

# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG HẤP THU VÀ PHÂN BỐ KIM LOẠI NẶNG TRONG CÂY LÚA MIẾN NGỌT

**Đinh Thị Thanh Trà**

*Trường Đại học Quảng Bình*

**Xiao Hua, Luo Feng, Igarashi Yasuo, Xu Changzheng**

*Trung tâm nghiên cứu Năng lượng sinh học và Phục hồi sinh học (RCBB),*

*Học viện Tài nguyên Môi trường, Đại học Tây Nam, Trung Quốc*

**Tóm tắt.** Những năm gần đây, việc sử dụng thực vật xử lý ô nhiễm (phytoremediation) đã được nghiên cứu và sử dụng ở nhiều nơi trên thế giới. Trong nghiên cứu này, hai giống lúa miến ngọt Keller (KE) và E-Tian (ET) được xử lý kim loại nặng Cadmium nồng độ 100 ppm để thử nghiệm khả năng xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong đất. Chúng tôi đã tiến hành xác định, so sánh khả năng hấp thu và tích lũy kim loại nặng Cadmium (Cd) trong các bộ phận của cây lúa miến ngọt. Kết quả thí nghiệm cho thấy, hàm lượng Cd tích lũy giảm dần theo trình tự: Rễ > thân > lá già > lá non > hạt. Khi so sánh sự tích lũy kim loại nặng ở 2 giống, kết quả cho thấy giống KE có khả năng hấp thu và tích lũy Cd cao hơn so với ET, điều này có thể gợi ý việc sử dụng giống KE trong phục hồi đất nông nghiệp ô nhiễm kim loại nặng và kết hợp sản xuất nhiên liệu sinh học.

**Từ khóa:** *Lúa miến ngọt, kim loại nặng, Cadmium, Phytoremediation.*

## 1. MỞ ĐẦU

Ngày nay ô nhiễm môi trường đang trở thành vấn đề quan trọng với toàn cầu và mỗi quốc gia. Trong đó, ô nhiễm kim loại nặng là vấn đề nghiêm trọng nhất. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến tình trạng ô nhiễm kim loại nặng trong đất, như hoạt động khai khoáng, sản xuất sử dụng phân bón và thuốc trừ sâu... [1]. Các kim loại nặng như chì Pb, chromium Cr, kẽm Zn, cadmium Cd, đồng Cu, niken Ni... ô nhiễm ở các khu vực đất nông nghiệp sẽ gây ra những đe dọa nghiêm trọng với an toàn thực phẩm và sức khỏe con người. Việc xử lý các kim loại nặng này rất khó khăn và đòi hỏi chi phí cao. Những năm gần đây, phytoremediation được xem là phương pháp xử lý đất ô nhiễm kim loại nặng hữu hiệu, chi phí thấp, an toàn và thân thiện với môi trường. Hiện nay, có khoảng 400 loài thực vật có khả năng chống chịu với hàm lượng kim loại nặng cao trong môi trường sống, đặc biệt chúng có thể hấp thu và tích lũy kim loại nặng độc hại từ môi trường đất [2]. Nhưng hầu hết các thực vật này đều có giới hạn chung là sinh khối nhỏ và phạm vi môi trường sống hẹp. Do đó, việc tìm các thực vật có sinh khối lớn, phạm vi môi trường sống rộng, vừa có khả năng tích lũy kim loại nặng cao là rất cần thiết.

Lúa miến ngọt (*Sorghum bicolor* L.) bao gồm các giống tự nhiên với hàm lượng đường trong thân cao và sinh khối lớn, là nguyên liệu sản xuất nhiên liệu sinh học. Lúa

miến ngọt có thể sinh trưởng mạnh mẽ trong điều kiện khô hạn, nhiệt độ cao và cho năng suất cao hơn so với các loài thực vật khác làm nguyên liệu cho nhiên liệu sinh học, như mía, ngô.... Lúa miến ngọt là loài có khả năng cạnh tranh mạnh với các loài thực vật phục hồi đất ô nhiễm do sinh khối lớn và kháng chịu tốt với điều kiện môi trường bất lợi. Đã có một số nghiên cứu về tiềm năng phục hồi đất ô nhiễm của cây lúa miến ngọt, về đặc điểm hình thái và sinh lý của cây dưới điều kiện căng thẳng kim loại nặng, như Cd, Pb, Zn, Cu. Các kết quả đã chỉ ra rằng, lúa miến ngọt có thể sinh trưởng tốt và hấp thu kim loại nặng, làm sạch đất ô nhiễm [3,4,5]. Tuy nhiên, vẫn còn ít nghiên cứu về vấn đề tích lũy kim loại nặng trong các bộ phận của cây và đặc biệt ở trong các lông của thân cây lúa miến ngọt.

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi xác định sự tích lũy kim loại nặng Cd trong các bộ phận cây; phân tích mối quan hệ giữa vị trí các lông trên thân cây với sự tích lũy hàm lượng kim loại Cd, qua đó so sánh khả năng tích lũy kim loại nặng Cd của 2 giống lúa miến ngọt. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc ứng dụng cây lúa miến ngọt vào mục đích phục hồi đất nông nghiệp bị ô nhiễm kim loại nặng kết hợp với sản xuất nhiên liệu sinh học.

## **2. PHƯƠNG PHÁP VÀ VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Bố trí thí nghiệm**

Hai giống lúa miến ngọt được sử dụng cho thí nghiệm là Keller (KE) và E-Tian (ET). KE là giống lúa miến ngọt của Mỹ, có năng suất cao và bước đầu được trồng thử nghiệm thích hợp với nhiều điều kiện môi trường. ET là giống lúa miến ngọt của Trung Quốc được giới thiệu vào năm 1970, có trữ lượng đường cao trong thân cây.

Đất được nghiền nhỏ, cho vào các chậu (2 kg đất/1 chậu, kích thước chậu có đường kính 30cm, cao 25 cm). Xử lý đất với  $\text{CdCl}_2$  ở nồng độ 100ppm. Nhóm không xử lý  $\text{CdCl}_2$  làm nhóm đối chứng. Hạt được ngâm trong nước ấm ở  $28^\circ\text{C}$ , sau đó đặt lên khay giấy lọc ẩm trong tủ ẩm cho nảy mầm. Sau 3 ngày, cây con được chuyển qua trồng trong chậu đất, 2 cây con/1 chậu. Chậu cây được đặt trong nhà kính của học viện Tài nguyên Môi trường, Đại học Tây Nam, Trung Quốc với nhiệt độ  $28\text{--}32^\circ\text{C}$ , thời gian chiếu sáng 14-16h; nhiệt độ  $22\text{--}26^\circ\text{C}$  với thời gian trong tối 8-10h. Điều kiện và quy trình chăm sóc giống nhau cho tất cả các cây thí nghiệm và đối chứng. Mỗi công thức thí nghiệm Cd 100ppm và công thức đối chứng gồm 12 cây với 3 lần lặp lại (cho mỗi giống). Tại thời điểm hạt chín sinh lý tiến hành thu hoạch phần rễ, thân, lá và hạt.

### **2.2. Phân tích hàm lượng kim loại nặng Cd**

Mẫu được sấy khô trong tủ sấy ở nhiệt độ  $105^\circ\text{C}$  trong 30 phút sau đó hạ xuống  $70^\circ\text{C}$  trong 48 giờ. Mẫu khô được nghiền thành bột mịn, cân 0,1g mẫu khô và ngâm trong hỗn hợp acid  $\text{HNO}_3$  và  $\text{HClO}_4$  (theo tỷ lệ 3:1). Tiến hành xử lý mẫu và phân tích hàm lượng kim loại nặng bằng máy quang phổ hấp thụ nguyên tử (FAAS, Hitachi Z5000, Tokyo, Japan).

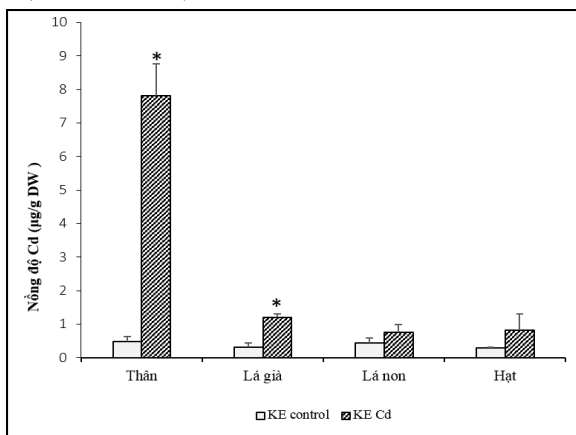
## 2.3. Phân tích số liệu

Số liệu được tính toán và phân tích bằng phần mềm thống kê Statistix (version 9.0). Kiểm tra sự khác biệt giữa các nhóm bằng LSD test ở mức xác suất p 5%.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

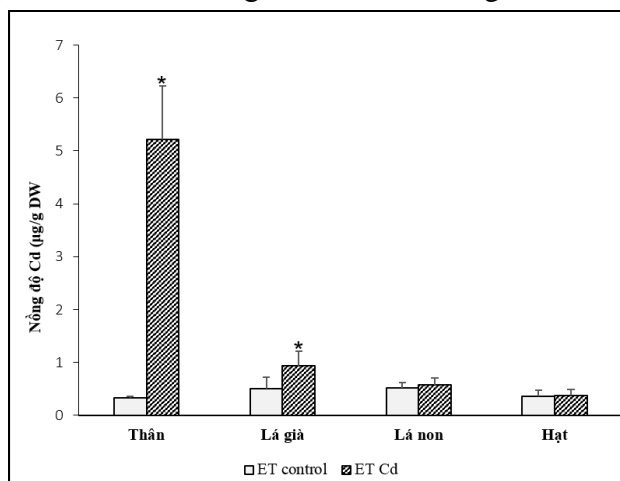
### 3.1. Hàm lượng Cd tích lũy trong các bộ phận của cây

Chúng tôi tiến hành phân tích hàm lượng Cd tích lũy trong các bộ phận của cây sau thu hoạch. Kết quả cho thấy, ở mỗi bộ phận của lúa miến ngọt đều có thể tích lũy Cd với hàm lượng cao (Hình 1 và 2).



Hình 1. Nồng độ Cd tích lũy trong các bộ phận của cây Lúa miến ngọt KE  
(Dấu \* thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các giá trị trung bình ở mức xác suất  $p < 0,05$ )  
Control: nhóm đối chứng; DW: trọng lượng khô

Kết quả thí nghiệm cho thấy, KE có thể hấp thụ và tích lũy lượng Cd cao hơn so với ET. Thân cây KE có hàm lượng Cd cao ( $7.81 \mu\text{g/g DW}$ : trọng lượng khô), trong khi thân cây ET có hàm lượng Cd thấp hơn ( $5.22 \mu\text{g/g DW}$ ). Kết quả được biểu diễn ở Hình 1 và Hình 2. Điều này có thể liên quan đến sự khác nhau về khả năng sinh trưởng và khả năng chống chịu với kim loại nặng của 2 giống. KE sinh trưởng rất mạnh và cho năng suất cao hơn so với ET trong cả điều kiện thường và điều kiện thí nghiệm trên đất ô nhiễm.



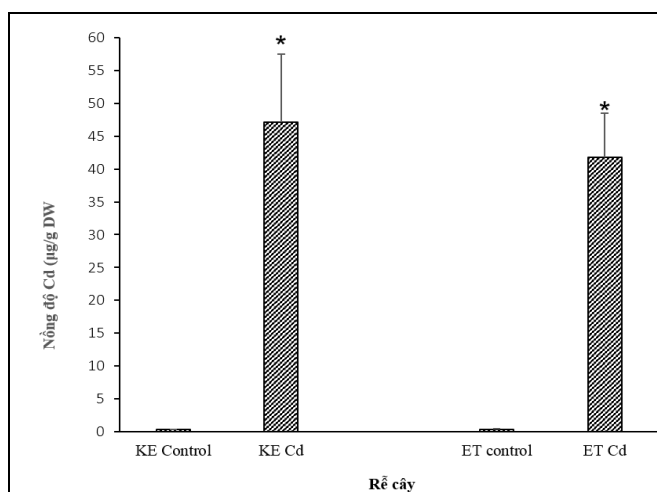
Hình 2. Nồng độ Cd tích lũy trong các bộ phận của cây Lúa miến ngọt ET  
(Dấu \* thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các giá trị trung bình ở mức xác suất  $p < 0,05$ )

Trong cả 2 giống, lá già cũng là nơi tích lũy hàm lượng Cd cao hơn so với lá non. Điều này có thể giải thích bằng quá trình già hóa ở lá, lá già thường tích lũy các sản phẩm độc tố có hại cho cây. Đối với KE, lá già có thể tích lũy Cd đạt 1,19  $\mu\text{g/g DW}$ , trong khi lá non có 0,75  $\mu\text{g/g DW}$ . ET cũng tương tự như vậy, nồng độ Cd ở lá già đạt 0,94  $\mu\text{g/g DW}$  và ở lá non đạt 0,57  $\mu\text{g/g DW}$ .

Kết quả thí nghiệm của chúng tôi cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Tuerxun và cs. (2013) về khả năng tích lũy Cd ở giai đoạn cây con của cây lúa miến. Có sự khác biệt về nồng độ kim loại nặng trong rễ, thân và lá của lúa miến ngọt ở giai đoạn cây con, theo phân bố rễ > thân > lá [6].

Lúa miến ngọt có thể tích lũy lượng lớn các kim loại nặng bao gồm: Cd, Cu, Pb và Zn nhờ sinh khối lớn [3], quan trọng hơn là nó có thể cố định ion kim loại trong rễ và thân [7] (Izadiyar và Yargholi, 2010).

Bộ phận hấp thụ và tích lũy Cd cao nhất trong cây là rễ. Rễ của cây KE hấp thụ và tích lũy Cd đạt mức cao nhất lên đến 47.11  $\mu\text{g/g DW}$ , còn trong ET đạt 41.75  $\mu\text{g/g DW}$  (Hình 3). Như vậy, ở cả 2 giống lúa miến ngọt bộ phận tích lũy hàm lượng Cd cao nhất là rễ cây, sau đó là thân cây, rồi đến lá già, lá non và hạt. Có thể sắp xếp theo trình tự như sau: Rễ > thân > lá già > lá non > hạt. Nghiên cứu của Barros và cs (2009) cũng đã chỉ ra, việc tăng hàm lượng các kim loại nặng trong dung dịch dinh dưỡng thí nghiệm sẽ làm tăng nồng độ các kim loại trong rễ, nồng độ Cd cao nhất trong rễ ghi nhận được có thể đạt đến 300  $\mu\text{g/g DW}$  [8].



Hình 3. Nồng độ Cd tích lũy trong rễ của cây Lúa miến ngọt

(Dấu \* thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các giá trị trung bình ở mức xác suất  $p < 0,05$ )

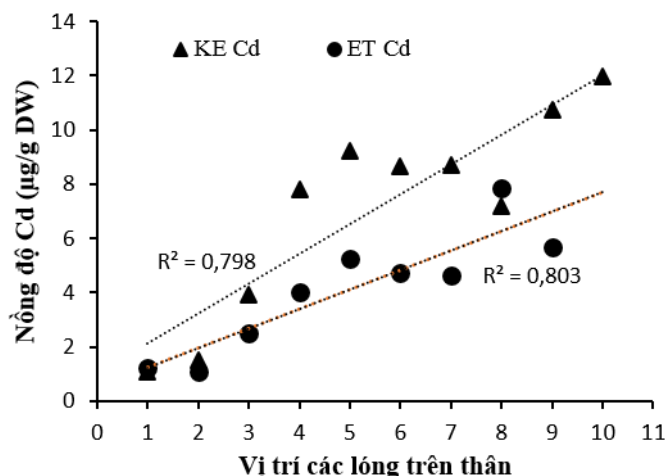
Cd hấp thụ vào rễ và vận chuyển lên phần trên thân chồi. Lúa miến ngọt tích lũy Cd cao trong rễ và thân, trong khi ở chồi lá và hạt lượng Cd tích lũy rất thấp. Có thể giải thích thông qua cơ chế tự giải độc trong thực vật, cây có thể hấp thụ và tích lũy Cd mà không bị tổn thương [9]. Sự ức chế vận chuyển Cd từ rễ lên chồi phản ánh một cơ chế tự vệ có trong thực vật. Nghiên cứu của Pinto và cs (2006) cho thấy, việc tăng tích lũy

Cd là kết quả của việc tăng nồng độ phytochelatin tương ứng trong cây lúa miến. Phytochelatins là một loại cysteine rất quan trọng, việc sản xuất chất này tăng lên đáp ứng với việc hấp thu quá mức các ion kim loại như Hg, Cd trong thực vật [10].

### 3.2. Phân bố Cd trong các lóng ở thân cây

Đọc theo thân từ trên ngọn xuống gốc, hàm lượng Cd tích lũy trong các lóng giảm dần (Hình 4). Lóng dưới cùng có hàm lượng Cd cao nhất và lóng trên cùng có hàm lượng Cd thấp nhất. Điều đó được giải thích bằng cơ chế vận chuyển kim loại nặng trong cây thông qua mạch gỗ [11]. Cd là một kim loại nặng độc hại, có thể được tích lũy trong không bào hoặc được khử độc bằng các cơ chế khác nhau, ví dụ như phytochelatins. Do vậy, Cd có thể vận chuyển lên trên chồi, nhưng càng lên cao hàm lượng Cd càng giảm.

Chúng tôi đã phân tích mối liên hệ giữa hàm lượng Cd và vị trí các lóng trên thân thông qua phương trình tuyến tính. Kết quả chỉ ra, hai đại lượng đó có mối liên hệ tuyến tính với nhau trong cả 2 giống lúa miến ngọt KE và ET (hệ số tuyến tính  $R^2 = 0.798$  trong KE và  $R^2 = 0.803$  trong ET,  $p < 0.01$ ) (Hình 4).



Hình 4. Mối liên hệ tuyến tính giữa hàm lượng Cd tích lũy và vị trí các lóng trên thân cây

## 4. KẾT LUẬN

Thí nghiệm đã xác định, so sánh khả năng hấp thu và tích lũy kim loại nặng Cd trong các bộ phận của cây lúa miến ngọt. Có thể kết luận:

- Mỗi bộ phận trong cây tích lũy hàm lượng Cd cao thấp khác nhau, theo trình tự: Rễ > thân > lá già > lá non > hạt.

- Giữa hàm lượng Cd và vị trí các lóng trên thân có mối liên hệ tuyến tính với nhau. Lóng dưới cùng có hàm lượng Cd cao nhất và lóng trên cùng có hàm lượng Cd thấp nhất.

- So sánh giữa 2 giống lúa miến ngọt, KE có khả năng hấp thụ, tích lũy Cd cao hơn so với ET, có thể ứng dụng trong phục hồi đất nông nghiệp ô nhiễm kim loại nặng và sản xuất nhiên liệu sinh học.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Garbisu C. and Alkorta (2003) Basic concepts on heavy metal soil bioremediation. Eur. J. Min. Proc. & Environ, Protect. 3: p. 58–66.
- [2] Brooks, R.R.(1998). Geobotany and hyperaccumulator, in book: Plants that hyperaccumulate heavy metals, their role in phytoremediation, microbiology, archaeology, mineral exploration and phytomining. Wallingford, UK: CAB, International, 55–94
- [3] Zhuang, P., Shu, W. S., Z., L., Liao, B., Li, J. T., Shao, J. S. (2009). Removal of metals by sorghum plants from contaminated land. Journal of Environmental Sciences 21.1432–1437.
- [4] Liu, D.-l., Hu, K.-q., Ma, J.-j., Qiu, W.-w., Wang, X.-p., Zhang, S.-p. (2011). Effects of cadmium on the growth and physiological characteristics of sorghum plants. African Journal of Biotechnology Vol. 10 (70), pp. 15770-15776.
- [5] Soudek, P., Jakub Nejedlý, Lukáš Pariči, Petrová, Š. (2013). The Sorghum Plants Utilization For Accumulation of Heavy Metals. Paper presented at the 3rd International Conference on Energy and Environmental Science IPCBEE Singapore..
- [6] Tuerxun, Tuerhong, Zaituniguli, Kuerban, Kai, Y. (2013). Study on the Accumulation Properties of Sweet Sorghum Seedling to Cd and Pb. Chinese Agricultural Science Bulletin, 29(3), 80-85.
- [7] Izadiyar, M.H.(2010) Study of Cadmium Absorption and Accumulation in Different Parts of Four Forages. . American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 9 (3) p.: 231-238, .
- [8] Barros, A.B., C.G. Floccob, and E.R. Donati (2009). Study of the heavy metal phytoextraction capacity of two forage species growing in an hydroponic environment,. Journal of Hazardous Materials. 165 366–371.
- [9] Lasat, M.M (2002). Phytoextraction of toxic metals: A review of biological mechanisms. J. Environ. Qual. 31:109-120.
- [10] Pinto, A., M.S. Goncalves, and A. Mota (2006). Sorghum detoxification mechanisms. Journal Plant Nutrition 29: p. 1229.1242.
- [11] Lasat, M.M (2002). The Use of Plants for the Removal of Toxic Metals from Contaminated Soil, in Grant No. CX 824823 a. U.S. Environmental Protection Agency.

## ABSORPTION AND DISTRIBUTION OF HEAVY METAL CADMIUM IN SWEET SORGHUM

**Abstract.** *In recent years, the method of using plants for cleanup and recovery of contaminated soil (phytoremediation) has been studied and used in many countries. In this study, two sweet sorghum cultivars Keller (KE) and E-Tian (ET) were treated by Cadmium 100ppm for the experimental material. We analyzed the ability of absorption and distribution of heavy metal Cadmium (Cd) in sweet sorghum. Experimental results showed that, each part of plant accumulated different Cd concentration. Concentration of Cd in Root> stem >old leaves>young leave> seed. Comparison between two sweet sorghum cultivars showed that; KE has higher absorption and accumulation of Cd concentration than ET; therefore, KE can be used for biofuel production and phytoremediation of heavy metal in soil.*

**Key words:** *sweet sorghum, heavy metal cadmium, cadmium, phytoremediation*