

Khảo sát và đánh giá vai trò của vi sinh vật trong môi trường nhiễm chất da cam/dioxin tại sân bay Đà Nẵng

Đinh Thúy Hằng¹, Nguyễn Thu Hoài², Đỗ Ngọc Lanh², Nguyễn Minh Giảng¹, Nguyễn Thị Anh Đào¹, Lê Thị Hoàng Yến¹, Dương Văn Hợp¹

1 - Viện Vi sinh vật và Công nghệ sinh học - Đại học Quốc gia Hà nội

2 – Trung tâm Nhiệt đới Việt – Nga, Bộ Quốc phòng

Tóm tắt

Vi sinh vật tại khu vực nhiễm chất da cam/dioxin trong sân bay Đà Nẵng (bao gồm khu vực lưu giữ chất độc trước đây và hồ gom nước mưa từ khu nhiễm của sân bay) được khảo sát để đánh giá ảnh hưởng của chất độc tại đây. Kết quả cho thấy số lượng vi sinh vật thuộc các nhóm sinh trưởng khác nhau đều giảm một cách đáng kể, đặc biệt trong khu vực lưu giữ chất độc. Ảnh hưởng của chất độc được thể hiện rõ qua việc so sánh các mẫu có độ nhiễm độc khác nhau, trong đó số lượng tế bào của mỗi nhóm vi sinh vật tỷ lệ nghịch với mức độ nhiễm độc của môi trường. Vi khuẩn hiếu khí, vi nấm và vi khuẩn kỵ khí khử nitrate là các nhóm có số lượng tế bào cao nhất, đồng thời thể hiện tính thích nghi cao với môi trường ô nhiễm, đặc biệt nhóm vi khuẩn hiếu khí có tỷ lệ tế bào sử dụng cơ chất carbazol rất cao (tới 50%). Các nhóm vi sinh vật này do vậy có thể đóng vai trò quan trọng trong quá trình phân huỷ sinh học tại môi trường ô nhiễm, đồng thời là nguồn vi sinh vật quý giá có giá trị ứng dụng cao trong việc làm sạch các nguồn ô nhiễm PAH khác.

Từ khoá: chất da cam/dioxin; carbazol; PAH; vi sinh vật hiếu khí, kỵ khí.

Đặt vấn đề

Trong chiến tranh Đông dương, một lượng lớn chất diệt cỏ chứa các hợp chất dioxin được rải xuống các cánh rừng miền Trung và Nam Việt Nam, gây thiệt hại nặng nề đối với môi trường và sinh thái tại các khu vực này (Stellman *et al.*, 2003). Gần nửa thế kỷ trôi qua, một phần các chất độc sử dụng trong chiến tranh đã bị phân huỷ, nhưng hậu quả còn để lại cho đến nay vẫn vô cùng lớn, chưa thể đánh giá được một cách đầy đủ (Lê Hải Triều *et al.*, 2005; Nguyễn Xuân Nét *et al.* 2002).

Phân huỷ sinh học là biện pháp xử lý ô nhiễm được biết đến với hiệu quả cao và tính thân thiện đối với môi trường, đặc biệt đối với ô nhiễm các hợp chất hữu cơ bền vững về hoá học như dioxin. Mức độ thành công của toàn bộ quá trình phân huỷ sinh học phụ thuộc phần lớn vào các vi sinh vật bản địa, được thích nghi và làm giàu trong thời gian tiếp xúc với chất gây ô nhiễm. Địa bàn sân bay Đà Nẵng với độ nhiễm độc dioxin cao gấp vài trăm đến hàng nghìn lần mức cho phép đã trở thành nơi lưu trữ đa dạng nguồn vi sinh vật với khả năng phân huỷ cao (Nguyễn Xuân Nét *et al.*, 2002, Đỗ Ngọc Lanh, Nguyễn Thu Hoài, 2002). Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành khảo sát vi sinh vật hiện có trong đất và bùn ao nhiễm dioxin ở các mức độ khác nhau tại sân bay Đà Nẵng nhằm đánh giá

ảnh hưởng của dioxin tới vi sinh vật bản địa cũng như khả năng ứng dụng của chúng trong xử lý ô nhiễm môi trường nhiễm các hợp chất thơm đa nhân (PAH).

Nguyên vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu mẫu

Mẫu đất tại khu vực chứa chất da cam/dioxin trước đây và mẫu bùn tại hồ gom nước mưa từ khu nhiễm trong sân bay quân sự Đà Nẵng được thu thập để nghiên cứu vi sinh vật. Tại mỗi khu vực, ba điểm nhiễm dioxin theo mức độ khác nhau (nhiễm nặng, nhiễm trung bình và ít nhiễm) được lựa chọn làm đại diện để tiến hành thu mẫu. Mẫu đất cũng như mẫu bùn được thu thập theo chiều sâu, phân tầng vào các dụng cụ chứa, bảo quản trong nước đá cho đến khi tiến hành phân tích sinh địa hóa và vi sinh vật trong phòng thí nghiệm.

Phương pháp xác định các yếu tố sinh địa hoá và môi trường

Mẫu được phân tích phân tầng theo chiều sâu về các chỉ tiêu có vai trò quan trọng đối với hệ vi sinh vật như độ pH, nồng độ NO_3^- , nồng độ Fe, nồng độ SO_4^{2-} , nồng độ cacbon, nitơ và phospho tổng số theo các phương pháp phân tích thổ nhưỡng (Lê Văn Khoa, 2000). Hàm lượng chất da cam/dioxin được xác định bằng phương pháp sắc ký khối phổ tại Trung tâm Nhiệt đới Việt-Nga.

Phương pháp xác định số lượng vi sinh vật

Số lượng vi sinh vật nhân sơ (vi khuẩn và xạ khuẩn) cũng như vi sinh vật nhân chuẩn (nấm men và vi nấm) được nghiên cứu trong các tầng mẫu ở độ sâu từ 0 đến 40 cm. Số lượng tổng số tế bào mỗi loại trong các mẫu được xác định bằng pha loãng và cấy gạt trên môi trường thạch dinh dưỡng thích hợp (Nguyễn Lâm Dũng *et al.*, 1976). Bên cạnh đó số lượng tế bào có khả năng sinh trưởng với carbazol (là hợp chất sử dụng làm chất thay thế trong thí nghiệm phân huỷ sinh học) được xác định trên môi trường khoáng thạch chứa carbazol (100 ppm) làm nguồn cacbon và năng lượng duy nhất.

Số lượng vi khuẩn sinh trưởng kỵ khí thuộc các nhóm khử nitrat, khử sulfat, khử Fe^{3+} tại các tầng mẫu ở độ sâu 40 – 60 cm được xác định bằng phương pháp MPN trên môi trường kỵ khí dịch thể (Widdel, Bak, 1992) chứa chất nhận điện tử tương ứng (NO_3^- , SO_4^{2-} hoặc Fe^{3+}) có bổ sung hỗn hợp Na-lactat, Na-acetat và Na-malat (10 mM mỗi loại) làm chất cho điện tử.

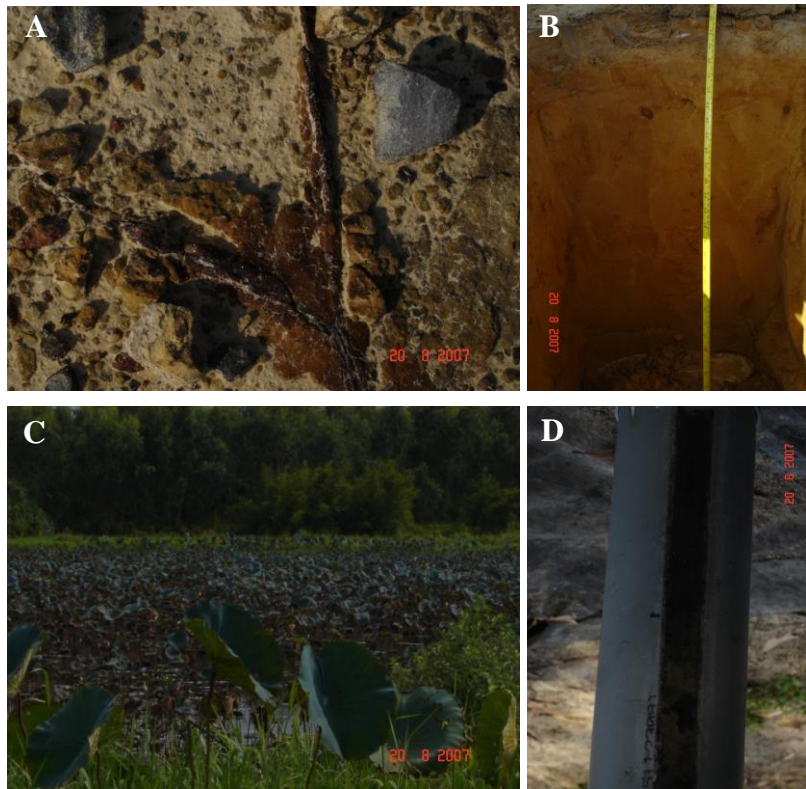
Kết quả và thảo luận

Đặc điểm chung của các mẫu thu thập

Sân bay Đà Nẵng là một trong những “điểm nóng” về ô nhiễm dioxin ở Việt Nam do tàn dư của chiến tranh (Mai *et al.*, 2004; Đỗ Ngọc Lanh, Nguyễn Thu Hoài, 2002). Để nghiên cứu vi sinh vật tại điều kiện môi trường sông đặc biệt này chúng tôi chọn hai vị trí

đại diện, một là khu vực tập kết và lưu trữ chất da cam/dioxin và hai là hồ sen gom nước mưa từ khu nhiễm.

Khu vực tập kết chất da cam/dioxin trước đây có diện tích khoảng 10 000 m² với lượng dioxin còn tồn dư rất cao và phân bố không đồng đều (Đỗ Ngọc Lan, Nguyễn Thu Hoài, 2002). Bề mặt đất hoá rắn do tác động của dung môi được dùng để hoà tan chất độc (hình 1A). Dưới 20 cm bề mặt là lớp đất cát vàng có độ thấm thấu cao, tạo điều kiện cho chất độc xâm nhập xuống các tầng đất sâu. Lượng dioxin tìm thấy đáng kể chủ yếu nằm trong khoảng 1 m tính từ bề mặt (theo kết quả phân tích độ tồn lưu chất da cam/dioxin của khu vực nhiễm độc sân bay Đà Nẵng, TTNDViệt Nga). Ba vị trí trong khu vực này được lựa chọn để thu mẫu có ký hiệu là D43 (mức nhiễm độc thấp), D74 (mức nhiễm độc trung bình) và D78 (mức nhiễm độc cao). Tại mỗi vị trí thu mẫu chúng tôi tiến hành đào hố tạo mặt cắt tới độ sâu 1 m (hình 1B) và thu mẫu theo mỗi phân tầng 20 cm lần lượt từ dưới lên để tránh ảnh hưởng của mẫu từ các phân tầng khác nhau.



Hình 1. Thu mẫu đất và bùn nhiễm dioxin tại sân bay Đà Nẵng. A - Đất bề mặt tại khu vực lưu giữ chất da cam/dioxin trước đây; B - Mặt cắt đứng theo độ sâu để thu mẫu đất; C - Hồ sen gom nước trong sân bay; D - Thu mẫu bùn bằng dụng cụ hình ống đảm bảo giữ nguyên vị trí phân tầng của mẫu.

Hồ sen là nơi có vị trí thấp nhất trong toàn bộ sân bay, có chức năng thu gom nước mưa (hình 3C). Mặc dù có nồng độ dioxin tương đối cao trong bùn nhưng khác với khu vực tập kết thùng chứa ở trên, hồ có mức đa dạng sinh học tương đối phong phú, bao gồm thực vật (sen, bèo lục bình và một số loại thực vật nước khác) và động vật (tôm, cá, các loài hai mảnh vỏ) (Đỗ Ngọc Lanh, Nguyễn Thu Hoài, 2002). Ba vị trí khác nhau trong hồ được lựa chọn để thu mẫu là B31 (mức nhiễm độ thấp), B55 (mức nhiễm độ trung bình) và B52 (mức nhiễm độ cao). Mẫu bùn ở các vị trí này được thu bằng dụng cụ khoan hình ống cho phép lấy mẫu theo hình thức cột, đảm bảo không xáo trộn các tầng mẫu với nhau (hình 3D). Bằng cách này, mẫu được thu tới độ sâu 60 cm (tính từ bề mặt lớp bùn đáy), sau đó phân lớp vào các bình chứa nút xoáy và bổ sung nước tại hồ cho tới đầy thể tích nhằm ngăn cản sự ảnh hưởng của ôxy trong quá trình vận chuyển và bảo quản mẫu.

Hàm lượng dioxin ở mỗi vị trí được xác định chung cho toàn bộ khối mẫu, không qua xử lý phân tầng. Theo kết quả trình bày ở bảng 1, lượng dioxin ở các mẫu đất cao hơn hẳn ở các mẫu bùn, đặc biệt mẫu D78 có hàm lượng dioxin rất cao. Chỉ số TCDD/TEQ ở các mẫu này đều trên 90%, chứng tỏ chất dioxin ở đây có nguồn gốc từ chất da cam sử dụng trong chiến tranh.

Bảng 1. Đặc điểm sinh địa hoá của các mẫu đất và bùn đã thu thập

Tên mẫu	Hàm lượng dioxin (ppt)	Độ sâu (cm)	pH	Thành phần địa hoá (% trọng lượng mẫu tươi)					
				C tổng số	N tổng số	P tổng số	Fe tổng số	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
D43	170	0-20	4,84	1,001	0,033	0,064	0,809	0,776	0,147
		40-60	4,93	0,232	0,007	0,103	0,605	0,841	0,154
		80-90	4,79	0,242	0,005	0,161	0,706	0,962	0,146
D74	64600	0-20	3,82	1,313	0,014	0,222	1,212	0,975	0,133
		40-60	4,12	0,917	0,006	0,232	1,512	0,857	0,161
		80-90	4,54	0,251	0,003	0,257	1,000	0,819	0,156
D78	106000	0-20	4,05	0,343	0,010	0,228	1,313	1,761	0,169
		40-60	4,07	0,303	0,007	0,190	1,112	1,465	0,150
		80-90	4,07	0,111	0,007	0,114	1,614	0,701	0,157
B31	198	0-20	5,92	3,069	0,114	0,311	1,100	0,842	0,260
		40-50	6,26	3,141	0,060	0,128	0,507	1,050	0,166
B55	3520	0-20	6,12	3,016	0,082	0,453	1,610	1,117	0,264
		40-50	6,26	5,166	0,368	0,260	2,792	2,440	0,205
B52	5950	0-20	6,12	2,916	0,073	0,285	1,691	0,634	0,249
		20-40	6,37	2,292	0,161	0,318	0,406	1,220	0,165

Đặc điểm sinh địa hoá của các mẫu đất và bùn đã thu thập được phân tích (bảng 1) nhằm đánh giá một cách gián tiếp mức độ hoạt động của hệ vi sinh vật tại các điểm lấy mẫu. Kết quả phân tích thu được cho thấy các mẫu thu thập đều có độ pH dưới 7, đặc biệt các mẫu đất có pH rất thấp (từ 3,8 đến 4,8). Độ pH thấp trong các mẫu phân tích có thể do sự có mặt của các axit hữu cơ (axit pyruvic và axit succinic) được tạo ra trong quá trình phân giải các hợp chất thơm đa nhân (bao gồm cả dioxin) thông qua dioxygenase của vi sinh vật (Bamforth, Singleton, 2005).

So với các mẫu đất, các mẫu bùn có độ pH gần trung tính hơn (6 – 6,3), tuy nhiên điều này không cho phép kết luận quá trình phân huỷ sinh học các hợp chất thơm đa nhân (gồm cả dioxin) ở mẫu đất diễn ra tích cực hơn, mà chỉ có thể do khả năng trung hoà ở môi trường nước cao hơn. Tại mỗi vị trí lấy mẫu, giá trị pH hầu như không thay đổi theo độ sâu, chứng tỏ hệ vi sinh vật ở đây hoạt động tương đối đồng đều ở các tầng mẫu khác nhau, không bị ảnh hưởng đáng kể bởi sự phân bố không đồng đều của ôxy hoà tan cần thiết cho quá trình ôxy hoá chất độc.

Hàm lượng cacbon tổng số nhìn chung thấp, đặc biệt trong các mẫu đất, chứng tỏ sinh khối tạo ra trong quá trình trao đổi chất không đáng kể. Trong ba mẫu đất, hàm lượng cacbon tổng số tỷ lệ nghịch với mức độ nhiễm độc của mẫu, thể hiện sự ảnh hưởng của chất độc ô nhiễm lên hoạt động sinh học của hệ vi sinh tại đây. Các mẫu bùn có hàm lượng cacbon tổng số cao hơn hẳn (3 – 5% trọng lượng), phản ánh thực tế sự phong phú về số lượng và chủng loại sinh vật phát triển trong môi trường này. So với cacbon tổng số, hàm lượng nitơ và phospho không nằm trong lý lẽ tối ưu cho quá trình phân giải vật chất bằng con đường sinh học (100 C : 10 N : 1 P, theo Atlas, 1981). Các mẫu đều có nồng độ phosphat khá cao, tuy nhiên hàm lượng nitơ tổng số lại thấp, dưới mức 10% của cacbon tổng số. Như vậy hệ vi sinh vật trong các mẫu nghiên cứu (cả mẫu đất và mẫu bùn) đều phát triển trong điều kiện thiếu nguồn nitơ, dẫn đến quá trình phân huỷ không thể diễn ra ở mức độ tối ưu.

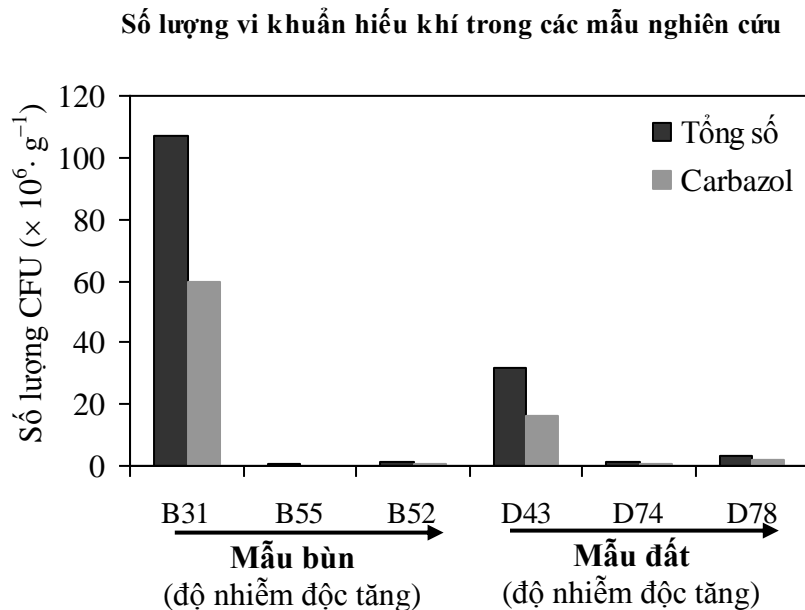
Hàm lượng NO_3^- , SO_4^{2-} và Fe tổng số được xác định nhằm đánh giá tiềm năng tham gia của các yếu tố này vào quá trình phân huỷ chất độc với tư cách là chất cho điện tử (Fe^{2+}) hay nhận điện tử cuối cùng sau oxy (NO_3^- , SO_4^{2-} , Fe^{3+}). Kết quả cho thấy với hàm lượng rất thấp (0,1 – 0,2%) sulfat không thể là chất nhận điện tử đáng kể trong các mẫu nghiên cứu. Ngược lại, nitrat và sắt tổng số có mặt ở mức độ khá cao (khoảng 1%), do vậy các nhóm vi sinh vật khử nitrat và các nhóm tham gia chu trình chuyển hoá Fe (oxy hoá Fe^{2+} hay khử Fe^{3+}) có thể đóng vai trò nhất định trong quá trình trao đổi chất ở đây, đặc biệt ở các tầng mẫu sâu thiếu oxy.

Phân tích vi sinh vật

Vi sinh vật hiếu khí

Vi sinh vật nhân sơ đóng vai trò quan trọng trong việc oxy hoá các hợp chất thơm đa nhân (bao gồm dioxin) thông qua enzyme dioxygenase (Wittich, 1998a). Hoạt tính phân

huỷ và sự có mặt của gen mã hoá cho enzyme này đã được tìm thấy ở nhiều loài vi khuẩn thực (*Eubacteria*) và xạ khuẩn (*Actinomycetes*) (Nojiri, Omori, 2002; Wittich, 1998a). Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành xác định số lượng tế bào vi khuẩn và xạ khuẩn trong các mẫu ô nhiễm thông qua số lượng đơn vị tạo khuẩn lạc (CFU) trên môi trường thạch dinh dưỡng thích hợp với mỗi nhóm. Bên cạnh đó, số lượng CFU còn được xác định đồng thời trên môi trường khoáng thạch chứa hợp chất PAH carbazol làm nguồn carbon và năng lượng duy nhất (hình 2).



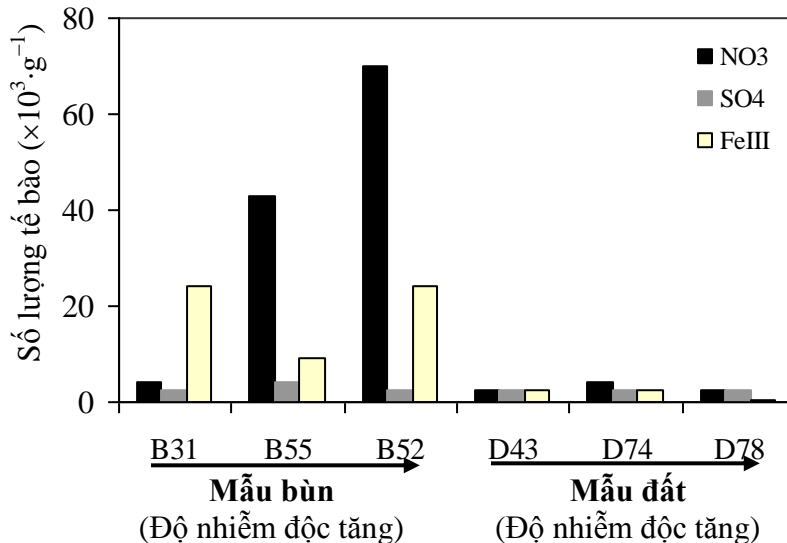
Hình 2. Xác định số lượng vi khuẩn hiếu khí trong các mẫu đất và bùn nhiễm dioxin trên môi trường giàu dinh dưỡng (tổng số) và môi trường khoáng chứa carbazol làm nguồn carbon và năng lượng duy nhất (carbazol).

Kết quả thu được cho thấy số lượng vi khuẩn trong các mẫu đất và bùn ít nhiễm nằm trong khoảng $10^6 - 10^8$ tế bào/g, trong đó khoảng 50% có khả năng sinh trưởng trên môi trường chứa carbazol. Các mẫu đất và bùn nhiễm nặng và trung bình có số lượng tế bào thấp hơn hẳn, phản ánh tác động ức chế của chất độc lên các loài vi sinh vật. Xạ khuẩn trong các mẫu được xác định ở mật độ rất thấp, $10^2 - 10^3$ tế bào/g, trong đó chủ yếu là các loài *Streptomyces* (dựa trên phân loại bằng hình thái). Tuy nhiên cần lưu ý rằng số lượng xạ khuẩn trong thực tế còn có thể thấp hơn vì đây là các loài sinh trưởng qua giai đoạn tạo bào tử nên việc xác định số lượng tế bào thông qua đếm CFU sẽ không cho kết quả chính xác. Rõ ràng rằng vi khuẩn thực là nhóm vi sinh vật nhân sơ có vai trò quan trọng hơn cả trong chu trình chuyên hoá chất hữu cơ (bao gồm cả chất da cam/dioxin) tại địa điểm nghiên cứu.

Tương tự như đối với vi khuẩn, số lượng vi sinh vật nhân chuẩn (bao gồm nấm men và vi nấm) trong các mẫu thu thập được xác định đồng thời trên môi trường giàu dinh dưỡng và môi trường khoáng chứa carbazol như nguồn cacbon và năng lượng duy nhất. Trong khi nấm men không có vai trò quan trọng trong phân huỷ PAH thì vi nấm là nhóm vi sinh vật nhân chuẩn được biết đến với nhiều đại diện có khả năng phân huỷ các hợp chất PAH thông qua hai cơ chế khác nhau, sử dụng monooxygenase hoặc lignin-peroxydase (Aust, Stahl, 1998; Wittich, 1998b). Trong nghiên cứu này không có tế bào nấm men nào được phát hiện trên môi trường thạch dinh dưỡng, chứng tỏ nhóm vi sinh vật này có tính cảm ứng cao đối với chất da cam/dioxin. Vi nấm có mặt trong các mẫu đất và mẫu bùn với số lượng không cao ($10^3 - 10^4$ tế bào/g). Các nghiên cứu tiến hành trước đây cũng cho thấy dioxin có ảnh hưởng đáng kể tới khu hệ vi nấm trong môi trường ô nhiễm (Mitsevich, 2000). Các chủng vi nấm đại diện được phân lập từ các đĩa thạch khoáng carbazol và phân loại dựa trên các đặc điểm hình thái để đánh giá tính đa dạng của chúng. Trong số 38 chủng phân lập được ngoài đại diện của các chi nấm quen thuộc như *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Cladosporium*, có một số lớn các chủng (24 trong số 38) không định danh được bằng hình thái do không tạo bào tử hoặc có đặc điểm hình thái không điển hình.

Vi sinh vật kỵ khí

Số lượng vi khuẩn kỵ khí trong các mẫu nghiên cứu



Hình 3. Xác định số lượng vi khuẩn sinh trưởng kỵ khí (khử nitrat – NO_3^- , khử sulfat – SO_4^{2-} và khử sắt – FeIII) trong các mẫu đất và bùn nhiễm dioxin tại sân bay Đà Nẵng.

Nhìn chung, số lượng vi khuẩn kỵ khí trong các mẫu nhiễm dioxin không cao, nằm trong khoảng $10^3 - 10^4$ tế bào/g, trong đó số lượng tế bào trong các mẫu bùn cao hơn hẳn so với trong các mẫu đất (từ 10 đến 50 lần) (hình 3).

Vi khuẩn khử sulfat có số lượng không cao ở tất cả các mẫu, phản ánh vai trò không đáng kể của sulfat trong môi trường nghiên cứu (bảng 1). Nhóm vi khuẩn khử sắt (III) có số lượng cao hơn nhóm khử sulfat trong các mẫu bùn, đồng thời có tính cảm ứng đối với nồng độ chất nhiễm độc cao trong môi trường (mẫu B55 có số lượng tế bào thấp hơn hai mẫu còn lại). Nhóm vi khuẩn kỵ khí khử nitrat chiếm ưu thế vượt trội so với hai nhóm còn lại. Đặc biệt nhóm này không tuân theo qui luật cảm ứng thông thường đối với chất độc ô nhiễm. Số lượng vi khuẩn khử nitrat trong các mẫu bùn tỷ lệ nghịch với mức nhiễm độc của các mẫu này. Có thể cho rằng vi khuẩn khử nitrat trong môi trường nghiên cứu có khả năng thích nghi cao đối với chất độc ô nhiễm và đóng vai trò quan trọng trong quá trình phân huỷ sinh học tại đây.

Kết luận

- Vi sinh vật trong môi trường nhiễm chất da cam/dioxin bị ảnh hưởng đáng kể bởi chất độc này. Số lượng tế bào trong mỗi nhóm vi sinh vật được phân tích đều rất thấp, một số nhóm thậm chí gần như không thích nghi được, ví dụ như nấm men. Bên cạnh đó, số lượng tế bào của mỗi nhóm vi sinh vật tỷ lệ nghịch với mức độ nhiễm độc của môi trường.
- Trong số các vi sinh vật sinh trưởng hiếu khí sử dụng oxy làm chất nhận điện tử cuối cùng, vi khuẩn và vi nấm có mặt với số lượng lớn hơn và nhiều khả năng cũng có vai trò quan trọng hơn cả trong quá trình phân huỷ chất độc.
- Trong các nhóm vi sinh vật sinh trưởng kỵ khí, vi khuẩn khử nitrat có mặt trong môi trường nghiên cứu với số lượng cao nhất, đồng thời thể hiện tính thích nghi cao đối với chất độ ô nhiễm, do vậy có thể đóng vai trò quan trọng trong quá trình phân huỷ chất độc, đặc biệt tại những tầng dưới bề mặt khi không còn oxy hoà tan.

Tài liệu tham khảo

1. Atlas RM (1981). Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: An environmental perspective. *Microbiol. Rev.* 45: 180 – 209.
2. Aust SD, Stahl JD (1998). Biodegradation of dioxin and dioxin-like compounds by white-rot fungi. In “*Biodegradation of Dioxins and Furans*”. Ed. Wittich RM. Springer, Berlin, Heildenberg, p. 61-71.
3. Bamforth SM, Singleton I (2005). Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons: current knowledge and future directions. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 80: 723 – 736.

4. Đỗ Ngọc Lanh, Nguyễn Thu Hoài (2002). *Báo cáo đề tài Nghiên cứu ảnh hưởng của chất độc hoá học lên hệ sinh thái của khu nhiễm độc Đà Nẵng và phụ cận*. Trung tâm Nhiệt đới Việt-Nga, Bộ Quốc phòng.
5. Lê Văn Khoa, Nguyễn Xuân Cự, Bùi Thị Ngọc Dung, Lê Đức, Trần Khắc Hiệp, Cái Văn Tranh (2000). *Phương pháp phân tích đất, nước, phân bón, cây trồng*. NXB Giáo Dục.
6. Lê Hải Triều (chủ biên) (2005). *Dioxin - nỗi đau nhân loại – lương tri và hành động*. NXB Quân đội nhân dân.
7. Mai AT, Doan VT, Huynh MH, Tarradellas J, Alancastro F, Grandjean D. Dioxin contamination in the soil – South of Viet Nam. 2004. *Organohalogen Compounds*. 66: 3670-3676.
8. Mitsevich EV, Mitsevich IP, Perelygin VV, Do Ngoc Lanh, Nguyen Thu Hoai (2000). Microorganisms as possible indicators of general soil pollution by dioxin-containing defoliants. *Appl. Biochem. Microbiol.* 36: 582-588.
9. Nguyễn Lâm Dũng, Nguyễn Đăng Đức, Đặng Hồng Miên, Nguyễn Vĩnh Phước, Nguyễn Đình Quyển, Nguyễn Phùng Tiến, Phạm Văn Ty (1976). *Một số phương pháp nghiên cứu Vi sinh vật học*. NXB Khoa Học và Kỹ thuật, Hà Nội.
10. Nguyễn Xuân Nét, Kluev NA, Trịnh Khắc Sáu, Nghiêm Xuân Trường, Soifer VS, Kotorov MG, Đỗ Ngọc Lanh, Lê Bích Thắng (2002). Nghiên cứu xác định độ tồn lưu, bước đầu nghiên cứu sự di chuyển của dioxin trong môi trường. *Báo cáo toàn văn các công trình khoa học tại hội nghị khoa học Việt-Mỹ về dioxin, proceeding reports*, p. 96-100.
11. Nojiri H, Omori T (2002). Molecular bases of aerobic bacterial degradation of dioxins: involvement of angular dioxygenation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66: 2001-2016.
12. Stellman JM, Stellman SD, Christian R, Weber T, Tomasallo C. The extend and patterns of usage of Agent Orange and other herbicides in Vietnam (2003). *Nature*. 422: 681-687.
13. Widdel F, Bak F (1992). Gram negative mesophilic sulfate reducing bacteria. In *Balows A, Trueper GH, Dworkin M, Harder W, Schleifer KH (ed) The Prokaryotes, 2nd Ed., vol. 1, p. 3352 - 3378, Springer, New York.*
14. Wittich RM (a) (1998). Aerobic degradation by bacteria of dibenzo-p-dioxin, dibenzofuran, diphenyl ethers and their halogenated derivatives. In *“Biodegradation of Dioxins and Furans”*. Springer, Berlin, Heildenberg, p. 1-22.

15. Wittich R-M (b) (1998). Biotransformation of dioxin-like compounds by eukaryotic cells. In *“Biodegradation of Dioxins and Furans”*. Springer, Berlin, Heildenberg. p. 125-130.

Examine microorganisms and their roles in agent orange/dioxin contaminated areas at Danang airport

Dinh Thuy Hang¹, Nguyen Thu Hoai², Do Ngoc Lanh², Nguyen Minh Giang¹, Nguyen Thi Anh Dao¹, Le Thi Hoang Yen¹, Duong Van Hop¹

1 – Institute of Microbiology and Biotechnology, VNU

2 – Vietnam- Russia Tropical Center, MOD

Summary

Microorganisms in agent orange/dioxin contaminated areas at Da Nang airport (including the former toxic storage area and the water collecting pond of the airport) were surveyed in order to access the inhibitory effect of the toxics in this environment. The obtained results showed that cell number of metabolically different microbial groups decreased significantly, especially in the toxic storage area. The inhibitory effect of the toxics was clearly observed via comparative study of soil and mud samples with different contamination levels, wherein cell number of each microbial group decreased as the contamination level increased. Aerobic eubacteria, filamentous fungi and anaerobic nitrate reducers presented in these areas at the highest cell number, at the same time showed a high ability to adapt to the contamination condition, especially the eubacterial group which had a high percentage of carbazol utilizing cells (up to 50%). These microbial groups therefore could play important roles in biodegradation processes at the contaminated environment, and moreover could serve as useful source of microbes for cleanup other PAH contaminated sites.

Keywords: aerobic, anaerobic bacteria, agent orange/dioxin, carbazol, PAH