

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG ARSEN VÀ ĐỒNG TRONG ĐẤT ĐẾN SỰ TÍCH LŨY CỦA CHÚNG LÊN CÂY RAU MÁ (*CENNELLA ASIATICA*)

NGUYỄN THỊ KIM PHƯƠNG, NGUYỄN THỊ DUNG, LÊ THỊ HOÀNG YẾN

I. MỞ ĐẦU

Các hoạt động công nông nghiệp đã thải ra môi trường lượng chất thải ngày càng nhiều; trong đó, môi trường đất là nơi chứa hầu hết các chất thải ô nhiễm. Trong những năm gần đây, một trong những vấn đề ô nhiễm đất đang được quan tâm là ô nhiễm kim loại nặng, trong đó As và Cu là những nguyên tố đang được quan tâm nhiều. Nguồn gây ô nhiễm As và Cu có thể là của các ngành công nghiệp khai thác mỏ, thuốc bảo vệ thực vật, diệt nấm mốc.

Đồng là nguyên tố cần thiết cho quá trình sinh trưởng của cây trồng và sinh vật, nhưng sẽ gây độc ở nồng độ quá giới hạn cho phép. Hầu hết, các hợp chất của As là chất độc hại cho con người và thực vật.

Sự lan truyền các nguyên tố As và Cu từ môi trường đất lên cây trồng và con người qua dây chuyền thực phẩm phụ thuộc vào: môi trường đất, loại và độ tuổi của thực vật, dạng hợp chất của độc tố trong môi trường đất... đã được nghiên cứu bởi các tác giả trong và ngoài nước [3 - 6].

Hiện nay, ở nước ta vấn đề rau sạch và vệ sinh thực phẩm đang là các vấn đề được đặc biệt quan tâm. Rau má là loại rau ngắn ngày, được sử dụng thường xuyên trong cả nước đặc biệt là người dân ở phía Nam, đồng bằng sông Cửu Long.

Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng As và Cu trong đất đến sự tích lũy của chúng trong cây rau má từ đó đánh giá khả năng lan truyền độc tố đến con người vì vậy mà quan trọng và cần thiết.

II. THỰC NGHIỆM, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Chuẩn bị mẫu đất

Đất thí nghiệm là loại đất sét thịt, có pH = 4-5 loại đặc trưng cho đất nhiễm phèn Đồng Bằng Sông Cửu Long được lấy tại một số vùng ven thành phố Cần Thơ. Kết quả phân tích thành phần hóa học cho thấy, đất nghiên cứu là đất nền không bị ô nhiễm As và Cu (4 mgAs/kg và 48 mgCu/kg đất khô).

Để nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ kim loại As và Cu trong đất ô nhiễm có hàm lượng 20 -50 mgAs/kg và 120 - 400 mgCu/kg chuẩn bị bằng cách gây ô nhiễm đất với các muối và NaAsO₂ và CuSO₄.5H₂O. Lượng As và Cu trong đất cho phép đối với đất nông nghiệp là 12 mgAs/kg và 50 mgCu/kg.

2. Trồng rau má

Đất sau khi gây ô nhiễm đổ đầy vào các chậu thí nghiệm. Tiến hành trồng rau má theo quy trình với lượng nước tưới, phân bón và ánh sáng phù hợp như nhau ở các lô thí nghiệm. Mẫu đối chứng là mẫu rau má được trồng trên đất nền không bị ô nhiễm kim loại.

3. Lấy mẫu

Quan sát quá trình sinh trưởng, lấy mẫu đất, mẫu rau để phân tích hàm lượng kim loại As và Cu sau thời gian nhất định.

4. Phương pháp phân tích

- Vô cơ hoá mẫu với hỗn hợp axit HNO₃:HCl (10:3) bằng phương pháp lò vi sóng trên thiết bị vi sóng của hãng CEM-MarsX, Mỹ. As và Cu được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) ngọn lửa đối với mẫu đất và không ngọn lửa đối với mẫu thực vật trên thiết bị GBC Avanta (Úc).

5. Tính toán

$$\text{Hệ số di chuyển kim loại TF trong cây: } TF = \frac{\text{Kim loại trong lá}}{\text{Kim loại trong rễ}} \quad [2].$$

Hệ số làm giàu kim loại EF của cây:

$$EF = \frac{\text{Kim loại trong lá rau má mọc trên đất ô nhiễm}}{\text{Kim loại trong lá rau má mọc trên đất không bị ô nhiễm}} \quad [1].$$

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Nghiên cứu hàm lượng As và Cu trong đất theo thời gian

Hàm lượng As và Cu trong đất giảm đáng kể theo thời gian trồng rau. Kết quả phân tích hàm lượng kim loại trong đất theo thời gian trồng rau được trình bày ở hình 1, cho thấy đất ô nhiễm càng cao thì giảm càng nhanh. Lượng kim loại giảm này dự đoán có thể là do bị hấp thụ bởi cây trồng và bị rửa trôi theo nước xuống tầng đất sâu hơn trong quá trình tưới.

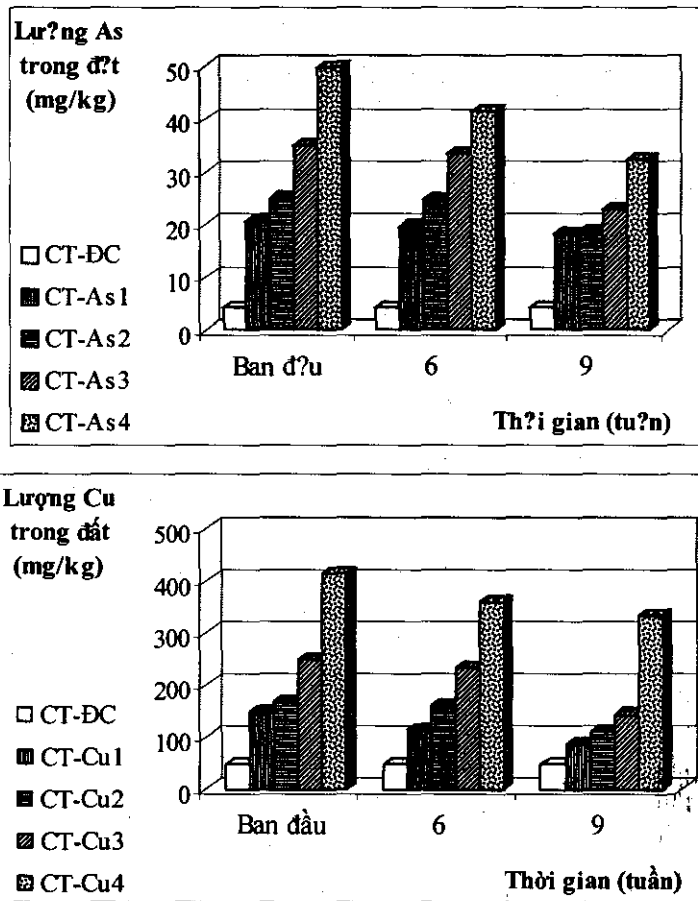
Độ giảm kim loại trong đất sau canh tác phụ thuộc vào khả năng hấp phụ kim loại của đất. Khả năng lưu giữ chất ô nhiễm trên bề mặt đất tùy thuộc vào cấu trúc, hàm lượng chất hữu cơ chứa trong đất, độ pH của đất và nồng độ chất ô nhiễm.

Bảng 1. Hàm lượng As tích lũy trong cây rau má (trọng lượng khô)

Kí hiệu	Hàm lượng As trong đất (mg/kg)	Hàm lượng As trong rễ (mg/kg)		Hàm lượng As trong lá (mg/kg)		
		6 tuần	9 tuần	4 tuần	6 tuần	9 tuần
CT-ĐC	4,41	0,49	0,59	0,11	0,46	0,59
CT-As1	20,50	0,71	1,07	0,18	0,64	1,33
CT-As2	25,00	0,98	1,10	0,25	0,68	1,61
CT-As3	35,00	1,10	1,32	0,59	1,28	1,83
CT-As4	50,00	1,45	1,92	0,90	1,66	2,88

2. Quy luật tích lũy As của cây rau má

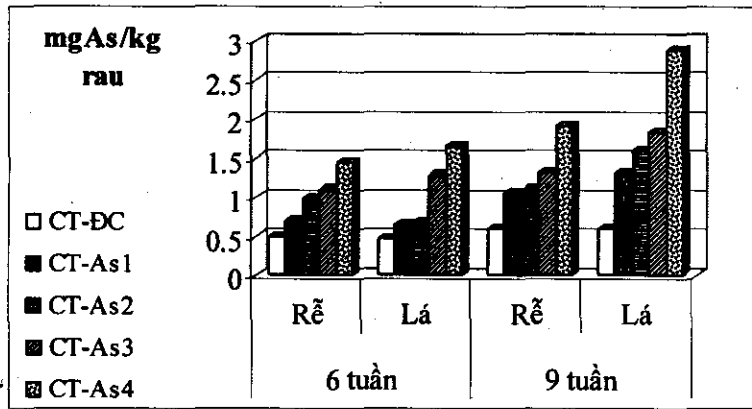
Các số liệu phân tích hàm lượng As tích lũy trong rễ và lá cây rau má phụ thuộc vào hàm lượng As trong đất theo thời gian sinh trưởng của cây được trình bày trong bảng 1 và hình 2.



Hình 1. Hàm lượng As và Cu trong đất theo thời gian trồng rau

Các kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng As tích lũy trong lá và rễ cây rau má tăng dần theo thời gian và hàm lượng As trong đất càng cao thì hàm lượng As tích lũy trong cây rau càng lớn. Quan sát sự phát triển của rễ nhận thấy khi hàm lượng chất ô nhiễm As trong đất 20,5 mg/kg đã bắt đầu gây độc cho rễ. Khi tăng hàm lượng As lên 50 mg/kg, nhận thấy thân ngầm bị teo nhỏ, lượng rễ trong chùm rễ giảm, thân rễ thì nhỏ lại và xoắn, có biểu hiện thay đổi màu sắc từ trắng sang vàng nâu.

Đối với lá rau má, ở những tuần đầu không có hiện tượng lá úa vàng, nhưng sau 4 tuần lá kém phát triển và xuất hiện đốm vàng. Điều này có thể giải thích như sau: As xâm nhập qua rễ và được vận chuyển lên lá, lượng As trong lá tăng làm ức chế sự phát triển của lá và kết quả là kích thước lá nhỏ, cánh mỏng, khả năng tổng hợp diệp lục tố và quang hợp giảm, lá có màu vàng, nhiều chỗ sẫm màu, dễ tàn úa. Đây là biểu hiện đặc trưng về ảnh hưởng của As lên sự phát triển và quá trình tổng hợp chlorophyl của rau má [3].



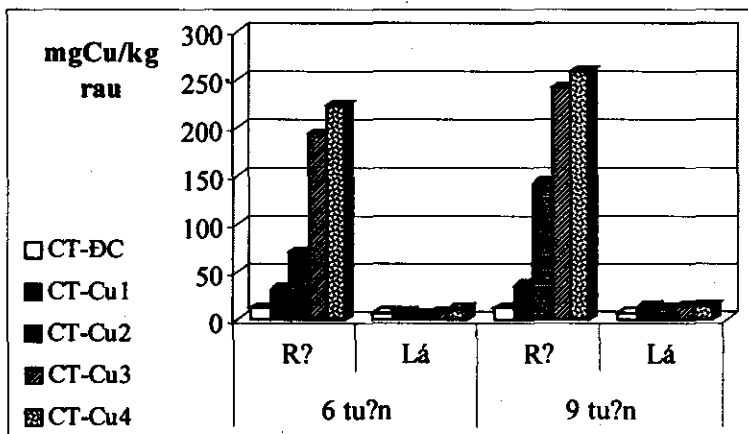
Hình 2. Hàm lượng As tích lũy trong lá và rễ của cây rau má theo thời gian

3. Quy luật tích lũy Cu lên cây rau má

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng Cu trong đất đến sự sinh trưởng và tích lũy Cu của cây rau má theo thời gian được trình bày trong bảng 2 và hình 3.

Bảng 2. Hàm lượng Cu tích lũy trong cây rau má theo thời gian (trọng lượng khô)

Kí hiệu	Nồng độ As trong đất (mg/kg)	Hàm lượng Cu trong rễ (mg/kg)		Hàm lượng Cu trong lá (mg/kg)		
		6 tuần	9 tuần	4 tuần	6 tuần	9 tuần
CT-ĐC	12,40	12,50	12,80	7,15	7,36	7,53
CT-Cu1	146,30	31,80	36,30	9,20	8,70	13,10
CT-Cu2	168,20	70,50	143,00	12,20	6,00	12,40
CT-Cu3	248,70	193,70	241,30	17,40	7,50	14,90
CT-Cu4	412,00	222,80	258,70	27,40	11,00	14,70



Hình 3. Hàm lượng Cu tích lũy trong lá và rễ của cây rau má theo thời gian

Từ các số liệu trong bảng 2 cho thấy hàm lượng Cu tích lũy trong rễ và lá cây rau má cũng tăng dần theo thời gian, hàm lượng Cu trong đất cao là nguyên nhân làm tăng lượng Cu trong cây. Hàm lượng Cu tìm thấy trong lá thấp hơn nhiều so với trong rễ. Có thể nói ion Cu sau khi đi vào rễ cây rau má chủ yếu được giữ lại ở vùng rễ. Kết quả này cũng phù hợp các nghiên cứu của các tác giả trước đây: nhiều ion Cu được tìm thấy trong rễ cây và không có sự chuyển ion Cu từ rễ lên lá hay từ rễ lên lá non [3].

Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng Cu trong lá rau má ở tuần thứ 6 thấp hơn so với các tuần đầu và sau, tức là đạt cực tiểu trong quá trình tích lũy theo thời gian. Điều này có thể giải thích là từ tuần thứ 4 đến tuần thứ 6 đã có sự phát triển mạnh tạo ra sinh khối, vì vậy, hàm lượng Cu trong lá giảm ở tuần thứ 6. Quan sát hình dạng và màu sắc của lá rau má ở giai đoạn 6 tuần cũng nhận thấy lá phát triển to hơn so với lá rau má mọc trên đất không ô nhiễm. Điều này một lần nữa cho thấy vai trò tích cực của nguyên tố Cu đến quá trình phát triển của rau má.

4. So sánh sự hấp thu và vận chuyển As và Cu trong cây rau má

Hệ số di chuyển (TF) kim loại trong cây rau được sử dụng để đánh giá hiệu quả của sự vận chuyển kim loại trong cây [2]. Hệ số TF càng cao thì hiệu quả vận chuyển kim loại trong cây càng lớn. Hệ số làm giàu (EF) kim loại trong cây rau được sử dụng để đánh giá mức độ tích lũy kim loại của cây rau mọc trên đất ô nhiễm so với cây rau mọc trên đất không ô nhiễm. Giá trị EF càng lớn chứng tỏ khả năng hấp thu và tích lũy kim loại của rau càng lớn[1]. Kết quả tính toán giá trị TF và EF của As và Cu trong rau má được trình bày ở bảng 3 và 4.

Bảng 3. Giá trị TF của As và Cu trong cây rau má

Kí hiệu	6 tuần	9 tuần
	TF-As	
CT-ĐC	0,94	1,00
CT-As1	0,90	1,24
CT-As2	0,69	1,46
CT-As3	1,16	1,39
CT-As4	1,14	1,50
Kí hiệu	6 tuần	9 tuần
	TF-Cu	
CT-ĐC	0,59	0,59
CT-Cu1	0,27	0,36
CT-Cu2	0,09	0,09
CT-Cu3	0,04	0,06
CT-Cu4	0,04	0,06

Từ các giá trị TF tính toán được ở bảng 3 cho thấy hiệu quả vận chuyển của As trong cây rau má cao hơn so với Cu từ 3 đến 19 lần. As sau khi hấp thu qua rễ được vận chuyển và phân

bố ở phần trên của cây rau trong khi đó ion Cu sau khi hấp thu qua rễ thì bị giữ lại phần lớn ở rễ và chỉ một phần nhỏ được vận chuyển lên lá.

Bảng 4. Giá trị EF kim loại của cây rau má

Kí hiệu	4 tuần	6 tuần	9 tuần
EF-As			
CT-As1	1,64	1,39	2,25
CT-As2	2,27	1,48	2,73
CT-As3	5,36	2,78	3,10
CT-As4	8,18	3,61	4,88
EF-Cu			
CT-Cu1	1,29	1,18	1,74
CT-Cu2	1,71	0,82	1,65
CT-Cu3	2,43	1,02	1,98
CT-Cu4	3,83	1,49	1,95

Kết quả ở bảng 4 cho thấy giá trị EF tăng khi hàm lượng kim loại ô nhiễm trong đất tăng, khả năng hấp thu và làm giàu kim loại As của cây rau má cao hơn Cu. Giá trị EF tìm thấy cao nhất ở 4 tuần đầu sau khi trồng, điều này có thể là do nhu cầu sinh hoá lý của cây rau má trong quá trình sinh trưởng.

5. Hàm lượng As và Cu trong rau má tươi

Hàm lượng Cu và As chứa trong sản phẩm rau má tươi trồng trên đất ô nhiễm các kim loại được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Hàm lượng As và Cu chứa trong rau má tươi

Kí hiệu	mgAs/kg rau tươi		
	4 tuần	6 tuần	9 tuần
CT-ĐC	0,04	0,14	0,18
CT-As1	0,06	0,19	0,40
CT-As2	0,08	0,21	0,48
CT-As3	0,18	0,39	0,55
CT-As4	0,27	0,50	0,87
Tiêu chuẩn Việt Nam (1998)	0,20		
	mgCu/kg rau tươi		
CT-ĐC	0,22	0,22	0,23
CT-Cu1	0,28	0,26	0,39
CT-Cu2	0,37	0,18	0,37
CT-Cu3	0,52	0,23	0,45
CT-Cu4	0,82	0,33	0,44
Tiêu chuẩn Việt Nam (1998)	5,00		

Rau má chứa 70% nước

Kết quả ở bảng 5 cho thấy hàm lượng Cu trong lá rau má tươi mọc trên đất ô nhiễm Cu đều nằm trong giới hạn cho phép về an toàn thực phẩm theo TCVN, 1998 ($< 5 \text{ mgCu/kg}$ rau tươi), trong khi đó hàm lượng As trong rau má tươi mọc trên đất ô nhiễm có quy luật phức tạp hơn:

- Với đất có hàm lượng As nhỏ hơn 35 mg/kg , rau má thu hoạch trước 6 tuần tuổi à có hàm lượng As tích lũy chưa vượt quá TCVN, 1998 ($0,2 \text{ mgAs/kg}$ rau tươi).

- Trong trường hợp, thu hoạch sau 6 tuần tuổi kể cả rau má trồng trên đất ô nhiễm As hàm lượng thấp thì sự tích lũy As tăng lên đến vượt quá tiêu chuẩn cho phép về tiêu chuẩn rau sạch từ 2 đến 4,5 lần. Vì vậy, đối với rau má trồng trên đất ô nhiễm As, nếu thu hoạch sớm trước 6 tuần tuổi, rau má sẽ không gây hại cho sức khỏe của con người qua dây chuyền thực phẩm.

IV. KẾT LUẬN

Hàm lượng kim loại Cu và As trong đất có ảnh hưởng lớn đến sự tích lũy của chúng trong rau má. Đất ô nhiễm Cu và As càng nặng thì sự hấp thu và tích lũy các kim loại này càng cao.

Quy luật tích lũy kim loại trong các bộ phận của cây rau khác nhau, tùy thuộc vào từng kim loại. Cu phân lớn tích lũy ở rễ ít vận chuyển lên lá và được đào thải qua lá ở thời điểm 6 tuần tuổi, trong khi đó, As tích lũy cả ở rễ và lá trong quá trình sinh trưởng.

Khả năng di chuyển của As trong cây rau má cao hơn so với Cu từ 3 đến 19 lần.

Hàm lượng Cu tích lũy trong lá rau má tươi trồng trên đất ô nhiễm Cu đều nằm trong giới hạn an toàn về rau tươi của Việt Nam ($< 5 \text{ mgCu/kg}$ rau tươi).

Đối với As, nếu thời gian thu hoạch kéo dài, rau má sẽ tích lũy As đến mức vượt quá giới hạn $0,2 \text{ mgAs/kg}$ rau tươi và có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người qua dây chuyền thực phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Xiao-Yong Liao, Tong-Bin Chen, Hua Xie, Ying-Ru Liu - Soil As contamination and its risk assessment in area near the industrial districts of Chenzhou City, Southern China, J. Env. International 31 (2005) 791-798
2. Abioye O. Fayiga, Lena Q. Ma, Xinde Cao, B. Rathinasabapathi - Effect of heavy metals on growth and arsenic accumulation in the arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata L.*, J. Env. Pollution 132 (2004) 289-296.
3. Lê Huy Bá - Độc học môi trường, Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia Tp.HCM, 2000.
4. Alloway, B. J. - Heavy metals in soils. Blackie, Academic and professional, Chapman and Hall: Glasgow, UK, 1995.
5. Chen Tongbin, Wei Chaoyang, Huang Zechun, Huang Qifei, Lu Quanguo, Fan Zilian - vArsenic hyperaccumulator *Pteris Vittata L.* and its arsenic accumulation. Chinese Science Bulletin 47 (11) (2002) 902-905.
6. D. Voutsas, A. Grimanis and C. Samara - Trace elements in vegetables grown in an industrial area in relation to soil and air particulate matter, J. Env. Pollution 94 (3) (1996) 325-335.