

HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT CỦA HỆ THỐNG ĐẤT NGẬP NƯỚC KIẾN TẠO BẰNG CÂY RAU NGHỄ

Effects of using constructed wetlands based on *Persicaria attenuata* Subsp. *Pulchra* (Blume.)

K.L.Wilson in domestic wastewater treatment

Bùi Trung Kha¹

Tóm tắt

Bài viết mô tả tầm quan trọng của việc sử dụng hệ thống bãi lọc trồng Nghễ qui mô nhỏ với kết quả là chất lượng nước thải đầu ra có chất lượng tốt. Hệ thống đất ngập nước kiến tạo có dòng chảy ngầm trồng Nghễ được xây dựng tại Trường Đại học Đồng Tháp. Hệ thống được vận hành với mức tải nạp thủy lực là 60 lít/m²/ngày. Khả năng xử lý độ đục, DO (oxy hòa tan), nhu cầu oxy sinh học (BOD5), lân tổng (TP), tổng đạm Kjeldahl (TN) là rất hiệu quả hiệu suất xử lý trung bình tương ứng 94%, 86%, 80%, 88% và 94%. Kết quả cho thấy bằng cách sử dụng hệ thống đất ngập nước nhân tạo này trong việc xử lý nước thải sinh hoạt là phương pháp khả thi và chất lượng nước thải đầu ra của hệ thống ở mức HLR 60 lít/m²/ngày là rất cao.

Từ khóa: đất ngập nước kiến tạo, hiệu suất xử lý, nước thải sinh hoạt.

Abstract

The paper describes the importance of small-scale domestic wastewater treatment using “*Persicaria attenuata* Subsp. *Pulchra* (Blume.) K.L.Wilson bed” system, which provides good quality of effluent discharge. A flow of groundwater of constructed wetlands (WCs) planted with *Persicaria attenuata* Subsp. *Pulchra* (Blume.) K.L.Wilson is built in Dong Thap University. The system is operated with a hydraulic loading rate (HLR) of 62 liters/m²/d. The removal of turbidity, DO, BOD5, TP, TKN, is efficient with mean removal rates of about 94%, 86%, 80%, 88% and 94%. The result indicated that using CWs for domestic wastewater treatment is viable and the effluent quality at HLR of 60 liters/m²/d is very high.

Keywords: constructed wetlands, removal efficiency, domestic wastewater.

1. Giới thiệu

Hiện nay, có rất nhiều công nghệ xử lý nước thải được áp dụng và nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam, đặc biệt là xử lý nước thải bằng thực vật đất ngập nước là một trong những phương pháp được nghiên cứu rất mạnh mẽ trong những năm gần đây như Sậy, Bồn bèo, Lục bình,... (Kadlec R. H. 2000) đã được nghiên cứu trên thế giới. Ở Việt Nam, gần đây cũng có nhiều nghiên cứu sử dụng thực vật thủy sinh trong xử lý nước thải từ nhiều nguồn khác nhau như Điện thanh, Thầu dầu, Sậy, Cỏ voi (Nguyễn Xuân Lộc 2008). Các nghiên cứu trên bước đầu đã cho thấy những loại thủy sinh thực vật có khả năng xử lý chất hữu cơ trong nước khá cao và tăng sinh khối rất nhanh.

Trong rất nhiều thực vật thủy sinh thì rau Nghễ là một trong những loại cây hoang dại hiện diện rộng khắp trong tự nhiên ở Đồng bằng Sông Cửu Long (Phạm Hoàng Hộ 1999). Rau Nghễ là loại cây dễ phát triển và có nhiều lợi ích trong cuộc sống như cho gia súc ăn, làm thuốc, chất đốt,... Tuy nhiên, hiện nay, tính hiệu quả trong xử lý nước thải sinh hoạt vẫn chưa được nghiên cứu. Vì vậy,

nghiên cứu rau Nghễ trong hệ thống đất ngập nước để xử lý nước thải sinh hoạt là cần thiết. Nghiên cứu này nhằm góp phần vào việc hạn chế ô nhiễm và bảo vệ môi trường nước hướng đến sự phát triển bền vững. Xuất phát nhu cầu đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài “**Hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng cây Rau Nghễ**”.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

- Địa điểm: Thí nghiệm được bố trí tại Ký túc xá sinh viên Trường Đại học Đồng Tháp.

- Thời gian: nghiên cứu được thực hiện từ tháng 06/2010 đến tháng 09/2010.

2.2. Mô tả Rau Nghễ

Đặc điểm

Họ Rau răm – Polygonaceae, cây thảo sống dai, hoàn toàn phủ đầy lông sát dày đặc. Thân to, rộng đến 1,5 cm và có rãnh dọc. Lá hình ngọn giáo dài, thon hẹp ở hai đầu có cuống ngắn. Phiến lá dày lông trắng trắng. Bẹ chia dài bằng lông, dày lông, có sọc dọc. Hoa tập hợp thành bông ở ngọn, đơn hay thành đôi, dày đặc, gồm nhiều hoa màu trắng. Quả

¹ Thạc sĩ, Khoa Tài nguyên và Môi trường, Trường ĐH Đồng Tháp

bé, hình lăng kính, nhẵn và bóng, lồi cả hai mặt.

Phân bố

- Vùng đất ẩm thấp
- Các vùng nước nông
- Các tên gọi khác: Nghễ trâu, Nghễ lông dài.



Hình 1. Rau Nghễ

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức được lập lại 3 lần, 2 nghiệm thức đó là:

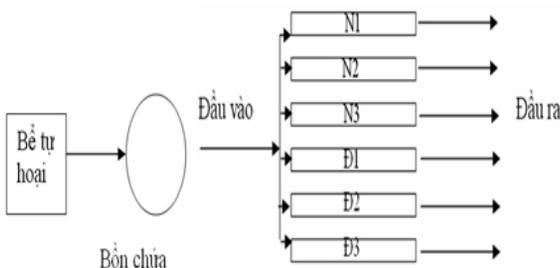
- + Nghiệm thức có trồng cây + vật liệu lọc, và
- + Nghiệm thực vật liệu lọc không trồng cây (nghiệm thức đối chứng).

Loài cây được sử dụng trong thí nghiệm là rau Nghễ, mỗi cây được bố trí trồng cách nhau 10 cm.

2.4. Mô tả hệ thống

Hệ thống được thiết kế kiểu chảy ngầm theo phương ngang gồm 6 rãnh được xây dựng bằng xi măng với diện tích 0,3m x 5m và độ sâu là 0,4m. Các rãnh này được lót bằng nylông để chống thấm. Hệ thống đầu vào và đầu ra có gắn ống nhựa $\theta = 100\text{mm}$ với van nhựa $\theta = 21\text{mm}$ để điều chỉnh lưu lượng nạp. Độ nghiêng của hệ thống là 5% (một phía cao 0,25m so với mặt đất). Vật liệu lọc được chọn là cát và đá xây dựng (đá loại 1cm x 2cm). Đá xây dựng được bố trí ở đoạn đầu và cuối mỗi rãnh bê tông (mỗi đoạn 0,5m), đoạn giữa được bố trí cát xây dựng. Nước thải đầu vào được lấy sau hầm tự hoại của Ký túc xá Trường Đại học Đồng Tháp.

Tổng số rãnh xây dựng: $3 \times 2 = 6$ rãnh



Hình 2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

Ghi chú: N1, N2, N3: Nghiệm thức trồng nghễ + vật liệu lọc.

Đ1, Đ2, Đ3: nghiệm thức đối chứng chỉ có vật liệu lọc

2.5. Phương pháp thu mẫu

Thu mẫu: thu nước thải ở đầu vào và đầu ra của hệ thống được chia làm 3 đợt, mỗi đợt cách nhau 30 ngày (được tính từ ngày bắt đầu vận hành hệ thống). Mẫu nước thải được thu ở hầm tự hoại (trước khi vào hệ thống) và sau hệ thống.

Các chỉ tiêu phân tích: pH, EC, DO, BOD₅, độ đục, N tổng số, P tổng số.

Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu pH, EC, DO xác định bằng các máy đo cầm tay ngay tại khu thí nghiệm; BOD₅ xác định bằng phương pháp sensor với tủ ấm ở 20°C, N tổng số (TN) phương pháp Kjeldahl; P tổng số (TP) dùng K₂S₂O₈ để vô cơ mẫu, chuyển tất cả các dạng photpho về dạng orthophotphat, sau đó được xác định bằng phương pháp Molybden blue.

2.6. Hiệu suất xử lý

Hiệu suất xử lý (%) được tính theo công thức:

$$\frac{\text{Nước thải đầu vào} - \text{nước thải đầu ra}}{\text{Nước thải đầu vào}} \times 100\%$$

2.7. Phân tích và xử lý số liệu

Tất cả số liệu chất lượng nước được thu thập và tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn cho từng nghiệm thức bằng phần mềm Excel. So sánh trung bình hiệu suất giữa hai nghiệm thức theo phương pháp kiểm định T-test bằng phần mềm thống kê SPSS 13.0.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nồng độ H⁺ (pH), EC, Độ đục, DO

Kết quả khảo sát cho thấy, nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sau hầm tự hoại của khu vực nghiên cứu khá cao. Hàm lượng BOD₅, TN, TP lần lượt là 73,84 mg/l, 103 mg/l và 18,74 mg/l. Các kết quả khảo sát cũng cho thấy khi so sánh nước thải sau hầm tự hoại với quy chuẩn QCVN 14:2008/BTNMT ở cột B (giá trị tối đa của nước thải sinh hoạt khi thải vào nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt của BOD₅ là 50mg/l). Giá trị pH của nước thải sau hệ thống đối chứng (7,32) và nước thải sau hệ thống vật liệu lọc có trồng rau Nghễ (7,4) đều thấp hơn so với nước thải chưa xử lý (7,62). Sản phẩm của quá trình phân hủy sinh học chất hữu cơ trong điều kiện hiếm khí trong hệ thống chảy ngầm đồng thời quá trình nitrate hóa xảy ra trong hệ thống thông qua nồng độ NH₄-N giảm trong nước thải đầu ra là những nguyên nhân

làm cho giá trị pH trong nước thải đầu ra thấp hơn so với đầu vào (Vymazal *et al.* 1998).

Đối với độ dẫn điện (EC), các muối hòa tan có thể bị giữ lại bằng cơ chế hấp phụ bề mặt, hoặc do cây và vi sinh vật hấp thu làm cho EC giảm trong nước thải đầu ra ở cả hai nghiệm thức. Mặc dù cả hai hệ thống này có sự khác biệt ý nghĩa ở mức 5% với các giá trị trước khi vào hệ thống, sau hệ thống đối chứng và sau hệ thống trồng Nghê tương ứng là 1,45, 1,01 và 1,02. Nhưng nhìn chung, chúng đều có hiệu suất xử lý lần lượt là 30,34% ở hệ thống đối chứng và 29,36% hệ thống có trồng rau Nghê.

Kết quả độ đục được trình bày trong bảng 1

Bảng 1: Giá trị độ đục và hiệu suất xử lý của Nghê

Nước thải chưa xử lý	Giá trị độ đục (NTU)	
	Nước thải + vật liệu lọc	Nước thải + vật liệu lọc + rau Nghê
95,39 ± 3,22a	6,68 ± 0,62b	5,82 ± 0,59b

Giá trị trung bình ± St.E; các chữ giống nhau trong cùng một hàng không khác biệt ý nghĩa ở $p < 0,05$

Bảng 2: Giá trị DO của thí nghiệm

Nước thải chưa xử lý	Giá trị DO (mg/l)		Hiệu suất xử lý so với nước thải (%)	
	Nước thải + vật liệu lọc	Nước thải + vật liệu lọc + Rau Nghê	Nước thải + vật liệu lọc	Nước thải + vật liệu lọc + rau Nghê
0,81 ± 0,15a	3,95 ± 0,14b	5,80 ± 0,08c	79,50	86,03

Giá trị trung bình ± St.E; các chữ giống nhau trong cùng một hàng không khác biệt ý nghĩa ở $p < 0,05$

Qua bảng 2 nhận thấy nước thải đầu vào có giá trị DO là 0,81 mg/l chứng tỏ nước thải bị ô nhiễm hữu cơ khá nặng, kết quả này còn được biểu thị qua hàm lượng BOD₅ là 73,84 mg/l. Hàm lượng oxy hòa tan trong nước thải chưa xử lý có sự khác biệt thống kê mức ý nghĩa 5% so với nước thải sau khi qua hệ thống lọc đối chứng và hệ thống lọc có trồng rau Nghê. Nước thải sau hệ thống lọc có sự gia tăng DO so với nước thải chưa xử lý là 4,8 lần. Nguyên nhân là do sự xâm nhập oxy từ không khí bên trên qua các khe hở của vật liệu lọc khuếch tán

Bảng 3: Giá trị BOD₅ trong thí nghiệm

Nước thải chưa xử lý	Giá trị BOD ₅ (mg/l)		Hiệu suất xử lý so với nước thải (%)	
	Nước thải + vật liệu lọc	Nước thải + vật liệu lọc + rau Nghê	Nước thải + vật liệu lọc	Nước thải + vật liệu lọc + rau Nghê
73,84 ± 2,01a	20,24 ± 0,84b	14,96 ± 0,55c	72,58	79,74

Giá trị trung bình ± St.E; các chữ giống nhau trong cùng một hàng không khác biệt ý nghĩa ở $p < 0,05$

Nồng độ BOD₅ trong nước thải sau hệ thống đối chứng và nghiệm thức trồng Nghê giảm rất nhiều so với nước thải đầu vào và khi so sánh QCVN 14: 2008/BTNMT thì đạt quy chuẩn loại A (cột A quy

Giá trị độ đục được trình bày trong bảng 1 cho thấy: nước thải sau nghiệm thức đối chứng và nước thải sau nghiệm thức được trồng rau Nghê thấp hơn giá trị độ đục của nước thải chưa được xử lý và có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Hiệu suất xử lý của nghiệm thức trồng Nghê 94%. Quá trình này xảy ra do hiện tượng đảo thế trên bề mặt vật liệu lọc xảy ra liên tục vì thế theo thời gian lực hấp phụ sẽ giảm dần và có thể ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý độ đục của nước thải theo thời gian (Nguyễn Thị Thu Thủy 2003). Ở nước thải đầu ra sau hệ thống vật liệu lọc được trồng rau Nghê, giá trị độ đục giảm xuống so với độ đục nước thải chưa được xử lý và độ đục nước thải sau vật liệu lọc. Điều này có thể được giải thích là do ngoài cơ chế lọc vật lý như hệ thống đối chứng thì ở hệ thống vật liệu lọc có trồng rau Nghê còn có thêm vai trò lọc sinh học từ rau Nghê. Ở đây rễ thực vật đã tham gia vào vai trò hấp thụ các hạt keo và các chất rắn lơ lửng trong nước, góp phần làm giảm độ đục trong nước thải (Brix H. 2003).

Đối với DO, được trình bày trong bảng 2.

Đối với DO, được trình bày trong bảng 2. Thêm vào đó, các chất hữu cơ có kích thước lớn, các chất lơ lửng và keo sẽ bị giữ lại ở lớp trên cùng. Những chất này tạo thành lớp màng gồm vô số vi sinh vật có khả năng hấp thụ và oxy hóa các chất hữu cơ trong nước thải (Trần Đức Hạ 2002).

3.2. Giá trị BOD₅, TN, TP

Nhìn chung BOD₅ có khuynh hướng giảm dần ở hai nghiệm thức, được trình bày ở bảng 3.

Nhìn chung BOD₅ có khuynh hướng giảm dần ở hai nghiệm thức, được trình bày ở bảng 3. định BOD₅ (20°C) có giá trị tối đa là 30 mg/l). Ở đây cũng cho thấy có sự khác biệt ý nghĩa 5% lẫn nhau của nước thải đầu vào, nước thải sau nghiệm thức đối chứng và nước thải sau nghiệm thức trồng

Nghê. Kết quả này cũng được ghi nhận tương tự ở nghiên cứu của (Tuan *et al.* 2005) hiệu suất xử lý BOD5 71,4%.

Bảng 4 dưới cho thấy TP trong nước thải sau vật liệu lọc có trồng Nghê thấp hơn nước thải sau vật liệu lọc là 2,4 lần (có sự khác biệt thống kê mức ý nghĩa 5%). Vì vậy, hiệu suất loại bỏ tổng lân của nghiệm thức có trồng rau Nghê cao hơn nghiệm thức đối chứng. Phần trăm loại bỏ TP trong nước thải sinh hoạt của nghiệm thức có trồng rau Nghê rất cao 88,15% và cao hơn ở đối chứng là 1,23 lần. Điều này khẳng định vai trò của rau Nghê đã góp phần cải thiện đáng kể chất lượng nước về thông số lân tổng số sau khi ra khỏi hệ thống.

Bảng 4: Giá trị TN và TP được trình bày ở bảng 4

Thông số	Nghiệm thức	Giá trị	Hiệu suất xử lý (%)
TN (mg/l)	Nước thải chưa xử lý	103,49 ± 3,54a	
	Nghiệm thức đối chứng	9,65 ± 0,67b	90,63
	Nghiệm thức trồng Nghê	5,97 ± 0,24c	94,20
TP (mg/l)	Nước thải chưa xử lý	18,73 ± 2,53a	
	Nghiệm thức đối chứng	5,23 ± 0,41b	72,08
	Nghiệm thức trồng Nghê	2,22 ± 0,14c	88,15

Các giá trị TN bảng trên cho thấy vai trò của thực vật thủy sinh mà cụ thể là Nghê trong hệ thống đất ngập nước đã tạo ra sự khác biệt về mặt xử lý nước thải sinh hoạt. Phần trăm xử lý tổng đạm trong nước thải của nghiệm thức rau Nghê

cao hơn nghiệm thức đối chứng với các giá trị lần lượt là 90,63% ở nghiệm thức đối chứng và 94,20% ở nghiệm thức có rau Nghê. Quá trình giảm TN này được gọi là quá trình khoáng hóa nitrogen hay ammoniac hóa và quá trình này có thể ở thể hiếu khí hay yếm khí (Tuấn *et al.* 2008).

4. Kết luận và đề xuất ý kiến

4.1. Kết luận

Khả năng xử lý TN, TP, BOD₅, và cải thiện DO là rất hiệu quả ở lưu lượng nạp là 60 lít/m² với hiệu suất xử lý trung bình tương ứng là ~94, 88, ~80 và 86%. Hệ thống ĐNN kiến tạo chày ngâm có trồng Nghê thử nghiệm trong nghiên cứu này cho kết quả khả thi trong việc xử lý nước thải sinh hoạt phù hợp với điều kiện Đồng bằng Sông Cửu Long. Hệ thống này có chức năng như là bể lọc sinh học hiệu quả, dễ vận hành, đỡ tốn công bảo trì và cho chất lượng nước thải đầu ra BOD₅, pH đạt tiêu chuẩn cho phép xả thải QCVN 14: 2008/BTNMT thì đạt quy chuẩn loại A.

4.2. Kiến nghị

Cần xử lý nước thải sơ bộ trước khi cho vào hệ thống nhằm tránh hiện tượng nghẹt hệ thống. Thu hoạch Nghê là biện pháp hữu hiệu loại bỏ dinh dưỡng ra khỏi hệ thống, đặc biệt N và P, cho nên cần có những nghiên cứu thêm về chu kỳ thu hoạch cây Nghê thích hợp.

Tài liệu tham khảo

- Brix, H. 2003. *Plants used in constructed wetlands and their function. International seminar on The use of aquatic macrophytes for wastewater treatment in constructed wetland*. May 8 – 10. Portugal.
- Kadlec, R.H. 2000. *Constructed wetlands for pollution control*. IWA Publishing: London.
- Lê, Anh Tuấn & Lê, Hoàng Việt. 2005. *An experimental constructed subsurface flow wetland for domestic wastewater treatment at Can Tho University, Vietnam*.
- Nguyễn, Xuân Lộc. 2008. “Hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt của Điền thanh (*Sesbania rostrata*), Lúa (*Oryza sativa* L.), Thầu dầu (*Ricinus communis*), Sậy (*Phragmites australis*) và Cỏ Voi (*Pennisetum purpureum*)”. Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường. Trường Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn, Thị Diễm Trang. 2003. “Potential of using constructed wetlands for production of animal feed”. In *Proceeding 25th Malaysia Society of Animal Production (MSAP) Annual Conference*, 1st-3rd August 2003, Melaka, Malaysia, pp. 129-130.
- Nguyễn, Thị Thu Thủy. 2003. *Xử lý nước cấp và sinh hoạt*. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
- Phạm, Hoàng Hộ. 1999. *Cây cỏ Việt Nam*. Tập I. Nhà xuất bản Trẻ.
- Trần, Đức Hạ. 2002. *Xử lý nước thải sinh hoạt quy mô nhỏ và vừa*. NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
- Vymazal, J. 2005. *Horizontal subsurface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment*. Ecol. Eng., 25.