Vietnam Journal of Catalysis and Adsorption
Tạp chí xúc tác và hấp phụ Việt Nam

https://jca.edu.vn

Nghiên cứu xử lý 2,4-dichlorophenoxyacetic acid và 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid trong đất bằng công nghệ nhiệt kết hợp áp suất có mặt của xúc tác
Research on treatment of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid in soil using heat technology combined with pressure in the presence of catalysts

Phùng Khắc Huy Chú[1], Nguyễn Hữu Đức[1], Chu Thanh Phong[1], Hoàng Kim Huế[1,*]

[1] *Viện Hóa học Môi trường quân sự, Binh chủng Hóa học*
** Email: huehus@gmail.com*

ARTICLE INFO

Received: 04/06/2024
Accepted: 14/08/2024
Published: 30/12/2024

Keywords:
Catalysts
2,4-dichlorophenoxyacetic acid
2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid
Heat technology combined with pressure

ABSTRACT

Treatment of soil and sediment contaminated with toxic chemicals 2,4-D, 2,4,5-T and dioxin in Vietnam has attracted much attention from scientists in Vietnam and around the world. Heat technology combined with pressure has been researched for waste treatment. This article presents the results of research on 2,4-D and 2,4,5-T treatment in Đ04 soil at Bien Hoa airport under different conditions of catalyst type, temperature, catalyst dosage and reaction time. Finally, this study has proposed a process for treating contaminated soil at Bien Hoa airport using heat technology combined with pressure using catalysts at a scale of 200 g/batch. Test results of treating soil contaminated with Đ04 according to the proposed technological process and applying the parameters show that the treatment efficiency of 2,4-D reached 100 %, the treatment efficiency of 2,4,5-T reached 100 % and dioxin treatment efficiency reached 98,92 %.

Giới thiệu chung

Trong chiến tranh từ năm 1961 đến 1971, Quân đội Mỹ đã sử dụng khoảng 80 triệu lít chất diệt cỏ tại miền Nam Việt Nam ở chiến dịch Ranch Hand, để làm rụng lá các cánh rừng và phá hủy mùa màng. Trong đó, có hơn 71,8 triệu lít chất da cam, chất trắng, chất xanh, chất tím và chất hồng được pha chế từ các hợp chất của 2,4-diclophenoxyaxetic axit (2,4-D); 2,4,5-triclophenoxyaxetic (2,4,5-T) và picloram [1-2]. Năm 1969, Viện y tế quốc gia Mỹ đã công bố các bằng chứng cho thấy, 2,4,5-T là một tác nhân gây quái thai và sau đó được phát hiện là do dioxin. Dioxin có hàm lượng xấp xỉ 30 ppm trong các mẫu 2,4,5-T, là tạp chất sinh ra trong quá trình tổng hợp 2,4,5-T. Ước tính tổng lượng dioxin là khoảng từ 130 kg đến 144 kg [1-2].

Theo điều tra của Ủy ban 10-80, ở Việt Nam có 28 điểm nóng ô nhiễm 2,4-D, 24,5-T và dioxin bao gồm những Sân bay quân sự và Sân bay dã chiến đã từng được sử dụng trong chiến dịch phun rải chất diệt cỏ. Trong đó, các sân bay Biên Hòa, Đà Nẵng, Phù Cát và A So là những khu vực bị ảnh hưởng nặng nề của chất 2,4-D, 24,5-T và dioxin có nồng độ ô nhiễm dioxin cao hơn giới hạn cho phép, sự ô nhiễm dioxin tại các khu vực này có những tác động tiêu cực đến môi trường và con người trước mắt và lâu dài. Tổng lượng đất ô nhiễm dioxin tại bốn Sân bay trên khoảng 735.000 m^3 [1-2].

https://doi.org/10.62239/jca.2024.072

Với sự nỗ lực của Chính phủ, Bộ Quốc phòng Việt Nam và sự giúp đỡ của các tổ chức quốc tế như: Tổ chức Phát triển Liên Hiệp Quốc (NDP); Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID); The Ford Foundation - Quĩ Ford; Cục Hợp tác về phát triển Cộng hòa Séc vv...) và từ nhiều nguồn vốn khác nhau. Đến nay, Việt Nam đã chôn lấp cô lập được hơn 255.990 m^3 đất nhiễm da cam/dioxin tại Sân bay Biên Hòa, Đà Nẵng, Phù Cát và A So; xử lý triệt để được 94.593 m^3 đất nhiễm da cam/dioxin bằng Hệ thống giải hấp nhiệt trong mố (IPTD) ở Sân bay Đà Nẵng.

Tuy nhiên, lượng đất đã được xử lý triệt để dioxin mới chỉ là một phần nhỏ so với tổng lượng đất ô nhiễm cần được xử lý. Công nghệ chôn lấp cô lập mới chỉ ngăn chặn không cho chất da cam/dioxin phát tán ra môi trường xung quanh. Trong tương lai, toàn bộ đất nhiễm da cam/dioxin ở Việt Nam phải được xử lý triệt để bằng các công nghệ phù hợp.

Trên thế giới, công nghệ nhiệt kết hợp với áp suất đã được một số nhà nghiên cứu thử nghiệm như thử nghiệm xử lý dioxin trong tro bay từ lò đốt rác thải đô thị bằng nước siêu tới hạn ở nhiệt độ 600 ºC và áp suất siêu tới hạn 15MPa, nghiên cứu đã chứng minh có thể xử lý dioxin đạt hiệu suất 99,99% [3]. Nghiên cứu xử lý polychlorinated biphinyl (PCB) bằng nước cận tới hạn và siêu tới hạn có mặt của chất oxi hóa và không có mặt của chất oxi hóa cũng được khảo sát, cả hai trường hợp đều đạt hiệu suất trên 99 % [4].

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa bằng công nghệ nhiệt kết hợp áp suất có mặt của xúc tác.

Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu

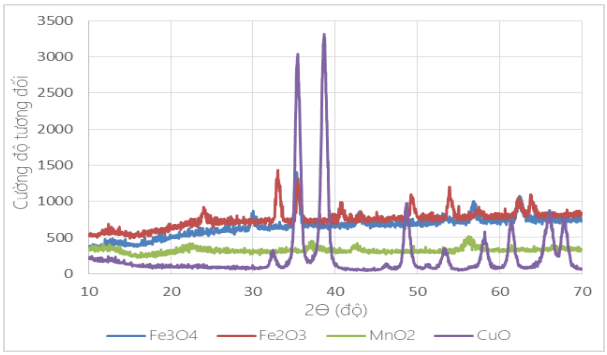
Vật liệu và hóa chất

Hóa chất: H_2O_2, KOH, H_2SO_4, Na_2SO_4, acetone, dichloromethane, diethylether, acetonitrile, toluen, n-hexan của hãng merck; thimble của hãng Whatman, nước cất hai lần.

Chất chuẩn: 2,4-D, 2,4,5-T của hãng sigma-Aldrich, độ tinh khiết 99,9 %. Các dung dịch chất chuẩn đồng vị đánh dấu, dung dịch chất chuẩn làm sạch, dung dịch chất chuẩn xác định hiệu suất thu hồi của hãng CIL, độ tinh khiết 99,99%.

Đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa, đất có nồng độ 2,4-D, 2,4,5-T là 87,98 mg/kg và 148,37 mg/kg. Tổng độ độc tương đương cả 17 đồng loại dioxins/furans (TEQ) là 19.468,46 ppt.

Các vật liệu xúc tác Fe_3O_4, Fe_2O_3, CuO và MnO_2 được cung cấp bởi Trung tâm Công nghệ xử lý môi trường, có kích thước nano. Diện tích bề mặt riêng của xúc tác Fe_3O_4, Fe_2O_3, MnO_2 và CuO lần lượt là 8,288 m^2/g, 5,453 m^2/g, 23,683 m^2/g và 12,347 m^2/g. Cấu trúc tinh thể của các mẫu xúc tác Fe_3O_4, Fe_2O_3, MnO_2 và CuO đã được đánh giá nhờ giản đồ XRD như được trình bày ở hình 1.



Hình 1: Giản đồ XRD của Fe_3O_4, Fe_2O_3, MnO_2 và CuO

Giản đồ XRD của Fe_3O_4 xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của Fe_3O_4 tại các giá trị 2θ: 30,4°, 35,85°, 43,49°, 53,9°, 57,3°, 62,8° tương ứng với các mặt phẳng phản xạ (220), (331), (400), (422), (511) và (400) [5]. Giản đồ XRD của xúc tác Fe_2O_3 xuất hiện các píc ở 2θ khoảng 24,18°, 33,3°, 35,67°, 40,8°, 49,5°, 54,1°, 62,6° và 64,17° tương ứng với các mặt phẳng phản xạ (012), (104), (110), (113), (024), (116), (214) và (300) tương tự với phổ chuẩn của Fe_2O_3 [6]. Giản đồ XRD của xúc tác MnO_2 xuất hiện các píc ở 2θ khoảng 37,6°, 42,1°, 56° và 69,6° tương ứng với các mặt phẳng phản xạ (211), (301), (600) và (541) tương tự với phổ chuẩn của MnO_2 [7]. Giản đồ XRD của xúc tác CuO xuất hiện các pic ở 2θ khoảng 38,75°, 48,74°, 53,51°, 66,26°, 69,11° tương ứng với các mặt phản xạ (111), (202), (020), (022), (220) tương tự với phổ chuẩn của tinh thể CuO [8].

Thiết bị

Thiết bị sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) Agilent HP-1100, cột phân tích SB-C18 (4,5×150 mm, 5 µm), detector UV-VIS Diode Array (DAD) (Mỹ); Cân phân tích điện tử Pioneer hãng Ohaus (Mỹ), độ nhạy 0,0001 g; máy khuấy từ ; lò phản ứng áp suất cao TGYF-B 22MPa, 350 ºC, 220 V; Máy cô quay chân không Hei-VAP Core ML/G3 XL hãng Heidolph (Đức); Tủ sấy UFE500 Memmert (Đức), gia nhiệt 5 ºC ÷ 250 ºC; Bộ chiết Soxhlet 4 vị trí R104S hãng Behr (Đức).

Khảo sát hiệu quả của quá trình xử lý đất nhiễm 2,4-D và 2,4,5-T

Cân m g đất Đ04 trộn đều với x % chất xúc tác rồi đưa vào chén nung có lỗ thoát nước được lót sẵn một lớp

https://doi.org/10.62239/jca.2024.072

giấy lọc đã được xác định khối lượng. Tiến hành thêm lượng thể tích H_2O_2 (V_1) vào thân buồng thiết bị phản ứng theo công nghệ nhiệt kết hợp áp suất, sau đó để đưa chén nung vào thân buồng phản ứng. Đậy nắp buồng phản ứng và gia nhiệt thiết bị ở nhiệt độ cần khảo sát. Theo dõi nhiệt độ phản ứng ($T_{pư}$) và áp suất buồng phản ứng ($P_{pư}$) và duy trì trong thời gian khảo sát.

Khi kết thúc quá trình gia nhiệt, tắt máy và nhấc buồng phản ứng ra ngoài để làm nguội. Sau đó mở nắp buồng phản ứng và tách riêng phần chén nung chứa đất thu được để đem đi chuẩn bị mẫu, tiến hành phân tích trên thiết bị HPLC. Vệ sinh thiết bị và tráng rửa cẩn thận bằng dung môi acetone để loại bỏ hết tạp chất ra khỏi thiết bị.

Hiệu suất xử lý ($H_{xl,2,4\text{-}D}$, %; $H_{xl,2,4,5\text{-}T}$, %) được tính theo công thức (1):

$$H_{xl} = \frac{C_0 - C_s}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó, C_0 và C_s lần lượt là nồng độ 2,4-D trong đất ban đầu và sau xử lý (mg/Kg).

Phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích 2,4-D và 2,4,5-T trên HPLC

Cân 5 g đất vào thimble và chiết soxhlet với 200 mL acetone trong 8 giờ. Sau đó, để nguội và đem cô cạn dung môi về khoảng 1mL bằng thiết bị cô quay chân không ở 40 ºC, thêm 50 mL dung dịch KOH 6 %, đun hồi lưu trong 2 giờ để chuyển 2,4-D axit, 2,4-D este, 2,4,5-T axit, 2,4,5-T este về dạng 2,4-D muối, 2,4,5-T muối hòa tan trong dung dịch nước, để nguội dung dịch và chiết 3 lần với tổng 100 mL dung môi dichloromethane để loại tạp chất. Sau đó, thêm 25 mL H_2SO_4 18N vào dung dịch để chuyển 2,4-D muối và 2,4,5-T muối về dạng 2,4-D axit và 2,4,5-T axit. Tiến hành chiết 2,4-D axit từ dung dịch sang pha hữu cơ bằng diethylether 3 lần, tổng thể tích diethylether khoảng 100 mL cho cả ba bậc chiết. Làm khô dịch chiết diethylether bằng Na_2SO_4 khan qua đêm, lọc thu dịch chiết, cô quay về khoảng 1 mL bằng thiết bị cô quay chân không ở 30 ºC, để khô qua đêm. Thêm 1 mL Acetonnitrile để hòa tan cặn chiết, lọc qua màng siêu lọc và đem phân tích trên thiết bị HPLC.

Nồng độ 2,4-D và 2,4,5-T trong dung dịch được phân tích trên thiết bị Sắc ký lỏng hiệu năng cao Model HP-1100 của hãng Agilent Mỹ, cột phân tích SB-C18 (4,5×150 mm, 5 µm) tại Viện Hóa học Môi trường quân sự. Pha động: ACN:H_2O:axit axetic = 50:49:1 (V:V:V); Bước sóng: λ = 280 nm; Nhiệt độ cột: 30 ˚C; Tốc độ dòng: 1 mL/phút; Thể tích vòng bơm mẫu: 20 µL.

Hàm lượng 2,4-D hoặc 2,4,5-T trong đất được tính toán theo công thức (2) :

$$C = X_0 \frac{a.V}{m.H_0} \quad (2)$$

Trong đó, C là nồng độ 2,4-D hoặc 2,4,5-T trong đất được tính bằng (mg/Kg); X_0 là nồng độ 2,4-D được xác định bằng đường chuẩn (mg/mL), V là thể tích dịch chiết acetonnitrile đem phân tích trên HPLC (mL), a là hệ số pha loãng, m là khối lượng mẫu đất đem chiết (Kg) và H_0 là hiệu suất thu hồi của quá trình chiết (%).

Phương pháp phân tích dioxin trên GC/HRMS

Cân 5 g đất vào thimble, thêm dung dịch chất chuẩn đồng vị đánh dấu và chiết soxhlet với 200 mL toluen trong 24 giờ, cô can, chuyển dung môi sang n-hexan, cô cạn về 1 mL, thêm dung dịch chất chuẩn làm sạch. Sau đó, tiến hành các bước làm sạch cặn chiết qua cột silicagel, cột nhôm và cột than. Dung dịch làm sạch thu được, được cô cạn về 10 µL, thêm dung dịch chất chuẩn xác định hiệu suất thu hồi. Dioxin được phân tích trên thiết bị GC/HRMS tại Viện Hóa học Môi trường quân sự trên thiết bị sắc ký khí khối phổ phân giải cao (GC/HRMS) của hãng Jeol 800D, Nhật Bản.

Kết quả và thảo luận

Khảo sát lựa chọn xúc tác xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa

Khảo sát ảnh hưởng của các loại xúc tác đến hiệu suất xử lý 2,4-D trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa được tiến hành thí nghiệm như đã trình bày ở phần thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu với thành phần gồm có m = 5 g đất Đ04, x = 1 % chất xúc tác, $T_{pư}$ = 250 ºC, $P_{pư}$ = 25 atm, thời gian khảo sát là 1 giờ. Các thí nghiệm được tiến hành với 5 trường hợp, không có xúc tác và có xúc tác lần lượt với CuO, MnO_2, Fe_2O_3, Fe_3O_4. Kết quả được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1: Ảnh hưởng của xúc tác đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04

Xúc tác	Giá trị	
	$H_{xl,2,4\text{-}D}$ (%)	$H_{xl,2,4,5\text{-}T}$ (%)
-	69,8	65,7
CuO	83,6	80,8
MnO_2	86,9	83,5
Fe_2O_3	77,1	74,6
Fe_3O_4	90,4	87,8

Ghi chú : "Không sử dụng xúc tác"

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, trong cùng một điều kiện thí nghiệm cả bốn thí nghiệm có sử dụng xúc tác đều

https://doi.org/10.62239/jca.2024.072

có hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa cao hơn thí nghiệm không sử dụng xúc tác. Hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong trường hợp không sử dụng xúc tác chỉ đạt dưới 70%. Trong khi, hiệu suất xử lý 2,4-D có sử dụng xúc tác CuO, MnO_2, Fe_2O_3, Fe_3O_4 lần lượt đạt 83,6 %, 86,9 %, 77,1 % và 90,4 %, hiệu suất xử lý 2,4,5-T có sử dụng xúc tác CuO, MnO_2, Fe_2O_3, Fe_3O_4 lần lượt đạt 80,8 %, 83,5 %, 74,6 % và 87,8 %. Điều này cho thấy vai trò của các oxi kim loại chuyển tiếp CuO, MnO_2, Fe_2O_3, Fe_3O_4, được sử dụng làm xúc tác dị thể để oxi hóa các hợp chất hữu cơ, nhờ khả năng thay đổi trạng thái oxi hóa do sự tồn tại các lớp điện tử d chưa được lấp đầy. Như vậy, xúc tác Fe_3O_4 cho hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T cao nhất được lựa chọn sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa

Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa được tiến hành thí nghiệm như trình bày ở phần thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu với thành phần gồm m = 5 g đất Đ04, x = 1 % chất xúc tác Fe_3O_4, $P_{pư}$ được giữ khoảng 25 atm, thời gian khảo sát là 1 giờ. Các thí nghiệm được tiến hành lần lượt ở 200 ºC, 250 ºC, 300 ºC. Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong mẫu đất Đ04

Thông số	Giá trị		
Nhiệt độ (ºC)	200	250	300
$H_{xl,2,4\text{-}D}$ (%)	83,5	90,4	98,2
$H_{xl,2,4,5\text{-}T}$ (%)	78,9	87,8	96,4

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, ở cùng thời gian phản ứng là 1 giờ, khi tăng nhiệt độ phản ứng từ 200 ºC lên 300 ºC, hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa tăng đáng kể, từ 83,5 % lên 98,2 % đối với 2,4-D và từ 78,9 % lên 96,4 % đối với 2,4,5-T. Đặc biệt là, hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T ở 200 ºC với sự có mặt của xúc tác Fe_3O_4 1 % khối lượng là tương đối cao, cao hơn so với ở điều kiện khảo sát tại 250 ºC khi không có mặt của xúc tác Fe_3O_4 như nêu ở bảng 1. Như vậy, tác giả lựa chọn nhiệt độ 200 ºC để khảo sát lựa chọn lượng xúc tác phù hợp cho nghiên cứu.

Khảo sát ảnh hưởng của lượng xúc tác Fe_3O_4 đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa

Khảo sát ảnh hưởng của lượng xúc tác Fe_3O_4 đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa được tiến hành thí nghiệm như đã trình bày ở phần thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu với thành phần gồm có m = 5 g đất Đ04, $P_{pư}$ được giữ khoảng 25 atm, thời gian khảo sát là 1 giờ. Nhiệt độ $T_{pư}$ = 200 ºC. Các thí nghiệm được tiến hành với lượng x chất xúc tác Fe_3O_4 thay đổi lần lượt là 0,1 %, 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % và 2,0 %. Kết quả được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3: Ảnh hưởng của lượng Fe_3O_4 đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong mẫu đất Đ04

Thông số	Giá trị				
x (%)	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
$H_{xl,2,4\text{-}D}$ (%)	50,3	61,8	83,5	91,9	99,2
$H_{xl,2,4,5\text{-}T}$ (%)	49,7	63,1	78,9	88,3	97,5

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, khi lượng xúc tác Fe_3O_4 thấp, hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa chỉ đạt 50,3 % và 49,7 %, nhưng nếu tăng lượng xúc tác lên 1,0 %, hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T tăng mạnh rõ rệt đạt 83,5 % và 78,9 %, hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T tiếp tục tăng mạnh nếu tăng lượng xúc tác từ 1,0 % lên 2 % đạt 99,2 % và 97,5 %. Tuy nhiên, việc tăng lượng xúc tác bên cạnh ưu điểm là làm tăng hiệu xuất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T, vẫn tồn tại những điểm hạn chế nhất định như dễ gây ô nhiễm môi trường thứ cấp do không thu hồi được xúc tác, khó khăn trong việc xử lý lượng đất ô nhiễm lớn hiện nay ở Việt Nam. Do đó, chúng tôi tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của sự có mặt của H_2O_2 đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 tại sân bay Biên Hòa.

Khảo sát ảnh hưởng của H_2O_2 đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa

Khảo sát ảnh hưởng của lượng dung dịch H_2O_2 đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa được tiến hành thí nghiệm như đã trình bày ở phần thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu với thành phần gồm có m = 5 g đất Đ04, lượng chất xúc tác Fe_3O_4 x = 1,5 %, $P_{pư}$ được giữ khoảng 25 atm. Nhiệt độ $T_{pư}$ = 200 ºC. Các thí nghiệm được tiến hành với lượng H_2O_2 50 % thay đổi lần lượt là 0,15 mL, 0,25 mL, 0,35 mL và 0,45 mL. Kết quả được thể hiện ở bảng 4.

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, khi lượng H_2O_2 50 % tăng từ 0 mL lên 0,45 mL thì hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong đất Đ04 tăng lên mạnh mẽ từ 91,9 % và 88,3 lên

https://doi.org/10.62239/jca.2024.072

100 % và 100 %. Điều này chứng tỏ vai trò của chất oxy hóa mạnh H_2O_2 đã oxy hóa các hợp chất hữu cơ 2,4-D và 2,4,5-T. Vậy với quy mô phòng thí nghiệm, nhóm nghiên cứu đã khảo sát, đánh giá được hiệu quả xử lý chất da cam 2,4-D và 2,4,5-T bằng công nghệ nhiệt kết hợp áp suất cao có sử dụng phụ gia H_2O_2 và xúc tác và tìm được điều kiện phù hợp để xử lý triệt để chất da cam trong đất nhiễm Đ04. Các thông số công nghệ cụ thể như sau : Lượng đất 5 g, nhiệt độ 200 ºC, thời gian xử lý 1 giờ, áp suất 25 atm, xúc tác Fe_3O_4 1,5 %, 0,45 mL H_2O_2 50 %.

Bảng 4: Ảnh hưởng thời gian phản ứng đến hiệu suất xử lý 2,4-D và 2,4,5-T trong mẫu đất Đ04

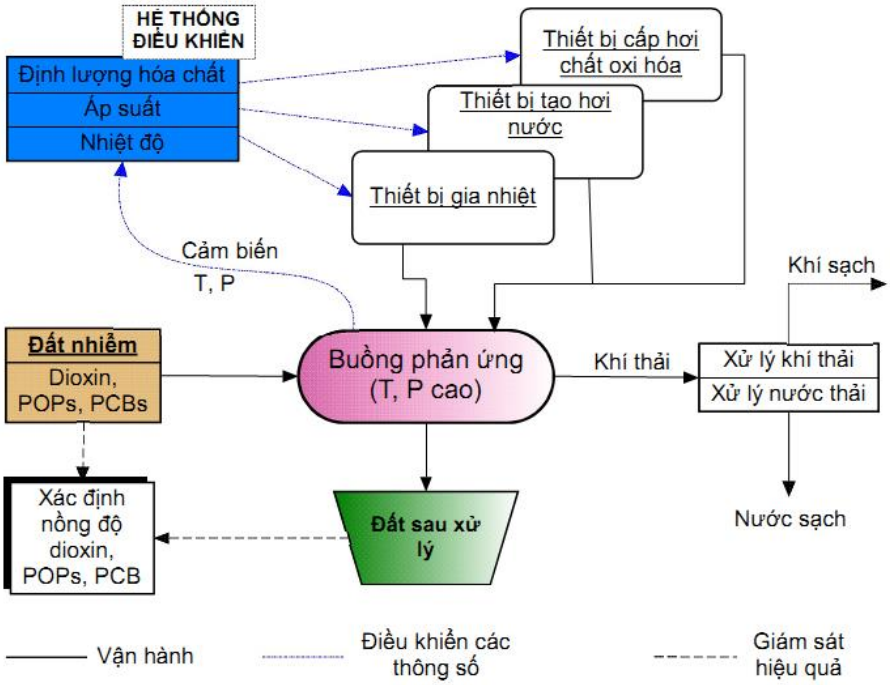
Thông số	Giá trị				
Lượng H_2O_2 (mL)	-	0,15	0,25	0,35	0,45
$H_{xl,2,4\text{-}D}$ (%)	91,9	92,3	93,6	98,5	100
$H_{xl,2,4,5\text{-}T}$ (%)	88,3	88,8	92,5	97,4	100

Đề xuất quy trình xử lý đất nhiễm tại sân bay Biên Hòa bằng công nghệ nhiệt kết hợp với áp suất có sử dụng xúc tác

Từ kết quả khảo sát lựa chọn xúc tác, ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng, ảnh hưởng của lượng xúc tác và ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý 2,4-D trong đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa có thể đề xuất quy trình công nghệ nhiệt kết hợp áp suất có mặt của xúc tác để xử lý đất nhiễm da cam, dioxin quy mô 0,2 kg/mẻ như quy trình nêu ở hình 2, các thông số vận hành như sau:

- Lượng đất nhiễm, m = 200 g;
- Lượng xúc tác Fe_3O_4, x = 3 g;
- Nhiệt độ, $T_{pư}$ = 200 ºC;
- Lượng H_2O_2, V_1 = 18 mL;
- Áp suất, $P_{pư}$ = 25 atm;
- Thời gian, t = 1 giờ.

Thử nghiệm xử lý đất nhiễm Đ04 lấy tại sân bay Biên Hòa theo quy trình công nghệ đề xuất ở quy mô 200 g/mẻ, áp dụng các thông số khảo sát. Kết quả xử lý 2,4-D và 2,4,5-T đạt hiệu suất 100 % và hiệu suất xử lý dioxin đạt 98,92 %. Kết quả này chứng tỏ công nghệ nhiệt kết hợp với áp suất có mặt của xúc tác Fe_3O_4, tác nhân oxi hóa H_2O_2 có thể xử lý triệt để được các chất 2,4-D, 2,4,5-T và dioxin.



Hình 2: Quy trình xử lý đất nhiễm da cam, dioxin tại sân bay Biên hòa bằng công nghệ nhiệt kết hợp áp suất có sử dung xúc tác

Kết luận

Đã nghiên cứu lựa chọn được các thông số áp dụng cho công nghệ nhiệt kết hợp với áp suất có mặt của xúc tác để xử lý đất Đ04 nhiễm 2,4-D, 2,4,5-T và dioxin được lấy tại sân bay Biên Hòa: Loại xúc tác được lựa chọn Fe_3O_4, nhiệt độ 200 ºC, áp suất 25 atm, lượng xúc tác là 3 g, lượng đất là 200 g, lượng H_2O_2 là 18 mL và thời gian phản ứng là 1 giờ.

Từ các kết quả này có thể tiếp tục nghiên cứu phát triển về công nghệ nhiệt kết hợp với áp suất để xử lý ô nhiễm chất độc hóa học da cam và dioxin tại Việt Nam.

https://doi.org/10.62239/jca.2024.072

Tài liệu tham khảo

1. Jeanne Mager Stellman, Steven D. Stellman, Richard Christian, Tracy Weber, Carrie Tomassallo, Natura 422 (2003) 681–687. https://doi.org/10.1038/nature01537
2. Young A. L., Agent Orange and its associated dioxin, The History, Use, Disposition and Environmental Fate of Agent Orange (2009) 161–190. https://doi.org/10.1007/978-0-387-87486-9_5
3. S. Kawajiri, I. Okajima, T. Sako, Resources Processing 49(2) (2002) 70–81. https://doi.org/10.4144/rpsj1986.49.70
4. R. Weber, S. Yoshida, K. Miwa, Emviro. Sci. Technol, 36(2002) 1839–1844. https://doi.org/10.1021/es0113910
5. Juliandi Siregar, Kerista Sebayang, Brian Yuliarto, Syahrul Humaidi, AIP Conf. Proc. 2221 (2020) 110008. https://doi.org/10.1063/5.0003210
6. A. Manikandan, J. Judith Vijaya, L. John Kennedy, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 13 (2013) 2986–2992. http://dx.doi.org/10.1166/jnn.2013.7402
7. X. Wan, S. Yang, Z. Cai, Q. He, Y. Ye, Y. Xia, G. Li, J. Liu, Nanomaterials. 9 (2019) 847. http://dx.doi.org/10.3390/nano9060847
8. Mashrafi Bin Mobarak, Md. Sahadat Hossain, Fariha Chowdhury, Samina Ahmed, Arabian Journal of Chemistry, 15(10) (2022) 104117. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104117