



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0039368

(51)^{2020.01} C12N 1/00

(13) B

(21) 1-2022-00510

(22) 24/01/2022

(45) 25/04/2024 433

(43) 25/04/2022 409

(73) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội (VN)
334 Nguyễn Trãi, Thành Xuân, Hà Nội

(72) NGUYỄN KIỀU BĂNG TÂM (VN); Phan Thị Hồng Thảo (VN); Lê Thị Trà (VN);
Đặng Thị Nhung (VN); Nguyễn Vũ Mai Linh (VN).

(54) VI KHUẨN NỘI SINH *PRIESTIA MEGATERIUM* R2.5.2 THUẦN KHIẾT VỀ
MẶT SINH HỌC CÓ KHẢ NĂNG CHUYỂN HÓA ASEN NHẪM GIẢM THIỂU
Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐẤT

(57) Sáng chế đề cập đến chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học có khả năng chống chịu và mang gen chuyển hóa arsen B_{mega}-arsC. Chủng vi khuẩn được phân lập từ mẫu cây dương xỉ tại xóm 4, mỏ Núi Pháo, Đại Từ, Thái Nguyên, được nghiên cứu đặc điểm hình thái, sinh học, phân tích trình tự gen 16S rADN, phân tích trình tự gen khử arsen V B_{mega}-arsC có chiều dài 421 Nu và có khả năng chống chịu arsen V, arsen III lần lượt là 320 mM và 160 mM.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc lĩnh vực công nghệ sinh học. Cụ thể, sáng chế đề cập đến vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học có khả năng chuyển hóa Asen, được phân lập trên rễ cây dương xỉ tại mỏ Núi Pháo thuộc xã Hà Thượng, Đại Từ, Thái Nguyên nhằm ứng dụng trong giảm thiểu ô nhiễm kim loại nặng ở Việt Nam.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Khi xử lý kim loại nặng trong đất bằng phương pháp vật lý hay hóa học, hầu hết các công nghệ không khả thi trên quy mô lớn vì tốn chi phí và thời gian, đi kèm với các tác động hủy hoại môi trường khi tạo một lượng lớn chất thải độc hại. Hiện nay, xử lý bằng thực vật (Phytoremediation), một phương pháp tiếp cận xanh sử dụng thực vật để xử lý các hợp chất độc hại, là một công nghệ thân thiện với môi trường, hiệu quả về mặt chi phí, ít tốn kém hơn so với các phương pháp truyền thống khác.

Asen là kim loại nặng tồn tại trong môi trường ở các trạng thái oxi hóa khác nhau (+5, +3, 0 và -3), trong đó arsenate (AsV) và arsenite (AsIII) là dạng phổ biến nhất. Asen là chất độc có thể gây ra nhiều bệnh khác nhau, trong đó có ung thư da và phổi, được WHO xếp trong Top 4 chất đe dọa lớn đến sức khỏe con người. Cây dương xỉ thuộc 0,2% loài thực vật đã biết được gọi là metal hyperaccumulators (siêu tích lũy), có khả năng hấp thụ một lượng lớn kim loại nặng (gấp khoảng 100-1000 lần cây bình thường) vào sinh khối mà không gây ra biểu hiện ngộ độc. Trong nghiên cứu của Nguyễn Thị Hoàng Hà và cộng sự (2019), kết quả phân tích hàm lượng tích lũy As trong cây dương xỉ bản địa mọc xung quanh khu vực mỏ Núi Pháo, Thái Nguyên cho thấy có thể đạt tới 2400 mg/kg ở loài cây dương xỉ *Pityrogramma calomelanos* và 1860 mg/kg ở loài dương xỉ *Pteris vittata*. Vì vậy, *P. vittata* và *P. calomelanos* được xem là mô hình lý tưởng để nghiên cứu sự hấp thụ, chuyển hóa và khử độc As trong xử lý đất ô nhiễm bằng thực vật.

Vi khuẩn nội sinh thực vật (Endophytic bacteria) có thể được định nghĩa là những vi khuẩn cư trú trong nội mô của thực vật, chúng không biểu hiện ra bên ngoài và gây tác động xấu đến thực vật. Trên thế giới, các công bố về sự tương tác giữa thực vật và vi sinh vật có ý nghĩa quan trọng trong quá trình thực hiện biện pháp khử độc bằng thực vật đã

được khẳng định. Vi sinh vật vốn đóng một vai trò quan trọng trong chu trình tuần hoàn của As trong hệ thống thực vật - đất - vi khuẩn, và quá trình xử lý bằng thực vật đối với đất bị ô nhiễm hiệu quả hơn nhờ vào sự tương tác với các vi sinh vật liên kết với thực vật. Một số cơ chế của vi khuẩn giúp tăng cường quá trình xử lý thực vật bao gồm sự phát triển của thực vật nhờ các chất chuyển hóa của vi khuẩn, chẳng hạn như axit indole-3-axetic (IAA), che lấp kim loại bởi các tế bào phụ và sản xuất axit hữu cơ, axit hóa đất, hòa tan phosphat kim loại, metyl hóa và điều tiết lượng kim loại do vi khuẩn axit 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic deaminaza (1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid deaminaza - ACCD). Vi khuẩn vùng rễ cư trú ở vùng lân cận của rễ tăng tốc độ di chuyển kim loại và khả năng tiếp nhận của cây bằng nhiều quá trình khác nhau, bao gồm trao đổi oxy hóa khử và giải phóng proton và axit hữu cơ, trong khi vi khuẩn nội sinh endophytic cư trú trong các mô bên trong của cây và thúc đẩy sự phát triển của cây thông qua các cơ chế như quá trình hòa tan phosphat, IAA và sản xuất siderophore, hoặc cung cấp các vitamin thiết yếu cho thực vật. Ngoài khả năng chống chịu với stress kim loại nặng, vi sinh vật liên kết với thực vật có thể hoạt động như tác nhân kiểm soát sinh học chống lại một số sinh vật gây bệnh và đảm bảo cố định nitơ và sản xuất các chất điều hòa sinh trưởng.

Tuy nhiên, việc phân lập vi khuẩn nội sinh từ thực vật được trồng trên đất giàu kim loại (từ cây dương xỉ) và đánh giá khả năng chuyển hóa arsen của chúng tại Việt Nam chưa được nghiên cứu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học, có khả năng chống chịu và chuyển hóa As. Cụ thể, sáng chế đề cập đến chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 phân lập từ rễ cây dương xỉ tại khu mỏ Núi Pháo, Đại Từ, Thái Nguyên chịu được nồng độ As (V) và As (III) lần lượt là 320 mM và 160 mM. Khả năng sinh tổng hợp IAA đạt 19,14 µg/ml và trong hệ gen của chủng có chứa gen khử B_{mega}-arsC có chiều dài 421 Nu (140 axit amin). Việc phân lập, xác định và lưu giữ chủng do Phòng Vi sinh vật đất - Viện Công nghệ sinh học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam tiến hành.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1. thể hiện ảnh chụp SEM hình thái tế bào của vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 (x5000).

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phạm vi của sáng chế, chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 sẽ được bộc lộ rõ ràng ở đây thông qua các phương án thực hiện sáng chế.

Sáng chế đề cập đến chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 có khả năng chống chịu As, nồng độ ức chế tối thiểu As (V) và As (III) lần lượt là 320 mM và 160 mM. Khả năng sinh tổng hợp IAA đạt 19,14 µg/ml và trong hệ gen của chủng có chứa gen khử B_{mega}-arsC có chiều dài 421 Nu (140 axit amin). Chủng *Priestia megaterium* R2.5.2 được phân lập từ cây dương xỉ tại mỏ Núi Pháo, Đại Từ, Thái Nguyên được mô tả và định danh bởi Phòng Vi sinh vật đất - Viện Công nghệ sinh học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Phương pháp phân lập các chủng vi sinh vật từ mô rễ như sau: mẫu cây dương xỉ tại mỏ Núi Pháo, Đại Từ, Thái Nguyên, được chúng tôi thu nhận và tiến hành phân lập ngay. Mẫu cây dương xỉ được rửa sạch dưới vòi nước trong 30 phút đảm bảo loại bỏ toàn bộ phần đất và bụi bám trên mẫu thực vật. Sau đó, các mẫu thực vật được cắt thành các phần riêng rẽ (rễ, cành hoặc lá). Sau đó, mẫu lá được cắt thành các mẫu nhỏ (kích thước 1x1 cm), mẫu cành hoặc rễ được cắt thành các đoạn dài 1 cm. Các mẫu đã cắt được ngâm ngập trong dung dịch 5% natri hypoclorit (NaClO) trong 1 phút, tiếp đó được xử lý với cồn 70% trong 5 phút. Mẫu sau xử lý được rửa lại trong dung dịch 20% Tween 80 trong 5 phút. Cuối cùng được rửa vô trùng với nước cất vô trùng 4 đến 5 lần. Mẫu sau khi đã được khử trùng bề mặt được giã trong cối vô trùng và bổ sung một lượng nước nhỏ. Dịch đồng hóa được pha loãng ở các nồng độ thích hợp và trang trên đĩa môi trường thạch LB có chứa 5mM As III và As V, ủ ở 27-30°C trong 3-5 ngày và phân lập vi khuẩn xuất hiện.

Các chủng vi sinh vật phân lập được được tách, đánh số và cấy chuyển sang môi trường thạch LB có bổ sung 10 mM asen để kiểm tra lại khả năng sinh trưởng trên môi trường có nồng độ cao hơn và được giữ giống trên môi trường LB có chứa asen nồng độ 10 mM. Việc phân loại được thực hiện dựa trên đặc điểm hình thái và trình tự gen 16S rADN dựa trên cặp mồi 27F (5'-TAACACATGCAAGTCGAACG-3') và 1492R (5'-GG(C/T)TACCTTGTTACGACTT-3') theo chu trình nhiệt: 94°C trong 5 phút, 35 chu trình (94°C trong 90 giây, 55°C trong 60 giây, 72°C trong 90 giây), 72°C trong 10 phút, giữ mẫu ở 4°C.

Sau khi định danh, chủng vi sinh vật thu được sẽ được nghiên cứu một số đặc điểm sinh học và thử khả năng sử dụng nguồn carbon và khả năng sinh enzym ngoại bào. Tiếp theo, các gen chịu trách nhiệm cho sự biến đổi sinh học của As (V) thành As (III), được khuếch đại PCR bằng cặp mồi Bmega-arsC-F (5'-GGAATTCCATATGTCTAAAAAACAACCTTTATTTC-3') và Bmega-arsC-R (5'-CGCGGATCCTTAGTGATGGTGATGGTGATGTTTACCTGTTTCAGCAAAACG-3') theo chu trình nhiệt: 94°C trong 5 phút, 35 chu trình (94°C trong 30 giây, 53°C trong 30 giây, 72°C trong 30 giây), 72°C trong 5 phút, giữ mẫu ở 4°C.

Chủng vi sinh vật với các đặc tính vượt trội thu được là chủng vi khuẩn được đánh số R2.5.2 (R là phân lập từ rễ cây, 2 là vị trí lấy mẫu tại xóm 4, 5 là thứ tự mẫu cây tại điểm lấy mẫu và chủng vi sinh phân lập số 2). Các kết quả phân loại cho thấy chủng thu được thuộc *Priestia megaterium*. Chủng vi sinh vật thu được được xác định là *Priestia megaterium* R2.5.2 và được lưu giữ tại Phòng Vi sinh vật đất, Viện Công nghệ sinh học ở dạng thuần khiết về mặt sinh học. Chủng vi khuẩn *Priestia megaterium* R2.5.2 có trình tự gen đoạn bảo thủ 16S rADN có trình tự SEQ ID NO : 1, khuẩn lạc tròn màu trắng đục, hình cầu không lồi, đường kính 1mm, tiết sắc tố nâu, dưới kính hiển vi điện tử, vi khuẩn *Priestia megaterium* R2.5.2 có tế bào hình que. Chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 này sinh trưởng trong khoảng từ 10-50°C, sinh trưởng tốt trong khoảng từ 20-40°C, pH sinh trưởng của chủng từ 5-10, nồng độ muối từ 0,1-10%. Khi nuôi cấy chủng trên môi trường khoáng Gause I bổ sung 1% các cơ chất: tinh bột tan, casein, xenluloza, chitin, xylan và CMC, sau 5 ngày nuôi ở 28°C, chủng R2.5.2 có khả năng sinh nội bào tử và tổng hợp nhiều loại enzym như cellulaza, chitosanaza, CMCaza, xylanaza và proteaza với đường kính vòng phân hủy (D-d) lần lượt là 8, 12, 15, 23 và 35 mm. Theo sáng chế chủng *Priestia megaterium* R2.5.2 khác biệt ở chỗ, là chủng vi khuẩn nội sinh phân lập trên cây dương xỉ tại mỏ Núi Pháo, Đại Từ, Thái Nguyên, nơi đất bị ô nhiễm arsen cao vượt mức quy định, có khả năng chống chịu nồng độ As (V) lên đến 320 mM, khả năng sinh tổng hợp IAA đạt 19,14 µg/ml và có gen Bmega-arsC mã hóa cho enzym liên quan đến khử As, các gen này chịu trách nhiệm cho sự biến đổi sinh học của As (V) thành As (III) có trình tự gen đoạn bảo thủ Bmega-arsC là SEQ ID NO : 2.

Chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 được lưu giữ tại Phòng Vi sinh vật đất - Viện Công nghệ sinh học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ dưới đây chỉ nhằm minh họa các phương án thực hiện sáng chế mà không làm hạn chế phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế.

Ví dụ 1: Phân lập vi khuẩn nội sinh và chụp ảnh SEM tế bào vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2.

Mẫu cây dương xỉ được thu nhận tại xóm 4 (198°N, độ cao 90 m), mỏ Núi Pháo thuộc xã Hà Thượng, Đại Từ, Thái Nguyên. Mẫu cây dương xỉ được rửa sạch dưới vòi nước trong 30 phút đảm bảo loại bỏ toàn bộ phần đất và bụi bám trên mẫu thực vật. Sau đó, các mẫu thực vật được cắt thành các phần riêng rẽ (rễ, cành hoặc lá). Sau đó, mẫu lá được cắt thành các mẫu nhỏ (kích thước 1x1 cm), mẫu cành hoặc rễ được cắt thành các đoạn dài 1 cm. Các mẫu đã cắt được ngâm ngập trong dung dịch 5% natri hypoclorit (NaClO) trong 1 phút, tiếp đó được xử lý với cồn 70% trong 5 phút. Mẫu sau xử lý được rửa lại trong dung dịch 20% Tween 80 trong 5 phút. Cuối cùng được rửa vô trùng với nước cất vô trùng 4 đến 5 lần. Mẫu sau khi đã được khử trùng bề mặt được giã trong cối vô trùng và bổ sung một lượng nước nhỏ. Dịch đồng hóa được pha loãng ở các nồng độ thích hợp và trang trên đĩa môi trường thạch LB có chứa 5mM As III và As V, ủ ở 27-30°C trong 3-5 ngày và phân lập vi khuẩn xuất hiện. Chủng vi khuẩn R2.5.2 được đánh số R2.5.2 (R là phân lập từ rễ cây, 2 là vị trí lấy mẫu tại xóm 4, 5 là thứ tự mẫu cây tại điểm lấy mẫu và chủng vi sinh phân lập số 2) được tách, đánh số và cấy chuyển sang môi trường thạch LB có bổ sung Asen nồng độ 10 mM.

+ Kiểm tra đặc điểm sinh học và chụp kính hiển vi điện tử quét SEM. Chủng vi khuẩn R2.5.2 có khuẩn lạc hình cầu không lồi, trơn, màu trắng đục, đường kính trên 1mm, dưới kính hiển vi điện tử, vi khuẩn R2.5.2 có tế bào hình que. Chủng vi khuẩn nội sinh R2.5.2 sinh trưởng trong khoảng từ 10-50°C, sinh trưởng tốt trong khoảng từ 20-40°C, pH sinh trưởng của chủng từ 5-10, nồng độ muối từ 0,1-10%. Kết quả chụp SEM của vi khuẩn R2.5.2 được thể hiện trên Hình 1.

+ Xác định trình tự gen chủng vi khuẩn nội sinh R2.5.2.

ADN tổng số của chủng R2.5.2 được tách chiết theo kit tách chiết ADN tổng số (NucleoSpin® Tissue extraction kit, Macherey-Nagel, Germany) theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Gen mã hóa 16S rADN của chủng vi khuẩn được khuếch đại bằng phản ứng PCR từ ADN tổng số sử dụng cặp mồi 27F (5'-TAACACATGCAAGTCGAACG-3') và 1492R (5'-GG(C/T)TACCTTGTTACGACTT-3') theo chu trình nhiệt: 94°C trong 5 phút, 35 chu trình (94°C trong 90 giây, 55°C trong 60 giây, 72°C trong 90 giây), 72°C trong 10 phút, giữ mẫu ở 4°C. Sản phẩm của phản ứng PCR được phân tích trên máy đọc trình tự ABI PRISM 3100 Avant Genetic Analyzer, xử lý bằng phần mềm SeqAssem version 01/2005 và Sequencher version 4.0.5. Gen 16S rADN của chủng vi khuẩn nội sinh R2.5.2 có độ tương đồng cao trên 99% với các gen tương ứng của một số vi khuẩn thuộc loài *Priestia megaterium*: dựa trên đặc điểm sinh học và phân tích trình tự gen 16S rDNA, vi khuẩn nội sinh R2.5.2 được đặt tên là *Priestia megaterium* R2.5.2, Mã số đăng ký trên Genbank OL662937.

Trình tự gen đoạn bảo thủ 16S rADN của chủng *Priestia megaterium* R2.5.2 được thể hiện trong SED ID NO: 1.

Ví dụ 2: Xác định trình tự gen khử arsenate *arsC* của chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2

Gen mã hóa *arsC* của chủng vi khuẩn được khuếch đại bằng phản ứng PCR từ ADN tổng số sử dụng cặp mồi Bmega-*arsC*-F (5'-GGAATTCATATGTCTAAAAAACACTTTATTTTC-3') và Bmega-*arsC*-R (5'-CGCGGATCCTTAGTGATGGTGATGGTGATGTTTACCTGTTTCAGCAAAAACG-3') theo chu trình nhiệt: 94°C trong 5 phút, 35 chu trình (94°C trong 30 giây, 53°C trong 30 giây, 72°C trong 30 giây), 72°C trong 5 phút, giữ mẫu ở 4°C. Sản phẩm của phản ứng PCR được phân tích trên máy đọc trình tự ABI PRISM 3100 Avant Genetic Analyzer, xử lý bằng phần mềm SeqAssem version 01/2005 và Sequencher version 4.0.5. Trình tự gen đoạn bảo thủ *arsC* của chủng *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học được thể hiện trên SEQ ID NO: 2.

Ví dụ 3: Xác định khả năng chịu kim loại nặng As - nồng độ ức chế tối thiểu của kim loại As V và As III đối với chủng R2.5.2.

Chủng vi khuẩn *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học được nuôi trên môi trường LB lỏng có chứa các nồng độ As V hoặc As III thay đổi từ 10, 20, 40, 80, 160, 320 và 640 mM. Kiểm tra khả năng sinh trưởng của chủng vi khuẩn sau 24 giờ

(bằng đo dịch nuôi có bổ sung vi khuẩn và dịch môi trường không bổ sung vi khuẩn trên máy quang phổ ở bước sóng OD₆₀₀ nm). Ở nồng độ asen nào không phát hiện sự sinh trưởng của vi khuẩn (hay không thấy có sự thay đổi khi đo dịch nuôi trên máy quang phổ ở bước sóng OD₆₀₀ nm so với môi trường nuôi). Trang đĩa kiểm tra khả năng sinh trưởng của vi khuẩn trên môi trường dinh dưỡng LB không bổ sung asen tại nồng độ này. Nếu phát hiện sự phát triển của vi khuẩn trên đĩa, thì nồng độ asen này được xác nhận là nồng độ As tối thiểu gây ức chế sự sinh trưởng của vi khuẩn. Nồng độ As V và As III ức chế tối thiểu xác định với chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 là ở nồng độ 320 và 160 mM.

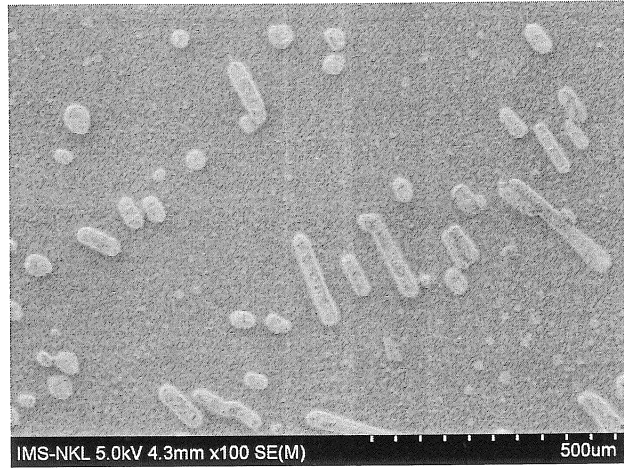
Hiệu quả đạt được của sáng chế

Chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học theo sáng chế được phân lập từ rễ cây dương xỉ tại xóm 4, mỏ Núi Pháo, Đại Từ, Thái Nguyên nồng độ As⁺⁵ và As⁺³ ức chế tối thiểu với vi khuẩn ở nồng độ lần lượt 320 mM và 160 mM. Trong hệ gen của chủng có chứa gen khử Bmega-arsC có chiều dài 421 Nu (140 axit amin). Việc chống chịu được nồng độ asen vào và có gen chuyển hóa asen (gen khử asen) của chủng *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học đưa ra khả năng ứng dụng chủng vi khuẩn nội sinh này trong xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong đất tại các mỏ khai khoáng. Vi khuẩn nội sinh phân lập từ cây dương xỉ ở vùng ô nhiễm có thể sử dụng làm chế phẩm vi sinh bổ sung vào đất và nước của vùng ô nhiễm hoặc phối hợp chúng với cây chủ trong việc khử độc asen để giảm lượng hóa chất xử lý kim loại nặng, tiết kiệm chi phí, thân thiện với môi trường và tăng hiệu quả sử dụng trong quá trình xử lý ô nhiễm kim loại nặng trong đất bằng thực vật (Phytoremediation).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chủng vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học có khả năng chống chịu với nồng độ asen V, asen III và trong hệ gen của chủng có chứa gen khử B ω -arsC, khác biệt ở chỗ chủng này là vi khuẩn nội sinh được phân lập từ cây dương xỉ bản địa tại xóm 4, mỏ Núi Pháo, Đại Từ, Thái Nguyên, Việt Nam, có trình tự 16S rADN là SEQ ID NO: 1, gen khử B ω -arsC có trình tự là SEQ ID NO: 2, chiều dài 421 Nu và có khả năng chống chịu asen V, asen III lần lượt là 320 mM và 160 mM.

Hình 1



DANH MỤC TRÌNH TỰ

- <110> Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học quốc gia Hà nội
- <120> Vi khuẩn nội sinh *Priestia megaterium* R2.5.2 thuần khiết về mặt sinh học có khả năng chuyển hóa CÓ KHẢ NĂNG CHUYỂN HÓA ASENI NHẪM GIẢM THIỂU Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐẤT
- <160> 2
- <210> 1
- <211> 1119
- <212> ADN
- <213> *Priestia megaterium*
- <400> 1
- ```

1 tgctatagca tgcaagtcga gcgaactgat tagaagcttg cttctatgac gttagcggcg
61 gacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc tgtaagactg ggataacttc gggaaaccga
121 agctaatacc ggataggatc ttctccttca tgggagatga ttgaaagatg gtttcggcta
181 tcacttacag atgggcccgc ggtgcattag ctagttggtg aggtaacggc tcaccaaggc
241 aacgatgcat agccgacctg agagggatg cggccacact gggactgaga cacggcccag
301 actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg acgaaagtct gacggagcaa
361 cgccgcgtga gtgatgaagg ctttcgggtc gtaaaactct gttgttaggg aagaacaagt
421 acgagagtaa ctgctcgtac cttgacggta cctaaccaga aagccacggc taactacgtg
481 ccagcagccg cggtaataac taggtggcaa gcgttatccg gaattattgg gcgtaaagcg
541 cgcgcaggcg gtttcttaag tctgatgtga aagcccacgg ctcaaccgtg gagggctcatt
601 ggaaactggg gaacttgagt gcagaagaga aaagcggaat tccacgtgta gcggtgaaat
661 gcgtagagat gtggaggaac accagtggcg aaggcggctt tttggtctgt aactgacgct
721 gaggcgcgaa agcgtgggga gcaaacagga ttagataccc tggtagtcca cgccgtaaac
781 gatgagtgtc aagtgttaga gggtttccgc cctttagtgc tgcagctaac gcattaagca
841 ctccgcctgg ggagtacggg cgcaagactg aaactcaaag gaattgacgg gggcccgcac
901 aagcggtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca ggtcttgaca
961 tcctctgaca actctagaga tagagcgttc cccttcgggg gacagaatga cagtggtgca
1021 tggttgtcgt cagctcgttt cctgagatgt tgggttaagt cccgcaccaa cgccaccctt
1081 gatcttattt gccagcattt agttgggcac tctaaggtg

```
- <210> 2
- <211> 421
- <212> ADN
- <213> *Priestia megaterium*
- <400> 2
- ```

1 atgtctaaaa aaacacttta tttcttatgt acaggttaact cttgcccgtag ccaaattggct
61 gaaggatggg caaaaaaata tctaaataac gatgaatggg atgtacgcag tgcaggatta
121 gaagctcatg gattaaatcc taacgctgta aaagcaatga aagaagctgg tgttgatatt
181 tcaaaccaaa catctgatat tattgatcct gaaattttaa ataatgcgga tttagtgggt
241 acattatgtg gccatgcagc tgatcattgc cccgtaacac ctccctcatg gaagcgtgaa
301 cactggggat ttgatgatcc tgcaaaagca gaaggaacag atgaagagaa atgggctgac
361 tttcagcgtg tccgtgatga aattgggtgag cgtattcagc gttttgctga aacaggtaaa
421 taa

```