

NGHIÊN CỨU SỰ HẤP THU CẠNH TRANH GIỮA Cd^{2+} VÀ Pb^{2+} LÊN CÂY RAU BÓ XÔI (*Spinacia oleracea* L.)

Đến tòa soạn 10 - 6 - 2013

Nguyễn Ngọc Tuấn

Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt

Lê Thị Thanh Trân, Nguyễn Hồng Phương

Trường Đại học Đà Lạt

Trương Minh Trí

Trường Đại học xây dựng Miền Trung

SUMMARY

STUDY ON COMPETITIVE ADSORPTION BETWEEN Cd^{2+} AND Pb^{2+} IN SPINACH (*Spinacia oleracea* L.)

Polluted water can often contain more than one heavy metal. It is possible that the behavior of a particular metal species from water to plant will be affected by the presence of other metals. In this study, we have investigated the uptake of Cd^{2+} and Pb^{2+} on spinach using irrigation water contaminated by two these metals. The research results showed that the presence of Cd^{2+} inhibited the adsorption of Pb^{2+} to plants.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô nhiễm kim loại nặng trong nông sản đã và đang ảnh hưởng đến sức khỏe con người và thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học. Đã có nhiều công trình nghiên cứu về mức độ hấp thu và tích lũy kim loại nặng từ môi trường canh tác vào nông sản [1,2,4]. Tuy nhiên đa số các nghiên cứu tập trung vào việc nghiên cứu sự hấp thu và tích lũy từng ion kim loại từ môi trường canh tác vào cây trồng.

Trong khi đó, môi trường đất, nước bị ô nhiễm thường chứa nhiều hơn một ion kim loại nặng [5,7]. Khi cùng tồn tại trong môi trường, sự có mặt của ion kim loại này có thể ức chế hoặc kích thích sự hấp thu của ion kim loại khác [6,8,9], gây nên sự cạnh tranh trong hấp thu giữa chúng từ môi trường canh tác vào cây trồng.

Trong công trình này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu sự hấp thu cạnh tranh giữa

Cd^{2+} và Pb^{2+} từ nước tưới lên cây rau bó xôi – một trong những loại rau có giá trị dinh dưỡng cao, được người dân sử dụng phổ biến.

2. THIẾT BỊ, DỤNG CỤ VÀ HÓA CHẤT

2.1. Thiết bị, dụng cụ

- Máy quang phổ hấp thụ nguyên tử Shimadzu AA – 7000, dùng các đèn catốt rỗng của Cd và Pb hấp thụ ở các bước sóng $\lambda_{\text{Cd}} = 228.83\text{nm}$, $\lambda_{\text{Pb}} = 283.45\text{nm}$.
- Hệ thống khí nén và khí Ar.
- Bếp điện Fisher Science, Cộng hòa Liên bang Đức.
- Cân phân tích có độ nhạy 10^{-5} của hãng Satorius, Cộng hòa Liên bang Đức.
- Máy đo pH.
- Cốc, phễu, bình tam giác, bình định mức các loại của Cộng hòa Liên bang Đức.
- Pipet các loại, micropipet của Vương quốc Anh.

2.2. Hóa chất

Các loại hóa chất:

- HCl 37%; HNO_3 65%.
- $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ được sản xuất tại công ty Kanto Chemical Co., Nhật Bản.
- Dung dịch Cd^{2+} 1mg/mL, dung dịch Pb^{2+} 1mg/mL được chuẩn bị từ các loại hóa chất trên.

3. CÁC BƯỚC TIỀN HÀNH

3.1. Triển khai mô hình thực nghiệm

- Mô hình 1: khảo sát mức độ tích lũy từng ion Cd^{2+} và Pb^{2+} : áp dụng chế độ canh tác như thực tế, sử dụng nước tưới

ô nhiễm từng ion kim loại với các cấp nồng độ khác nhau.

- Mô hình 2: khảo sát mức độ hấp thụ cạnh tranh giữa Cd^{2+} và Pb^{2+} : áp dụng chế độ canh tác như thực tế, sử dụng nước tưới ô nhiễm hỗn hợp hai ion kim loại với các cấp nồng độ khác nhau.
- Lô đối chứng: Chế độ canh tác giống hoàn toàn như mô hình 1 và 2, sử dụng nước tưới không bổ sung hai ion Cd^{2+} và Pb^{2+} .

** Số lần tưới ở cả hai mô hình cũng như lô đối chứng là như nhau.*

3.2. Thu thập và xử lý mẫu

Mẫu rau lấy ở điểm trồng thực nghiệm tại thời điểm thu hoạch được cắt bỏ rễ, lá úa, sau đó rửa sạch, cho vào trong túi nilon sạch và đưa về phòng thí nghiệm. Rửa lại rau bằng nước cất một vài lần, để ráo nước, cân khối lượng rau tươi; sau đó cắt nhỏ bằng dao inox, sấy ở nhiệt độ ở 60°C cho đến khi khối lượng không đổi; cân xác định khối lượng khô, nghiền mịn, cho vào lọ PE, dán nhãn, bảo quản nơi khô, thoáng.

Các mẫu sau khi xử lý sơ bộ được vô cơ hóa như sau: Cân trên cân phân tích một lượng mẫu chính xác (lượng cân dao động khoảng 1,5 gam) cho vào bình tam giác, thêm vào bình 15 mL dung dịch HNO_3 đặc và 5 mL dung dịch HCl đặc; đậy bình bằng kính đồng hồ, để qua đêm. Sau đó, đun trên bếp cách cát cho đến khi dung dịch trong suốt và không còn khí màu nâu đỏ thoát ra. Chuyển mẫu sang cốc thủy tinh, tiếp tục đun đến cạn để

đuổi hết lượng axit dư. Dùng dung dịch HNO_3 0,5N để hòa tan mẫu và chuyển định lượng vào bình định mức dung tích 10 mL, định mức bằng dung dịch HNO_3 0,5N.

3.3. Phương pháp xác định Cd^{2+} và Pb^{2+}

Các nguyên tố trên được xác định bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử

với kỹ thuật nguyên tử hóa không ngọn lửa (G-AAS) [3].

4. KẾT QUẢ VÀ BIỆN LUẬN

4.1. Kết quả nghiên cứu mô hình 1

Khảo sát mức độ tích lũy của từng ion kim loại từ nước tưới vào rau bó xôi thông qua mô hình 1, kết quả thu được như sau:

Bảng 1. Mức độ tích lũy ion Pb^{2+} từ nước tưới vào rau bó xôi

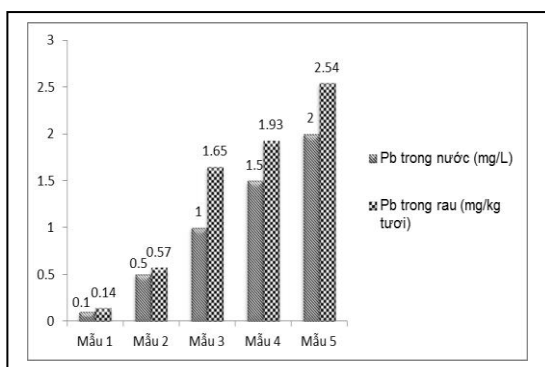
STT	Tên mẫu	Hàm lượng Pb^{2+} trong nước tưới (mg/L)	Hàm lượng Pb^{2+} trong rau (mg/kg tươi)
1	Mẫu 1	0,10	$0,14 \pm 0,020$
2	Mẫu 2	0,50	$0,57 \pm 0,060$
3	Mẫu 3	1,00	$1,65 \pm 0,172$
4	Mẫu 4	1,50	$1,93 \pm 0,201$
5	Mẫu 5	2,00	$2,54 \pm 0,233$
6	Mẫu đối chứng	$\leq 5\mu\text{g/L}$ (nước tưới khi chưa bổ sung Pb^{2+})	$\leq 0,012$

(Giá trị trên là kết quả trung bình của 03 lần xác định).

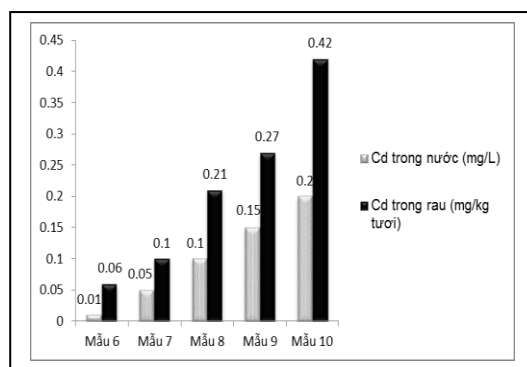
Bảng 2. Mức độ tích lũy ion Cd^{2+} từ nước tưới vào rau bó xôi

STT	Tên mẫu	Hàm lượng Cd^{2+} trong nước tưới (mg/L)	Hàm lượng Cd^{2+} trong rau (mg/kg tươi)
1	Mẫu 6	0,01	$0,06 \pm 0,005$
2	Mẫu 7	0,05	$0,10 \pm 0,015$
3	Mẫu 8	0,10	$0,21 \pm 0,022$
4	Mẫu 9	0,15	$0,27 \pm 0,030$
5	Mẫu 10	0,20	$0,42 \pm 0,041$
6	Mẫu đối chứng	$< 5\mu\text{g/L}$ (nước tưới khi chưa bổ sung Cd^{2+})	$< 0,010$

(Giá trị trên là kết quả trung bình của 03 lần xác định).



Hình 1. Mức độ tích lũy ion Pb²⁺



Hình 2. Mức độ tích lũy ion Cd²⁺

từ nước tưới vào rau bó xôi

Từ kết quả nhận được cho thấy: khi nước tưới bị nhiễm kim loại nặng sẽ dẫn đến sự hấp thu và tích lũy lên cây trồng và sản phẩm sau khi thu hoạch sẽ bị nhiễm kim loại nặng. Đồ thị biểu diễn cho thấy có mối tương quan giữa hàm lượng Cd²⁺, Pb²⁺ trong nước tưới với hàm lượng của chúng trong rau bó xôi. Tuy nhiên, có thể nhận thấy Cd²⁺ có khả năng hấp thu và tích lũy cao hơn Pb²⁺. Trung bình, hàm

lượng Pb²⁺ trong rau cao gấp 1,4 lần hàm lượng Pb²⁺ trong nước tưới, trong khi hàm lượng Cd²⁺ trong rau cao gấp 2,8 lần hàm lượng Cd²⁺ trong nước tưới.

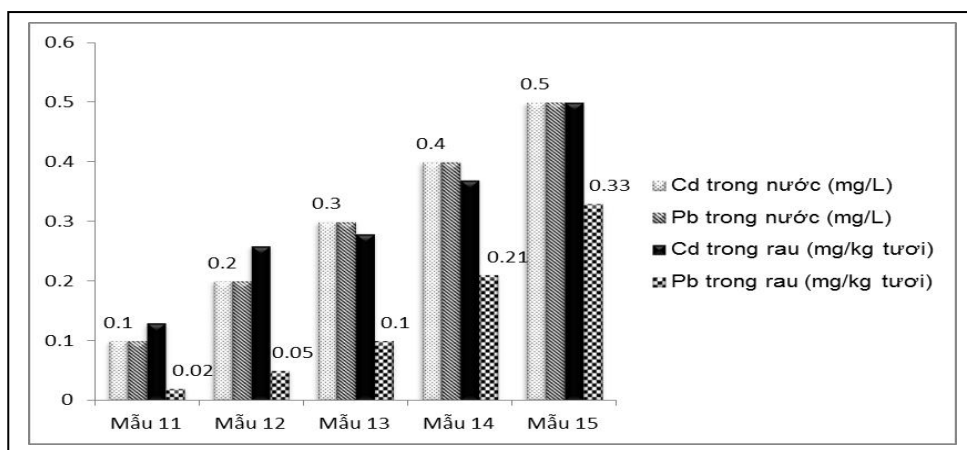
4.2. Kết quả nghiên cứu mô hình 2

Các mô hình khảo sát được thực hiện để đánh giá mức độ hấp thu cạnh tranh giữa các ion Cd²⁺ và Pb²⁺ khi cùng có mặt trong nước tưới. Kết quả thu được cụ thể như sau:

Bảng 3. Khi nước tưới bị nhiễm đồng thời 2 ion Cd²⁺ và Pb²⁺ với mức hàm lượng bằng nhau

STT	Tên mẫu	Hàm lượng Cd ²⁺ trong nước tưới (mg/L)	Hàm lượng Pb ²⁺ trong nước tưới (mg/L)	Hàm lượng Cd ²⁺ trong rau (mg/kg tươi)	Hàm lượng Pb ²⁺ trong rau (mg/kg tươi)
1	Mẫu 11	0,10	0,10	0,13 ± 0,012	0,02 ± 0,003
2	Mẫu 12	0,20	0,20	0,26 ± 0,028	0,05 ± 0,006
3	Mẫu 13	0,30	0,30	0,28 ± 0,030	0,10 ± 0,010
4	Mẫu 14	0,40	0,40	0,37 ± 0,040	0,21 ± 0,020
5	Mẫu 15	0,50	0,50	0,50 ± 0,057	0,33 ± 0,040

(Giá trị trên là kết quả trung bình của 03 lần xác định).



Hình 3. Mức độ hấp thu cạnh tranh giữa Cd^{2+} và Pb^{2+}

Kết quả trên cho thấy, khi trong nước tưới có mặt 2 ion kim loại Cd^{2+} và Pb^{2+} với mức hàm lượng bằng nhau đã xảy ra sự hấp thu cạnh tranh giữa chúng từ nước tưới lên rau bó xôi. Khi tồn tại riêng lẻ trong nước, nếu hàm lượng Pb^{2+} trong nước là 0,10 ppm thì hàm lượng Pb^{2+} tích

lũy trong rau là 0,14 ppm. Nhưng khi có mặt Cd^{2+} ở cùng mức hàm lượng thì hàm lượng Pb^{2+} tích lũy trong rau chỉ là 0,02 ppm. Điều này đã chứng tỏ ion Cd^{2+} khi có mặt trong nước đã ức chế sự hấp thu của ion Pb^{2+} lên rau bó xôi

Bảng 4. Khi nước tưới bị nhiễm đồng thời 2 ion Cd^{2+} và Pb^{2+} với mức hàm lượng của Pb^{2+} lớn hơn hàm lượng của Cd^{2+}

STT	Tên mẫu	Hàm lượng Cd^{2+} trong nước tưới (mg/L)	Hàm lượng Pb^{2+} trong nước tưới (mg/L)	Hàm lượng Cd^{2+} trong rau (mg/kg tươi)	Hàm lượng Pb^{2+} trong rau (mg/kg tươi)
1	Mẫu 16	0,10	0,20	$0,23 \pm 0,025$	$0,21 \pm 0,022$
2	Mẫu 17	0,10	0,30	$0,14 \pm 0,016$	$0,35 \pm 0,040$
3	Mẫu 18	0,10	0,40	$0,15 \pm 0,016$	$0,34 \pm 0,038$
4	Mẫu 19	0,10	0,50	$0,16 \pm 0,015$	$0,41 \pm 0,040$
5	Mẫu 20	0,10	0,60	$0,17 \pm 0,018$	$0,73 \pm 0,067$

(Giá trị trên là kết quả trung bình của 03 lần xác định)

Kết quả nhận được cho thấy, khi hàm lượng Pb^{2+} gấp đôi nồng độ Cd^{2+} , Cd^{2+} vẫn hấp thu và tích lũy như khi tồn tại

riêng lẻ trong nước tưới. Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng Pb^{2+} đã ảnh hưởng đến sự tích lũy của Cd^{2+} lên sản phẩm sau thu

hoạch. Hàm lượng Cd^{2+} trong rau dao động từ 0,14 đến 0,17 ppm khi được tưới nước nhiễm Cd^{2+} 0,10 ppm. Trong khi đó, sự hấp thu của Pb^{2+} cũng chịu ảnh hưởng của Cd^{2+} . Mặc dù Cd^{2+} hiện diện trong nước với mức hàm lượng thấp hơn hẳn nhưng vẫn có tác dụng ức chế đối với sự hấp thu và tích lũy của Pb^{2+} lên rau bó xôi. Khi hàm lượng Pb^{2+} trong nước tưới là 0,50 ppm, nếu tồn tại đơn lẻ thì hàm lượng Pb^{2+} trong rau là 0,57 ppm nhưng khi có mặt Cd^{2+} với mức hàm lượng thấp hơn 5 lần thì hàm lượng Pb^{2+} trong rau là 0,41 ppm. Điều này đã khẳng định tác dụng ức chế của Cd^{2+} đối với Pb^{2+} . Ngoài ra, kết quả phân tích của mẫu 16 cần được lưu ý: khi sử dụng nước tưới có hàm lượng Pb^{2+} gấp đôi hàm lượng Cd^{2+} , sự tích lũy của Cd^{2+} cao gấp đôi hàm lượng của nó trong nước, cao hơn hẳn khi tăng nồng độ Pb^{2+} lên nhiều lần.

5. KẾT LUẬN

Khi hàm lượng Cd^{2+} và Pb^{2+} tăng dần trong nước tưới, hàm lượng hai nguyên tố này cũng được tích lũy theo chiều tăng dần trong rau bó xôi.

Kết quả nghiên cứu sự hấp thu cạnh tranh giữa Cd^{2+} và Pb^{2+} lên rau bó xôi cho thấy sự hấp thu và tích lũy của Cd^{2+} cũng như Pb^{2+} đã thay đổi khi có mặt đồng thời hai kim loại này. Cd^{2+} đã ức chế quá trình hấp thu và tích lũy của Pb^{2+} vào rau bó xôi.

Kết quả khảo sát cũng cho thấy mối tương quan giữa hàm lượng Cd^{2+} , Pb^{2+}

trong nước tưới với hàm lượng của chúng trong sản phẩm rau sau khi thu hoạch.

Kết quả nghiên cứu thu được ở trên mới chỉ là những nghiên cứu sơ bộ ban đầu. Để có thể có những kết luận chính xác về sự hấp thu cạnh tranh giữa hai kim loại này lên sinh khối của các loại rau, củ, quả, cần có những nghiên cứu sâu hơn về tỷ lệ hàm lượng của chúng trong đất canh tác, trong nước tưới đối với nhiều đối tượng khác nhau. Chúng tôi sẽ công bố các kết quả nghiên cứu trong những công trình tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Cự cùng các cộng sự, Nghiên cứu sự hút thu Cu, Pb, Zn và tìm hiểu khả năng sử dụng phân bón để giảm thiểu sự tích lũy chúng trong rau cải xanh và rau xà lách, *Đề tài Nghiên cứu khoa học cấp Bộ*, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội (2008).
2. Phan Thị Thu Hằng, Nghiên cứu hàm lượng nitrat và kim loại nặng trong đất, nước, rau và một số biện pháp nhằm hạn chế sự tích lũy của chúng trong rau ở Thái Nguyên, *Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp*, Trường Đại học Thái Nguyên (2008).
3. Nguyễn Ngọc Tuấn, Nguyễn Giảng, Xác định 25 nguyên tố Cu, Ca, Mg, Br, I, Mn, As, Sb, La, Cd, Pb, Sm, Mo, U, Sc, Fe, Co, Ni, Zn, Se, Cs, Ce, Eu, Hg, Th trong các mẫu sinh vật và trầm tích biển bằng phương pháp kích hoạt neutron và

quang phổ hấp thụ nguyên tử, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học* T12, N⁰2, trang 31 - 36 (2007).

4. Cheang Hong, Nghiên cứu ảnh hưởng của nước tưới phân bón đến tồn dư nitrat và một số kim loại nặng trong rau trồng tại Hà Nội, *Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp*, trường Đại học Nông nghiệp I, Hà Nội (2003).

5. Jaeyoung Choi and Jae – Woo Park, Competitive adsorption of heavy metals and uranium on soil constituents and microorganism, *Geosciences Journal*, Volume 9, Number 1, pages 53 – 61 (2005).

6. J. C. Igwe, D. N. Ogunewe, A. A. Abia, Competitive adsorption of Zn (II), Cd (II) and Pb (II) ions from aqueous and non - aqueous solution by maize cob and husk, *Africa Journal of Biotechnology*,

Volume 4 (10), pages 1113 – 1116 (2005).

7. P. Srivastava, B. Singh, M. Angove, Competitive adsorption behavior of heavy metals on kaolinite, *Journal of Colloid and Interface Science* Volume 290, Issue 1, pages 28 – 38 (2005).

8. Qingyun Fan, Jiang He, Hongxi Xue, Changwei LÜ, Ying Liang, Saruli, Ying Sun and Lili Shen, Competitive adsorption, release and speciation of heavy metals in the Yellow River sediments, China, *Environmental Geology*, Volume 53, Number 2, pages 239 – 251 (2007).

9. Y. Xue, H. Hout, S. Zhu, Competitive adsorption of copper (II), cadmium (II), lead (II) and zinc (II) onto basic oxygen furnace slag, *Journal of Hazardous Materials* Volume 162, Issues 1, pages 391 – 401 (2009).