

Khảo sát, sàng lọc loài thực vật bản địa có khả năng xử lý đất ô nhiễm kim loại nặng Crom tại Thành phố Long Khánh, tỉnh Đồng Nai

Nguyễn Thành Hưng^{1*}, Mai Hương Trà²

¹*Trường Đại học Đồng Nai*

²*Trường Đại học Lạc Hồng*

*Tác giả liên hệ: hungphuocan@gmail.com

Ngày nhận bài: 21.08.2020

Ngày chấp nhận đăng: 33.11.2020

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu là tập trung sàng lọc loài thực vật bản địa có khả năng hấp thụ kim loại nặng (KLN) Crom (Cr) để xử lý đất ô nhiễm. Bằng phương pháp điều tra ngoài thực địa kết hợp với trồng thí nghiệm trong nhà lưới nhằm xác định khả năng sinh trưởng, điểm tới hạn, hệ số TF (hệ số vận chuyển) và BF (hệ số tích lũy sinh học), chúng tôi đã thu được 48 loài thực vật có hình thái bên ngoài đặc trưng cho loài siêu hấp thụ KLN. Sau khi xác định tên khoa học, lập danh lục kết quả cho thấy có 16 bộ, 21 họ, 37 chi có khả năng hấp thụ KLN. Trong số đó, 4 loài thực vật sống được trong môi trường ô nhiễm Cr lên đến 350 mg/kg đất khô là: (1) *Cyperus rotundus* L. (Cỏ gấu), (2) *Cynodon dactylon* (L) Pers. (Cỏ gà), (3) *A. spinosus* L. (Dền gai), (4) *Solanum nigrum* L. (Lu lu đực), trong đó cây Lu lu đực vượt trội hơn cả về sinh khối cũng như hệ số TF và BF. Trong điều kiện canh tác bình thường với đất ô nhiễm Cr từ 150-350 mg/kg đất khô, Lu lu đực sinh trưởng tốt và đạt hiệu quả xử lý Cr cao nhất trong môi trường đất ô nhiễm từ 150-250 mg/kg đất khô.

Từ khóa: Lu lu đực, thực vật xử lý ô nhiễm, xử lý đất ô nhiễm Cr, kim loại nặng Cr, thực vật bản địa.

Investigation and Selection of Indigenous Plants for Potential Treatment of Soil Contaminated with Chromium in Long Khanh City, Dong Nai Province

ABSTRACT

The purpose of this study was to focus on screening native plants capable of absorbing heavy metal chromium (Cr) to treat contaminated soil. By field investigation method combined with a greenhouse experiment to determine growth capacity, critical points, TF and BF coefficient, 48 plant species with their outer morphology specific to heavy metal hyper-accumulator were collected. After examining scientific names, making a checklist of plant species, the results showed that there were 16 orders, 21 families, 37 genera capable of accumulating heavy metals. Among them, 4 plant species were survived in Cr contaminated soil from 150- 350 mg/kg dried soil concluding: (1) *Cyperus rotundus* L., (2) *Cynodon dactylon* (L) Pers., (3) *Amaranthus spinosus* L., (4) *Solanum nigrum* L. in which *Solanum nigrum* L. is dominant in terms of both biomass and the transport as well as bioaccumulation coefficient. Under normal farming conditions and soil contaminated with Cr concentration of 150- 350 mg/kg, *Solanum nigrum* L. has grown well and attained the highest Cr treatment efficiency in contaminated soil from 150- 250 mg/kg dried soil.

Keywords: *Solanum nigrum* L., phytoremediation, heavy metal, chromium, native plants, Cr polluted soil.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề ô nhiễm môi trường đất bởi kim loại nặng (KLN) đang thu hút sự quan tâm của nhiều quốc gia trên thế giới bởi những nguy hại đến sinh vật nói chung và con người nói riêng. Tại 03 hợp tác xã (HTX), Bình Lộc, Bảo Quang,

Xuân Tân của Thành phố Long Khánh, tỉnh Đồng Nai, nhóm nghiên cứu chúng tôi đã lấy mẫu đất ở tầng canh tác, tiến hành phân tích hàm lượng KLN Cr. Kết quả cho thấy tại 03 địa điểm nói trên, hàm lượng Cr dao động trung bình từ 170-297 mg/kg đất khô (Quyết định số 324/UBND-NN). So với QCVN03- MT:2015/

BTNMT đối với đất sản xuất nông nghiệp 100% mẫu đất này có nồng độ Cr vượt chuẩn cho phép. Theo tiêu chuẩn VietGAP, đất nông nghiệp sử dụng cho trồng cây ăn quả phải đảm bảo các điều kiện; đất không bị tồn dư hóa chất độc hại; hàm lượng KLN trong đất không vượt quá quy định theo QCVN03- MT:2015/BTNMT. Trường hợp đất có chứa kim loại nặng vượt giá trị cho phép thì phải có những biện pháp canh tác và xử lý phù hợp. Trong tương lai, để giúp các HTX ở đây đủ điều kiện để tái chứng nhận một số giống cây ăn quả bản địa đạt chuẩn VietGAP thì phải tìm ra phương pháp giảm thiểu dư lượng Cr cao trong đất về mức cho phép (QCVN03-MT:2015/BTNMT nồng độ Cr đối với đất sản xuất nông nghiệp 150 mg/kg đất khô), để đảm bảo các tiêu chuẩn cho đất nông nghiệp sản xuất VietGAP.

Hiện nay, các nhà khoa học trên thế giới đang phát triển một số công nghệ khác nhau để xử lý đất ô nhiễm KLN, trong đó nhấn mạnh tới vai trò của một số chủng vi sinh vật và đặc biệt các loài thực vật siêu hấp thụ KLN (Elizabeth Pilon - Smits & Marinus Pilon, 2002). Có rất nhiều phương pháp khác nhau được sử dụng để xử lý KLN nói chung và Cr nói riêng trong đất. Tuy nhiên, nếu xử lý đất bị ô nhiễm KLN theo công nghệ truyền thống (xử lý bằng vật lý, hóa học,...) rất tốn kém và khó áp dụng cho một khu vực rộng lớn. Ngoài ra, khi dùng công nghệ truyền thống xử lý đất ô nhiễm KLN, đất sau xử lý không thể lập tức tái sản xuất. Gần đây, nhờ những hiểu biết về cơ chế hấp thụ, chuyển hoá, chống chịu và loại bỏ KLN của một số loài thực vật, người ta đã bắt đầu chú ý đến khả năng sử dụng thực vật để xử lý đất ô nhiễm KLN, một trong những công nghệ đầy hứa hẹn là sử dụng cây siêu tích lũy kết hợp với một số vi sinh vật sống trong đất để xử lý đất bị ô nhiễm. Việc ưu tiên lựa chọn phương pháp này của nhóm nghiên cứu trong xử lý ô nhiễm đất không chỉ do tính an toàn với môi trường sinh thái mà còn thể hiện tính vượt trội so với các công nghệ truyền thống qua các điểm như đầu tư kỹ thuật thấp, vận hành và quản lý đơn giản, thực hiện tại chỗ và tính an toàn sinh thái cao (Salt & cs., 1995).

Đến nay, hơn 420 cây siêu tích lũy (hyperaccumulators) đã được công bố, nhưng cây có khả năng hấp thụ Cr thì rất ít (Brooks & cs., 1977). Vì vậy, việc sàng lọc, xác định loài thực vật bản địa có khả năng xử lý Cr trong đất là bước đầu quan trọng làm cơ sở khoa học cho việc kết hợp với một số vi sinh vật bản địa sống trong đất để xử lý đất ô nhiễm Cr, từng bước thay thế các phương pháp truyền thống với chi phí cao, ít thân thiện với môi trường. Đây là hướng đi bền vững, lâu dài và hiệu quả đối với việc bảo vệ môi trường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Các chậu nhựa ($\phi = 45\text{cm}$, $H = 35\text{cm}$) được dùng để trồng cây.

Đất thí nghiệm được lấy từ tầng đất mặt, không ô nhiễm KLN, sàng qua rây có đường kính 4mm, sau đó đổ đất vào chậu thí nghiệm, mỗi chậu 10kg đất khô và để ổn định trong hai tuần trước khi trồng cây.

Đất trước khi thí nghiệm có thành phần hóa lý như sau: pH: 4,32; OM: 3,09% $\pm$ 0,4; $N_{(ts)}$: 0,22% $\pm$ 0,2; P_2O_5 : 0,36% $\pm$ 0,6; K_2O : 0,038% $\pm$ 0,3.

Axit Nitric (HNO_3). Axit pecloric ($HClO_4$) 70%. Axit Flohydric (HF).

Kim loại nặng Cr được bổ sung vào đất dưới dạng Cr ($K_2Cr_2O_7$).

Bản đồ Thành phố Long Khánh, tỉnh Đồng Nai, máy định vị GPS, máy ảnh kỹ thuật số, bao ni lông tối màu, dây ni lông, thước dây, kéo cắt cây, bút, sổ ghi chép...

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu thực địa

Điều tra theo tuyến: Tuyến điều tra được bố trí đi qua các kiểu sinh cảnh trên 15 xã, phường thuộc Thành phố Long Khánh, tỉnh Đồng Nai được dự đoán có mặt những loài cây siêu tích lũy KLN (dễ trồng, sinh trưởng nhanh, sinh khối lớn, vòng đời ngắn, bộ rễ dài) gồm sinh cảnh rừng cây gỗ lá rộng; sinh cảnh rừng hỗn giao cây gỗ và sinh cảnh rừng trồng, cây bụi. Mỗi sinh cảnh trên từng khu vực được bố trí 3

Cơ sở lựa chọn nồng độ Cr trong thí nghiệm dựa theo QCVN03/2015BTNMT đối với đất nông nghiệp ô nhiễm KLN Cr, đồng thời có tham khảo ngưỡng giới hạn chống chịu KLN của của một số loài cỏ dại theo công bố Wei. (Wei & cs., 2004). Tất cả các thí nghiệm bố trí ngẫu nhiên và được lặp lại 3 lần như trong bảng 1.



Bảng 2. Nồng độ Cr trong các công thức thí nghiệm 2

TT	Công thức thí nghiệm	Nồng độ Cr (mg/kg)/10kg đất khô/chậu	Loại thực vật bản địa sàng lọc được/chậu
1	CK	0	3 cây
2	H1	150	3 cây
3	H2	200	3 cây
4	H3	250	3 cây
5	H4	300	3 cây
6	H5	350	3 cây

Sau 3 tháng trồng, tiến hành xác định được tỷ lệ chết, sống, tình hình sinh trưởng (chiều cao cây, chiều dài rễ),...tiến hành phân tích hàm lượng Cr trong rễ, thân, lá (mg/kg khô) để xác định điểm tối hạn, hệ số TF và BF, từ đó xác định loài thực vật có khả năng hấp thụ Cr.

Thí nghiệm 2: Xác định điểm tối hạn, khả năng hấp thụ Cr của loài thực vật bản địa sàng lọc được

Sau khi sàng lọc được loài thực vật bản địa có khả năng hấp thụ KLN Cr cao. Để xác định điểm tối hạn, khả năng sinh trưởng và hấp thụ Cr trong những nồng độ ô nhiễm khác nhau nhằm tìm ra ngưỡng tối ưu khi sử dụng loài thực vật bản địa xử lý đất ô nhiễm Cr đạt hiệu quả cao nhất, chúng tôi tiếp tục thực hiện thí nghiệm 2 như trong bảng 2.

2.2.3. Xác định hệ số TF và BF

Sau khi phá mẫu bằng dung dịch HNO_3 87% và HClO_4 13%. Hàm lượng Cr được xác định bằng phổ nguyên tử (AA- 400, PerkinElmer, Mỹ). Để kiểm soát chất lượng, vật liệu tiêu chuẩn (GBW- 08.505 cho cây và GBW- 08.303 cho đất) được mua từ Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu tiêu chuẩn, Bắc Kinh, Trung Quốc.

Xác định khả năng tích lũy Cr dựa trên hệ số TF (TF: Translocation factor: Được tính bằng tỉ lệ nồng độ KLN tích lũy ở phần trên mặt đất của cây so với nồng độ KLN tích lũy trong rễ). Nếu $\text{TF} > 1$ được xem là loài thực vật có khả năng vận chuyển KLN cao (Tu & Ma, 2002) và hệ số BF (BF: Bioconcentration factor: Được tính bằng tỉ lệ giữa nồng độ KLN tích lũy ở phần trên mặt đất của cây so với nồng độ KLN trong môi trường đất. Nếu $\text{BF} > 1$ loài thực vật

đó thuộc dòng “thực vật tích tụ”, $\text{BF} < 1$ loài thực vật đó thuộc dòng “thực vật ngăn chặn” và $\text{BF} > 10$ loài thực vật đó được xếp vào “dòng siêu tích tụ” (Baker & cs., 1994; Ma & cs., 2001).

2.2.4. Xây dựng bảng danh lục thực vật có khả năng hấp thụ KLN Cr trong khu vực nghiên cứu

Sau khi phân tích đặc điểm hình thái, dựa vào các tài liệu phân loại học thực vật để xác định tên khoa học và vị trí phân loại của chúng, ngoài ra các mẫu vật còn được so trực tiếp với các bộ mẫu thực vật tại Bảo tàng Thực vật Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật. Thứ tự các bộ và họ được sắp xếp theo Hệ thống tiến hóa của Takhtajan (1973). Các loài trong một họ được sắp xếp theo thứ tự ABC (Nguyễn Nghĩa Thìn, 2007).

2.2.5. Xử lý số liệu

Dữ liệu được thể hiện theo $\text{Mean} \pm \text{SD}$. Sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm được đánh giá bằng phân tích phương sai (ANOVA). So sánh các giá trị trung bình theo sự khác biệt nhỏ nhất (LSD) với $P < 0,05$. Các mối tương quan Pearson được tính toán để kiểm tra các mối quan hệ với khoảng tin cậy 95%, sử dụng phần mềm IBM SPSS 20 và Sigma Plot 12.5.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần loài thực vật có hình thái bên ngoài siêu hấp thụ KLN Cr

Thực vật có nhiều cách phản ứng khác nhau đối với sự có mặt của các KLN trong môi trường. Hầu hết, các loài thực vật rất nhạy cảm với sự có mặt của các ion kim loại, thậm chí ở nồng độ

rất thấp. Tuy nhiên, vẫn có một số loài thực vật không chỉ có khả năng sống được trong môi trường bị ô nhiễm bởi các KLN độc hại mà còn có khả năng hấp thu và tích lũy các KLN này vào trong các bộ phận khác nhau của chúng (Lombi & cs., 2001).

Sau một năm với 10 đợt điều tra thu thập mẫu tại 15 xã, phường của Thành phố Long Khánh, chúng tôi thu được 48 loài thực vật có hình thái bên ngoài đặc trưng cho loài siêu hấp thụ KLN. Các mẫu đã được xử lý và lưu giữ tại Phòng thí nghiệm Đại học Đồng Nai. Việc giám định tên khoa học, lập danh lục thực vật tại vùng nghiên cứu cho thấy loài thực vật có khả năng hấp thụ KLN tại đây gồm 16 bộ, 21 họ, 37 chi được trình bày trong bảng 3. Trong quá trình thu mẫu ngoài thực địa, chúng tôi nhận thấy, thành phần hệ thực vật phân bố không đồng đều tại các điểm thu mẫu, ở các khu khai khoáng thì rừng không còn, chỉ còn các savan, đồi thấp, mẫu thu được đa số phân bố quanh khu dân cư đã bị đô thị hóa nhiều. Do đó, nghèo về thành phần loài cũng như số lượng cá thể.

Danh lục các loài thực vật có khả năng tích tụ KLN trong vùng nghiên cứu, chúng tôi thấy có nhiều sự trùng lặp với các loài thực vật có khả năng tích tụ kim loại được công bố trên thế giới như các loài thuộc họ Rau dền (*Amaranthaceae*), họ Cải (*Brassicaceae*), họ Cà (*Solanaceae*). Nhiều

họ trong khu vực nghiên cứu có nhiều loài nhưng gặp rất ít loài trong số chúng có khả năng tích tụ KLN như các họ: Thầu dầu (*Euphorbiaceae*), Họ Đậu (*Fabaceae*), Họ Cúc (*Asteraceae*), Họ Bông (*Malvaceae*),... có thể là do chưa thu thập được đầy đủ các mẫu của toàn bộ các loài đó cho phân tích sàng lọc nên chưa thể đánh giá được chính xác các loài thuộc các họ đó có khả năng tích tụ KLN hay không.

3.2. Sàng lọc, xác định loài thực vật có khả năng hấp thụ Cr

Kết quả trong 48 loài thực vật sàng lọc được (Bảng 3) trồng trong các chậu đất ô nhiễm Cr chỉ còn 04 loài sống, trong 04 loài này, chỉ có 01 loài sinh trưởng tốt về chiều cao, sinh khối, trọng lượng rễ ($52,63 \pm 1,65\text{cm}$; $60,43 \pm 1,75\text{g}$; $9,70 \pm 0,68\text{g}$) và có hệ số TF, BF vượt trội so với 03 loài còn lại trong môi trường đất ô nhiễm Cr lên đến 300 mg/kg đất khô là cây Lu lu đực (*Solanum nigrum* L.) (Bảng 4).

Kết quả ở bảng 4 cho thấy cây Lu lu đực có hệ số TF = 2,56 > 1 và BF = 0,14 < 1. Theo Tu & Ma. (2002); Baker & cs. (1994); Ma & cs. (2001), kết quả nghiên cứu của chúng tôi đã chứng minh cây Lu lu đực là loại thực vật có khả năng vận chuyển Cr cao và thuộc dòng thực vật ngăn chặn ô nhiễm.

Bảng 3. Danh lục các loài thực vật có hình thái bên ngoài siêu hấp thụ KLN tại Thành Phố Long Khánh, tỉnh Đồng Nai

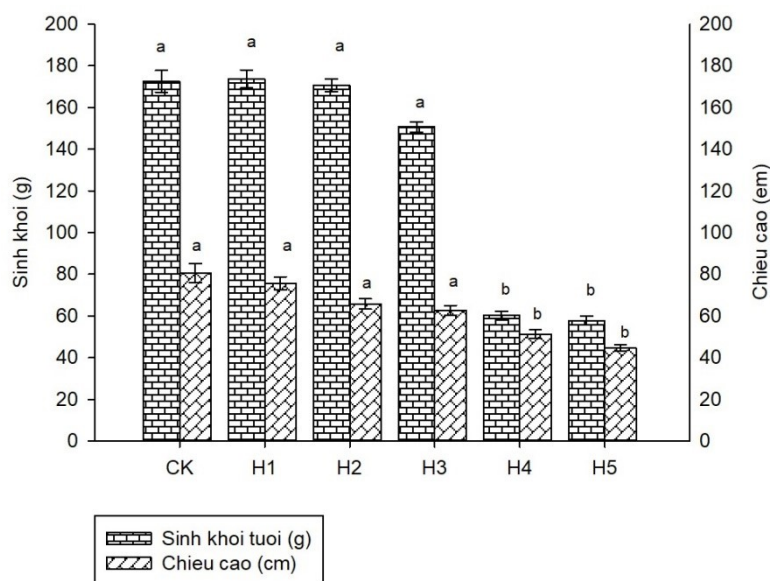
TT	Tên bộ	Tên họ	Ký hiệu	Tên chi	Tên loài	
					Khoa học	Việt Nam
1	<i>Scrophulariales</i> (Bộ Hoa mõm sói)	<i>Solanaceae</i> (Họ Cà)	T1	<i>Lycopersicum</i>	<i>L. esculantum</i> (L.) Mill.	Cà chua
			T2	<i>Capsicum</i>	<i>C. frutescens</i> L.	Ớt hiểm
			T3	<i>Solanum</i>	<i>Solanum nigrum</i> L.	Lu lu đực
			T4	<i>Physalis</i>	<i>Physalis angulata</i>	Tầm bóp
2	<i>Magnoliales</i> (Bộ Ngọc lan)	<i>Annonaceae</i> (Họ Na)	T5	<i>Annona</i>	<i>A. glabra</i> L.	Bình bát nước
3	<i>Piperales</i> (Bộ Hồ tiêu)	<i>Piperaceae</i> (Họ Hồ tiêu)	T6	<i>Piper</i>	<i>P. lolot</i> C. DC.	Lá lốt
4	<i>Gentinales</i> (Bộ Long đóm)	<i>Rubiaceae</i> (Họ Cà phê)	T7	<i>Paederia</i>	<i>P. lanuginosa</i> Wall.	Mơ lông
5	<i>Lamiales</i> (Bộ Hoa môi)	<i>Lamiaceae</i> (Họ Hoa môi)	T8	<i>Mentha</i>	<i>M. arvensis</i> L.	Húng cây
			T9	<i>Plectranthus</i>	<i>P. amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Húng chanh
			T10	<i>Ocimum</i>	<i>O. basilicum</i> L.	Húng quế

TT	Tên bộ	Tên họ	Ký hiệu	Tên chi	Tên loài	
					Khoa học	Việt Nam
6	<i>Capparales</i> (Bộ Mần mần)	<i>Capparaceae</i> (Họ Mần mần)	T11	<i>Cleome</i>	<i>C. chelidonii</i> L.f.	Mần mần tím
			T12		<i>C. viscosa</i> L.	Mần mần vàng
7	<i>Caryophyllales</i> (Bộ Cẩm chướng)	<i>Portulacaceae</i> (Họ Rau sam)	T13	<i>Portulaca</i>	<i>P. oleracea</i> L.	Rau sam
			T14	<i>Alternanthera</i>	<i>A. sessilis</i> (L.) A. DC.	Rau dệu
		<i>Amaranthaceae</i> (Họ Rau dền)	T15	<i>Amaranthus</i>	<i>A. spinosus</i> L.	Dền gai
			T16		<i>A. viridis</i> L.	Dền xanh
8	<i>Polemoniales</i> (Bộ Khoai lang)	<i>Convolvulaceae</i> (Họ Khoai lang)	T17	<i>Ipomoea</i>	<i>I. alba</i> L.	Bìm bìm trắng
			T18		<i>I. aquatica</i> Forssk.	Rau muống
			T19		<i>H. triloba</i> L.	Bìm bìm ba thùy
		<i>Boraginaceae</i> (Họ Vòi voi)	T20	<i>Heliotropium</i>	<i>H. indicum</i> L.	Vòi voi
9	<i>Violales</i> (Bộ Hoa tím)	<i>Passifloraceae</i> (Họ Lạc tiên)	T21	<i>Passiflora</i>	<i>P. foetida</i> L.	Lạc tiên
10	<i>Cucurbitales</i> (Bộ Bầu bí)	<i>Cucurbitaceae</i> (Họ Bầu bí)	T22	<i>Momordica</i>	<i>M. charantia</i> L.	Mướp đắng
11	<i>Euphorbiales</i> (Bộ Thầu dầu)	<i>Euphorbiaceae</i> (Họ Thầu dầu)	T23	<i>Euphorbia</i>	<i>E. hirta</i> L.	Cỏ sữa lá lớn
			T24		<i>E. hypericifolia</i> L.	Cỏ sữa lá ban
			T25	<i>Phyllanthus</i>	<i>P. amarus</i> Schum. & Thonn.	Diệp hạ châu đắng
			T26		<i>P. debilis</i> Klein ex Willd.	Diệp hạ châu yếu
12	<i>Myrtales</i> (Bộ Sim)	<i>Onagraceae</i> (Họ Rau mường)	T27	<i>Ludwigia</i>	<i>L. adscendens</i> (L.) Hara	Rau dừa nước
			T28		<i>L. hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	Rau mường thon
			T29		<i>L. octavalvis</i> (Jacq.) Raven	Rau mường đứng
13	<i>Fabales</i> (Bộ Đậu)	<i>Fabaceae</i> (Họ Đậu)	T30	<i>Canavalia</i>	<i>C. lineata</i> (Thunb.) DC.	Đậu cộ
			T31	<i>Mimosa</i>	<i>M. pigra</i> L.	Mai dương
			T32		<i>M. pudica</i> L.	Trinh nữ
			T33	<i>Vigna</i>	<i>V. luteola</i> (Jacq.) Benth.	Đậu vàng
14	<i>Malvales</i> (Bộ Bông)	<i>Tiliaceae</i> (Họ Đay)	T34	<i>Corchorus</i>	<i>C. aestuans</i> L.	Bồ dại
		<i>Sterculiaceae</i> (Họ Trôm)	T35	<i>Melochia</i>	<i>M. corchorifolia</i> L.	Trứng cua lá bố
		<i>Malvaceae</i> (Họ Bông)	T36	<i>Abelmoschus</i>	<i>A. moschatus</i> Medikus	Bụp vang
			T37	<i>Sida</i>	<i>S. acuta</i> Burm.f.	Chối đực
			T38		<i>S. rhombifolia</i> L.	Ké hoa vàng
			T39	<i>Urena</i>	<i>U. lobata</i> L.	Ké hoa đào
15	<i>Asterales</i> (Bộ Cúc)	<i>Asteraceae</i> (Họ Cúc)	T40	<i>Conoclinium</i>	<i>Conoclinium</i> sp.	K
			T41	<i>Eclipta</i>	<i>E. prostata</i> (L.) L.	Cỏ mực
			T42	<i>Eleutheranthera</i>	<i>E. ruderalis</i> (Swartz) Schultz Bipontinus	K
			T43	<i>Synedrella</i>	<i>S. nodiflora</i> (L.) Gaertn.	Bọ xít
			T44	<i>Vernonia</i>	<i>V. cinerea</i> (L.) Less.	Bạch đầu ông
			T45	<i>Wedelia</i>	<i>W. trilobata</i> (L.) Hitch.	Cúc bò vàng
16	<i>Poales</i>	<i>Cyperaceae</i> (Họ Cói)	T46		<i>W. biflora</i> (L.) DC.	Sơn cúc hai hoa
			T47	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cỏ gấu
		<i>Poaceae</i>	T48	<i>C. dactylon</i>	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Cỏ gà

Bảng 4. Thực vật có khả năng hấp thụ Cr tại Thành Phố Long Khánh, tỉnh Đồng Nai

Tên khoa học và Việt Nam	Mẫu	Nồng độ Cr (mg/kg. khô)				Hệ số	
		Đất	Thân	Lá	Rễ	TF	BF
<i>Cyperus rotundus</i> L. (Cỏ gấu)	T47	300	0,23 ± 0,02	0,33 ± 0,03	0,92 ± 0,03	0,61	0,00
<i>Cynodon dactylon</i> (L) Pers. (Cỏ gà)	T48	300	0,66 ± 0,04	0,72 ± 0,02	1,83 ± 0,04	0,75	0,00
<i>A. spinosus</i> L. (Dền gai)	T15	300	0,35 ± 0,03	0,45 ± 0,05	0,83 ± 0,04	0,96	0,00
<i>Solanum nigrum</i> L. (Lu lu đực)	T3	300	22,27 ± 0,85	22,47 ± 0,49	17,47 ± 0,70	2,56	0,14

Ghi chú: TF: Hệ số vận chuyển, BF: Hệ số tích lũy sinh học.



Hình 2. Ảnh hưởng của Cr đến chiều cao và sinh khối phần trên mặt đất của cây Lu lu đực

Đặc điểm hình thái bên ngoài của cây Lu lu đực. Cao 30-100cm, lá đơn mọc cách, cỡ 3-11 × 1,5-6,5cm, chóp nhọn, gốc hình nêm thót dần tới cuống, cuống lá dài 1-1,5cm. Cụm hoa dạng tán, mọc ở ngoài nách lá, cuống hoa dài 5-10mm, đài hình chén, dài 1,5-2mm, chỉ nhị dài 0,5-0,7mm, có lông tơ, bao phấn dài 1-2mm, vòi nhụy dài 1,5-2,2mm, có lông tơ ở phía gốc, quả chín mọng đen, hình cầu, đường kính 5-8mm, hạt dẹt, hình thận, đường kính 1mm. Mùa hoa quả tháng 6 đến tháng 11, mọc rải rác trên các bãi hoang, ruộng hoang, ven đường (Vũ Văn Hợp & Nguyễn Thị Nhan, 2005).

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ Cr đến khả năng sinh trưởng của Lu lu đực

Khi nồng độ của một KLN trong đất không cao hơn giá trị tối hạn chống chịu của thực vật thì không ảnh hưởng đến khả năng tăng trưởng.

Vì vậy, sinh khối trên mặt đất của thực vật sẽ không giảm. Một khi nồng độ KLN trong đất vượt giá trị tối hạn, sự tăng trưởng của thực vật sẽ bị ức chế và biểu hiện ra trạng thái bên ngoài như vàng lá, giảm chiều cao và sinh khối (Sun & cs., 2001).

Hình 2 cho thấy, ở nồng độ 100-250mg Cr/kg đất khô (công thức thức H1-H3) so với CK, chúng tôi nhận thấy màu sắc lá, chiều cao và sinh khối của cây Lu lu đực phát triển không khác so với CK ($P < 0,05$). Khi nồng độ Cr trong đất tăng lên 300-350 mg/kg (thí nghiệm thức H4-H5) cây Lu lu đực sống nhưng có dấu hiệu vàng lá, chiều cao và sinh khối so với CK giảm rõ rệt (H4: 51,33cm, 60,16g và H5: 44,66cm, 57,70g < CK: 80,63cm, 172,50g). Việc giảm sinh khối và chiều cao của cây Lu lu đực trong môi trường đất có nồng độ Cr ≥ 250 mg/kg (công thức H3) được coi là điểm tối hạn.

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ Cr đến khả năng hấp thụ KLN của cây Lu lu đực

Cơ chế hấp thụ KLN nói chung vào cây trồng. Các nguyên tố trong dung dịch đất được chuyển từ các lỗ khí trong đất tới bề mặt rễ cây bằng hai con đường chính: Sự khuếch tán và dòng chảy khối. Sự khuếch tán xảy ra nhằm chống lại sự gia tăng gradien nồng độ bình thường đối với rễ cây bằng cách: Hấp thụ các kim loại nặng trong dung dịch đất tại bề mặt tiếp giáp rễ cây - đất. Dòng chảy khối được tạo ra do sự di chuyển của dung dịch đất tới bề mặt rễ cây như là kết quả của quá trình thở của lá. Các muối kim loại hòa tan trong nước được hấp thụ cùng với dòng nước từ đất vào rễ rồi lên lá. Phần lớn các KLN được hấp thụ vào cây dưới dạng ion thông qua hệ thống rễ.

Bảng 5 cho thấy, hàm lượng Cr tích lũy trong Lu lu đực rất cao. Nhìn chung, phần sinh khối trên mặt đất (thân, lá) tích lũy nhiều Cr hơn phần dưới mặt đất (rễ). Trong công thức H1 (nồng độ Cr trong môi trường đất bằng 150 mg/kg đất khô), nồng độ Cr tích lũy ở phần trên và dưới mặt đất lần lượt là 20,53; 21,93 (thân; lá) và 16,53 (rễ) mg/kg sinh khối khô, hệ số $TF = 2,57 > 1$ và hệ số $BF = 0,28 < 1$. Kết quả này một lần nữa đã chứng minh Lu lu đực là loài thực vật có hiệu quả vận chuyển Cr cao và thuộc loài tích tụ Cr (Tu & Ma, 2002; Baker & cs., 1994; Ma & cs., 2001).

Khi nồng độ Cr trong đất tăng lên 300-350 mg/kg đất khô (công thức H4, H5), sự tích lũy Cr ở phần trên và dưới mặt đất của Lu lu đực cũng tăng lên. Kết quả (bảng 5) cho thấy phần

lớn ở các công thức thí nghiệm nồng độ Cr tích lũy trong thân và lá đều lớn hơn trong rễ ($TF > 1$). Ngoài ra, ở công thức H4 và H5, khi nồng độ Cr trong đất tăng lên 300-350 mg/kg đất khô, hệ số vận chuyển (TF) bắt đầu giảm. Kết quả nghiên cứu này một lần nữa đã chứng minh trong môi trường đất ô nhiễm Cr từ 150-250 mg/kg đất khô, trồng cây Lu lu đực xử lý ô nhiễm đạt hiệu quả cao nhất, vì ở nồng độ này, hệ số TF và BF đạt hiệu suất cao nhất về khả năng vận chuyển và tích lũy sinh học. Với khả năng thích nghi đặc biệt này, Lu lu đực không chỉ sống được trong môi trường ô nhiễm Cr mà chúng còn tích lũy Cr rất cao. Lượng Cr tích lũy lớn hơn rất nhiều lần so với những cây bản địa trong vùng nghiên cứu (Cỏ gấu, cỏ gà...). Từ kết quả mà chúng tôi nghiên cứu được, đã chứng minh cây Lu lu đực là một cây có khả năng xử lý đất ô nhiễm Cr.

Theo Liu & cs. (2004) và Baker & cs. (1989), loài thực vật có tiềm năng xử lý KLN phải đáp ứng được ít nhất hai điều kiện sau: Thứ nhất, có khả năng tích lũy một lượng lớn chất ô nhiễm; Thứ hai, có khả năng tạo ra sinh khối lớn trong điều kiện canh tác đơn giản nhất.

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh, trồng cây Lu lu đực trong môi trường đất ô nhiễm Cr từ 150-350 mg/kg đất khô cây vẫn sống và phát triển. Tuy nhiên, trong môi trường đất ô nhiễm Cr từ 150-250 mg/kg (công thức H1-H3), trồng cây Lu lu đực để xử lý đất ô nhiễm đạt hiệu quả cao nhất, vì ở nồng độ ô nhiễm này, sinh khối của cây Lu lu đực so với sinh khối trong công thức CK vẫn không thay đổi ($P < 0,05$).

Bảng 5. Nồng độ khác nhau ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ Cr của cây Lu lu đực (mg/kg sinh khối khô)

Công thức	Nồng độ Cr/10kg đất/chậu	Trên mặt đất		Dưới mặt đất	Hệ số	
		Thân	Lá	Rễ	TF	BF
CK	0	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	-	-
H1	150	20,53b ± 0,67	21,93b ± 0,91	16,53c ± 0,83	2,57	0,28
H2	200	21,43b ± 0,46	21,87b ± 0,97	16,73c ± 0,35	2,59	0,22
H3	250	21,97c ± 0,31	22,10b ± 0,44	16,90c ± 0,20	2,61	0,18
H4	300	22,27c ± 0,59	22,47b ± 0,45	17,47b ± 0,43	2,59	0,15
H5	350	22,33c ± 0,85	22,51b ± 0,49	17,52b ± 0,15	2,56	0,13

Ghi chú: TF: Hệ số vận chuyển, BF: Hệ số tích lũy sinh học. Các số trung bình có cùng chữ cái a, b, c (theo cột) không có sự sai khác đáng kể ở mức $P < 0,05$.

Thực vật được gọi là “siêu hấp thụ KLN Cr” khi chúng có thể lưu giữ một hay nhiều kim loại trong phần khí sinh với hàm lượng cao hơn 0,1% Cr (so với trọng lượng khô), không cần để ý đến lượng kim loại có trong đất (Baker & Brooks., 1989). Những thực vật sống trong môi trường bị nhiễm KLN, mà có hệ số hấp thụ sinh học $BF > 1$ so với môi trường đất và >1.000 so với môi trường nước về một kim loại nào đó cũng được coi là “siêu hấp thụ” đối với kim loại đó (Sun & cs., 2001). Nhóm thực vật này đang được nghiên cứu ở nhiều nước trên thế giới, đối tượng đang được quan tâm đặc biệt là những loài có khả năng “siêu chống chịu” và “siêu tích tụ”. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi đã chứng minh cây Lu lu đực là loài thực vật có hiệu quả vận chuyển Cr cao và thuộc loài tích tụ Cr.

4. KẾT LUẬN

Tại thành phố Long Khánh, tỉnh Đồng Nai có 04 loài thực vật có khả năng hấp thụ KLN Cr đã được xác định là: (1) *Cyperus rotundus* L. (Cỏ gấu), (2) *Cynodon dactylon* (L) Pers. (Cỏ gà), (3) *A. spinosus* L. (Dền gai), (4) *Solanum nigrum* L. (Lu lu đực). Trong đó, có 01 loài vượt trội hơn cả về sinh khối cũng như hệ số vận chuyển và tích lũy sinh học là cây Lu lu đực (*Solanum nigrum* L.).

Trong điều kiện canh tác đơn giản, Lu lu đực sinh trưởng, phát triển và cho sinh khối tốt, đây là ưu điểm để chọn đối tượng này trong công nghệ dùng thực vật xử lý đất ô nhiễm.

Lu lu đực sống và sinh trưởng được trong điều kiện đất ô nhiễm Cr từ 0-350 mg/kg đất khô. Việc giảm sinh khối và chiều cao của cây Lu lu đực trong môi trường đất có nồng độ $Cr \geq 250$ mg/kg được coi là điểm tối hạn.

Trong môi trường đất ô nhiễm Cr từ 150-250 mg/kg đất khô, chiều cao và sinh khối so với CK không thay đổi ($P < 0,05$), đây là mức xử lý đất ô nhiễm Cr hiệu quả nhất của cây Lu lu đực.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đồng Nai và Trường Đại học Đồng Nai đã cấp kinh phí và tạo điều kiện giúp chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Baker A.J.M. & Brooks R. (1989). Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements: A review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery*. 1: 811-826.
- Baker A.J.M., Reeves R.D. & Hajar A.S.M. (1994). Heavy metal accumulation and tolerance in British population of the metallophyte *Thlaspi caerulescens* J & C Presl (Brassicaceae). *New Phytologist*. 127: 61-68.
- Brooks R.R., Lee J. & Reeves R.D. (1977). Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium species of indicator plants. *J. Geochem. Explor.* 7: 49-77.
- David E. Salt, Michael Blaylock, Nanda P.B.A. Kumar, Viatcheslav Dushenkov, Burt D. Ensley, Ilan Chet & Ilya Raskin (1995). Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from environmental using plants. *Biotechnology*. 3: 468-474.
- Elizabeth Pilon-Smits & Marinus Pilon. (2002). Phytoremediation of Metals Using Transgenic Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 21(5): 439-456.
- Hatice Daghan (2004). Phytoextraction of Heavy Metal from Contaminated Soils Using Genetically Modified Plants. Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online verfügbar. Adana, Türkei.
- Liu W., Shu W.S. & Lan C.Y. (2004). *Viola baoshanensis* a plant that hyperaccumulates cadmium. *Chinese Science Bulletin*. 1: 29-34.
- Lombi E., Zhao F.J., Dunham S.J. & McGrath S.P. (2001). Phytoremediation of Heavy Metal-Contaminated Soil. *Journal of Environmental Quality*. 30: 1919-1926.
- Ma L.Q., Komar K.M. & Tu C. (2001). A fern that hyperaccumulates arsenic. *Nature*. pp. 409-579.
- Nguyễn Nghĩa Thìn (2007). Các phương pháp nghiên cứu thực vật. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Sun T.H., Zhou Q.X. & Li P.J. (2001). *Pollution Ecology*. Beijing Science Press.
- Tu C. & Ma, L. (2002). Effect of Arsenic concentrations and Forms on Arsenic Uptake by *Hyperaccumulator Pteris vittata* L. under hydroponic conditions. *Environmental and Experiental Botany*. 50: 243-251.
- UBND Thị xã Long Khánh (2017). Quyết định số 324/UBND-NN, ngày 15 tháng 02 năm 2017 về việc hướng dẫn xử lý, khắc phục hàm lượng Cr cao trong đất tại Thị xã Long Khánh tỉnh Đồng Nai.
- Vũ Văn Hợp & Nguyễn Thị Nhan (2005). *Solanaceae Juss.* 1789 - Họ Cà. Danh lục các loài thực vật Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. tr. 27.
- Wei S.H. & Zhou Q.X. (2004). Identification of weed species with hyperaccumulative characteristics of heavy metals, *Prog. Natl. Sci. Aboveground biomass of S. nigrum g/plant⁻¹*. 14(6): 495-503.