78	100	68,13	0	0	31,87
ĐC2	109,14	69,13	0	0	40,01	100	63,35	0	0	36,35
ĐC3	109,14	78,831	0	0	30,314	100	72,23	0,00	0,00	27,77
TB _{NT}	109,14	23,75±0,46	5,0588±0,14	4,6331±0,11	80,761±0,41	100	21,76±0,42	4,64±0,13	4,24±0,1	69,36±0,41
NT1	109,14	24,277	5,0771	4,576	80,292	100	22,24	4,65	4,19	68,92
NT2	109,14	23,428	5,1855	4,7596	80,956	100	21,47	4,75	4,36	69,40
NT3	109,14	23,546	4,9139	4,5638	81,035	100	21,57	4,50	4,18	69,74

Ghi chú: KXD: Không xác định; ĐC: Đối chứng; NT: Nghiệm thức trồng sậy; TB: Trung bình.

A: TN đầu vào (436,31g), trong nước thải trước xử lý (434,92g) và trong sậy ban đầu (1,39g).

TP đầu vào (109,14g), trong nước thải trước xử lý (108,91g) và trong sậy ban đầu (0,23g).

B: TN (hoặc TP) trong nước thải sau xử lý.

C: TN (hoặc TP) trong thân lá sậy khi thu hoạch.

D: TN (hoặc TP) trong rễ sậy khi thu hoạch.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy lượng TP trong nước thải sau xử lý là 21,76%, lượng TP tích lũy vào Sậy là 8,88% (chiếm trong thân lá là 4,64% và trong rễ là 4,24%), lượng TP không xác định là 69,36%. Có thể giải thích lượng không xác định TP này: Một là do sự hiện diện của cát, khi nước thải đi qua lớp cát theo hướng từ trên xuống, phần lớn các hợp chất hữu cơ có chứa phosphorus bị giữ lại ở các lớp cát phía trên (đó là cơ chế lọc vật lý của cát), một phần khác như các hợp chất hữu cơ chứa phosphorus chưa bị phân hủy hoàn toàn, các ion orthophosphat sẽ bị hấp phụ vào các hạt cát theo nguyên lý điện thế (Nga và ctv., 2016); Hai là vùng rễ của Sậy làm giá bám cho vi sinh vật phân hủy các

hợp chất phosphorus thành các muối photphat dễ tan. Trong kết quả nghiên cứu của Vymazal et al. (1998, trích dẫn bởi Nghiêm, 2016), lượng phosphorus bị giữ lại trong hệ thống đất ngập nước là 69,8%. Nghiên cứu của Nguyệt và ctv. (2015) khi phối hợp trồng Bèo Tây và sậy để xử lý nước thải chăn nuôi lợn, hệ thống đã loại bỏ 68,76% TP.

4. KẾT LUẬN

Kết thúc thí nghiệm, sậy trồng trong hệ thống đất ngập nước chảy ngầm theo phương ngang thích nghi và sinh trưởng tốt trong môi trường nước thải sơ chế gà rán công nghiệp (đã qua tiền xử lý bằng ozone). Cây sậy trồng trong hệ thống đất ngập nước đã góp

phần làm giảm khoảng 11,22% TN và 8,88% TP trong nước thải đầu vào thông qua việc hấp thu và tích lũy vào sinh khối.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anh, B. T. K., Thành, N. V., Chuyên, N. H., & Lập, B. Q. (2019a). Phân tích, đánh giá khả năng ứng dụng của bãi lọc trồng cây nhân tạo để xử lý nước thải chăn nuôi lợn sau Biogas. *Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường*, 66, 10 – 15.
- Anh, B. T. K., Thành, N. V., Giang, P. T., & Kim, Đ. Đ. (2019b). Nghiên cứu sử dụng cây Sậy (*Phragmites australis*) và cây rau Muống (*Ipomoea aquatica*) trong xử lý nước thải chăn nuôi lợn sau biogas bằng bãi lọc trồng cây nhân tạo. *Tạp chí Sinh học – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)*, 41, 327 – 335.
- Aremu, A. S., Ojoawo, S. O., & Alade, G. A. (2012). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) culture in sewage: nutrient removal and potential applications of by-products. *Transnational Journal of Science and Technology*, 2(7), 103 – 110.
- Baibagyssov, A., Thevs, N., Nurtazin, S., Waldhardt, R., Beckmann, V., & Salmurzauly, R. (2020). Biomass Resources of *Phragmites australis* in Kazakhstan: Historical Developments, Utilization, and Prospects. *Resources*, 9(74), 1 – 25. <https://doi.org/10.3390/resources9060074>
- Châu, N. Đ., Luân, N. T., & Đan, T. H. (2017). Khả năng xử lý nước thải sơ chế gà rán công nghiệp bằng biện pháp oxy hóa nâng cao kết hợp thủy sinh thực vật. *Tạp chí nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Quân sự, số đặc san NĐMT 09(2017)*, 39 – 45.
- Châu, N. Đ., Chân, V. H., & Đan, T. H. (2019). Đặc điểm sinh học và hiệu quả xử lý chất ô nhiễm trong nước thải sơ chế gà rán công nghiệp của Sậy (*Phragmites spp.*) trong hệ thống đất ngập nước chảy ngầm ngang. *Tạp chí Khoa học Đất*, 57, 39 – 44.
- Cui, J., Wang, X., Yuan, Y., Guo, X., Gua, X., & Jian, L. (2014). Combined ozone oxidation and biological aerated filter processes for treatment of cyanide containing electroplating wastewater. *Chemical Engineering Journal*, 241, 184 – 189. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.09.003>
- Geurts, J., Oehmke, C., Lambertini, C., Eller, F., Sorrell, B. K., Mandiola, S. R., Grootjans, A. P., Brix, H., Wichtmann, W., & Lamers, L. P. M. (2020). Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils. *The Science of the Total Environment*, 747, 141102. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141102>
- Hoàng, N. X., Trang, L. D. T., Trúc, N. T. T., & Việt, L. H. (2017). Tiền xử lý nước rỉ rác bằng keo tụ điện hóa kết hợp fenton-ozone. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu*, 153 – 161. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2017.042>
- Kadlec, R. H., Knight, R. L., Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P., & Haberl, R. (2006). *Constructed wetlands for pollution control: processes, performance, design and operation* (3rd ed.). IWA Publishing, London UK.
- Kiều, L. D. (2019). *Nghiên cứu khả năng giảm đạm lân của cỏ Mồm Mỡ (Hymenachne acutigluma) trong nước thải ao nuôi thâm canh cá Tra* (Luận án Tiến sĩ). Trường Đại học Cần Thơ.
- Lopez, D., Sepulveda, M., & Vidal, G. (2016). *Phragmites australis* and *Schoenoplectus californicus* in constructed wetlands: Development and nutrient uptake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(3), 763 – 777. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162016005000055>
- Nga, T. T., & Huệ, L. H. (2009). Hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi bằng Sậy (*Phragmites Spp.*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 12, 25 – 32.
- Nga, T. T., Trang, N. T. D., Lộc, N. X., & Đan, T. H. (2016). Những vấn đề cơ sở và ứng dụng của đất ngập nước trong giảm thiểu môi trường nước bị ô nhiễm. Trong Nga, T. T. (Chủ biên). *Đất ngập nước đồng bằng sông Cửu Long: những vấn đề cơ sở và ứng dụng* (trang 191 – 247). Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Nghiêm, L. H. (2016). *Báo cáo tổng hợp Nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý nước thải của đất ngập nước kiến tạo với các loại thực vật nước địa phương và áp dụng thí điểm ở khu vực Tây Nam Bộ, mã số: TNMT.04.61/10-15*). Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM. Đề tài Khoa học và công nghệ cấp Bộ.
- Nguyệt, V. T., Tựa, T. V., Kim, Đ. Đ., Kiên, N. T., & Anh, B. T. K. (2015). Nghiên cứu phối hợp sử dụng Bèo Tây và Sậy để xử lý COD, Nitơ và Phospho trong nước thải chăn nuôi lợn sau công nghệ Biogas. *Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 6* (trang 1540 – 1545).

LỜI CẢM ƠN

Kết quả các chỉ tiêu đạm, lân trong nghiên cứu này được phân tích tại phòng thí nghiệm Viện Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

- Phuong, N. H., Liễu, P. T. T., Quý, N. V., Bkrông, H., & Tạo, N. T. (2015). Thực nghiệm khả năng xử lý nước thải sinh hoạt bằng cây Chuối Nước và cây Sậy trong mô hình bãi lọc ngầm tại Trường Đại học Tây Nguyên. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*, 11(96), 141 – 145.
- Srivastava, J., Kalra, J. S., & Naraian, R. (2014). Environmental perspectives of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex. Steudel. *Appl Water Sci*, 4, 193 – 202. <https://doi.org/10.1007/s13201-013-0142-x>
- Trang, N. T. D., & Brix, H. (2012). Hiệu suất xử lý nước thải sinh hoạt của hệ thống đất ngập nước kiến tạo nền cát vận hành với mức tải nạp thủy lực cao. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 21(b), 161 – 171.
- Tùng, M. H. T., & Cẩm, N. T. D. (2017). Xử lý chất hữu cơ và amoni trong nước thải chế biến sữa bằng phương pháp lọc sinh học hiếu khí kết hợp với thực vật. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 33(2), 74 – 80.
- Valentina, C., Cristobal, C., Jacques, B., & Gladys, V. (2021). Evaluation of long-term phosphorus uptake by *Schoenoplectus californicus* and *Phragmites australis* plants in pilot-scale constructed wetlands. *International Journal of Phytoremediation*, 24(6), 610 – 621. <https://doi.org/10.1080/15226514.2021.1960478>
- Vận, Đ. X., Phá, T. T., Minh, Đ. V., & Hùng, H. V. (2013). Nghiên cứu sự phân bố, khả năng sinh trưởng và phát triển của cây Sậy (*Phragmites australis*) trên đất sau khai thác quặng ở tỉnh Thái Nguyên. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 107(07), 91 – 96.
- Vymazal, J., & Lenka, K. (2005). Growth of *Phragmites australis* and *Phalaris arundinacea* in constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. *Ecological Engineering*, 25(5), 606 – 621. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.07.005>
- Windham, L., & Ehrenfeld, J. G. (2003). Net impact of a plant invasion on nitrogen-cycling processes within a brackish tidal marsh. *Ecological Society of America*, 13(4), 883 – 896. <https://doi.org/10.1890/02-5005>
- Zhang, Z., Rengel, Z., & Meney, K. (2008). Interactive effects of nitrogen and phosphorus loadings on nutrient removal from simulated wastewater using *Schoenoplectus validus* in wetland microcosms. *Chemosphere*, 72(11), 1823 – 1828. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.05.014>
- Ge, Z., An, R., Fang, S., Lin, P., Li, C., Xue, J., & Yu, S. (2017). *Phragmites australis* + *Typha latifolia* Community Enhanced the Enrichment of Nitrogen and Phosphorus in the Soil of Qin Lake Wetland. *Scientifica, Restoration and Management of Healthy Wetland Ecosystems*, 1 – 9. <https://doi.org/10.1155/2017/8539093>