



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

MỤC LỤC

Ban tổ chức hội nghị	i
Mục lục.....	iii
Lời nói đầu	v
Chương trình hội nghị	vii
Tiểu ban Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường.....	1
Tiểu ban Trí tuệ nhân tạo, IOT, Blockchain và ứng dụng.....	38
Tiểu ban Cơ - Điện.....	71
Tiểu ban Dầu khí tích hợp.....	114
Tiểu ban Địa chất và tài nguyên du lịch.....	238
Tiểu ban Địa chất công trình - Địa kỹ thuật.....	312
Tiểu ban Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước.....	430
Tiểu ban Tài nguyên địa chất và Quản lý bền vững.....	516
Tiểu ban Quản lý tài nguyên và Môi trường.....	597
Tiểu ban Công nghệ mới trong xử lý môi trường.....	730
Tiểu ban Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mỏ và Môi trường.....	818
Tiểu ban Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và Quản lý an toàn.....	899
Tiểu ban Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế.....	971
Tiểu ban Xây dựng công trình với phát triển bền vững.....	1039
Tiểu ban Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý.....	1301
Tiểu ban Vật lý, Hóa học và ứng dụng.....	1384
Tiểu ban Toán, Cơ học và ứng dụng.....	1512
Tiểu ban Ngôn ngữ học.....	1634

**TIỂU BAN
CÔNG NGHỆ MỚI
TRONG XỬ LÝ MÔI TRƯỜNG**

MỤC LỤC

Bàn về khả năng khai thác nước dưới đất của nhà máy cấp nước khu công nghiệp Sa Đéc tỉnh Đồng Tháp <i>Đỗ Văn Bình, Trần Thị Thanh Thủy, Dương Thị Thanh Xuyên</i>	732
Đánh giá sự phân bố vi nhựa trong trầm tích tại cửa sông Cái (Khánh Hòa) <i>Tạ Lê Đăng Khôi, Nguyễn Thị Thanh Hoài, Lê Hùng Phú, Trần Anh Quân, Hoàng Văn Lương, Vu Ngọc Toàn, Trần Thị Thu Hương</i>	737
Đánh giá tính hợp lý của các giếng khai thác nước dưới đất tại trạm cấp nước Dương Nội, Hà Đông <i>Đỗ Văn Bình, Dương Thị Thanh Xuyên, Đỗ Thị Hải, Trần Thị Kim Hà</i>	743
Kết quả khảo sát hoạt độ phóng xạ trong nước biển khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh <i>Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Thị Thu Trang, Lê Anh Thơ, Bùi Chí Tiến</i>	749
Đánh giá chất lượng môi trường đất và nước tại một số làng nghề chế tác kim loại và cơ kim khí <i>Nguyễn Mai Hoa</i>	754
Đánh giá lan truyền bụi từ trạm nghiền xi măng Norcem Yên Bình, Lai Châu sử dụng ứng dụng mô hình METI-LIS <i>Trần Anh Quân, Phạm Đức Bình</i>	760
Tối ưu hóa quá trình hòa tách bộ phận nam châm trong ổ cứng đã qua sử dụng để thu hồi kim loại đất hiếm <i>Phạm Khánh Huy</i>	767
Nghiên cứu hiệu quả dự báo chất lượng nước mặt bằng các mô hình học máy: ứng dụng tại sông Ba Chẽ, tỉnh Quảng Ninh <i>Nguyễn Thị Hồng, Nguyễn Thị Thu Huyền, Đào Trung Thành</i>	773
Nghiên cứu vai trò của chủng nấm <i>Curvularia lunata</i> trong kích thích sinh trưởng và xử lý ô nhiễm môi trường <i>Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Hồng, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Phương Đông, Nguyễn Thị Nhạn</i>	779
Ảnh hưởng của bộ rễ thực vật đến việc loại bỏ hợp chất 4-Nitrophenon trong nước <i>Nguyễn Hoàng Nam, Nguyễn Hoàng Nam Anh, Nguyễn Mạnh Hà, Phạm Việt Đức</i>	784
Nghiên cứu đánh giá vai trò của chủng vi nấm <i>Trichoderma harzianum</i> <i>Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Thị Nhạn</i>	790
Hiệu quả xử lý Benzen, Methyl- <i>tert</i> -butylether trong nước ngầm của hệ thống constructed wetland dòng chảy ngang dưới bề mặt <i>Nguyễn Hoàng Nam, Nguyễn Hoàng Nam Anh, Nguyễn Việt Hùng, Phạm Việt Đức</i>	796
Chuyển đổi số với ngành công nghiệp môi trường ứng dụng với các doanh nghiệp khai khoáng ở Việt Nam <i>Nguyễn Ngọc Bảo, Nông Việt Hùng, Dương Phi Hùng, Nguyễn Thị Thu Hương, Nông Việt Trung, Nguyễn Hồng Thái, Ngô Thái Vinh, Dương Mai Yển</i>	803
Nghiên cứu công nghệ phân tách, thu hồi bụi than, sắt và khoáng silica từ tro bay nhà máy nhiệt điện hướng đến sản xuất nguyên liệu công nghiệp theo mô hình kinh tế tuần hoàn <i>Nông Việt Hùng, Nguyễn Ngọc Bảo, Dương Phi Hùng, Nguyễn Thị Thu Hương, Nông Việt Trung, Vũ Mạnh Anh, Nguyễn Ngọc Trục, Ngô Thái Vinh, Dương Mai Yển</i>	807
Đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải và sức chịu tải của sông Ngũ Huyện Khê thuộc địa bàn tỉnh Bắc Ninh <i>Nguyễn Thị Hoà</i>	812

Ảnh hưởng của bộ rễ thực vật đến việc loại bỏ hợp chất 4-Nitrophenon trong nước

Nguyễn Hoàng Nam^{1,*}, Nguyễn Hoàng Nam Anh¹, Nguyễn Mạnh Hà¹, Phạm Việt Đức²

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

² Viện Hoá học môi trường Quân sự

TÓM TẮT

Bài báo đưa ra kết quả của quá trình nghiên cứu ảnh hưởng của bộ rễ thực vật đến hiệu quả loại bỏ hợp chất 4-Nitrophenon trong nước được thử nghiệm trên quy mô phòng thí nghiệm. Sử dụng ba loài thực vật khác nhau (*Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*). 4-nitrophenol đã được sử dụng ở các nồng độ khác nhau làm chất gây ô nhiễm. Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng mạnh mẽ của bộ rễ đến việc loại bỏ NP, nơi mà vi sinh vật phát triển. Việc loại bỏ NP được diễn ra chủ yếu thông qua quá trình sinh học của vùng rễ của cả 3 loài thực vật mà không ảnh hưởng gây hại đến thực vật khi nồng độ NP nhỏ hơn 20 mg/L và loại bỏ gần như hoàn toàn chất ô nhiễm đối với 2 hệ thống được trồng loài thực vật *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*. Sự phân hủy NP nhanh cho thấy rằng vùng rễ đóng vai trò quan trọng, nó là nơi cư ngụ của các loài vi sinh vật có lợi trong việc phân hủy chất ô nhiễm.

Từ khóa: 4-Nitrophenon; CW; vi sinh vật; bộ rễ.

1. Đặt vấn đề

4-Nitrophenol (4-NP) là hợp chất hữu cơ vòng thơm, khó phân hủy, nó có khả năng tích lũy sinh học, có độc tính cao. 4-Nitrophenol (4-NP) được phát thải chủ yếu từ các ngành công nghiệp hoá chất, khai thác than, lọc hóa dầu và sản xuất thép (Zhu và nnk, 2009), trong sản xuất dược phẩm, chất màu, thuốc nhuộm, nhựa, thuốc trừ sâu, chất diệt nấm, chất nổ và dung môi công nghiệp (Li và nnk, 2023). Các hợp chất nitrophenon nếu không được xử lý nó sẽ gây thảm họa môi trường. Hiện nay cũng đã có rất nhiều phương pháp xử lý nitrophenon như: vật lý (tách màng), hoá học như kết tủa, phản ứng oxi hóa khử, hoá lý như hấp phụ và các phương pháp sinh học, công nghệ wetland (Gao và nnk, 2022). Trong số đó, công nghệ wetland được sử dụng vì thân thiện với môi trường, an toàn, hiệu quả và vận hành đơn giản.

Sử dụng công nghệ wetland để loại bỏ các chất ô nhiễm vô cơ cũng như hữu cơ thông qua các quá trình vật lý, hoá học, sinh học của vùng rễ như sự tiết ra oxy, tiết ra các hợp chất hữu cơ, sự tiếp nhận các chất ô nhiễm của thực vật, sự hấp phụ, bay hơi,... Sự phân hủy các chất ô nhiễm đặc biệt là các hợp chất hữu cơ như nitrophenon ở vùng rễ của thực vật chịu ảnh hưởng rất lớn của vi sinh vật. Quá trình sinh học của vi sinh vật ở vùng rễ bị ảnh hưởng bởi sự tiết ra các hợp chất hữu cơ hoặc oxy của thực vật, nó phụ thuộc vào quần thể, mật độ vi sinh vật, tính đa dạng của vi sinh vật và tiềm năng sinh hóa cao tương ứng (Nguyễn Hoàng Nam, 2023).

Các cơ chế quan trọng loại bỏ các hợp chất hữu cơ vòng thơm khó phân hủy trong hệ thống CWs là oxi hóa, trao đổi ion, tiếp nhận của thực vật, hấp phụ, lọc, bay hơi (Cooper và nnk, 1996; Matagi và nnk, 1998; Kalin, 2004; Kosolapov và nnk, 2004; Mayes và nnk, 2009).

Trong điều kiện ngập nước, các quá trình trong vùng rễ bị ảnh hưởng bởi sự giải phóng oxy bên cạnh sự tiết ra của các hợp chất hữu cơ. Ảnh hưởng của loài thực vật đến sự phát triển của các loài vi sinh vật phát triển ở vùng rễ và tầm quan trọng của việc chuyển đổi chất ô nhiễm trong vùng rễ. ảnh hưởng cấu trúc ô nhiễm đến quá trình sinh học của vi sinh vật.

Khi xử lý nước thải bằng thực vật, việc đánh giá tiềm năng phân hủy của vi sinh vật trong vùng rễ là quan trọng nhất. Để thể hiện sự khác biệt cụ thể của từng loài thực vật đưa ra nhận định về những thay đổi liên quan đến chất ô nhiễm trong vùng rễ và do đó nâng cao mức độ hiểu biết về sự tương tác trong các hệ thống. Bài báo này là nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của bộ rễ ba loài thực vật khác nhau (*Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*) được sử dụng để đánh giá hiệu quả loại bỏ 4-nitrophenon ở các nồng độ khác nhau.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenhoangnam@humg.edu.vn

2. Thực nghiệm

2.1. Hoá chất

Hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: 4-Nitrophenon, HgCl_2 , KI, NaOH, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 , NH_4Cl , KNO_3 , NaNO_2 , CH_3COOH , NaOH, Phenol, axit sunfanilic, α -naphthylamin, EDTA các loại hoá chất có độ tinh khiết Pa do hãng Merck của Đức sản xuất. Thuốc thử COD của hãng Hach Mỹ. Nước cất 1 lần và nước siêu sạch.

Dung dịch dinh dưỡng dùng trong nuôi dưỡng cây được pha chế theo Hoagland (Epstein, 1972) như sau:

Bảng 1. Thành phần và hàm lượng của dung dịch gốc.

Thành phần	Nồng độ (g/L)
KNO_3	0,606
$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	0,241
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	0,945
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0,115

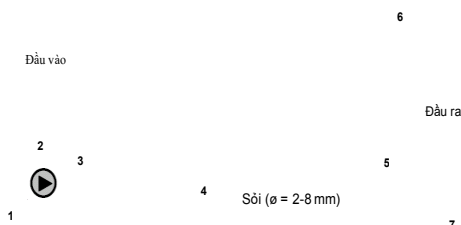
Bảng 2. Thành phần và hàm lượng của dung dịch vi lượng.

Thành phần	Nồng độ (g/L)
EDTA-Na	0,1
$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	0,1
$\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	0,1
$\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	0,17
$\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	0,1
ZnCl_2	0,1
$\text{CuCl}_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	0,02
$\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	0,03
H_3BO_3	0,01
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	0,01
Na-Selenit	0,001

Dung dịch dinh dưỡng được pha từ dung dịch gốc và dung dịch vi lượng bằng cách lấy 990 ml dung dịch gốc, thêm 10 ml dung dịch dinh dưỡng sau đó pha loãng gấp 5 lần.

2.2. Lắp đặt hệ thống CWs và điều kiện tiến hành thí nghiệm

Hệ thống CWs được làm bằng vật liệu polymer với kích thước $100 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$. Hệ thống được cho vào 66 kg cát kích cỡ $(0,40-0,63 \text{ mm})$ đến độ cao 35 cm. Mực nước trong bể là 3 cm thấp hơn bề mặt của sỏi trong hệ thống. Thể tích nước rỗng chứa trong cả hệ thống là 18,5 lít. Trong hệ thống, *Juncus effusus* được trồng với mật độ là $1500 \div 2000$ cây/ m^2 . *Carex gracilis* $1100 \div 1200$ cây/ m^2 , và *Phalaris arundinacea* $900 \div 1100$ cây/ m^2 .



Hình 1. Sơ đồ hệ thống CW. 1- bình chứa nước đầu vào; 2- bơm; 3- khoảng không gian phân bố; 4- sỏi; 6- cây; 7- bình chứa nước đầu ra).



Hình 2. Hệ thống CW được trồng *Ph. australis* sử dụng cho xử lý nước nhiễm NP

Nước thải nhân tạo được bơm vào hệ thống một cách liên tục thông qua 1 chiếc bơm định lượng với lưu lượng 10,71 l/d tương ứng với thời gian lưu thủy lực là 3 ngày.

2.3. Lấy mẫu và phân tích mẫu

Các mẫu được lấy 3 lần trong tuần tại vị trí đầu vào, đầu ra của hệ thống. Mẫu được đựng và bảo quản trong chai đựng mẫu bằng PE. Trước khi cho mẫu vào, chai đựng mẫu được loại bỏ hết không khí bằng khí N_2 . Mẫu chưa phân tích ngay được bảo quản trong tủ lạnh ở điều kiện nhiệt độ -20°C .

Trước khi phân tích NP, mẫu được lọc bằng màng lọc kích cỡ $0,45 \mu\text{m}$ thực hiện theo DIN 38404-6, 1984.

Việc xác định nhanh chóng, thường xuyên nồng độ NP được thực hiện bằng phương pháp trắc quang bằng máy quang phổ UV-VIS Optizen 2120UV, Anh. Các mẫu được ly tâm trong 5 phút ở tốc độ 9000 vòng

/phút, mẫu được đo ở bước sóng 398 nm.

Giá trị pH của mẫu được đo bằng điện cực pH trên máy đo (WTW: Multi 340i and pH-Electrode SenTix 41, detection accuracy ± 0.01 pH-value).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của NP đến sự tăng trưởng của các loài thực vật khác nhau

Để đánh giá tác động của NP lên sự phát triển của các loài *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea* được sử dụng trong các hệ thống CW, các nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ đến những thay đổi về hình thức, số lượng thực vật, lượng nước bốc hơi và sự phát triển của thực vật khi tiếp xúc với NP đã được tiến hành. Quá trình nghiên cứu được thực hiện theo 3 giai đoạn, giai đoạn 1 thực hiện với nồng độ đầu vào của NP khoảng 2 mg/L, thời gian vận hành 15 ngày, HRT là 3 ngày; giai đoạn 2: Nồng độ NP khoảng 20 mg/L, HRT 3 ngày, thời gian vận hành kéo dài 15 ngày và giai đoạn 3 vận hành với các thông số: Nồng độ NP khoảng 50 mg/L, HRT là 3 ngày và thời gian vận hành kéo dài 15 ngày.

3.1.1. Ảnh hưởng của nồng độ NP đến diện mạo của các loài thực vật

Kết quả khảo sát sự thay đổi nồng độ của 4-nitrophenol từ 2.08, 20.32, 50.18 mg/l tác động đến diện mạo của 3 loài thực vật cho thấy: Đối với loài *Carex gracilis* và *Juncus effusus*, chúng có thể chịu đựng được khi nồng độ NP lên tới 20 mg/l mà không thấy bị hư hại. Tuy nhiên, khi tiếp xúc với nồng độ 50 mg/l, cả hai loài thực vật này đều bị hư hại. Đối với loài *Carex gracilis*, lá bị đổi màu vàng, trong khi loài *Juncus effusus*, xuất hiện sự hoại tử ở đầu lá. Đối với loài thực vật *Phalaris arundinacea* không có thay đổi nào về hình dáng bên ngoài ngay cả khi nồng độ lên tới 50 mg/L. Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, cả 3 loài thực vật thủy sinh này đều có thể chịu đựng được NP và chúng đều có thể được sử dụng để loại bỏ NP trong hệ thống CW.

3.1.2. Tỷ lệ bốc hơi nước trong các hệ thống được trồng các loài thực vật khác nhau

Các nghiên cứu đã được thực hiện về khả năng bốc hơi nước ở các hàm lượng chất ô nhiễm khác nhau (NP: 2.08, 20.32, 50.18 mg/l) trong hệ thống xử lý đối với loài *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*. Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy có sự khác biệt rõ ràng về lượng nước bốc hơi của từng hệ thống. Kết quả nghiên cứu được chỉ ra trong bảng 3 dưới đây:

Bảng 3. Lượng nước bốc hơi trong 3 hệ thống phụ thuộc vào nồng độ của NP và điều kiện thời tiết.

Thời gian	<i>Carex gracilis</i>			<i>Juncus effusus</i>			<i>Phalaris arundinacea</i>		
	2,08 mg/L	20,32 mg/L	50,18 mg/L	2,08 mg/L	20,32 mg/L	50,18 mg/L	2,08 mg/L	20,32 mg/L	50,18 mg/L
12/3/24	51,39			47,82			48,81		
15/3/24	58,02			51,98			62,60		
18/3/24	54,02			49,49			52,45		
20/3/24	60,24			52,32			61,51		
22/3/24	61,43			53,54			64,67		
25/3/24	60,34			55,30			62,43		
27/3/24	61,39			47,82			58,81		
29/3/24		69,29			48,77			60,80	
1/4/24		75,00			59,72			79,78	
3/4/24		49,69			47,07			45,99	
5/4/24		63,89			60,34			66,98	
8/4/24		64,30			62,59			71,48	
10/4/24		66,36			62,96			73,23	
12/4/24		66,36			62,96			73,23	
15/4/24			64,04			60,80			73,36
17/4/24			68,21			79,78			71,65
19/4/24			47,07			45,99			48,30
22/4/24			60,34			66,98			75,09
24/4/24			65,59			81,82			80,40
26/4/24			62,96			73,23			83,80
29/4/24			62,96			73,23			86,88

Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, trong cùng điều kiện, thời gian thời tiết, nồng độ NP tốc độ bốc hơi nước trong hệ thống được trồng các loài thực vật khác nhau đều khác nhau, ở hệ thống được trồng loài *Phalaris arundinacea* tốc độ bốc hơi nước là cao nhất, thấp nhất là đối với hệ thống được trồng *Juncus effusus*. Theo dõi sự bốc hơi nước theo nồng độ NP cho thấy khi nồng độ càng cao thì tốc độ bốc hơi nước càng cao. Sự bốc hơi nước phụ thuộc vào các yếu tố như loài thực vật, nhiệt độ môi trường, tốc độ gió, độ ẩm của môi trường, mật độ của cây, kích thước của cây, kích thước của bộ rễ, hàm lượng của chất ô nhiễm... (Nguyễn Hoàng Nam, 2023). Trong số 3 hệ thống, tốc độ bốc hơi nước cao nhất là hệ thống được trồng *Phalaris arundinacea*, điều này có thể lý giải là do loài thực vật này có thân hành lớn hơn rất nhiều so với 2 loài thực vật còn lại nên khả năng thoát hơi nước bởi thực vật lớn hơn.

3.1.3. Ảnh hưởng của 4-nitrophenol sự đến sinh trưởng của thực vật

Những thay đổi về mức tăng trưởng của thực vật đã được theo dõi đối với cả 3 loài thực vật *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea* sau khi tiếp xúc với NP ở nồng độ 20 mg/L. Mức tăng trưởng của thực vật được quan sát trong khoảng thời gian 30 ngày, ở nồng độ này thực vật phát triển bình thường, không có thiệt hại nào về thực vật trong các thử nghiệm, bên cạnh đó, bộ rễ của thực vật trở nên dày đặc hơn nhiều đã được quan sát thấy (Hình 3).



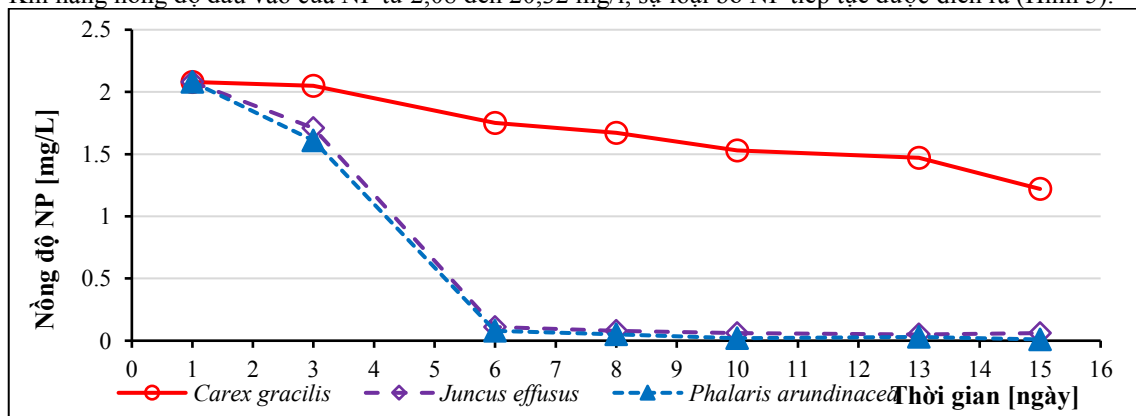
Hình 3. Bộ rễ của *Carex gracilis* sau 10 tuần tiếp xúc với NP (phải), Bộ rễ trước khi tiếp xúc với NP (trái).

Bộ rễ dày đặc của các loài thực vật cho phép chúng thâm nhập rộng rãi vào vật liệu nền như cát, đồng thời dẫn đến sự xâm nhập tương đối đồng nhất của dịch tiết ra từ bộ rễ. Đồng thời, nó tác động lớn đến sự phát triển của vi sinh vật trong vùng rễ trong các hệ thống này. Bên cạnh đó, trong vùng rễ, có sự tương tác qua lại của các axit cacboxylic phenolic khác nhau, chúng kích thích sự hình thành phát triển bộ rễ bằng cách tác động đến hoạt động của axit indoleacetic oxydase. Điều này đặc biệt quan trọng cho quá trình xử lý các chất ô nhiễm của hệ thống CW.

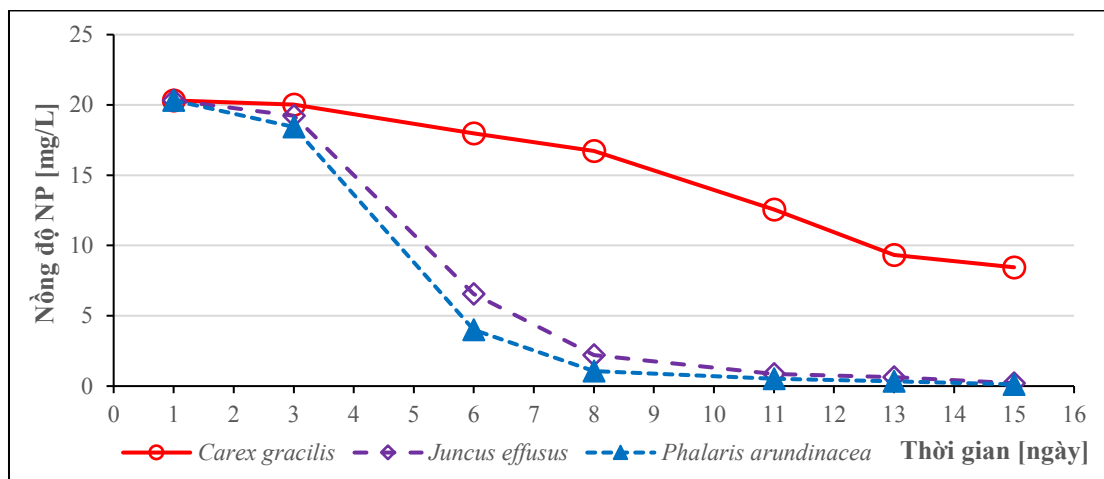
3.2. Sự thay đổi hàm lượng của NP trong các hệ thống CW

Để nghiên cứu về ảnh hưởng của bộ rễ đến sự phân hủy chất ô nhiễm, các nghiên cứu đã được thực hiện với 4-nitrophenol trong hệ thống CW trong điều kiện vận hành liên tục. Để so sánh, tốc độ phân hủy (giảm nồng độ của hợp chất ban đầu) trong các hệ thống được trồng các loài thực vật *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*. Nồng độ của dung dịch NP là 2,08 mg/l và 20,32 mg/l được tiến hành.

Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, trong quá trình vận hành liên tục ở giai đoạn 1 (Hình 4) ở nồng độ nitrophenol đầu vào là 2,08mg/L, sau 3 ngày vận hành đã quan sát thấy sự giảm nồng độ của NP, nồng độ NP ở đầu ra còn lại là 2,05, 1,71 và 1,61 tương ứng với 3 hệ thống trồng *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*. Sau 6 ngày vận hành hàm lượng NP ở đầu ra giảm mạnh giá trị của nó chỉ còn lại là 1,75, 0,11 và 0,08 mg/L tương ứng với các hệ thống trồng *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*. Tiếp tục kéo dài thời gian vận hành, hàm lượng NP ở đầu ra tiếp tục giảm, giá trị tương ứng với các hệ thống đạt 1,22, 0,06 và 0,03 mg/L. Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, ở khoảng nồng độ NP nghiên cứu, sau 6 ngày, ở hệ thống trồng *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*, NP được loại bỏ gần như hoàn toàn, trong khi đó hệ thống trồng *Carex gracilis* chỉ loại bỏ được khoảng 15,86%. Khi nâng nồng độ đầu vào của NP từ 2,08 đến 20,32 mg/l, sự loại bỏ NP tiếp tục được diễn ra (Hình 5).



Hình 4. Hiệu quả loại bỏ NP ở nồng độ đầu vào 2.1 mg/L trong các hệ thống trồng *Carex gracilis*, *Juncus effusus*, *Phalaris arundinacea*.

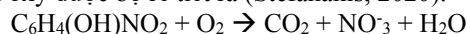


Hình 4. Hiệu quả loại bỏ NP ở nồng độ đầu vào 20.32 mg/L trong các hệ thống trồng *Carex gracilis*, *Juncus effusus*, *Phalaris arundinacea*.

Kết quả thu được cho thấy, sau 3 ngày vận hành, có sự giảm nồng độ của NP, tuy nhiên hiệu quả loại bỏ khá thấp. Sau 3 ngày vận hành đến ngày thứ 6 hiệu quả loại bỏ NP trong 2 hệ thống trồng *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea* tăng lên rõ rệt, trong khi đó ở hệ thống trồng *Carex gracilis*, hiệu quả loại bỏ của NP không cao cũng giống như ở nồng độ thấp, hiệu quả loại bỏ ở các hệ thống đạt 11,56; 67,72 và 80,26% tương ứng với các hệ thống trồng loài *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*. Đến ngày vận hành thứ 8, hiệu quả loại bỏ của chúng tiếp tục tăng, tuy nhiên trong hệ thống được trồng *Carex gracilis*, hiệu quả loại bỏ tăng không đáng kể, trong khi đó ở 2 hệ thống trồng *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea* hiệu quả tăng rõ rệt, giá trị của nó đạt 17,71; 89,12 và 94,78% tương ứng. Tiếp tục kéo dài thời gian vận hành, hiệu quả loại bỏ NP nhìn chung trong cả 3 hệ thống đều tăng, tuy nhiên đến ngày thứ 15 hiệu quả loại bỏ trong hệ thống *Carex gracilis* chỉ đạt 58,41% trong khi đó ở 2 hệ thống còn lại, hàm lượng NP ở đầu ra còn lại không đáng kể, hiệu quả loại bỏ của chúng đạt 98,97% và 99,41% tương ứng với hệ thống trồng *Juncus effusus* và *Phalaris arundinacea*.

Từ kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, đối với loài *Carex gracilis* hiệu quả loại bỏ NP không cao, trong khi đó hiệu quả loại bỏ NP cao nhất là loài *Phalaris arundinacea*, còn đối với loài *Juncus effusus* cũng đạt được gần bằng loài *Phalaris arundinacea*. Điều này có thể được giải thích là do bộ rễ của loài *Phalaris arundinacea* phát triển tốt nhất, sau đó là đến *Juncus effusus*. Bộ rễ của thực vật đóng vai trò quyết định trong việc loại bỏ các chất ô nhiễm, bộ rễ phát triển càng mạnh, nó tác động tích cực đến hiệu quả loại bỏ các chất ô nhiễm càng cao (Yuan, 1 et al. 2020).

Cơ chế loại bỏ của NP trong hệ thống CW có thể thông qua quá trình hấp phụ, tiếp nhận của thực vật, đặc biệt là quá trình oxy hoá bởi oxy được bộ rễ tiết ra (Stefanakis, 2020).



Bên cạnh đó, ở loài thực vật có bộ rễ khỏe mạnh, xum xuê, đó là nơi thích hợp cho các vi sinh vật hoạt động. Ngoài ra, loài thực vật có bộ rễ khỏe còn có thể cung cấp lượng oxy vào hệ thống lớn hơn so với các loài thực vật khác, bởi vậy hiệu quả xử lý của chúng đối với NP càng cao, ngoài ra, khí hậu nhiệt đới ở Việt Nam cũng tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật có lợi cho quá trình xử lý phát triển.

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, hệ thống sử dụng loại thực vật *Ph. australis* để xử lý NP đạt hiệu quả tốt nhất trong số các 3 loài thực vật nghiên cứu.

4. Kết luận

Đã nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của NP ở các nồng độ khác nhau đến sự phát triển của 3 loài thực vật khác nhau *Carex gracilis*, *Juncus effusus* và *Ph. australis* và hiệu quả loại bỏ của các CW được trồng các loài thực vật khác nhau đến NP. Khi hàm lượng NP cao khoảng 50 mg/L sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển của thực vật. Ở nồng độ nghiên cứu nhỏ hơn 20 mg/L, hệ thống CW được trồng loài thực vật *Juncus effusus* và *Ph. australis* có thể loại bỏ gần như hoàn toàn NP, với thời gian lưu 3 ngày, trong khi đó trong cùng điều kiện hệ thống được trồng *Carex gracilis* hiệu quả loại bỏ NP không đáng kể, qua đó có thể mở ra một hướng đi mới sử dụng hệ thống CW và thực vật *Juncus effusus* và *Ph. australis* thay thế các công nghệ xử lý khác để xử lý hợp chất vòng thơm khó phân hủy.

Sử dụng hệ thống này vừa thân thiện với môi trường, vừa tạo cảnh quan đẹp và có chi phí vận hành, bảo trì và xử lý thấp, hiệu quả kinh tế cao. Công nghệ này có thể triển khai ứng dụng để xử lý các hợp chất hữu cơ khó phân hủy khác có trong nước thải một cách hiệu quả.

Lời cảm ơn

Tác giả xin chân thành cảm ơn Trung tâm xử lý môi trường - Viện Khoa học Kỹ thuật Quân sự; Bộ Môn Hoá – Khoa Khoa học cơ bản – Trường đại học Mỏ - Địa chất, Trường Đại học Khoa học tự nhiên – Đại học Quốc Gia Hà Nội, Viện Công nghệ môi trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã tạo điều kiện, giúp đỡ trong quá trình nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- Cooper, P. F., G. D. Job, M. B. Green and R. B. E. Shutes (1996). "Reed beds and constructed wetlands for wastewater treatment." Swindon, WRc publications.
- Gao, F., X. Xua and J. Yang (2022). "Removal of p-nitrophenol from simulated sewage using MgCo-3D hydrotalcite nanospheres: capability and mechanism." RSC Advances 12(41): 27044–27054.
- Kalin, M. (2004). "Passive Mine Water treatment: The Correct Approach?" Ecological Engineering 2: 299–304.
- Kosolapov, D. B., P. Kuschik, M. B. Vainshtein, A. V. Vatsourina, A. Wießner, M. Kästner and R. A. Müller (2004). "Microbial processes of heavy metal removal from carbon-deficient effluents in constructed wetlands." Eng. Life Sci. 4 (5): 403–411.
- Li, D., L. Lin, M. Lu, L. Li and J. Li (2023). "Magnetic graphene noble metal aerogels: preparation and application for catalytic degradation of 4-NP." New J. Chem. 47: 10751–10758.
- Matagi, S. V., D. Swai and R. Mugabe (1998). "A review of heavy metal removal mechanisms in wetlands." Afr. J. Trop. Hydrobiol. Fish. 8: 23–35.
- Mayes, W. M., L. C. Batty, P. L. Younger, A. P. Jarvis, M. Koiv, C. Vohla and U. Mander (2009). "Wetland treatment at extremes of pH: A review." Science of the Total Environment 407(13): 3944–3957.
- Nguyễn Hoàng Nam (2023). Công nghệ xử lý nước bằng thực vật. NXB Giáo dục Việt Nam.
- Stefanakis, A. I. (2020). "Constructed Wetlands for Sustainable Wastewater Treatment in Hot and Arid Climates: Opportunities, Challenges and Case Studies in the Middle East." Water 12: 1665.
- Yuan, C., T. H. 1, X. Zhao and Y. Zhao (2020). "Numerical Models of Subsurface Flow Constructed Wetlands: Review and Future Development." Sustainability 12: 3498–3514.
- Zhu, S., W. Niu, H. Li, S. Han and G. Xu (2009). "Single-walled carbon nanohorn as new solid-phase extraction adsorbent for determination of 4-nitrophenol in water sample." Talanta 79(5): 1441–1445.

ABSTRACT

Influence of plant roots on the removal of 4-Nitrophenone compound in water

Nguyen Hoang Nam, Nguyen Hoang Nam Anh, Nguyen Manh Ha, Pham Viet Duc

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Military Institute of Environmental Chemistry

The article presents the results of the research process on the influence of plant roots on the effectiveness of removing 4-Nitrophenone compound in water on a laboratory scale. Use three different plant species (*Carex gracilis*, *Juncus effusus* and *Phalaris arundinacea*). 4-nitrophenol was used at different concentrations as a contaminant. Research results show a strong influence of the root system on NP removal, where microorganisms grow. NP removal mainly occurs through biological processes in the root zone of all three plant species without harmful effects on plants when NP concentration is less than 20 mg/L and almost completely removed. pollutants for two systems planted with the plant species *Juncus effusus* and *Phalaris arundinacea*. The rapid NP decomposition shows that the root zone plays an important role, as it is the home of beneficial microorganisms in decomposing pollutants.

Keywords: CW, 4-Nitrophenon, root, microorganism