

Ảnh hưởng của hàm lượng chì (Pb) trong đất đến sinh trưởng và khả năng hấp thu Pb của cây cỏ Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.)

Phạm Thị Mỹ Phương*, Tô Thị Mai Dung, Đoàn Văn Tú, Nguyễn Ngọc Quý

Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng, Bộ Khoa học và Công nghệ, 70 Trần Hưng Đạo, phường Trần Hưng Đạo, quận Hoàn Kiếm, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 4/11/2022; ngày chuyển phản biện 8/11/2022; ngày nhận phản biện 29/11/2022; ngày chấp nhận đăng 2/12/2022

Tóm tắt:

Xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong đất bằng phương pháp sinh học đang được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi hiện nay tại Việt Nam. Nghiên cứu này đề cập đến tác động của chì (Pb) đến sinh trưởng và khả năng hấp thu nguyên tố này của cây cỏ Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.), nhằm loại bỏ Pb ra khỏi đất. Kết quả cho thấy, cây cỏ Vetiver có thể sinh trưởng được trong môi trường đất canh tác bị ô nhiễm Pb. Với hàm lượng Pb trong đất khoảng 2500 mg/kg, sau 3 tháng kể từ khi trồng khả năng tích lũy Pb trong thân lá và rễ của cây cỏ Vetiver đạt ngưỡng cao nhất (tương ứng là $42,91 \pm 1,27$ và $865,92 \pm 17,67$ mg/kg), đồng thời khả năng loại bỏ Pb ra khỏi đất của cây cỏ Vetiver cũng cao nhất ($14,23 \pm 1,23$ mg). Kết quả này cho thấy khả năng tích lũy Pb của cây cỏ Vetiver khá cao và lượng Pb được tích lũy chủ yếu tập trung ở phần rễ.

Từ khóa: chì (Pb), cỏ Vetiver, ô nhiễm kim loại nặng, tích lũy.

Chỉ số phân loại: 2.7

1. Đặt vấn đề

Cùng với ô nhiễm môi trường nước, ô nhiễm không khí, tình trạng ô nhiễm đất và thực phẩm được coi như một hệ lụy của sự phát triển kinh tế hiện tại đã và đang là vấn đề thời sự được các nhà khoa học trong và ngoài nước cũng như toàn xã hội rất quan tâm [1, 2]. Do các biện pháp vật lý và hóa học ít hiệu quả và tốn kém trong việc cải thiện vấn đề ô nhiễm, nên biện pháp sinh học, sử dụng thực vật để tách chiết, cô lập hoặc khử độc thông qua quá trình hóa - lý - sinh được xem là giải pháp phù hợp với tính khả thi cao, vừa giúp xử lý ô nhiễm hiệu quả, thân thiện với môi trường vừa có chi phí thấp [1, 2].

Trên thế giới, việc ứng dụng thực vật để xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường đã đạt được nhiều thành tựu có ý nghĩa không chỉ về mặt khoa học mà cả thực tiễn [3-5]. Thống kê cho thấy, có khoảng 400 loài cây có khả năng siêu tích lũy kim loại nặng [6]. Ở Việt Nam, việc nghiên cứu dùng thực vật trong xử lý đất và nước bị ô nhiễm cũng đã được nghiên cứu ở nhiều địa phương như Thái Nguyên, Hưng Yên, Hà Nội... [3], nhưng chủ yếu tập trung vào các vùng đất khai thác khoáng sản, nơi có mức độ ô nhiễm cao. Các vùng trồng cây ăn quả nói chung và cây cam nói riêng, nơi mà việc ô nhiễm sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến sản phẩm ăn tươi qua đó tác động xấu đến sức khỏe người tiêu dùng còn ít được quan tâm.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng hấp thu Pb của cây cỏ Vetiver để sử dụng chúng vào xử lý ô

nhiễm Pb trong đất nông nghiệp. Đây là một loài cây thuộc họ Hòa thảo *Poaceae*, có thể cao tới 3 m, bộ rễ ăn sâu nên chịu hạn rất khỏe, đồng thời có thể hút âm từ tầng đất sâu bên dưới và xuyên qua các lớp đất bị lèn chặt qua đó giảm bớt lượng nước thải thấm xuống sâu.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

- Đất ô nhiễm Pb được thu tại xã Yên Lâm, huyện Hàm Yên, tỉnh Tuyên Quang.

- Cây cỏ Vetiver: Khả năng sinh trưởng (sinh khối) và tích lũy của cây sau 3 tháng trồng trong đất có bổ sung Pb ở các nồng độ khác nhau.

- Hàm lượng Pb: Hàm lượng Pb mà cây cỏ Vetiver hấp thu được ở các nồng độ Pb bổ sung vào đất khác nhau.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp bố trí thí nghiệm:

- Đất dùng trong thí nghiệm là đất được lấy tại xã Yên Lâm, huyện Hàm Yên, tỉnh Tuyên Quang. Đất lấy ở tầng mặt 0-30 cm, làm tơi, loại bỏ xác thực vật, đá và các vật cứng sau đó trộn đều. Hàm lượng Pb bổ sung ở các công thức thí nghiệm là riêng rẽ.

- Bổ sung Pb: Thí nghiệm được bố trí với 4 công thức, tương ứng với lượng Pb khác nhau bổ sung vào các chậu thí nghiệm dưới dạng $Pb(NO_3)_2$.

*Tác giả liên hệ: Email: mpuongen@gmail.com

Study on the effect of lead (Pb) content in soil on the growth and lead (Pb) absorption of Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L.)

Thi My Phuong Pham*, Thi Mai Dung To,
Van Tu Doan, Ngoc Quy Nguyen

Institute of Regional Research and Development, Ministry of Science and Technology,
70 Tran Hung Dao Street, Tran Hung Dao Ward, Hoan Kiem District, Hanoi, Vietnam

Received 4 November 2022; revised 29 November 2022; accepted 2 December 2022

Abstract:

Treatment of heavy metal pollution in soil by a biological method is currently being studied and widely applied in Vietnam. This study concentrated on the impact of lead (Pb) on the growth of Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L.), and its capacity for lead absorption with the aim of removing them from the soil areas used for orange cultivation. Results conducted from the study showed that Vetiver grass could be grown in Pb-contaminated soil. With Pb content in soil of about 2500 mg/kg, Vetiver grass of 3 months old (from planting time) was recorded to accumulate the highest quantity of lead in its leaves and roots (42.91 ± 1.27 and 865.92 ± 17.67 mg/kg, respectively), resulting in the best ability in term of Pb contaminated removal from the soil (14.23 ± 1.23 mg). As a result, the relatively high lead accumulation of Vetiver grass mainly root system, was also reported.

Keywords: cumulative, heavy metal pollution, lead (Pb), Vetiver grass.

Classification number: 2.7

Công thức đối chứng (ĐC): Đất được lấy ở xã Yên Lâm, huyện Hàm Yên, tỉnh Tuyên Quang không bổ sung Pb.

Công thức 1 (CT1), 2 (CT2), 3 (CT3) và 4 (CT4) với các hàm lượng Pb được bổ sung tương ứng ở các mức là 1000, 2000, 2500 và 3000 mg Pb²⁺/kg đất. Cách pha như sau:

+ Hòa tan 159,92 g Pb(NO₃)₂ bằng nước cất và định mức đến 1000 ml thu được dung dịch mẹ có nồng độ Pb²⁺ là 100.000 mg/l.

+ Tiến hành phối trộn với đất thí nghiệm bằng cách lấy các thể tích dung dịch mẹ khác nhau là 25, 75, 100 và 150 ml, tương ứng với các công thức CT1, CT2, CT3 và CT4. Sau đó, các thể tích dung dịch mẹ trên được định mức bằng nước cất tới vạch 250 ml để đảm bảo sự đồng đều về độ ẩm của đất trong các trường hợp tương ứng mỗi công thức.

Đất sau khi được trộn kim loại sẽ được ủ 1 tuần trước khi đặt thí nghiệm. Mỗi công thức được lặp lại 3 lần/đợt, mỗi đợt trồng 3 tháng, có 3 đợt trồng. Mỗi chậu thí nghiệm chứa 5 kg đất khô không khí, mỗi chậu trồng 3 tếp cỏ.

- Cây được trồng trong chậu thí nghiệm là cây cỏ Vetiver đang trong thời kỳ sinh trưởng mạnh (3-4 tháng tuổi), cắt ngắn để lại phần thân dài 20 cm và phần rễ 5 cm. Giâm cỏ vào trong cát ẩm trong vòng 2 tuần trước khi đem trồng để cỏ ra rễ mới. Trồng 3 tếp cỏ vào mỗi chậu. Hàng ngày tưới nước đủ ẩm, xới đất và nhổ cỏ dại để tạo điều kiện cho cỏ Vetiver sinh trưởng, phát triển bình thường.

Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm:

- pH_{KCl}: Xác định theo TCVN 5979:2007, được đo bằng máy pH meter MH 51 của Hãng Martini (Rumani).

- Độ ẩm tổng số (N): Xác định theo TCVN 6498:1999.

- Lân tổng số (P₂O₅): Xác định theo TCVN 8940:2011.

- Xác định hàm lượng K tổng số: Phá mẫu bằng hỗn hợp dung dịch H₂SO₄ đặc và HClO₄, sau đó định lượng bằng phương pháp quang phổ Plasma ghép nối khối phổ ICP-MS.

- Dung tích trao đổi cation (mgdl/100 g đất) CEC: Xác định theo TCVN 8568:2010.

- Chất hữu cơ (OM): Xác định theo TCVN 6644:2000.

- Pb tổng số trong đất: Mẫu đất được xử lý heo hướng dẫn của EPA 3050B (1996) bằng phương pháp vô cơ hóa mẫu với HNO₃, sử dụng thiết bị phá mẫu vi sóng Mark 6 tại nhiệt độ 180°C, thời gian 45 phút. Tiến hành đo hàm lượng Pb trong dịch mẫu bằng kỹ thuật quang phổ hấp thụ nguyên tử lò Graphit (GF-AAS), sử dụng thiết bị AAS 280Z của Hãng Agilent.

- Xác định hàm lượng Pb trong cây: Mẫu cây được lấy đem về phòng thí nghiệm rửa sạch, phân ra 2 phần là thân lá và gốc, rễ. Sấy khô các mẫu trong tủ sấy ở nhiệt độ 60°C trong 2 ngày, sau đó nghiền nhỏ, qua rây 0,25 mm và trộn đều.

- Mẫu cây được xử lý heo hướng dẫn của EPA 3050B (1996) bằng phương pháp vô cơ hóa mẫu với HNO₃, sử dụng thiết bị phá mẫu vi sóng Mark 6 tại nhiệt độ 180°C trong thời gian 30 phút. Tiến hành đo hàm lượng Pb trong dịch mẫu bằng kỹ thuật GF-AAS, sử dụng thiết bị AAS 280Z của Hãng Agilent.

Các thí nghiệm đều được tiến hành với mẫu trắng và mẫu lặp để đánh giá sự nhiễm bẩn do hóa chất và môi trường xung quanh cũng như độ lặp lại của phương pháp. Kiểm tra hiệu suất thu hồi của quá trình phá mẫu bằng mẫu thêm chuẩn.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được tổng hợp, phân tích và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel.

2.4. Các chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu về khả năng sinh trưởng của cây thí nghiệm: số nhánh trên khóm, chiều cao cây, chiều dài rễ, sinh khối của cây, khả năng hấp thu Pb trong các bộ phận của cây.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong đất đến sinh khối và khả năng tích lũy Pb của cây cỏ Vetiver

Bảng 1. Một số đặc điểm lý hóa tính của đất trước khi tác động.

pH (KCl)	OM (%)	CEC (mgdl/100 g đất)	N (mg/g)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	TPCG đất	Pb _{ts} (mg/kg)
4,28	2,62	10,62	1,36	0,15	1,07	Thịt nhẹ	72,83

TPCG: thành phần cơ giới.

Kết quả bảng 1 cho thấy, thành phần cấp hạt của mẫu đất thuộc nhóm đất có thành phần cơ giới thịt nhẹ. Đất có thành phần cơ giới như vậy là thích hợp cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. pH=4,28 chứng tỏ đất nghiên cứu là đất chua, do vậy cần phải cải tạo độ chua của đất để cho cây phát triển tốt, ít bị sâu bệnh. Chất hữu cơ được xem là thành phần quan trọng nhất, đặc biệt có ý nghĩa đối với độ phì nhiêu của đất và là nơi dự trữ dinh dưỡng trong đất. Hàm lượng hữu cơ trong đất là 2,62% chỉ ở mức trung bình.

Giá trị dung tích hấp thu CEC của mẫu đất đạt 10,62 mgdl/100 g đất, được đánh giá là trung bình theo thang đánh giá. Trên các loại đất chua, giá trị CEC trong đất thường tăng cùng với sự gia tăng pH đất và hàm lượng chất hữu cơ trong đất. Chính vì vậy, việc cải tạo độ chua và bổ sung chất hữu cơ được xem như là nhân tố góp phần làm gia tăng CEC.

Nitơ là nguyên tố quyết định sinh trưởng và năng suất cây trồng, là chỉ tiêu hàng đầu đánh giá độ phì nhiêu đất. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng đạm tổng số chỉ ở mức trung bình. Hàm lượng kali tổng số trong đất đạt 1,07 chỉ ở mức trung bình. Phospho là nguyên tố rất cần thiết đối với cây trồng, có ý nghĩa về mặt dinh dưỡng cũng như khắc phục một số yếu tố độc hại của đất. Hàm lượng phospho tổng số trong mẫu ở mức cao (>0,1% P₂O₅). Hàm lượng Pb dạng tổng số là 72,83 mg/kg cao hơn gấp 1,04 lần so quy chuẩn cho phép hàm lượng Pb đối với đất nông nghiệp. Chính vì vậy, cần có các biện pháp xử lý, cải tạo để làm giảm hàm lượng Pb trong đất xuống để đất không bị ô nhiễm kim loại nặng thêm.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong đất đến sinh trưởng của cây cỏ Vetiver.

Công thức	Số nhánh/khóm	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài rễ (cm)
ĐC	5,67±0,71 ^b	116,50±5,40 ^c	70,50±3,31 ^{cd}
CT1	5,67±0,87 ^b	119,23±5,65 ^c	71,76±4,07 ^d
CT2	6,33±0,71 ^c	110,82±5,37 ^{bc}	67,38±3,21 ^{bc}
CT3	6,89±0,78 ^d	108,70±5,30 ^b	65,73±3,48 ^b
CT4	4,44±0,53 ^a	98,84±4,74 ^a	62,26±2,76 ^a
p	<0,05	<0,05	<0,05

Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái đi kèm khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất 95% theo phân tích Duncan.

Quá trình sinh trưởng của cây cỏ Vetiver (thể hiện ở bảng 2) được ghi nhận ở tất cả các công thức thí nghiệm nhưng với mức độ khác nhau liên quan đến hàm lượng Pb bổ sung. Cụ thể: ở công thức ĐC số nhánh ban đầu là 5,67, khi bổ sung thêm Pb vào đất với hàm lượng 1000-2500 mg/kg, số nhánh tăng lên, đạt 6,89 nhánh/khóm. Khi hàm lượng Pb bổ sung 3000 mg/kg, số nhánh giảm xuống còn 4,44 nhánh/khóm. Về chiều cao cây, với hàm lượng bổ sung Pb ở 1000 mg/kg, chiều cao đạt 119,23 cm, tăng 2,34% so với ĐC. Tiếp tục tăng hàm lượng Pb lên 2000-3000 mg/kg, chiều cao cây giảm xuống 4,88-15,16% so với ĐC. Đối với chỉ tiêu chiều dài rễ, CT1 (1000 mg/kg) tăng thêm 1,26 cm so với ĐC, còn khi tăng nồng độ Pb cao hơn, chiều dài rễ của cây giảm xuống 4,43-11,69% so với ĐC. Điều này chứng tỏ Pb có tác động đến sinh trưởng của cây cỏ Vetiver, nhưng với hàm lượng Pb không quá cao (khoảng 1000 mg/kg - CT1) sự ảnh hưởng là không đáng kể.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong đất đến khả năng tích lũy Pb của cây cỏ Vetiver

Khả năng xử lý Pb trong đất ô nhiễm của cỏ Vetiver được đánh giá thông qua đo lường lượng Pb tích lũy trong phần thân lá và rễ cây thu được, kết quả được thể hiện ở bảng 3.

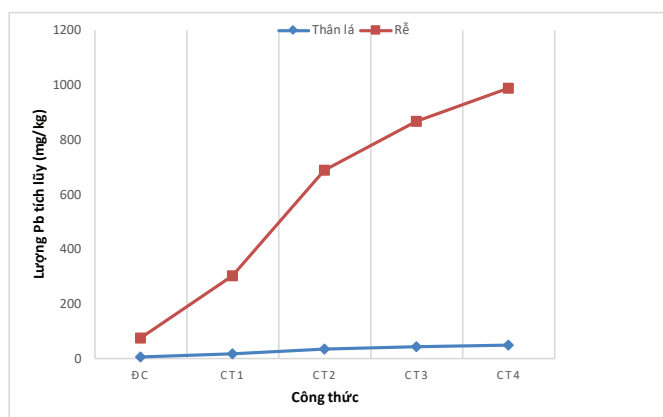
Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong đất đến sinh khối trong phần thân lá, rễ và khả năng tích lũy Pb của cây cỏ Vetiver.

Công thức	Sinh khối (g)			Tích lũy Pb (mg/kg)		Lượng Pb tích lũy trong cây (mg/chậu)
	Thân lá	Rễ	Tổng	Thân lá	Rễ	
ĐC	29,85±3,15 ^c	19,72±1,71 ^d	49,57±3,63 ^c	6,15±0,17	75,55±3,71	1,67±0,10
CT1	29,96±2,78 ^c	19,82±2,47 ^d	49,78±2,74 ^c	15,57±0,68	301,82±10,57	6,44±0,72
CT2	26,12±1,92 ^b	15,56±1,21 ^b	41,68±2,66 ^b	34,35±0,85	688,82±24,95	11,62±1,03
CT3	25,75±2,49 ^b	15,15±1,31 ^b	40,91±2,74 ^b	42,91±1,27	865,92±17,67	14,23±1,23
CT4	20,85±1,91 ^a	11,86±1,20 ^a	32,70±2,25 ^a	48,73±1,33	985,71±41,85	11,51±1,05
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái đi kèm khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất 95% theo phân tích Duncan.

Nhìn tổng quát, sinh khối của phần thân, lá và phần rễ có xu hướng tỷ lệ nghịch với hàm lượng Pb bổ sung vào đất, trong đó CT4 có giá trị nhỏ nhất và sai khác có ý nghĩa thống kê so với các công thức còn lại; CT2 và CT3 gần tương đương nhau và thấp hơn có ý nghĩa so với 2 công thức có giá trị gần như nhau là ĐC và CT1. Tuy nhiên, do hàm lượng Pb trong đất khác nhau nên khả năng tích lũy Pb trong phần thân lá và rễ tương ứng của các công thức khác nhau cũng khác nhau.

Ở tất cả các công thức thí nghiệm, hàm lượng Pb tích lũy trong rễ của cây cỏ Vetiver cao hơn rất nhiều so với phần thân lá, trong đó CT3 (bổ sung vào đất 2500 mg/kg Pb) có hàm lượng Pb được tích lũy trong cây có giá trị cao nhất ($14,23 \pm 1,23$ mg với $42,91 \pm 1,27$ mg/kg phần thân lá và $865,92 \pm 17,67$ mg/kg ở phần rễ). Khi hàm lượng Pb được bổ sung tăng lên 3000 mg/kg (CT4), khả năng tích lũy Pb trong thân lá và rễ tính trên một đơn vị khối lượng (kg) cũng tăng lên tương ứng là $48,73 \pm 1,33$ và $985,71 \pm 41,85$ mg/kg (bảng 3 và biểu đồ 1). Tuy nhiên, do cây phát triển chậm hơn, sinh khối giảm nên lượng Pb được tích lũy trong cây giảm xuống còn $11,51 \pm 1,05$ mg (biểu đồ 1).



Biểu đồ 1. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong đất đến lượng tích lũy Pb trong thân lá và rễ cây cỏ Vetiver.

4. Kết luận

1. Cây cỏ Vetiver có khả năng sinh trưởng trong môi trường đất canh tác bị ô nhiễm Pb nhưng bị ảnh hưởng bởi hàm lượng Pb bổ sung vào đất trồng, nếu bổ sung vào đất 3000 mg Pb²⁺/kg đất, sinh khối cây giảm 34,03% so với đối chứng.

2. Hiệu quả loại bỏ Pb trong đất thông qua khả năng hấp thụ vào cây của cây cỏ Vetiver là khá tốt, trong đó khả năng tích lũy Pb ở rễ cao hơn phần thân lá. Khả năng loại bỏ Pb lớn nhất ở công thức bổ sung 2500 mg Pb²⁺/kg đất (CT3), đạt $14,23 \pm 1,23$ mg Pb, có thể sử dụng vào thực tiễn sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T.T.D. Hien, N.T.T. Mi (2021), "Comparison of sunflower mv-005 and vetiver grass in soil decontamination and evaluation of the effective micro-organisms amendment in phytoremediation", *Journal of Science, Technology and Food*, **21(2)**, pp.53-61 (in Vietnamese).
- [2] P.T.M. Phuong (2014), *Report on The Topic at The Ministry of Science and Technology Level "Research on Application of Biological Measures to Treat Heavy Metal Pollution (Cd, Pb, As) in Soil for Specialized Vegetable Growing Areas"*, Institute for Regional Research and Development (in Vietnamese).
- [3] N. Girija, M.M. Nair, S. Lakshmi, et al. (2016), "Phytoremediation potential of *Vetiver zizanioides*: A green technology to remove pollutants from Pampa river by hydroponic technique", *Indian Journal of Advances in Chemical Science*, **4(4)**, pp.464-468.
- [4] S. Sharma, S. Tiwari, A. Hasan, et al. (2018), "Recent advances in conventional and contemporary methods for remediation of heavy metal-contaminated soils", *Biotech.*, **8(4)**, pp.216-233, DOI: 10.1007/s13205-018-1237-8.
- [5] O.B. Ojuederie, O.O. Babalola (2017), "Microbial and plant-assisted bioremediation of heavy metal polluted environments: A review", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **14(12)**, pp.1504-1529, DOI: 10.3390/ijerph14121504.
- [6] M.M. Hasan, M.N. Uddin, I. Ara-Sharmeen, et al. (2019), "Assisting phytoremediation of heavy metals using chemical amendments", *Plants*, **8(9)**, pp.295-310, DOI: 10.3390/plants8090295.