

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CÂY MUỐNG NHẬT (*Syngonium podophyllum* Schott) ĐỂ LOẠI BỎ Ô NHIỄM ASENI TRONG ĐẤT

Bùi Văn Năng¹, Trần Thị Ngọc Hải², Phạm Thị Trang², Nguyễn Thị Hương Ly²

¹ThS. Trường Đại học Lâm nghiệp

²SV. Khoa QLTR&MT, Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu khả năng loại bỏ Asen trong đất của cây Muống nhật (*Syngonium podophyllum* Schott) được lấy tại khuôn viên trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam. Đây là loài cây có sinh khối lớn, phát triển rất mạnh ngoài tự nhiên, được nhân dân nhiều nơi sử dụng làm cây cảnh. Nghiên cứu được thực hiện bằng cách trồng loài cây này trên đất được gây ô nhiễm Asen ở 5 mức nồng độ khác nhau (0,18 ppm, 100,18 ppm, 500,18 ppm, 1151,18 ppm và 1500,18 ppm), với 3 lần lặp cho một mức nồng độ. Kết quả nghiên cứu cho thấy sau 90 ngày ở 4 mức nồng độ đầu cây thí nghiệm vẫn sinh trưởng phát triển bình thường. Ở mức nồng độ cao nhất (1500,18 ppm) cây phát triển rất chậm và sau 30 ngày thì bị chết. Kết quả phân tích hàm lượng Asen trong các bộ phận rễ, thân, lá của cây ở tất cả các công thức thí nghiệm sau 90 ngày thí nghiệm cho thấy đều tồn tại mối quan hệ tuyến tính giữa hàm lượng Asen trong các bộ phận của cây (rễ, thân và lá) với hàm lượng Asen trong đất. Ở mức nồng độ thí nghiệm cao nhất (1151,18 ppm) hàm lượng Asen trong rễ đạt $66,27 \pm 0,61$ mg/kg, trong thân đạt $6,31 \pm 0,85$ mg/kg và trong lá đạt $2,65 \pm 1,03$ mg/kg. Hàm lượng Asen trong rễ đều chiếm tỉ lệ cao nhất (từ 65,11 đến 88,1%), tiếp đó là trong thân (từ 8,38 đến 16,6%) và thấp nhất trong lá (từ 3,52 đến 18,3%). Trong tự nhiên, trên 1 m² đất sinh khối của cây (ở trạng thái khô kiệt) đo được là 283,31 g.; với sinh khối này sau 90 ngày cây Muống nhật có thể loại bỏ được 2,61 mg Asen.

Từ khóa: Cây Muống nhật (*Syngonium podophyllum schott*), ô nhiễm Asen, tuyến tính, xử lý ô nhiễm bằng thực vật

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô nhiễm môi trường nói chung và ô nhiễm Asen trong đất nói riêng đang có xu hướng ngày càng gia tăng, đặc biệt ô nhiễm Asen trong đất do hoạt động sản xuất công nghiệp và khai thác khoáng sản. Trong đất Asen tồn tại ở nhiều dạng hợp chất với lưu huỳnh như: As₄S₄, As₂S₃, FeAsS, ... hoặc hợp kim với đồng hoặc antimon [3]. Nó gây những tác động nguy hại khi chất độc này bị rửa trôi vào nguồn nước ngầm và nước mặt, đặc biệt một số loài thực vật sống trên đất ô nhiễm Asen có thể tích lũy kim loại nặng này trong sinh khối. Nếu không được kiểm soát chúng sẽ đi vào chuỗi thức ăn, gây tích lũy sinh học và để lại những hậu quả nghiêm trọng cho con người và hệ sinh thái. Cũng chính vì lý do một số loài thực vật có thể tích lũy kim loại nặng mà con người đã lựa chọn và sử dụng chúng để loại bỏ các chất ô nhiễm từ đất trong điều kiện có kiểm soát. Công nghệ này được biết đến là công nghệ xử lý ô nhiễm bằng thực vật. Tuy

nhiên, đến tận những năm 1990 công nghệ này mới được nhắc đến như một loại công nghệ mới dùng để xử lý môi trường đất và nước bị ô nhiễm bởi kim loại nặng, các hợp chất hữu cơ, thuốc súng và các chất phóng xạ [2]. Xử lý kim loại nặng trong đất bằng thực vật có ưu điểm là tốn rất ít kinh phí, đặc biệt không làm thay đổi cấu trúc đất, không gây ô nhiễm thứ sinh, thân thiện với môi trường. Ở Việt Nam đến nay đã có một số nhà khoa học lựa chọn hướng nghiên cứu này để tìm kiếm các loài thực vật trong tự nhiên có khả năng loại bỏ kim loại nặng trong đất, điển hình như Đặng Đình Kim, Diệp Thị Mỹ Hạnh, Bùi Thị Kim Anh [1,2], ... Các tác giả đã tìm ra được một số loài cây như Dương xỉ (*P.vittata*), cỏ Vertiver (*Chrysopogon zizanioides*), cây Thơm ổi (*Lantana camara*) có khả năng hấp thụ rất tốt một số kim loại nặng trong đất. Tuy nhiên với sự đa dạng các loài thực vật của Việt Nam, việc tìm kiếm các loài thực vật ngoài tiêu chí có khả năng hấp thụ kim loại nặng tốt mà còn

phải đảm bảo tiêu chí dễ tìm kiếm, dễ trồng, sống được trong nhiều điều kiện môi trường khác nhau và không xâm hại đến các loài cây khác,... luôn là một vấn đề có tính thời sự cần được sự quan tâm nghiên cứu nhiều hơn nữa. Cây Muồng nhật (*Syngonium podophyllum* Schott) không những có đầy đủ những tính chất trên mà nó còn được sử dụng như một loại cây cảnh để làm đẹp không gian trong nhà cũng như tại các khuôn viên nơi công cộng. Chính vì những lý do đó mà nghiên cứu đã lựa chọn loài cây này để thử nghiệm khả năng hấp thụ Asen trong đất, từ đó có thể đề xuất giải pháp quy hoạch, gây trồng để loại bỏ Asen trong đất tại một số khu vực bị ô nhiễm.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

❖ Chuẩn bị cây thí nghiệm: Trong nghiên cứu này, cây thí nghiệm là cây Muồng nhật được lấy từ khuôn viên trường Đại học Lâm nghiệp. Lựa chọn những cây có đủ tiêu chuẩn như không bị sâu bệnh, có chiều dài thân từ 15 - 20 cm, đường kính thân từ 2,5 - 3,0 cm để nghiên cứu. Quá trình thu mẫu cây ngoài tự nhiên chuyển về phòng thí nghiệm đảm bảo giữ nguyên được bộ rễ. Sau đó rửa sạch bộ rễ của cây được bằng nước máy.

❖ Mẫu đất dùng thí nghiệm: mẫu đất được lấy tại chính nơi cây phân bố, đưa về phòng thí nghiệm để loại bỏ vật chất thô, đá sỏi và đập nhỏ để đồng nhất mẫu. Rút một lượng mẫu đất từ mẫu đã đồng nhất trên để kiểm tra hàm lượng Asen và độ ẩm sẵn có trong mẫu đất thí nghiệm. Phần còn lại được dùng để thí nghiệm trồng cây.

❖ Hóa chất Asen: Asen được bổ sung vào đất thí nghiệm dưới dạng dung dịch được pha từ muối NaAsO_2 .

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

- Bước 1: Cân lần lượt 2,4 kg đất đã chuẩn bị ở mục 2.1 để cho vào các chậu thí nghiệm. Tiến hành bổ sung Asen dưới dạng dung dịch NaAsO_2 có nồng độ khác nhau vào trong các

chậu đất thí nghiệm để được nồng độ Asen trong đất (khô kiệt) tương ứng là: 0,18 ppm (NT1), 100,18 ppm (NT2), 500,18 ppm (NT3), 1151,18 ppm (NT4) và 1500,18 ppm (NT5). Trong đó mức nồng độ 0,18 ppm (NT1) là mức nồng độ Asen của mẫu đất nền (hàm lượng Asen sẵn có trong đất). Bổ sung nước cất vào tất cả các chậu thí nghiệm đến độ ẩm bão hòa để đảm bảo dung dịch Asen được thấm đều vào toàn bộ mẫu đất thí nghiệm. Sau đó để tất cả các chậu đất thí nghiệm khô tự nhiên trong không khí đến độ ẩm trước khi được bổ sung dung dịch Asen.

- Bước 2: Lấy những lượng sinh khối cây có trọng lượng 170 ± 10 g để trồng vào mỗi chậu đất thí nghiệm đã chuẩn bị ở bước 1. Theo dõi tình hình sinh trưởng và phát triển của các cây trong các chậu thí nghiệm liên tục trong 90 ngày. Mỗi mức nồng độ thí nghiệm đều được bố trí 3 lần lặp lại (3 chậu cây).

- Bước 3: Sau 90 ngày trồng, tiến hành lấy cây ra khỏi chậu thí nghiệm đảm bảo không để mất rễ. Rửa thật sạch bằng nước máy sau đó tráng lại bằng nước cất, để khô tự nhiên trong không khí rồi tách riêng các phần rễ, thân và lá ra khỏi nhau, xác định trọng lượng bằng cân kỹ thuật sai số $\pm 0,01$ g.

- Bước 4: Phân tích hàm lượng Asen trong các mẫu rễ, thân và lá bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS).

2.2.1. Phương pháp phân tích As và xử lý số liệu

- Phương pháp phân tích Asen: mẫu đất và mẫu rễ, thân, lá của cây Muồng nhật được tro hóa ướt bằng axit HNO_3 để chuyển As về trạng thái hòa tan trong dung dịch, sau đó được phân tích trên máy Quang phổ hấp thụ nguyên tử AA600.

- Phương pháp xử lý số liệu:
+ Nồng độ Asen trong rễ, thân, lá tại mỗi nghiệm thức được tính theo công thức:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^3 x_i}{3} \pm SD \quad (1)$$

Trong đó: x là nồng độ Asen trong rễ (thân, lá), mg/kg;

x_i là nồng độ Asen trong mẫu lặp thứ i , mg/kg;

SD là độ lệch chuẩn giữa 3 nghiệm thức. Giá trị SD được tính trên phần mềm excel, mg/kg

+ Tỷ lệ phần trăm Asen trong rễ (thân hoặc lá) đối với cả cây được tính theo công thức:

$$H = \frac{x * a}{w} * 100 (\%) \quad (2)$$

Trong đó: H là tỷ lệ phần trăm Asen trong rễ (thân hoặc lá) so với cả cây, %

x là nồng độ Asen trong rễ (thân hoặc lá), mg/kg;

a là khối lượng rễ (thân hoặc lá) của cả cây ở trạng thái khô kiệt, g;

w khối lượng của cả cây ở trạng thái khô kiệt, g;

+ Lượng Asen cây có khả năng lấy được từ đất trong 90 ngày được tính theo công thức:

$$m_{As} = x_1 * w_1 + x_2 * w_2 + x_3 * w_3, mg \quad (3)$$

Trong đó: m_{As} là khối lượng Asen (As) mà cây lấy ra khỏi đất, mg;

$x_{1,2,3}$ là nồng độ Asen trong rễ, thân, lá, mg/kg;

$w_{1,2,3}$ là khối lượng rễ, thân, lá của cây, kg

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng sinh trưởng, phát triển của cây Muống nhật trên đất ô nhiễm Asen

Theo dõi sự sinh trưởng và phát triển của cây trong suốt 90 ngày cho thấy ở 4 mức nồng độ đầu tiên tỷ lệ cây sống đạt 100%. Lá và thân phát triển xanh tốt, xuất hiện lá non, không có

lá nào bị già héo. Tuy nhiên đối với cây trồng ở chậu đất có mức nồng độ 1500,18 ppm thì không phát triển, cây héo dần và chết sau 30 ngày trồng. So sánh với kết quả nghiên cứu khả năng chống chịu và hấp thụ Asen của một số loài cây được coi là "siêu" tích lũy Asen như cây Dương xỉ thì cây Muống nhật cũng được coi là cây có khả năng chống chịu rất tốt, có thể phát triển bình thường trên đất bị ô nhiễm Asen ở mức nồng độ tương đối cao (1151,18 ppm).

3.2. Khả năng tích lũy Asen của cây Muống nhật

3.2.1. Nồng độ Asen trong các bộ phận của cây sau 90 ngày thí nghiệm

Sau 90 ngày trồng trên đất được gây ô nhiễm Asen, tiến hành thu mẫu và phân tích nồng độ Asen trong các bộ phận của cây. Kết quả được thể hiện trong bảng 01.



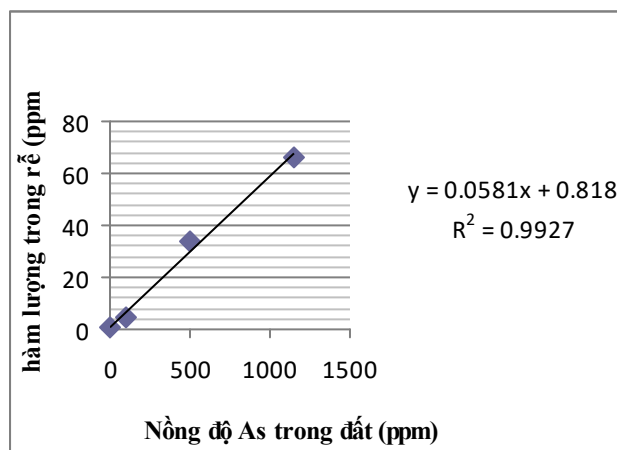
Hình 01. Cây sau khi trồng trên đất thí nghiệm

Bảng 01. Hàm lượng Asen trong các bộ phận của cây

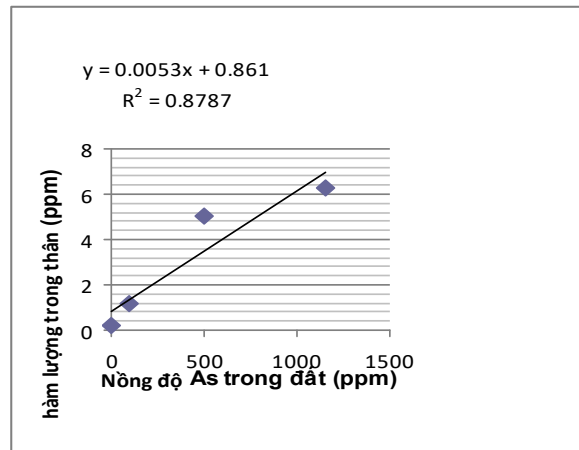
Bộ phận tích lũy	Nghiệm thức			
	NT1 (n = 3) (mẫu đất nền)	NT2 (n = 3)	NT3 (n = 3)	NT4 (n = 3)
Rễ	0,59 ± 0,24	4,59 ± 1,66	33,62 ± 1,58	66,27 ± 0,61
Thân	0,21 ± 0,06	1,17 ± 0,95	5,01 ± 2,46	6,31 ± 0,85
Lá	0,93 ± 0,55	1,29 ± 0,66	2,16 ± 0,54	2,65 ± 1,03

Qua bảng 01 cho thấy nồng độ Asen trong các bộ phận của cây khi trồng trên đất ô nhiễm Asen ở các mức nồng độ khác nhau thì khác nhau. Xét mối quan hệ giữa nồng độ Asen

trong đất và nồng độ Asen trong các bộ phận khác nhau của cây đều thấy tồn tại hàm tương quan theo phương trình bậc nhất.



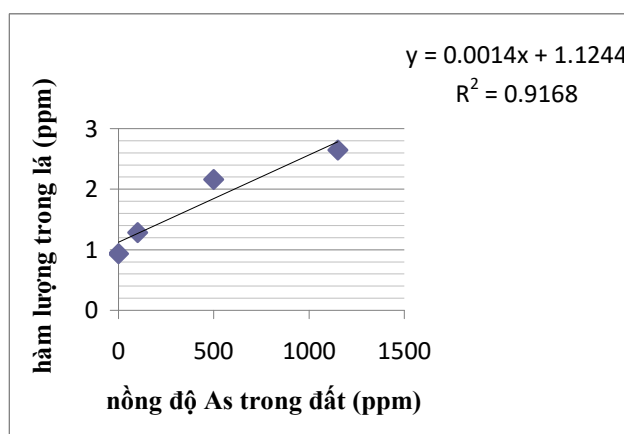
Hình 02. Mối quan hệ giữa nồng độ Asen trong đất và nồng độ Asen trong rễ



Hình 03. Mối quan hệ giữa nồng độ Asen trong đất và nồng độ Asen trong thân

Với các hệ số tương quan R^2 lần lượt là 0,99; 0,87 và 0,91 đây là quan hệ rất chặt. Nó phản ánh khả năng hấp thụ Asen phụ thuộc rất lớn vào nồng độ của nó trong đất. Tuy nhiên mối quan hệ này chỉ tồn tại trong khoảng nồng

độ Asen trong đất lên tới trên 1000 ppm (dưới 1500 ppm). Khi vượt quá nồng độ 1500 ppm cây không thể chống chịu được và bị chết sau 1 tháng trồng thí nghiệm. Đây được coi là giới hạn chịu đựng của cây.

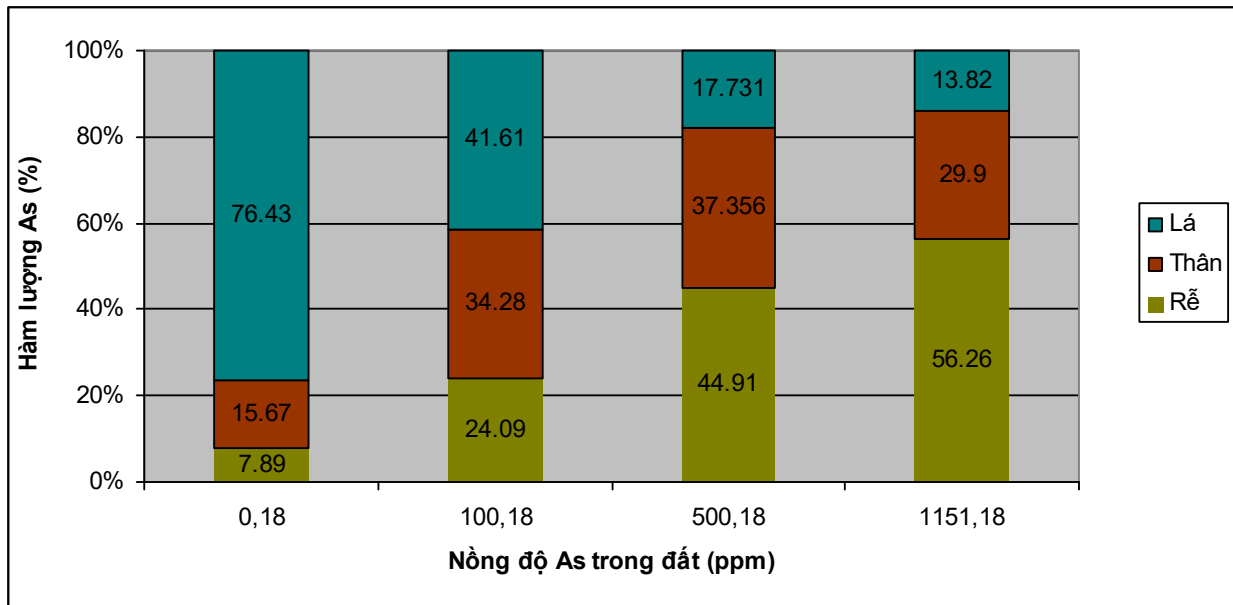


Hình 04. Mối quan hệ giữa nồng độ Asen trong đất và nồng độ Asen trong lá

3.2.2. Tỷ lệ phần trăm hàm lượng Asen trong các bộ phận của cây

Qua điều tra và tính toán tỉ lệ khối lượng sinh khối khô kiệt giữa các bộ phận rễ: thân: lá của cây ta có tỉ lệ sau: 7,9: 43,9: 48,3. Kết hợp

với nồng độ Asen tích lũy trong rễ, thân, lá (bảng 01), đề tài tính toán được tỉ lệ hàm lượng phần trăm Asen tích lũy trong các bộ phận của cây theo các mức nồng độ Asen trong đất được miêu tả qua Hình 08 sau.



Hình 05. Hàm lượng Asen trong các rễ, thân, lá

Qua biểu đồ hình 08 trên nhận thấy có sự thay đổi đáng kể về hàm lượng Asen trong rễ, thân, lá của cây Muống nhật. Ở mức nồng độ nền (không bổ sung Asen vào đất) thì hàm lượng Asen trong lá cao nhất (76,43%), thấp nhất trong rễ (7,89%). Khi nồng độ Asen trong đất tăng dần thì hàm lượng Asen trong rễ cũng tăng dần theo và đạt tỉ lệ cao nhất (56,26%), gấp 2 lần trong thân và 4 lần trong lá mặc dù tỉ lệ khối lượng rễ: thân: lá là không đổi. Như vậy có thể thấy rằng khi ô nhiễm Asen trong đất ở mức độ cao (trên 500 ppm) thì tỉ lệ phần trăm Asen trong rễ so với cả cây luôn cao nhất và trong lá luôn đạt giá trị thấp nhất.

3.3. Đề xuất sử dụng cây Muống nhật để loại bỏ Asen trong đất

Cây Muống nhật là loài cây mọc rộng khắp ngoài tự nhiên, thân tròn mập có nhiều rễ khí sinh. Thân có thể bò dài trên mặt đất hoặc leo bám vào thân cây khác. Cây có thể mọc kín che phủ hoàn toàn mặt đất, xanh tốt quanh năm, rất ít rụng lá và cho sinh khối lớn. Đây là một đặc điểm hết sức thuận lợi để có thể sử dụng loài cây này loại bỏ Asen trong đất. Vì vậy với các vùng ô nhiễm Asen có nồng độ dưới 1500 mg/kg tại các khu mỏ khai thác

khoáng sản có thể trồng loài cây này trên khắp mặt đất để loại bỏ Asen. Với những vùng ô nhiễm ở mức cao hơn cần điều chỉnh về mức nồng độ dưới 1500 mg/kg sau đó mới đưa loài cây này vào để trồng. Trong điều kiện ngoài tự nhiên, trên một mét vuông đất, sinh khối cây Muống nhật ở trạng thái khô kiệt tính được là 283,31 g. Trong đó rễ 22,26 g, thân 124,25 g và lá 136,8 g. Theo công thức 3, với khối lượng sinh khối này, cây Muống nhật có thể lấy đi từ 1 m² đất 2,61 mg Asen sau 90 ngày.

Sau khi thu hoạch cây Muống nhật đã sử dụng để loại bỏ Asen trong đất cần có biện pháp kiểm soát và xử lý chặt chẽ đối với sinh khối này. Cách kiểm soát tối ưu là nên phơi khô, để giảm thể tích sinh khối sau đó đốt có kiểm soát để không phát tán tro bụi và môi trường. Phần tro sau khi đốt xong cần được đem chôn lấp hợp vệ sinh hoặc có thể phối trộn vào một số loại vật liệu xây dựng phù hợp.

IV. KẾT LUẬN

- Cây Muống nhật có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt trên đất ô nhiễm asen ở nồng độ tới 1151,18 ppm. Cây bị chết ở nồng độ 1500,18 ppm sau 30 ngày.

- Khi trồng cây trên đất ô nhiễm Asen ở

mức nồng độ cao đến 1151,18 ppm thì rễ là bộ phận hấp thụ Asen tốt nhất, nồng độ đạt đến 66,27 mg/kg sau đó đến thân (6,31 mg/kg) và cuối cùng là lá (2,65 mg/kg). Lượng Asen tích lũy trong rễ (so với trong thân, lá) cũng có tỉ lệ phần trăm cao nhất.

- Tồn tại mối tương quan theo hàm tuyến tính với hệ số tương quan khá chặt (lần lượt bằng 0,99; 0,87 và 0,91) khi xét mối tương quan giữa nồng độ Asen trong đất và nồng độ Asen trong rễ, thân và lá của cây Muồng nhật.

- Trong một mét vuông đất, sau 90 ngày sinh trưởng cây Muồng nhật có thể lấy đi từ đất gần 2,61 mg Asen.

- Cần có biện pháp kiểm soát sinh khối cây Muồng nhật sau khi trồng trên đất ô nhiễm asen như thiêu đốt và đem chôn lấp hợp vệ sinh hoặc phối trộn với một số loại vật liệu xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Thị Kim Anh (2011), *Nghiên cứu sử dụng thực vật (dương xỉ) để xử lý ô nhiễm Asen trong đất vùng khai thác khoáng sản*, Luận án tiến sĩ ngành môi trường, Trường Đại học KHTN Hà Nội.

2. Lê Văn Khoa và nnk (2010), *Ô nhiễm môi trường đất và biện pháp xử lý*. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.

3. Chao - Yang Wei et al., (2007), *Arsenic accumulation by ferns: a field survey in southern China*. *Environmental Geochem Health*, 29: 169-177.

STUDY ON USING *Syngonium podophyllum* Schott TO REMOVE ARSENIC POLLUTION IN THE SOIL

Bui Van Nang, Tran Thi Ngoc Hai, Nguyen Thi Huong Ly

SUMMARY

The report presents study results on Asen removability from contaminated soil of *Syngonium podophyllum* Schott that were planted at Vietnam Forestry University's campus. This species grows strongly in the nature, has great biomass. In this research, *S. podophyllum* Schott was planted on Asenic – contaminated soil at five levels of concentration of 0.18 ppm, 100.18 ppm, 500.18 ppm, 1151.18 ppm and 1500.18 ppm with three replications each. The research results show that after 90 days and at first four concentration levels, experimental plants grew and developed normally. However, at the highest concentration level (1500.18 ppm), the experimental trees grew slowly and after 30 days, they died. Analyzed results on Asenic content in roots, stems, and leaves of plants at all experimental equations show that there was a linear relationship between Asenic content in different parts of the plants (roots, stems and leaves) and in soil samples. At the highest experiment concentration (1151.18 ppm), the concentration of arsenic in roots was 66.27 ± 0.61 mg/kg, that in stems was 6.31 ± 0.85 mg/kg and that in leaves was 2.65 ± 1.03 mg/kg. Arsenic concentration in roots accounted for the highest percentage (from 65.11 to 88.1%), followed by that in stems (from 8.38 to 16.6%), and that in leaves was the lowest (from 3.52 to 18.3%). In the nature, with 1 m² of the land, biomass of plants were 283,31 g and *S. podophyllum* Schott could remove 2.61 mg of Asen after 90 days.

Key words: *Asenic contamination, linear, phytoremediation, Syngonium podophyllum schott*

Người phản biện: TS. Đinh Quốc Cường

Ngày nhận bài: 03/6/2013

Ngày phản biện: 06/6/2013

Ngày quyết định đăng: 07/6/2013