

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0010140

(43) 공개일자 2020년01월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21F 1/10 (2006.01) *C12N 1/20* (2006.01)

(52) CPC특허분류

G21F 1/10 (2013.01)*C12N 1/20* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0088135

(22) 출원일자 2019년07월22일

심사청구일자 2019년07월22일

(30) 우선권주장

1020180084991 2018년07월20일 대한민국(KR)

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

허남수

대전광역시 유성구 가정로 63, 106동 1102호(신성동, 럭키하나아파트)

장성찬

대전광역시 서구 도산로 11, 107동 301호 (도마동, 효성타운아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김순웅

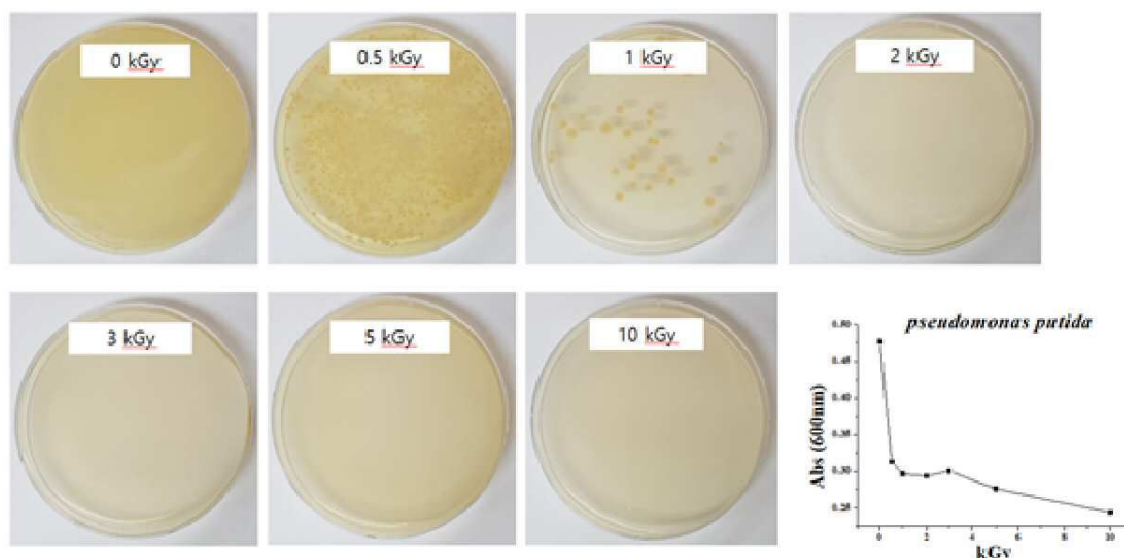
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 슈도모나스 푸티다 균주를 이용한 세균 제거 및 생광물화

(57) 요약

본 발명은 슈도모나스 푸티다 균주를 포함하는 세균 제거용 조성물에 관한 것이다. 본 발명에 따른 슈도모나스 푸티다 균주는 세균 제거 및 생광물화 효과가 우수한바, 미생물을 이용한 방사성 핵종 제거 분야에서 다양하게 활용될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

오서영

충청남도 계룡시 서금암로 51-9, 102동 504호(금암동, 주공아파트)

허윤석

인천광역시 연수구 해돋이로84번길 30, 101동 1002호 (송도동, 송도금호어울림아파트)

노창현

대전광역시 유성구 은구비남로 56, 905동 601호(노은동, 열매마을 아파트 9단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711029048

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 방사선기술개발사업

연구과제명 Pseudomonas putid를 방사선을 이용한 방사성 핵종 광물화

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교

연구기간 2015.08.10 ~ 2018.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 균주, 상기 균주의 배양물, 상기 배양물의 농축물 및 상기 배양물의 건조물로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 유효성분으로 포함하는, 방사성 세슘 제거용 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방사성 세슘 제거용 조성물은 하이드로겔 형태인 것인, 방사성 세슘 제거용 조성물.

청구항 3

제1항에 따른 방사성 세슘 제거용 조성물을 방사성 세슘으로 오염된 오염물에 처리하는 단계;를 포함하는 방사성 세슘 제거 방법.

청구항 4

슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 균주, 상기 균주의 배양물, 상기 배양물의 농축물 및 상기 배양물의 건조물로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 반응물과 반응시키는 단계;를 포함하는 생광물화 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 방법은 0.1 내지 100kGy의 방사선을 조사하는 단계를 더 포함하는 것인, 생광물화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 슈도모나스 푸티다 균주를 이용한 세슘 제거 및 생광물화에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 방사성 폐기물은 원자력 발전소나 연구소에서 주로 발생 되지만 원자력 산업과 관련이 없는 의료계와 석탄, 석유, 천연가스를 가공하면서 자연적으로 방사성 폐기물이 축적되기도 한다. 원자력 발전소 운전 과정에서 발생하는 핵폐기물과 같은 고준위 방사성 폐기물의 관리와 영구 정지가 되는 원자력 발전소의 폐기물 관리가 어렵다.

[0003] 방사성 폐기물은 일반적으로 여러 가지 방사성 동위원소로 이루어져 있다. 방사성 동위원소란 붕괴하면서 전리방사선을 방출하여 인간과 환경에 해로울 수 있는 불안정한 배열의 원소들을 말하는데 방사성 동위원소들은 각각 다른 시간 동안 다른 종류와 준위의 방사선을 방출한다. 모든 방사성 폐기물의 반감기는 원소마다 다른데, 마이크로 초 단위에서 100만년이라는 시간까지 다양하다. 후쿠시마 원자력 발전소 사고 이후 환경에 방출된 주요 방사성 핵종은 요오드, 세슘, 스트론튬으로 요오드와 같이 반감기가 짧은 원소들은 크게 문제가 되지 않지만 세슘과 스트론튬은 반감기가 약 30년으로 한번 자연계에 누출되면 오랜 기간 자연계에 잔존하며 유전자 변형과 같은 생태계에 악영향을 끼치기 때문에 방사성 폐기물중 특히 세슘 오염에 의한 위험성은 상당히 심각하다.

[0004] 한편, 생광물화(biomineralization)란 살아있는 생물이 광물을 만들어내는 과정을 의미하는 것으로, 이로 인해 기존 조직의 경도나 강도가 높아진다. 체내에서 생광물화를 진행하는 생물종의 생체 내에서 확인된 광물은 60가지가 넘는다. 그 예로는 조류와 규조류의 규산염, 무척추동물의 탄산염, 척추동물의 인산칼슘 및 탄산염이 있다. 또한, 포유류나 조류의 뼈 구조는 생광물화로 인해 만들어진다. 원핵생물로는 박테리아를 포함하는 구리, 철 및 금 퇴적층이 있다.

[0005] 현재, 우라늄 생광물화 미생물을 이용한 우라늄 오염 지하수 개량 방법이 사용되고 있으며, 상기 우라늄 생광물화 미생물은 미생물로부터 방출된 인산염이 우라늄과 반응하여 우라늄 인산 광물을 침전시킴으로써 우라늄을 제거한다. 우라늄 생광물화 미생물 이용 시 미생물에서 방출된 인산염이 우라늄 화합물에 더 특이적으로 반응한다는 점에서 인산염을 지하수에 직접 주입하는 것보다 더 효율적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이에 본 발명자들은 생광물화 미생물을 이용하여 방사성 핵종을 제거하기 위하여, 슈도모나스 푸티다 균주를 포함하는 세습 제거용 조성물을 개발함으로써 본 발명을 완성하게 되었다.

[0007] 따라서 본 발명의 목적은, 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 균주를 포함하는 세습 제거용 조성물을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은, 방사성 세습 제거용 조성물을 방사성 세습으로 오염된 오염물에 처리하는 단계;를 포함하는 방사성 세습 제거 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은, 슈도모나스 푸티다 균주와 반응물을 반응시키는 단계;를 포함하는 생광물화 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 슈도모나스 푸티다 균주를 포함하는 세습 제거용 조성물을 제공한다.

[0011] 또한, 본 발명은 방사성 세습 제거용 조성물을 방사성 세습으로 오염된 오염물에 처리하는 단계;를 포함하는 방사성 세습 제거 방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명은 슈도모나스 푸티다 균주와 반응물을 반응시키는 단계;를 포함하는 생광물화 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 슈도모나스 푸티다 균주는 세습 제거 및 생광물화 효과가 우수한바, 미생물을 이용한 방사성 핵종 제거 분야에서 다양하게 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명에 따른 방사선 조사에 따른 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*)(생물자원센터 분양; KCTC No. 1452) 균주의 방사선에 대한 반응을 확인한 결과를 나타내는 도이다.

도 2 내지 7은 방사선량에 따른 슈도모나스 푸티다 균주의 세습 제거 및 생광물화 활성을 조사 결과를 나타낸 것으로, 보다 상세하게는, 세습 제거 및 생광물화를 HR-TEM을 이용한 관찰 결과(a, b), 투과전자현미경의 성분 분석(EDS) 결과(c) 및 ICP 분석 결과(d)를 나타내는 도이다.

도 8은 세습 농도에 따른 슈도모나스 푸티다 균주의 세습 제거 및 생광물화 활성 조사한 결과를 나타내는 도이다.

도 9는 투과전자현미경을 이용한 슈도모나스 푸티다 균주 내의 생광물화 관찰한 결과를 나타내는 도이다.

도 10은 슈도모나스 균주를 이용한 세습 제거 및 생광물화 공정을 나타내는 도이다.

도 11은 슈도모나스 균주를 이용한 세습 제거 및 생광물화 공정의 세습이온 제거율을 확인한 결과를 나타내는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0016] 본 발명의 양태에 따르면, 본 발명은 슈도모나스 푸티다 균주를 포함하는 세습 제거용 조성물을 제공한다.
- [0017] 본 발명에 있어서, “방사성 세습”은 원자핵이 붕괴되거나 전자파를 방출하여 붕괴되는 성질을 가지는 방사성 물질의 일종으로, 구체적으로 세습의 방사선 동위원소인 세습-137을 의미한다. 이러한 방사성 세습은 원자력 발전소 사고, 핵무기 실험 등에서 발생하는 방사능 오염 물질 중 가장 위험성이 큰 물질이다. 본 발명에서 방사성 세습은 ^{137}Cs , ^{135}Cs , 또는 ^{134}Cs 일 수 있으며, ^{137}Cs 인 것이 바람직하다. 상기 ^{137}Cs 은 핵분열시 발생하는 주요 방사성 동위원소로서, 반감기가 30.17년인 유독 물질이다.
- [0018] 본 발명에 있어서, “방사선에 대한 저항성”은 미생물에 방사선 조사 시 생존하는 정도를 의미하며, 방사선에 대한 저항성이 낮은 미생물의 경우 방사선에 의한 직접적인 DNA 파괴 또는 방사선에 의해 생성된 활성산소로 인하여 사멸된다.
- [0019] 본 발명의 일 구체예에서, 야생형의 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 균주를 이용한 실험을 수행한 결과, 세습 제거 및 생광물화 활성이 우수함을 확인하였다. 따라서 본 발명에 따른 슈도모나스 푸티다 균주는 미생물을 이용한 방사성 핵종 제거 분야에서 다양하게 활용될 수 있다.
- [0020] 본 발명에 따른 슈도모나스 푸티다 균주는 분양 기관에서 분양받은 것 또는 자연에서 분리한 것을 제한없이 포함한다.
- [0021] 상기 배양물은 슈도모나스 푸티다 균주를 배양배지 또는 배양액에서 배양한 것을 의미하고, 상기 배양물은 상기 균주를 포함하는 배양물이다. 상기 배양물 또는 배양 농축물은 그 제형이 한정되지 않고, 일 예로 상기 제형은 액체 또는 고체일 수 있다.
- [0022] 상기 배지는 특정 미생물을 배양하기 위하여, 배양대상 즉, 배양체가 되는 미생물이 필요로 하는 영양물질을 포함하는 것으로 특수한 목적을 위한 물질이 추가로 첨가되어 혼합된 것 일 수 있다. 상기 배지는 배양기 또는 배양액이라고도 할 수 있고, 천연배지, 합성배지 또는 선택배지를 모두 포함하는 개념이다. 배양한 배지로부터 분리하여 얻은 것 일 수 있고, 상기 배지는 슈도모나스 푸티다 균주가 성장할 수 있는 것이라면 한정되지 않고 이용할 수 있다.
- [0023] 상기 배지는 일 예로, 보통 한천배지(또는 영양 한천배지; Nutrient agar), TSA(tryptic soy agar) 배지, 표준 한천배지(Standard Methods Agar; Plate Count Agar), 유당배지(lactose Broth), BGLB 배지(Brilliant Green lactose Bile Broth), 2배 농도 BGLB 배지, Endo 한천배지(Endo Agar), EMB 한천배지(Eosin methylene blue agar), 보통 배지(또는 영양 배지; Nutrient Broth), 데스옥시콜레이트 유당 한천배지(Desoxycholate lactose Agar), LB 배지(Luria-bertani Broth) 또는 EC 배지(EC Broth)로 일 수 있다.
- [0024] 상기 조성물은 슈도모나스 푸티다 균주, 상기 균주의 배양물, 상기 배양물의 농축물, 상기 배양물의 건조물 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나에, 계면활성제, 증량제 및 영양제를 첨가하여 제조된 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 오염지역의 특성에 따라서 다른 물질의 분해활성을 갖는 미생물을 선택적으로 포함하여 처리할 수도 있다.
- [0025] 상기 조성물에 있어서, 슈도모나스 푸티다 균주, 상기 균주의 배양물, 상기 배양물의 농축물, 상기 배양물의 건조물 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나는 방사성 세습 제거용 조성물에 포함되어 공급될 수도 있고, 장기간 보존을 위해 별도로 보관하였다가 사용 직전에 혼합하여 사용할 수도 있다. 상기 균주를 장기간 보존하기 위해 별도로 공급되는 경우에는 글리세롤 저장용액에 -70°C 이하로 보존하거나 -20°C 내지 -80°C 에서 동결건조 보존하여 사용할 수 있다.
- [0026] 상기 조성물은 슈도모나스 푸티다 균주의 안정적인 제제화를 목적으로, 수화제, 입제 또는 캡슐제로 제제화하여 사용할 수 있고, 상기 종류에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 본 발명의 수화제는 균주를 접종한 고체배지를 건조시켜 분쇄한 후 계면활성제, 증량제 또는 영양제를 첨가하여 혼합하여 제조할 수 있다. 상기 계면활성제로는 폴리카복실레이트, 소듐 리그노설포네이트, 칼슘 리그노설포네이트, 소듐 디알킬 설포석시네이트, 소듐 알킬 아릴 설포네이트, 폴리옥시에틸렌 알킬 페닐 에테르, 소듐트리폴리포스페이트, 폴리옥시에틸렌 알킬 아릴 포스포릭 에스테르, 폴리옥시에틸렌 알킬 아릴 에테르, 폴리옥시에틸

렌 알킬 아릴 폴리머, 소듐 설프오네이트 나프탈렌 포름알데히드, 트리톤 100 및 트윈 80으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 또는 둘 이상을 사용하며, 증량제 및 영양제로는 콩가루, 쌀, 밀, 황토, 규조토, 텍스트린(dextrin), 포도당 및 전분으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 또는 둘 이상을 사용할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 입제는 균주를 접종한 고체배지를 건조시켜 분쇄한 후 계면활성제, 증량제 및 영양제는 상기 기재된 것과 동일한 것을 사용할 수 있다. 또한, 본 발명의 입제는 균주의 표면 활성제, 비활성 담체, 보존제, 습윤제, 공급촉진제, 유인제, 캡슐화제, 결합제, 유화제, 염료, UV 보호제, 완충제 및 흐름제로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 또는 둘 이상의 것을 추가로 첨가하여 제조할 수 있다.

[0029] 본 발명의 바람직한 일 구체예에서, 방사성 세습 제거용 조성물은 하이드로겔 형태인 것이 바람직하나, 이에 제한되지 않는다.

[0030] 본 발명에 있어서, “하이드로겔”은 친수성 고분자가 공유 또는 비공유 결합으로 가교되어 만들어진 3차원 망상 구조물을 의미하며, 수용액 내에서 용해되지 않지만 많은 양의 물을 흡수하여 팽윤하는 성질 및 액체와 고체의 중간 성질을 가진다. 하이드로겔의 예로는 디펩타이드(di-peptide), 피브린(fibrin), 젤라틴(gelatin), 콜라겐(collagen), 히알루론산(hyaluronic acid), 아가로스(agarose), 키토산(chitosan), 폴리포스파진(polyphosphazine), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리글락트산(polyglactic acid), 폴리글리콜산(polyglycolic acid), 플루론산(pluronic acid), 알긴산(alginate) 및 이들의 염(salts) 등이 있다.

[0031] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 하이드로겔 형태의 방사성 세습 제거용 조성물을 사용하여 방사성 세습을 제거할 경우, 슈도모나스 푸티다 균주의 생존 시간을 유지 또는 연장시킬 수 있으므로 방사성 세습 흡착 효율을 높일 수 있다는 장점이 있다.

[0033] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 상기 방사성 세습 제거용 조성물을 방사성 세습으로 오염된 오염물에 처리하는 단계;를 포함하는 방사성 세습 제거 방법을 제공한다.

[0035] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 슈도모나스 푸티다 균주와 반응물을 반응시키는 단계;를 포함하는 생광물화 방법을 제공한다.

[0036] 상기 균주는 균주의 배양물, 상기 배양물의 농축물, 상기 배양물의 건조물 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 형태일 수 있다.

[0037] 상기 반응물의 종류에는 제한이 없으며, 일례로 세습을 포함하는 물질일 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 구체예에서, 슈도모나스 푸티다 균주의 생광물화를 유도하기 위하여, 0.1 내지 100kGy의 방사선을 조사하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하며, 1 내지 50kGy의 방사선을 조사하는 것이 더 바람직하나, 이에 제한되지 않는다.

[0040] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0042] 실시예 1. 세습 제거 및 생광물화를 위한 슈도모나스 푸티다 균주의 방사선 반응 조사

[0043] 생물소재기반 방사성 핵종 제거를 위한 생광물화형 회분식 공정을 개발하기 위하여, 야생형 균주를 스크리닝하였다. 스크리닝 결과, 엑시구오박테리움 아세틸리쿰(*Exiguobacterium acetylicum*)(S1), 에로모나스 텍타(*Aeromonas tecta*)(W6) 및 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*)(생물자원센터 분양; KCTC No. 1452) 균주를 선별하였고, 2차 스크리닝을 통해 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 균주를 최종적으로 선별하였다. 상기 슈도모나스 푸티다 균주는 생물자원센터에서 분양받은 것이다(KCTC No. 1452).

[0044] 최종 선별된 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 균주의 방사선에 대한 반응을 조사하였다. 구체적으로, 슈도모나스 푸티다 균주에 0, 0.5, 1, 2.0, 3.0, 5, 10 kGy의 방사선을 조사하였다. 방사선이 조사된 슈도모나스 푸티다 균주를 LB 고체배지에 도말하였고, 온도 37 °C 조건의 인큐베이터에서 24 시간 동안 배양하였다. 24 시

간 배양 후 대상 균주의 미생물 콜로니를 확인하였다. 그 결과는 도 1에 나타내었다.

[0045] 도 1에 나타낸 바와 같이, 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 균주는 1.0 kGy 에서는 수백 개의 콜로니가 관찰되었으나, 2.0 kGy 이상에서는 콜로니가 거의 관찰되지 않았다.

[0047] 실시예 2. 방사선량에 따른 슈도모나스 푸티다 균주의 세균 제거 및 생광물화 활성 조사

[0048] 상기 실시예 1에서 선별된 슈도모나스 푸티다 균주의 세균 제거 및 생광물화 활성을 조사하였다. 구체적으로, 슈도모나스 푸티다 균주 및 세균의 농도가 500 ppm인 용액을 혼합하고, 각각 1, 3, 5, 10, 30, 50 kGy의 방사선을 조사하여 반응시켰다. 방사선의 선량에 따른 슈도모나스 푸티다 균주의 세균 제거 및 생광물화 활성을 (i) 투과전자현미경(TEM)을 이용한 관찰; (ii) 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT); 및 (iii) 투과전자현미경의 성분분석(EDS)을 통한 정성분석;을 통해 확인하였다. 실험 (i) 내지 (iii)은 다음과 같은 방법으로 실시하였다.

[0049] (i) 투과전자현미경(TEM)을 이용한 관찰 : 방사선을 조사한 슈도모나스 푸티다 균주를 원심분리(6000rpm, 15 분)하여 세균 용액을 제거하였다. 슈도모나스 푸티다 균주를 증류수에 희석하고, 상기 균주 희석액을 TEM 그리드에 3방울 떨어뜨린 후 건조시켰다. TEM 그리드 상의 슈도모나스 푸티다 균주를 투과전자현미경인 FE-TEM(JEM2100F/JEOL)을 이용하여 관찰하였다.

[0050] (ii) 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT) : TEM 분석 프로그램인 Digital Micrograph(Gatan)을 사용하여 HRTEM 이미지를 FFT 변환하여 회절패턴으로 변환시켰다. 회절 이미지에 나타나는 회절점(spot)을 분석하여 생광물화를 통해 합성된 세균 입자를 분석하였다.

[0051] (iii) 투과전자현미경의 성분분석(EDS)을 통한 정성분석 : TEM 이미지에서 분석하고자 하는 성분(원소)의 에너지를 AZtec(Oxford) 프로그램을 이용하여 정성분석하였다.

[0052] 방사선량(1, 3, 5, 10, 30, 50 kGy)에 따른 슈도모나스 푸티다 균주의 세균 제거 및 생광물화 활성 조사 결과는 각각 도 2 내지 7에 나타내었다.

[0053] 도 2 내지 7에 나타낸 바와 같이, 슈도모나스 푸티다 균주 및 세균 500 ppm을 혼합한 후 방사선을 조사한 결과, 슈도모나스 푸티다 균주 내부 단백질 반응 용액이 어두운 색으로 변하는 것을 가시적으로 확인하였다. 상기 가시적 변화는 슈도모나스 푸티다 균주 내의 생광물화 유도 단백질의 환원작용을 통해 세균 제거 및 생광물화가 이루어짐을 의미한다. 상기 생광물화 유도 단백질은 슈도모나스 푸티다 균주에서 과발현되는 금속 단백질인 메탈로티오네인(metallothionein)이다. 일반적으로 메탈로티오네인은 세포질 내 존재하는 특수한 금속 단백질로써 각종 중금속 또는 아연의 섭취를 통해 합성이 이루어진다.

[0055] 실시예 3. 세균 농도에 따른 슈도모나스 푸티다 균주의 세균 제거 및 생광물화 활성 조사

[0056] 세균 농도에 따른 슈도모나스 푸티다 균주의 세균 제거 및 생광물화 활성을 ICP(inductively coupled plasma) 분석을 통해 조사하였다. 구체적으로, 슈도모나스 푸티다 균주 1×10^7 CFU/mL 및 다양한 농도(0, 0.5, 1, 3, 5, 10, 30, 50 ppm)의 세균 이온을 혼합하였다. 균주 및 세균 이온 혼합물에 1 kGy의 선량으로 방사선을 조사한 후 생광물화를 유도하였다. 이 후 상등액을 취하여 ICP 분석을 수행하였다. 상기 ICP 분석은 ICP-MS(Perkinelmer ELAN6100)를 이용하였으며, 방사선 조사 전 후의 세균 농도 차이를 비교분석함으로써 슈도모나스 푸티다의 세균 생광물화 활성을 확인하였다. ICP 분석 결과는 도 8 및 표 1에 나타내었다.

표 1

[0057]

Condition	Initial			Final (ppb)			Δ Con. (ppm)
	ICP 측정값 (ppb)	ICP 분석값 (ppb)	ICP 분석값 (ppm)	ICP 측정값 (ppb)	ICP 분석값 (ppb)	ICP 분석값 (ppm)	
0	0.099	0.99	0.00099	21.038	210.38	0.21038	-0.20939
0.5	62.171	621.71	0.62171	49.765	497.65	0.49765	0.12406
1	108.835	1088.35	1.08835	95.904	959.04	0.95904	0.12931

3	27.48	2748	2.748	22.137	2213.7	2.2137	0.5343
5	47.621	4762.1	4.7621	33.473	3347.3	3.3473	1.4148
10	90.341	9034.1	9.0341	68.177	6817.7	6.8177	2.2164
30	265.068	26506.8	26.5068	199.178	19917.8	19.9178	6.589
50	346.053	34605.3	34.6053	248.217	24821.7	24.8217	9.7836

[0058] 도 8 및 표 1에 나타난 바와 같이, 세슘 이온의 농도가 높을수록 생광물화(제거)되는 양이 증가하는 것을 확인하였다.

[0060] **실시예 4. 투과전자현미경을 이용한 슈도모나스 푸티다 균주의 생광물화 관찰**

[0061] 슈도모나스 푸티다 균주 1×10^7 CFU/mL 및 세슘 이온 500ppm을 혼합한 후, 1kGy의 방사선을 조사하여 생광물화를 유도하였다. 생광물화가 유도된 슈도모나스 푸티다 균주를 투과전자현미경을 이용하여 관찰하였으며, 그 결과는 도 9에 나타내었다.

[0062] 도 9에 나타난 바와 같이, 생광물화가 유도된 슈도모나스 푸티다 균주의 내부에 생광물화된 세슘이 관찰되었다. 상기 결과는 슈도모나스 푸티다 내의 메탈로티오네인에 의한 환원작용을 통해 세슘의 광물화가 이루어짐을 의미하며, 상기 메탈로티오네인은 슈도모나스 푸티다 균주의 내막에서 국소적으로 발현된다는 것을 알 수 있다.

[0064] **실시예 5. 슈도모나스 균주를 이용한 세슘 제거 및 생광물화 공정 설계**

[0065] 슈도모나스 균주 및 컬럼을 이용하여 세슘 제거 및 생광물화 공정을 설계하였다. 구체적으로, 상기 공정은 두 개의 컬럼, 즉, 도 10과 같이 슈도모나스 푸티다 균주가 들어있는 알지네이트 비드 복합체를 포함하는 제1 컬럼(도 10, 왼쪽) 및 PB(prussian blue)가 들어있는 알지네이트 비드 복합체를 포함하는 제2 컬럼(도 10, 오른쪽)으로 설계하였다.

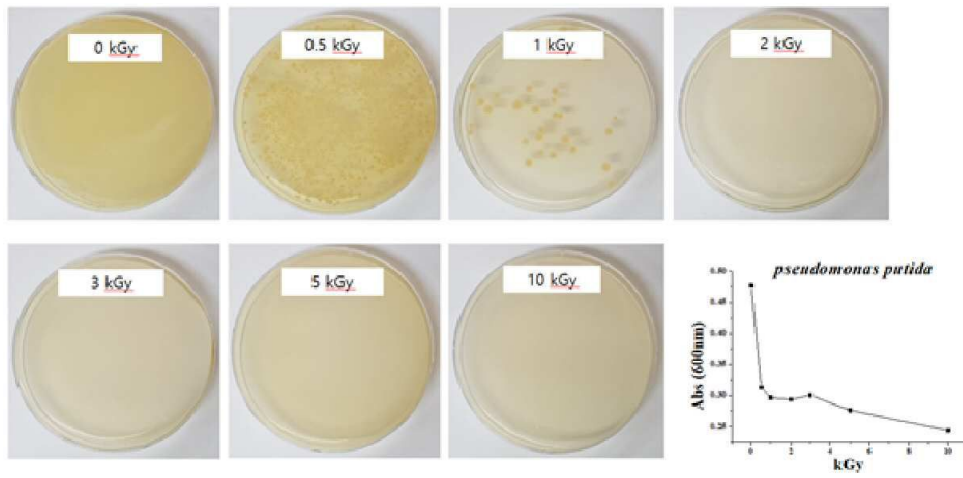
[0066] 실험의 방법은 이너 플로우(inner flow)에 70.586 ppb 농도의 세슘 이온이 포함된 용액을 0.2 L/min의 유속으로 흘려 아우터 플로우(outer flow)에서 두 컬럼을 지나간 용액을 수득하였다. 각각 유입 및 유출된 용액을 이용한 ICP 분석을 한국화학융합시험연구원에 의뢰하여 세슘 이온의 농도를 확인하였으며, 그 결과는 도 11에 나타내었다.

[0067] 도 11에 나타난 바와 같이, 유입량 대비 유출량의 수치를 비교해보면 세슘이온의 제거율이 약 99.93 %임을 확인하였다.

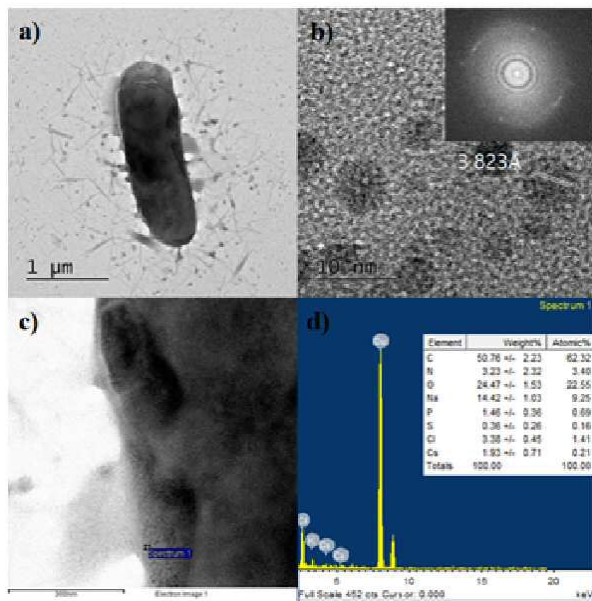
[0069] 종합적으로 본 발명자들은 슈도모나스 푸티다 균주가 세슘 제거 및 생광물화 활성을 가진다는 것을 확인한바, 본 발명에 따른 슈도모나스 푸티다 균주는 미생물을 이용한 방사성 핵종 제거 분야에서 다양하게 활용될 수 있다.

도면

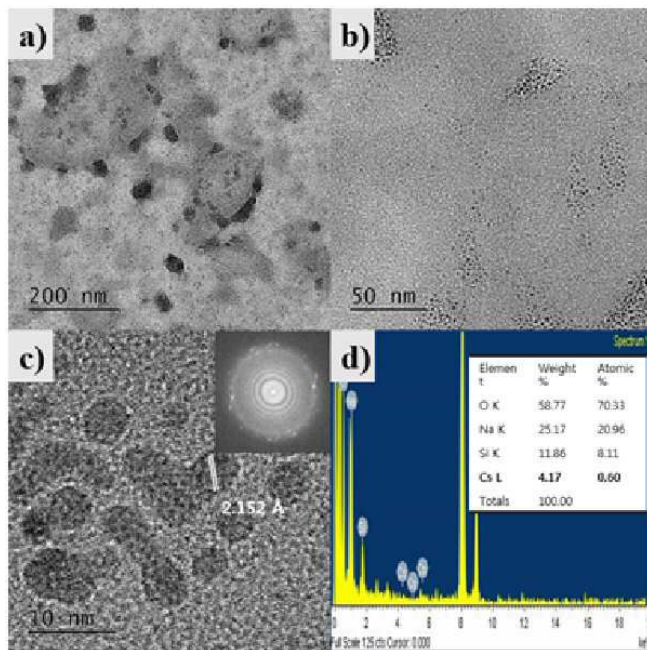
도면1



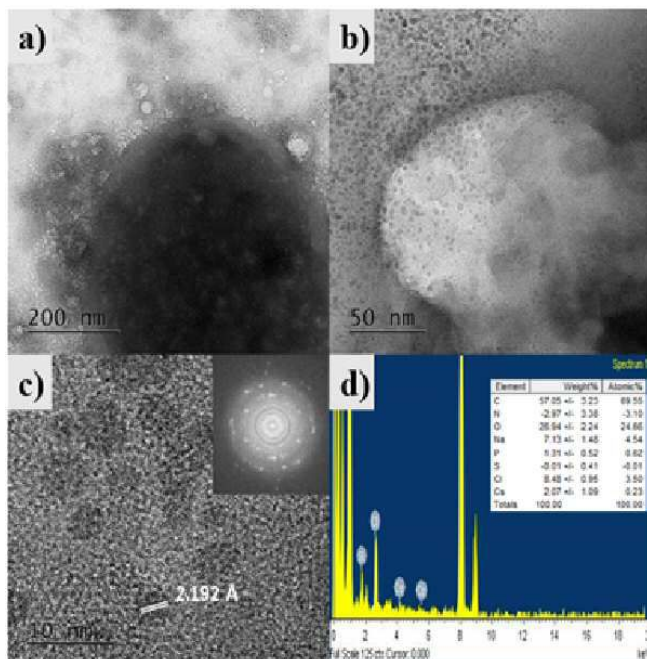
도면2



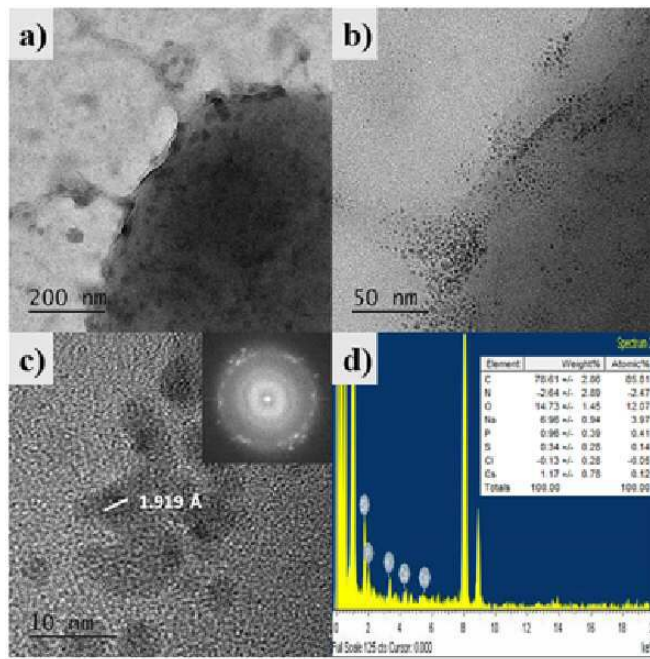
도면3



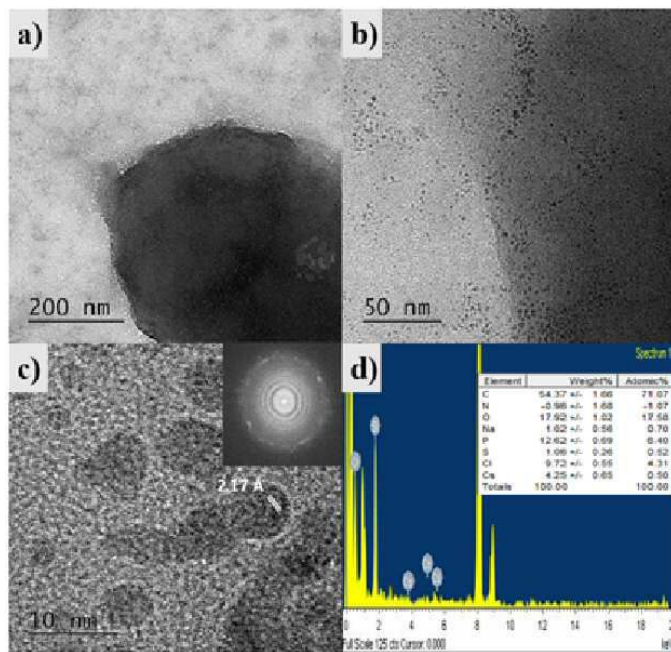
도면4



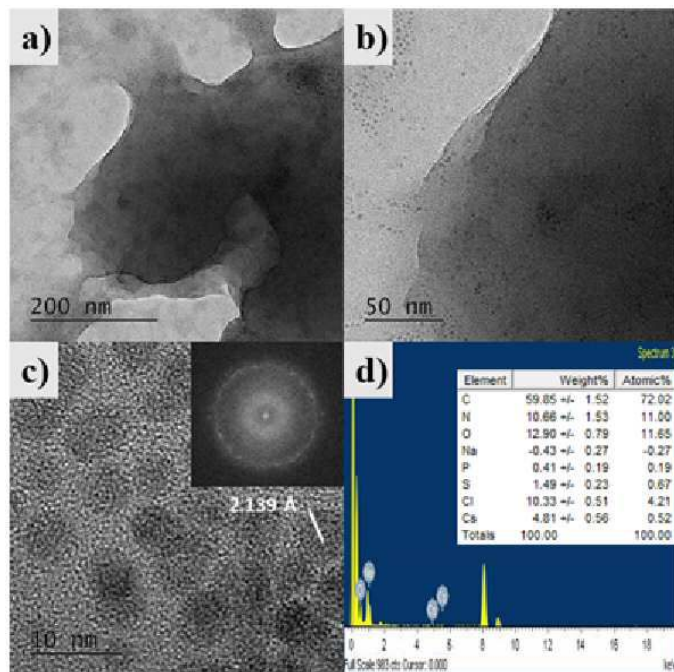
도면5



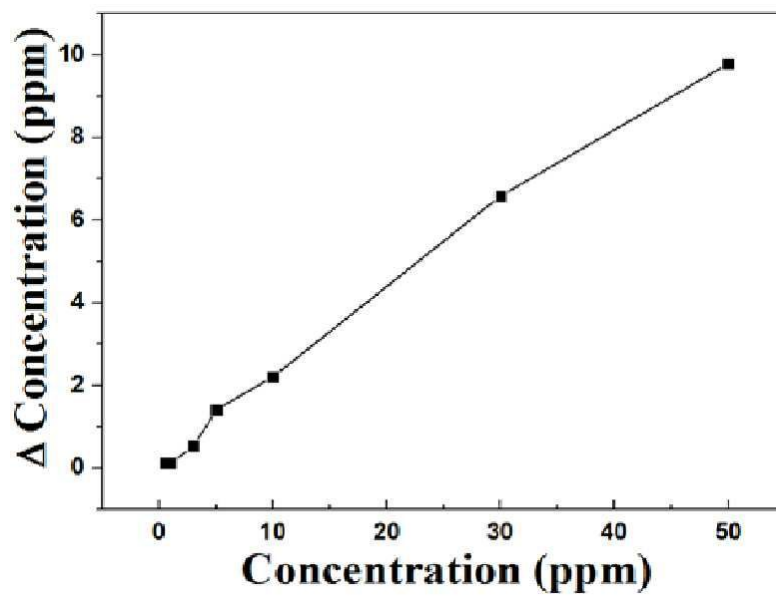
도면6



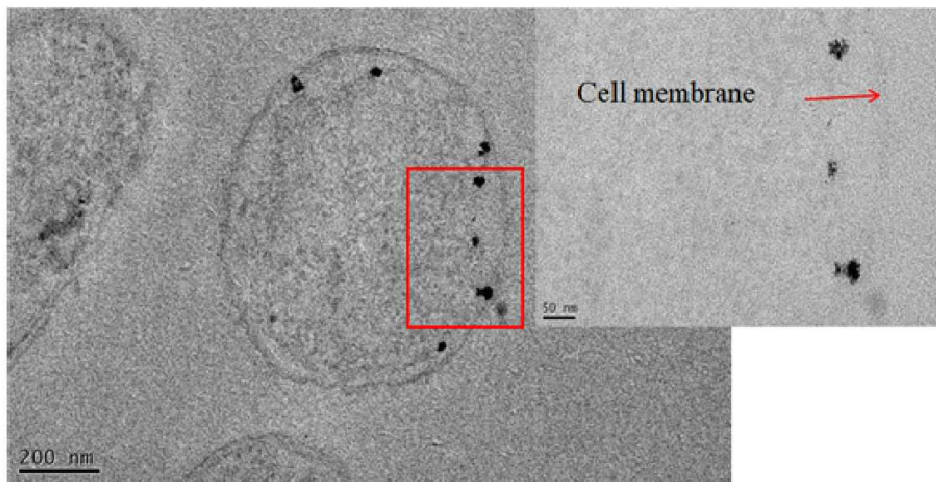
도면7



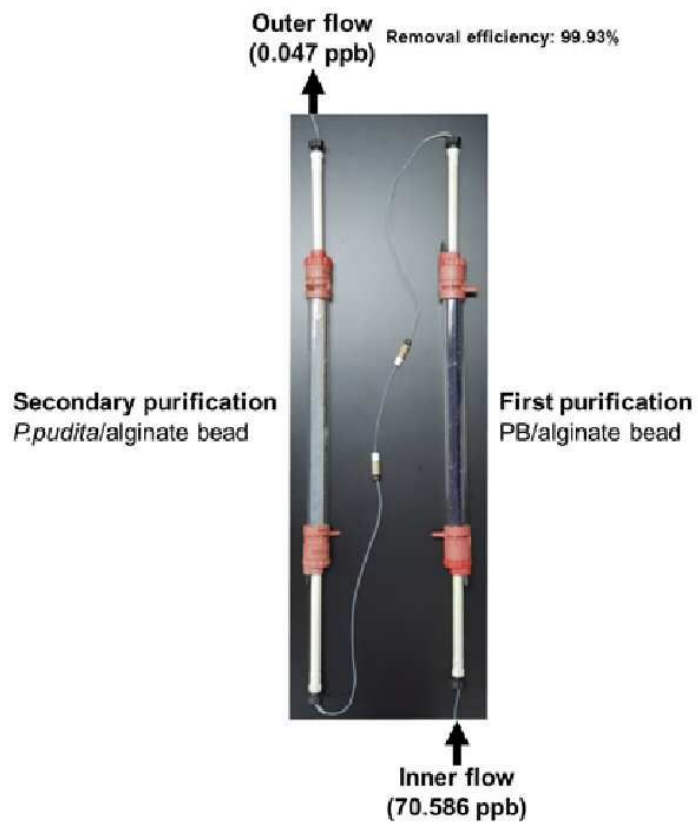
도면8



도면9



도면10



도면11

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

무 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동)

시험번호: TAK-2018-004136

대표자: 이준배

업태명: 인화대학교 산학협력단

주소: 인천광역시 남구 인하로 100(유현동, 인하대학교)

시료명: Cs ion

TEL (02)2164-0011 FAX (02)2834-1008

접수일자: 2018년 06월 18일

시험완료일자: 2018년 07월 02일

시험결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
Cs	mg/L	Cs I	0.000	APHA Standard Methods : 2012
Cs	mg/L	Cs F	0.000	APHA Standard Methods : 2012

※ 용도 : 배출량(미량부(자재첨))

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 과사한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 분석서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR CODE로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 정보, 사전, 광고 및 소송을 목적으로 사용하지 않으며, 별도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(발행일 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일을 원본으로 인정하지 않습니다.

Lee Joonbae

직설자: 이준배

Tel : 02-2092-3812

Lee Joonbae

기술책임자: 이준배

Tel : 1577-0091(ARS 0~4)

2018년 07월 02일

KTR

한국화학융합시험연구원




위변조 확인용 QR CODE

Page : 1 of 1

KTR

KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE