



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0166595
(43) 공개일자 2022년12월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12N 1/20 (2006.01) A01N 63/20 (2020.01)
B09C 1/10 (2006.01) C12R 1/01 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C12N 1/205 (2021.05)
A01N 63/20 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2021-0075537
(22) 출원일자 2021년06월10일
심사청구일자 2021년06월10일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
조경숙
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 이화여자대학교
이지호
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 이화여자대학교
(74) 대리인
김순용

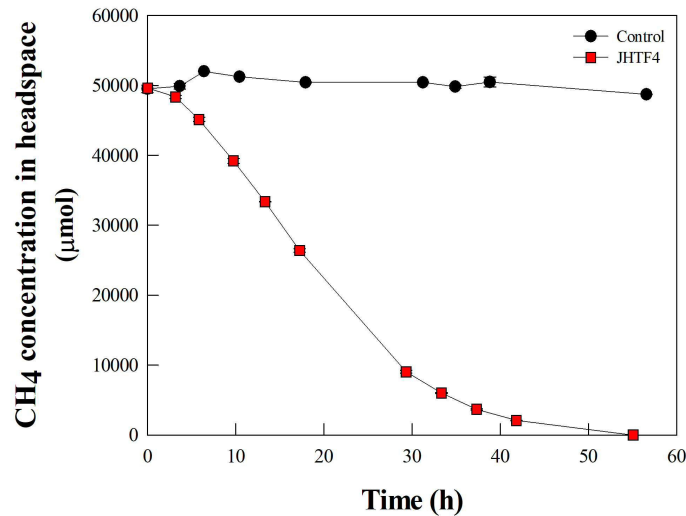
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 신규한 메틸로시스티스 속 균주 및 이의 용도

(57) 요약

본 발명은 신규한 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주 및 이의 용도에 관한 것으로, 본 발명을 통해 분리된 상기 신규한 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 우수한 메탄 산화능을 보유하며, 식물의 성장을 촉진할 수 있음과 동시에 상기 균주와 식물을 동시에 이용하는 경우 유류 오염 정화 능력이 향상됨을 확인한 바, 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 메탄 저감, 식물의 성장 촉진 또는 식물과 같이 이용하여 유류 오염을 정화하는데 유용하게 활용될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B09C 1/10 (2013.01)

C12R 2001/01 (2021.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711132147
과제번호	2019R1A2C2006701
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	오염토양 정화효율 향상과 non-CO2 온실가스 배출 저감을 위한 오믹스 기반
rhizoremediation	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	이화여자대학교 산학협력단
연구기간	2019.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP).

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 균주는 메탄 산화능을 가지는 것을 특징으로 하는, 균주.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 균주는 식물의 생장 촉진능을 가지는 것을 특징으로 하는, 균주.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 유효성분으로 포함하는, 메탄 저감용 조성물.

청구항 5

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 메탄 발생원에 처리하는 단계를 포함하는, 메탄 저감 방법.

청구항 6

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP),
이의 배양액, 이의 농축액, 이의 추출물 및 이의 무세포 상등액으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 유효성분으로 포함하는 식물 생장 촉진용 조성물.

청구항 7

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP),
이의 배양액, 이의 농축액, 이의 추출물 및 이의 무세포 상등액으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 식물에 처리하는 단계;를 포함하는 식물 생장 촉진 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 식물은 유류에 의해 오염된 환경에서 성장하는 것을 특징으로 하는, 식물 성장 촉진 방법.

청구항 9

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP) 및 식물을 이용한 유류 오염 정화 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 유류 오염 정화는 제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)에 의한 식물 성장 촉진을 통해 식물 주변의 근권세균의 활성이 증가되어 수행되는 것을 특징으로 하는, 유류 오염 정화 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 유류는 탄소수 10개 이상의 고분자 석유계 탄화수소를 포함하는 것을 특징으로 하는, 유류 오염 정화 방법.

청구항 12

제 9항에 있어서,

상기 유류는 디젤, 윤활유, 항공유, 휘발유, 등유, 경유, 중유 및 이들의 혼합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나의 석유계 유류인 것을 특징으로 하는, 유류 오염 정화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 메탄 산화능 및 식물 성장 촉진능을 가진 신규한 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주 및 이의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전 지구적 기후변화를 야기하는 대표적인 온실가스로 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), F-가스(HFCs, PFCs, SF_6) 등이 있다. 이산화탄소에 이어 2번째로 기여도가 높은 온실가스인 메탄은 무색, 무취 온실가스로, 공기 중에 5~15% 함유되어 있으면 폭발성이 있으며, 0.5% 메탄에 장기 노출 시 호흡곤란을 야기하는 유해가스이다. 특히 메탄의 체류시간은 12 ± 3 년으로 타 온실가스에 비해 비교적 짧기 때문에, 20년 기준 지구온난화지수(global warming potential, GWP)는 이산화탄소보다 70배 이상으로 보고되고 있다. 메탄은 다른 온실가스와는 달리 농업 및 화석연료 사용 분야뿐만 아니라, 폐기물 처리 분야가 주요 발생원인 특징이 있다. 매립지와 폐기물로부터 발생하는 메탄량은 연간 약 35~73 Tg으로 추정된다. 메탄은 유기물의 혐기적 분해 과정에서 메탄생성세균에 의해 생성되며, 이러한 생물학적 작용에 의한 메탄 발생량은 총 발생량의 약 70~80% 정도 차지하는 것으로 추정되고 있다. 메탄은 주로 대류권에서의 OH 라디칼과의 반응($\text{CH}_4 + \text{OH} \cdot \rightarrow \text{CH}_3 \cdot + \text{H}_2\text{O}$)과 성층권에서의 염소와 반응($\text{CH}_4 + \text{Cl} \cdot \rightarrow \text{CH}_3 \cdot + \text{HCl}$)에 의해 소멸된다. 또한, 상기 메탄은 호기적인 환경에서 메탄, 메탄올, 메틸화된 아민, 할로메탄(halomethane) 등과 같이 C1 화합물을 유일 탄소원 또는 에너지원으로 이용하는 메탄산화세

균에 의해 이산화탄소로 최종 산화되는데, 이 메커니즘이 메탄의 주요 소멸 메커니즘이다.

- [0004] 상기 호기성 메탄산화세균은 형태적인 특성, 만입 세포막(intracytoplasmic membrane)의 구조, 탄소 동화 경로, 질소 고정능 및 기타 생리적인 특성에 따라 그룹(Group) I, II 또는 III로 구분할 수 있다. 그룹 I은 감마-프로테오박테리아(Gamma-Proteobacteria) 문(phylum)에 속하며, 포름알데히드(formaldehyde) 동화를 위해 RuMP(Ribulose Monophosphate) 경로를 가지는 메탄산화세균 타입(Type) I과 타입 X가 이 그룹에 포함된다. 그룹 II는 알파-프로테오박테리아(alpha-proteobacteria) 문에 속하며, 포름알데히드 동화를 위해 세린(serine) 경로를 가지는 메탄산화세균 타입 II와 타입 III가 이 그룹에 포함된다. 그룹 III는 베루코미크로비아(Verrucomicrobia) 문에 속하며, 포름알데히드 동화를 위해 CBB(Calvin-Bassham-Benson) 경로를 가진 메탄산화세균 타입 I이 이 그룹에 포함된다.
- [0005] 한편, 온실가스 배출에 있어서, 식물도 토성 및 온실가스 이동 경로에 영향을 미치거나 식물 잔재물과 뿌리삼출물 형태로 탄소원 제공 등을 통해 영향에 미친다. 식물은 광합성 산물의 상당량을 뿌리를 통해 뿌리삼출물로 주변 환경에 분비한다. 뿌리삼출물의 화학적 조성은 식물종뿐만 아니라 식물의 생장단계와 환경조건에 따라 차이가 있으나, 주요 성분은 당, 유기산 및 아미노산이다. 뿌리삼출물은 pH 조절, 토양미생물의 영양원으로 이용되거나, 독성물질을 무독화하기도 하고, 무기물과 영양물과 착화합물을 형성하기도 한다. 이러한 뿌리삼출물은 근권 토양에서 탄소의 생지화학적 순환에 직간접적으로 영향을 미쳐 CH₄의 플럭스(flux)까지 영향을 미치게 되는 것으로 보고되고 있다.
- [0006] 최근 상기와 같은 메탄 등의 온실가스 정화 또는 환경 오염으로 인해 저해된 식물의 생장 촉진 효율을 향상시키기 위해 식물생장촉진 근권세균(plant growth promoting rhizobacteria, PGPR)을 활용하는 연구들이 활발하게 진행되고 있다.
- [0007] 상기와 같은 PGPR을 활용한 생물학적 처리기술은 친환경적이고 경제적이며 자연경관의 심미성 증대 등과 같은 부가가치가 창출된다는 장점을 지닌다. 더불어 생물의 자연적인 대사활동에 의존하는 방법이기 때문에 투입되는 노동 및 에너지의 양이 적다.
- [0008] 따라서 메탄 저감을 위하여, 우수한 메탄 산화능 및 식물 생장 촉진능을 보유한 신규 PGPR의 발굴이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명자들은 신규한 메틸로시스티스 속 균주를 분리하고, 이의 메탄 산화능 및 식물 생장 촉진능을 확인하여 본 발명을 완성하였다.
- [0011] 따라서 본 발명의 목적은 신규한 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) 균주를 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 다른 목적은 메탄 저감용 조성물을 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은 메탄 저감 방법을 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은 식물 생장 촉진용 조성물을 제공하는 것이다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 목적은 식물 생장 촉진 방법을 제공하는 것이다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 목적은 유류 오염 정화 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0018] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 제공한다.
- [0019] 또한 상기 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 유효성분으로 포함하는, 메탄 저감용 조성물을 제공한다.

- [0020] 또한 상기 또 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 메탄 발생원에 처리하는 단계를 포함하는, 메탄 저감 방법을 제공한다.
- [0021] 또한 상기 또 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP), 이의 배양액, 이의 농축액, 이의 추출물 및 이의 무세포 상등액으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 유효성분으로 포함하는 식물 성장 촉진용 조성물을 제공한다.
- [0022] 또한 상기 또 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP), 이의 배양액, 이의 농축액, 이의 추출물 및 이의 무세포 상등액으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 식물에 처리하는 단계;를 포함하는 식물 성장 촉진 방법을 제공한다.
- [0023] 또한 상기 또 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP) 및 식물을 이용한 유류 오염 정화 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명은 신규한 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주 및 이의 활성에 대한 것으로, 본 발명에 따른 신규한 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 우수한 메탄 산화능을 보유하며 식물의 성장을 촉진할 수 있음과 동시에 상기 균주와 식물을 동시 이용하는 경우 유류 오염 정화 능력이 향상됨을 확인한 바, 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 메탄 저감, 식물의 성장 촉진 또는 식물과 같이 이용하여 유류 오염을 정화하는데 유용하게 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 메탄 산화능을 확인한 결과이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주와 동일 속의 다른 균주의 메탄 산화능을 비교한 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
- [0029] 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 제공한다.
- [0030] 상기 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)는 본 발명자들에 의해 새로이 동정된 미생물로서, 우수한 메탄 산화능 및 식물 성장 촉진능을 가지고 있으며, 이와 식물을 동시 이용시 우수한 유류 오염 정화 능력을 보인 바, 생물학적인 방법으로 메탄 저감 또는 유류 오염 정화에 유용하게 활용될 있는 미생물이다.
- [0031] 본 발명자들은 톨페스큐의 뿌리에 붙어있는 근권토양으로부터 신규 균주를 분리하고 상기 균체의 DNA를 추출해 동정한 결과, 메틸로시스티스 속의 신규 균주임을 확인하였으며, 이를 JHTF4 균주라 명명하였다. 본 발명의 발명자들은 상기 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주를 2021년 05월 18일자로 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 기탁하여 기탁번호 KCTC14574BP를 부여받았다.
- [0032] 본 발명의 일실시예에 따르면, 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)는 우수한 메탄 산화능을 보유하고 있음을 확인하였다.
- [0033] 또한 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)는 식물 성장 촉진 활성을 나타내는 지표인 인돌아세트산(indole acetic acid, IAA) 생산능 및 ACC(1-aminocyclopropane-1-carboxylate) 탈아미노효소(deaminase) 활성능을 보유하고 있음을 확인하였다.
- [0034] 따라서 본 발명의 균주는 메탄 산화능을 가지고 있으며, 식물의 성장 촉진능 또한 가지고 있는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 따라서 본 발명은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 유효성분으로 포함하는, 메탄 저감용 조성물을 제공한다.

- [0036] 상기 조성물은 미생물 제제일 수 있다. 본 발명의 미생물 제제는 유효성분으로 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP) 또는 그 배양액을 함유하는 것을 특징으로 하며, 상기 균주 또는 그 배양액을 함유하기만 하면 다양한 형태로, 다양한 부형제를 첨가하여 제조될 수 있다. 즉, 미생물 제제의 제조를 위해 필요하다면 담체 등을 사용할 수 있고, 미생물의 초기 생육을 담보할 수 있는 영양원 등이 같이 첨가될 수 있다. 상기 담체는 균체 흡착, 활성유지, 환경에서의 안정화를 위해 첨가하며, 다공성, 흡착성 및 내구성인 우수한 소재를 사용할 수 있고, 영양물질은 미생물의 활성화를 위해 첨가하는 것으로 질소, 인 또는 황의 무기염류와 아연, 구리, 코발트, 셀레늄 등의 미네랄을 사용할 수 있다. 보조제는 토양 또는 수질의 pH 교정, 수분유지, 염류장해 완화 등의 목적으로 첨가하여 사용할 수 있다. 또한, 제형의 제조에 있어서 필요할 경우, 진분을 비롯한 다양한 형태의 바인더를 사용하여 펠렛 형태로 제조할 수도 있다. 미생물 제제의 제조에 관한 일반적인 사항은 당업계의 통상의 지식을 이용할 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다.
- [0037] 또한 상기 메탄 저감용 조성물은 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 배양을 위한 통상의 배지를 함유할 수 있다. 또한, 본 발명의 조성물은 세균 배양액의 배양 환경 조성을 위한 충전제로 토양, 활성탄, 마사토 및 지렁이 분변토로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 충전제를 포함할 수 있다. 상기 토양은 이에 제한되지는 않으나, 논/밭 토양, 산림 토양 또는 습지 토양 등을 사용할 수 있고, 표면층에서 10 내지 200 cm 깊이에서 채취한 후, 2 mm 이하의 체로 쳐서 큰 입자는 제거하고 사용할 수 있다. 상기 지렁이 분변토는 지렁이 체내에서 분비된 각종 효소, 광물질, 미처 소화가 되지 않은 먹이 및 장에서 분비된 암모니아 등이 혼합된 물질로서, 하수처리과정에서 발생한 하수오니를 지렁이 먹이로 공급하여 생산된 지렁이 분변토를 6개월 이상 자연 발효/건조과정을 거친 후 불순물을 제거하고 입자 크기가 0.2 내지 2 mm인 것을 사용할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 메탄 저감용 조성물에 있어서, 메탄 발생원의 환경, 메탄 배출량 및 사용 조건 등의 제반 사정에 따라 당업자에 의해 적절한 종류 및 양의 충전제를 선택하여 본 발명의 조성물에 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [0039] 또한 본 발명에 따른 메탄 저감용 조성물은 메탄 발생원에 설치할 수 있는 바이오커버 또는 바이오필터에 포함되어 제공될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 메탄 저감용 조성물을 메탄 저감용 바이오커버 또는 바이오필터에 넣어주고, 상기 바이오커버 또는 바이오필터를 메탄 발생원에 설치하여 배출된 메탄 가스와 접촉시키면 메탄을 분해하여 효과적으로 저감할 수 있다. 상기 바이오커버 또는 바이오필름은 메탄의 발생량이 적어 메탄 포집시설을 설치하기에는 경제적으로 타당성이 맞지 않는 소규모 매립지나 매립 종료 후 어느 정도 시간이 소요되어 자원화하기에는 너무 낮은 농도로 메탄이 배출되는 매립지의 환기구 또는 가스배출구에 바이오커버 또는 바이오필터를 장착시켜서 상기 매립지로부터 발생하는 메탄을 제거할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 바이오커버는 본 발명의 메탄 저감용 조성물을 함유하는 바이오 미디어층을 포함할 수 있다. 또한, 상기 바이오 미디어층은 세균의 배양을 위한 배지와 배양액의 배양 환경 조성을 위한 충전제로 토양, 활성탄, 마사토 및 지렁이 분변토로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0042] 또한, 상기 바이오 미디어층은 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)가 필요로 하는 산소를 공급하며, 바이오커버의 두께를 얇게 하기 위한 산소생성제를 추가로 포함할 수 있다. 상기 산소생성제는 과산화마그네슘, 과산화칼슘 및 과탄산나트륨으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0043] 또한 상기 바이오필터는 본 발명의 메탄 저감용 조성물을 함유하는 담체를 포함할 수 있으며, 상기 담체는 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)의 부착 및 생육을 위한 것으로서 이에 제한되지는 않으나, 토양, 지렁이 분변토, 이탄재, 활성탄 섬유, 폴리우레탄, 규조토, 화산석, 섬유상 담체, 고분자폼 또는 세라믹 다공체, 난석 및 활성탄을 각각 또는 조합하여 사용할 수 있다. 바람직하게는 난석 및 활성탄을 조합하여 사용할 수 있으며, 보다 바람직하게는 직경 5 내지 10 mm의 난석 및 직경 4 내지 8 mm의 활성탄을 조합하여 사용할 수 있다.
- [0044] 또한 본 발명은 본 발명의 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 메탄 발생원에 처리하는 단계를 포함하는, 메탄 저감 방법을 제공한다.
- [0045] 상기 투여 방법은 특별한 제한은 없으나, 넓은 면적의 오염원에 적용될 경우 소방차, 헬리콥터 등을 이용하여 골고루 살포할 수 있고, 좁은 면적의 오염원에는 분무기 등을 이용하여 골고루 살포할 수 있다.
- [0046] 또한 본 발명은 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP), 이의

배양액, 이의 농축액, 이의 추출물 및 이의 무세포 상등액으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 유효 성분으로 포함하는 식물 성장 촉진용 조성물을 제공한다.

- [0047] 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)는 식물성장촉진 근권세균(plant growth promoting rhizobacteria, PGPR)에 속한다. 상기 PGPR에 의한 식물성장촉진 기작은 다음과 같다. (1) 대기 중의 질소를 식물이 흡수 가능한 질소화합물의 형태로 고정화하여 식물 생장에 필요한 다량영양소(macro nutrient) 중 하나인 질소를 제공함, (2) 불용성 인산염 화합물을 가용화하여 식물 생장에 필요한 인산염을 공급함, (3) PGPR에 의해 생산된 유기산은 식물의 성장을 촉진시키는 영양분으로 이용되고, 이러한 유기산은 중금속과 복합화합물을 형성할 수 있는데, 특히 금속옥살레이트(metal-oxalate) 결정물로 형성되면 독성도가 저하됨, (4) PGPR 중 식물 스트레스 호르몬인 에틸렌(ethylene)의 전구물질인 ACC를 암모니아와 2-옥소부타노에이트(2-oxobutanoate)로 분해하는 ACC 탈아미노효소를 생산할 수 있는 PGRP은 식물 뿌리 성장을 촉진하고, 식물에 의한 영양분 흡수를 증가시킬 수 있음, (5) PGPR 중 식물 성장을 촉진하는 식물호르몬(phytohormone)인 IAA를 생산하는 PGPR은 식물에 대한 중금속의 독성 영향을 감소시킬 수 있고, 뿌리 성장을 촉진하여 영양분과 중금속 흡수를 향상시키며, 식물의 항산화 효소 활성을 촉진시킬 수 있음, (6) PGPR 중 철과 매우 높은 친화력을 가진 저분자 킬레이터(chelator)인 사이드로포어 생산능을 가진 PGPR은 식물에 철을 제공하여 식물 성장을 촉진할 수 있음, (7) PGPR 중 세포 외부에 다당류와 계면활성제를 생산하는 PGPR은 중금속에 대한 식물의 내성을 증가시키고 중금속 제거 효율을 향상시킬 수 있음.
- [0048] 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)는 상기 IAA 생산능 및 ACC 탈아미노효소 활성능을 보유하고 있으므로 식물 배양시 식물의 근원토양에 상기 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 접종한다면 식물의 성장을 촉진할 수 있다.
- [0049] 더불어 본 발명은 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP), 이의 배양액, 이의 농축액, 이의 추출물 및 이의 무세포 상등액으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 식물에 처리하는 단계;를 포함하는 식물 성장 촉진 방법을 제공한다.
- [0050] 본 발명에 있어서, "배양액"은 상기 균주를 적합한 배지에서 배양한 배양액 자체, 상기 배양액을 여과 또는 원심분리하여 균주를 제거한 여액(여과액, 원심분리한 상등액, 상기 여액을 농축한 농축액, 배양액을 초음파 처리하거나 상기 배양액에 라이소자임(Lysozyme)을 처리하여 수득한 세포 파쇄액, 상기 균주를 배양한 다음 수득한 산물 등이 제한 없이 포함된다. 상기 배양액의 조성은 통상의 세라티아 속 균주 배양에 필요한 성분뿐 아니라, 세라티아 속 균주의 성장에 상승적으로 작용하는 성분을 추가적으로 포함할 수 있으며, 이에 따른 조성은 당업계의 통상의 기술을 가진 자에 의하여 용이하게 선택될 수 있다.
- [0051] 본 발명에 있어서, "무세포 상등액(Cell Free Supernatant)"은 균주를 배양한 후 이를 원심분리하고 필터를 이용하여 여과한 세포를 제거한 순수 액체를 지칭한다. 상기 무세포 상등액은 균주를 배양한 후 이를 원심분리하고 필터를 이용하여 여과한 액체를 지칭한다.
- [0052] 또한 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면 유류로 오염된 토양에 톨페스큐 식재시 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 처리하는 경우, 67%의 디젤 분해(정화) 효율을 보여 톨페스큐만을 식재하는 경우에 비해(45%) 디젤 분해 효율이 향상됨을 확인하였다.
- [0053] 따라서 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 식물과 함께 유류 오염 토양에 적용함으로써 식물만을 이용하는 경우에 비하여 유류로 오염된 토양의 정화 효율이 극대화되는 작용효과를 나타낸다.
- [0054] 따라서 본 발명은 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주(KCTC14574BP) 및 식물을 이용한 유류 오염 정화 방법을 제공한다.
- [0055] 상기 유류 오염 정화는 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)에 의한 식물 성장 촉진을 통해 식물 주변의 근권세균의 활성이 증가되어 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0056] 상기 식물은 유류 오염에 내성이 있어 유류에 의해 오염된 환경에서도 성장할 수 있는 식물인 것을 특징으로 한다. 바람직하게는 유류 분해 활성이 있는 식물일 수 있으며, 옥수수, 소리쟁이, 닭의장풀, 해바라기 등일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0057] 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)의 투여시점은 유류로 오염된 환경에 따라 적절하게 조절될 수 있는데, 유류 오염 토양에 식물의 종자 파종과 동시에, 또는 파종 후 일정기간 재배하여 성장시킨 후 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)를 살포할 수 있다.

- [0058] 상기 유류는 탄소수 10개 이상의 고분자 석유계 탄화수소를 포함하는 것일 수 있으며, 디젤, 항공유, 휘발유, 등유, 경유 및 중유로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나의 석유계 유류일 수 있다. 더불어 상기 유류는 바람직하게는 탄소수 11 내지 16의 고분자 석유계 탄화수소를 포함하는 유류일 수 있고, 보다 바람직하게는 디젤(diesel)일 수 있다.
- [0059] 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주(KCTC14574BP)는 총 석유탄화수소농도로 5,000 내지 30,000 mg/kg 평균 오염도를 가진 유류 오염 토양에 대하여, 오염 토양 1kg 당 JHTF4 균주 농도가 약 10^8 내지 10^{10} CFU가 되도록 처리하여 사용하는 것이 바람직하나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0061] 상술한 본 발명의 내용은 상호 모순되지 않는 한, 서로 동일하게 적용되며, 당해 기술분야의 통상의 기술자가 적절한 변경을 가해 실시하는 것 또한 본 발명의 범주에 포함된다.
- [0063] 이하 본 발명을 실시예를 통해 상세하게 설명하나 본 발명의 범위가 하기 실시예로만 한정되는 것은 아니다.
- [0065] **실시예 1. JHTF4 균주 분리**
- [0066] 먼저 톨페스큐(tall fescue) 근권 토양을 1.2 L 혈청병에 담은 뒤 NMS(nitrate mineral salt solution) 배지를 넣어주어 농화배양했다. 상기 NMS 배지는 황산 마그네슘 7수화물($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 1.0 g, 염화칼슘 6수화물($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) 0.2 g, 질산칼륨(KNO_3) 1.0 g, 인산이수소칼륨(KH_2PO_4) 0.272 g, 인산수소 이나트륨 12수화물($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$) 0.717 g, 미량 원소(trace element) 용액 0.25 ml, 1 L 3차 증류수의 조성으로 구성되었다. 상기 미량 원소는 1 L의 증류수(distilled water)에 황산제일철 7수화물($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 200 mg, 황산아연 7수화물($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) 10 mg, 염화망간 4수화물($MnCl_2 \cdot 4H_2O$) 3 mg, 붕산(H_3BO_3) 30 mg, 염화코발트 6수화물($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) 20 mg, 염화칼슘 2수화물($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) 1 mg, 염화니켈 6수화물($NiCl_2 \cdot 6H_2O$) 2 mg, 몰리브덴산나트륨 2수화물($Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$) 3 mg의 조성으로 사용하였다. 혈청병 입구를 밀봉한 후 60 mL의 고순도 메탄 가스를 주입하여 헤드스페이스(headspace)의 농도가 50,000 ppm이 되도록 하였다. 그 후 30 °C에서 150 rpm으로 진탕배양하면서 정기적으로 메탄의 농도를 GC-FID를 이용해 측정하고 농도가 1,000 ppm 이하로 떨어졌을 경우 메탄을 동일한 농도로 주입하였다. 또는 농도가 떨어지는 속도가 평소보다 더디어졌을 경우 혈청병의 입구를 열어 1 시간 동안 공기를 치환한 뒤 다시 밀봉한 후, 동일한 농도의 메탄을 주입해주었다.
- [0067] 상기와 같이 메탄을 계속해서 노출시킨 농화배양액을 10^{-4} 까지 연속희석한 후, 원액과 각 희석액을 NMS 아가 플레이트(agar plate)에 200 μ L씩 분주하여 도말하였다. 고순도 메탄가스 50,000 ppm가 주입된 호기성 챔버(aerobic chamber)에서 각 플레이트를 2주 동안 배양하였다. 2주 후 배양된 단일 콜로니(colony)의 형태와 색상을 토대로 4개의 콜로니를 분리하였다. 분리한 동일한 플레이트에 선상도말하여 순수배양체를 획득한 뒤 NMS 액체배지에 접종하여 배양하였다.
- [0068] NMS 배지 20mL를 담은 멸균한 120 mL 혈청병에 분리한 콜로니를 접종하였다. 상기와 같이 입구를 밀봉한 후, 6 mL의 고순도 메탄 가스를 주입하여 헤드스페이스의 농도가 50,000 ppm이 되도록 주입하고 30°C에서 150 rpm으로 진탕배양하였다. 이때 정기적으로 메탄의 농도를 측정하면서 농도가 1,000 ppm 이하로 떨어졌을 경우 메탄을 동일한 농도로 주입하였다. 약 3달간 4개 균주의 활성을 모니터링하여 메탄산화 활성을 보이는 3개의 균 배양액 5mL을 15mL의 새로운 NMS 배지에 접종하여 약 2달간 계대배양 하였다.
- [0069] 계대배양한 배양액의 메탄 가스 50,000 ppm 농도에 대해 메탄 산화속도 및 식물 성장 촉진능을 평가하여, 가장 우수한 균을 JHTF4라 명명하였다.

[0071] **실시예 2. 메틸로시스티스 속(*Methylocystis* sp.) JHTF4 균주 동정**

- [0072] 상기 실시예 1의 선별한 JHTF4 균주를 동정하고자 다음과 같이 16S rRNA 서열분석을 수행하였다. 먼저 JHTF4 균주 배양액을 13,200 rcf로 1분간 원심분리하여 세포 펠렛(cell pellet)을 얻은 후 NucleoSpin® Soil

Kit(Macherey-Nagel GmbH, Duren Germany)를 이용해 DNA를 추출하였다. 추출한 게놈 DNA(genomic DNA)를 주형(template)으로 이용해 16s rRNA의 염기서열을 분석하였다. 이때 340F에 대한 프라이머(5'-TCCTACGGGAGGCAGCAG-3')와 805R에 대한 프라이머(5'-GACTACHVGGGTATCTAATCC-3')를 사용하였다. 반응 혼합물은 멸균수 39.75 μ L, MgCl₂를 함유한 PCR 버퍼 1 μ L, 2.5 mM의 dNTP 1 μ L, 10 μ M의 프라이머 각각 1 μ L, ACE Taq 중합효소(polymerase) 0.25 μ L의 조성으로 구성되었다. PCR은 94℃에서 3분간 초기 변성(initial denaturation), 94℃에서 30초간 변성(denaturation), 58℃에서 30초간 어닐링(annealing), 72℃에서 30초간 신장(extension) 과정을 30 사이클(Cycle) 반복한 후, 72℃에서 5분간 최종 신장(Final extension)하는 조건으로 수행하였다.

[0073] PCR 생성물의 염기서열 분석은 마크로젠(Macrogen (서울, 한국))에 의뢰하여 수행하였다. 분석된 염기서열을 BioEdit v7.2.6.0(Bioedit Sequence Alignment Editor)프로그램을 이용해 정렬하였다. 이 후 NCBI의 Blast 프로그램을 통해 상기 염기서열을 이용하여 JHTF4 균주를 동정한 결과, 메틸로시스티스 속에 속하는 것으로 판단되었다.

[0074] 본 발명자들은 상기 균주를 "*Methylocystis* sp. JHTF4"으로 명명하였으며, 한국생명공학연구원에 2021년 05월 18일자로 기탁하여, 기탁번호 KCTC14574BP를 부여받았다.

[0076] 실시예 3. 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 메탄 산화능 확인

[0077] 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 메탄 산화능은 약 2달간 120 mL의 혈청병에서 50,000 ppm의 메탄 가스의 조건에서 미리 계대배양시킨 상태에서 확인하였다 계대배양 중이던 배양액을 실험균으로 사용하였으며 대조군(Control)으로는 균이 접종되지 않은 NMS 배지 20mL를 사용하였다. 계대배양 중이던 배양액을 공기와 1시간 정도 치환시킨 후 입구를 밀봉하고 고순도 메탄가스 50,000 ppm을 주입하였다. 그 시점으로부터 실험균의 농도가 1,000 ppm 이하가 될 때까지 실험을 진행하였고 30℃에서 150 rpm으로 진탕배양하였으며 4시간 간격으로 GC-FID(GC with Flame Ionization Detector)를 이용해 농도를 측정해준 뒤 혈청병의 헤드스페이스내 메탄가스의 농도를 기록하였다.

[0078] 메탄산화속도 분석을 위해 GC-FID를 이용해 기록한 농도 데이터를 메탄 가스에 대한 헨리(Henry) 상수(20℃, 1 atm)를 이용해 μ mole로 환산해 계산하였다. 120 mL의 혈청병에 50,000 ppm의 메탄가스를 주입하기 위해서 6 mL의 순도 99.995%의 메탄을 주입하였으므로 $6 \times 1000 \times 0.99995 / (22.4 \times (273+20) / 273) = 249.561 \mu$ mole를 주입한 것으로 산출하였다.

[0079] 그 결과를 도 1에 나타내었다. 이때 도 1에 있어서, 접종되지 않은 대조군은 검정색 원의 심볼(symbol)로 나타내었으며, 본 발명의 균주가 접종된 실험균은 빨간색 사각형의 심볼로 나타내었다. 그 결과, 대조군의 헤드스페이스에서의 메탄 가스 농도가 감소되지 않은 반면, 본 발명의 메틸로시스티스 JHTF4 균주를 접종한 실험균은 메탄 가스가 모두 소진되었다. 더불어 이의 헤드스페이스 내에서 메탄가스가 모두 소진된 시점을 기준으로 모두 산화되는데 걸린 평균 속도를 산출한 결과, $701 \mu\text{mol} \cdot \text{g-dry cell}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 임을 확인하였다.

[0081] 실시예 4. 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 식물 성장 촉진능 확인

[0082] 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 식물 성장 촉진능을 확인하기 위하여, 식물 성장 촉진 활성을 나타내는 지표인 인돌아세트산(indole acetic acid, IAA) 생산능 및 ACC(1-aminocyclopropane-1-carboxylate) 탈아미노효소(deaminase) 활성능을 확인하였다.

[0083] IAA 생산능을 평가하기 위해, 혈청병내 9 mL의 NMS 배지에 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주 배양액 1 mL를 접종한 뒤 입구를 밀봉한 후, 혈청병의 부피에 맞춰 실린지로 메탄가스 50,000 ppm을 주입해 주었다. 이를 30℃에서 150 rpm으로 일주일간 진탕배양한 후, 새로 멸균한 120 mL의 혈청병에 상기 배양액 5 mL를 옮겨 주었다. 이에 6 mL의 1% 글루코오스 포스페이트 버퍼(glucose phosphate buffer (pH 7.5) (제삼인산나트륨 12수화물($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) 22.81 g, 글루코오스 10 g, 1 L 3차 증류수 포함)), 4 mL의 0.06% L-트립토판 용액(L-트립토판(L-tryptophan) 0.06 g, 100 mL 3차 증류수 포함)을 주입해준 뒤 입구를 밀봉하고 메탄을 동일한 농도로 재주입해 주었다. 이를 37℃에서 24시간 배양해주었고, 배양 완료 후, 15 mL의 튜브(tube)에 적당량 취한 뒤 4000 rpm으로 5분간 원심분리해주었다. 그 후 샘플 3 mL와 살코프스키 용액(Salkowski's reagent (35% 과염소산(HClO_4))

98 mL, 0.2 M 염화제이철 6수화물($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 2 mL)) 2 mL를 혼합해주고 25℃에서 30분간 배양해주었다. 그런 뒤 535 nm에서 흡광도를 측정하여 IAA 생성능 보유 여부를 확인하였다. 이때 대조군으로 신선한 NMS 배지를 사용하였다.

[0084] ACC 탈아미노효소 활성능은 다음과 같이 평가하였다. 혈청병내 18 mL의 NMS 배지에 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주 배양액 2 mL를 접종한 뒤 입구를 밀봉하고 혈청병의 부피에 맞춰 메탄가스를 50,000 ppm 주입하였다. 이를 30℃에서 150 rpm으로 약 일주일간 진탕배양한 후 새로운 120 mL의 혈청병내 3mM의 ACC를 함유한 DF(Dworkin-Foster) 배지(M9, Sigma-Aldrich)에 옮겨주었다. 상기 ACC는 질소원 대신 넣어주었다. 더불어 0.5M의 ACC 저장 용액(아세트아세트아미드(Acetoacetamide, $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_2$) 50.55 g, 3차 증류수 1 L)을 만들었다. 혈청병에 총량에 대해 3mM이 되도록 M9 배지 7.5 mL와 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주 배양액 2.5 mL, 0.5 M ACC 저장 용액 45 μL 를 주입하였다. 상기 혈청병의 입구를 밀봉한 후 메탄 가스 50,000 ppm을 주입해준 뒤 30℃에서 200 rpm으로 일주일간 진탕배양하였다. 그 후 새로운 120 mL의 혈청병내 질소원이 들어가지 않은 DF 배지에 상기 배양액 10% (v/v%)를 접종하고 입구를 밀봉한 후 동량의 메탄 가스를 주입하고 10일동안 배양하였다. 이의 흡광도(600 nm) 값을 비교하여 ACC 탈아미노효소 활성을 평가하였다.

표 1

[0085]

식물 생장 촉진능 평가 지표	대조군	메틸로시스티스 속 JHTF4 균주
IAA (Abs, 535nm)	0.008	0.223
ACC 탈아미노효소 (Abs, 600nm)	0.001	0.073

[0086] 그 결과 상기 표 1과 같이, IAA 생산능을 평가한 결과 대조군의 흡광도는 0.008로 측정된 반면, JHTF4 균주가 접종된 실험군의 흡광도는 0.223으로 측정되었다. 또한 ACC 탈아미노효소의 활성을 평가한 결과 대조군의 흡광도는 0.001이었으나, JHTF4 균주가 접종된 실험군의 흡광도는 0.073으로 측정되었다. 따라서 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 우수한 식물 생장 촉진능을 가짐을 확인하였다.

[0088] 실시예 5. 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주 및 식물에 의한 오염 정화 효과 확인

[0089] 더불어 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주와 식물을 동시 이용하여 오염 정화 효과를 확인하였다. 먼저, 디젤로 오염된 토양(디젤 농도: 10,000 mg/kg-soil) 10 kg을 담은 화분에 톨페스큐를 식재한 후, 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주 배양액 50 ml를 접종하고 60일 동안 재배하였다. 60일 후, 토양의 잔류 디젤 농도, 토양의 잔여 CH_4 및 톨페스큐 건조 중량을 측정하였다. 이때 JHTF4 균주를 접종하지 않고 톨페스큐만을 식재하여 대조군으로 설정하였다.

[0090] 잔류 디젤 농도 분석을 위해 각 실험군의 토양 시료에 헥산(hexane)을 1:1 비율(부피비)로 넣고 30초간 혼합한 후, 30분간 28 ℃에서 180 rpm으로 교반하여 디젤을 추출하였다. 디젤이 추출된 헥산층을 채취하여 가스크로마토그래피(FID 검출기)를 이용해 잔류 디젤 농도를 측정하였다.

[0091] 또한 토양의 잔여 CH_4 농도 확인은 다음의 방법으로 수행하였다. 각 실험군의 토양시료 5g을 1.2 L 혈청병에 담은 뒤 45 mL의 NMS 배지를 넣었다. 혈청병의 입구를 밀봉한 후 60 mL의 고순도 메탄 가스를 주입하여 헤드스페이스의 농도가 50,000 ppm이 되도록 하였다. 이를 30 ℃에서 150 rpm으로 진탕배양하며 정기적으로 GC-FID를 이용해 메탄 농도를 측정하였다.

[0092] 더불어 식물 생장 촉진능은 각 실험군의 톨페스큐 중량을 통해 평가하였다. 대조군의 톨페스큐 건조 중량 대비 실험군 톨페스큐의 건조 중량 비율을 식물생장율로 평가하였다. 톨페스큐 건조 중량 측정을 위하여, 각 실험군의 톨페스큐를 물로 세척하여 뿌리에 붙어있는 토양입자를 완전히 제거하고 70℃에서 24시간 건조한 후 건조 중량을 측정하였다.

표 2

항목	대조군(톨페스큐)	실험군 (톨페스큐+JHTF4 접종)
디젤 분해(정화) 효율(%)	45	67
CH ₄ 산화 효율(%)	5	92
식물생장을	1	1.3

그 결과 상기 표 2에 나타난 바와 같이, 톨페스큐만을 식재한 대조군은 45%의 디젤 분해효율, 5%의 CH₄ 산화 효율을 보였다. 반면, 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주를 접종한 실험군은 67%의 디젤 분해효율, 92%의 CH₄ 산화 효율을 보였다. 더불어 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주 접종에 의해 톨페스큐 생장이 1.3배 향상되었음을 확인하였다. 따라서 상기 결과로부터 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주를 접종시 식물 생장이 촉진되어 식물상 복원기술(phytoremediation)에 의하여 오염 토양의 정화 효율을 향상되며, 온실가스인 CH₄ 가스 저감 효과를 얻을 수 있음을 확인하였다.

실시에 6. 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주와 다른 메틸로시스티스 속 균주의 효과 비교

7-1. 메탄 산화능 비교

본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 메탄 산화능에 대한 우수성을 평가하기 위하여, 동일한 속 균주인 메틸로시스티스 속 M7 균주의 메탄 산화능을 상기 실시예 3과 동일한 방법으로 확인하였다.

그 결과 도 2에 나타난 바와 같이, 대조군의 헤드스페이스에서의 메탄 가스 농도는 감소하지 않았음을 확인하였다. 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주와 M7 균주를 접종한 실험군의 메탄 가스가 모두 소진된 시점을 기준으로 모두 산화되는데 걸린 평균 속도를 확인해 본 바, 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 $701 \mu\text{mol} \cdot \text{g-dry cell}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 이었고, M7 균주는 $526 \mu\text{mol} \cdot \text{g-dry cell}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 이었다. 따라서 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 메탄 산화능이 동일 속의 M7 균주보다 1.3배 높음을 확인하였다.

7-2. 식물 성장 촉진능 비교

본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주의 식물 성장 촉진능에 대한 우수성을 평가하기 위하여, 동일한 속 균주인 메틸로시스티스 속 M7 균주의 식물 성장 촉진능을 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 확인하였다.

표 3

식물 성장 촉진능 평가 지표	대조군	메틸로시스티스 속 JHTF4 균주	메틸로시스티스 속 M7 균주
IAA (Abs, 535nm)	0.008	0.223	0.156

그 결과 상기 표 3과 같이, 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주가 접종된 실험군의 IAA에 대한 흡광도는 0.223이었고, 메틸로시스티스 속 M7 균주가 접종된 실험군의 IAA에 대한 흡광도는 0.156으로 측정되었다. 따라서 본 발명에 따른 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 동일 속의 M7 균주보다 우수한 식물 성장 촉진능을 가짐을 확인하였다.

종합적으로 본 발명의 실시예를 통해 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 우수한 메탄 산화능을 보유하고 있으며, 식물의 성장을 촉진할 수 있음과 동시에 상기 균주와 식물을 동시 이용하는 경우 오염 정화 능력이 향상됨을 확인한 바, 본 발명의 메틸로시스티스 속 JHTF4 균주는 메탄 저감, 식물의 성장 촉진 또는 식물과 같이 이용하여 유류 오염을 정화하는데 유용하게 활용될 수 있다.

수탁번호

[0108]

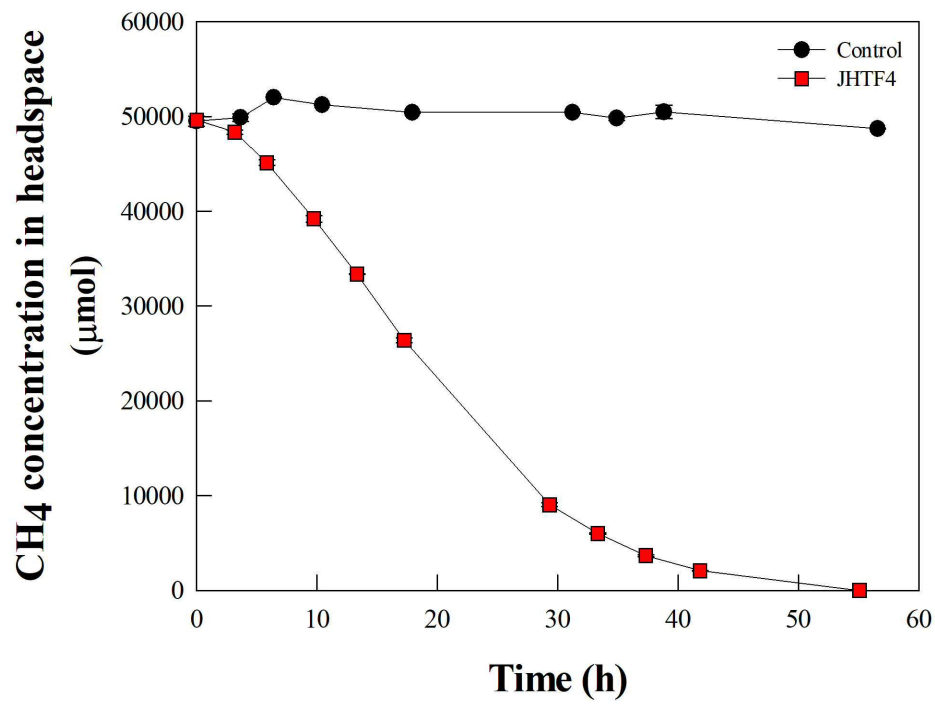
기탁기관명 : 생명공학연구원 생물자원센터

수탁번호 : KCTC14574BP

수탁일자 : 20210518

도면

도면1



도면2

