

ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CỦA CÂY HOA HƯỚNG DƯƠNG (*HELIANTHUS ANNUUS*) TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG CADMIUM

Trần Đức Thảo*, Trương Thị Diệu Hiền

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: thaotd@cntp.edu.vn

Ngày nhận bài: 13/10/2016; Ngày chấp nhận đăng: 28/02/2017

TÓM TẮT

Tiềm năng ứng dụng thực vật vào việc xử lý ô nhiễm kim loại nặng – Phytoremediation đang thu hút sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu. Với chi phí đầu tư rẻ, thuận tiện, thân thiện với môi trường, Phytoremediation được đánh giá là một trong những công nghệ xử lý ô nhiễm của tương lai. Trong số những thực vật hữu dụng cho Phytoremediation, cây hoa hướng dương (*Helianthus annuus*) được nhiều nhà nghiên cứu đánh giá là hiệu quả trong xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong đất và nguồn nước. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tổng hợp và phân tích những tiềm năng ứng dụng của *H. annuus* trong việc loại bỏ kim loại nặng Cadmium trong đất. Qua đó, giúp đưa ra ngưỡng khử độc Cadmium trên thực tế áp dụng cho mô hình phytoremediation sử dụng *H. annuus*.

Từ khóa: *Helianthus annuus*, Phytoremediation, Cadmium, ô nhiễm kim loại nặng.

1. MỞ ĐẦU

Ô nhiễm kim loại nặng, các chất phóng xạ (Radionuclides) và các chất hóa học vô cơ khác là vấn đề nan giải tại nhiều nước, trong đó có Việt Nam. Nguyên nhân có thể bắt nguồn từ tự nhiên, tuy nhiên phần lớn là sản phẩm được tạo ra do các hoạt động của con người. Đáng kể trong đó là hoạt động khai thác mỏ quặng, chất thải từ các khu công nghiệp nặng, sản xuất dầu mỏ, phân bón... Phần lớn trong số đó thải trực tiếp ra môi trường mà không qua xử lý. Do vậy, tạo nên sức ép rất lớn lên hệ sinh thái và các hoạt động bảo vệ môi trường. Thêm vào đó, ô nhiễm kim loại nặng trong đất, nguồn nước sinh hoạt và không khí đã và đang gây ra nhiều tác hại đến sức khỏe của người dân [1-5].

Tuy nhiên, công tác tầm soát ngăn cản sự lan rộng của vùng ô nhiễm gặp nhiều khó khăn. Nhiều phương án xử lý đã được đưa ra, cụ thể là thủy tinh hóa *in-situ* kim loại (*in-situ* vitrification), nhiệt phân đất chứa kim loại (soil incineration), chôn lấp (excavation and landfill) [6]. Tuy nhiên, đa số các phương pháp này đều có chi phí đầu tư cao, yêu cầu nguồn nhân lực với trình độ kỹ thuật cao. Đây cũng là trở ngại rất lớn cho những nước nghèo và có nền công nghiệp đang phát triển như Việt Nam.

Phương pháp sử dụng thực vật để xử lý ô nhiễm nói chung và kim loại nặng nói riêng được gọi chung là “Phytoremediation”. Trong đó, có các hướng ứng dụng khác nhau, có thể kể đến như: Rhizofiltration, là quá trình hấp phụ các chất ô nhiễm lên bề mặt rễ hoặc vào trong rễ,

phương pháp này thường được áp dụng trong trường hợp chất ô nhiễm dễ tan trong nước, áp dụng trong xử lý ô nhiễm vùng ngập nước; phytostabilization, là phương án sử dụng thực vật cố định chất ô nhiễm thay vì loại bỏ; phytovolatilization là phương thức sử dụng thực vật để tách chiết một vài kim loại nhất định (ví dụ Thủy ngân, Hg hoặc Selen, Se) từ đất và những kim loại này sau đó sẽ được giải phóng vào không khí thông qua quá trình bay hơi tại khí khổng của lá; phytoextraction là phương thức sử dụng thực vật hấp thụ kim loại từ đất và tích lũy những kim loại này vào cành non. Tùy theo đặc điểm và khả năng chịu đựng của từng loại thực vật mà phương thức áp dụng khác nhau [6-7].

Do vậy, xu hướng chủ yếu và yêu cầu cấp bách hiện nay tại các nước đang phát triển là đưa ra phương án cải tạo và xử lý ô nhiễm thân thiện, hiệu quả đầu tư cao, với kinh phí thấp. Ngày càng có nhiều bằng chứng khoa học cho thấy một số loài thực vật có khả năng tích lũy kim loại nặng như: *Alyssum markgrafii*, *Eleocharis acicularis*, *Schima superbal* [6]. Những loại cây này không những có khả năng kháng lại được điều kiện nồng độ kim loại cao, mà còn giúp “thu gom” kim loại trong đất, nguồn nước bằng cách tích lũy. Thêm vào đó một số loại cây với ưu thế sinh trưởng mạnh ở các vùng đất ô nhiễm kim loại, sẽ chiếm đa số và được dùng là loài chỉ thị môi trường cho vùng đất ô nhiễm. Vì thế, sử dụng thực vật trong vấn đề xử lý ô nhiễm là phương án khả thi, thân thiện với môi trường, chi phí đầu tư lại “rẻ”.

2. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ TÁC ĐỘNG CỦA CADMIUM

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Trong bài này, chúng tôi muốn đề cập đến khả năng ứng dụng của cây hoa hướng dương (*Helianthus annuus*) (Hình 1) vào việc xử lý ô nhiễm kim loại nặng cụ thể như Cadmium (Cd) trong các vùng đất ô nhiễm như các khu công nghiệp, khu chế xuất, khu xử lý rác thải...

2.2. Tiềm năng của *H. annuus* trong xử lý ô nhiễm Cadmium

Cadmium (Cd) là kim loại nặng được đánh giá là chất gây ô nhiễm nghiêm trọng, với độc tính cao khi ở dạng hoà tan Cd^{2+} trong nước. Do vậy, Cd dễ bị hấp thụ bởi thực vật và xâm nhập vào chuỗi thức ăn, gây ảnh hưởng lớn đến sức khỏe của con người [8]. Là loài thực vật sống được trong điều kiện nồng độ kim loại cao, *H. annuus* được đánh giá tiềm năng trong việc khống chế sự phát tán của Cd trong hệ sinh thái. Nhiều báo cáo khoa học cho thấy, *H. annuus* có khả năng hấp thụ và tích lũy cao kim loại nặng trong rễ, tuy nhiên ít tích lũy trong chồi và cành cây [9-10]. Đặc tính này rất phù hợp với phương thức Rhizofiltration trong quá trình khử độc vùng đất/ nguồn nước ô nhiễm kim loại.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thử nghiệm *H. annuus* trong xử lý ô nhiễm kim loại nặng Cadmium

H. annuus được đánh giá là có khả năng phát triển trong môi trường ô nhiễm Cd^{2+} [11], [12]. Zou và cs, (2008) đã thử nghiệm trên sự nảy mầm của 3 giống *H. annuus* và nhận thấy rằng, Cd ở dạng dung dịch được chuyển hóa và tích lũy ở chủ yếu ở rễ, một lượng thấp hơn ở thân và lá (Bảng 1) [13]. Hiện tượng tương tự cũng được ghi nhận trong nghiên cứu của Ghani, (2010) với các chủng giống HI-SUN33, HI-SUN38, S278 (Bảng 1) [14]. Do vậy, khi thử nghiệm hiệu quả xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong đất/ nguồn nước, cần tính đến phương án chủng giống *H. annuus* cho kết quả tối ưu. Nghiên cứu khác của Yang và Pan, (2012) chỉ ra

rằng sở dĩ Cd tích lũy tập trung ở rễ là do có ái lực hấp thụ lớn đối với dịch chiết từ rễ *H. annuus* (Bảng 1) [15]. Nghiên cứu cũng giải thích rằng, có thể do những hợp chất chuyên biệt tạo ra ở rễ (ví dụ như các protein, đường polysaccharide, và các chất có nhóm chức phenol) đã tạo nên ái lực lớn giúp tích lũy của Cd tại rễ.

Bảng 1. Một số tác động của Cadmium lên sự sinh trưởng của *H. annuus*.

Giống <i>H. Annuus</i>	Hàm lượng Cd ^(*, **)	Hiện tượng	Chủng tích lũy Cd tối ưu	Tài liệu tham khảo
No. 665 RH118 QFS14	1000 ppm 10-100 ppm	Cây chết sau 10 ngày. Rễ và chồi thân ức chế sinh trưởng sau 20 ngày.	No.665	[13]
HI-SUN33 HI-SUN38 S278 Wt ^(***)	9 ppm 9-12mg/kg	Tất cả các giống cây chết sau 10 ngày khảo sát. Các chồi cây này nhạy với nồng độ 9 ppm và tích lũy hiệu quả ở nồng độ 6 ppm Cd. Ức chế tăng sinh của rễ/ thân.	HI-SUN33	[14]
	< 50 ppm	Ít tác động đến chu trình biến dưỡng.	N/A ^(****)	[16]

^(*)ppm: particles per million, áp dụng xử lý dung dịch Cd (II+) trên hạt.

^(**)mg/kg: miligram Cd/ kg đất trồng.

^(***)wt: wild-type, giống tự nhiên.

^(****)N/A: not available, không xác định.

3.2. Tác động của Cadmium đến *H. Annuus*

Nghiên cứu của Kirbag Zengin và Munzuroglu (2006) chỉ ra rằng, các nồng độ 50, 70, 90 ppm sẽ tạo nên ảnh hưởng độc tăng dần lên chu trình biến dưỡng của *H. annuus*, và tác động đến hàm lượng Chlorophyll a+b và protein tổng số [16]. Điều này chứng tỏ rằng, một khi nồng độ Cd vượt quá ngưỡng giới hạn chịu đựng của cây, sự tăng trưởng của cây cũng bị tác động. Do vậy, trước khi sử dụng *H. annuus* với mục đích loại trừ nhiễm độc Cd, cần tính đến yếu tố nhiều mùa vụ và yếu tố kinh tế. Trong khoảng nồng độ Cd đạt ngưỡng 50ppm, có thể được xem xét như giá trị tham chiếu để đưa ra chiến lược khử độc kim loại tại vùng ô nhiễm, trong khi đó, yếu tố mùa vụ cũng được duy trì (Bảng 1).

Nghiên cứu gần đây của Rivelli và cs (2014) chỉ ra rằng, hàm lượng Cd (5-15mg/kg đất) ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ dinh dưỡng của rễ và ảnh hưởng đến khả năng vận chuyển nguyên tố vi lượng (Cu, Zn, Fe) từ rễ lên thân/ lá [17]. Điều này giải thích nguyên nhân vì sao trong nghiên cứu của Ghani (2008), *H. annuus* bị ức chế sinh trưởng với nồng độ Cd 9-12mg/kg (Bảng 1) [14].

3.3. Cải tiến hiệu quả sử dụng *H. annuus* trong việc khử độc kim loại nặng

Quá trình tích lũy kim loại nặng của *H. annuus* chủ yếu diễn ra tại rễ, song các cơ quan khác của cây (thân và lá) nếu được sử dụng cũng có thể là tiềm năng lớn trong việc hấp thụ và tích lũy kim loại nặng tại vùng ô nhiễm. Tuy nhiên, việc đưa vào thực tiễn sử dụng thân và lá của cây trong khử độc kim loại gặp nhiều khó khăn vì những nguyên nhân sau: 1) không phải loài thực vật nào cũng có thể vận chuyển kim loại và tích lũy, 2) mỗi chủng giống *H. annuus* khác nhau sẽ có hiệu quả vận chuyển sinh học khác nhau, 3) việc tích lũy kim loại nặng phần

nào cũng tác động đến sự sinh trưởng của cây như đã được đề cập ở phần trên. Những yếu tố này tạo ra “sự bão hoà” trong quá trình hấp thụ tích lũy kim loại.

Nhiều thử nghiệm nhằm tăng hiệu quả xử lý kim loại Cd được triển khai. Hao và cs, (2012) đã thử nghiệm tác động của các yếu tố tiềm năng được cho là tác động lên sự phát triển thông thường của cây, điều này được đánh giá có thể cải thiện hiệu quả tích lũy kim loại trong cây, cụ thể là phân heo (Swine manure) và Potassium chloride (KCl) [18]. Kết quả cho thấy, cả ba yếu tố trên đều giúp tăng chiều cao, kích thước hoa và sinh khối của cây. Tuy nhiên, đối với trường hợp bổ sung phân heo làm giảm rõ rệt hàm lượng Cd và Zn trong cây, từ đó giảm hệ số tích lũy sinh học (Bioaccumulation coefficient, BCF) của Cd và Zn. Do vậy, việc bổ sung phân heo có thể giúp hỗ trợ phát triển của cây, nhưng không là lựa chọn tối ưu trong việc hấp thụ và cố định kim loại nặng như Cd. Ngược lại, sự bổ sung KCl ở nồng độ 0.54g/kg đất tại thời điểm trước khi gieo và giai đoạn giữa của chu trình phát triển giúp tăng rõ rệt BCF của Cd, cũng như làm tăng hệ số vận chuyển (translocation factor, TF) của nguyên tố vi lượng Zn từ rễ lên chồi và hệ số khử độc (Remediation factor, RF) của *H. annuus* (Bảng 2). Do vậy, phân bón KCl cũng là một yếu tố cần cân nhắc khi chọn lựa giữa yếu tố kinh tế và hiệu quả cải thiện ô nhiễm môi trường.

Laspina và cs (2005) đã đưa ra nhận định rằng, việc bổ sung Nitric Oxide (NO) dưới dạng Sodium nitroprusside (SNP) giúp cho *H. annuus* chịu đựng được nồng độ Cd cao (500 ppm) trong suốt 10 ngày phơi nhiễm [19]. Các triệu chứng nhiễm độc Cd ở thực vật: lá úa vàng (chlorosis), ức chế tăng trưởng... Như vậy, trong trường hợp sử dụng đơn độc *H. annuus* trong xử lý đất ô nhiễm Cd, có thể sử dụng chất hóa học là nguồn tạo ra Nitric oxide (NO-donor) để tăng khả năng chịu đựng (tolerance) của *H. annuus* đối với nồng độ cao Cd.

Một cách tiếp cận khác, được cho là tăng khả năng hấp thụ kim loại vào thực vật, giúp khử độc trong đất, đó là sử dụng các chất trao đổi ion kim loại (chelators) [20]. Đối với những thực vật chủ yếu hấp thụ kim loại nặng qua rễ như *H. annuus*, thì nếu nồng độ kim loại trong rễ và xung quanh rễ quá cao, sẽ gây nhiễm độc cho cây, cũng như ức chế sự sinh trưởng của cây. Do vậy, việc tìm ra chelator giúp tăng hấp thụ kim loại ở *H. annuus*, và tăng hiệu quả vận chuyển kim loại từ rễ đến thân/ lá (translocation factor) sẽ là một bước đột phá lớn.

Ví dụ điển hình của Chelator đã được nghiên cứu rộng rãi là Ethylene Diamine Tetracetic Acid (EDTA) và N-(2-hydroxyethyl)-Ethylene Diamine Triacetic Acid (HEDTA) [21], [22]. Các Chelator này ở nồng độ 0.5g/kg đất, giúp tăng đáng kể hiệu quả hấp thụ Cd vào trong cây. Tuy nhiên, với hàm lượng này ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của cây (Bảng 2) [21]. Kết quả thực nghiệm độc lập khác, được thực hiện trên các vùng đất tự nhiên với thành phần tỉ lệ đất sét khác nhau (đất sét pha cát, đất sét bùn phù sa, đất sét dẻo) có trộn Cd, Cr, Ni cho thấy, có sự ưu tiên hấp thụ kim loại (uptake selectivity) tùy theo nồng độ EDTA và mức độ hấp thụ kim loại dường như không liên quan với hàm lượng đất sét trong đất [23]. Cụ thể với nồng độ EDTA 0.1g/kg trong đất, thứ tự ưu tiên hấp thụ là $Cd > Cr \gg Ni$, với tổng hàm lượng kim loại hấp thụ là 0.73mg. Với nồng độ 0.3mg/kg đất EDTA, thứ tự ưu tiên là $Cr > Cd \gg Ni$ và tổng hàm lượng kim loại hấp thụ là 0.32mg. Trong cả hai nồng độ trên, dường như EDTA không hỗ trợ cho sự hấp thụ và vận chuyển của Ni ở *H. annuus* (Bảng 2).

Hiện tượng tương tự cũng được ghi nhận trong nghiên cứu của Munn và cs (2008) [24]. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả khử độc của chủng *H. annuus* sundance và teddy bear trong nhà kính (Greenhouse) và kết quả cho thấy sự bổ sung EDTA 0.1g/kg đất giúp tăng cường hiệu quả hấp thụ của Cr, trong khi đó với nồng độ EDTA 0.3g/kg đất giúp tăng khả năng hấp thụ Cd. Sự khác biệt này so với nghiên cứu của Turgut và cs (2008) có thể là do sự khác nhau về chủng *H. annuus* sử dụng trong nghiên cứu (Bảng 2) [23].

Bảng 2. Một số phương án cải thiện hiệu quả hấp thụ kim loại trên *H. Annuus*.

Phương án bổ sung	Nồng độ bổ sung	Giống <i>H. annuus</i>	Tác động chính	Tài liệu tham khảo
Potassium chloride	0.54g/kg đất	<i>H. annuus</i> L.	Tăng BCF của Cd, tăng TF của Zn, tăng RF của <i>H. annuus</i> .	[18]
Sodium nitroprusside (SNP)	100 mM	<i>H. annuus</i> L.	SNP giúp tạo ra nguồn Nitric Oxide (NO), làm tăng khả năng chịu đựng của lá <i>H. annuus</i> đối với các tác động ức chế của Cd ở nồng độ 500 ppm).	[19]
EDTA HEDTA	0.5g/kg đất	<i>H. annuus</i> L.	Tăng khả năng hấp thụ Cd ²⁺ trong thân cây ở nồng độ 50ppm, tuy nhiên tỉ lệ cây chết 50%.	[21]
EDTA	0.3g/kg đất 0.1g/kg đất	<i>H. annuus</i> L.	Tỉ lệ sống cao hơn ở nồng độ EDTA 0.5g/kg đất. Mức độ hấp thụ Cd ²⁺ tăng gấp 12 lần so với chủng đối chứng, và được tích lũy trong lá, thân, rễ cây. Mức độ ưu tiên hấp thụ (30ppm) Cr > Cd >> Ni. Tăng khả năng hấp thụ kim loại so với nồng độ EDTA 0.3g/kg đất do tăng sinh khối tích lũy. Mức độ hấp thụ và tích lũy Cd ²⁺ tại thân cây tăng gấp 18 lần và tại lá tăng gấp 12 lần so với chủng đối chứng Mức độ ưu tiên hấp thụ (30ppm) Cd > Cr >> Ni.	[23]
EDTA	0.1-0.3 g/kg đất 0.1g/kg đất 0.3g/kg đất	<i>H. annuus</i> Sundance <i>H. annuus</i> Teddy bear	Mức độ ưu tiên hấp thụ (30mg/kg) Cr > Cd >> Ni Mức độ ưu tiên hấp thụ (30mg/kg) Cr > Cd >> Ni Mức độ ưu tiên hấp thụ (30mg/kg) Cd > Cr >> Ni.	[24]
EDDS	0.8 - 4mM	<i>H. annuus</i> L.	Trong điều kiện nồng độ Cd ²⁺ 8.8mg/kg. EDDS dễ phân hủy và hiệu quả khử kim loại cao hơn EDTA sau 40 ngày khảo sát. Thời gian khử kim loại ngắn hơn.	[26]

Tuy nhiên việc sử dụng EDTA để hỗ trợ quá trình phytoremediation cũng có những tác động ngược. EDTA với hàm lượng cao, gây nhiễm độc cho đất, sinh vật trong đất và có đặc tính khó phân hủy, điều này tạo nên sự ô nhiễm cho mạch nước ngầm xung quanh [24], [25]. Ethylene diamine disuccinate (EDDS) được sinh ra tự nhiên bởi một số vi sinh vật, có thời gian phân hủy ngắn và có đặc tính của một chelator. Meer và cộng sự (2005) đã thử nghiệm so sánh EDDS và EDTA trên *H. annuus* với nồng độ 0.8-4 mmol, kết quả cho thấy EDDS giúp khử kim loại nhanh hơn, thời gian tồn tại trong đất ngắn hơn so với EDTA [26]. Tuy nhiên nghiên cứu cũng nhận định rằng, thời điểm sử dụng EDDS phối hợp với *H. annuus* cần được nghiên cứu sâu rộng hơn để hỗ trợ tối đa khả năng khử kim loại tại vùng đất ô nhiễm.

4. KẾT LUẬN

Tiềm năng sử dụng *H. annuus* trong việc khử độc kim loại tại các vùng đất và nguồn nước là rất lớn, với khả năng tích lũy kim loại nặng ở rễ, *H. annuus* là một trong những ứng viên đáng giá trong biện pháp khử ô nhiễm kim loại phytoremediation (Hình 1). Với khả năng tồn tại trên vùng ô nhiễm Cd, *H. annuus* giúp tích lũy và ngăn chặn sự lan rộng ô nhiễm theo mạch nước ngầm tới những vùng xung quanh. Nồng độ Cd quá ngưỡng được cho là tác hại đến sự sinh trưởng của cây, do đó khi sử dụng phương án khử ô nhiễm kim loại dùng *H. annuus* cần tính đến yếu tố mùa vụ lâu dài và cả tính kinh tế của dự án (Bảng 1).

Nguyên nhân chủ yếu cần bổ sung và tăng yếu tố TF là vì rễ sau một thời gian hấp thụ kim loại và với một lượng nhất định, quá trình hấp thụ sẽ bão hòa, trong khi vùng thân/ lá của cây khả năng tích lũy kim loại cũng có thể khai thác được. Do vậy, để khai thác triệt để khả năng của *H. annuus* trong khử ô nhiễm kim loại, một số phương án cũng có thể áp dụng dưới dạng bổ sung vào vùng đất ô nhiễm, nhằm hỗ trợ cho khả năng tích lũy (Bioaccumulation) và khả năng vận chuyển kim loại từ rễ lên thân/lá (translocation factor, TF) của cây *H. annuus*. Khi sử dụng *H. annuus* cần chú ý nồng độ EDTA và mức độ ưu tiên hấp thụ kim loại (uptake selectivity) tương ứng, nhằm đạt hiệu quả khử kim loại Cd tối ưu (Bảng 2). Đối với phương án sử dụng EDTA, về lâu dài sẽ gây hiệu ứng tích lũy EDTA trong đất, vì đây là hợp chất khó phân hủy, khiến cho quá trình “bắt giữ” các ion kim loại diễn ra với cường độ cao hơn, dẫn đến hàm lượng ion kim loại cao xung quanh rễ *H. annuus*. Theo nguyên tắc chênh lệch nồng độ, lượng ion này sẽ di chuyển vào mạch nước ngầm xung quanh, và tạo nên một vùng ô nhiễm nước ngầm thứ cấp (Metal leaching). Do vậy, tìm ra các phương án với hiệu quả tương đương hoặc cao hơn EDTA, với chu trình phân hủy ngắn, và thời điểm bổ sung để hỗ trợ *H. annuus* cho quá trình khử độc kim loại là hướng nghiên cứu rất cần triển khai.

Tuy nhiên, những phương pháp này thích hợp cho những vùng đất ô nhiễm diện rộng với mức độ ô nhiễm thấp hoặc vừa phải. Đối với vùng ô nhiễm nặng, cần phải sử dụng kết hợp với các biện pháp khác như nhiệt phân đất chứa kim loại (soil incineration), chôn lấp (excavation and landfill) [6], vì nồng độ kim loại quá lớn có thể ảnh hưởng đến sự sinh trưởng thực vật, bao gồm cả thực vật sử dụng cho phương pháp phytoremediation. Về lâu dài, đây là phương án khử ô nhiễm có thể áp dụng nhiều mùa vụ khác nhau, cho đến khi nồng độ kim loại trong vùng ô nhiễm nằm trong mức cho phép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Shinkai Y, Duong VT, Sumi D, Doan C, Kumagai Y. “Arsenic and Other Metal Contamination of Groundwater in the Mekong River Delta, Vietnam”. *Journal of Health Science*, 53 (3): 344-346, 2007.
2. Chu NK, Nguyen VN, Le TS, Ha MN, Tanaka S, Nishina T, Iwasaki K. “Heavy metal contamination of agricultural soils around a chromite mine in Vietnam”. *Soil Science & Plant Nutrition*, 56(2): 344-356, 2010.
3. Ho HH, Swennen R, Van damme A. “Distribution and contamination status of heavy metals in estuarine sediments near Cua Ong harbor, Ha Long Bay, Viet Nam”. *Geologica Belgica*, 13 (2): 37-47, 2010.
4. Nguyen TLH, Ohtsubo M, Li L, Higashi T, Kanayama M. “Heavy-Metal Contamination of Soil and Vegetables in Wastewater-Irrigated Agricultural Soil in a Suburban Area of Hanoi, Vietnam”. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41(4): 390-407, 2010.

5. Nguyen VA, Bang SB, Pham HV, Kim KW. “Contamination of groundwater and risk assessment for arsenic exposure in Ha Nam province, Vietnam”. *Environment International*, 35(3): 466-472, 2009.
6. Ali H, Khan E, Sajad MA. “Phytoremediation of heavy metals—Concepts and applications”. *Chemosphere*, 91: 869–881, 2013.
7. Salt DE, Smith RD, Raskin I. “Phytoremediation”. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49: 643–668, 1998.
8. Terry McIntyre. “Phytoremediation of Heavy Metals from Soils”. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 78: 97-123, 2003.
9. Lin, JX, Jiang WS, Liu DH. 2003. “Accumulation of copper by roots, hypocotyls, cotyledons and leaves of sunflower (*Helianthus annuus* L.)”. *Bioresource Technol.*, 86: 151-155, 2003.
10. Saxena PK, KrishnaRaj S, Dan T, Perras MR, Vettakkorumakankav NN. “Phytoremediation of heavy metal contaminated and polluted soils”. In: *Heavy metal stress in plants. From molecules to ecosystems*, 305-329, Berlin, 1999.
11. Madejón P, Murillo JM, Marañón T, Cabrera F, Soriano MA. “Trace element and nutrient accumulation in sunflower plants two years after the Aznalcóllar mine spill”. *Sci. Total Environ.*, 307: 239-257, 2003.
12. Pena LB, Pasquini LA, Tomaro ML, Gallego SM. “Proteolytic system in sunflower (*Helianthus annuus* L.) leaves under cadmium stress”. *Plant Sci.*, 171: 531- 537, 2006.
13. Zou J, Xu P, Lu X, Jiang WS, Liu DH. “Accumulation of cadmium in the three sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars”. *Pak. J. Bot.*, 40(2): 759-765, 2008.
14. Ghani A. “Response of sunflowers (*Helianthus annuus* L.) cultivars to different levels of exogenously applied cadmium and elucidation of possible tolerance mechanism”. *International Journal of Cell & Molecular Biology*, 1 (3): 258-262, 2010.
15. Yang JY, Pan XL. “Root exudates from sunflower (*Helianthus annuus* L.) show a strong adsorption ability toward Cd (II)”. *Journal of Plant Interactions*. 8 (3): 263-270, 2013.
16. Kirbag Zengin F, Munzuroglu O. “Toxic effects of cadmium (Cd⁺⁺) on metabolism of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings”. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science*, 56 (3): 224-229, 2006.
17. Rivelli AR, Puschenreiter M, De Maria S. “Assessment of cadmium uptake and nutrient content in sunflower plants grown under Cd stress”. *Plant Soil Environ*, 60 (2): 80–86, 2014.
18. Hao XZ, Zhou DM, Li DD, Jiang P. “Growth, Cadmium and Zinc Accumulation of Ornamental Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Contaminated Soil with Different Amendments”. *Pedosphere*, 22(5): 631–639, 2012.
19. Laspina NV, Groppa MD, Tomaro ML, Benavides MP. “Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress”. *Plant Science*, 169: 323–330, 2005.
20. Evangelou MWH, Ebel M, Schaeffer A. “Chelate assisted phytoextraction of heavy metals from soil. Effect, mechanism, toxicity, and fate of chelating agents”. *Chemosphere*, 68: 989–1003, 2007.
21. Chen H, Cutright T. “EDTA and HEDTA effects on Cd, Cr and Ni uptake by *Helianthus annuus*”. *Chemosphere*, 45: 21-28, 2005.

22. Farid M, Ali S, Shakoor MB, Bharwana SA, Rizvi H, Ehsan S, Tauqeer HM, Iftikhar U, Hannan F. EDTA Assisted Phytoremediation of Cadmium, Lead and Zinc. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4 (11): 2833-2846, 2013.
23. Turgut C, Katie Pepe M, Cutright TJ. “The effect of EDTA on *Helianthus annuus* uptake, selectivity, and translocation of heavy metals when grown in Ohio, New Mexico and Colombia soils”. Chemosphere, 58: 1087–1095, 2005.
24. Munn J, January M, Cutright TJ. “Greenhouse Evaluation of EDTA Effectiveness at Enhancing Cd, Cr, and Ni Uptake in *Helianthus annuus* and *Thlaspi caerulescens*”. J Soils Sediments, 8 (2): 116–122, 2008.
25. Sun B, Zhao FJ, Lombi E, McGrath SP. “Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA”. Environmental Pollution, 113 (2): 111–120, 2001.
26. Grcman H, Velikonja-Bolta S, Vodnik D, Kos B, Lestan D. “EDTA enhanced heavy metal phytoextraction: metal accumulation, leaching and toxicity”. Plant and Soil, 235 (1): 105-114, 2001.
27. Meers E, Ruttens A, Hopgood MJ, Samson D, Tack FMG. “Comparison of EDTA and EDDS as potential soil amendments for enhanced phytoextraction of heavy metals”. Chemosphere, 58: 1011–1022, 2005.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF POTENTIAL USES IN CADMIUM DEPOLLUTION BY HELIANTHUS ANNUUS

Tran Đức Thao*, Truong Thi Dieu Hien,

Ho Chi Minh city University of Food Industry

*Email: *thaotd@cntp.edu.vn*

Potentiality of heavy metal detoxification named as Phytoremediation, is attractive to the researcher’s concerns. With the advantages such as: inexpensive fee, comfortable, and friendly to the environment, Phytoremediation is considered as one of next generation technologies. Among the plants which are useful to Phytoremediation, *Helianthus annuus* is known as an effective implement to “clean” the trace of heavy metals in both soil and groundwater. In this study, we analyzed and summarized the utilization of *H. annuus* to eliminate Cadmium and thereby proposed the thresholds of Cadmium detoxification in *H. annuus* – based Phytoremediation.

Keywords: Helianthus annuus, Phytoremediation, Cadmium, heavy metals contamination.