

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG ZEOLITE TỰ NHIÊN, THAN SINH HỌC VÀ PHÂN RƠM ĐỂ HẠN CHẾ TÍCH LŨY KIM LOẠI NẶNG CHÌ VÀ CADIMI TRONG RAU ĂN LÁ DO SỬ DỤNG NƯỚC TƯỚI Ô NHIỄM

Nguyễn Thị Giang¹, Nguyễn Thị Ngọc Dinh¹, Nguyễn Thị Phương¹, Nguyễn Thị Hằng Nga²

Tóm tắt: Ô nhiễm nước trên các hệ thống thủy lợi đã ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng nông sản. Bài báo này đề cập đến giải pháp sử dụng một số vật liệu khoáng sét zeolite, than sinh học và phân rơm để hạn chế tích lũy kim loại nặng Pb và Cd trong rau ăn lá do sử dụng nước tưới ô nhiễm góp phần nâng cao chất lượng nông sản an toàn và bảo vệ sức khỏe cộng đồng. Nghiên cứu đã thực hiện các thí nghiệm trong nhà lưới với nguồn nước tưới giả định nồng độ ô nhiễm Pb 0,5ppm và Cd 0,1ppm, đối tượng cây trồng gồm rau cải và mồng tơi, trồng 03 vụ liên tiếp. Các chất phối trộn vào đất gồm zeolite, than sinh học và phân rơm. Kết quả cho thấy bổ sung 3% zeolite đã làm giảm 39,9-46,7% hàm lượng Pb và 57,1-62,5% hàm lượng Cd di động trong đất. Bổ sung 5% than sinh học và phân rơm làm giảm 19,48-21,47 % hàm lượng Pb và 37,61-39,47% hàm lượng Cd di động trong đất. Tỷ lệ phối trộn khoáng sét zeolite 2-3% (400-600 kg/ha) đã làm giảm tích lũy của Pb khoảng 60,3-70,5% và Cd khoảng 60,3-70,5% trong lá rau cải và mồng tơi. Tỷ lệ phối trộn phân rơm và than sinh học 5% (100 kg/ha) có thể giảm được 40-45% tích lũy Pb và 45-50 % tích lũy Cd trong lá rau.

Từ khóa: Chất lượng nước tưới, kim loại nặng, khoáng sét, than sinh học, phân rơm.

1. MỞ ĐẦU

Theo báo cáo của Tổng cục Thủy lợi về an ninh nguồn nước (2019), thì nhiều hệ thống công trình thủy lợi của cả nước có nguồn nước tưới không đảm bảo. Số liệu giám sát, đo đạc chất lượng nước của Tổng cục Thủy lợi trong 10 năm gần đây cho thấy, nhiều tuyến kênh chính của các hệ thống lớn như Bắc Hưng Hải, Bắc Nam Hà, Bắc Đuống... đều bị ô nhiễm. Một số chỉ tiêu chất lượng nước tăng hơn 5-10 lần so với trước đây, vượt nhiều lần so với giới hạn cho phép của QCVN 08:2015/BTNMT, nồng độ COD tăng từ 10-30 mg/l (năm 2010) đến 70-90 mg/l (năm 2020); BOD₅ tăng từ 5-15 mg/l đến 45-65 mg/l; ở một số khu vực, hàm lượng. Kim loại nặng trong nước tưới vượt giới hạn cho phép 4,0 -5,5 lần. Bên cạnh việc sử dụng phân bón và hóa chất bảo vệ thực vật không phù hợp, nước tưới ô nhiễm

trong các hệ thống thủy lợi cũng đã làm cho sản phẩm rau xanh cũng như môi trường canh tác bị ô nhiễm độc chất, đặc biệt là các kim loại nặng (Phạm Thị Mỹ Phương, 2017). Các kim loại độc hại gây ô nhiễm môi trường như chì, cadimi, thủy ngân, asen luôn có nguy cơ cao đối với sức khỏe (Carolin et al. 2017). Do đó, việc nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu tích lũy ô nhiễm kim loại nặng trong rau ăn lá là hết sức cần thiết.

Đã có nhiều nghiên cứu trên Thế giới và Việt Nam đề cập đến các giải pháp nhằm giảm thiểu tích lũy ô nhiễm kim loại nặng trong đất và nông sản như sử dụng phân phân rơm nhằm cung cấp thêm chất dinh dưỡng cần thiết cho vi sinh vật hấp phụ kim loại nặng (Golomeova, 2017), lợi dụng thực vật là loài cỏ hoang để giảm thiểu ô nhiễm kim loại nặng trong đất (Barceló J. và Poschenrieder C., 2003). Một số tác giả đã sử dụng zeolite tự nhiên đã qua sơ chế dạng aluminosilicate ngâm nước để xử lý kim loại nặng Pb chứa trong bùn thải với hiệu quả cao (Nguyễn

¹ Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Trường Đại học Thủy lợi

Thị Thủy, 2010). Với độc tính mạnh, khả năng lan truyền nhanh, các độc chất kim loại nặng là nguyên nhân gây ra nhiều vụ nhiễm độc thực phẩm ở người, thậm chí tạo ra các bệnh ung thư nguy hiểm (Hassaan và cs., 2016). Trước thực trạng ô nhiễm nước trên các hệ thống thủy lợi hiện nay, việc tiếp tục nghiên cứu các vật liệu nhằm hạn chế sự di chuyển của chất ô nhiễm vào cây trồng rất cần được thực hiện sớm. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm góp phần cải thiện ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường đất và nước, đảm bảo chất lượng nông sản an toàn và sức khỏe cộng đồng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Khoáng sét zeolite được sử dụng trong nghiên cứu dạng bột đường kính hạt trung bình <0.01mm,

có nguồn gốc từ mỏ khoáng sản ở Tam Bô, Di Linh, Lâm Đồng, do công ty thương mại cung cấp. Vật liệu có pH 6,86, dung tích trao đổi cation (CEC) là 99,02 cmol_c kg⁻¹.

Than sinh học: Được sử dụng trong thí nghiệm là loại tro trấu được hun theo cách truyền thống, nhiệt độ hun vào khoảng 400– 550 °C. Vật liệu có pH kiềm yếu (7,62), dung tích trao đổi cation (CEC) thấp 11,82 cmol_c kg⁻¹.

Phân rơm sử dụng để phối trộn trong thí nghiệm là loại phân sử dụng các nguyên liệu rơm rạ, trộn chế phẩm sinh học Emuniv và ủ trong 1 tháng. Vật liệu có pH kiềm yếu (7,18), dung tích trao đổi cation (CEC) là 18,73 cmol_c kg⁻¹.

Thành phần hóa học của vật liệu có thành phần Si cao (32,43%, 82,9% và 70,6%) (bảng 1).

Bảng 1. Đặc tính hóa học của các mẫu vật liệu

Mẫu	pH	EC/ dS m ⁻¹	CEC/ cmol _c kg ⁻¹	Thành phần hóa học (%) của các mẫu vật liệu						
				Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	PbO	CdO
Zeolite	6,86	0,04	99,02	36,68	32,43	12,86	5,71	3,28	0	0
Than sinh học	7,62	0,01	11,82	0	82,9	1,23	1,24	3,28	1,12	0,05
Rơm rạ	7,18	0,01	18,73	0,02	70,6	2,08	2,36	4,14	2,18	0,41

(Nguồn: PTN Đất, nước, môi trường, Trường Đại học Thủy lợi, 2020)

Đất nền thí nghiệm: Đất phù sa trung tính đồng bằng sông Hồng (Eutric Fluvisols), được lấy ở độ sâu 0-20cm tại cánh đồng số 4 thuộc khu thí nghiệm đồng ruộng của Học viện Nông nghiệp Việt Nam, xã Trâu Quỳ, huyện Gia Lâm, Hà Nội. Đất được lấy từ nhiều vị trí khác nhau ở độ sâu 0-30cm. Đất được phơi khô không khí, loại bỏ sỏi đá, rễ và lá cây. Đất thí nghiệm có thành phần cơ giới thịt trung bình, đất ít chua (pH_{KCl} 6,4), dung tích trao đổi cation CEC 17,8 meq/100g; giàu chất hữu cơ (OM 2,53%); Hàm lượng P₂O_{5ts} là 0,29%; K₂O_{ts} là 1,8%; Hàm lượng N_{ts} là 0,17%. Hàm lượng Cd và Pb tổng số trong đất là 0,53 và 14,94 mg/kg.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 16 công thức, bố trí theo khối

ngẫu nhiên hoàn toàn, tại khu nhà lưới có mái che của khoa Quản lý đất đai, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Mỗi công thức thí nghiệm được lặp lại 3 lần (03 chậu), mỗi chậu (hình lục giác cạnh 15cm) chứa 4 kg đất và trồng 2 cây. Đất nền được trộn với các vật liệu (zeolite, phân rơm và than sinh học) theo từng công thức cho sẵn vào chậu trước khi trồng rau 15 ngày (Bradl H B, 2002).

Thí nghiệm được bố trí trồng liên tục 3 vụ với 2 loại rau ăn lá là cải xanh và mồng tơi. Lượng phân bón cho rau theo tỷ lệ 60 kg N + 60 kg P₂O₅ + 35 kg K₂O (kg/ha).

Nước tưới thí nghiệm: Sử dụng dung dịch Pb nồng độ 0,5ppm và Cd nồng độ 0,1ppm được pha bằng nước sạch với muối Pb(NO₃)₂ và Cd(NO₃)₂. Dung dịch được đựng trong thùng pha và sử dụng trong ngày.

Bảng 2. Mô tả các công thức thí nghiệm

Tỷ lệ phối trộn	Loại rau	Công thức	Loại rau	Công thức
Đất nền không bổ sung vật liệu	Rau cải	T1	Mồng toi	T9
Đất nền + zeolite 1% (khoảng 200 kg/ha)	Rau cải	T2	Mồng toi	T10
Đất nền + zeolite 2% (khoảng 400 kg/ha)	Rau cải	T3	Mồng toi	T11
Đất nền + zeolite 3% (khoảng 600 kg/ha)	Rau cải	T4	Mồng toi	T12
Đất nền + than sinh học 2,5% (khoảng 100 kg/ha)	Rau cải	T5	Mồng toi	T13
Đất nền + than sinh học 5% (khoảng 200 kg/ha)	Rau cải	T6	Mồng toi	T14
Đất nền + phân rom 2,5% (khoảng 100 kg/ha)	Rau cải	T7	Mồng toi	T15
Đất nền + phân rom 5% (khoảng 200 kg/ha)	Rau cải	T8	Mồng toi	T16

2.2.2. Lấy mẫu, bảo quản và phân tích mẫu

a. Lấy mẫu và xử lý mẫu

Mẫu đất được lấy ngẫu nhiên trên toàn khối đất sau đó trộn đều và phơi khô không khí. Phương pháp lấy mẫu, bảo quản và xử lý mẫu đất áp dụng theo các tiêu chuẩn: TCVN 7538-2:2005 (ISO 10381-2:2002) về Chất lượng đất - Lấy mẫu - Phần 2: Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu. Mẫu rau được lấy trước khi thu hoạch 1 ngày, lấy phần ăn được của các loại rau, đựng trong các túi nilon mang về phòng thí nghiệm. Phương pháp lấy mẫu rau được thực hiện theo TCVN 9016:2011. Mẫu rau được loại bỏ phần bị hỏng, rửa sạch đất sau đó cân khối lượng tươi, và sấy khô ở nhiệt độ 70°C trong 48h đến khi khối lượng không đổi. Sau đó được nghiền nhỏ bằng cối sứ, rây qua rây 1mm, trộn đều và cất trong túi nilon, bảo quản lạnh đến khi phân tích.

b. Phân tích mẫu

Mẫu đất: pH được đo bằng phương pháp điện cực trong dung dịch KCl 1N (ISO 10390, 2005); chất hữu cơ tổng số (OM) xác định bằng phương pháp Walkley - Black (TCVN 8941:2011); Nts, P₂O_{5ts}, K₂O_{ts} được xác định theo TCVN 6498:1999; TCVN 8940:201; và TCVN 8660:2011. Kim loại nặng được xác định theo TCVN 6496:2009. Xác định kim loại nặng tổng số trong dịch chiết đất (chiết bằng dung dịch acid đậm đặc H₂SO₄ và HClO₄ tỷ lệ 1:16 trong bộ phá mẫu Kendahl) và kim loại nặng dễ tiêu trong dịch chiết đất (chiết bằng dung dịch EDTA 0,01M và (NH₄)₂CO₃ 1M với pH 8,6, sử

dụng máy li tâm trong 30 phút, tốc độ 180 vòng/phút) (Trierweiler và Lindsay, 1969) bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử (AAS), thiết bị Savant sigma, lò graphit.

Mẫu rau: Kim loại nặng được xác định theo TCVN 7766:2007 bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử (AAS). Quá trình chiết kim loại nặng từ mẫu rau được thực hiện theo phương pháp của tác giả Huang và cộng sự 2004.

2.2.3. Xử lý thống kê

Sử dụng chương trình ANOVA, tính độ sai khác có ý nghĩa LSD và độ biến thiên CV. Các thí nghiệm được thực hiện ba lần và kết quả được trình bày dưới dạng trung bình của 03 mẫu lặp.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của khoáng sét zeolite, than sinh học và phân rom đến hàm lượng Pb và Cd dễ tiêu trong đất

Mức độ và khả năng hút thu của cây đối với kim loại nặng (KLN) trong đất phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường đất và các dạng tồn tại trong đất của KLN (Takashi, 2016, Phan Quốc Hưng, 2011). Dạng dễ tiêu của Pb và Cd do không kể đến hàm lượng bị hấp thụ chặt trong tinh thể Si (là dạng mà cây trồng rất khó sử dụng) được nghiên cứu sử dụng để đánh giá khả năng hút thu và tích lũy Pb và Cd trong rau. Kết quả thay đổi tính linh động của Pb và Cd thể hiện qua kết quả phân tích Pb và Cd dễ tiêu khi trộn vào đất các vật liệu tự nhiên gồm zeolite, than sinh học và phân rom qua 03 vụ cây trồng được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích Pb và Cd dễ tiêu trong đất qua các công thức thí nghiệm

Đơn vị: mg/kg đất khô

Loại rau	Công thức	Vụ 1		Vụ 2		Vụ 3	
		Pb _{dt}	Cd _{dt}	Pb _{dt}	Cd _{dt}	Pb _{dt}	Cd _{dt}
Cải xanh	T1	6,52	0,24	8,79	0,38	11,36	0,51
	T2	5,12	0,18	7,35	0,26	8,32	0,37
	T3	4,18	0,15	6,42	0,21	7,15	0,26
	T4	3,48	0,09	5,11	0,15	6,82	0,21
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,06</i>	<i>0,03</i>	<i>0,16</i>	<i>0,05</i>	<i>0,09</i>	<i>0,04</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>0,60</i>	<i>8,60</i>	<i>1,20</i>	<i>8,00</i>	<i>0,50</i>	<i>6,50</i>
	T5	5,92	0,22	7,56	0,29	10,42	0,39
	T6	5,25	0,19	6,48	0,22	7,15	0,32
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,59</i>	<i>0,08</i>	<i>0,87</i>	<i>0,09</i>	<i>2,55</i>	<i>0,03</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>4,50</i>	<i>7,60</i>	<i>5,10</i>	<i>8,60</i>	<i>8,00</i>	<i>2,90</i>
	T7	5,96	0,23	7,36	0,31	9,98	0,39
	T8	5,12	0,18	6,52	0,23	8,33	0,33
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,43</i>	<i>0,09</i>	<i>0,52</i>	<i>0,09</i>	<i>2,09</i>	<i>0,06</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>3,20</i>	<i>8,90</i>	<i>3,00</i>	<i>8,50</i>	<i>8,20</i>	<i>6,60</i>
Mồng tơi	T9	6,56	0,25	8,98	0,38	11,88	0,48
	T10	5,43	0,16	7,26	0,26	8,87	0,37
	T11	4,46	0,13	6,39	0,21	7,06	0,26
	T12	3,42	0,08	5,23	0,11	5,84	0,17
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,19</i>	<i>0,04</i>	<i>0,08</i>	<i>0,05</i>	<i>0,18</i>	<i>0,07</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>1,80</i>	<i>8,40</i>	<i>0,60</i>	<i>7,20</i>	<i>1,10</i>	<i>8,60</i>
	T13	5,76	0,21	7,32	0,28	10,67	0,41
	T14	5,43	0,17	6,42	0,24	7,26	0,34
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>1,59</i>	<i>0,06</i>	<i>0,71</i>	<i>0,06</i>	<i>0,49</i>	<i>0,06</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>8,30</i>	<i>7,90</i>	<i>4,20</i>	<i>8,60</i>	<i>2,20</i>	<i>6,60</i>
	T15	5,62	0,21	7,44	0,29	10,12	0,36
	T16	5,06	0,17	6,43	0,21	8,47	0,35
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,69</i>	<i>0,06</i>	<i>0,70</i>	<i>0,11</i>	<i>1,07</i>	<i>0,05</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>5,10</i>	<i>7,90</i>	<i>4,00</i>	<i>8,00</i>	<i>4,60</i>	<i>5,10</i>

(Nguồn: PTN Đất, nước, môi trường, Trường Đại học Thủy lợi, 2021)

Kết quả nghiên cứu cho thấy zeolite tự nhiên có khả năng giảm tính linh động của Pb và Cd trong đất. Ở công thức bổ sung 1% zeolite, Pb_{dt} và Cd_{dt} còn 5,12 và 0,18 mg/kg, giảm được khoảng 20%. Khi tăng hàm lượng bổ sung zeolite lên 2% trong đất, Pb_{dt} và Cd_{dt} giảm còn 4,18 và 0,15 mg/kg (khoảng 30%). Khi tăng hàm lượng zeolite lên 3%, Pb_{dt} và Cd_{dt} còn 3,48 và 0,09 mg/kg

(46,7% và 62,5% so với công thức đối chứng không sử dụng zeolite) trong vụ thứ 1. Kết quả của vụ thứ 2 và 3, hàm lượng Pb_{dt} và Cd_{dt} đều có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng zeolite. Tuy nhiên, hiệu quả hạn chế tính linh động trong đất giảm đi khi hàm lượng tích lũy trong đất tăng lên. Ở vụ thứ 2, hiệu quả giảm tính linh động của Pb và Cd là 41,8% và 60,5% và đến vụ thứ 3 giảm

xuống 39,9% và 57,1%. Như vậy, trong các công thức bổ sung zeolite thì đều hạn chế được mức độ linh động của Pb và Cd, mặc dù hiệu quả giảm dần khi hàm lượng tích lũy trong đất tăng lên.

Lượng nước tưới được sử dụng trong mỗi vụ trung bình 10 l/chậu, nước tưới có nồng độ Pb 0,5ppm và Cd 0,1ppm. Ở công thức đối chứng, do

được tưới liên tục bằng nước nhiễm Pb, Cd và không bổ sung thêm vật liệu nên cả hàm lượng dễ tiêu và tổng số của Pb và Cd cũng tăng lên ở các vụ thứ 2 và 3. Đất trồng rau cải có Pb_{ts} (19,72mg/kg), Cd_{ts} (0,77mg/kg) và đất trồng mồng tơi có Pb_{ts} (19,73mg/kg), Cd_{ts} (0,78mg/kg) sau vụ thứ 3, cao hơn vụ 2 và vụ 1.

Bảng 4. Kết quả phân tích Pb và Cd (công thức đối chứng)

Đơn vị: mg/kg đất khô

Loại rau	Dạng	Vụ 1		Vụ 2		Vụ 3	
		Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Rau cải	Dễ tiêu (Pb _{dt} , Cd _{dt})	6,52	0,24	8,79	0,38	11,36	0,51
	Tổng số (Pb _{ts} , Cd _{ts})	14,91	0,52	17,88	0,67	19,72	0,77
Mồng tơi	Dễ tiêu (Pb _{dt} , Cd _{dt})	6,56	0,25	8,98	0,38	11,88	0,48
	Tổng số (Pb _{ts} , Cd _{ts})	14,94	0,53	17,92	0,68	19,73	0,78

(Nguồn: PTN Đất, nước, môi trường, Trường Đại học Thủy lợi, 2021)

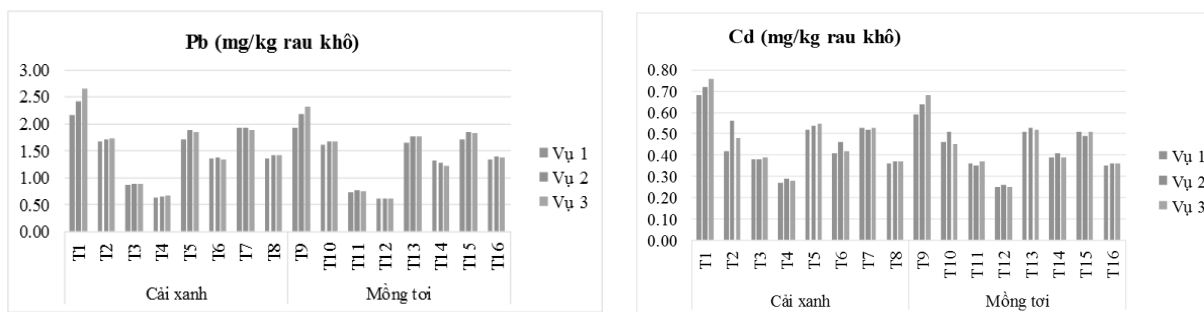
Sử dụng than sinh học và phân rơm cũng có khả năng hạn chế tính linh động của Pb và Cd trong đất, nhưng hiệu quả thấp hơn so với sử dụng zeolite. Sử dụng than sinh học và phân rơm ở tỉ lệ 2,5%, sẽ giảm được dưới 10% và khoảng 13,9-16,3% tính linh động của Pb và Cd, khi bổ sung tăng lên đến 5% than sinh học và phân rơm thì hiệu quả giảm tính linh động cao hơn, đạt khoảng 19,48-21,47 % đối với Pb và 37,6-39,47% đối với Cd trong vụ thứ 1 và xu hướng tương tự cũng đạt được ở các vụ thứ 2 và 3. Kết quả này có xu hướng tương tự với kết quả của một số tác giả như Senad Murtic và cộng sự, 2020 đã thử nghiệm bón zeolite và pyrophyllite cho đất bị ô nhiễm kim loại nặng trong khu khai thác mỏ tại Serbia. tác giả Lou et al. (2008), Xu et al. (2012) và Liu, 2011) đã thử nghiệm dùng montmorillonite, zeolite, kaolinite và các loại khoáng sét khác để cải tạo đất bị nhiễm kim loại nặng Cu²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, and Cr³⁺, cũng cho thấy hiệu quả giảm tính linh động của các KLN này trong đất. Ngoài ra, kết quả cũng tương đồng với một số các nghiên cứu trước đây, chỉ ra hiệu quả của zeolite, than sinh học và phân rơm trong việc giảm thiểu tích lũy kim loại nặng trong đất (Misaelise, 2011; Boros-Lajszner, 2017),

nghiên cứu này cũng khuyến cáo là không nên sử dụng tỉ lệ phối trộn cao đối với zeolite vì khoáng sét này có thể ảnh hưởng đến khả năng linh động của các hợp chất dinh dưỡng như N, P, K ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng của cây trồng.

3.2. Ảnh hưởng của zeolite, than sinh học và phân rơm đến tích lũy Pb và Cd trong rau ăn lá do sử dụng nước tưới ô nhiễm

Như kết quả đã phân tích ở phần trên, zeolite, than sinh học và phân rơm đã hạn chế được tính linh động của Pb và Cd trong đất do vậy đã hạn chế tích lũy pb và Cd vào trong rau khi sử dụng nước tưới ô nhiễm. Kết quả được thể hiện trong hình 1 và bảng 5.

Nồng độ Pb và Cd trong rau được trồng trên đất không phối trộn vật liệu (công thức đối chứng) cao hơn so với các công thức có trộn thêm zeolite, than sinh học và phân rơm. Hàm lượng Pb và Cd trong rau lần lượt là 2,17 và 0,68 mg/kg ở vụ thứ 1 và tăng dần ở vụ thứ 2 và 3 do hàm lượng Pb_{dt} và Cd_{dt} trong đất tăng lên. Mặc dù có sự chênh lệch nhỏ giữa số liệu phân tích của công thức trồng rau cải và mồng tơi, nhưng kết quả xử lý thống kê cho thấy không có sự sai khác ý nghĩa giữa 2 loại cây này.



Hình 1. Hàm lượng Pb và Cd trong rau

Bảng 5. Kết quả phân tích hàm lượng kim loại nặng trong rau ăn lá

Đơn vị: mg/kg rau khô

Loại rau	Công thức	Vụ 1		Vụ 2		Vụ 3	
		Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Cải xanh	T1	2,17	0,68	2,42	0,72	2,65	0,76
	T2	1,68	0,42	1,71	0,56	1,73	0,48
	T3	0,86	0,38	0,88	0,38	0,89	0,39
	T4	0,64	0,27	0,66	0,29	0,67	0,28
	$LSD_{0,05}$	0,09	0,02	0,09	0,02	0,08	0,04
	$CV (%)$	3,30	2,40	3,00	1,80	2,80	3,60
	T5	1,71	0,52	1,89	0,54	1,85	0,55
	T6	1,36	0,41	1,38	0,46	1,34	0,42
	$LSD_{0,05}$	0,06	0,10	0,09	0,11	0,10	0,04
	$CV (%)$	1,60	8,20	2,20	8,70	2,30	3,40
	T7	1,92	0,53	1,93	0,52	1,88	0,53
	T8	1,36	0,36	1,41	0,37	1,41	0,37
	$LSD_{0,05}$	0,07	0,04	0,10	0,08	0,06	0,06
	$CV (%)$	1,70	3,20	2,20	6,50	1,50	5,10
Mồng tơi	T9	1,93	0,59	2,19	0,64	2,32	0,68
	T10	1,62	0,46	1,68	0,51	1,67	0,45
	T11	0,74	0,36	0,78	0,35	0,76	0,37
	T12	0,61	0,25	0,62	0,26	0,62	0,25
	$LSD_{0,05}$	0,07	0,08	0,08	0,04	0,01	0,10
	$CV (%)$	2,90	7,70	2,90	4,90	2,70	7,00
	T13	1,65	0,51	1,77	0,53	1,77	0,52
	T14	1,33	0,39	1,28	0,41	1,22	0,39
	$LSD_{0,05}$	0,03	0,02	0,08	0,07	0,08	0,09
	$CV (%)$	0,70	1,80	0,20	5,90	2,00	7,10
	T15	1,71	0,51	1,85	0,49	1,83	0,51
	T16	1,34	0,35	1,39	0,36	1,38	0,36
	$LSD_{0,05}$	0,10	0,09	0,06	0,08	0,07	0,10
	$CV (%)$	2,50	8,10	1,40	7,50	1,60	8,10

(Nguồn: PTN Đất, nước, môi trường, Trường Đại học Thủy lợi, 2021)

Việc bổ sung zeolite với tỷ lệ 2% và 3% (tương đương 400, 600 kg/ha) làm giảm đáng kể Pb và Cd tích lũy trong rau. Sử dụng liều lượng khoáng sét càng cao thì tác dụng càng thể hiện rõ. Kết quả thí nghiệm ở cả 3 vụ cây trồng cho thấy, khi bổ sung 1% zeolite vào đất sẽ giảm được 20-30% tích lũy vào rau so với đối chứng, sử dụng zeolite 2-3% tương đương với 400- 600 kg/ha cho hiệu quả cao hơn, giảm được 60,3-70,5% lượng tích lũy Pb và 48,4-60,1 % tích lũy Cd trong rau cải và mồng toi. So với than sinh học và phân rơm, zeolite có hiệu quả cao nhất để hạn chế tích lũy Pb và Cd trong rau ăn lá.

Sử dụng than sinh học cũng hạn chế tích lũy ô nhiễm Pb và Cd trong rau. Khi sử dụng tỉ lệ 2,5% phối trộn vào đất làm giảm khả năng tích lũy Pb và Cd trong rau cải và mồng toi từ 18-25% so với đối chứng. Tích lũy Pb và Cd có thể giảm tới 45-50% nếu tăng tỉ lệ than sinh học lên 5%. Phân rơm cũng có khả năng giảm tích lũy Pb và Cd vào cây, giảm được 20-25 % với công thức bổ sung 2,5%, và có thể hạn chế được khoảng 40-45% so với đối chứng nếu sử dụng tỉ lệ phân rơm 5%. Kết quả này có sự phù hợp với các nghiên cứu trước đây (Esmaili và cộng sự, 2019, Chalyaraksa và Tumtong, 2019). Kết quả xử lý thống kê cho thấy sự sai khác giữa kết quả thí nghiệm của công thức phối trộn than sinh học và phân rơm không có ý nghĩa thống kê, do vậy có thể kết luận rằng sử dụng phân rơm hoặc than sinh học với tỉ lệ phối trộn 5% đều được khuyến cáo áp dụng.

Zeolite, than sinh học và phân rơm có thể giảm tính linh động của kim loại nặng Pb và Cd trong đất và hạn chế được tích lũy độc tố trong rau ăn lá được giải thích do cấu trúc tinh thể Si của khoáng sét và cốt Si trong tro trấu và rơm rạ, ngoài ra còn phụ thuộc vào cơ chế của quá trình trao đổi ion trong đất khi bổ sung những loại vật liệu này. Cụ thể là zeolite là các khoáng chất aluminosilicat ngậm nước tự nhiên được đặc trưng bởi các tứ diện SiO_4 và AlO_4 liên kết với nhau bằng các nguyên tử O_2 . Cấu trúc tinh thể Aluminosilicat mang điện tích âm và do đó hút các cation dương

như natri (Na^+), kali (K^+), canxi (Ca^{2+}) và magiê (Mg^{2+}) để bù đắp sự mất cân bằng điện tích. Các cation này có thể trao đổi với Pb và Cd trong dung dịch đất (Golomeova và Zendelska, 2016, Gadepalle và cộng sự, 2007, Brozou và cộng sự, 2018). Ngoài ra, zeolite đã góp phần nâng tính đệm cho đất, giá trị pH tăng làm giảm tính di động của kim loại nặng trong đất và cây trồng do kim loại nặng tồn tại ở các pha cố định nhiều hơn (Senad Murtic, 2020). Bên cạnh đó, kết quả thí nghiệm tính chất vật liệu cho thấy zeolite có dung tích trao đổi cation lớn ($\text{CEC } 99,02 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$) và thành phần tinh thể khoáng có chứa Si (32,43%) và Al (36,68%), nên có khả năng giữ được các cation kim loại trên bề mặt khoáng sét (Golomeova and Zendelska, 2016). Trong khi đó, CEC của than than sinh học chỉ đạt 11,82 và phân rơm là 18,73 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$. Cũng theo giải thích của tác giả Trần Công Tấu và cộng sự (1986), axit silic vô định hình có khả năng hấp phụ cation với một lượng khá cao (34meq/100g ở pH 7), trong khi vật liệu zeolite, than sinh học và phân rơm sử dụng trong nghiên cứu có pH dao động từ 6,86 đến 7,62. Do vậy, Si trong cấu trúc tinh thể của vật liệu cũng khả năng cao để giữ lại các KLN trên bề mặt cấu trúc, cũng là nguyên nhân các KLN bị hạn chế tính linh động trong đất.

4. KẾT LUẬN

Việc sử dụng zeolite, than sinh học và phân rơm là những giải pháp khả thi để hạn chế tích lũy kim loại nặng trong rau ăn lá. Đây là giải pháp hiệu quả để giảm thiểu tích lũy độc tố trong nông sản bảo vệ sức khỏe của người tiêu dùng trước thực trạng ô nhiễm nguồn nước tưới như hiện nay. Kết quả của nghiên cứu cho thấy sử dụng zeolite, than sinh học và phân rơm có thể giảm tính linh động của Pb và Cd trong đất và hạn chế tích lũy tồn dư trong rau khi được tưới bằng nước nhiễm kim loại nặng. Kết quả cho thấy bổ sung 3% zeolite đã làm giảm 39,9-46,7% hàm lượng Pb và 57,1-62,5% hàm lượng Cd di động trong đất. Bổ sung 5% than sinh học và phân rơm làm giảm 19,48-21,47 % hàm lượng Pb và 37,61-39,47%

hàm lượng Cd di động trong đất. Tỷ lệ phối trộn khoáng sét zeolite 2-3% (400-600 kg/ha) đã làm giảm tích lũy của Pb khoảng 60,3-70,5% và Cd khoảng 60,3-70,5% trong lá rau cải và mồng tơi. Tỷ lệ phối trộn phân rơm và than sinh học 5% (100 kg/ha) có thể giảm được 40-45% tích lũy Pb và 45-50 % tích lũy Cd trong lá rau. Tuy nhiên, đây là kết quả thí nghiệm trong nhà lưới, do vậy cần có các nghiên cứu thử nghiệm trên đồng ruộng để áp dụng trên diện rộng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Phạm Thị Mỹ Phương, “Nghiên cứu thực trạng và đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm một số KLN (Cd, Pb, As) tro đất vùng trồng rau thành phố Thái Nguyên và phụ cận bằng thực vật”, luận án tiến sĩ, 2017
- Trần Kông Tú và cộng sự, “Thổ nhưỡng học”, nhà xuất bản Đại học và trung học chuyên nghiệp Hà Nội, 1986
- Brad H B, “*Adsorption of heavy metal ions on clays*”, Encyclopedia of Surface and Colloid Science New York: Marcel Dekker Ltd, 373-384, 2002.
- Brozou E., Ioannou Z., Dimirkou A.T. “*Removal of Cr (VI) and Cr (III) from polluted water and soil sown with beet (Beta vulgaris) or celery (Apium graveolens) after the addition of modified zeolites*”, International Journal of Waste Resources, 8: 359, 2018
- Carolin C.F., Kumar P.S., Saravanan A., Joshiba G.J., Naushad M, “*Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: a review*”, Journal of Environmental Chemical Engineering, 5: 2782–2799, 2017
- Chalyaraksa C., Tumtong M. “*Acid soil amendment by zeolite, sepiolite and diatomite*”, Science Asia, 45: 253–25, 2019.
- Golomeova M., Zendelska A “*Application of some natural porous raw materials for removal of lead and zinc from aqueous solutions*”, Micropore and Mesopore materials, 21–49, 2017
- Gadepalle V.P., Ouki S.K., Van Herwijnen R., Hutchings, “*Immobilization of heavy metals in soil using natural and waste materials for vegetation establishment on contaminated sites*”, Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 16: 233–251, 2007.
- Hassaan M. A., El Nemr A. “*Environmental assessment of heavy metal pollution and human health risk*, Journal of Water Science and Engineering. 2(3): 14-19, 2016.
- Huang L., Bell R.W., Dell B., Woodward J. “*Rapid nitric acid digestion of plant material with an open-vessel microwave system. Communications in Soil Science and Plant Analysis*”, 35: 427–440, 2004.
- Esmaili A., Mobini M., Eslami H. “*Removal of heavy metals from acid mine drainage by native natural clay minerals*” Applied Water Science, 9: 97, 2019
- Misaelides P. “*Application of natural zeolites in environmental remediation: a short review*” Journal of Microporous and Mesoporous Materials, 144: 15–18, 2011.
- Senad Murtić¹, Emina Sijahović², Hamdija Čivić², Mirza Tvica³, Josip Jurković⁴, “*In situ immobilisation of heavy metals in soils using natural clay minerals*”, Plant, Soil and Environment: 632–638, 2020
- Takashi F., Akifumi E., Tetsuro A., Nguyen M. T., Go S., Shin T., Pham H. V., Shinsuke T., Hidetaka T. “*Lead contamination in surface soil on roads from used lead–acid battery recycling in Dong Mai, Northern Vietnam*”, Journal of Material Cycles and Waste Management 18(4): 599-607, 2016
- Trierweiler J.F., Lindsay W.L. “*EDTA-ammonium carbonate soil test for zinc*”, Soil Science Society of America Journal, 33: 49–54, 1969.

Abstract:
**STUDY ON USING NATURAL ZEOLITE, BIOCHAR AND COMPOST
TO REDUCE LEAD AND CADIMIUM ACCUMULATION IN VEGETABLES
DUE TO THE USE OF CONTAMINATED WATER**

Water pollution on irrigation systems has been affecting agricultural products. The article proposes solutions to reduce the accumulation of heavy metals Pb and Cd in leaf vegetables due to the use of polluted irrigation water using some natural materials zeolite clay minerals, biochar and straw manure. The study contributes to improving the safe quality of agricultural products and protecting public health. The study carried out green house experiments with irrigation water of Pb 0.5ppm and Cd 0.1ppm. Spinach and vegetables were planted 3 seasons with amendments including zeolite, biochar and straw manure. The results showed that the addition of 3% zeolite reduced mobile contents of Pb by 39.9-46.7% and Cd by 57.1-62.5%. Adding 5% biochar and straw manure reduced mobile content of Pb by 19.48-21.47% and Cd by 37.61-39.47% in soil. Adding 2-3% zeolite clay minerals (400-600 kg/ha) reduced Pb accumulation about 60.3-70.5 % and Cd about 60.3-70.5 % in vegetable leaves. Adding straw and biochar 5% (100 kg/ha) can reduce Pb accumulation by 40-45% and Cd accumulation by 45-50% in leaves.

Keywords: Irigation water quality, heavy metals, clay minerals, biochar, and straw manure.

Ngày nhận bài: 11/5/2021

Ngày chấp nhận đăng: 11/6/2021