(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0089200
(43) 공개일자 2023년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12N 1/20 (2006.01) *A01N 63/28* (2020.01)
C12R 1/465 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C12N 1/205 (2021.05)
A01N 63/28 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2021-0177641
(22) 출원일자 2021년12월13일
심사청구일자 2021년12월13일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김응수
서울특별시 강남구 언주로30길 26, G동 5006호(도곡동, 타워팰리스)
박홍순
경기도 안산시 단원구 광덕대로 155, 617호(고잔동, 퍼스트빌Ⅰ)
최시선
인천광역시 부평구 부흥로 246, 36동 407호(부평동, 동아아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

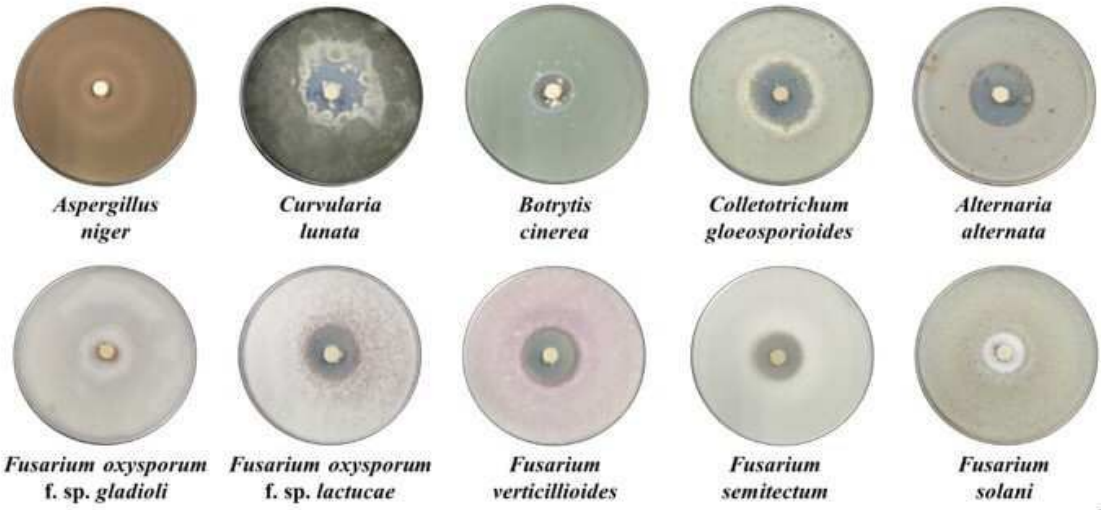
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **식물 병원성 진균 제어용 신규 균주 스트렙토마이세스 자벤시스 Inha503 및 이의 용도**

(57) 요 약

본 발명은 식물 병원성 진균 제어용 신규 균주 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 및 이의 용도에 관한 것으로, 본 발명에서는 항진균 활성이 우수한 폴리엔 화합물을 생산하는 방선균을 유전체 검색 기술로 선별한 후, NGS 기반으로 유전체를 해독하여 해당 생리활성물질의 특성을 분자수준에서 규명하고, 이들 유용 방선균 (혹은 방선균 유래 생리활성물질)을 생물농약으로 실용화하기 위한 배양공정 최적화를 수행하였다. 이에, 본 발명의 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주는 식물 병원성 진균을 효과적으로 제어하므로 생물농약으로 유용하게 활용될 가능성이 있다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
C12R 2001/465 (2021.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545022747
과제번호	918008044SB010
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	포스트게놈신산업육성을위한다부처유전체사업(R&D)(농림부)
연구과제명	방선균 유전체 기반의 농작물 진균 제어용 미생물 제제 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

KCTC14682BP로 기탁되고, 식물병원성 진균에 대한 항진균 활성을 갖는 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 균주는 칸디다 알비칸스(*Candida albicans*), 아스퍼질러스 나이거(*Aspergillus niger*), 푸자리움 옥시스포럼(*Fusarium oxysporum*), 푸자리움 솔라니(*Fusarium solani*), 푸자리움 베르티실리오이드(*Fusarium verticillioides*), 푸자리움 세미텍툼(*Fusarium semitectum*), 알테르나리아 알테르나타(*Alternaria alternate*), 보트리티스 시네레아(*Botrytis cinerea*), 콜레토트리쿰 글로에오스포리오이데스(*Colletotrichum gloeosporioides*) 및 커부라리아 루나타(*Curvularia lunata*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 진균에 항진균 활성을 갖는 것을 특징으로 하는 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 균주는 서열번호 1로 표시되는 16S rRNA 염기서열 또는 서열번호 2로 표시되는 ropB 염기서열을 포함하는 것을 특징으로 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주.

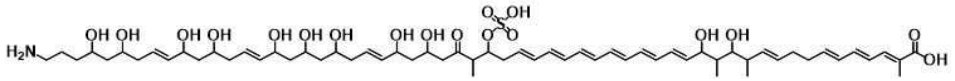
청구항 4

제1항에 있어서, 상기 균주는 폴리엔 화합물을 생산하는 것을 특징으로 하는 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 폴리엔 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 하는 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주.

[화학식 1]



청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 균주 또는 이의 배양액을 유효성분으로 포함하는 식물병원성 진균 방제용 조성물.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 식물 병원성 진균 제어용 신규 균주 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 및 이의 용도에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 미생물 기반 친환경 생물농약의 필요성은 더 이상의 설명이 필요 없을 정도로 절실하다. 현재 생물농약으로는, 바실러스 (*Bacillus*) 기반의 살충제를 포함한 다양한 미생물 종이 사용되고 있으나, 농업용 작물에 대한 항진균 생물농약으로는 방선균, 특히 스트렙토마이세스 (*Streptomyces*) 종이 다수를 차지하고 있다.

[0003] 국내 생물농약 (일명 천연식물보호제) 등록현황 (2012년 12월말 현재)에 따르면, 방선균 기반의 생물 농약으로

는 (주)케이아이비씨의 방선균 2종 (스트렙토마이세스 고시키엔시스 더블유와이이324 액제, 스트렙토마이세스 콜롬비엔시스 더블유와이이20 액제)이 등록되어 사용되고 있다.

[0004] 국외에서는 더욱 활발하게 방선균 기반 생물농약이 사용되고 있으며, 특히 미국 노보자임의 *Streptomyces lydicus* WYEC108 (상품명 Actinovate)와 핀란드 Verdera의 *Streptomyces* K61 (상품명 Mycostop)은 방선균을 주성분으로 하고 있다. 중국의 경우에도 폴리엔계 켄디시신 및 나타마이신을 생산하는 방선균 스트렙토마이세스(*Streptomyces*)를 생물농약으로 활용하여 작물의 진균 감염 및 진균 공생 해충을 친환경적으로 제어하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2012-0053321호(2012.05.25 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 식물병원성 진균에 대한 항진균 활성을 갖는 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주(KCTC14682BP) 및 상기 균주 또는 이의 배양액을 유효성분으로 포함하는 식물병원성 진균 방제용 조성물을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 KCTC14682BP로 기탁되고, 식물병원성 진균에 대한 항진균 활성을 갖는 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주를 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명은 상기 균주 또는 이의 배양액을 유효성분으로 포함하는 식물병원성 진균 방제용 조성물을 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명은 식물 병원성 진균 제어용 신규 균주 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 및 이의 용도에 관한 것으로, 본 발명에서는 항진균 활성이 우수한 폴리엔 화합물을 생산하는 방선균을 유전체 검색기술로 선별한 후, NGS 기반으로 유전체를 해독하여 해당 생리활성물질의 특성을 분자수준에서 규명하고, 이들 유용 방선균 (혹은 방선균 유래 생리활성물질)을 생물농약으로 실용화하기 위한 배양공정 최적화를 수행하였다. 이에, 본 발명의 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주는 식물 병원성 진균을 효과적으로 제어하므로 생물농약으로 유용하게 활용될 가능성이 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 방선균 배양액 샘플들의 항진균 활성을 확인한 결과이다.

도 2는 *Streptomyces javensis* Inha503 균주의 예상 폴리엔 화합물 생합성 유전자군을 나타낸다.

도 3은 *Streptomyces javensis* Inha503 균주가 생산할 것으로 예상되는 폴리엔 화합물 구조를 나타낸다.

도 4는 여러 가지 식물병원성 진균에 대한 *Streptomyces javensis* Inha503 균주의 항진균 활성 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명은 KCTC14682BP로 기탁되고, 식물병원성 진균에 대한 항진균 활성을 갖는 스트렙토마이세스 자벤시스(*Streptomyces javensis*) Inha503 균주를 제공한다.

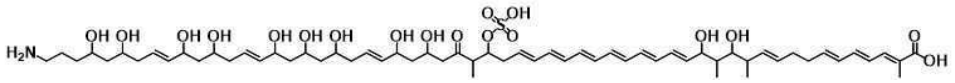
[0012] 바람직하게는, 상기 균주는 칸디다 알비칸스(*Candida albicans*), 아스퍼질러스 나이거(*Aspergillus niger*), 푸자리움 옥시스포럼(*Fusarium oxysporum*), 푸자리움 솔라니(*Fusarium solani*), 푸자리움 베르티실리오이드(*Fusarium verticillioides*), 푸자리움 세미텍툼(*Fusarium semitectum*), 알테르나리아 알테르나타(*Alternaria*

alternate), 보트리티스 시네레아(*Botrytis cinerea*), 콜레토트리쿰 글로에오스포리오이데스(*Colletotrichum gloeosporioides*) 및 커부라리아 루나타(*Curvularia lunata*)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 진균에 항진균 활성을 갖을 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0013] 바람직하게는, 상기 균주는 서열번호 1로 표시되는 16S rRNA 염기서열 또는 서열번호 2로 표시되는 ropB 염기서열을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0014] 바람직하게는, 상기 균주는 폴리엔 화합물을 생산할 수 있으며, 보다 바람직하게는, 상기 폴리엔 화합물은 하기 화학식 1로 표시될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0015] [화학식 1]

[0016] 

[0017] 또한, 본 발명은 상기 균주 또는 이의 배양액을 유효성분으로 포함하는 식물병원성 진균 방제용 조성물을 제공한다.

[0018] 본 발명에 있어, 식물병원성 진균 방제용 조성물은 본 발명에 의한 균주를 유효량 함유하고 농화학적으로 허용되는 담체를 포함한다. 본 발명에 의한 조성물은 당업계에 공지된 방식의 미생물 농약 제제화 방식에 따라, 예컨대 배양된 균체의 배양액, 동결건조 균체와 전분, 조단백질 및 암석분 등을 포함하도록 분말, 펠렛 또는 과립, 마이크로캡슐 등으로 제형화하여 그대로 사용할 수 있다. 상기 조성물은 표면 활성화제, 비활성 담체, 보존제, 습윤제, 공급 촉진제, 유인제, 캡슐화제, 결합제, 유화제, 염료, U.V. 보호제, 완충제 등 목적 병원균 및 작물에 따라 적용하기 용이한 다른 성분을 부가함으로 수득할 수 있다. 본 발명의 조성물은 적용하기 전에 적당한 양의 물 또는 다른 희석제로 희석을 하여 직접 적용하기에 적합한 형태 또는 농축액 또는 1차 조성물일 수 있다. 항진균성 농도는 특히 농축 또는 직접 사용하거나 하는 것은 특정 제제의 성질, 적용 식물의 종류, 재배 지역의 토양 및 기후 등에 따라 다양할 수 있음은 당업계에 명백히 이해될 것이다.

[0019] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로, 본 발명이 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0020] **<실험예>**

[0021] 하기의 실험예들은 본 발명에 따른 각각의 실시예에 공통적으로 적용되는 실험예를 제공하기 위한 것이다.

[0022] **1. 샘플 수집 및 분리**

[0023] 항진균 활성을 갖는 균주를 선별하기 위해 한국생명공학연구원의 김창진 박사님 연구실로부터 2419개의 방선균 배양액을 이용하여 진균에 대한 저해환 실험을 실시하였다. 그 중 2010년 광주광역시 무등산에서 샘플링 후, 동정한 *Streptomyces javensis* Inha503(AN100585) 균주를 분양받았다. 생물학적 특징으로는 *Fusarium oxysporum* (KCTC 46453), *Candida albicans* (ATCC 14053)에 대한 항진균 활성을 갖는 균주로 확인하였다.

[0024] **2. 성장 조건 및 배지**

[0025] *Streptomyces javensis* Inha503(AN100585) 균주는 M3 agar (soluble starch 20 g/L, agar 20 g/L, soytone 10 g/L, glucose 10 g/L, $CaCO_3$ 3 g/L, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 g/L)에서 30℃, 7일간 고체 정치배양을 통해 전배양을 실시하고 GSS agar (soybean flour 25 g/L, glucose 20 g/L, soluble starch 10 g/L, yeast extract 4 g/L, NaCl 2 g/L, $CaCO_3$ 2 g/L, Beef extract 1 g/L, K_2HPO_4 0.25 g/L)에서 30℃, 7일간 고체 정치배양을 통해 생산배양을 실시한다. 식물병원성 10종[*Fusarium oxysporum* (KACC 40051, KACC 42795), *Fusarium solani* (KACC 44891), *Fusarium verticillioides* (KCTC 16672). *Fusarium semitectum* (KCTC 6065), *Alternaria alternate* (KACC 40019), *Botrytis cinereal* (KACC 40574), *Colletotrichum gloeosporioides* (KACC 4003), *Curvularia lunata* (KACC 40861), *Aspergillus niger* (KCTC46204)]은 PDA (potato starch 4 g/L, glucose 2 g/L, agar 15 g/L)에서 30℃, 3~7일간 고체 정치배양을 한다. *Candida albicans* (ATCC 14053) 균주는 YM agar (yeast extraction 3 g/L, malt extraction 3 g/L, peptone 5 g/L, glucose 10 g/L, agar 20 g/L)에서 30℃, 220rpm, 12시간 동안 진탕 배양을 한다.

[0026] **3. 플레이트 대면 분석을 통한 항진균 분석**

[0027] 고체 정치배양을 통해 생산배양을 실시한 GSS agar plate에서 지름 0.5cm의 원형 agar plug를 준비한다. 저해활성을 보고자 하는 곰팡이가 포함된 PDA agar plate을 준비하기 위해 고체 정치배양을 한 곰팡이의 포자를 2 cm × 2 cm 크기 정도로 긁어 1% 아가로스젤(agarose gel)과 섞어준 뒤 PDA agar plate 위를 덮도록 부어주고 30분간 굳게 둔다. 곰팡이가 포함된 PDA agar plate 위에 원형 agar plug를 적절한 위치에 올린 후 30℃, 3~7일간 고체 정치배양을 하면서 저해환을 관찰하고 이 크기를 기록한다.

[0028] **4. 전체 게놈 서열분석 및 클러스터 예측**

[0029] *Streptomyces javensis* Inha503(AN100585) 균주의 전체 염기서열은 PacBio RSII, Illumina platform and De novo assembly를 이용하여 한국 macrogen에 외주를 맡겨 분석하였다. 전체 염기서열 속 이차대사산물의 생합성 유전자 클러스터(biosynthetic gene cluster)는 antiSMASH bacterial version 5.0((https://antismash.secondarymetabolites.org/#!/start)을 이용하여 분석하였다.

[0030] **5. 온실 조건하에서 식물 비료로서의 적용 가능성 평가**

[0031] 수원의 한국식물환경연구소에 용역의뢰 후 확인실험을 진행하였다(pot test).

[0032] 가. 대상병해: 시들음병(*Fusarium oxysporium*, KACC40051)

[0033] 나. 시험작물: 고추(독야청청), 토마토(슈퍼도태랑), 딸기(설향)

[0034] ※ 대상병해 발생상황

[0035] 농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부부터 대상 병원균인 시들음병균 (*Fusarium oxysporium*)을 분양받아 PDA(Potato Dextrose Agar) 배지에 배양하여 접종원을 준비하였으며, 모종에 접종하여 시들음병 발생을 유도하였다.

[0036] 다. 처리내용 : 토양관주처리 - 희석한 배양액 1L/m^2 (희석배수 500배), 처리 폿트 수 : 5개

[0037] 라. 경종개요 : 재배양식 (시설재배, 폿트재배), 폿트크기 : 지름 6cm

[0038] 마. 조사방법 및 판정기준 : 약효시험 (이병주수, 약제처리 7일 후 작물별 병발생 정도), 약해시험 (외관상 약해유무, 약제처리 3, 5, 7일 후 외관확인)

[0039] **<실시예 1> 항진균 활성을 갖는 *Streptomyces javensis* Inha503(AN100585) 방선균 선별**

[0040] KRIBB의 김창진 박사님 실험실로부터 방선균 배양액을 분주 받아 항진균 활성을 확인할 때 자주 사용되는 *C. albicans*와 식물병원성 진균인 *F. oxysporum*을 이용해 항진균 활성 비교실험을 진행하였다.

[0041] 2419개의 샘플들 중 149개의 샘플에서 억제 영역(inhibition zone)을 보이며 항진균 활성을 확인하였다(도 1).

[0042] 16s rRNA sequence, RNA polymerase B 등 특정 유전자의 서열 비교를 통해 신규 균주라고 판단되는 *Streptomyces javensis* Inha503(AN100585) 균주를 선별하였다.

[0043] **<실시예 2> *Streptomyces javensis* Inha503(AN100585) 균주 전체 게놈 서열분석과 항진균 활성물질의 특성 분석**

[0044] 전체 게놈 서열분석을 통해 *Streptomyces* 계열의 신규 균주임을 확인하였다(표 1).

표 1

Contig name	Length	GC (%)	Depth	Circular	Alias
contig1	11,278,619	71.10	58	NO	Contig1
contig2	353,968	70.07	33	NO	Contig2
contig3	351,144	69.53	29	NO	Contig3
contig4	133,023	69.20	30	NO	Contig4
contig5	82,224	68.22	31	NO	Contig5
contig6	6,443	73.49	20	NO	Contig6
Total	12,205,421	70.99	55		

[0045]

[0046] antiSMASH 프로그램을 이용하여, 총 46개의 영역에서 이차대사산물을 만드는 클러스터(cluster)를 찾아냈고, 5번째 영역에서 폴리엔 화합물(polyene compound)을 만들어내는 생합성 유전자군으로 예측되었다(도 2). 이는 기존에 알려진 메디오마이신 A 클러스터(Mediomycin A cluster)와 높은 유사성을 보였다(도 3).

[0047] **<실시예 3> 항진균 활성 확인**

[0048] 아래의 여러 가지 식물병원성 진균에 대한 항진균 활성을 확인한 결과, 확인한 모든 진균에서 활성을 확인하였다(도 4).

[0049] *Fusarium oxysporum* (KACC 40051, KACC 42795), *Fusarium solani* (KACC 44891), *Fusarium verticillioides* (KCTC 16672). *Fusarium semitectum* (KCTC 6065), *Alternaria alternate* (KACC 40019), *Botrytis cinereal* (KACC 40574), *Colletotrichum gloeosporioides* (KACC 4003), *Curvularia lunata* (KACC 40861), *Aspergillus niger* (KCTC46204).

[0050] **<실시예 4> 미생물제제로서의 가능성 확인하기 위해 화분 수준에서 항진균 활성확인**

[0051] 한국식물환경연구소(수원)에 용역을 의뢰하고 진행하였다. 약효시험의 결과, 고추(60.0%), 딸기(61.6%), 토마토(72.7%)의 방제율이 확인되었다. 약해시험의 결과, *Streptomyces javensis* Inha503(AN100585)의 배양액이 식물에 해를 끼치지 않음을 확인하였다(표 2).

표 2

약효시험

○ 토마토 시들음병에 대한 약제방제 효과(최종약제처리 10일 후)

시험약제	이병주율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	Ⅰ반복	Ⅱ반복	Ⅲ반복	평 균		
Inha503	20.0	20.0	20.0	20.0	b	72.7
무처리	80.0	60.0	80.0	73.3	a	-

C.V.(%) ---------- 23.6

○ 고추 시들음병에 대한 약제방제 효과(최종약제처리 10일 후)

시험약제	이병주율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	Ⅰ반복	Ⅱ반복	Ⅲ반복	평 균		
Inha503	20.0	40.0	20.0	26.7	b	60.0
무처리	60.0	80.0	60.0	66.7	a	-

C.V.(%) ---------- 27.3

○ 딸기 시들음병에 대한 약제방제 효과(최종약제처리 10일 후)

시험약제	이병주율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	Ⅰ반복	Ⅱ반복	Ⅲ반복	평 균		
Inha503	40.0	40.0	40.0	40.0	b	61.6
무처리	80.0	100.0	80.0	86.7	a	-

C.V.(%) ---------- 28.0

약해시험(약제처리 후 7, 14, 21일)

시험약제	시험작물 (품종)	약해정도 (0~5)		비 고
		기 준 량	배 량	
Inha503	토마토 (슈퍼도태랑)	0	0	약해 없음
	방울토마토 (미니마루)	0	0	약해 없음
	고추 (독야청청)	0	0	약해 없음
	단고추 (엘로우 스위트)	0	0	약해 없음
	딸기 (설향)	0	0	약해 없음

[0052]

[0053] 이상으로, 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항과 그것들의 등가물에 의해서 정의된다고 할 것이다.

수탁번호

[0054]

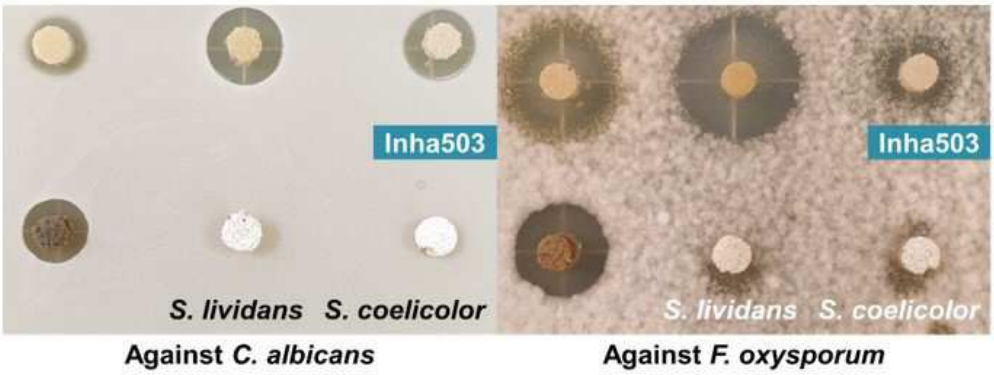
기탁기관명 : 한국생명공학연구원

수탁번호 : KCTC14682BP

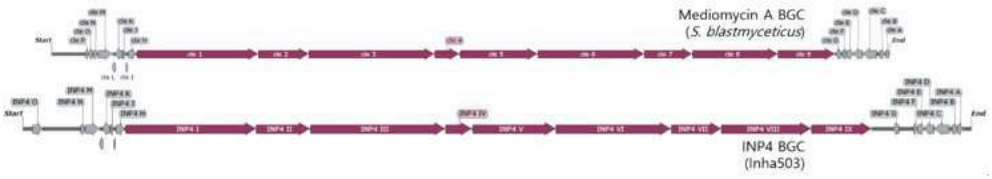
수탁일자 : 20210826

도면

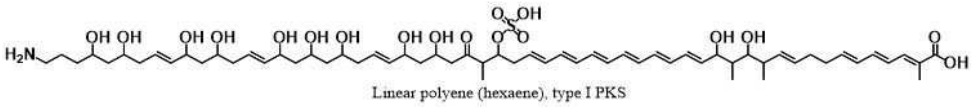
도면1



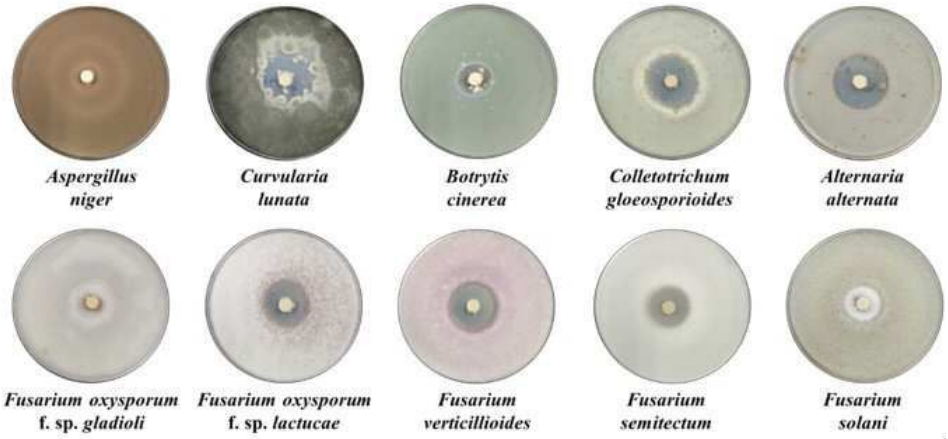
도면2



도면3



도면4



서 열 목 록

<110> INHA-INDUSTRY PARTNERSHIP INSTITUTE

<120> Novel Streptomyces javensis Inha503 for controlling against plant

pathogenic fungi and use thereof

<130> ADP-2021-0517

<160> 2

<170> KopatentIn 2.0

<210> 1

<211> 1515

<212> RNA

<213> Streptomyces javensis Inha503

<400> 1

agagtttgat cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ttaacacatg caagtcgaac 60

gatgaaccgg tttcggccgg ggattagtgg cgaacgggtg agtaacacgt gggcaatctg 120

ccctgcactc tgggacaagc cctggaaacg gggtctaata ccggatatga ctgccgaccg 180

catggtctgg tggtggaaag ctccggcggt gcaggatgag cccgcggcct atcagcttgt 240

tggtggggtg atggcctacc aaggcgacga cgggtagccg gcctgagagg gcgaccggcc 300

acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtgggg aatattgcac 360

aatgggcgca agcctgatgc agcgacgccg cgtgagggat gacggccttc gggttgtaaa 420

cctctttcag cagggaagaa gcgcaagtga cggtacctgc agaagaagcg ccggctaact 480

acgtgccagc agccgcggta atacgtaggg cgcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta 540

aagagctcgt aggcggcttg tcgcgtcgga tgtgaaagcc cggggcttaa ccccgggtct 600

gcattcgata cgggcaggct agagttcggt aggggagatc ggaattcctg gtgtagcggt 660

gaaatgcgca gatatcagga ggaacaccgg tggcgaaggc ggatctctgg gccgatactg 720

acgctgagga gcgaaagcgt ggggagcgaa caggattaga taccctggta gtccacgccg 780

taaacgttgg gaactaggtg tgggcgacat tccacgttgt ccgtgccgca gctaacgcat 840

taagttcccc gcctggggag tacggccgca aggctaaaac tcaaaggaat tgacgggggc 900

ccgcacaagc ggcggagcat gtggcttaat tcgacgcaac gcgaagaacc ttaccaaggc 960

ttgacataca ccggaaaact ctggagacag ggtccccctt gtggtcggtg tacaggtggt 1020

gcatggctgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac 1080

ccttgttctg tgttgccagc atgcctttcg gggtgatggg gactcacagg agactgccgg 1140

ggtcaactcg gaggaaggtg gggacgacgt caagtcatca tgccccttat gtcttgggct 1200

gcacacgtgc tacaatggcc ggtacaatga gctgcgaagc cgtgaggtgg agcgaatctc 1260

aaaaagccgg tctcagttcg gattggggtc tgcaactcga ccccatgaag tcggagtcgc 1320

tagtaatcgc agatcagcat tgctgcggtg aatacgttcc cgggccttgt acacaccgcc 1380

cgtcacgtca cgaaagtcgg taacacccga agccggtggc ccaacccttg tggagggagc 1440

cgtcgaaggt gggactggcg attgggacga agtcgtaaca aggtagccgt accggaaggt 1500

gcggctggat cacct 1515

<210> 2

<211> 3483

<212> DNA

<213> Streptomyces javensis Inha503

<400> 2

ttggccgcct cgcgcaacgc ctcgactgcc aatacgaaca atggcgccag caccgccccg 60

ctgcgcatct cctttgcgaa gatcaaggag cctcttgagg ttccgaacct ccttgcgctt 120

cagaccgaga gcttcgattg gctgctcggc aatgccgcgt ggaaggctcg cgtcgaggct 180

gcgctggaca gcggtcagga cgtccccacc aagtccggtc tggaagagat cttcgaggag 240

atctccccga tcgaggactt ctccgggtcg atgtccctga ccttccgtga tcaccgtttc 300

gagccgccga agaactcgat cgacgagtgc aaggagcgtg acttcaccta cgccgctccg 360

ctcttcgtca cggccgagtt caccaacaat gagaccggcg agatcaagtc ccagacggtc 420

ttcatgggcg acttcccgct catgaccgac aagggcacct tctgcatcaa cggcaccgag 480

cgtgtcgtcg tctcgcagct ggtccgctcg ccgggtgtct acttcgactc ctccatcgac 540

aagacgtccg acaaggacat cttctcggtc aaggtcatcc cctcccgtgg tgcctggctg 600

gagatggaga tcgacaagcg cgacatggtc ggtgtccgca tcgaccgcaa gcgcaagcag 660

tccgtcaccg tcctcctgaa ggcgctcggc tggaccaccg agcagatcct cgaggagttc 720

ggcgagtacg agtccatgcg cgccaccctg gagaaggacc acacccaggg ccaggacgac 780

gcgctgctcg acatctaccg caagctgcgc ccgggcgagc cccccacacg ggaggccgcg 840

cagacgctgc tggagaacct ctacttcaac ccgaagcgct acgacctcgc gaaggtcggc 900

cgctacaagg tcaacaagaa gctgggttcg gccgctccgc tggacgcggg cgtcctgacg 960

gtcgaggacg tcatcgcctc gatcaagtac ctggtgaagc tgcacgccgg tgagatcgag 1020

accgtcgggg acaacggcca gtccgtggtc gtcgagaccg acgacatcga ccacttcggc 1080

aaccgccgca tccgtaacgt cggcgagctg atccagaacc aggtccgcac gggtctggcg 1140

cgtatggagc gcgtcgtccg cgagcgcatg accactcagg acgtcgaggc gatcacgccg 1200

cagaccctga tcaacatccg gccggtcgtc gcctccatca aggagttctt cggcaccagc 1260

cagctgtcgc agttcatgga ccagacgaac ccgctgtcgg ggctgaccca caagcgccgt 1320

ctgaacgcgc tcggccccgg tggtctctcc cgtgagcggg cgggcttcga ggtccgtgac 1380

gtgcacccct cgcactacgg ccgcatgtgc ccgatcgaga cgcccgaagg cccgaacatc 1440

ggtctgatcg gctcgctcgc ctcgtacggc cgggtcaacg cgttcggttt catcgagacc 1500

ccgtaccgca aggtggtcga cggtgtggtc accgacgagg tgcactacct gacggccgac 1560

gaggaggacc gcttcgtcat cgcgcaggcc aacgcgccgc tgacgaacga tcttcacttc 1620

gccgagaacc gcgtcctggt ccgccgccgt ggcggtgagg tcgactacat ccccggcgac 1680

gacgtcgact acatggacgt ctcgccgcgc cagatggtgt cggtcgcgac cgcgatgatc 1740

ccgttcctgg agcacgacga cgccaaccgc gcgctcatgg gctcgaacat gatgcgccag 1800

gccgtgccgc tgatcaaggc ggagtccccg ctggtcggca ccggcatgga gtaccgctgc 1860

gcggtcgacg ccggcgacgt catcaaggcc gagaaggacg gtgtcgtcca ggaggtctcc 1920

gccgactacg tcacggtggc caacgacgac ggcacctaca ccacctaccg ggtggccaag 1980

ttctcccgct ccaaccaggg cacctccttc aaccagaagg tcgtcgtgga cgagggtgcc 2040

cgggtgatcg ccggccaggt gctggccgac ggcccgtcca ccgaggacgg cgagatggcg 2100

ctcggcaaga acctcctggt ggcgttcatg ccgtgggagg gccacaacta cgaggacgcg 2160

atcatcctca gccagcgtct ggtgcaggac gacgtcctct cctcgatcca catcgaggag 2220

cacgaggtcg acgcccggga caccaagctg ggccccgagg agatcacccg ggacatcccg 2280

aacgtctccg aggaggtcct ggccgacctc gacgagcgcg gcatcatccg catcggcgcc 2340

gaggtcatcg ccggggacat cctggtcggc aaggtcaccc cgaagggtga gaccgagctg 2400

accccggagg agcgcctgct gcgcgcgatc ttcggtgaga aggcccgtga ggtccgtgac 2460

acctcgctga aggtgccgca cggtgagacc ggcaaggtca tcggcgtgcg cgtcttcgac 2520

cgcgaggagg gcgacgagct gccgccgggc gtgaaccagc tggtccgcgt ctacgtggcg 2580

cagaagcgca agatcaccga cggtgacaag ctcgccggcc gccacggcaa caagggcgtc 2640

atctccaaga tcctcccggt cgaggacatg ccgttcctgg aggacggcac cccggtcgac 2700

atcatcctca acccgctggg tgtcccgtcc cgaatgaacc cggggcaggt cctggagatc 2760

cacctcggct ggctggcctc ccggggctgg aaggtcgagg gctccgagga gtggatgcag 2820

cggctccagg cgatcggcgc ggacgaggtc cagcccggta ccaacgtcgc gaccccggtc 2880

ttcgacggcg cccgtgagga cgagatcgcc ggtctcttcg actcgacgat cccgaaccgc 2940

gacggcgacc gcctggtcca gtcgtccggt aaggcccggc tgttcgacgg ccgctccggt 3000

gagccgttcc cggacccgat ctcggtcggc tacatgtaca tcctcaagct gcaccacctg 3060

gtggacgaca agctgcacgc ccggtccacc ggtccgtact cgatgatcac ccagcagccg 3120

ctgggtggta aggctcagtt cggtggccag cgcttcggcg agatggaggt gtgggcgctg 3180

gaggcttacg gcgccgcgta cgccctccag gagctgctga ccatcaagtc cgacgacgtg 3240

accggccgcg tgaaggtcta cgaggccatc gtcaagggcg agaacattcc cgagcccggc 3300

atccccgagt ccttcaaggt gctcatcaag gagatgcagt ccctgtgcct caacgtggag 3360

gtgctgtcgt ccgacggcat gtccatcgag atgcgcgaca ccgacgagga cgtcttccgc 3420

gctgcggagg agctcggtat cgacctgtcc cggcgcgagc cgagcagcgt cgaagaggtc 3480

tga 3483