



Đánh giá khả năng làm giảm nhẹ ô nhiễm Dioxin và Asen trong đất của cỏ Vetiver tại sân bay Biên Hòa

Nguyễn Quốc Định, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Ngô Thị Thúy Hương*

Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, 67 Chiến Thắng, Hà Đông, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 22 tháng 6 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 27 tháng 7 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 02 tháng 8 năm 2018

Tóm tắt: Nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng của cỏ Monto vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) trong việc giảm nhẹ ô nhiễm dioxin và xử lý ô nhiễm Asen của cỏ Vetiver. Thí nghiệm được tiến hành ngoài thực tế, gồm 3 lô, mỗi lô 100 m². Cỏ Monto vetiver được trồng ngày 25/11/2014 trên lô 1 và 2, có hàm lượng dioxin ban đầu khoảng 1000-1800 ppt TEQ, hàm lượng As khoảng 25-30 mg/kg đất khô. Trong đó, lô 1 trồng cỏ và có bổ sung chế phẩm DECOM1 (hỗn hợp muối dinh dưỡng và mùn hữu cơ), lô 2 trồng cỏ và không bổ sung DECOM1, và lô đối chứng, lô 3, không trồng cỏ. Kết quả phân tích dioxin trong mẫu đất, mẫu rễ và chồi cỏ cho thấy cỏ Vetiver có khả năng hấp thụ dioxin vào rễ cỏ và một phần được vận chuyển lên chồi cỏ, dioxin trong đất giảm nhiều tại lô trồng cỏ, đặc biệt lô 1 có xu hướng giảm mạnh hơn. Tương quan giữa hàm lượng dioxin trong mẫu đất và mẫu rễ ($p = 0,02$, $r = 0,53$) cho thấy mối liên hệ giữa chúng. Bên cạnh đó, kết quả phân tích Asen trong mẫu đất, rễ và chồi cỏ cũng cho thấy khả năng hấp thụ và xử lý Asen của cỏ Vetiver trong các vùng đất ô nhiễm Asen.

Tóm lại, có thể bước đầu kết luận rằng cỏ Monto Vetiver có khả năng làm giảm nhẹ ô nhiễm dioxin và Asen trong các vùng đất bị ô nhiễm ở mức độ vừa.

Từ khóa: Cỏ Vetiver, đất ô nhiễm dioxin, ô nhiễm Asen, xử lý bằng thực vật.

1. Mở đầu

Sự tồn lưu dioxin trong môi trường đã và đang gây ra những tổn thương lâu dài cho hàng triệu người dân Việt Nam. Phơi nhiễm chất độc da cam/dioxin không chỉ ảnh hưởng tới sức khỏe của người bị phơi nhiễm, gây ra các loại bệnh như: ung thư, suy giảm miễn dịch, tai biến

sinh sản, dị tật bẩm sinh v.v., mà còn ảnh hưởng tới cả thế hệ sau [1].

Theo một số nghiên cứu, Việt Nam là một trong số những nước bị ảnh hưởng nặng nề bởi chất độc da cam/dioxin [2-4]. Trong giai đoạn 1961-1971, có tới trên 2,6 triệu ha, chiếm 15,2% diện tích toàn miền Nam Việt Nam bị phun rải một khối lượng các chất diệt cỏ khoảng 95 triệu kg [1], bao gồm chủ yếu là chất Da cam, chất Xanh và chất Trắng. Riêng chất da cam có khối lượng khoảng 49,3 triệu lít, tương đương khoảng 63 triệu kg, đã được phun

*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-917709596.

Email: ngothithuyhuong@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4262>

rải trên 1,68 triệu ha; như vậy, mật độ phun rải gấp 17 lần liều lượng được Bộ Tư lệnh Lục quân Mỹ khuyến cáo sử dụng năm 1967 (2,2 kg/ha). TCDD (tetrachlorodibenzodioxin, aka dioxin) trong chất da cam là chất độc nhất trong nhóm các chất dioxin, có thể gây ra những vấn đề nghiêm trọng cho môi trường và sức khỏe con người. Ước tính có khoảng 170 kg TCDD đã được phun rải ở nam Việt Nam [2, 3]. Tuy nhiên, theo Stellman và cs [5] con số đó là khoảng 366 kg TCDD và vẫn chưa kể đến các nguồn chất diệt cỏ khác đã được phun rải. Gần đây, Việt Nam đã có rất nhiều nỗ lực để khắc phục và làm sạch các vùng bị nhiễm độc dioxin. Một số công nghệ xử lý đã được áp dụng tại các điểm nóng (sân bay Biên Hòa, Đà Nẵng và Phù Cát), như công nghệ chôn lấp tích cực, nghiền bi, công nghệ khắc phục bằng vi sinh vật và công nghệ giải hấp nhiệt trong mố (GEF/UNDP, 2013). Tuy nhiên, những công nghệ tiên tiến này rất đắt đỏ và chỉ phù hợp trong xử lý các điểm nóng với hàm lượng dioxin cao (quy mô vừa và nhỏ). Do vậy, việc nghiên cứu nhằm tìm ra công nghệ xử lý bằng thực vật để làm giảm nhẹ cũng như khắc phục ô nhiễm dioxin và các chất độc hóa học trong đất ở mức độ trung bình và thấp là rất cần thiết.

Bên cạnh đó, ô nhiễm Asen do tự nhiên cũng như do hoạt động sản xuất của con người cũng đang là vấn đề cấp thiết cần phải có các biện pháp khắc phục, bởi những ảnh hưởng nghiêm trọng của nó lên sức khỏe cộng đồng và môi trường. Ngoài ra, Asen cũng có chứa trong chất Xanh mà Mỹ đã phun rải tại Việt Nam trong chiến tranh. Do vậy, các vùng đất nhiễm dioxin do chiến tranh cũng thường bị ô nhiễm Asen. Với những đặc tính sinh lý, hình thái đặc biệt của mình, cỏ Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới cũng như tại Việt Nam trong việc phục hồi môi trường sau khai thác mỏ [6], xử lý nước thải [7], kiểm soát chất lượng môi trường nước nuôi thủy sản [8] và xử lý kim loại nặng trong các loại đất và nước [9- 12]. Mặc dù vậy, việc xử lý Asen trong đất bằng thực vật chỉ mới được nghiên cứu ở một số loài có khả năng tích lũy cao thuộc họ dương xỉ [13]. Gần đây, các

nghiên cứu đã chứng minh rằng rằng cỏ Vetiver có thể cô lập và phân hủy một số chất diệt cỏ, đặc biệt là Atrazine [14] hay loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy khác từ môi trường nước và đất, chẳng hạn như chất 2,4,6-trinitrotoluene [15] và hydrocarbon trong dầu mỏ [16]. Việc sử dụng thực vật trong xử lý ô nhiễm dioxin chưa thực sự được nghiên cứu cả trên thế giới và Việt Nam. Duy nhất có nỗ lực và thành công của Tiến sỹ Phùng Tửu Bôi trong việc trồng hàng rào xanh bằng cây bồ kết gai để ngăn cản người và súc vật vào tiếp cận sân bay A Lưới và hạn chế sự lan toả của dioxin; tuy nhiên, kết quả chưa được kiểm chứng. Như vậy, cho đến nay vẫn chưa có nghiên cứu nào về việc sử dụng thực vật cũng như cỏ Vetiver này để xử lý ô nhiễm dioxin, và các nghiên cứu hiện trường đánh giá khả năng xử lý Asen của cỏ Vetiver ở Việt Nam đang còn thiếu vắng.

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là để tìm hiểu khả năng của cỏ Vetiver trong việc xử lý ô nhiễm dioxin và Asen trong đất. Sự thành công của nghiên cứu này sẽ đưa ra được công nghệ có chi phí thấp, nhưng hiệu quả, thân thiện với môi trường và bền vững, có khả năng áp dụng vào thực tế ở quy mô lớn nhằm khắc phục ô nhiễm dioxin trong đất ở mức độ trung bình và thấp ở miền Nam Việt Nam. Bên cạnh đó, cũng có thêm luận cứ về khả năng xử lý ô nhiễm Asen trong đất của cỏ Vetiver thông qua thử nghiệm tại hiện trường.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm và đối tượng nghiên cứu

Vì trong chất Xanh (Dimetylxenic axit hay Cacodylic) Mỹ sử dụng để phun rải trong chiến tranh tại Việt Nam có chứa As, nên việc tiến hành thí nghiệm về dioxin và As được tiến hành trên cùng 1 khu đất. Thí nghiệm được tiến hành tại khu vực Pacer Ivy, góc phía Tây Nam sân bay Biên Hòa. Đây là tập kết và dồn dịch các chất diệt cỏ chưa sử dụng để vận chuyển về Mỹ. Diện tích của khu thí nghiệm là 300 m² với hàm lượng dioxin ở mức trung bình (khoảng 1000 –

2000 ppt TEQ), hàm lượng Asen ở mức cao (25 – 30 mg/kg đất khô).

Đối tượng nghiên cứu là cỏ Vetiver. Với các đặc điểm đặc biệt như có bộ rễ rất lớn, có khả năng chịu được điều kiện môi trường khắc nghiệt, là nơi sống lý tưởng cho các vi sinh vật (VSV) và nấm trong quyển rễ ..., cỏ Vetiver có thể tạo lên sự kết hợp thuận lợi, tối ưu cho quá trình hấp thu và phân huỷ các chất độc hoá học trong đất.

2.2. Chuẩn bị đất, thu mẫu ban đầu và thiết kế lô thí nghiệm

Đất trong khu vực nghiên cứu rất khô cằn với nhiều sỏi đá lớn. Do vậy, trước khi tiến hành thí nghiệm, khu đất được cày xới, trộn đảo bằng máy xúc và nhặt bớt sỏi đá và cỏ dại. Đất sau đó được san phẳng bằng máy san, phân lô và tiến hành lấy các mẫu ban đầu trước khi trồng cỏ. Cỏ trồng theo hàng cách nhau khoảng 50 cm, khóm cách khóm khoảng 25 - 30 cm, mỗi khóm 3 – 5 nhánh. Sau khi trồng cỏ được tưới nước từ 1-2 lần mỗi ngày để giữ ẩm.

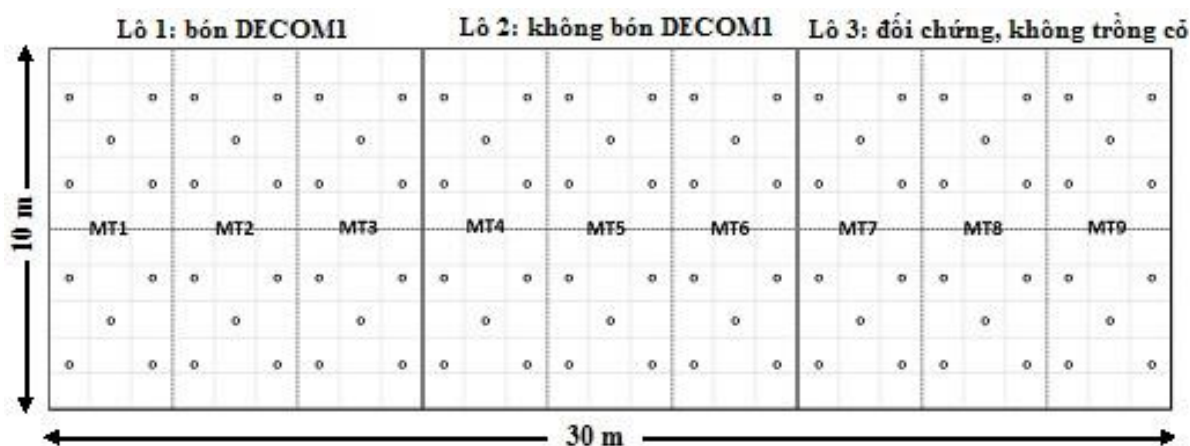
Khu thí nghiệm được chia thành 3 lô, hai lô được trồng cỏ và 1 lô không trồng cỏ (L3) để đối sánh. Trong 02 lô trồng cỏ có một lô được bón chế phẩm sinh học DECOM1 (L1) và lô còn lại thì không (L2) (Hình 1). DECOM1 là

hỗn hợp mùn và các muối vô cơ nhằm tăng cường sự phát triển của các sinh vật bản địa trong quyển rễ.

2.3. Thu mẫu đất và mẫu sinh phẩm

Mỗi lô thí nghiệm sẽ được lấy 01 mẫu đất ban đầu (trước khi trồng cỏ). Quy trình thu mẫu được thực hiện theo các hướng dẫn tiêu chuẩn của UNEP [17] và UNEP/POPs/COP.5/INF/27 [18]. Cụ thể, mỗi lô được chia thành 3 ô, mỗi ô khoảng 33 m² và thu 10 mẫu thành phần (mẫu lõi khoan tay sâu 60-cm), được nghiền nhỏ, trộn đều trong khay inox, san phẳng, chia thành 30 ô và lấy khoảng 1 kg mẫu từ các ô đó bằng thìa. Mẫu sau đó được chuyển về phòng thí nghiệm để xử lý và phân tích.

Tổng số mẫu 39 mẫu đất và 42 mẫu sinh phẩm (21 mẫu rễ và 21 mẫu chồi) được thu và kiểm tra hàm lượng dioxin và Asen định kỳ 5 tháng 1 lần. Mẫu đất, chồi và rễ được thu 3 lần lặp trên mỗi lô (Lô 1: MT1-MT3; Lô 2: MT4-MT6; Lô 3: MT7-MT9) và ở cùng vị trí như trong Hình 1. Mẫu sinh phẩm sau khi lấy được rửa sạch bụi đất bám bằng nước, tráng bằng hexan và acetone để loại bỏ dioxin bám trên bề mặt rễ và chồi. Mẫu sau khi ráo nước được trữ lạnh trong các túi zipper và chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích dioxin.



Hình 1. Sơ đồ thiết kế thí nghiệm và vị trí lấy mẫu đất và sinh phẩm.

2.4. Phân tích dioxin

Tất cả các mẫu được xử lý và phân tích 17 đồng phân của dioxin và furan theo khuyến cáo của Tổ chức y tế thế giới (WHO, 2005) tại phòng thí nghiệm dioxin, Trung tâm Quan trắc Môi trường, Tổng cục Môi trường. Quy trình chuẩn bị và phân tích dioxin tuân theo phương pháp tiêu chuẩn của US EPA và UNEP [19, 20]. Kết quả sau đó được chuyển thành hàm lượng độc tương đương (TEQ) trên đơn vị trọng lượng khô (đất) và tươi (rễ, chồi), sử dụng hệ số đương lượng độc (TEF) của WHO [21]. Phương pháp 1613B của US EPA nhằm xác định dioxin và furan chứa bốn đến tám clo bằng cách pha loãng đồng vị sắc kí khí phân giải cao ghép nối khối phổ phân giải cao (HRGC/HRMS) được điều chỉnh để phù hợp với các trang thiết bị tiên tiến có sẵn và đã được kiểm chứng trước khi đưa vào sử dụng.

2.5. Phân tích Asen

Asen tổng số trong mẫu đất và cỏ được phân tích theo phương pháp ICP-MS [22, 23] có điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện thực

tế. Mẫu đất và sinh phẩm được cân một lượng nhất định vào ống nghiệm đã ghi nhãn tương ứng, sau đó được vô cơ hóa bằng hỗn hợp axit HNO₃ 65%, HCl 37% và bổ sung thêm 300 µl H₂O₂. Sau đó, phá mẫu ở nhiệt độ 100°C đến khi mẫu được vô cơ hoá hoàn toàn, để nguội rồi lọc mẫu và xác định hàm lượng As bằng phương pháp phân tích Quang phổ Plasma trên thiết bị Agilent ICP-MS7700x – USA.

2.6. Xử lý số liệu

Số liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± SEM (sai số chuẩn). Phân tích phương sai hai nhân tố được áp dụng để xác định sự sai khác giữa các lô thí nghiệm và giữa các thời điểm lấy mẫu. Sau khi xác định có sự sai khác, tiến hành phương pháp hậu kiểm Student–Newman–Keuls test (GraphPad Software, SanDiego, CA).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khả năng làm giảm nhẹ dioxin của cỏ Vetiver

Bảng 1. Hàm lượng dioxin/ furan (pg WHO-TEQ/g trọng lượng khô) trong đất trước khi trồng cỏ

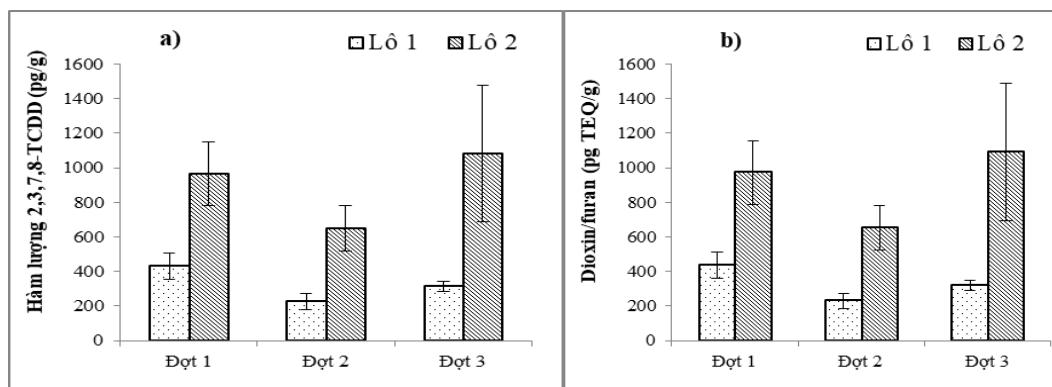
Kí hiệu mẫu	2378-TCDD	TEQ _{who}	%TCDD
MT1	1.221	1.235	98,9
MT2	1.143	1.169	97,7
MT3	686	695	98,7
Trung bình lô 1	1.017	1.033	98,5
MT4	1.059	1.072	98,8
MT5	2.782	2.796	99,5
MT6	1.618	1.626	99,5
Trung bình lô 2	1.819	1.831	99,3
MT7	4.414	4.425	99,7
MT8	2.815	2.832	99,4
MT9	1.624	1.632	99,5
Trung bình lô 3	2.950	2.961	99,6

Kết quả phân tích dioxin trong mẫu khảo sát được trình bày trong Bảng 1 cho thấy sự phân bố không đều với 8 trong 9 mẫu (khoảng 89%) có hàm lượng dioxin vượt quá 1000 ppt TEQ (Giới hạn định lượng của dioxin trong đất cần khoan vùng và xử lý theo TCVN 8183: 2009). Hàm lượng dioxin ban đầu của lô 1 và 2 có xu hướng thấp hơn lô 3 và cũng ít dao động hơn nên được chọn cho việc trồng cỏ thí nghiệm (Lô 1: nghiệm thức 1, cỏ có bổ sung chế phẩm DECOM1; Lô 2: nghiệm thức 2, cỏ không bổ sung DECOM1; Hình 1), còn lô 3 làm đối chứng. Tuy nhiên, hàm lượng dioxin khảo sát ban đầu này chỉ mang tính tham khảo và phục vụ cho việc xác định địa điểm thí nghiệm. Do vậy, khả năng làm giảm nhẹ dioxin của cỏ Vetiver sẽ chỉ dựa trên việc so sánh kết quả phân tích dioxin của các đợt thu mẫu kiểm tra định kỳ sau khi trồng cỏ 6 tháng, 11 tháng và 18 tháng (đợt 1, đợt 2 và đợt 3).

Để đánh giá khả năng làm giảm nhẹ dioxin của cỏ Vetiver, 3 mẫu rễ và 3 mẫu chồi cỏ được lấy trước khi trồng để phân tích hàm lượng dioxin. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng dioxin trong các mẫu này rất thấp (<1 pg TEQ/g trọng lượng tươi) hoặc không thể phát hiện ra. Điều đáng chú ý là các chất dioxin này không có nguồn gốc từ chất diệt cỏ mang tên chất độc da cam, do có hàm lượng chất 2,3,7,8-TCDD rất thấp, hầu hết các mẫu đều thấp hơn 10%.

Kết quả cho thấy hàm lượng dioxin trong mẫu rễ sau khi trồng cỏ 11 tháng (đợt 2) thấp

hơn so với sau khi trồng cỏ 6 tháng (đợt 1) và 18 tháng (đợt 3) ở cả 2 lô, nhưng không thấy có sự sai khác giữa mẫu rễ đợt 1 và đợt 3 (mẫu lấy vào tháng 5; Hình 2). Sự biến động theo thời gian lấy mẫu có liên quan chặt chẽ tới thời kỳ sinh trưởng của cỏ, cụ thể ở đợt 1 và đợt 3 là thời điểm sinh trưởng tích cực của cỏ nên cỏ hấp thụ dioxin mạnh hơn so với đợt 2 (tháng 10), là thời điểm cỏ bắt đầu tàn lụi. Hàm lượng dioxin trong rễ cỏ lô 2 luôn cao hơn lô 1 nhưng mức độ giảm của hàm lượng dioxin ở đợt 2 so với đợt 1 lại mạnh hơn ở lô 1 so với lô 2 (giảm 47% ở lô 1 so với 33% ở lô 2). Kết quả này có thể do sự hoạt động của vi sinh vật trong quyền rễ tại lô 1 làm cho dioxin trong vùng đất tiếp xúc với rễ giảm mạnh hơn so với lô 2, như một kết quả, hàm lượng dioxin hấp thụ vào rễ ở lô 1 thấp hơn và cũng giảm mạnh hơn ở lô 2. Kết quả phân tích vi sinh vật cũng cho thấy tại nghiệm thức có bón DECOM1 thì vi sinh vật tổng số cao hơn và có tính đa dạng hơn nghiệm thức 2. Đối với hiện tượng hàm lượng dioxin trong rễ ở cả 2 lô giảm ở đợt 2, ngoài vai trò của vi sinh vật, có thể do chu kỳ sinh trưởng của cây cỏ và đặc biệt là do cơ chế sinh hóa của cỏ Vetiver trong việc chống lại sự nhiễm độc của dioxin. Một phần dioxin được hấp thụ trong rễ có thể bị đào thải, một phần được vận chuyển lên chồi, lá và một phần có thể được chuyển hóa thành các chất ít độc hơn trong quá trình trao đổi chất của cây cỏ.



Hình 2. a) Hàm lượng 2,3,7,8-TCDD (pg/g trọng lượng tươi) và b) Hàm lượng dioxin/ furan (pg WHO-TEQ/g trọng lượng tươi) trong mẫu rễ cỏ Vetiver.

Kết quả phân tích hàm lượng dioxin trong mẫu chồi cho thấy có sự di chuyển của chất độc dioxin từ rễ lên chồi (Bảng 2). Mặc dù, hàm lượng dioxin trong các mẫu chồi thấp hơn rất nhiều so với trong mẫu rễ, nhưng nó cũng tương tự như hàm lượng dioxin trong mẫu rễ, tăng lên rõ rệt sau 6 tháng trồng và lô 2 tăng cao hơn nhiều so với lô 1, cao hơn khoảng 8,5 lần. Điều này cũng có thể lý giải là do vai trò hoạt động của các vi sinh vật trong quyển rễ ở lô 1 nhiều hơn ở lô 2 dẫn đến hàm lượng dioxin trong rễ cỏ ở lô 1 thấp hơn và kết quả là hàm lượng dioxin trong chồi cỏ ở lô 1 cũng thấp hơn. Sau 11 tháng (đợt 2), lượng dioxin trong chồi giảm mạnh ở cả hai nghiệm thức, đặc biệt

ở lô 2 giảm tới 97% và lô 1 giảm 89% so với lần 1. Sau 18 tháng, hàm lượng dioxin trong mẫu chồi tăng trở lại do sau 1 năm cỏ lại bắt đầu chu kỳ sinh trưởng mới. Hiện tượng dioxin trong chồi giảm mạnh vào cuối năm cũng có thể lý giải dựa trên chu kỳ sinh trưởng của cỏ, lý thuyết độc học của thực vật và cả sự phân giải dioxin do quang hóa. Cây cỏ hấp thụ mạnh các chất độc trong giai đoạn sinh trưởng tích cực của chúng và sau đó tốc độ hấp thụ giảm dần, đồng thời quá trình thải độc và chuyển hóa bắt đầu tăng nhanh, trong đó có quá trình quang hóa, để cây cỏ có thể thích nghi được với môi trường đất nhiễm độc.

Bảng 2. Hàm lượng dioxin/ furan trong mẫu chồi qua các đợt thu mẫu tại Lô 1 (có bón DECOM1) và Lô 2 (không bón DECOM1) (pg WHO-TEQ/g trọng lượng tươi)

	Kí hiệu mẫu	2378-TCDD	TEQ _{who}	%TCDD
Đợt 1 (sau 6 tháng)	G1-C1	11,80	11,84	99,7
	G1-C2	39,02	53,49	73,0
	G1-C3	11,48	13,34	86,1
	Trung bình lô 1	20,77	26,22	86,2
	G2-C1	33,24	271,92	12,2
	G2-C2	41,41	347,30	11,9
	G2-C3	63,32	65,19	97,1
	Trung bình lô 2	45,99	228,13	40,4
Đợt 2 (sau 11 tháng)	G1-C1	1,71	1,74	98,3
	G1-C2	2,82	2,86	98,6
	G1-C3	4,08	4,12	99,0
	Trung bình lô 1	2,87	2,91	98,6
	G2-C1	5,69	5,73	99,3
	G2-C2	3,90	4,04	96,6
	G2-C3	7,61	9,25	82,3
	Trung bình lô 2	5,73	6,34	92,7
Đợt 3 (sau 18 tháng)	G1-C1	3,34	3,38	98,8
	G1-C2	3,83	3,87	98,9
	G1-C3	3,02	3,05	99,2
	Trung bình lô 1	3,40	3,44	99,0
	G2-C1	3,34	3,36	99,1
	G2-C2	3,54	3,55	99,7
	G2-C3	11,99	12,02	99,7
	Trung bình lô 2	6,29	6,31	99,5

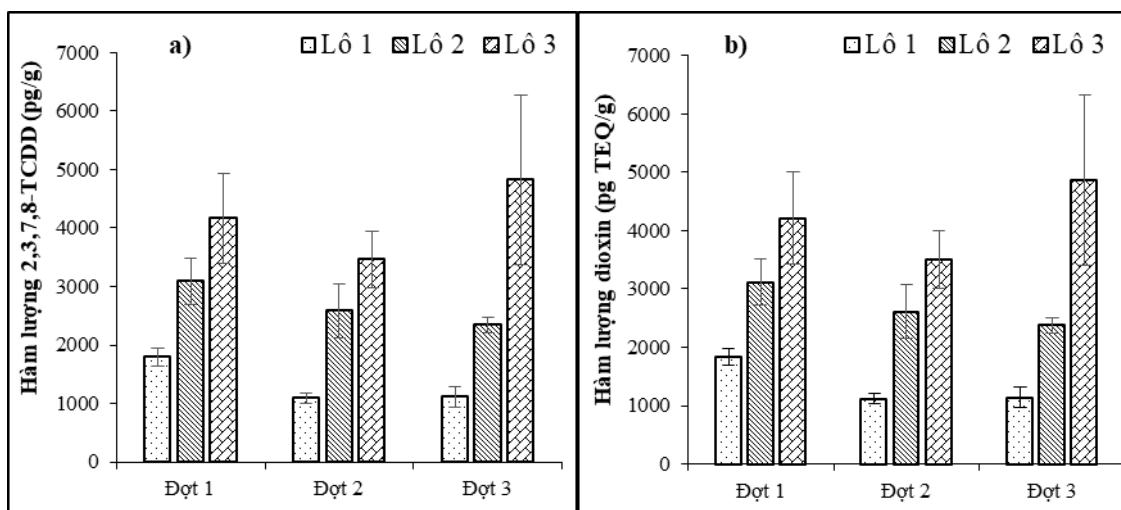
Hàm lượng dioxin trong mẫu đất giảm dần từ đợt 1 tới đợt 3 ở cả lô 1 và lô 2 (Hình 3). Đợt 2, dioxin giảm khá nhiều so với mẫu đất thu đợt 1, giảm khoảng 40% ở lô 1, còn ở lô 2 và lô đối chứng giảm khoảng 17%. Đến đợt thu mẫu thứ 3, hàm lượng dioxin trong các mẫu đất cũng cho thấy một sự giảm xuống so với đợt 2 nhưng không rõ ràng, lô 2 giảm khoảng 9% so với đợt 2, giảm nhiều hơn lô 1. Tuy nhiên, khi xét trong cả đợt thí nghiệm thì lô cỏ bón chế phẩm DECOM1, hàm lượng dioxin trong đất có xu hướng giảm nhanh hơn, giảm tới 38% (tương đương khoảng 702 pg TEQ) và lô 2 không bón chế phẩm giảm 24% (tương đương khoảng 735 pg TEQ) sau một năm, ngược lại lô đối chứng hầu như không giảm (Hình 3). Như vậy, với lô bón DECOM1, lượng vi sinh vật tổng số có tăng cao hơn các lô khác, và đây có thể là nhân tố khiến hàm lượng dioxin trong lô này giảm nhanh hơn so với các lô khác.

Tóm lại, dựa vào kết quả thí nghiệm có thể khẳng định cỏ Monto Vetiver có khả năng hấp thụ dioxin vào bộ rễ không lồ của nó và lượng dioxin hấp thụ có thể sẽ được phân giải hoặc chuyển hóa thành các chất ít độc hơn. Hơn nữa, sự tìm thấy mối tương quan giữa hàm lượng dioxin trong đất và trong rễ ($p < 0,05$) cũng cho

thấy hàm lượng dioxin trong đất quyết định hàm lượng dioxin được hấp thụ vào rễ cỏ. Do vậy, từ nghiên cứu này có thể bước đầu khẳng định rằng cỏ Vetiver giống Monto có thể làm giảm lượng dioxin trong đất. Khi Vetiver được kết hợp với chế phẩm DECOM1 có xu hướng giảm nhanh nhưng chưa thật rõ nét. Tuy nhiên, để có thể luận giải tốt hơn về khả năng làm giảm nhẹ ô nhiễm dioxin của cỏ Vetiver thì cần phải có nhiều nghiên cứu khác, chuyên sâu hơn về cơ chế hấp thụ, vv.

3.2. Khả năng giảm nhẹ ô nhiễm Asen của cỏ Vetiver

Khả năng xử lý ô nhiễm kim loại nặng của cây cỏ Vetiver đã được nghiên cứu khá nhiều trên thế giới cũng như ở Việt Nam [9, 10, 11, 12]. Các nghiên cứu đều cho thấy hiệu quả xử lý ô nhiễm kim loại nặng của cỏ Vetiver. Ngoài ra, các nghiên cứu tại Việt Nam cũng cho thấy, một số loài thực vật thuộc họ dương xỉ có khả năng hấp thụ Asen trong đất rất cao và được coi là các loài siêu tích lũy (*Pteris vittata* và *Pityrogramma calomelanos*), chứa tới hơn 0,1% As trong phần trên mặt đất của cây [13].

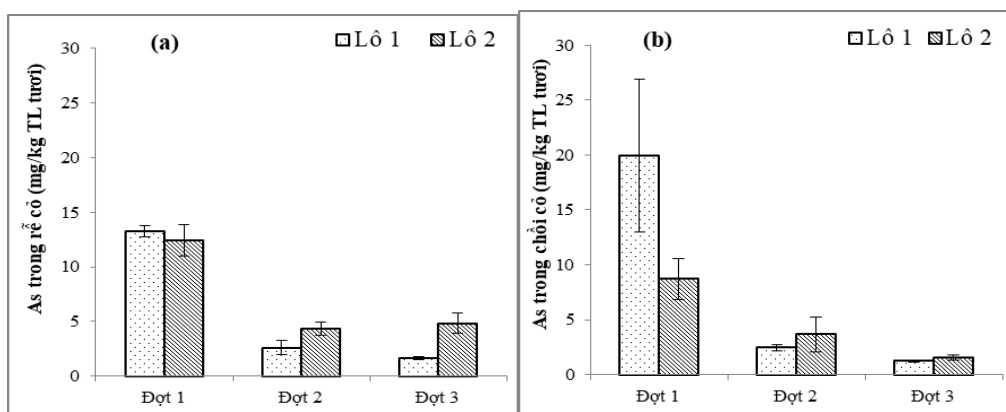


Hình 3. a) Hàm lượng 2,3,7,8-TCDD (pg/g trọng lượng khô), và b) Hàm lượng dioxin/ furan (pg WHO-TEQ/g trọng lượng khô) trong các mẫu đất lấy tại các lô thí nghiệm.

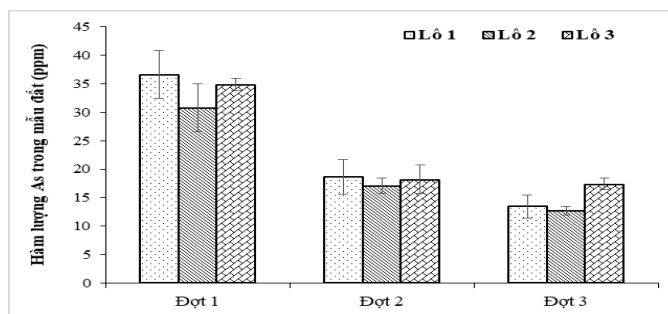
Nghiên cứu này cũng cho thấy khả năng hấp thụ Asen từ đất của cỏ Vetiver. Cụ thể là, hàm lượng Asen trong rễ và chồi cỏ tăng lên nhiều sau 6 tháng trồng so với mẫu trắng ban đầu (Mẫu trắng, rễ: 9,6 và chồi: 4,9 mg/kg) và cũng có xu hướng giảm xuống ở các lần lấy mẫu tiếp theo, sau 11 tháng và 18 tháng (Hình 4). Hiện tượng này có thể lý giải dựa trên lý thuyết độc học của thực vật và sự phân giải chất độc do hoạt động của vi sinh vật. Cây cỏ hấp thụ mạnh các chất độc trong giai đoạn sinh trưởng tích cực của chúng và sau đó tốc độ hấp thụ này giảm dần, đồng thời quá trình thải độc và chuyển hóa bắt đầu tăng nhanh, trong đó có sự đóng góp của các vi sinh vật, để cây cỏ có thể thích nghi được với môi trường đất nhiễm độc.

Hàm lượng Asen trong đất ở các lô thí nghiệm giảm xuống rõ rệt qua các đợt thu mẫu (Hình 5), đặc biệt là giữa đợt 1 và 2 ($p < 0,0001$), giảm xuống gần một nửa; từ $36,6 \pm 4,2$; $30,8 \pm 4,2$

và $34,8 \pm 1,09$ mg/kg xuống còn $18,6 \pm 3,1$; $17,0 \pm 1,4$ và $18,2 \pm 2,5$ mg/kg, tương ứng trong lô 1, 2 và 3. So sánh giữa hàm lượng Asen trong mẫu đất đợt 2 và đợt 3 thấy rõ sự giảm xuống ở các lô 1 và 2 nhưng không thấy có sự giảm xuống ở lô 3. Kết hợp với kết quả phân tích sinh phẩm, có thể thấy rằng việc trồng cỏ Vetiver có khả năng làm giảm nhẹ ô nhiễm As trong đất; lô bổ sung chế phẩm DECOM1 có xu hướng giảm nhanh hơn, tuy sự khác biệt không nhiều, giảm 63% ở lô 1 và 59% ở lô 2 và 50% ở lô 3 so với lần lấy mẫu thứ nhất (5/2015), sau 1 năm. Sở dĩ không thấy có sự khác biệt giữa lô 1 và lô 2 về sự giảm As trong đất là do cơ chế loại bỏ As trong đất chủ yếu do sự hấp thụ vào trong thân và rễ cây, vai trò của vi sinh vật không đáng kể. Như vậy, có thể sơ bộ kết luận rằng, cỏ Monto vetiver có thể làm giảm nồng độ As ở trong các vùng đất ô nhiễm Asen.



Hình 4. Hàm lượng Asen (mg/kg trọng lượng tươi) trong mẫu rễ (a) và mẫu chồi (b) qua các đợt thu mẫu.



Hình 5. Hàm lượng Asen (mg/kg trọng lượng khô) trong các mẫu đất lấy tại các lô thí nghiệm qua các đợt thu mẫu.

4. Kết luận

Từ kết quả đạt được của thí nghiệm có thể bước đầu kết luận rằng cỏ Vetiver có khả năng làm giảm nhẹ ô nhiễm dioxin trong đất vùng ô nhiễm ở mức độ vừa. Tuy nhiên, để áp dụng rộng rãi công nghệ thân thiện với môi trường và giá thành thấp này trong xử lý các vùng đất ô nhiễm dioxin tại Việt Nam cũng như những nơi khác, thì cần thiết thực hiện thêm một số các nghiên cứu chuyên sâu khác.

Bên cạnh đó, kết quả cũng khẳng định được khả năng hấp thụ và xử lý ô nhiễm Asen của cỏ Vetiver trong điều kiện thí nghiệm thực tế, bị chi phối bởi nhiều yếu tố khách quan về thời tiết, khí hậu, các yếu tố nhân sinh không thể kiểm soát.

Vai trò của chế phẩm DECOM1 trong thí nghiệm chưa thật rõ ràng. Cần làm rõ thêm.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường dưới dạng kinh phí của đề tài Khoa học Công nghệ cấp Bộ, mã số chương trình TNMT.04/10-15, mã số đề tài TNMT.04.66. Đặc biệt, chúng tôi xin chân thành cảm ơn các thành viên của Đề tài, phòng thí nghiệm Dioxin (Tổng cục Môi trường) và Trung đoàn 935 đối với sự đóng góp vô cùng quý giá của họ.

Tài liệu tham khảo

- [1] 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).
- [2] A.H. Westing (Ed.), *Herbicides in War, The Long-Term Ecological and Human Consequences*, Taylor and Francis, London and Philadelphia, 1984.
- [3] M. Gough, *Dioxin, Agent Orange: The Facts*. Plenum Press. New York, 1986.
- [4] P.F. Cecil, *Herbicidal warfare: The ranch hand project in Vietnam*, Praeger Publishers, New York, 1986.
- [5] J.M. Stellman, S.D. Stellman, R. Christian, T. Weber, & C. Tomasallo, The extent and patterns of usage of Agent Orange and other herbicides in Vietnam, *Nature* 422 (2003) 681.
- [6] Đặng Văn Minh và Nguyễn Duy Hải, Nghiên cứu biện pháp xử lý sinh khối cây dương xỉ và Vetiver hấp phụ kim loại nặng sau khi trồng trên đất sau khai khoáng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ* 119 (2014) 113.
- [7] Phan Ngọc Văn Anh, Phạm Hồng Đức Phước, Lê Quốc Tuấn, *Cỏ vetiver (Vetiverit picnioides L.): một giải pháp sinh học mới trong xử lý nước thải* 1 (2002) 1.
- [8] Nguyễn Văn Trường, Nghiên cứu khả năng sử dụng cỏ vetiver (*Vetiveria zizanioides L.*) để kiểm soát chất lượng môi trường nước ao nuôi tôm tại xã Tam Giang, huyện Núi Thành, tỉnh Quảng Nam. Doctoral dissertation, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng, 2012.
- [9] Truong, P.N., and D. Baker, Vetiver grass for the stabilization and rehabilitation of acid sulfate soils. In *Proc. Second National Conf. Acid Sulfate Soils, Coffs Harbour, Australia*, (1996) 196.
- [10] P.N. Truong, D.H. Barker, A.J. Watson, S. Sombatpanit, B. Northcutt, & A.R. Maglinao, Vetiver grass technology for mine tailings rehabilitation. In *First Asia-Pacific Conference on Ground and Water Bioengineering for Erosion Control and Slope Stabilization*, Manila, Philippines, April 1999. Science Publishers, Inc, 2004.
- [11] Võ Văn Minh, Lê Văn Khoa, Phytoremediation of Cadmium and Lead contaminated soil types by Vetiver grass. *VNU Journal of Science, Earth Sciences* 25 (2009) 98.
- [12] Vo Van Minh, Hiệu quả xử lý đồng của cỏ vetiver trong các môi trường đất khác nhau. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng* 38 (2010) 117.
- [13] Bui, Thi Kim Anh, Dinh Kim Dang, Trung Kien Nguyen, Ngoc Minh Nguyen, Quang Trung Nguyen, and Hong Chuyen Nguyen, Phytoremediation of heavy metal polluted soil and water in Vietnam, *The Journal of Vietnamese Environment* 6 (2014) 47.
- [14] S. Marcacci, M. Raveton, P. Ravanel & J.P. Schwitzguébel, Conjugation of atrazine in vetiver (*Chrysopogon zizanioides* Nash) grown in hydroponics. *Environmental and Experimental Botany* 56 (2006) 205.
- [15] K.C. Makris, K.M. Shakya, R. Datta, D. Sarkar, & D. Pachanoor, Chemically catalyzed uptake of 2,

- 4, 6-trinitrotoluene by *Vetiveria zizanioides*. Environmental pollution 148 (2007) 101.
- [16] C. Infante, I. Hernández-Valencia, L. López, & M. Toro, Phytoremediation of Petroleum Hydrocarbon-Contaminated Soils in Venezuela. Phytotechnologies: Remediation of Environmental Contaminants (2012) 99.
- [17] United Nations Environment Program (UNEP), Guidance on the Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants, 2007a.
- [18] UNEP/POPS/COP.5/INF/27, Draft Revised Guidance on the Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants, 2011.
- [19] US EPA, Method 1613, Revision B: Tetra-through octachlorinated dioxins and furans by isotope dilution HRGC/HRMS, EPA 821-B94-0059. Office of Water, US Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1994.
- [20] United Nations Environment Program (UNEP), Guidance for Analysis of Persistent Organic Pollutants (POPs), Chemicals Branch. UNEP/DTIE, Geneva, Switzerland, 2007b.
- [21] M. Van den Berg, L.S. Birnbaum, M. Denison, M. De Vito, W. Farland, M. Feeley, & M. Rose, The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. Toxicological Sciences 93 (2006) 223.
- [22] Perkin-Elmer Corporation, Analysis of Soils and Sediments: Total Cations. AY-3 in Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry, USA (1996) 136.
- [23] P.J.C. Favas, J. Pratas, M.N.V. Prasad, Accumulation of arsenic by aquatic plants in large-scale field conditions: Opportunities for phytoremediation and bioindication. Science of the Total Environment 433 (2012) 390.

Assessment of the Potential of Vetiver Grass in Mitigation of Dioxin and Arsenic in Contaminated Soils at Bien Hoa Airbase

Nguyen Quoc Dinh, Nguyen Thi Thanh Thao, Ngo Thi Thuy Huong

Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources, 67 Chien Thang, Ha Dong, Hanoi, Vietnam

Abstract: This study aims to initially assess the potential use of Monto vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) in mitigating dioxin contamination and the treatment of arsenic contaminated soils. The experiment was carried out in the field, consisting of 3 lots of 100 m² each. Monto vetiver grass was planted on November 25, 2014 in two groups, lots 1 and 2, with the initial dioxin levels in soil of about 1000-1800 ppt TEQ, arsenic is about 25-30 mg/kg dry soil. Of which, The first group (G1) received DECOM 1, a soil supplement promoting growth of indigenous microorganisms in the rhizosphere, and the second group (G2) as a control, without supplement; the third group, lots 3, was left as blank (without Vetiver). The analyzed results showed that Vetiver grass was able to absorb dioxin into grass roots and was then transported to grass shoots; dioxin in soil was significantly decreased in both G1 and G2 and was slightly stronger in G1 compared to G2. The correlation between dioxin content in soil samples and root samples ($p = 0.02$, $r = 0.53$) showed the tight relationship between them. In addition, the results also showed that Vetiver can take up arsenic into its roots and transported to the shoots and the ability of Vetiver in remediation of arsenic contaminated soils.

In conclusion, the results confirm that Monto vetiver is suitable for phytoremediation of moderately dioxin and arsenic contaminated sites, particularly when combined with DECOM1

Keywords: Vetiver grass, dioxin contaminated soils, Arsenic pollution, Phytoremediation.