

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG NẤM CỘNG SINH ARBUSCULAR MYCORRHIZA ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ XỬ LÝ ĐẤT NHIỄM CHÌ CỦA CÂY NGÔ

Tăng Thị Chính, Bùi Văn Cường

Viện Công nghệ môi trường, VAST

Nhận bài ngày: 22/9/2010

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, chúng ta đang phải đối mặt với một vấn đề nan giải, mặt trái của quá trình phát triển công nghiệp, đó là ô nhiễm môi trường. Hiện tượng suy giảm chất lượng nước mặt, nước ngầm ở nhiều nơi do ô nhiễm các kim loại nặng có nguồn gốc từ công nghiệp như niken, crôm, chì, asen, đồng, selen, thủy ngân, cadimi,... là thực tế và cần phải có giải pháp xử lý phù hợp. Như chúng ta đã biết, rất nhiều kim loại nặng rất độc đối với người và động vật cho dù ở nồng độ rất thấp. Để loại bỏ kim loại nặng ô nhiễm ra khỏi đất để có thể tái sử dụng chúng trong canh tác nông nghiệp, người ta thường sử dụng biện pháp loại bỏ kim loại nặng bằng thực vật (phytoremediation), biện pháp này có tính khả thi cao bởi hàm lượng kim loại nặng trong đất thường không cao, diện tích bị ô nhiễm rộng, nên việc sử dụng các công nghệ khác thường không hiệu quả, hơn nữa chi phí lại rất tốn kém. Phân huỷ bằng thực vật (phytoremediation) là sử dụng một số loài thực vật có khả năng siêu hấp thu kim loại nặng và tích tụ chúng vào sinh khối như cỏ hương lau (vetiver), dương xỉ (brake fern), yến mạch (oat).... Các nghiên cứu gần đây cho thấy, khả năng hấp thụ kim loại nặng của thực vật tăng lên đáng kể khi có sự cộng sinh của một số chủng nấm thuộc nhóm Arbuscular mycorrhizae. Đây là dạng sống cộng sinh rất phổ biến ở thực vật, chúng giúp cho thực vật có khả năng chống chịu tốt khi phải sống trong điều kiện môi trường khắc nghiệt như đất bị ô nhiễm kim loại nặng [2,4,6,7]. Dưới đây chúng tôi xin trình bày các kết quả nghiên cứu sử dụng nấm Arbuscular mycorrhizae để nâng cao hiệu quả xử lý đất ô nhiễm chì của cây ngô.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Chủng nấm cộng sinh arbuscular mycorrhizas thuộc chi *Glomus* do phòng Vi sinh vật môi trường, Viện Công nghệ môi trường phân lập và cung cấp. Giống ngô được sử dụng trong nghiên cứu là giống ngô lai LVN – 4 của Viện nghiên cứu ngô (Đan Phượng – Hà Nội). Kim loại chì (Pb) được bổ sung dưới dạng muối $PbCl_2$ do Trung Quốc sản xuất

2.2. Bố trí thí nghiệm

Chúng tôi tiến hành thiết lập 4 công thức thí nghiệm

Công thức 1 (CT1): Bổ sung 2000 ppm Pb vào đất và 1g đất có chứa nấm AM (1 g đất AM gồm có các bào tử, và sợi nấm của loài nấm *Glomus*).

Công thức 2 (CT2): Bổ sung 1g đất có chứa nấm AM, không bổ sung Pb.

Công thức 3 (CT3): Bổ sung 2000 ppm Pb vào đất, không bổ sung đất có AM.

Công thức 4 (CT4): Không bổ sung nấm AM và Pb.

Mỗi công thức được lặp lại 3 lần. Các chậu trồng cây được che chắn để hạn chế sự lây nhiễm của vi sinh vật.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập bào tử AM từ đất vùng rễ của cây chủ: phương pháp chính được chúng tôi sử dụng trong nghiên cứu là phương pháp rây ẩm (wet sieving): 50 – 100 g đất được hòa với nước trong một chiếc ca dung tích 0,5 - 1 lít khuấy đều lên, những cục đất lớn được bóp nhỏ bằng tay. Sau khi khuấy đều ta để lắng khoảng 20 giây và đổ dịch nổi vào những chiếc rây đã được chuẩn bị trước với các kích thước lỗ rây lần lượt là: 500 μm , 200 μm , 50 μm . Quá trình này được lặp lại 3 lần. Sau đó những thành phần còn dính lại ở rây được chuyển lên đĩa petri. Sử dụng kính hiển vi xuôi chiều (disecting microscope) để quan sát và lấy từng bào tử ra từ đĩa petri. Bào tử được bảo quản trong nước cất ở 4°C [5].

Phương pháp nhuộm màu để quan sát cấu trúc điển hình của AM trong rễ: Sử dụng phương pháp nhuộm màu với dung dịch thuốc nhuộm fucsin axit 0,01% trong lactoglyxerol cho phép ta quan sát được những cấu trúc đặc trưng của AM bên trong tổ chức rễ. Sau khi đã loại bỏ đất cát, rễ được xử lý với dung dịch KOH 10% trong khoảng 1 - 2 giờ ở 90°C. Sau quá trình tẩy, rễ được ngâm trong dung dịch HCl 2% trong 10 phút, mục đích là để trung hòa bớt kiềm trong quá trình tẩy, sau đó được rửa lại bằng nước cất. Rễ được nhuộm màu bằng dung dịch fucsin axit 0,01% trong nước nóng với thời gian từ 10 - 15 phút. Để làm giảm bớt màu nhuộm giúp cho việc quan sát dễ dàng hơn, rễ được rửa với dung dịch axit lactic 2 - 3 lần. Lúc này rễ đã sẵn sàng cho việc quan sát [3].

Phương pháp xác định mật độ của AM trong rễ: Sử dụng phương pháp line insect: Mẫu rễ được lấy ngẫu nhiên từ bộ rễ của cây, loại bỏ đất cát, sau đó được cắt thành những mẫu nhỏ khoảng 1 - 1,5 cm, với số lượng là 50 mẫu. Những mẫu rễ này được nhuộm màu, sau đó được quan sát dưới kính hiển vi. Mật độ nấm AM trong bộ rễ của cây được tính như sau:

$$\text{Mật độ (\%)} = \frac{\sum \text{mẫu xuất hiện AM}}{\sum \text{mẫu được quan sát}} 100 \quad [3].$$

Phương pháp xác định vi sinh vật tổng số: Cân chính xác 1g mẫu đất cho vào 99 ml nước cất vô trùng (tương đương độ pha loãng 10^{-2}). Tiếp tục pha loãng mẫu đến 10^{-7} sau đó lần lượt hút 100 μl dịch pha loãng ở các nồng độ khác nhau (10^{-6} và 10^{-7} , mỗi nồng độ lặp lại 3 lần) vào môi trường thạch MPA (Meat-Pepton-Agar) trong đĩa petri. Nuôi ở 37°C trong 24 giờ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

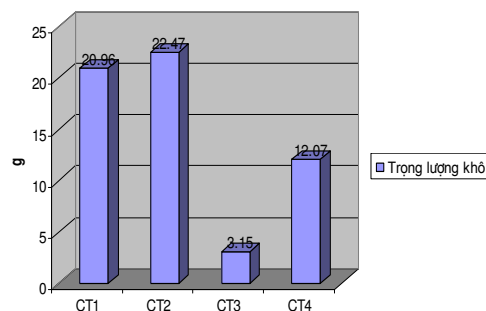
3.1. Ảnh hưởng của nồng độ chì lên sự sinh trưởng của cây ngô

Trong 2 tuần đầu sau khi gieo hạt, các cây ngô ở cả 4 công thức thí nghiệm sinh trưởng đồng đều và không có sự khác biệt. Nhưng sang đến tuần thứ 3 bắt đầu thấy sự khác biệt giữa các cây ngô trồng trong các công thức thí nghiệm khác nhau. Những cây ngô ở thí nghiệm CT3

được bổ sung 2000 ppm chì vào đất và không bổ sung nấm AM sinh trưởng chậm hơn hẳn, cây có biểu hiện lá úa, thân gầy, trong khi ở các thí nghiệm khác còn lại chưa thấy sự khác biệt rõ rệt. Nhưng sang tuần 6 thì các cây ngô ở thí nghiệm CT3 gần như ngừng sinh trưởng, lá úa nhiều, thân gầy yếu, sinh khối tăng lên không đáng kể so với tuần thứ 3. Các cây ngô ở thí nghiệm CT4 có dấu hiệu phát triển chậm lại, xuất hiện nhiều lá úa. Còn các cây ngô ở thí nghiệm CT1 và CT2 vẫn có sự sinh trưởng tốt. Sang tuần thứ 7 thì các cây ngô ở thí nghiệm CT1 phát triển tốt hơn hẳn so các cây ngô ở các thí nghiệm khác. Sau hơn 9 tuần trồng thí nghiệm, các cây ngô được thu hoạch và cho thấy sự khác nhau về kích thước, hình thái bộ rễ và sinh khối khô của các cây ngô thuộc các công thức thí nghiệm được thể hiện ở hình 1 và hình 2.



Hình 1. Sự sinh trưởng của cây ngô sau 9 tuần



Hình 2. Khối lượng khô của các cây ngô sau 9 tuần

Từ kết quả ở hình 1 cho thấy bộ rễ của cây ngô trồng trong đất ô nhiễm chì (2000 ppm Pb) không được nhiễm nấm AM (CT3) sinh trưởng rất yếu, ngắn và ít hơn hẳn so với các công thức khác. Trong khi đó ở công thức thí nghiệm CT2 cây được trồng trong đất cũng bị ô nhiễm chì (2000 ppm) nhưng có bổ sung thêm nấm AM vào đất thì bộ rễ phát triển tốt hơn ở trong đất bình thường (CT4). Còn ở công thức CT1 (đất không nhiễm chì, nhưng có bổ sung nấm AM) thì bộ rễ phát triển tốt nhất so với tất cả các công thức đã thí nghiệm.

Sau khi thu hoạch cây được cắt thành phần thân lá (sinh khối trên) và phần rễ (sinh khối dưới) và được sấy khô đến khi trọng lượng không đổi để xác định trọng lượng khô của cây. Kết quả được thể hiện ở hình 2. Từ kết quả ở hình 2 cho thấy: các cây ở thí nghiệm CT3 bị kìm hãm sinh trưởng một cách rõ rệt, chiều cao và sinh khối của chúng thấp hơn rất nhiều so với ở các công thức thí nghiệm khác. Trong khi các cây CT1 vẫn sinh trưởng hoàn toàn bình thường, thậm chí còn sinh trưởng tốt hơn cả các cây CT4.

Như vậy từ các kết quả nghiên cứu trên chúng tôi rút ra một số nhận xét và đánh giá sau:

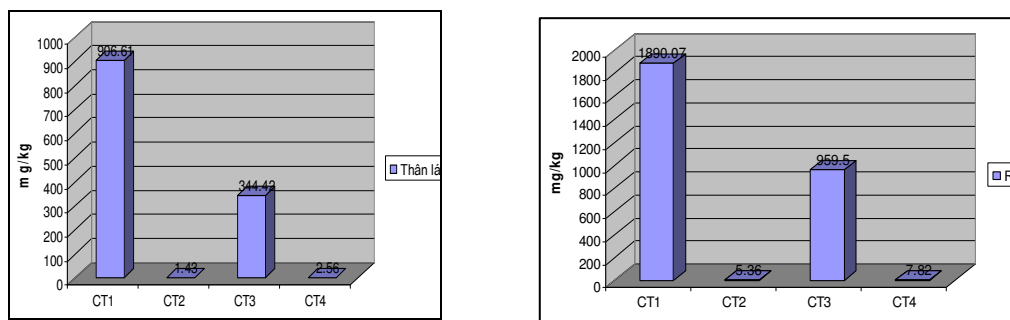
Khi bổ sung nồng độ chì là 2000 ppm vào đất trồng ngô đã làm kìm hãm sự sinh trưởng và phát triển của ngô, được thể hiện rõ khi quan sát chiều cao và so sánh sinh khối của các cây ngô trong công thức thí nghiệm CT3 với CT4 (sinh khối ở thí nghiệm CT1 cao gấp 6 lần so với ở thí nghiệm CT3).

Nấm AM giúp cho cây ngô sinh trưởng và phát triển tốt hơn trong đất bị ô nhiễm Pb, được thể hiện rõ so sánh chiều cao và sinh khối của các cây ngô trong công thức thí nghiệm CT1 với CT3.

Nấm AM sẽ giúp cho cây ngô phát triển tốt hơn khi được trồng trong đất có và không bị ô nhiễm chì, được thể hiện rõ khi so sánh chiều cao và sinh khối của các cây ngô trong các công thức thí nghiệm CT1, CT2 với CT4.

3.2. Hàm lượng Pb tích tụ trong thân lá cây ngô

Trong thời gian nuôi trồng, các cây sinh ra rất nhiều lá úa, đặc biệt là những cây thuộc công thức CT3. Chúng tôi vẫn thu lại những lá úa này để phục vụ cho quá trình phân tích hàm lượng Pb tích lũy trong thân lá cho chính xác.



Hình 3. Hàm lượng Pb tích lũy trong sinh khối của cây ngô ở các công thức thí nghiệm

a) Hàm lượng Pb có trong thân lá cây ngô

b) Hàm lượng Pb có trong rễ cây ngô

Kết quả ở hình 3 cho thấy, ở các công thức thí nghiệm CT2 và CT4, hàm lượng Pb có trong thân lá là rất ít so với các cây ở thí nghiệm CT1 và CT3, điều này là do trong đất trồng ở các thí nghiệm này không bổ sung thêm Pb. Lượng Pb tích lũy ở đây là lượng Pb có sẵn trong đất trồng, như vậy trong đất chúng tôi sử dụng để tiến hành thí nghiệm cũng đã bị ô nhiễm Pb.

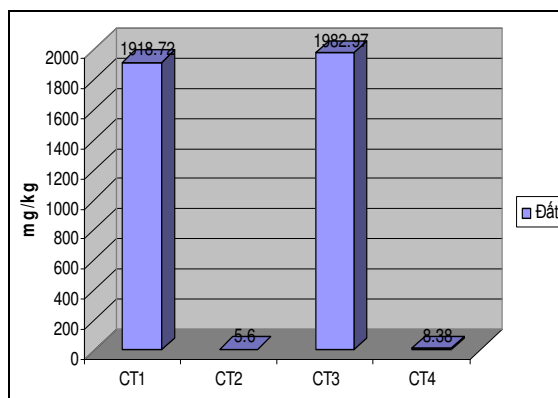
Lượng Pb tích lũy trong thân lá, rễ của các cây ngô ở thí nghiệm CT1 cao gấp khoảng 2 lần so với các cây ngô ở thí nghiệm CT3, điều này đã cho thấy khi bổ sung thêm nấm cộng sinh AM vào đất đã làm tăng khả năng tích lũy chì của cây ngô. Hơn nữa, sinh khối của các cây ngô ở thí nghiệm CT1 cũng lớn hơn nhiều so với các cây ngô ở thí nghiệm CT3, như vậy hiệu suất xử lý chì của cây ngô ở thí nghiệm CT1 sẽ tốt hơn các cây ngô ở thí nghiệm CT3.

Khi so sánh hàm lượng Pb tích lũy trong thân, lá và trong rễ của các cây ngô trong cùng một công thức thí nghiệm cũng cho chúng ta thấy hàm lượng Pb trong rễ lớn hơn nhiều so với trong thân và lá. Điều này cũng đã được nêu lên trong nhiều bài báo nghiên cứu về khả năng tích lũy kim loại nặng của thực vật (phytoremediation) [6,7]. Bởi vì, rễ là nơi tiếp xúc trực tiếp với các chất ô nhiễm trong đất và hấp thu các chất này để vận chuyển vào cây, do vậy hàm lượng các chất ô nhiễm tích tụ ở đây cũng thường lớn hơn. Các kết quả nghiên cứu của một số tác giả cũng chỉ ra rằng một lượng lớn kim loại được tích tụ trong các cơ quan của nấm cộng sinh nấm trong rễ cây, do vậy với sự xuất hiện một tỉ lệ cao của nấm AM trong rễ của cây chủ cũng sẽ làm cho lượng kim loại nặng được tích tụ trong các cây đó cao hơn.

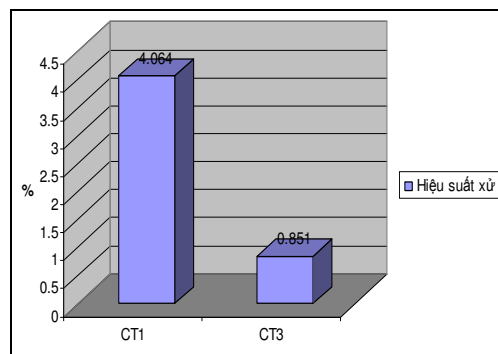
3.3. Hàm lượng Pb còn lại trong mẫu đất sau thí nghiệm

Hàm lượng Pb còn lại trong đất trồng ở thí nghiệm CT1 ít hơn so với ở thí nghiệm CT3, nhưng sự khác biệt này chưa lớn và quá trình xử lý dường như không hiệu quả, mặc dù khả năng tích tụ Pb trong sinh khối của các cây ngô ở thí nghiệm CT1 là khá lớn so với ở thí nghiệm CT3. Điều này có thể được giải thích là do lượng sinh khối của các cây ngô thu được trong các thí nghiệm trên không lớn. Vì các thí nghiệm được tiến hành trồng trong chậu chỉ chứa 1kg đất thì sự hạn chế về sinh trưởng và phát triển của cây ngô là không thể tránh khỏi. Vấn đề này sẽ được

cải thiện khi các cây ngô được trồng ra ngoài môi trường với quy mô lớn và thời gian xử lý kéo dài qua nhiều đợt trồng xử lý.



Hình 4. Hàm lượng Pb còn lại trong các mẫu đất thí nghiệm



Hình 5. Hiệu suất xử lý chì của cây ngô ở CT1 và CT3

3.4. Hiệu suất xử lý chì của cây ngô khi trồng trong đất ô nhiễm chì

Hiệu suất xử lý chì của các cây ngô trong thí nghiệm CT1 và CT3 được thể hiện ở hình 5. Từ kết quả ở hình 5 đã cho thấy rõ vai trò của nấm cộng sinh AM đối với cây chủ, chúng đã giúp cây chống chịu tốt trong điều kiện đất ô nhiễm kim loại và làm tăng hiệu quả tích tụ kim loại nặng vào trong sinh khối. Như đã được đề cập ở những phần trên, các cây ngô ở thí nghiệm CT1 không những tích lũy một lượng kim loại nhiều hơn, mà còn đạt được một lượng sinh khối lớn hơn so với các cây ở thí nghiệm CT3, do vậy hiệu suất xử lý chì của các cây ngô ở thí nghiệm CT1 đạt được cao hơn hẳn so với các cây ở thí nghiệm CT.

3.5. Đánh giá mật độ nấm AM xâm nhiễm vào bộ rễ cây ngô

Chúng tôi đã tiến hành phân tích mật độ của nấm AM xâm nhiễm vào trong bộ rễ của các cây ngô từ các công thức thí nghiệm, kết quả được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Mật độ nấm AM xâm nhiễm vào trong rễ các cây ngô ở các thí nghiệm

Công thức	CT1			CT2			CT3			CT4		
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Quan sát												
Số mẫu có AM			9	8	20	10	1	0	1	1	0	0
Tổng số mẫu rễ quan sát	8	9	40	37	34	41	32	16	36	45	47	25
Mật độ AM (%)	16,2			33,9			2,3			0,8		

Nhìn vào bảng 2 ta thấy mật độ nấm AM ở thí nghiệm CT2 là cao nhất tiếp đó là ở thí nghiệm CT1, ở công thức CT3 và CT4 mật độ rất thấp gần như không có. Điều này cho chúng ta

thấy, với nồng độ chì 2000 mg/kg đất đã ảnh hưởng khả năng xâm nhiễm của nấm AM vào rễ cây chủ (được thể hiện ở thí nghiệm CT1 và CT2). Đồng thời kết quả ở bảng 2 cũng cho thấy sự lây nhiễm của nấm AM từ mẫu thí nghiệm này sang thí nghiệm khác là rất thấp, hầu như không có. Như vậy sự che chắn trong quá trình nuôi trồng đã hạn chế được sự nhiễm tạp nấm AM từ công thức này sang công thức khác.

3.6. Đánh giá mật độ vi sinh vật tổng số trong các mẫu đất sau khi thí nghiệm

Sau quá trình thí nghiệm, chúng tôi cũng tiến hành kiểm tra và đánh giá số lượng vi sinh vật tổng số có trong các mẫu đất sau 9 tuần trồng ngô thí nghiệm, kết quả được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Số lượng vi sinh vật tổng số có trong các công thức thí nghiệm

Công thức thí nghiệm	CT1	CT2	CT3	CT4
Vi sinh vật tổng số, CFU/g đất	$5,7 \times 10^6$	$5,2 \times 10^7$	$5,5 \times 10^6$	$4,6 \times 10^7$

Từ kết quả ở bảng 2 và bảng 3 cho thấy, quá trình che chắn trong quá trình thí nghiệm chỉ có hiệu quả ngăn chặn được sự tạp nhiễm bởi nấm AM giữa các công thức khác nhau, còn đối với các loại vi sinh vật khác như: vi khuẩn, nấm mốc, xạ khuẩn... thì sự che chắn này không có hiệu quả. Điều này có thể được giải thích là do bào tử nấm AM thường nằm sâu trong đất (vùng rễ cây) và có tỉ trọng lớn (chìm nhanh trong nước, chỉ nổi được khi li tâm với dịch đường sacaroza bão hoà, như đã đề cập ở phần phương pháp tách bào tử) nên khả năng phát tán trong không khí và trong nguồn nước máy (được sử dụng để tưới cây) là rất thấp, do vậy quá trình che chắn đã hạn chế được sự tạp nhiễm bởi nấm AM. Với kết quả về tổng lượng vi sinh vật có trong đất ở trên, cũng cho chúng ta thấy, sự có mặt của chì trong đất cũng làm giảm mật độ của các vi sinh vật khác trong đất (tổng vi sinh vật trong đất ở thí nghiệm CT1 và CT3 thấp hơn ở thí nghiệm CT2 và CT4), tuy nhiên sự khác biệt này không lớn lắm. Từ những số liệu của thí nghiệm này, ta có thể thấy rằng những tác động lên khả năng sinh trưởng và hấp thu chì của của ngô phụ thuộc phần lớn vào nấm AM mà không phải là các loại vi sinh vật khác (nếu dựa vào kết quả của lượng vi sinh tổng số để giải thích cho sự sinh trưởng phát triển tốt của các cây ngô ở thí nghiệm CT1 so với các cây CT3 là không phù hợp, vì lượng vi sinh vật tổng số có trong đất ở thí nghiệm CT3 còn nhiều hơn ở thí nghiệm CT1).

4. KẾT LUẬN

Nếu trong đất trồng ngô bị ô nhiễm chì với nồng độ 2000 mg/kg đất, sẽ kìm hãm sự phát triển của cây ngô, sau 3 tuần trồng cây ngô sẽ phát triển chậm, thân gầy lá úa, bộ rễ phát triển rất kém rễ thưa và ngắn. Bổ sung nấm cộng sinh Arbuscular mycorrhiza (AM) vào đất trồng ngô sẽ làm đã giúp cho cây ngô phát triển tốt hơn và tăng khả năng chống chịu trong điều kiện đất bị ô nhiễm Pb (sinh khối của các cây ngô ở thí nghiệm CT1 cao gấp 6 lần ở thí nghiệm CT3). Sự xâm nhiễm của nấm AM đã làm tăng khả năng tích tụ chì vào trong sinh khối của cây ngô. Lượng Pb tích lũy trong thân lá, rễ của các cây ngô trồng trong đất ô nhiễm chì có bổ sung nấm AM cao gấp 3 so với các cây ngô được trồng trong đất không bổ sung thêm nấm AM. Hiệu suất xử lý chì của cây ngô ở thí nghiệm CT1 tốt hơn ở thí nghiệm CT3. Đất bị ô nhiễm chì với nồng độ 2000 mg/kg đã ngăn cản sự xâm nhiễm của nấm AM vào rễ cây chủ và cũng làm giảm mật độ của các vi sinh vật khác trong đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tăng Thị Chính, Bùi Văn Cường - Nghiên cứu sự đa dạng của nấm cộng sinh Arbuscular Mycorrhizas trong vùng đất ô nhiễm Pb có trồng cỏ Vetiver, Hội nghị Sinh thái toàn quốc 2007, 2007, pp. 126-128.
2. Abid Alagely, David M. Sylvia, Lena Q. Ma, and Nandita Singh - The Relations of Mycorrhizae to Arsenic uptake in the Hyperaccumulator *Pteris Vitata* L (Break fern), Plant biotechnology **8** (2003) 13-15.
3. Andre Fortin, Guillaume Becard, Stephane Deleck, Yolande Dalpe, Marcst-Arnand, Andrew P. Coughlan, and Yves Piche - Mycorrhiza on root-organ cultures, NRC Reseach Press, Can. J. Bot. **80** (2002) 2-15.
4. Duek T. A., Visser P., Ernst W. H. O., Schat H. - Vesicular-arbuscular mycorrhizae decrease zinc toxicity to grasses growing in zinc-polluted soil, Soil Biol. Biochem. **18** (1986) 331-333.
5. Leyval C., Singh B. R., Janer E. J. - Occurrence and infectivity of arbuscular mycorrhizal fungi in some Norwegian soils influenced by heavy metals and soil properties, Water, Air Soil Pollut **83** (1995) 203-216.
6. Mahendra Rai, Ajit Varma - Arbuscular Mycorrhiza-like biotechnological potential of Piriformospora indica which promotes the growth of Adhatoda vasica Nees, Plant Biotechnology **8** (1) (2005) 23-28.
7. Jamal A., Ayub N., Usman M., Khan A. G. - Arbuscular mycorrhiza fungi enhance zinc and nickel uptake from contaminated soil by soil bean and lentil. International Journal Phytoremediation **4** (3) (2002) 205-221.

SUMMARY

APPLICATION THE ABUSCULAR MYCORRHIZAS FUNGI FOR ENHANCEMENT LEAD UPTAKE FROM Pb-CONTAMINATED SOIL BY MAIZE

Utilizing plant to eliminate heavy metal from contaminated-soil has been being studied and applied in many countries throughout the world. The advantages of this method are considered as: cost-effective, applicable to a large contaminated site and friendly to environment. In this report, the role of Arbuscular mycorrhizas (AM) on the tolerance and lead (Pb) absorbable of maize culturing in Pb polluted-soil were evaluated. After nine weeks culturing, the results showed that the dry weight of the AM-inoculated maize is six fold higher than this of the non AM-inoculated maize. And the amount of Pb accumulation in the AM-inoculated maize dry biomass is also threefold higher than in the non AM-inoculated maize. From the obtained data indicated that the AM fungi significantly enhanced the growth and Pb absorption of maize. And the high concentration of Pb (2000 ppm Pb) in culturing soil was decreased the symbiont of AM fungi in maize's root and the total count of microorganisms in the experiment soil.

Liên hệ với tác giả:

Tăng Thị Chính,

Email: tangthichinh@yahoo.com