

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG TÍCH LŨY ĐỒNG TỪ ĐẤT TRỒNG VÀ NGUY CƠ RỦI RO SỨC KHỎE KHI SỬ DỤNG MỘT SỐ LOẠI THẢO MỘC TRỒNG TRÊN ĐẤT Ô NHIỄM

Đến tòa soạn 5-10-2023

Lê Thị Thanh Trân*, Lê Thị Hà

Trường Đại học Đà Lạt

* Email: tranltht@dlu.edu.vn

SUMMARY

STUDY ON THE ACCUMULATION POTENTIAL OF COPPER FROM SOIL AND HEALTH RISKS WHEN USING SOME TYPES OF HERBS PLANTED IN POLLUTED SOIL

In this study, the accumulation levels of copper in the biomass of certain herbs, including oregano, celery, gotu kola, and purple perilla when grown on contaminated copper soil, were investigated. The results showed that copper had the potential to accumulate in plants, with the highest accumulation in the roots, decreasing in the stems and leaves. When grown in copper contaminated soil ranging from 50 to 1500 ppm, the accumulation of copper decreased in the following order: oregano roots ($8.28 \div 103.05$ ppm) > purple perilla roots ($8.14 \div 66.98$ ppm) > gotu kola roots ($6.10 \div 39.95$ ppm) > celery roots ($5.40 \div 31.74$ ppm) > oregano stems + leaves ($2.59 \div 24.02$ ppm) > purple perilla stems + leaves ($3.56 \div 16.45$ ppm) > gotu kola stems + leaves ($3.62 \div 16.74$ ppm) > celery stems + leaves ($1.75 \div 7.16$ ppm). Health risk indices for adults and children when using these herbs were also assessed. The THQs (Target Hazard Quotients) for copper increased in the following order: celery < purple perilla < oregano < gotu kola, and THQs for children were higher than those for adults.

Keywords: copper, polluted soil, bioconcentration factor, translocation factor, health risk index.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường canh tác là mối đe dọa lớn đối với sức khỏe con người. Kết quả của một số nghiên cứu đã chứng minh, khi được canh tác trên môi trường đất bị ô nhiễm, kim loại nặng sẽ hấp thu, tích lũy trong sinh khối cây trồng [1,2] và cuối cùng sẽ thâm nhập vào cơ thể con người thông qua chuỗi thức ăn [3].

Theo Từ điển Oxford Concise, “Thảo mộc là bất kỳ loại cây nào có lá, hạt hoặc hoa được sử dụng để làm dược liệu, hương liệu hoặc gia vị cho món ăn”. Thảo mộc mang lại nhiều lợi ích cho sức khỏe đáng chú ý đã được kiểm chứng. Với thành phần gồm các chất chống oxy hóa, các loại

vitamin thiết yếu, nhiều flavonoid, đa số các loài thảo mộc có đặc tính chống viêm nhẹ, tốt cho hệ thống miễn dịch và tạo được kháng sinh cho cơ thể [4,5]. Các loại thảo mộc như tía tô, kinh giới, cần tây, rau má rất được yêu thích không chỉ bởi mùi vị đặc trưng, có thể ăn kèm với nhiều món ăn mà còn được xem như bài thuốc chữa trị một số bệnh thông thường, đặc biệt là với trẻ em do hiệu quả và được xem là an toàn với trẻ nhỏ. Tuy nhiên, nếu các loại rau này được canh tác trên những khu vực đất bị ô nhiễm thì chúng lại trở thành nguy cơ ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của người sử dụng, đặc biệt là trẻ em. Việc tiêu thụ thực phẩm bị ô nhiễm kim loại nặng trong thời gian dài có thể dẫn đến sự tích tụ không ngừng các

kim loại này trong gan và thận, dẫn đến rối loạn các quá trình sinh hóa như rối loạn gan, thận, tim mạch, thần kinh, ... [6]. Vì vậy, nghiên cứu để đánh giá mức độ tích tụ kim loại nặng trong các loài thảo mộc khi được trồng trên đất ô nhiễm kim loại nặng và đánh giá nguy cơ rủi ro cho sức khỏe khi sử dụng chúng là rất cần thiết.

Đồng là một nguyên tố vi lượng cần thiết cho sự phát triển của cây trồng, vì vậy trong quá trình canh tác, đồng thường xuyên được bổ sung vào đất thông qua các dạng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, ... Điều này dẫn đến nguy cơ tích tụ đồng trong đất. Trong nghiên cứu này, khả năng tích lũy của đồng trong sinh khối một số loại thảo mộc, bao gồm: tía tô, rau má, cần tây, kinh giới khi trồng trên đất ô nhiễm được khảo sát. Đồng thời, các chỉ số rủi ro sức khỏe khi sử dụng các loại thảo mộc này cũng được đánh giá. Thông qua đó, có thể đưa ra những khuyến cáo khoa học nhằm bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

2. THIẾT BỊ, DỤNG CỤ VÀ HÓA CHẤT

2.1. Thiết bị, dụng cụ

- Máy cất nước hai lần Aquatron A4000D (Bibby, Anh).
- Tủ sấy Memmert (Cộng hòa Liên bang Đức).
- Máy xử lý mẫu vi sóng iLINK MARS 6 (CEM, Mỹ).
- Máy nghiền mẫu IKA, A11 Basic (Cộng hòa Liên bang Đức).
- Máy quang phổ hấp thụ nguyên tử Shimadzu AA – 7000 (Nhật Bản).
- Cân phân tích Satorius có độ nhạy 10^{-4} g (Cộng hòa Liên bang Đức).
- Các dụng cụ thủy tinh: cốc, phễu, bình tam giác, bình định mức với các dung tích khác nhau.
- Pipet, micropipet (0-25 μ L, 0-100 μ L).

2.2. Hóa chất

- HNO_3 đặc (65%, $d = 1,41 \text{ g/cm}^3$) (Merck, Cộng hòa Liên bang Đức).
- Dung dịch chuẩn Cu^{2+} 1000 ppm (Merck, Cộng hòa Liên bang Đức).
- Mẫu chuẩn Citrus Leaves SRM 1572 NBS – NIST (Mỹ).

3. THỰC NGHIỆM

3.1. Thiết lập mô hình thực nghiệm

Mô hình thực nghiệm được thiết lập nhằm khảo sát khả năng tích lũy đồng từ đất trồng ô nhiễm lên sinh khối các loại rau: rau má (*Centella asiatica*), tía tô (*Perilla frutescens* var. *crispa*), kinh giới (*Elsholtzia ciliata*) và cần tây (*Apium graveolens*). Trong mô hình này, các loại rau nghiên cứu được trồng trên nền đất canh tác được gây ô nhiễm đồng với các mức độ khác nhau: 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1500ppm và khu vực đối chứng (không bổ sung đồng). Đất được lấy ở tầng mặt (0 – 20 cm) tại khu vực trồng rau thôn 1, Lộc Châu, Bảo Lộc ($11^\circ 30' 42.2''\text{N}$ $107^\circ 44' 41.4''\text{E}$). Sau đó đập nhỏ, sàng qua, trộn với phân chuồng đã ủ hoai, hong khô. Căn đất đã chuẩn bị với khối lượng phù hợp cho từng loại cây trồng, dàn mỏng, phối trộn hóa chất theo nồng độ đã hoạch định. Bổ sung đồng vào đất dưới dạng muối $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Muối được hòa tan vào nước cất theo tỉ lệ thích hợp, tưới đều lên từng lớp đất mỏng, trộn đều, đảm bảo ion kim loại phân bố đồng đều trong đất rồi cho vào chậu. Các chậu đất được đặt nơi thoáng mát, có mái che trong 40 ngày [7] để cho các phản ứng giữa ion kim loại và các thành phần của đất xảy ra hoàn toàn. Trong thời gian thiết lập cân bằng này, đất được làm ẩm theo chu trình 5 ngày/lần bằng nước cất. Sự đồng nhất của kim loại phân bố trong mỗi nghiệm thức được kiểm tra trước khi gieo trồng.

Các loại rau trong mô hình được gieo trồng từ tháng 3 đến tháng 5 năm 2022. Các loại rau được trồng từ hạt sau khi ngâm trong nước ấm $40\text{--}50^\circ\text{C}$ trong vòng 1-2 giờ. Mật độ gieo hạt: 10 hạt/chậu. Khoảng 15 ngày sau khi trồng, loại bỏ bớt một số cây yếu hoặc chết, giữ lại các cây phát triển tốt, mật độ 5 cây/chậu đối với cần tây, kinh giới, tía tô. Các loại rau sau khi gieo được tưới nước hàng ngày để duy trì độ ẩm. Cây trưởng thành (30 - 45 ngày) được thu hoạch vào cùng thời điểm.

3.2. Thu thập, xử lý mẫu phân tích và phân tích hàm lượng đồng trong các loại thảo mộc

Mẫu cây được thu hoạch một cách cẩn thận để thu được toàn bộ bộ rễ của cây. Các lá úa được loại

bỏ, cây được đựng trong túi nylon sạch có ghi tên mẫu, thời gian lấy mẫu và đưa về phòng thí nghiệm. Sau đó, rửa mẫu bằng nước máy, rửa lại bằng nước cất, để ráo nước. Tách riêng phần rễ và lá, cắt nhỏ phần lá bằng dao inox, sấy trong tủ sấy ở nhiệt độ 60°C đến khối lượng không đổi. Mẫu khô được xay mịn riêng rẽ từng phần lá, rễ bằng máy nghiền mẫu chuyên dụng, rây qua rây có đường kính lỗ 2 mm và đựng trong túi PE, hàn kín, dán nhãn và bảo quản nơi khô thoáng. Cân khoảng 0,5000g mẫu rau đã xử lý sơ bộ cho vào ống teflon, sau đó tắm ướn bằng 5mL dung dịch HNO₃ đặc (65%), đóng kín và đưa vào hệ lò vi sóng. Thời gian phá mẫu bao gồm: thời gian gia nhiệt đến 200°C là 15 phút, thời gian ủ nhiệt là 25 phút, sau đó để nguội tự nhiên đến nhiệt độ phòng. Chuyển định lượng dung dịch vào bình định mức dung tích 10mL, dùng nước cất định mức đến vạch, dung dịch này được dùng để đo AAS nhằm xác định hàm lượng của đồng (F-AAS).

3.3. Phương pháp xử lý số liệu thực nghiệm

Chuẩn Dixon được sử dụng để loại bỏ sai số thô.

Mức độ hấp thu kim loại nặng, sự chuyển vị của kim loại nặng từ rễ lên thân và lá cây, sự tích lũy kim loại nặng trong thân và lá cây được đánh giá thông qua các hệ số sau [8]:

- Hệ số nồng độ sinh học (Biological concentration factor - BCF) được tính toán từ tỷ lệ nồng độ kim loại của rễ cây với đất theo phương trình:

$$BCF = \frac{C_{\text{root}}}{C_{\text{soil}}}$$

- Hệ số chuyển vị (Translocation factor - TF) cho biết tỷ lệ kim loại nặng trong phần ăn được của thực vật so với kim loại nặng trong rễ cây, thể hiện trong phương trình:

$$TF = \frac{C_{\text{edible part}}}{C_{\text{root}}}$$

- Hệ số tích lũy sinh học (Biological accumulation factor - BAF) được tính toán dựa trên tỷ lệ kim loại nặng trong phần ăn được của thực vật so với kim loại nặng trong đất theo phương trình:

$$BAF = \frac{C_{\text{edible part}}}{C_{\text{soil}}}$$

Trong đó $C_{\text{edible part}}$, C_{root} , C_{soil} lần lượt là nồng độ kim loại nặng (mg/kg) trong khối lượng tươi phần ăn được của thực vật, trong rễ thực vật và trong khối lượng khô đất.

Rủi ro về sức khỏe tiềm ẩn thông qua việc tiêu thụ kim loại nặng qua rau được phân tích dựa trên lượng kim loại nặng tiêu thụ hàng ngày (DIM) [9] và chỉ số nguy cơ mục tiêu (THQ) [10].

$$\text{DIM} = \frac{C_{\text{metal}} D_{\text{food intake}}}{BW}$$

$$\text{THQ} = \frac{\text{DIM}}{R_f D}$$

Trong đó: C_{metal} , $D_{\text{food intake}}$ và BW lần lượt là hàm lượng kim loại nặng trong rau (mg/kg theo sinh khối tươi), lượng rau xanh hàng ngày được khuyến cáo (0,345kg/người lớn/ngày và 0,232kg/trẻ em/ngày) và trọng lượng trung bình của người lớn và trẻ nhỏ ở Việt Nam (51,5 kg và 28,3 kg). Liều lượng tham khảo $R_f D$ của Cu là 0,04 mg.kg⁻¹.ngày⁻¹ [11].

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đánh giá độ chính xác của phương pháp

Để kiểm tra độ chính xác của quy trình xác định hàm lượng đồng trong mẫu rau, tiến hành áp dụng quy trình ở mục 3.2 cho mẫu chuẩn Citrus Leaves SRM 1572 NBS. Kết quả được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Đánh giá độ chính xác của phương pháp

Nguyên tố	Giá trị công nhận (mg/kg)	Kết quả phân tích (mg/kg)
Cu	16,5 ± 1,0	15,6 ± 1,3

Từ kết quả của bảng trên cho thấy kết quả phân tích so với giá trị thực tế trong mẫu chuẩn Citrus Leaves SRM 1572 NBS chỉ sai khác trong khoảng 5.45%. Điều đó chứng tỏ phương pháp nghiên cứu là ổn định và có độ tin cậy cao, có thể áp dụng để phân tích hàm lượng đồng trong acc1 mẫu rau thu hoạch được.

4.2. Mức độ tích lũy đồng trong sinh khối các loại thảo mộc khi trồng trên đất ô nhiễm

Kết quả phân tích hàm lượng đồng tích lũy trong sinh khối của các mẫu rau được trình bày trong Bảng 2. Kết quả cho thấy, khi môi trường đất bị ô nhiễm đồng sẽ dẫn đến sự hấp thu và tích lũy kim

loại này trong các bộ phận của cây trồng với các mức độ khác nhau. Khi tăng hàm lượng đồng trong đất sẽ dẫn đến sự gia tăng hàm lượng kim loại này trong sinh khối các loại thảo mộc nghiên cứu.

Bảng 2. Hàm lượng đồng tích lũy trong sinh khối các mẫu thảo mộc

Hàm lượng đồng trong đất khô (mg/kg)	Hàm lượng đồng tích lũy trong sinh khối tươi* (mg/kg)							
	Rau má		Cần tây		Tía tô		Kinh giới	
	Thân + Lá	Rễ	Thân + Lá	Rễ	Thân + Lá	Rễ	Thân + Lá	Rễ
Đối chứng	0,81 ± 0,07	3,25 ± 0,25	0,71 ± 0,05	3,02 ± 0,28	1,97 ± 0,02	5,04 ± 0,05	1,78 ± 0,05	5,12 ± 0,32
50	3,62 ± 0,31	6,10 ± 0,58	1,75 ± 0,16	5,40 ± 0,52	3,56 ± 0,32	8,14 ± 0,81	2,59 ± 0,33	8,28 ± 0,83
100	5,43 ± 0,52	7,94 ± 0,78	3,28 ± 0,31	7,99 ± 0,83	4,89 ± 0,51	14,40 ± 1,43	7,09 ± 0,74	16,44 ± 1,47
200	12,51 ± 1,33	15,67 ± 1,45	3,85 ± 0,40	9,75 ± 1,03	9,45 ± 1,02	28,88 ± 3,03	9,11 ± 0,85	30,98 ± 3,01
400	14,52 ± 1,42	18,63 ± 1,93	4,20 ± 0,43	13,58 ± 1,42	11,90 ± 1,13	35,90 ± 3,45	11,05 ± 1,43	40,07 ± 4,06
800	13,95 ± 1,44	23,28 ± 2,12	5,95 ± 0,49	19,33 ± 2,01	15,98 ± 1,54	65,10 ± 6,54	13,95 ± 1,42	71,02 ± 7,05
1000	15,01 ± 1,03	25,58 ± 2,08	6,21 ± 0,44	22,16 ± 1,98	16,13 ± 1,23	66,20 ± 4,59	15,12 ± 1,50	85,20 ± 7,20
1200	16,20 ± 1,50	30,21 ± 2,50	6,77 ± 0,51	25,00 ± 2,12	16,45 ± 1,45	66,98 ± 5,23	17,66 ± 1,44	91,15 ± 8,21
1500	16,74 ± 1,51	39,95 ± 3,52	7,16 ± 0,73	31,74 ± 3,05	Cây chết		24,02 ± 2,00	103,05 ± 9,47

(*: kết quả phân tích lặp lại 3 lần)

Hàm lượng đồng tích lũy trong sinh khối các loại rau nghiên cứu trồng trên đất ô nhiễm đồng thấp hơn so với các cấp hàm lượng đồng khác nhau của đất. Điều này có nghĩa là hàm lượng tổng cộng của kim loại nặng trong đất không phải là chỉ thị cho lượng kim loại nặng thâm nhập và tích lũy

trong thực vật. Trong môi trường đất, kim loại nặng có thể tồn tại dưới nhiều dạng khác nhau, trong đó chỉ có một lượng nhất định được cây trồng hấp thụ. Mức độ hấp thu đồng, sự chuyển vị của đồng từ đất lên các bộ phận của các loại rau nghiên cứu được thể hiện qua Bảng 3.

Bảng 3. Giá trị các chỉ số BCF, TF, BAF của các loại rau nghiên cứu theo mức độ ô nhiễm đồng

Hàm lượng đồng trong đất khô (mg/kg)	Đối chứng	50	100	200	400	800	1000	1200	1500	Trung bình
Rau má	BCF	0,10	0,12	0,08	0,08	0,05	0,03	0,03	0,03	0,06
	TF	0,25	0,59	0,68	0,80	0,78	0,6	0,59	0,54	0,63
	BAF	0,02	0,07	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,04
Cần tây	BCF	0,09	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
	TF	0,24	0,32	0,41	0,40	0,31	0,31	0,28	0,27	0,32
	BAF	0,02	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005
Xà lách	BCF	0,06	0,10	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
	TF	0,43	0,63	0,58	0,73	0,81	0,69	0,64	0,65	0,68
	BAF	0,03	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
Tía tô	BCF	0,15	0,16	0,14	0,14	0,09	0,08	0,07	0,06	0,11
	TF	0,39	0,44	0,34	0,33	0,33	0,25	0,24	0,25	0,31
	BAF	0,06	0,07	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,04
Kinh giới	BCF	0,15	0,17	0,16	0,15	0,10	0,09	0,09	0,08	0,12
	TF	0,35	0,31	0,43	0,29	0,28	0,20	0,18	0,19	0,26
	BAF	0,05	0,05	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03

Trong nghiên cứu này, các giá trị BCF và BAF cho thấy hàm lượng đồng được cây trồng hấp thu lên rễ và thân lá có tương quan với tổng số hàm lượng Cu gây ô nhiễm trong đất. Giá trị BAF thể hiện tỷ lệ kim loại nặng tích lũy trong phần ăn được của cây trồng so với hàm lượng kim loại nặng trong đất. Thực vật được coi là siêu tích lũy kim loại nặng nếu giá trị BAF lớn hơn 1. Đối với các loại rau trong nghiên cứu này, giá trị BAF đều nhỏ hơn 1, điều này chứng tỏ chúng không phải là các loại thực vật siêu tích lũy đồng. Giá trị BAF của các loại rau khảo sát không chênh lệch đáng kể, giảm dần theo thứ tự: rau má = tía tô > kinh giới > cần tây. Khi phân tích giá trị BAF theo cấp hàm lượng đồng trong đất có thể thấy giá trị này cao nhất khi đất ô nhiễm đồng với nồng độ 50 ppm hoặc 100 ppm. Theo kết quả nghiên cứu của Sobur Ahmed và cộng sự (2022) [12], khi trồng trên đất ô nhiễm đồng $22,28 \pm 0,005$ (mg/kg), rau bó xôi có giá trị BAF cao nhất (0,18) trong các loại rau khảo sát, bao gồm: rau bó xôi, rau muống, rau đay, rau dền đỏ. Kết quả này cho thấy, mỗi loại rau có khả năng hấp thụ, vận chuyển đồng từ đất lên các bộ phận khác của cây trồng khác nhau.

Mức độ chuyển vị của kim loại từ rễ lên thân và lá được thể hiện qua giá trị của hệ số TF. Trong nghiên cứu này, hệ số chuyển vị kim loại đồng từ

rễ sang thân và lá của các loại rau đều nhỏ hơn 1, theo thứ tự giảm dần: xà lách > rau má > cần tây > tía tô > kinh giới. Điều này cho thấy các loại rau ăn lá được nghiên cứu đều có xu hướng chuyển một phần nhỏ đồng lên thân và lá. Khi hàm lượng đồng ô nhiễm trong đất quá cao (1500 ppm), giá trị TF các loại rau nghiên cứu đều giảm mặc dù tổng hàm lượng kim loại nặng trong các bộ phận của các loại rau đều tăng.

4.4. Đánh giá rủi ro sức khỏe khi tiêu thụ các loại rau nhiễm kim loại nặng đồng

Theo khuyến cáo của WTO, mỗi ngày người trưởng thành cần tiêu thụ khoảng 0,345 kg rau xanh để sức khỏe tốt hơn. Nếu duy trì được thói quen ăn uống như vậy, sức khỏe sẽ được cải thiện, giúp tiêu trừ bệnh tật, đồng thời phòng ngừa được nhiều bệnh nguy hiểm và mãn tính. Dựa trên khuyến cáo của WTO, nghiên cứu này sử dụng giá trị lượng rau tiêu thụ hằng ngày là 345g/người lớn/ngày và 232g/trẻ nhỏ/ngày để thực hiện tính toán lượng kim loại nặng tiêu thụ theo ngày và chỉ số rủi ro sức khỏe. Giá trị của chỉ số DIM đối với người trưởng thành và trẻ em khi sử dụng rau trồng trên đất ô nhiễm đồng được thể hiện trong Bảng 4. Các giá trị DIM và THQ được xác định trên các loại rau khi trồng trên đất ô nhiễm đồng ở mức phổ biến (50 đến 200ppm).

Bảng 4. Lượng kim loại nặng tiêu thụ hàng ngày khi sử dụng rau trồng trên đất ô nhiễm đồng

Hàm lượng đồng trong đất (ppm)	DIM (mg.kg ⁻¹ .ngày ⁻¹) đối với người trưởng thành				DIM (mg.kg ⁻¹ .ngày ⁻¹) đối với trẻ em			
	Rau má	Cần tây	Tía tô	Kinh giới	Rau má	Cần tây	Tía tô	Kinh giới
Đối chứng	5,43x10 ⁻³	4,76x10 ⁻³	1,32x10 ⁻²	1,19x10 ⁻²	6,64x10 ⁻³	5,82x10 ⁻³	1,61x10 ⁻²	1,46x10 ⁻²
50	2,43x10 ⁻²	1,17x10 ⁻²	2,38x10 ⁻²	1,74x10 ⁻²	2,97x10 ⁻²	1,43x10 ⁻²	2,92x10 ⁻²	2,12x10 ⁻²
100	3,64x10 ⁻²	2,20x10 ⁻²	3,28x10 ⁻²	4,75x10 ⁻²	4,45x10 ⁻²	2,69x10 ⁻²	4,01x10 ⁻²	5,81x10 ⁻²
200	8,38x10 ⁻²	2,58x10 ⁻²	6,33x10 ⁻²	6,10x10 ⁻²	1,03x10 ⁻¹	3,16x10 ⁻²	7,75x10 ⁻²	7,47x10 ⁻²
400	9,73x10 ⁻²	2,81x10 ⁻²	7,97x10 ⁻²	7,40x10 ⁻²	1,19x10 ⁻¹	3,44x10 ⁻²	9,76x10 ⁻²	9,06x10 ⁻²
800	9,35x10 ⁻²	3,99x10 ⁻²	1,07x10 ⁻¹	9,35x10 ⁻²	1,14x10 ⁻¹	4,88x10 ⁻²	1,31x10 ⁻¹	1,14x10 ⁻¹
1000	1,01x10 ⁻¹	4,16x10 ⁻²	1,08x10 ⁻¹	1,01x10 ⁻¹	1,23x10 ⁻¹	5,09x10 ⁻²	1,32x10 ⁻¹	1,24x10 ⁻¹
1200	1,09x10 ⁻¹	4,54x10 ⁻²	1,10x10 ⁻¹	1,18x10 ⁻¹	1,33x10 ⁻¹	5,55x10 ⁻²	1,35x10 ⁻¹	1,45x10 ⁻¹
1500	1,12x10 ⁻¹	4,80x10 ⁻²		1,61x10 ⁻¹	1,37x10 ⁻¹	5,87x10 ⁻²		1,97x10 ⁻¹

Chỉ số DIM cho thấy sử dụng rau nhiễm đồng, chỉ càng nhiều thì lượng đồng, chỉ đưa vào cơ thể càng nhiều, phụ thuộc vào thời gian sử dụng. DIM của trẻ em cao hơn DIM của người lớn. Mức độ tiêu thụ đồng hàng ngày khi sử dụng rau trồng trên

đất ô nhiễm đồng giảm dần theo thứ tự: rau má > tía tô > kinh giới > xà lách > cần tây.

Giá trị của chỉ số nguy cơ mục tiêu THQ của các loại rau khảo sát khi trồng trên đất ô nhiễm đồng đối với người trưởng thành và trẻ em được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Chỉ số nguy cơ mục tiêu (THQ) của từng loại thảo mộc trồng trên đất ô nhiễm đồng

Hàm lượng đồng trong đất (ppm)	Chỉ số THQ đối với người trưởng thành				Chỉ số THQ đối với trẻ em			
	Rau má	Cần tây	Tía tô	Kinh giới	Rau má	Cần tây	Tía tô	Kinh giới
Đối chứng	0,14	0,12	0,33	0,30	0,17	0,15	0,40	0,36
50	0,61	0,29	0,60	0,43	0,74	0,36	0,73	0,53
100	0,91	0,55	0,82	1,19	1,11	0,67	1,00	1,45
200	2,10	0,65	1,58	1,53	2,56	0,79	1,94	1,87
400	2,43	0,70	1,99	1,85	2,98	0,86	2,44	2,26
800	2,34	1,00	2,68	2,34	2,86	1,22	3,28	2,86
1000	2,51	1,04	2,70	2,53	3,08	1,27	3,31	3,10
1200	2,71	1,13	2,75	2,96	3,32	1,39	3,37	3,62
1500	2,80	1,20		4,02	3,43	1,47		4,92

Khi nền đất canh tác bị ô nhiễm các cấp nồng độ tăng dần, có thể thấy chỉ số THQ tăng theo thứ tự cần tây < tía tô < kinh giới < rau má và THQ đối với trẻ em cũng cao hơn so với người trưởng thành. Rau má có chỉ số THQ cao hơn hẳn so với các loại rau khác. Các mẫu rau có THQ > 1 cho thấy rằng người tiêu dùng phải đối mặt với nguy cơ rủi ro sức khỏe khi tiêu thụ những loại rau nhiễm kim loại nặng này. Do đó, cần thiết phải có quy trình giám sát quá trình canh tác nhằm giảm thiểu khả năng nhiễm kim loại nặng trong rau.

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy đồng là một kim loại có khả năng tích lũy sinh học, khi tăng lượng đồng trong đất có thể sẽ dẫn đến gia tăng lượng đồng tích lũy trong sinh khối một số loài thực vật, thậm chí gây ngộ độc đồng đối với một số loại thảo mộc. Các chỉ số nguy cơ rủi ro sức khỏe khi tính riêng lẻ đối với từng loại thực phẩm có thể thấp, không đáng quan ngại nhưng trong bữa ăn kết hợp nhiều loại thực phẩm khác nhau thì nguy cơ rủi ro về sức khỏe sẽ trở nên đáng quan tâm. Như vậy, cần thiết mở rộng nghiên cứu trên các đối tượng thực phẩm khác nhau để có thể đánh giá chính xác nguy cơ phơi nhiễm kim loại nặng cũng như các độc tố khác hàng ngày của người dân. Từ đó có những giải pháp kịp thời nhằm đảm bảo tính an toàn của nguồn lương thực, thực phẩm, góp phần bảo vệ và nâng cao sức khỏe cộng đồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Le Thi Thanh Tran, Le Van Luan, Tran Quang Hieu, and Le Van Tan, (2021). Study on the Effect

of Cu (II) and Zn (II) on the Accumulation of Pb (II) from Soil to the Biomass of Vegetable. *International Journal of Agronomy*, Article ID 6687566, 9.

[2] Tran Le Thi Thanh, Ha Nguyen Van, Van-Phuc Dinh and Tan Le Van, (2022). Optimizing Primary Nutrient Requirements in Vegetable Cultivation using Response Surface Methodology for Lead Contaminated Soils. *Journal of Agriculture & Biology*, **28**, 49-58.

[3] P.R. Yaashikaa, P. Senthil Kumar, S. Jeevanantham, et al, (2022). A review on bioremediation approach for heavy metal detoxification and accumulation in plants. *Environmental Pollution*, **301**, 119035.

[4] S.R. Perumal, P. Gopalakrishnakone, (2007). Current status of herbal and their future perspectives. *Nature Precedings*, **1308**, 1-13.

[5] Ambrish Kumar Srivastava, Abhishek Kumar, Harshita Srivastava, Neeraj Misra, (2022). The role of herbal plants in the inhibition of SARS-CoV-2 main protease: A computational approach. *Journal of the Indian Chemical Society*, **99(9)**, 100640.

[6] Minori Uchimiya, Desmond Bannon, Hiromi Nakanishi, et al, (2020). Chemical Speciation, Plant Uptake, and Toxicity of Heavy Metals in Agricultural Soils. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **68(46)**, 12856-12869.

[7] C.E. Martinez and H.L. Motto, (2000). Solubility of lead, zinc and copper added to mineral soils. *Environmental Pollution*, **107**, 153-158.

- [8] Md. Didarul Islam, M. Mehedi Hasan, Ashiqur Rahaman, et al, (2020). Translocation and bioaccumulation of trace metals from industrial effluent to locally grown vegetables and assessment of human health risk in Bangladesh. *SN Applied Sciences*, **2(8)**, 1315.
- [9] Trần Thị Quí, Ngô Thị Lư Mỹ, Nguyễn Thị Vân Anh và cộng sự, (2019). Tích lũy kim loại nặng và đánh giá rủi ro sức khỏe tại vùng trồng rau huyện Phú Xuyên, Hà Nội. *TNU Journal of Science and Technology*, **202(09)**, 135-141.
- [10] Prottyasha Biswas, Md. Shahab Uddin, Phalguni Das, et al, (2023). Trace elements exposure through the dietary intake of fruits and vegetables collected from a divisional city of Bangladesh: Human health implications. *Journal of Trace Elements and Minerals*, **5**, 100091.
- [11] Anika Bushra, H. M. Zakir, Shaila Sharmin, et al, (2022). Human health implications of trace metal contamination in topsoils and brinjal fruits harvested from a famous brinjal- producing area in Bangladesh. *Scientific Reports*, **12**, 14278.
- [12] Sobur Ahmed, Fatema-Tuj-Zohra, et al, (2022). Health risk assessment for heavy metal accumulation in leafy vegetables grown on tannery effluent contaminated soil. *Toxicology Reports*, **9**, 346-355.