

Ứng dụng mô hình đất ngập nước nhân tạo trồng cỏ vetiver và cỏ sậy để xử lý nước rỉ rác

Nguyễn Ái Lê, Lê Thị Mộng Trinh

Tóm tắt—Ô nhiễm nước rỉ rác là một trong những mối đe dọa đối với nguồn nước nói riêng, môi trường và sức khỏe con người nói chung. Do đó, việc tìm ra công nghệ xử lý nước rỉ rác hiệu quả, an toàn, và thân thiện với môi trường là điều rất cần thiết. Trong bài báo này, hệ thống đất ngập nước kiến tạo kết hợp dòng chảy đứng và dòng chảy ngang, trồng cỏ vetiver và cỏ sậy được thiết lập ở quy mô phòng thí nghiệm để đánh giá khả năng xử lý nước rỉ rác từ trạm xử lý nước rỉ rác thuộc khu xử lý chất thải tập trung. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi cho nước rỉ rác sau khi được xử lý sinh học với nồng độ COD là 575 mg/L đi qua hệ thống thì hiệu quả xử lý BOD₅ đạt 96,48%, COD đạt 83,24%, nitrogen tổng đạt 91,43%, phosphate tổng đạt 77,84%, nitrogen ammonium đạt 86,47%, độ màu đạt 87,91%. Chất lượng nước thải đầu ra đạt loại A theo tiêu chuẩn QCVN 40: 2011/BTNMT. Bên cạnh đó, khi cho nước rỉ rác đã xử lý hóa lý 1 (keo tụ tạo bông) với nồng độ COD là 1255,50 mg/L đi qua hệ thống thì hiệu suất loại bỏ các chỉ tiêu như BOD₅ đạt 94,86%, phosphate tổng đạt 96,67%, nitrogen tổng đạt 95,81%, nitrogen ammonium đạt 93,48% và duy trì ổn định theo thời gian. Chất lượng nước đầu ra đạt loại B theo tiêu chuẩn QCVN 40: 2011/ BTNMT. Ngoài ra, sự kết hợp của chế phẩm sinh học Bayer Pond Plus vào hệ thống đã làm tăng và duy trì được hiệu suất xử lý COD và độ màu tương ứng là 66,61% và 81,4%. Những kết quả của nghiên cứu này bước đầu cho thấy hệ thống đất ngập nước có tiềm năng ứng dụng để xử lý hiệu quả nước rỉ rác.

Từ khóa—đất ngập nước kiến tạo, nước rỉ rác, cỏ vetiver và cỏ sậy, chế phẩm sinh học Bayer Pond Plus

1. GIỚI THIỆU

Nước rỉ rác chứa nhiều loại chất hữu cơ độc hại, khó phân hủy sinh học và kim loại nặng. Nếu không được xử lý tốt, nó sẽ ngấm vào nước

mặt, nước ngầm, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Vì vậy, xử lý nước rỉ rác từ các bãi chôn lấp vẫn đang là vấn đề cấp thiết tại các đô thị lớn trên thế giới [3]. Cho đến hiện nay, phương pháp sử dụng đất ngập nước kiến tạo để xử lý nước thải nói chung và nước rỉ rác nói riêng đã và đang được áp dụng với các hiệu quả khác nhau tại nhiều nước trên thế giới. Barr và Robinson (1999) đã áp dụng hệ thống bãi lọc ngầm bằng cỏ sậy để xử lý nước rỉ rác lâu năm với hiệu suất xử lý nitrogen đã đạt tới 90,7% [2]. Bên cạnh đó, theo nghiên cứu của Lin và cộng sự (2003), hiệu suất xử lý COD và tổng nitrogen lên đến 73% khi sử dụng bãi lọc ngầm kết hợp với cỏ vetiver để xử lý nước rỉ rác từ bãi chôn lấp Likeng của thành phố Quảng Châu, Trung Quốc [13].

Hiện nay, ở Việt Nam, ứng dụng đất ngập nước kiến tạo để xử lý nước rỉ rác ở các bãi chôn lấp vẫn chưa được nghiên cứu nhiều. Theo kết quả nghiên cứu của Liên (2014), cỏ vetiver kết hợp với chế phẩm sinh học EM cho hiệu quả xử lý nước rỉ rác của khu xí nghiệp Nam Bình Dương tốt hơn là chỉ sử dụng cỏ vetiver để xử lý, và hiệu quả xử lý COD đạt trên 60% [7].

Trong nghiên cứu này, mô hình bãi lọc ngầm dòng chảy đứng – ngang kết hợp sử dụng hai loại cỏ vetiver và cỏ sậy được thiết lập để khảo sát hiệu quả xử lý nước rỉ rác với các điều kiện đầu vào khác nhau như là nước rỉ rác đã qua xử lý lắng sinh học, nước rỉ rác đã qua xử lý keo tụ tạo bông, và nước rỉ rác thô pha loãng. Bên cạnh đó, vai trò của chế phẩm sinh học Bayer Pond Plus (Novozymes Biological, Inc., USA) trong việc nâng cao hiệu suất xử lý cũng được thử nghiệm nhằm tìm ra một phương pháp xử lý nước rỉ rác hiệu quả, tiết kiệm và thân thiện với môi trường.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Mô hình thực nghiệm

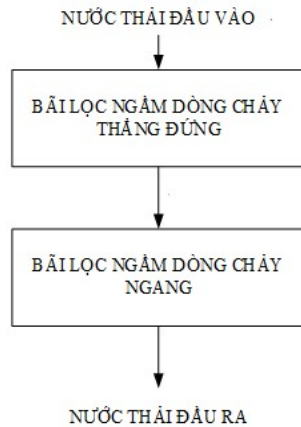
Mô hình đất ngập nước thực nghiệm gồm có hai bể kết hợp dòng chảy đứng (Vertical Flow – VF)

Ngày nhận bản thảo 04-06-2018; ngày chấp nhận đăng 24-08-2018; ngày đăng 20-11-2018

Nguyễn Ái Lê, Lê Thị Mộng Trinh – Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

*Email: nale@hcmus.edu.vn

và dòng chảy ngang (Horizontal Flow – HF) đặt nối tiếp nhau như minh họa ở hình 1. Bể lọc đứng có kích thước (50 cm [dài] x 40 cm [rộng] x 70 cm [sâu]). Thứ tự các lớp nền từ dưới lên trên như sau: 15 cm lớp sỏi thô (d = 20–40 mm), 5 cm lớp sỏi (d = 5–10 mm), 45 cm lớp cát mịn (d = 1–4 mm), 5 cm lớp sỏi (d = 5–10 mm), trên cùng phủ một lớp đất thịt mỏng khoảng 5 cm để rễ cây dễ sinh trưởng và phát triển. Các thông số của bể lọc ngang: kích thước là (100 cm [dài] x 11 cm [rộng] x 40 cm [sâu]). Thứ tự các lớp nền như sau: 15 cm lớp sỏi thô (d = 60–80 mm) bảo vệ hai đầu bãi lọc trồng cây, 70 cm lớp cát sỏi trồng cây, trên bề mặt bãi lọc trồng cây phủ một lớp đất mỏng khoảng 5 cm để cây dễ sinh trưởng và phát triển.



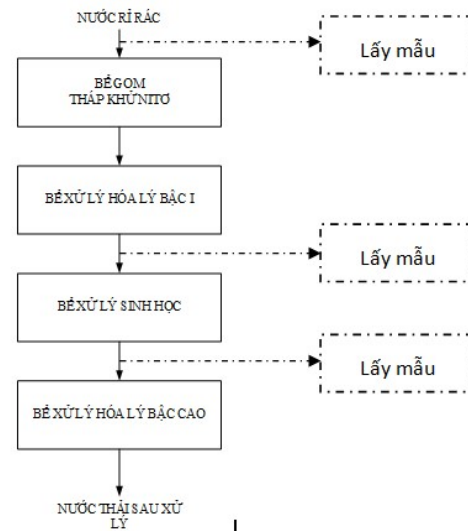
Hình 1. Sơ đồ mô hình thí nghiệm

Vật liệu thí nghiệm

Cỏ vetiver (*vetiveria zizanioides*) được lấy từ vườn thực nghiệm, Trung tâm Nghiên cứu và chuyển giao khoa học và công nghệ - Trường Đại học Nông lâm thành phố Hồ Chí Minh và Cỏ sậy (*Phragmites australis*) được lấy ở khu vực ven sông Sài Gòn, quận 2, thành phố Hồ Chí Minh.

Tính chất nước thải

Nước rỉ rác sử dụng trong nghiên cứu này là nước rỉ rác lấy sau khi qua bể lắng sinh học, bể xử lý hóa lý 1 và nước thô (Hình 2) của hệ thống xử lý nước rỉ rác thuộc khu xử lý chất thải tập trung.



Hình 2. Tóm tắt quy trình xử lý hiện tại và vị trí các điểm lấy mẫu nước dùng trong thí nghiệm

Giai đoạn khởi động thích nghi

Nước rỉ rác lấy từ sau bể lắng sinh học và pha loãng với nồng độ nước thải lần lượt là 33% và 50% được đưa vào mô hình với lưu lượng lưu lượng 1 lít/giờ trong 7 ngày để cây thích nghi.

Giai đoạn chạy mô hình xử lý

Thực nghiệm 1: Khảo sát hiệu suất xử lý nước rỉ rác của mô hình

Nhằm đánh giá khả năng xử lý nước rỉ rác ở các nồng độ đầu vào khác nhau, nước rỉ rác lấy từ các công đoạn xử lý khác nhau (sau bể lắng sinh học và sau bể hóa lý 1) được pha loãng và lần lượt đưa vào mô hình với lưu lượng 1 lít/giờ.

Thực nghiệm 2: Khảo sát vai trò của chế phẩm sinh học trong việc nâng cao hiệu suất xử lý của mô hình

Chế phẩm sinh học (Bayer Pond Plus, Novozymes Biological, Inc., USA) chứa chủng vi sinh vật hiếu khí *Bacillus* được bón vào lớp đất của bể lọc dòng chảy đứng trồng cỏ vetiver với khối lượng 60 g/ 0,2 m². Đồng thời tưới nước rỉ rác có nồng độ thấp và duy trì độ ẩm của đất để cho vi sinh vật thích nghi. Sau 5 ngày, cho nước rỉ rác thô với nồng độ 12% vào mô hình với lưu lượng 1 lít/giờ.

Lấy mẫu và phân tích

Trong các giai đoạn thí nghiệm, mẫu nước đầu ra sau khi qua 2 mô hình được thu liên tục theo ngày sau thời gian lưu (71 giờ) để xác định hiệu suất xử lý của mô hình. Các chỉ tiêu phân tích bao gồm BOD₅, COD, N-NH₃, nitrogen tổng, phosphate tổng, độ màu, pH được thực hiện tại

phòng thí nghiệm của khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học Tự nhiên dựa theo “Standard methods for Examination Water and Wastewater 21th”, APHA, 2005. Số liệu được tính toán và xử lý bằng phần mềm MS Excel. So sánh chất lượng nước sau xử lý với QCVN 40: 2011/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải công nghiệp.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Chất lượng nước rỉ rác thô và sau các giai đoạn xử lý khác nhau được mô tả ở Bảng 1. Nước rỉ rác tại khu xử lý chất thải tập trung có nồng độ ô nhiễm cao, vượt nhiều lần so với tiêu chuẩn chất lượng nước xả thải ra môi trường. Đặc biệt, nồng độ N-NH₃ cao gấp 137,2 lần, nồng độ COD và nitrogen tổng cũng cao hơn 38 lần so với cột B, QCVN 40: 2011/BTNMT. Ngoài ra, tỷ lệ

BOD₅/COD của nước rỉ rác thô là 0,085 cho thấy trong thành phần chứa nhiều chất hữu cơ phức tạp, khó phân hủy (Abdulhussain A. Abbas et al. 2009). Đây cũng là một trong những yếu tố làm cho độ màu của nước rỉ rác rất cao (gấp 47,5 lần so với cột B, QCVN 40: 2011/BTNMT).

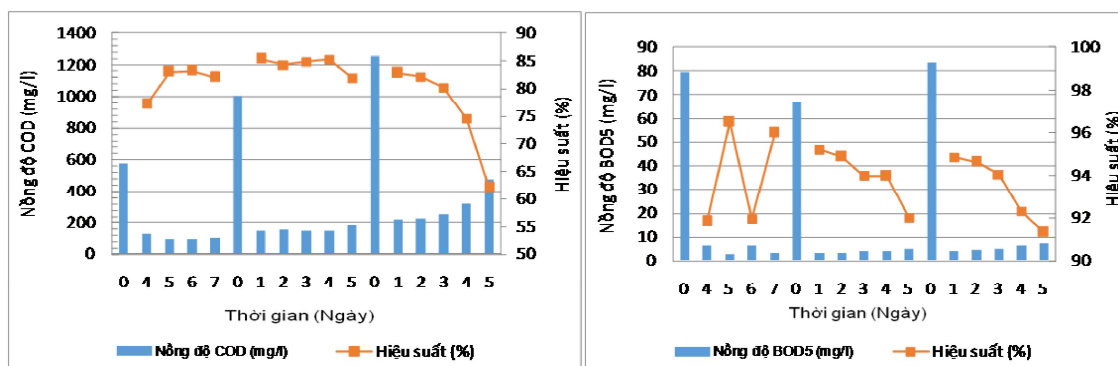
Hiệu quả xử lý COD và BOD₅

Hiệu quả xử lý COD và BOD₅ của mô hình ở các nồng độ đầu vào khác nhau được trình bày trong Hình 3.

Trong giai đoạn thích nghi ban đầu, với nồng độ các chất ô nhiễm thấp (COD tương ứng là 191,7 mg/L), hiệu suất xử lý COD và BOD₅ tương ứng là 67,80% và 77,58%. Hơn nữa, khi tăng nồng độ nước đầu vào với COD là 287,5 mg/L thì hiệu suất xử lý COD và BOD₅ cũng tăng, tương ứng là 79,59% và 88,74%.

Bảng 1. Thành phần, tính chất nước rỉ rác đầu vào

	Đơn vị	Nước rỉ rác thô	Nước rỉ rác sau xử lý hóa lý 1	Nước rỉ rác sau khi lắng sinh học	QCVN 40:2011/BTNMT	
					Cột A	Cột B
COD	mg/L	5800	1255,50	575	75	150
BOD₅	mg/L	495	83,65	79,56	30	50
N tổng	mg/L	1540	468	245,10	20	40
P tổng	mg/L	20,47	5,55	1,85	4	6
N-NH₃	mg/L	1372,6	128,86	134,50	5	10
Độ màu	Pt-Co	7132,4	577	274,50	50	150
pH		7,8	5,3	6	6 - 9	5,5 - 9



Hình 3. Nồng độ đầu ra và hiệu suất xử lý COD, BOD₅ theo thời gian

Trong giai đoạn xử lý, hiệu suất loại bỏ COD của hệ thống giao động trong khoảng tăng từ 77,18% lên 85,34% mặc dù nồng độ đầu vào tăng từ 575 mg/L lên 1004,40 mg/L. Hơn nữa, mặc dù với nồng độ đầu vào COD khá cao (1004,40 mg/L) thì sau khi đi qua hệ thống nồng độ COD đầu ra chỉ còn 147,20 mg/L, đạt loại B theo tiêu chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT. Tuy nhiên, khi nồng độ nước đầu vào là nước lấy từ sau bể hóa lý 1 (tương ứng với lượng COD là 1255,50 mg/L) thì

hiệu suất loại bỏ COD giảm xuống còn 82,85% (1 ngày sau khi qua hệ thống) và có xu hướng tiếp tục giảm trong các ngày tiếp theo (Hình 3). Bên cạnh đó, hình 3 cũng cho thấy hệ thống loại bỏ BOD₅ rất hiệu quả (trên 90%), nồng độ nước đầu ra giao động trong khoảng 2,8 mg/L đến 7,25 mg/L, đạt loại A theo tiêu chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT. Hơn nữa, khi nồng độ đầu vào BOD₅ tương ứng là 79,56 mg/L và 66,92 mg/L thì hiệu suất loại bỏ tăng từ 91,83% lên 95,22%. Tuy

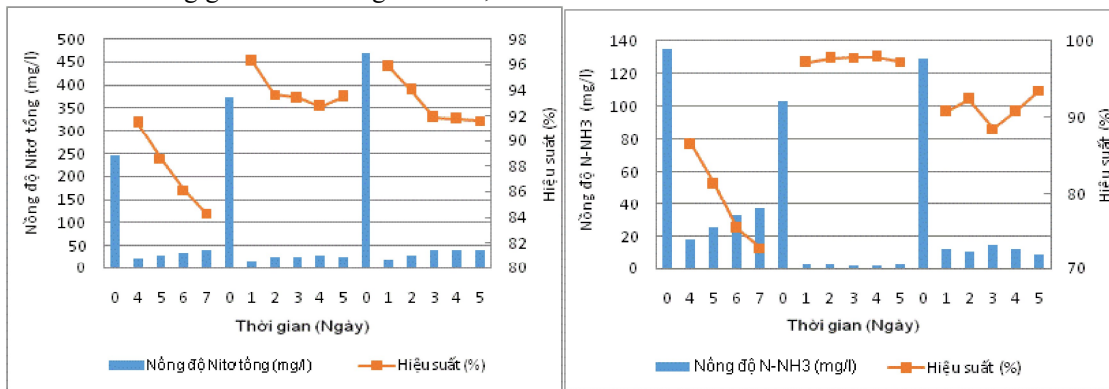
nhiên, khi nồng độ BOD₅ đầu vào tăng lên 83,65 mg/L thì khả năng loại bỏ BOD₅ giảm nhẹ còn 94,86% (1 ngày sau khi qua hệ thống) và có xu hướng tiếp tục giảm trong các ngày tiếp theo (Hình 3).

Hiệu quả xử lý nitrogen ammonium (N-NH₃) và nitrogen tổng

Trong giai đoạn thích nghi, khi tăng hàm lượng đầu vào của N-NH₃ từ 44,83 mg/L lên 67,25 mg/L thì hiệu suất xử lý giảm từ 95,17% còn 92,21%. Tuy nhiên, hiệu suất xử lý của nitrogen tổng thì tăng từ 88,74% lên 88,23% khi tăng hàm lượng đầu vào tăng từ 81,70 mg/L lên 122,55 mg/L (Hình 4).

Trong giai đoạn xử lý, thời gian đầu khi nồng độ đầu vào N-NH₃ là 134,5 mg/L, hiệu suất xử lý của N-NH₃ có xu hướng giảm theo thời gian từ 86,47%

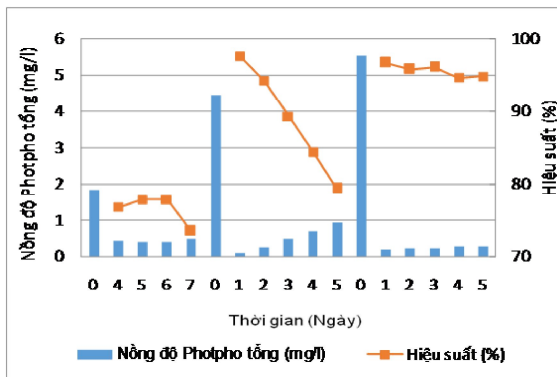
(ngày 4) còn 72,74% (ngày 7) dẫn tới hiệu suất xử lý nitrogen tổng cũng giảm tương ứng từ 91,43% (ngày 4) còn 84,29% (ngày 7). Nguyên nhân là do vật liệu làm bể là vật liệu thủy tinh trong suốt, dễ hấp thu ánh sáng mặt trời, kích thích sự quang hợp và phát triển của một số loại rong rêu và tảo làm cho môi trường trong bể gần như kỵ khí. Điều đó ngăn cản quá trình nitrate hóa, nitrogen được tồn tại chủ yếu ở dạng N-NH₃. Hệ thống sau đó được bao bọc xung quanh bằng vật liệu có màu đen để ngăn cản ánh sáng mặt trời, hạn chế sự phát triển nhiều hơn của rong, rêu. Vì vậy, mặc dù nồng độ đầu vào tăng lên là 103,09 mg/L thì hiệu suất loại bỏ N-NH₃ đều trên 97% và nồng độ đầu ra giao động trong khoảng 2,19 mg/L đến 2,91 mg/L, đạt loại A theo tiêu chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT.



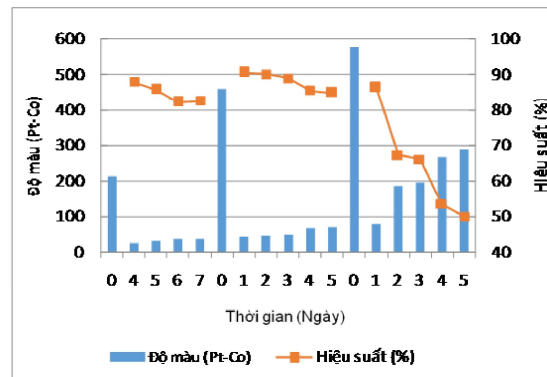
Hình 4. Nồng độ đầu ra và hiệu suất xử lý Nitrogen tổng và Nitrogen Ammonium theo thời gian

Bên cạnh đó, với hàm lượng đầu vào nitrogen tổng là 374,40 mg/L thì khả năng loại bỏ nitrogen tổng cũng tăng lên và đạt trên 92% và nồng độ đầu ra giao động trong khoảng 14,00 mg/L đến 28,70 mg/L, đạt loại B theo tiêu chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT. Tuy nhiên, khi nồng độ N-NH₃ và nitrogen tổng đầu vào tăng lên 128,86

mg/L và 468,00 mg/L (nước lấy từ sau bể hóa lý 1) thì khả năng loại bỏ N-NH₃ giảm nhẹ và giao động trong khoảng 88,51–93,48%, đồng thời hiệu suất xử lý nitrogen tổng giảm còn 95,81% (1 ngày sau khi qua hệ thống) và có xu hướng tiếp tục giảm trong các ngày tiếp theo (Hình 4).



Hình 5. Nồng độ đầu ra và hiệu suất xử lý P tổng theo thời gian



Hình 6. Nồng độ đầu ra và hiệu suất xử lý độ màu theo thời gian

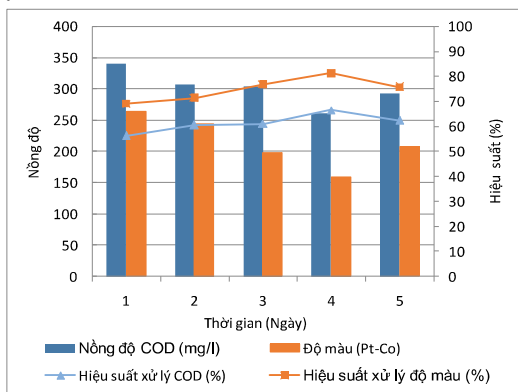
Hiệu quả xử lý phosphate

Trong giai đoạn thích nghi, hàm lượng P tổng của nước đầu vào và hiệu suất loại bỏ khá thấp, 31,97% và 48,97% ứng với nồng độ đầu vào là 0,61 mg/L và 0,93 mg/L. Tuy nhiên khả năng loại bỏ phosphate tổng của hệ thống đã cải thiện đáng kể trong giai đoạn xử lý như mô tả ở Hình 5. Thí dụ, khi nồng độ đầu vào phosphate tăng từ 1,85 mg/L lên 4,44 mg/L thì hiệu suất cũng tăng tương ứng từ 77,84% lên 97,68%. Tuy nhiên, giá trị này giảm nhẹ và giao động trong khoảng 94,67% - 96,67% khi nước đầu vào là nước rỉ rác sau khi qua xử lý hóa lý 1 với nồng độ P tổng là 5,55 mg/L. Ngoài ra nồng độ P tổng nước đầu ra giao động trong khoảng 0,19 mg/L - 1,22 mg/L, đạt loại A theo tiêu chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT.

Hiệu quả xử lý độ màu

Trong giai đoạn thích nghi, khả năng làm giảm độ màu của hệ thống giảm nhẹ từ 87,76% còn 85,54% khi nồng độ đầu vào tăng từ 91,50 Pt-Co lên 137,25 Pt-Co. Trong giai đoạn xử lý, hiệu suất làm giảm độ màu tỉ lệ với nồng độ đầu vào ở thời gian đầu, tăng từ 85,79% lên 90,56% khi nồng độ đầu vào tăng từ 274,50 Pt-Co lên 461,60 Pt-Co. Tuy nhiên, với độ màu đầu vào là 577 Pt-Co (tương ứng với nước đầu vào là nước rỉ rác sau khi qua xử lý hóa lý 1) khả năng làm giảm độ màu của hệ thống chỉ còn 86,38% (1 ngày sau khi qua hệ thống) và có xu hướng giảm mạnh trong các ngày tiếp theo (Hình 6). Hơn nữa, độ màu đầu ra giao động trong khoảng 78,59 Pt-Co - 288,30 Pt-Co, cao hơn loại B theo tiêu chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT.

Hiệu suất xử lý COD và độ màu theo thời gian trong điều kiện bổ sung thêm chế phẩm sinh học



Hình 7. Nồng độ đầu ra và hiệu suất xử lý COD và độ màu theo thời gian sau khi bổ sung chế phẩm Bayer Pond Plus

Hình 7 mô tả sự thay đổi nồng độ COD và độ màu trong vòng 5 ngày sau khi bổ sung chế phẩm Bayer Pond Plus. Kết quả cho thấy với nồng độ COD đầu vào là 780 mg/L thì sau 4 ngày lượng COD giảm còn 260,46 mg/L (hiệu suất xử lý đạt 66,61%). Hơn nữa, với độ màu đầu vào là 859,32 Pt-Co thì hiệu suất xử lý độ màu tăng lên rõ rệt, thay đổi từ 50,03% ở giai đoạn bị bão hòa (Hình 7), tăng dần từ 69,15% trong ngày đầu tiên và đạt cao nhất 81,40% ở ngày thứ 4. Kết quả cho thấy khi bổ sung chế phẩm Bayer Pond Plus chứa chủng *Bacillus* vào đất vùng rễ cây, khả năng loại bỏ COD và độ màu của hệ thống đều được cải thiện.

Nhìn chung, sự phối hợp giữa cỏ vetiver và cỏ sậy trong mô hình đất ngập nước kết hợp hai bể lọc dòng chảy đứng và dòng chảy ngang hoạt động với hiệu quả khá tốt. Sau khi qua hệ thống, các nồng độ các chỉ tiêu ô nhiễm đều đạt các chuẩn loại A và B theo tiêu chuẩn theo QCVN 40:2011/BTNMT. Hơn nữa, hiệu suất loại bỏ các thông số ô nhiễm đều cao trên 70%, đặc biệt có các chỉ tiêu như N tổng, N-NH₃, P tổng, đạt hiệu suất cao trên 90% mặc dù đầu vào là nước rỉ rác có nồng độ cao.

Trong điều kiện nước rỉ rác có nồng độ thấp, hiệu suất xử lý COD và độ màu khá ổn định, tuy nhiên, khi tăng nồng độ lên cao (COD đạt 1255,50 mg/L, độ màu đạt 577 Pt-Co) thì hiệu suất xử lý có xu hướng giảm. Kết quả này có thể là do ở giai đoạn này hoạt động của vi sinh vật đã giảm đi, khả năng phân hủy các chất hữu cơ phức tạp thành những chất hữu cơ đơn giản mà cây có thể sử dụng được giảm, cũng như khả năng hấp thụ chất ô nhiễm của thực vật đã bão hòa. Ngoài ra, trong nước rỉ rác sau khi xử lý hóa lý 1 (keo tụ tạo bông) trong quy trình xử lý hiện tại vẫn còn lại một lượng sắt dư đáng kể cũng có thể là một trong những nguyên nhân gây ra độ màu của nước sau xử lý. Tuy nhiên, sau khi bổ sung chế phẩm sinh học, lượng vi sinh vật tăng lên, làm tăng khả năng phân hủy một số chất hữu cơ phức tạp và chất ô nhiễm trong nước, giúp cho cây hấp thụ dinh dưỡng tốt hơn, nên hiệu suất xử lý COD và độ màu có tăng so với giai đoạn đã bão hòa trước đó.

Trong một nghiên cứu ở Trung Quốc đã ứng dụng trồng cỏ vetiver trên bãi chôn lấp để xử lý nước rỉ rác, với nồng độ COD đầu vào cao 1120 mg/L cho ra hiệu suất đạt 69% trong thời gian lưu 66 ngày (Truong, 2001), trong khi đó với sự kết hợp hai hệ thống dòng chảy đứng và dòng chảy

ngang ở nghiên cứu này đã cho ra hiệu suất xử lý đạt 74,62% (với nồng độ COD đầu vào cao 1255,5 mg/L) trong thời gian 4 ngày [4].

Sự kết hợp của cỏ sậy và cỏ vetiver trong nghiên cứu này đã đem lại hiệu suất xử lý N tổng đạt 91,77% (ứng với nồng độ đầu vào là 468 mg/L) cao hơn rất nhiều so với việc chỉ dùng cỏ sậy trồng trong đất ngập nước dòng chảy ngang để xử lý trong nghiên cứu “Sử dụng bãi lọc ngầm dòng chảy ngang trồng cây cỏ sậy để xử lý nước thải sinh hoạt” [8]. Không những thế, hiệu suất xử lý COD của hệ thống đất ngập nước kết hợp dòng chảy đứng và ngang, trồng cỏ sậy và cỏ vetiver đạt 92,05% (ứng với nồng độ đầu vào là 878,85 mg/L) cao hơn so với của nghiên cứu “Khả năng xử lý COD và TSS trong nước thải sinh hoạt của hệ thống đất ngập nước kiến tạo trồng cỏ vetiver” có hiệu suất xử lý COD đạt 90,53%, với nồng độ đầu vào thấp 113 mg/L [9]. So sánh với nghiên cứu “Đánh giá khả năng xử lý nước rỉ rác của cỏ vetiver trong điều kiện bổ sung chế phẩm sinh học EM”, cho ra hiệu quả xử lý N tổng đạt 90,59%, với nồng độ ban đầu là 234 mg/L (Liên, 2014), thì nghiên cứu này đã tìm ra hiệu suất xử lý N tổng đạt 91,77% với nồng độ đầu vào là 468 mg/L, trong điều kiện không sử dụng thêm chế phẩm sinh học [7]. Điều này chứng tỏ, việc sử dụng mô hình đất ngập nước kết hợp dòng chảy đứng và ngang, trồng cỏ sậy và cỏ vetiver đem lại hiệu suất xử lý N tổng cao hơn chỉ dùng một hệ thống dòng chảy đứng sử dụng cỏ vetiver, ngay cả trong điều kiện có bổ sung chế phẩm EM.

4. KẾT LUẬN

Từ những kết quả của nghiên cứu này cho thấy đất ngập nước kết hợp dòng chảy đứng và ngang, trồng cỏ sậy và cỏ vetiver có khả năng loại bỏ được các chất dinh dưỡng N tổng và P tổng, COD, BOD₅, độ màu với nồng độ cao trong nước rỉ rác mà không cần bổ sung thêm bất kì hóa chất nào khác. Hơn nữa, chất lượng nước thải đầu ra đạt loại A theo tiêu chuẩn QCVN 40: 2011/BTNMT với nước đầu vào là nước rỉ rác sau khi được xử lý sinh học với nồng độ COD là 575 mg/L và chất lượng nước đầu ra đạt loại B theo tiêu chuẩn

QCVN 40: 2011/ BTNMT với nước đầu vào là nước rỉ rác đã xử lý hóa lý 1 (keo tụ tạo bông) với nồng độ COD là 1255,50 mg/L.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.A. Abbas, J. Guo, Z.P. Liu, Y.Y. Pan, S.W. Al-Rekabi, “Review on landfill leachate treatments”, *American Journal of Applied Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 672–684, 2009.
- [2] M.J. Barr, H.D. Robinson, “Constructed wetlands for landfill leachate treatment”, *Waste Management and Research*, vol. 17, no. 6, pp. 498–504, 1999.
- [3] E. Wojciechowska, M. Gajewska, H. Obarska-Pempkowiak, “Treatment of landfill leachate by constructed wetlands: three case studies”, *Polish Journal of Environment Study*, vol. 19, no. 3, pp. 643–650, 2010.
- [4] P. Truong, B. Hart, “Vetiver system for wastewater treatment”, *Pacific Rim vetiver Network Technical Bulletin*, no. 2001, 2001.
- [5] C.H. Pendleton, J.W.F. Morris, H. Goldemund, L.R. Rozema, M.S. Mallamo, L. Agricola, “Leachate treatment using vertical subsurface flow wetland systems – findings from two pilot studies”, *Proceedings of International Waste Management and Landfill Symposium*, pp. 1–10, 2005.
- [6] UNEP, U.S. Environmental Protection Agency; Environment Canada, *Phytoremediation: an environmentally sound technology for pollution prevention*, 2002.
- [7] H.B. Liên, “Đánh giá khả năng xử lý nước rỉ rác của cỏ vetiver trong điều kiện bổ sung chế phẩm sinh học EM”, *Journal of Thu Dau Mot University*, vol. 5, no. 18, pp. 76–81, 2014.
- [8] H.T. Thúy, “Sử dụng bãi lọc ngầm dòng chảy ngang trồng cây cỏ sậy để xử lý nước thải sinh hoạt”, Bộ môn môi trường, Đại học Dân lập Hải Phòng, 2010.
- [9] L.T.V. Trinh, “Khả năng xử lý COD và TSS trong nước thải sinh hoạt của hệ thống đất ngập nước kiến tạo trồng cỏ vetiver”, Đại học Cần Thơ, 2013.
- [10] L.A. Tuấn (chủ biên), L.H. Việt, “Guido Wyseure”, *Đất ngập nước kiến tạo*, Nông nghiệp, 95, 2009.
- [11] L.V. Khoa (Chủ biên), N. Cừ, T.T. Cường, N.X. Huân, *Đất ngập nước*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2005.
- [12] P. Truong, T.T. Văn, Elise Pinners, Hướng dẫn kỹ thuật trồng cỏ vetiver giảm nhẹ thiên tai, bảo vệ môi trường, Nhà Xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 2008.
- [13] X. Lin, C. Lan, W. Shu, “Treatment of Landfill Leachate by Subsurface-Flow Constructed Wetland: A Microcosm Test”, *Proceedings of the Second International Conference on vetiver*, 2003.

Application of constructed wetlands using *Vetiveria zizanioides* and *Phragmites australis* in the landfill leachate treatment

Nguyen Ai Le, Le Thi Mong Trinh

University of Science, VNU-HCM
Corresponding author: nale@hcmus.edu.vn

Received 04-06-2018; Accepted 08-08-2018; Published 20-11-2018

Abstract—Constructed wetlands have been widely applied for removing pollutants in the leachate recently. In this study, constructed wetland system combined vertical flow and horizontal flow, using *Vetiveria zizanioides* L. and *Phragmites australis*, was set in a laboratory scale to assess the leachate treatment ability. The landfill leachate was added to the system with increasing concentration to evaluate the treatment ability by the time. The results showed that the removal efficiency reached the highest when the COD concentration was 575 mg/L, including BOD₅ (96.48%), COD (83.24%), total nitrogen (91.43%), total phosphorus (77.84%), ammonia nitrogen (86.47%), and color (87.91%). Furthermore, the treated effluent quality reached the class A of the Vietnamese standard on industrial wastewater quality. Beside, when physicochemically treated leachate (coagulation – flocculation) (COD concentration was 1255.50 mg/L), was added to the

system, the removing efficiencies remained stable by the time, with the efficiency of ammonia nitrogen removing (93.48%), BOD₅ (94.86%), total phosphorus (96.67%), total nitrogen (95.81%). Besides, the treated effluent quality reached the class B of the Vietnamese standard on industrial wastewater quality. On other hand, COD and color removing efficiencies were also high at the first stage and tended to reduce rapidly by the time. Therefore, the EM called Bayer Pond Plus added to the system could increase and substained the removing efficiencies of COD (66.61%), color (81.40%). The results of this study showed that constructed wetland system had potential in the landfill leachate treatment.

Keywords—constructed wetlands, landfill leachate treatment, phragmites australis and vetiveria zizanioides, Bayer Pond Plus