

MỐI LIÊN HỆ GIỮA THÀNH PHẦN KHOÁNG VẬT VÀ SỰ TỒN LƯU DIOXIN TRONG MÔI TRƯỜNG ĐẤT TẠI SÂN BAY QUÂN SỰ BIÊN HÒA, TỈNH ĐỒNG NAI

NGUYỄN THỊ THANH THẢO¹, NGUYỄN THỊ LỢI¹,
ĐẶNG THỊ HUYỀN¹, QUÁCH ĐỨC TÍN¹, NGÔ THỊ
THÚY HƯỜNG^{2*}

¹Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

²Khoa Công nghệ sinh học, Hóa Học và Kỹ thuật Môi trường,
Trường Đại học Phenikaa

Tóm tắt:

Sân bay quân sự Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai là một trong những điểm nóng ô nhiễm dioxin trong môi trường đất với hàm lượng cao tại Việt Nam. Sự tồn lưu dioxin cao trong môi trường khu vực sân bay cũng như mật độ dân cư đông đúc là nguyên nhân làm cho Biên Hòa được coi là một trong những vùng ô nhiễm trọng điểm, tiềm ẩn nhiều rủi ro đối với sức khỏe con người và cần được quan tâm hàng đầu trong việc giải quyết vấn đề ô nhiễm này. Nghiên cứu được tiến hành nhằm xác định mối liên hệ giữa thành phần khoáng vật và sự tồn lưu của dioxin trong đất tại sân bay quân sự Biên Hòa. Các mẫu đất nghiên cứu lấy tại 6 lô thuộc khu vực góc Tây Nam đường băng (khu vực Pacer Ivy) và 6 lô thuộc khu vực Tây Nam (SW-3) sân bay Biên Hòa, diện tích mỗi lô 100 m². Kết quả phân tích hàm lượng dioxin và thành phần hạt trong mẫu đất cho thấy mối tương quan thuận giữa hàm lượng dioxin và thành phần hạt mịn. Hơn nữa, kết quả phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) chỉ ra rằng thành phần hạt mịn trong các mẫu này gồm các nhóm khoáng vật chính như kaolinit, thạch anh, smectit và illit, trong đó khoáng vật sét kaolinit là khoáng vật chiếm ưu thế. Dioxin bị hấp phụ trên bề mặt khoáng vật kaolinit và hấp phụ trên cạnh điện tích dương của các tiểu cầu sét illit và smectit. Do đó, thành phần môi trường đất lưu giữ dioxin sân bay Biên Hòa chủ yếu là các nhóm khoáng vật sét (kaolinit, illit, smectit), cụ thể là dioxin bị hấp phụ trên mặt và cạnh của các khoáng vật sét này.

Từ khóa: Thành phần hạt, đất ô nhiễm dioxin, sự tồn lưu, khoáng vật sét, sân bay Biên Hòa.

Nhận bài: 15/10/2023; Sửa chữa: 18/11/2023;

Duyệt đăng: 10/12/2023.

1. Giới thiệu

Việt Nam có nhiều “điểm nóng” ô nhiễm dioxin tập trung tại các sân bay quân sự, đặc biệt là tại sân bay quân sự Biên Hòa, một căn cứ chính của chiến dịch

THE RELATIONSHIP BETWEEN MINERAL COMPOSITION AND THE ACCUMULATION OF DIOXIN IN THE SOIL IN BIEN HOA AIRBASE, DONG NAI PROVINCE

Abstract:

Bien Hoa air base in Dong Nai Province is one of the hotspots for dioxin contamination in the soil environment with high concentrations in Vietnam. Due to its high population density, Bien Hoa is considered one of the most polluted areas, with potential health risks, and should be given priority attention in addressing the pollution problem. The study was carried out at Bien Hoa air base to determine the relationship between mineral composition and dioxin retention in soil. Soil samples were collected from six plots of 100 m² each in the southwest corner of the runway (Pacer Ivy area) and the southwest area (SW-3) of Bien Hoa air base. The analysis of dioxin content and particle composition in soil samples revealed a positive correlation between dioxin content and fine particle composition. Furthermore, XRD analysis shows that the fine-grained composition in these samples includes the main mineral groups such as kaolinite, quartz, smectite, and illite, with the clay mineral kaolinite being the dominant mineral. Dioxin binds to the surface of kaolinite as well as the positively charged edges of illite and smectite clay platelets. Therefore, the soil environment for dioxin retention at Bien Hoa air base is composed primarily of clay mineral groups (kaolinite, illite, smectite), specifically dioxins absorbed on the surface and edges of these clay minerals.

Keywords: Particle composition, dioxin-contaminated soil, the retention of dioxin, clay minerals, Bien Hoa airbase.

JEL Classifications: Q51, Q52, Q53, Q55.

Ranch Hand của Mỹ (1962-1971), với mục đích phun rải chất độc hóa học màu da cam (chất diệt cỏ) tại các cánh rừng và cánh đồng tại miền Nam, và chiến dịch Pacer Ivy (1971), với mục đích tập hợp, đóng gói và di

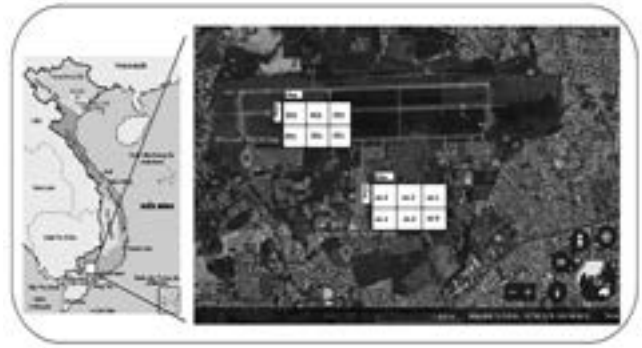


chuyển toàn bộ hóa chất tại miền nam Việt Nam sang căn cứ Johnston Atoll của Mỹ ở khu vực Trung Thái Bình Dương [1]. Những nghiên cứu trước đây cho thấy sân bay Biên Hòa có mức độ ô nhiễm dioxin rất cao và phức tạp. Tại sân bay Biên Hòa, ước tính có khoảng 33 triệu lít thuốc diệt cỏ đã được vận chuyển đến đây trong chiến dịch Ranch Hand, trong đó chất da cam chiếm 60% (khoảng 20,4 triệu lít) [2]. Tại đây, đã có những sự cố đổ tràn và rò rỉ các hóa chất diệt cỏ và đây được coi là nguyên nhân chính gây ô nhiễm dioxin với nồng độ rất cao tại một số khu vực trong sân bay và trở thành điểm nóng về ô nhiễm chất da cam/dioxin ở Việt Nam [3].

Chất diệt cỏ mà Mỹ sử dụng trong chiến tranh tại Việt nam chủ yếu Chất trắng, Chất xanh và Chất dam cam, trong đó Chất dam cam chiếm 60% [3]. Chất độc màu da cam bao gồm một hỗn hợp 50:50 theo trọng lượng của các n-butyl este của hai axit phenoxy: Axit 2,4-dichlorophenoxyacetic (2,4-D) và 2,4,5-trichlorophenoxyacetic axit (2,4,5-T). Trong đó, 2,4,5-T có chứa tạp chất siêu độc là 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD), thường được gọi là dioxin [4] và là sản phẩm phụ không mong muốn trong quá trình sản xuất 2,4,5-T [5]. Trong các đồng loại độc của dioxin thì 2,3,7,8-TCDD là chất độc nhất, đã được chứng minh là tăng nguy cơ gây ung thư đối với con người [6]. Ngoài ra, tính chất hóa lý của dioxin không phản ứng với oxy, nước và ít bị phân hủy bởi vi khuẩn nên chúng tồn tại trong môi trường trong một thời gian rất dài [7]. Để xử lý được dioxin tồn lưu trong môi trường đất thường cần phải áp dụng phương pháp xử lý ở nhiệt độ cao và tốn kém [8].

Hầu hết các nghiên cứu trước đây tại khu vực sân bay Biên Hòa tập trung đánh giá hiện trạng ô nhiễm dioxin và sơ bộ đánh giá ảnh hưởng của tồn lưu dioxin đến môi trường và dân cư quanh khu vực sân bay Biên Hòa. Cho đến nay, đã có nhiều công trình khoa học nghiên cứu đất ô nhiễm dioxin trong khu vực sân bay quân sự Biên Hòa. Các nghiên cứu này tập trung đánh giá hiện trạng ô nhiễm dioxin trong môi trường nước, đất, trầm tích và tác động của dioxin lên hệ sinh thái và dân cư xung quanh khu vực sân bay. Các nghiên cứu này chủ yếu được tiến hành trong 2 thập kỷ gần đây bởi Văn phòng Ban chỉ đạo 33, tổ chức USAID của Hoa Kỳ và một số nhà khoa học khác [9-10]. Tuy nhiên, khả năng xâm nhập và lan tỏa của dioxin trong đất theo chiều sâu (chiều dọc) phụ thuộc vào cấu trúc của đất, thành phần độ hạt, tính chất hóa lý, hàm lượng vật chất hữu cơ (độ mùn) trong đất [11].

Do vậy, với mục tiêu tìm hiểu mối tương quan giữa sự tồn lưu của dioxin với thành phần khoáng vật trong đất tại sân bay quân sự Biên Hòa, nhóm tác giả mong muốn các kết quả đạt được từ nghiên cứu này sẽ cung cấp một góc nhìn mới về sự tồn lưu của dioxin trong



▲ Hình 1. Vị trí lấy mẫu tại Sân bay Biên Hòa (earth.google.com, 7/2022)

đất khu vực sân bay quân sự Biên Hòa trong mối tương quan với cấu trúc đất. Kết quả sẽ là cơ sở dữ liệu quan trọng phục vụ cho các nghiên cứu chuyên sâu và ứng dụng công nghệ xử lý ô nhiễm dioxin tại các điểm nóng cũng như là tài liệu tham khảo, đối chiếu khi tiến hành nghiên cứu tại các vùng nhiễm dioxin khác.

2. Phương pháp nghiên cứu và lấy mẫu

2.1. Khu vực nghiên cứu và lấy mẫu

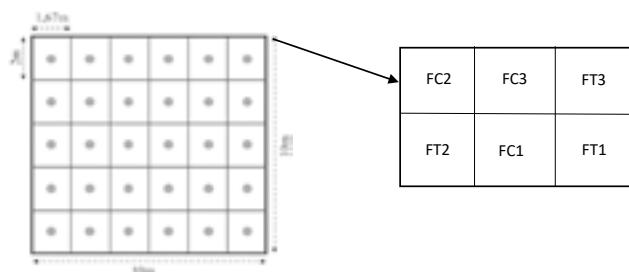
Mẫu đất được lấy tại hai khu vực khác nhau trong phạm vi sân bay Biên Hòa, cụ thể như sau: (1) Khu vực 1 nằm phía Tây Nam, cuối đường băng, thuộc khu vực Pacer Ivy, với tọa độ địa lý $106^{\circ}48'20''E$ và $10^{\circ}58'11''N$. Đây chính là một phần diện tích nhỏ PI-2 thuộc khu vực Pacer Ivy. Khu vực Pacer Ivy nằm phía Tây của sân bay Biên Hòa. Diện tích nghiên cứu tại khu vực Pacer Ivy là 600 m^2 và chia thành 6 lô lấy mẫu với diện tích mỗi lô là 100 m^2 (FT1, FT2, FT3, FC1, FC2 và FC3); (2) Khu vực 2 là khu vực phía Tây Nam (SW-3) của sân bay, với tọa độ địa lý $106^{\circ}48'57''E$ và $10^{\circ}57'40''N$, diện tích nghiên cứu 600 m^2 , chia thành 6 lô lấy mẫu (A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A1.5 và A1.6) với diện tích của mỗi lô là 100 m^2 .

Đối tượng nghiên cứu là đất được lấy tại hai khu vực lấy mẫu góc Tây Nam của đường băng khu vực Pacer Ivy và phía Tây Nam sân bay Biên Hòa.

2.2. Thiết kế lô thu mẫu

Tiến hành lấy 11 mẫu bao gồm 6 mẫu trong khu vực Pacer Ivy và 5 mẫu khu vực Tây Nam của sân bay Biên Hòa. Mẫu được lấy theo phương pháp MIS [2]. Tại mỗi lô, mẫu đất được lấy bằng cách lấy 30 mẫu thành phần (từ 30 lỗ khoan) sau đó hợp lại thành một mẫu gộp (Hình 2), với chiều sâu của mỗi lỗ khoan là 50 cm. Cách tiến hành lấy mẫu tại các lô thu mẫu theo Quy trình thu mẫu được thực hiện theo các hướng dẫn tiêu chuẩn của UNEP và UNEP/POPs/COP.5/INF/27 [12].

Mẫu sau đó được chuyển về phòng thí nghiệm để xử lý và phân tích hàm lượng dioxin, phân bố thành phần hạt và các nhóm khoáng vật sét trong môi trường đất.



▲ Hình 2. Sơ đồ thiết kế lấy mẫu MIS

2.3. Phân tích phòng thí nghiệm

Thành phần hạt:

Thành phần hạt trong mẫu đất được phân tích theo TCVN: 4198-2014. Các mẫu đất được sấy khô ở nhiệt độ 105°C đến khối lượng không đổi. Cân 100 g đất từ các mẫu và sàng qua mắt sàng có kích cỡ 0,5 mm. Đất > 0,5 mm được ngâm trong nước trong 1 giờ cho phương pháp sàng ướt. Phần đất trên sàng (> 0,5 mm) được sấy khô ở nhiệt độ 105°C trong 8-10h đến khối lượng không đổi, sau đó được đem sàng với cỡ mắt sàng 10, 5, 2 mm và 1 mm. Phần đất với cấp hạt <0,5 mm được cân chính xác 30-40 g để sàng ướt và phân tích bằng tỷ trọng kế. Phương pháp sàng khô cũng được thực hiện, với cấp hạt <0,5 mm, cùng với quá trình sàng ướt. Mẫu được phân tích tại phòng phân tích thí nghiệm xây dựng thuộc Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.

Hàm lượng dioxin:

Mẫu đất sau khi lấy được làm khô tự nhiên, nghiền nhỏ và sàng để loại bỏ tạp chất và sỏi đá, vận chuyển về trong phòng thí nghiệm để tiếp tục xử lý. Mẫu đất được cân chính xác và xử lý bằng nHexan theo tỷ lệ 1/2 trong thời gian 24 giờ có khuấy. Sau khi dung dịch tách pha, lấy phần dung dịch đi cô quay, làm giàu mẫu và chuẩn bị cho phân tích 17 đồng phân độc của dioxin và furan theo khuyến cáo của Tổ chức y tế thế giới (WHO, 2005) với thiết bị ICP-MS tại phòng thí nghiệm dioxin thuộc Trung tâm Quan trắc Môi trường miền Bắc, Tổng cục Môi trường.

Quy trình chuẩn bị và phân tích dioxin tuân theo phương pháp tiêu chuẩn của US EPA và UNEP (US EPA, 1994). Phương pháp EPA 1613B được sử dụng để xác định 17 chất đồng phân độc của dioxin thuộc nhóm octa-chlorinated Dibenzo-p-Dioxins và Dibenzofurans (CDDs/CDFs) trong mẫu đất bằng pha loãng đồng vị trên sắc ký khí ghép nối khối phổ phân giải cao (GC/HRMS). Kết quả sau đó được chuyển thành độ độc tương đương (TEQ) trên đơn vị trọng lượng mẫu đất và bùn, sử dụng hệ số đương lượng độc (TEF) của WHO (2005). Toàn bộ hóa chất sử dụng trong phân tích đều có độ tinh khiết cao, chuyên dùng cho sắc ký hoặc dùng cho phân tích từ các hãng uy tín Merck, Prolabo, Supelco. Bộ chất chuẩn PCDDs/PCDFs chuyên dùng

theo phương pháp US EPA Method 1613B do hãng Radian Corporation, Cambridge Isotope Laboratories, Inc., Mỹ sản xuất (gọi tắt là hãng CIL).

Thành phần khoáng vật sét:

Nhiều xạ tia X (XRD) là công nghệ tốt nhất để xác định tên và hàm lượng của các khoáng vật bao gồm cả nhóm khoáng vật sét. Sử dụng phan mềm EVA để xác định các khoáng vật tạo đá và khoáng vật sét trong mẫu. Mẫu phân tích X-ray được phân tích trên máy D8-ADVANCE, với điện áp gia tốc 40 KV, cường độ dòng 40 mA, bức xạ CuK α với bước sóng ($\lambda = 1,5418\text{\AA}$), dùng tấm lọc Ni, tốc độ quét 0,01° 2 θ /0,2s. Mẫu được phân tích tại Trung tâm Phân tích Địa chất, Tổng cục Địa chất.

Để xác định chính xác nhóm khoáng vật sét có trong mẫu đất, phương pháp XRD được áp dụng cho phân tích thành phần hạt mịn của các mẫu đất. Thành phần hạt mịn trong mẫu được tách theo TCVN 8567:2010. Cân 20 g mẫu đất khô và ngâm mẫu với 20 ml dung dịch khuếch tán qua đêm. Sau đó, mẫu được chuyển qua bình và cho thêm nước cất đến 300 ml. Dung dịch mẫu được khuấy với tốc độ nhanh trong 10 phút trước khi được sàng qua rây cỡ mắt 0,0063 mm; phần hạt mịn bám lại trên rây được làm sạch bằng tia nước. Phần thu được dưới sàng là dung dịch huyền phù. Dung dịch huyền phù sau đó được ly tâm để thu thành phần hạt mịn và sấy khô ở nhiệt độ 60°C.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân bố thành phần hạt trong đất tại khu vực nghiên cứu

Thành phần hạt trong các mẫu đất tại khu vực nghiên cứu có thành phần cát chiếm ưu thế, tiếp đến là

Bảng 1. Hàm lượng thành phần hạt trong mẫu đất tại hai khu vực sân bay Biên Hòa

Mẫu	Sạn, sỏi (%)	Cát (%)	Sét, bụi (%)	Vị trí
FT1	7,10	58,03	34,87	Góc Tây Nam đường băng Khu vực Pacer Ivy
FC1	4,32	52,92	42,76	
FT2	4,43	57,57	38,00	
FC2	2,19	56,67	41,15	
FC3	4,97	52,33	42,69	
FT3	4,19	58,55	37,25	
Giá trị trung bình	4,53	56,01	39,45	
A1.1	4,27	76,89	18,85	Khu Tây Nam sân bay Biên Hòa
A1.2	7,42	74,79	17,81	
A1.4	5,64	77,47	16,89	
A1.5	3,51	83,47	13,03	
A1.6	2,62	78,69	18,67	
Giá trị trung bình	4,69	78,26	18,05	



thành phần hạt mịn (bụi và sét) và cuối cùng là thành phần cuội sỏi. Phần trăm trung bình cấp hạt cát khu vực 1 (góc Tây Nam đường băng khu vực Pacer Ivy) và khu vực 2 (phía Tây Nam sân bay) lần lượt là 78,26% và 56,01%, hạt mịn là 39,45% và 18,05%, ít nhất là thành phần cuội sỏi (khoảng hơn 4%) tại cả hai khu vực. Theo hệ thống phân loại đất với tam giác đất USDA, tương ứng với kết quả thành phần cấp hạt tại hai khu vực lấy mẫu đều là đất thịt, sét, cát.

Theo Stranberg và nnk (2011), đất mịn có độ thấm thấp hơn và khả năng thiết lập liên kết với dioxin cao hơn so với các loại đất thô vì chúng có tỷ lệ diện tích bề mặt trên thể tích cao hơn so với đất thô. Thành phần hạt mịn (sét, bụi) trong đất tại khu vực Pacer Ivy chiếm tỷ lệ cao hơn hai lần so với thành phần hạt mịn trong đất tại khu vực Tây Nam (Bảng 1). Vì vậy, đất phân bố tại khu vực Pacer Ivy có khả năng thiết lập liên kết với dioxin cao hơn, hay nói cách khác dioxin hấp phụ nhiều hơn trong đất tại khu Pacer Ivy, so với đất tại khu vực Tây Nam sân bay.

3.2. Hàm lượng của dioxin trong đất tại các khu vực nghiên cứu

Hàm lượng dioxin trong mẫu đất khu vực góc Tây Nam đường băng, cụ thể là tại khu Pacer Ivy cao hơn rất nhiều so với hàm lượng dioxin trong các mẫu đất tại khu vực Tây Nam của sân bay Biên Hòa. Hàm lượng TEQ trung bình trong mẫu đất khu vực Pacer Ivy là 2080 (ng TEQ/kg đất khô), cao gấp hơn hai lần so với

giới hạn trong đất 1000 ng TEQ/kg mẫu đất khô (giới hạn định lượng của dioxin trong đất cần khoan vùng và xử lý theo TCVN 8183:2009) và cao gấp nhiều lần (khoảng 930 lần) so với hàm lượng TEQ trung bình khu vực Tây Nam (2,24 ng TEQ/kg đất khô) (Bảng 2).

Hàm lượng dioxin trong đất khu vực nghiên cứu phía Tây Nam sân bay rất thấp và dao động không đáng kể (Bảng 2), trong khoảng 1,37–2,85 ng TEQ/kg đất khô, với giá trị trung bình là 2,24 ng TEQ/kg đất khô. Giá trị này thấp hơn nhiều lần so với quy định giới hạn hàm lượng dioxin trong một số loại đất, kể cả so với đất trồng cây hàng năm (giới hạn hàm lượng dioxin 40 ng TEQ/kg đất khô) là giá trị quy định thấp nhất trong các loại đất (QCVN 45:2012/BTNMT).

Hàm lượng dioxin tại các lô lấy mẫu khu vực Pacer Ivy có sự phân bố không đều với 4 trên 6 lô có hàm lượng dioxin vượt quá 1000 ng TEQ/kg đất khô (Bảng 2). Sự phân bố không đều này nguyên nhân chủ yếu là do dioxin bị rò rỉ, chảy tràn trong quá trình cất giữ dioxin, rửa máy bay ở cuối đường băng sau mỗi lần phun rải chất diệt cỏ của quân đội Mỹ và trong quá trình dọn dịch vào cuối chiến dịch Hand Ranch để chuyên chở về Mỹ [3]. Hơn nữa, hàm lượng của đồng phân 2,3,7,8-TCDD chiếm khoảng 97% đến 99% trong tổng hàm lượng TEQ của mẫu đất tại khu vực Pacer Ivy. Trong khi đó, tỷ lệ của đồng phân 2,3,7,8-TCDD trong các mẫu đất thuộc khu vực Tây Nam sân bay thấp hơn nhiều, dao động trong khoảng 55–71% (Bảng 2).

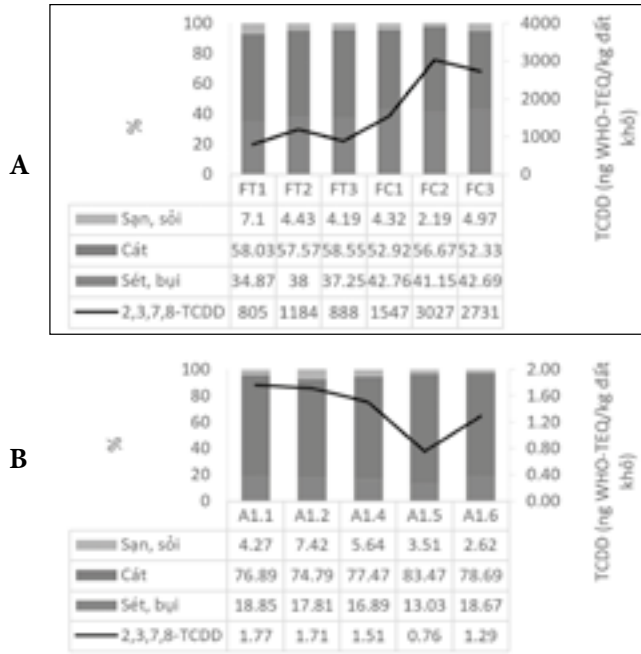
Đồng phân 2,3,7,8-TCDD được biết đến là đồng phân có độ độc cao nhất của các chất thuộc nhóm dioxin [13], trong mẫu đất khu vực Pacer Ivy đồng phân này chiếm đến 97-99% (Hình 3A, Bảng 2) trong tổng hàm lượng độc của dioxin. Các nghiên cứu trước đây tại sân bay A Lưới, đồng phân này chiếm khoảng 41-69% [14] và ở Biên Hòa cao hơn, khoảng 66–99% [1], chứng tỏ dioxin tồn tại trong sân bay Biên Hòa có nguồn gốc từ chất da cam trong chiến tranh. Vì vậy, dioxin khu vực thí nghiệm có nguồn gốc từ chất da cam và phù hợp với kết quả nghiên cứu trước đây.

3.3. Mối quan hệ giữa thành phần khoáng vật và sự tồn lưu dioxin trong môi trường đất tại sân bay Biên Hòa, Đồng Nai

Tổng hàm lượng độc của dioxin trong các mẫu đất có mối tương quan thuận đối với thành phần hạt mịn (Hình 4). Tại các khu vực nghiên cứu thuộc khu vực Pacer Ivy hàm lượng độc trung bình của dioxin trong đất khoảng 2080 ng TEQ/kg đất khô, tương ứng với sự phân bố thành phần hạt mịn khoảng 39,45%. Đối với khu vực Tây Nam sân bay, hàm lượng dioxin trung bình trong mẫu đất rất thấp, khoảng 2,24 ng TEQ/kg đất khô, tương ứng với thành phần sét, bụi thấp hơn một nửa so với khu Pacer Ivy, chỉ khoảng 18,05% (Hình 3). Sự tương quan này còn thể hiện rất rõ giữa kết quả

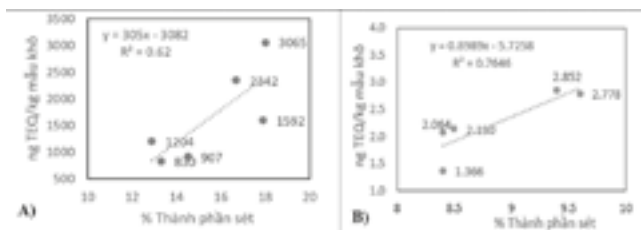
Bảng 2. Hàm lượng dioxin (ng TEQ/kg trọng lượng khô) trong đất thu tại 2 khu vực, sân bay Biên Hòa

Mẫu	2378-TCDD	TEQ _{who}	%TCDD	Vị trí
FT1	805	830	97	Góc Tây Nam đường băng Khu vực Pacer Ivy
FC1	1.547	1.592	97	
FT2	1.184	1.204	98	
FC2	3.027	3.065	98	
FC3	2.731	2.759	99	
FT3	888	907	98	
Giá trị trung bình	2.048	2.080	98	
A 1.1	1,765	2,778	64	Khu vực Tây Nam sân bay Biên Hòa
A 1.2	1,712	2,852	60	
A 1.4	1,507	2,13	71	
A 1.5	0,758	1,366	55	
A 1.6	1,29	2,064	62	
Giá trị trung bình	1,40	2,24	62	



▲ Hình 3. Biểu đồ giá trị trung bình thành phần hạt và hàm lượng độc 2,3,7,8-TCDD (ng WHO-TEQ/kg đất khô) trong khu vực Pacer Ivy (A) và khu vực Tây Nam sân bay Biên Hòa (B).

phân tích thành phần hạt và tổng hàm lượng độc của dioxin tại khu vực nghiên cứu thứ nhất (Pacer Ivy), khu vực có đất bị ô nhiễm dioxin rất cao. Các lô lấy mẫu FC1, FC2 và FC3 với hàm lượng dioxin cao, dao động từ 1.592 ng TEQ/kg đất khô đến 3.065 ng TEQ/kg đất khô, tương ứng với thành phần hạt mịn từ 41,15% đến 42,76%. Ngược lại, các lô lấy mẫu FT1, FT2 và FT3 có tổng hàm lượng độc của dioxin trong đất ở mức độ trung bình, dao động từ 830 ng TEQ/kg đất khô đến 1.204 ng TEQ/kg đất khô, tương ứng với thành phần sét bụi thấp hơn, từ 34,87% đến 38% (Bảng 1 & 2).



Hình 4. Tương quan giữa tổng hàm lượng độc của dioxin (ng WHO-TEQ/kg đất khô) và thành phần sét trong đất tại khu vực Pacer Ivy (A) và khu vực Tây Nam sân bay Biên Hòa (B).

Bảng 3. Kết quả phân tích hàm lượng (%) khoáng vật trong thành phần hạt mịn của 3 mẫu đất ở lô thí nghiệm FT1, FC2, FC3 khu vực Pacer Ivy

Tên	Kaolinit	Smectit	Vermiculit	Thạch anh	Illit+ mus	Titanit	Plagioclas	Gibbsit	Khác
FT1	46	13	5	30	2	1	-	-	3
FC2	45	13	-	30	7	-	-	2	3
FC3	55	2	-	30	5	-	5	1	2
TB	48,7	9,3	-	30	1,7	-	-	-	2,7

TB: Trung bình; mus: Muscovite

Mối tương quan giữa dioxin và thành phần hạt mịn trong môi trường đất tại hai khu vực nghiên cứu được thể hiện rõ thông qua thành phần sét và bụi trong đất. Sét phân bố trong đất tại hai khu vực nghiên cứu có xu hướng tương quan thuận với hàm lượng dioxin trong đất (Hình 4). Kết quả phân tích thành phần sét và tổng hàm lượng độc của dioxin tại 6 lô thuộc khu vực Pacer Ivy và 5 lô tại khu vực phía Tây Nam sân bay có hàm lượng dioxin tăng theo thành phần hạt sét, với hệ số tương quan lần lượt là 0,62 và 0,77 (Hình 4A&B).

Nghiên cứu trước đây đã chỉ ra, sự tích tụ của dioxin được tìm thấy trong trầm tích địa chất thời tiền sử của đất sét có chứa hỗn hợp khoáng sét bao gồm kaolinit và smectit, cho thấy sự liên kết tự nhiên của đất sét và dioxin [15-16]. Nghiên cứu của Martin Schmitz lại cho rằng không có mối tương quan giữa nồng độ PCDD/F và thành phần khối lượng lớn của đất sét nhưng tải lượng dioxin của sét kaolinit và đất sét thứ sinh cao hơn khoảng 10 đến vài nghìn lần so với cao lanh nguyên sinh hoặc các môi trường gần đây trong tầm tích [17]. Ngoài ra, nghiên cứu của Frissel (1961) đã chỉ ra rằng chất diệt cỏ được hấp phụ dưới dạng ion hoặc dưới dạng phân tử không phân ly. Các loại thuốc diệt cỏ như 2,4,5-T, 2,4-D, DNC, DNBP, axit picric và axit picrolonic đều là các axit có pKa nằm trong khoảng từ 0 đến 5. Do đó, các hợp chất này có thể xuất hiện dưới dạng anion. Các anion sẽ được hấp phụ trên mặt phẳng của khoáng vật sét, trong khi hấp phụ dương có thể xảy ra ở trên cạnh của các hạt [18].

Sự tồn lưu dioxin trong môi trường đất được đánh giá dựa trên kết quả phân tích thành phần khoáng vật sét trong thành phần hạt mịn bằng phương pháp XRD của một số mẫu đất khu vực Pacer Ivy. Thành phần hạt mịn trong đất bao gồm các nhóm khoáng vật sét và thạch anh. Trong đó, nhóm khoáng vật sét là kaolinit, smectit và một lượng nhỏ illit. Tuy nhiên, khoáng vật kaolinit chiếm ưu thế với hàm lượng trung bình khoảng 48,7%, tiếp đến smectit 9,3 % và illit chỉ khoảng 1,7% (Bảng 3).

Các hạt kaolinit có thể trao đổi với các ion hữu cơ tích điện và các phân tử hữu cơ trung gian tương tự như các hạt sét. Ngoài ra, kaolinit có đặc tính lưỡng cực mà chúng có thể thu hút vào các vị trí tích điện trên bề mặt tinh thể. Sự hấp phụ tích cực của các ion hữu cơ trên khoáng vật sét illit, smectit diễn ra trên các cạnh tích điện dương của các tiểu cầu đất sét [18].



Tóm lại, kết hợp kết quả phân tích thành phần khoáng vật trong mẫu đất của nghiên cứu này với các nghiên cứu trước đây, có thể kết luận rằng thành phần hạt mịn trong đất tại sân bay Biên Hòa là môi trường lưu giữ dioxin trong đất, cụ thể là dioxin tồn tại trên các bề mặt của các hạt kaolinit và trên cạnh điện tích dương của tiểu cầu sét illit và smectit.

4. Kết luận

Từ kết quả phân tích các mẫu đất thu tại khu vực Pacer Ivy và phía Tây Nam của sân bay Biên Hòa cho phép đưa ra một số kết luận như sau:

Dioxin phân bố không đều trong đất tại khu Pacer Ivy (góc Tây Nam đường băng) với hàm lượng dioxin dao động trong khoảng 830–3065 ng TEQ/kg mẫu đất khô. Ngược lại, hàm lượng dioxin trong đất khu vực Tây Nam sân bay rất thấp, chỉ từ 1,37–2,85 ng TEQ/kg mẫu đất khô.

Thành phần hạt mịn trong đất của sân bay Biên Hòa gồm có các nhóm khoáng vật chính là kaolinit (48,7%), thạch anh (21%), smectit (9,3%) và illit (1,7%). Trong đó, khoáng vật kaolinit chiếm tỷ lệ lớn nhất và đóng vai trò quan trọng trong quá trình hấp phụ dioxin và quyết định lượng dioxin tồn lưu trong đất.

Thành phần hạt mịn trong đất là môi trường lưu trữ dioxin; dioxin được hấp phụ trên bề mặt của các khoáng vật kaolinit và hấp phụ trên cạnh của các tiểu cầu sét smectit và illit.

Có mối liên hệ rõ ràng giữa thành phần khoáng vật sét và dioxin tồn lưu trong môi trường đất tại sân bay Biên Hòa.

Tuy nhiên, cần có nghiên cứu sâu hơn mối quan hệ giữa dioxin và thành phần hạt mịn và một số thông số hóa lý như vật chất hữu cơ, pH theo từng độ sâu khác nhau ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Văn phòng Ban chỉ đạo 33, Báo cáo tổng thể về tình hình ô nhiễm dioxin tại ba điểm nóng: Sân bay Biên Hòa, Đà Nẵng và Phù Cát (2013).
- USAID Việt Nam (2016). Báo cáo đánh giá môi trường ô nhiễm dioxin tại sân bay Biên Hòa.
- Institute of Medicine of the National Academies. *Blue water Navy Vietnam Veterans and agent orange exposure*. ISBN 978-0-309-16247-0.
- Arnold Schechter, *Third edition* (2012). *Dioxin and Health including other persistent organic pollutants and endocrine disruptors*.
- Shu, H., Paustenbach, D., Murray, F. J., Marple, L., Brunck, B., Rossi, D. D., & Teitelbaum, P. (1988). Bioavailability of soil-bound tcdd: Oral bioavailability in the rat. *Toxicological Sciences*, 10(4), 648–654. <https://doi.org/10.1093/toxsci/10.4.648>.
- International Agency for Research on Cancer, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, in *Polychlorinated Dibenzo-para-Dioxins and Polychlorinated*.
- Stellman, J., et al., *The extent and patterns of usage of Agent Orange and other herbicides in Vietnam*. *Nature*, 2003.422: p.681-687.
- Trần Thị Tuyết Hạnh (2013). Đánh giá nguy cơ sức khỏe môi trường do phơi nhiễm với dioxin trong thực phẩm tại điểm nóng dioxin ở Đà Nẵng. *Tạp chí Y học dự phòng*, Tập XXIII, số 4 (140).
- Mai, T. A., Doan, T. V., Tarradellas, J., de Alencastro, L. F., & Grandjean, D. (2007). Dioxin contamination in soils of Southern Vietnam. *Chemosphere*, 67(9), 1802–1807. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.05.086>.
- Le, K. S. (2013). Báo cáo tổng thể về tình hình ô nhiễm Dioxin tại ba điểm nóng: Sân bay Biên Hòa, Đà Nẵng và Phù Cát.
- Phạm Văn Thanh và nnk. *Điều tra, đánh giá sự tồn lưu của dioxin trong môi trường đất khác nhau vùng Pù Gia Mập, tỉnh Bình Phước*, 2009.
- UNEP/POPS/COP.5/INF/27, *Draft Revised Guidance on the Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants*, 2011.
- Young, R. A. (2014). Dioxins. *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition*, 2, 190–194. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00374-2>.
- Văn phòng Ban chỉ đạo 33, Hatfield Consultants. (2000). *Development of Impact Mitigation Strategies Related To the Use of Agent Orange Herbicide in the Aluoi Valley, Viet Nam*.
- Prange, J.A., C. Gaus, O. Papke, and J.F. Müller. 2002. *Investigations into the PCDD contamination of topsoil, river sediments and kaolinite clay in Queensland, Australia*. *Chemosphere* 46:1335-1342. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(01\)00266-1](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(01)00266-1).
- Liu, C., Li, H., Johnston, C. T., Boyd, S. A., & Teppen, B. J. (2012). Relating Clay Structural Factors to Dioxin Adsorption by Smectites: Molecular Dynamics Simulations. *Soil Science Society of America Journal*, 76(1), 110–120. <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0450>.
- Schmitz, M., Scheeder, G., Bernau, S., Dohrmann, R., & Germann, K. (2011). Dioxins in primary kaolin and secondary kaolinitic clays. *Environmental Science and Technology*, 45(2), 461–467. <https://doi.org/10.1021/es103000v>.
- M.J. Frissel (1961). *The adsorption of some organic compounds, especially herbicides on clay minerals*.