



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0032925
(43) 공개일자 2017년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 9/10 (2006.01) C12N 1/14 (2006.01)
C12N 1/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류
A01G 9/1086 (2013.01)
C12N 1/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0130269

(22) 출원일자 2015년09월15일

심사청구일자 2015년09월15일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

양재경

경상남도 진주시 강변길 31 103동 402호 (가좌동, 가호에일린의딸)

박재현

경상남도 진주시 대신로475번길 16-5 103동 901호 (초전동, 청구아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

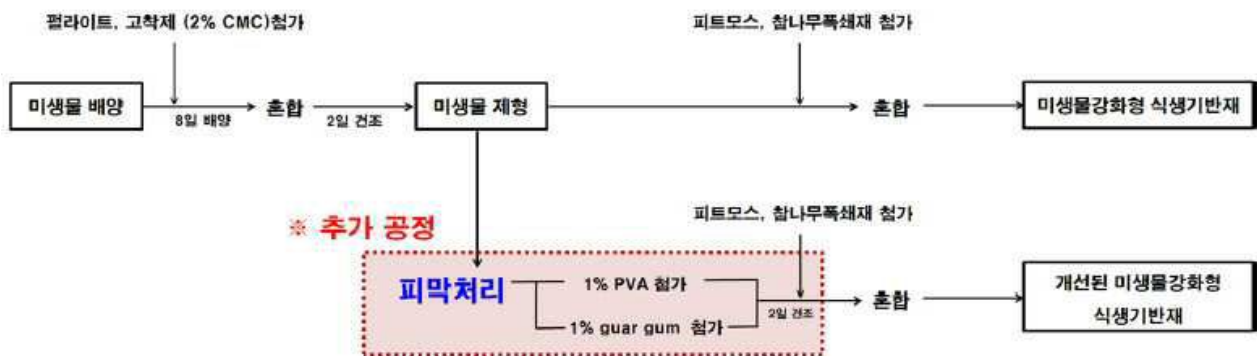
(54) 발명의 명칭 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 목질원료 20 내지 40 중량%, 미생물제형 30 내지 50 중량% 및 코팅제 1 내지 5 중량%를 포함하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물을 제공한다.

따라서 경사진 산지습지와 같은 특수지역 훼손지의 식생을 복원하기 위해 사용되는 종래의 습지토양보다 경량화된 상토를 제공하여 훼손지 복원을 위한 원료 운반 및 반입도 유입비용을 절감하고, 다량으로 배출되고 있는 산림부산물을 활용하여 식생이 빠르게 활착할 수 있는 식생기반재 조성물을 제공하여 특수지역 훼손지를 빠르게 복원할 수 있다. 또한 식생의 기반인 미생물과 유기물을 포함하여 습생형 초본류 식생부터 다양한 목본류가 자생할 수 있는 환경을 조성할 수 있으므로 종래의 식생기반재보다 매우 효과적으로 식생을 복원할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C12N 1/20 (2013.01)

(72) 발명자

하시영

경상북도 구미시 형곡서로 11-15 102동 1507호 (형곡동, 형곡시영아파트)

남정빈

경상남도 사천시 사천읍 선평길 42-4 (선인리)

김지수

경상남도 창원시 마산합포구 문화북2길 13 102호 (문화동, 동성아트빌라)

정지영

경상남도 사천시 숲피1길 12 가동 403호 (향촌동, 에이스빌라9차)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014-0585

부처명 산림청

연구관리전문기관 산림청

연구사업명 산림과학기초연구지원사업

연구과제명 훼손지 생태복원에 적합한 맞춤형 식생기반재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2014.04.15 ~ 2015.04.14

명세서

청구범위

청구항 1

피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 목질원료 20 내지 40 중량%, 미생물제형 30 내지 50 중량% 및 코팅제 1 내지 5 중량%를 포함하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 목질원료는 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄처리한 섬유상(fiber) 형태인 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 미생물제형은 멸균된 펄라이트, 액체배양된 미생물 및 고착제를 포함하며, 상기 미생물제형에 함유된 미생물은 단위 그램 당 1.2×10^7 내지 1.6×10^7 cfu/g인 것을 특징으로 하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 미생물은 트리코델마 하시아눔(*Trichoderma harzianum*), 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*), 및 바실루스 서브틸리스(*Bacillus subtilis*)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 코팅제는 1 중량% 내지 5 중량% 폴리비닐알콜(PVA) 용액 또는 1 중량% 내지 5 중량%의 구아검(guar gum) 용액인 것을 특징으로 하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물.

청구항 6

목질원료를 폭쇄처리하는 단계(제1단계);

미생물을 배양하여 고착제 및 펄라이트와 혼합 후 건조 및 제형화하여 미생물제형을 준비하는 단계(제2단계);

상기 미생물제형에 코팅제를 도포하여 피막을 형성하는 단계(제3단계); 및

피트모스, 제1단계의 폭쇄처리된 목질원료 및 제3단계의 피막 형성된 미생물제형을 혼합하는 단계(제4단계)를 포함하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물 제조방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 제2단계는 상기 미생물을 배지에서 액체배양 후 액체배양된 균주 : 고착제를 (1 ~ 3) : (1 ~ 3)의 부피비로 혼합하여 펄라이트에 첨가하고, 배양기에서 다시 성장시킨 후 동결건조하는 것을 특징으로 하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물 제조방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서, 상기 제3단계에서, 미생물을 제형화한 이후에 1 중량% 내지 5 중량% 폴리비닐알콜(PVA) 용액 또는 1 중량% 내지 5 중량%의 구아검(guar gum) 용액을 도포하여 피막을 형성하는 것을 특징으로 하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 산지습지와 같은 특수지역 훼손지의 식생을 복원할 수 있는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생 기반제 조성물 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지역은 백두대간 및 산지습지를 말하며, 특수지역 훼손지 중 산지습지의 식생을 복원함에 있어 산지 또는 평지 습지토양인지 여부, 경사의 유무 여부 등 다양한 환경 인자를 고려하여야만 정확한 복원모델을 제시할 수 있으나, 종래의 식생기반제는 훼손지의 특성에 따른 식생기반제를 제공하지 못하여 훼손지의 복원능력이 저하되는 문제점이 있다.

[0003] 특히, 산지습지는 침수로 인해 주기적으로 토양 내 산소가 부족한 혐기성 환경을 나타내고 있고 이러한 환경특이성으로 인하여 토양의 통기가 불량하고 토양의 형성, 유기물의 분해, 식물 및 토양간 영양분 순환역할을 하는 토양미생물의 생존이 어려우며, 수생식물을 제외한 다른 식물의 생장이 어렵다.

[0004] 산지습지와 같은 특수지역 훼손지를 복원하기 위한 방법으로 습지토양을 상토로 하여 다량으로 배포한 이후에 식물을 식재하고 녹화하여 토사의 유실을 막는 방법이 시도되고 있다. 특히 사면에서의 식물의 파종은 비교적 간단한 방법으로 사면의 침식을 막을 수 있다는 점에서 널리 활용되고 있다.

[0005] 그러나 산지와 같이 토양의 이송이 원활하지 못한 곳에서는 습지토양을 상토로 이용하기 어렵고 훼손된 토양은 침수와 같은 토양내 과량의 수분으로 인한 환경적인 불리함으로 인해 식물생육촉진에 도움을 주는 호기성미생물이 생존하기 어려운 환경을 나타내며, 이러한 환경적인 불리함으로 인해 식생이 제대로 진행되지 못하는 경우가 다수 발생하여 종자가 활착되지 못하므로 파종이후 짧은 시간 내에 식물이 활착할 수 있도록 하는 것이 가장 중요하다.

[0006] 대한민국 공개특허공보 제2010-0045280호를 비롯하여, 대한민국 등록특허공보 제10-0748602호 등에서는 절개지 사면 또는 호안 녹화용 식생매트를 개시한다. 사면의 절개지의 침식 및 토사 유출을 방지하기 위해 식물을 파종하는 방법이나, 모두 망체 또는 매트를 이용하여 식물의 종자를 사면에 활착시키는 것을 구성으로 하고 있어서, 산지습지와 같은 특수지역 훼손지에 직접적으로 식생에 적용하기 어렵고, 망체 및 식생용 매트를 추가적으로 준비하는 과정이 필요하므로 추가적인 비용이 소모되는 단점이 있으며, 무엇보다 미생물 및 유기물의 복원이 용이하지 않으므로, 미생물 및 유기물의 복원을 통하여 산지습지의 경사지와 같은 특수지역 훼손지에 식물을 활착시키는 식생기반제가 매우 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 경사지인 산지습지와 같은 특수지역 훼손지의 사면에서 빠른 시간 내에 식생을 활착시켜, 식생을 복원하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반제 조성물 및 이의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 목질원료 20 내지 40 중량%, 미생물제형 30 내지 50 중량% 및 코팅제 1 내지 5 중량%를 포함하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반제 조성물을 제공한다.

[0009] 또한 상기 미생물제형은 멸균된 퍼라이트, 액체배양된 미생물 및 고착제를 포함하며, 상기 미생물제형에 함유된 미생물은 단위 그램 당 1.2×10^7 내지 1.6×10^7 cfu/g일 수 있다.

[0010] 또한 상기 미생물은 트리코델마 하지아눔(*Trichoderma harzianum*), 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*), 및 바실루스 서브틸리스(*Bacillus subtilis*)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0011] 또한 상기 코팅제는 1 중량% 내지 5 중량% 폴리비닐알콜(PVA) 용액 또는 1 중량% 내지 5 중량% 구아검(guar gum)일 수 있다.

[0012] 또한 상기 목질원료는 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄처리한 섬유상(fiber) 형태인 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 줄참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 목질원료를 폭쇄처리하는 단계(제1단계); 미생물을 배양하여 고착제 및 퍼라이

트와 혼합 후 건조 및 제형화하여 미생물제형을 준비하는 단계(제2단계); 상기 미생물제형에 코팅제를 도포하여 피막을 형성하는 단계(제3단계); 및 피트모스, 제1단계의 폭쇄처리된 목질원료 및 제3단계의 피막 형성된 미생물제형을 혼합하는 단계(제4단계)를 포함하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물 제조방법을 제공한다.

[0014] 또한 상기 미생물제형을 준비하는 단계는 상기 미생물을 배지에서 액체배양 후 액체배양된 균주 : 고착제를 (1 ~ 3) : (1 ~ 3)의 부피비로 혼합하여 펄라이트에 첨가하고, 배양기에서 다시 성장시킨 후 동결건조할 수 있다.

[0015] 또한 상기 코팅제를 도포하는 단계에서, 미생물을 제형화한 이후에 1 중량% 내지 5 중량% 폴리비닐알콜(PVA) 용액 또는 1 중량% 내지 5 중량%의 구아검(guar gum)을 도포하여 피막을 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 기능성 식생기반재 조성물은 경사진 산지습지와 같은 특수지역 훼손지의 식생을 복원하기 위해 사용되는 종래의 습지토양보다 경량화된 상토를 제공하여 훼손지 복원을 위한 원료 운반 및 반입토 유입비용을 절감하고, 다량으로 배출되고 있는 산림부산물물을 활용하여 식생이 빠르게 활착할 수 있는 식생기반재 조성물을 제공하여 특수지역 훼손지를 빠르게 복원할 수 있고 미생물제형의 피막처리를 통해 특수지역 훼손지의 혐기성 토양환경에서 식물이 성장하는데 도움을 주는 호기성 미생물의 활성이 유지 되도록 하였다. 또한 식생의 기반인 미생물과 유기물을 포함하여 습생형 초본류 식생부터 다양한 목본류가 자생할 수 있는 환경을 조성할 수 있으므로 종래의 식생기반재보다 매우 효과적으로 식생을 복원할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물의 제조공정을 나타낸 개념도이다.

도 2은 본 발명의 실시예 1에 따른 미생물제형을 제조하는데 있어서 식물병원균에 대하여 길항력이 우수한 종을 선정 및 적용하기 위하여 식물병원균에 대한 3종의 미생물의 대치배양 결과를 나타낸 이미지이다.

도 3은 본 발명의 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 및 복원토의 혼합비율에 따른 사진을 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 특수지역 훼손지의 구성을 나타낸 모식도이다.

도 5는 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 용적밀도를 나타낸 그래프이다(x축 정의 - 0: 특수지역(산지습지)훼손지 토양 100 중량%, 25: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 75:25 (w/w)%, 50: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 50:50 (w/w)%, 75: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 25:75 (w/w)%, 100: 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물 100 중량%).

도 6은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 공극률을 나타낸 그래프이다(x축 정의 - 0: 특수지역(산지습지)훼손지 토양 100 중량%, 25: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 75:25 (w/w)%, 50: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 50:50 (w/w)%, 75: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 25:75 (w/w)%, 100: 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물 100 중량%).

도 7은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 수분보유력을 나타낸 그래프이다(x축 정의 - 0: 특수지역(산지습지)훼손지 토양 100 중량%, 25: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 75:25 (w/w)%, 50: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 50:50 (w/w)%, 75: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 25:75 (w/w)%, 100: 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물 100 중량%).

도 8은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 무기물 함량을 나타낸 그래프이다(x축 정의 - 0: 특수지역(산지습지)훼손지 토양 100 중량%, 25: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 75:25 (w/w)%, 50: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 50:50 (w/w)%, 75: 특수지역(산지습지)훼손지 토양과 실시

예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물이 25:75 (w/w)%, 100: 실시예 1의 미생물강화 식생기반재 조성물 100 중량%).

도 9a 내지 도 9c는 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물에 단독 파종된 식생의 발아율을 PVA 또는 구아검으로 피막형성하지 않은 종전 식생기반재와 비교하여 나타낸 그래프이다.

도 10a 내지 도 10b는 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물에 혼합 파종된 식생의 발아율을 PVA 또는 구아검으로 피막형성하지 않은 종전 식생기반재와 비교하여 나타낸 그래프이다.

도 11a 내지 도 11c는 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물에 파종된 식생의 초장 생장을 PVA 또는 구아검으로 피막형성하지 않은 종전 식생기반재와 비교하여 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명자는 경사진 산지습지와 같은 특수지역 훼손지의 식생의 활착 강화 방법을 연구하던 중 산지습지토양을 복원토로 하고 미생물 및 유기물을 포함하는 미생물강화 식생기반재를 첨가하여 제조된 조성물을 경사진 산지습지와 같은 특수지역 훼손지에 상토로 배포하는 경우에 잔디와 같은 초본류뿐만 아니라 싸리 및 낙아초와 같은 목본류까지 활착하여 산지습지와 같은 특수지역 훼손지 식생이 빠르게 복원되는 것을 확인하여 본 발명을 완성하였다.
- [0019] 이하, 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0020] 본 발명은 피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 목질원료 20 내지 40 중량%, 미생물제형 30 내지 50 중량% 및 코팅제 1 내지 5 중량%를 포함하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물을 제공한다.
- [0021] 상기 복원토는 특수 지역 훼손지의 산지습지토양일 수 있다.
- [0022] 상기 산지습지토양 이외의 배양토를 사용하는 경우에는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물 제조비용이 증가하고 중량이 증가하여 특수지역에 용이하게 공급하지 못하는 문제가 발생할 수 있다.
- [0023] 또한 상기 복원토에 대한 미생물강화 식생기반재의 함량 범위를 벗어나는 경우에 상기 미생물강화 식생기반재 조성물의 공극률이 감소되어 식생에 적합하지 않을 수 있으며, 식생에 적합한 용적밀도가 0.4 g/cm³ 이상으로 증가하여 식생 활착능력이 감소될 수 있다.
- [0024] 상기 피트모스는 다량의 수분보유능력을 가지고 있어 종자에 대한 수분공급원으로 사용될 수 있으며, 토양과 혼합되는 경우 토양의 통기성을 증가시켜 뿌리의 생장을 돕는다. 또한 피트모스를 토양에 첨가하면 식생의 공급되는 영양성분이 용탈되는 것을 방지할 수 있으며, 토양이 고착되어 뿌리의 생장에 지장을 주는 것을 방지할 수 있다.
- [0025] 상기 피트모스가 상기 범위를 벗어나는 경우 기능성 식생기반재의 수분공급능력이 저하되어 식물의 활착 능력이 감소되는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0026] 상기 펄라이트는 다공성 물질로서 식생기반재에 포함되는 경우 공극을 제공하여 식생기반재가 통기성을 갖게 한다. 펄라이트가 상기 범위를 초과하여 함유되는 경우 기능성 식생기반재를 훼손지 산지 사면에 점착시키기 어려우며, 펄라이트를 토양에 고정하기 위한 점착제를 추가적으로 첨가하여야 하는 문제가 발생할 수 있다.
- [0027] 상기 목질원료는 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있으며, 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄처리하여 섬유상(fiber) 형태로 할 수 있다.
- [0028] 상기 폭쇄처리에 의해 목질원료로부터 유효한 정유가 추출될 수 있으며, 상기 유효한 정유는 식생에 필요한 탄수화물, 무기물, 무기성분 및 폐놀성 화합물을 공급할 수 있으며, 폭쇄처리 시 상기 조건을 벗어나는 경우 상기 목질원료의 섬유가 찢어지거나, 분말화되지 않고, 변색 또한 일어나지 않아서 목질원료에서 유효한 정유를 추출할 수 없는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0029] 상기 미생물제형은 멸균된 펄라이트, 액체배양된 균주 및 고착제를 포함하며, 미생물제형에 함유된 미생물은 단

위 그래프 당 1.2×10^7 내지 1.6×10^7 cfu/g일 수 있다.

- [0030] 상기 균주에 포함된 미생물의 함량이 상기 범위를 벗어나는 경우 파종된 종자의 발아율이 낮아지거나, 신속하게 발아하지 못하는 문제점이 발생될 수 있다. 또한 상기 범위 미만으로 함유하는 경우에는 식생기반재가 훼손지에 배포되고 난 이후에 시간 경과에 따라 미생물의 활성이 매우 감소하여 식생 성장 효과가 떨어질 수 있다.
- [0031] 상기 미생물은 트리코델마 하지아눔(*Trichoderma harzianum*), 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*), 및 바실루스 서브틸리스(*Bacillus subtilis*)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나일 수 있다.
- [0032] 상기 균주 이외에는 식물병원균에 대한 길항성이 떨어져서 식생기반재의 원료로 사용하는 경우에 병원균에 취약한 문제점이 있다.
- [0033] 상기 코팅제는 1중량% 내지 5 중량%의 폴리비닐알콜(PVA) 용액 또는 1중량% 내지 5 중량%의 구아검(guar gum)일 수 있으며, 폴리비닐알콜(PVA)로 피막을 형성하는 경우에 미생물 함량을 장시간 유지할 수 있어서 바람직하다.
- [0034] 상기 범위 미만으로 폴리비닐알콜(PVA)을 도포하는 경우에는 피막 형성 효과가 없으며, 상기 범위를 초과하는 경우에는 조성물 제조비용이 증가하는 문제가 발생될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 목질원료를 폭쇄처리하는 단계(제1단계); 미생물을 배양하여 고착제 및 퍼라이트와 혼합 후 건조 및 제형화하여 미생물제형을 준비하는 단계(제2단계); 상기 미생물제형에 코팅제를 도포하여 피막을 형성하는 단계(제3단계); 및 피트모스, 제1단계의 폭쇄처리된 목질원료 및 제3단계의 피막 형성된 미생물제형을 혼합하는 단계(제4단계)를 포함하는 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물 제조방법을 제공한다.
- [0036] 상기 미생물제형을 준비하는 단계는 상기 미생물을 배지에서 액체배양 후 액체배양된 균주를 고착제와 (1 ~ 3) : (1 ~ 3)의 부피비로 혼합하여 퍼라이트에 첨가하고, 배양기에서 다시 성장시킨 후 동결건조할 수 있다.
- [0037] 상기 조건을 벗어나는 경우 균주를 제형화할 수 없는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0038] 상기 미생물제형을 준비하는 단계에서, 미생물을 제형화한 이후에 미생물을 제형화한 이후에 1 중량% 내지 5 중량% 폴리비닐알콜(PVA) 용액 또는 1 중량% 내지 5 중량%의 구아검(guar gum) 용액을 도포하여 피막을 형성할 수 있다.
- [0039] 상기 폴리비닐알콜(PVA)을 도포하여 미생물제형에 피막을 형성하는 경우에 미생물 활성이 10일 이상 경과 이후에도 유지될 수 있으며, 피막이 형성되지 않은 경우에는 미생물의 활성이 시간의 경과에 따라 급격하게 감소될 우려가 있다.
- [0040] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0041] **<참조에 1> 종래 미생물 제형 제조**
- [0042] 미생물 제형화를 위해 선정된 균주(*B. subtilis*)를 NB배지에서 4일간 30℃, 100 rpm 조건으로 액체배양 후 멸균된 퍼라이트 100 g에 액체배양된 균사 및 고착제(2% CMC)를 각각 30 mL 및 30 mL을 넣어 잘 섞어준 다음 30℃ 배양기에서 8일간 생장시켰다. 균사생장 후 35℃ 건조기에서 48시간 건조시켜 수분을 없앤 다음 동결건조기를 이용하여 미생물을 제형화 하였다.
- [0043] **<실시에 1> 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 제조**
- [0044] 앞선 참조에 1의 종래 사용하던 미생물 제형에 PVA 또는 구아검을 이용한 피막형성 공정을 추가하여 다음과 같이 본 발명의 식생기반재 조성물을 제조하였다(도 1 참조).
- [0045] **1. 목질원료 폭쇄처리**
- [0046] 본 발명에 사용된 목질원료는 대한민국 국내 남부지방에 생육하고 있는 편백나무(hinoki Cypress) 및 참나무(oak)를 칩(chip)으로 제조하여 사용하였다.
- [0047] 수증기 폭쇄처리를 적용하였으며, 폭쇄전처리는 D시 소재의 (주)Y사의 폭쇄처리기(steam explosion)를 사용하였다.
- [0048] 상기 폭쇄처리기에서 25 kgf/cm^2 , 5 분간 폭쇄처리된 참나무를 이용하였다. 상기 폭쇄처리된 참나무와 증류수

(distilled water) 및 10% 에탄올(ethanol)을 각각 부피비로 1: 20으로 혼합하여 shaking incubator에서 100 rpm, 30℃, 60℃ 온도 조건에서 각각 3, 12 및 24 시간 동안 후처리한 다음 감압여과를 통해 후처리 참나무원료를 각각 획득하였다.

[0049] 하기 표 1는 목질원료의 후처리 조건을 나타낸다.

표 1

진행 용매(Progress liquid)	처리조건(Treatment condition)	
	온도(Temperature)	시간(Time)
증류수(Distilled water)	30 ℃	24 h
	60 ℃	3 h
	60 ℃	12 h
에탄올(10% ethanol)	30 ℃	24 h
	60 ℃	3 h
	60 ℃	12 h

[0051] 2. 미생물제형 제조

[0052] 도 2은 본 발명의 실시예에 따른 미생물제형을 제조하는데 있어서 식물병원균에 대하여 길항력이 우수한 종을 선정 및 적용하기 위하여 식물병원균에 대한 3종의 미생물의 대치배양 결과를 나타낸 이미지이다.

[0053] 도면을 참조하면, 미생물제형을 제조하기 위해 후보 미생물 3종 트리코텔마 하지아눔(*Trichoderma harzianum*; 이하 '*T. harzianum*'), 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*; 이하 '*P. putida*'), 바실루스 서브틸리스(*Bacillus subtilis*; 이하 '*B. subtilis*'), 및 식물병원균 2종 콜레토티리쿰 글로에오스포리오이드스(*Colletotrichum gloeosporioides*; 이하 '*C. gloeosporioides*'), 콜레토티리쿰 아큐타툼(*Colletotrichum acutatum*; 이하 '*C. acutatum*')을 (주)한국바이오테크놀로지에서 제공받았다.

[0054] 상기 미생물 및 식물병원균 생장을 위하여 NA(nutrient agar)배지 및 NB(nutrient broth)배지를 사용하였다. 미생물강화제의 베이스인 퍼라이트는 (주)성현퍼라이트로부터 구입하여 121 ℃에서 30 분간 멸균한 이후에 사용하였다.

[0055] 상기 미생물로 배양된 균주에 대해 병원균에 대한 길항성을 측정하였을 때 *T. harzianum* 및 *P. putida*는 *C. gloeosporioides*에 대해서만 길항성을 나타내었으나 *B. subtilis*는 *C. gloeosporioides* 및 *C. acutatum*에 대하여 모두 강한 길항성을 나타내는 것으로 확인되어 미생물제형의 제조를 위한 최적의 미생물로 확인되었다.

[0056] 균주를 고착시키는 고착제로 (주) 고려CMC에서 구입한 카르복실 메틸 셀룰로오스(carboxyl methyl cellulose; CMC)를 30분간 교반하여 2% 농도로 준비하였다.

[0057] 미생물제형화를 위해 선정된 미생물 *B. subtilis*를 NB (Nutrient broth) 배지에서 4일간 30 ℃, 100 rpm 조건으로 액체배양 후 멸균된 퍼라이트 100 g에 액체배양된 균주 30 mL와 2% CMC 용액 30 mL를 혼합하여 교반한 후에 30 ℃ 배양기에서 8일간 생장시켰다. 균주의 생장 후 35 ℃ 건조기에서 48시간 건조시켜 수분을 제거하고 동결건조하여 미생물제형을 완성하였다.

[0058] 3. 특수지역용 미생물제형 제조

[0059] 제조된 미생물제형에 피막형성 유무에 따른 미생물의 함량을 비교하기 위해 미생물제형 시료 100 g에 1 중량% 폴리비닐알콜(polyvinylalcohol; 이하 'PVA', ㈜대정화금 구입) 용액 30 mL 또는 1 중량% 구아검(guar gum, 아주에프에이 구매) 용액 30 mL를 각각 뿌려주며 고르게 피막이 형성될 수 있도록 혼합하였다.

[0060] 하기 표 2는 미생물제형의 피막처리에 따른 미생물 함량을 나타낸 것이다.

표 2

Samples	No. of microbe (cfu/g)					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
M ¹⁾	1.21×10^7	1.11×10^7	1.12×10^7	1.09×10^7	1.00×10^7	0.85×10^7
1% PVA-M ²⁾	1.27×10^7	1.24×10^7	1.26×10^7	1.22×10^7	1.20×10^7	1.21×10^7

1% guar gum-M ³⁾	1.24×10^7	1.26×10^7	1.07×10^7	1.11×10^7	1.04×10^7	1.07×10^7
-----------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

[0062] ¹⁾M : 무처리 미생물제형

[0063] ²⁾1% PVA-M : 1% PVA 피막처리된 미생물 제형

[0064] ³⁾1% guar gum-M : 1% 구아검 (guar gum) 피막처리된 미생물 제형

[0065] 초기 *B. subtilis* 함량은 무처리 미생물제형(M)에서 1.21×10^7 , 1% PVA 피막처리된 미생물제형(1% PVA-M)에서 1.27×10^7 , 1% 구아검 피막처리된 미생물제형(1% guar gum-M)에서 1.24×10^7 으로 유사한 *B. subtilis* 함량을 나타냈다. 그러나 10일 경과 후 무처리 미생물제형(M)에서 *B. subtilis* 함량은 0.85×10^7 , 1% PVA 피막처리된 미생물제형(1% PVA-M)에서 *B. subtilis* 함량은 1.21×10^7 , 1% 구아검 피막처리된 미생물제형(1% guar gum-M)에서 *B. subtilis* 함량은 1.07×10^7 으로 무처리 미생물제형은 *B. subtilis* 함량이 급격히 감소된 수치를 나타냈고, 피막처리된 미생물제형(1% PVA 피막처리된 미생물 제형 또는 1% 구아검 피막처리된 미생물 제형)은 초기 *B. subtilis* 함량보다 약간 감소된 수치를 나타냈다.

[0066] 4. 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 제조

[0067] 피트모스 30 중량%, 폭쇄처리된 목질원료 30 중량% 및 미생물제형 40 중량%를 혼합하여 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재를 제조하고, 검증을 위하여 특수지역(산지습지) 훼손지 토양에 비율별로 혼합하여, 다음과 같이 복원 정도를 검증하였다.

[0068] <실험예 1> 훼손지 복원 검증

[0069] 1. 특수지역 훼손지 조성

[0070] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 미생물강화 식생기반재 조성물 및 복원토의 혼합비율에 따른 사진을 나타낸 것이다.

[0071] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 특수지역 훼손지의 구성을 나타낸 모식도이다.

[0072] 도면을 참조하면, 다양한 환경 인자가 고려된 특수지역 훼손지를 가정하여 소규모의 야외포트를 조성하였다. 경남 진주시 가좌동 1056-1의 경사지에 특수지역 훼손지를 조성하였으며, 특수지역 훼손지의 경사는 동향사면 26°이고, 7.5 cm x 7.5 cm x 7.5 cm 정사각형 모양의 육면체 포트 45개로 하여 2세트를 설치하였다.

[0073] 여기서 사각형 안의 숫자는 대조구인 산지습지토양에 투입된 미생물강화 식생기반재의 혼합비율을 전건 중량으로 나타낸 것이고, 여기서 '0'은 대조구인 산지습지토양을 나타내었다.

[0074] 2. 훼손지 복원모델의 물성

[0075] 설치된 상기 포트에 특수지역(산지습지) 훼손지 토양, 종래의 식생기반재 및 실시예 1에서 제조된 미생물강화 식생기반재와 복원토로 산지습지토양을 혼합한 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물을 상기 야외포트에 적용하여 훼손지 복원모델을 제조하여 물리화학적 특성을 비교하였다.

[0076] 모든 실험에서 특수지역(산지습지)훼손지 토양에 대한 미생물강화 식생기반재의 혼합비율은 전건 중량을 기준으로 하였다.

[0077] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 용적밀도를 나타낸 그래프이다.

[0078] 용적밀도(bulk density, g/cm³)는 토양의 물리적, 화학적 특성 및 식물생장에 영향을 주는 요인으로 통기성 및 물의 보수력, 작물의 생육상을 알게 하는 기준이 되고, 물리적 인자로서, 다른 물리화학적 특성에 영향을 주며 유기물을 다량 함유할수록 낮은 용적밀도를 나타낸다.

[0079] 도면을 참조하면, 대조구인 산지습지토양은 0.51 g/cm³의 용적밀도를 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%는 0.08 g/cm³의 용적 밀도를 나타냈으며, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재를 각각 25%,

50% 및 75%로 포함하는 포트는 각각 0.24 g/cm³, 0.16 g/cm³, 및 0.13 g/cm³의 용적밀도를 나타냈다.

- [0080] 최초로 조성물이 포트에 적용된 시점을 기준(0개월)으로 하였을 때 포트 적용 기간이 3개월까지 경과될수록 대조구인 산지습지토양의 용적밀도는 0.51 g/cm³에서 0.81 g/cm³로 증가되었고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%인 포트는 0.08 g/cm³에서 0.20 g/cm³로 용적밀도가 증가하였으며, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%, 50% 및 75%로 각각 포함하는 조성물이 적용된 각 포트의 용적밀도 역시 각각 0.24 g/cm³에서 0.47 g/cm³, 0.16 g/cm³에서 0.36 g/cm³, 0.13 g/cm³에서 0.25 g/cm³으로 증가되는 것을 확인하였다.
- [0081] 대조구인 산지습지 토양의 용적밀도는 2개월까지는 증가하다 3개월째 감소되는 경향을 나타내었다. 또한 일반적으로 식물 생육에 적합한 용적밀도가 0.4 g/cm³ 이하임을 고려할 때, 0.4 g/cm³ 이상의 용적밀도를 나타내는 산지습지 토양보다 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재와 산지습지를 혼합한 조성물이 식물 생육에 적합한 것으로 확인되었다.
- [0082] 도 6은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 공극률을 나타낸 그래프이다.
- [0083] 공극률(porosity, %)은 토양 내에 입자가 차지하는 공간을 제외한 나머지 공간 즉, 물(수분) 또는 공기로 채워질 수 있는 공간을 백분율로 나타낸 것으로, 공극률이 낮으면 공기의 순환이 원활하지 않고, 수분의 침투가 어려우며, 공극률이 높으면 수분의 침투는 원활하지만, 수분이 빨리 빠져나가 보수력이 낮아지기 때문에, 식물의 생육을 위해서는 적절한 공극률의 유지가 필요하다.
- [0084] 최초로 포트에 적용된 시점(0개월)을 기준으로, 대조구인 산지습지토양은 80.7%의 공극률을 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%는 97.0%의 공극률을 나타냈다. 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25% 조성물, 50% 조성물, 75% 조성물은 각각 90.8%, 94.1% 및 95.0% 나타냈다.
- [0085] 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 조성물의 최초 적용 시점 0개월을 기준으로 하였을 때 포트 적용 기간이 3개월까지 경과되면 대조구인 산지습지토양의 공극률은 80.7%에서 69.5%로, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%의 공극률은 97.0%에서 92.6%로 감소하는 경향을 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함 조성물, 50%로 포함 조성물, 75%로 포함 조성물의 공극률은 각각 90.8%에서 82.2%, 94.1%에서 86.2% 및 95.0%에서 90.6%로 감소하였다.
- [0086] 시간 경과에 따라 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재와 산지습지토양이 혼합된 조성물이 적용된 포트에서 공극률 변화폭은 대조구인 산지습지토양의 공극률 변화폭보다 작게 나타났으며, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 조성물은 식물 생육에 적합하다고 알려진 85% 이상의 공극률을 나타내어 식물 생육에 적합한 것을 확인하였다.
- [0087] 도 7은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 수분보유력을 나타낸 그래프이다.
- [0088] 수분보유력(water holding capacity, %)은 토양이 수분을 함유하고 있는 정도를 나타내는 지표로서, 영양분의 보비를 위해 수분보유력이 높은 것이 유리하나, 수분보유력이 너무 높은 경우, 수분이 토양의 공극을 막음으로서 공기 유통을 저하시켜 식물 생육에 나쁜 영향을 미치는 인자로 작용하기도 한다.
- [0089] 포트 적용 시(0개월), 대조구인 산지습지토양의 수분보유력은 59.9 %를 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%의 수분보유력은 각각 83.3%를 나타냈다. 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 50%로 포함하는 조성물, 75%로 포함 조성물은 각각 66.1%, 76.5%, 및 79.8%의 수분보유력을 나타냈다.
- [0090] 포트에 최초로 적용된 시점(0개월)을 기준으로 하였을 때 포트 적용 기간이 경과될수록(3개월 후) 대조구인 산지습지토양의 수분보유력은 포트적용 시의 최초 수분보유력 59.9%보다 낮은 53.3%, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%의 수분보유력은 포트 적용 시(0개월) 최초 수분보유력 83.3%과 비교하였을 때 80.4%로 감소하는 경향을 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 50%로 포함하는 조성물, 75%로 포함하는 조성물의 수분보유력은 각각 66.1%, 76.5%, 79.8%에서 61.6%, 66.8%, 79.2%로 감소하는 경향을 나타냈다.
- [0091] 대조구인 산지습지 토양은 1개월 경과 시 43.2%, 2개월 경과 시 28.5%의 수분보유력을 나타내어 급격한 변화 폭을 나타냈으며, 산지습지 토양에 실시예 1에 따른 미생물 강화 식생기반재의 혼합으로 인하여 시간이 경과하여도 안정적인 수분보유력의 변화폭을 나타냈다. 따라서, 복원토에 실시예 1에 따른 미생물강화 기능성 식생기반

재를 혼합한 조성물은 토양의 물리성 개선에 매우 효과적인 것으로 나타났다.

- [0092] 도 8은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물이 적용된 훼손지의 무기물 함량을 나타낸 그래프이다.
- [0093] 무기물(inorganic compound)은 물리적 특성인 용적밀도, 공극율, 수분보유력 등에 영향을 주는 인자이며, 토양의 비옥도를 상대적으로 평가할 수 있는 지표로서, 무기물 결핍이나 과다는 식물의 생육을 저해 할 수 있다.
- [0094] 포트 적용 시(0개월), 대조구인 산지습지토양의 무기물 함량은 76.4 %를 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%의 무기물 함량은 56.8%를 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물은 각각 72.4%, 70.8%, 62.3%의 무기물 함량을 나타냈다.
- [0095] 최초로 포트에 적용시(0개월)를 기준으로 하였을 때 포트 적용 기간이 3개월 까지 경과될수록 대조구인 산지습지토양의 무기물 함량은 0개월 76.4 %에서 77.9%로 높아졌고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 100%인 경우 무기물 함량은 56.8%에서 56.6%로 변화한 수치를 나타냈고, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 50%로 포함하는 조성물, 75%로 포함하는 조성물의 무기물 함량은 각각 72.4%, 70.8%, 62.3%에서 74.6%, 70.6%, 65.7%으로 증가하거나 유지되었다. 측정된 수치는 시간 경과에 따른 무기물 함량의 변화폭이 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 조성물이 가장 안정적인 것으로 나타났다.
- [0096] 일반적으로 토양의 화학적 특성 평가항목과 평가기준에 있어서 5%이상의 유기물 함량을 보유하게 되면 상급의 토양으로 평가되어 지며(조경설계기준 2007, 건설교통부), 특수지역 훼손지 복원모델에 있어서 대조구에서도 다량의 유기물을 함유하고 있지만 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재를 혼합하게 되면 토양의 질 및 식물생육을 함께 향상시킬 수 있다.
- [0097] 따라서 산지습지토양에 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재를 혼합하는 경우 식물 생육에 적합한 용적밀도, 공극률을 나타내고 장시간(3개월)이 경과 후 상기 물성이 유지되어 식물 생육에 적합한 물성을 가지는 것으로 나타났다.

[0098]

[0099] 3. 식생복원 확인

- [0100] 초본류와 목본류에 따른 생육을 확인하기 위해 공시 종자로 초본류인 잔디와 목본류인 싸리 및 낙아초를 주식회사 덕창(경기도 성남시 분당구 대왕판교로 264)에서 구입하여 4 ℃로 냉장보관하여 사용하였다.
- [0101] 도 9는 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물에 단독 파종된 식생의 발아율을 나타낸 그래프이다.
- [0102] 도면을 참조하면 도 9a는 싸리의 발아율을 나타내고, 도 9b는 잔디의 발아율을 나타내며, 도 9c는 낙아초의 발아율을 나타낸다.
- [0103] 단독 파종된 싸리의 발아율은 산지습지토양에 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재를 25%로 포함하는 조성물, 50%로 포함하는 조성물, 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 36.7%, 32.7%, 24.7% 및 32.0%로 대조구(24.3%)보다 높은 싸리 발아율을 나타냈고 특히, 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재를 25%로 포함하는 조성물, 50%로 포함하는 조성물은 종래의 미생물 식생기반재 조성물(29.3%)보다 높은 싸리 발아율을 나타냈다.
- [0104] 단독 파종된 잔디의 발아율은 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 54.7%, 58.8%, 59.2% 및 63.0%로 나타났으며, 모든 미생물강화 식생기반재 조성물에서 대조구인 산지습지토양(51.8%)보다 높은 잔디 발아율을 나타냈고 특히, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 100%는 기존 미생물 식생기반재(55.2%)보다 높은 잔디 발아율을 나타냈다.
- [0105] 단독 파종된 낙아초의 발아율은 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재를 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재를 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 7.7%, 7.8%, 5.3% 및 13.4%로 나타났으며, 미생물강화 식생기반재를 25%로 포함하는 조성물, 50%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%는 종래 사용하던 미생물 식생기반재(6.7%)보다 높은 낙아초

발아율을 나타냈다.

- [0106] 특수지역 훼손지에 적용된 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 조성물을 포함하는 처리구에서 단독 파종된 씨리, 잔디 및 남아초의 발아율은 잔디(평균 58.9%) > 씨리(평균 31.5%) > 남아초 (평균 8.6%) 순으로 확인되었다.
- [0107] 도 10은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물에 혼합 파종된 식생의 발아율을 나타낸 그래프이다.
- [0108] 도면을 참조하면 도 10a는 씨리와 잔디를 혼합 파종의 발아율을 나타내고, 도 10b는 씨리와 남아초를 혼합 파종한 경우의 발아율을 나타낸다.
- [0109] 씨리와 잔디를 혼합 파종한 경우 발아율은 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 31.2%, 29.5%, 25.0% 및 33.1%로 나타나 미생물강화 식생기반재를 25%에서 75%까지 포함하는 조성물일수록 씨리와 잔디의 혼합 파종의 발아율은 감소하는 것으로 나타났으며, 미생물강화 식생기반재 100%는 대조구(31.3%) 및 참고예 1의 종래 미생물 식생기반재보다 높은 씨리와 잔디 발아율을 나타냈다.
- [0110] 한편 씨리와 남아초의 혼합 발아율은 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 15.0%, 12.7%, 16.2% 및 20.8%로 나타나 미생물강화 식생기반재 조성물은 대조구인 산지습지 토양에서의 씨리와 남아초를 혼합 파종하였을 때의 발아율인 6.8% 보다 높은 발아율을 나타냈다.
- [0111] 따라서 특수지역 훼손지 복원모델에 적용된 미생물강화 식생기반재 조성물에 목본류인 씨리와 초본류인 잔디를 혼합하여 파종한 경우에 평균 29.7%의 발아율을 보이므로 씨리와 남아초를 혼합 파종 경우의 평균 16.2%의 발아율보다 매우 높은 발아율을 나타냄으로써 목본류(씨리)와 초본류(잔디)의 혼합파종이 최적의 발아율을 나타내었다.
- [0112] 도 11은 본 발명의 실시예 1에 따른 특수지역 훼손지 복원용 미생물강화 식생기반재 조성물에 파종된 식생의 초장 성장을 나타낸 그래프이다.
- [0113] 도면을 참조하면, 도 11a는 씨리의 초장 성장을 나타냈으며, 도 11b는 남아초의 초장 성장을 나타내고, 도 11c는 씨리와 남아초의 혼합 파종의 초장 성장을 나타내었다.
- [0114] 단독 파종된 씨리의 초장 생장은 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 5.1 cm, 4.8 cm, 4.4 cm 및 6.1 cm로 나타났다. 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%, 50% 및 75%로 포함하는 조성물에서는 대조구인 산지습지 토양에서의 초장생장(5.8cm)보다 낮은 초장 생장을 나타냈으나 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물과 미생물강화 식생기반재 100%와 비교하였을 때 유의성을 나타내지 않았다.
- [0115] 단독 파종된 남아초의 초장 생장은 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 2.9 cm, 3.0 cm, 2.6 cm 및 3.3 cm로 대조구인 산지습지 토양에서의 초장 생장(3.0 cm)과 유사한 수준의 초장 생장을 나타냈고 미생물강화 식생기반재 100%는 가장 높은 초장생장을 나타냈다.
- [0116] 혼합 파종된 씨리의 초장 생장은 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 4.0 cm, 3.8 cm, 2.4 cm 및 6.0 cm로 나타나 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 대조구인 산지습지 토양의 씨리 초장 생장(3.9 cm)보다 높은 초장 생장을 나타냈다.
- [0117] 혼합 파종된 남아초의 초장 생장은 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재 25%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 50%로 포함하는 조성물, 미생물강화 식생기반재 75%로 포함하는 조성물 및 미생물강화 식생기반재 100%에서 각각 3.0 cm, 3.0 cm, 2.6 cm 및 5.0 cm를 나타내어 미생물강화형 식생기반재 25% 혼합토양 및 미생물강화형 식생기반재 50% 혼합토양은 대조구인 산지습지 토양의 남아초 초장 생장 (3.0cm)과 유사한 초장 생장을 나타냈고 미생물 강화 식생기반재 100%는 가장 높은 초장생장을 나타냈다.

[0118] 4. 특수지역 훼손지의 복원

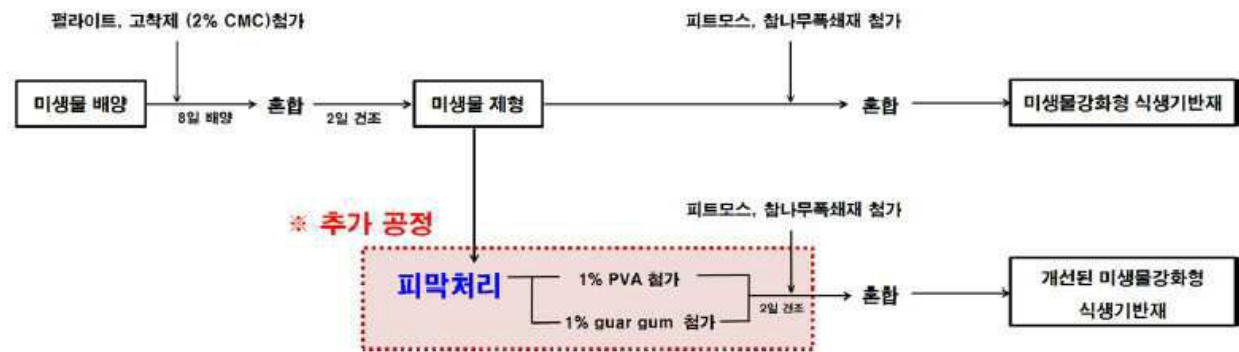
[0119] 훼손지의 대표적인 유형이 훼손비탈면을 지칭하는 것을 고려할 때, 본 발명에서 개발된 실시예 1에 따른 미생물 강화 식생기반재는 훼손지 복원을 위한 사용에 유리할 것으로 판단된다.

[0120] 상기한 바와 같이 본 발명의 실시예 1에 따르면 피트모스 30 중량%, 목질원료 30 중량% 및 미생물제형 40 중량%로 포함하는 최적의 비율로 혼합하여, 미생물강화 식생기반재를 제조할 수 있다. 실시예 1에 따른 미생물강화 식생기반재에 복원토로 특수지역(산지습지) 훼손지 토양을 혼합하는 경우에 식물 성장에 매우 유리한 용적밀도와 공극률을 가지는 혼합 토양을 제조할 수 있으며, 상기 조성물에 초분류 및 목분류를 혼합과중하여 빠르게 발아하고 근장 성장하는 것을 확인하여 산지 경사지와 같은 특수지역 훼손지의 식생을 빠르게 복원할 수 있다. 또한 식생기반재 또는 복원토만 도포하는 경우보다 중량이 크게 감소하여 산지 경사지에 용이하게 적용할 수 있으며, 폐기된 목질원료를 이용할 수 있어서 자원활용 측면에서 매우 유리하다.

[0121] 본 발명은 한정된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

도면1



도면2

배양균주 (Microbial strain)	생장기간 (Growing period)	
	단시간(7 days)	장시간(30 days)
트리코델마 하지아눔 (<i>T. harzianum</i>)		
슈도모나스 푸티다 (<i>P. putida</i>)		
바실루스 서브틸리스 (<i>B. subtilis</i>)		

도면3

토양 혼합비율	사진
특수지역(산지습지) 훼손지 토양 (해발 725 m, 대조구)	
미생물강화 식생기반재	
특수지역(산지습지) 훼손지 토양 : 미생물강화 식생기반재 조성물 = 75:25 (w/w)	
특수지역(산지습지) 훼손지 토양 : 미생물강화 식생기반재 조성물 = 50:50 (w/w)	
특수지역(산지습지) 훼손지 토양 : 미생물강화 식생기반재 조성물 = 25:75 (w/w)	

* 특수지역(산지습지) 훼손지 토양 : 복원토

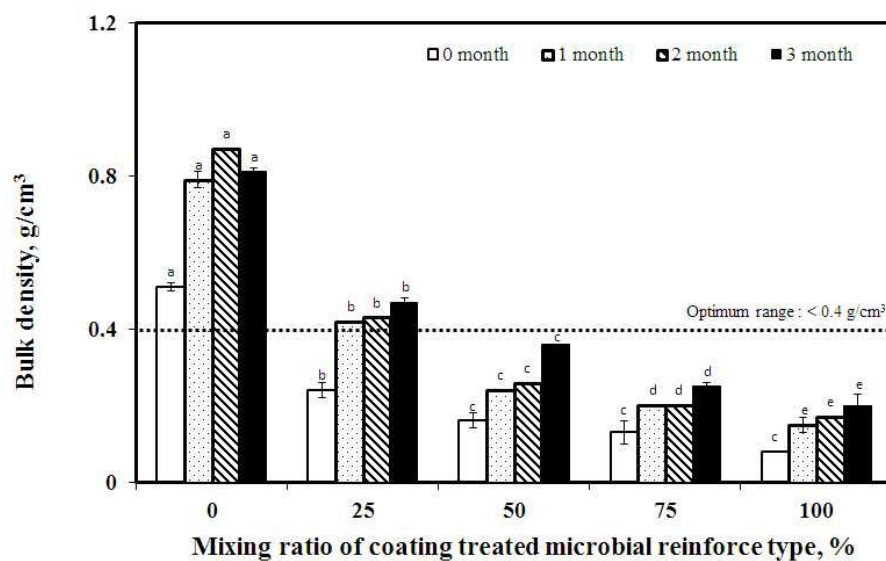
도면4

		7.5 cm						7.5 cm				
	↑	100	100	0	7.5 cm	↑	100	100	100	7.5 cm	↑	
		75	75	100			75	75	0			
혼합파종		0	50	75		혼합파종	50	50	75			
(싸리, 잔디)		50	25	50			25	0	50			
	↓	25	0	25			0	25	25			
	↑	100	100	0			0	0	100			
단독파종		75	75	100		단독파종	100	100	75			
(잔디)		0	50	75		(낭아초)	75	75	50			
		50	25	50			50	50	0			
	↓	25	0	25			25	25	25			
	↑	100	100	0			0	100	100			
단독파종		75	75	100		단독파종	100	75	0			
(싸리)		50	50	75		(싸리)	75	50	75			
		0	25	50			50	0	50			
	↓	25	0	25			25	25	25			

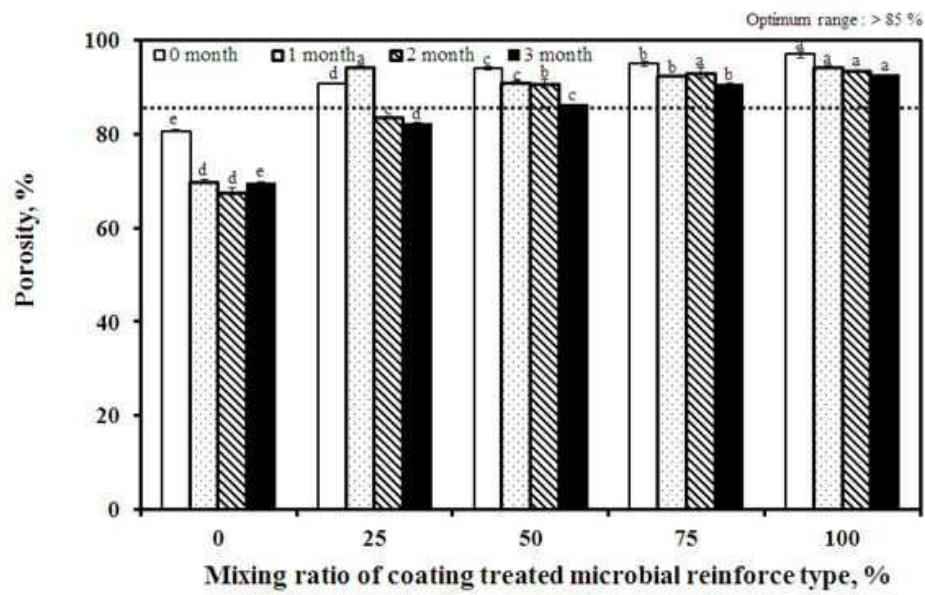
미생물강화 식생기반재 조성물과 특수지역(산지습지) 훼손지 토양 혼합모델

*칸 안의 숫자는 미생물강화 식생기반재가 함유된 중량(%)임

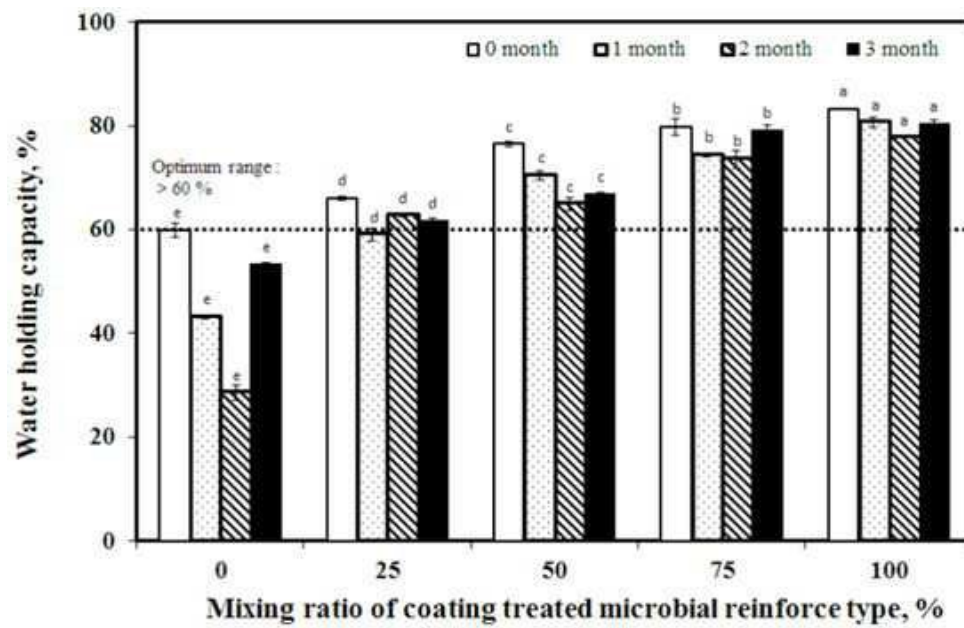
도면5



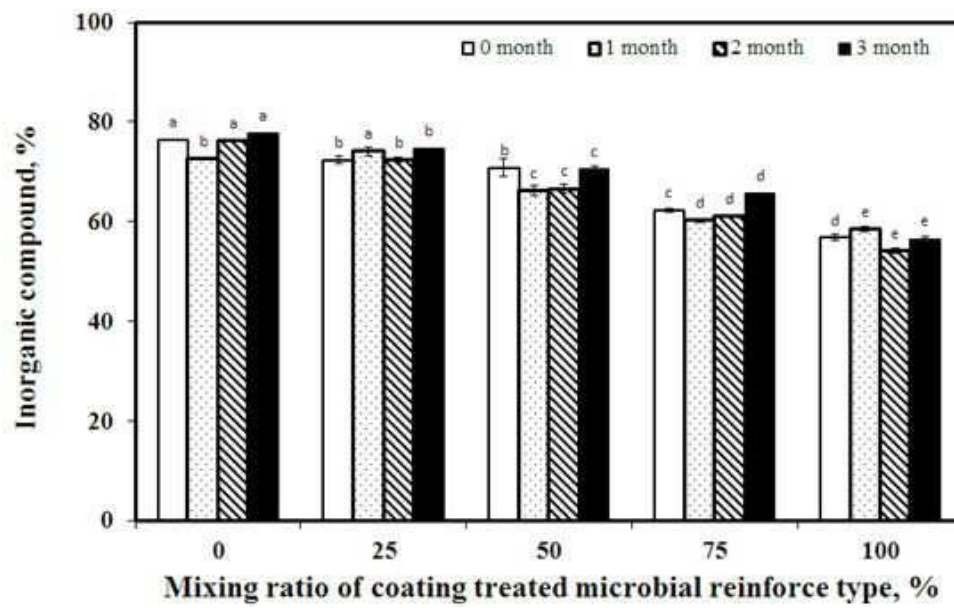
도면6



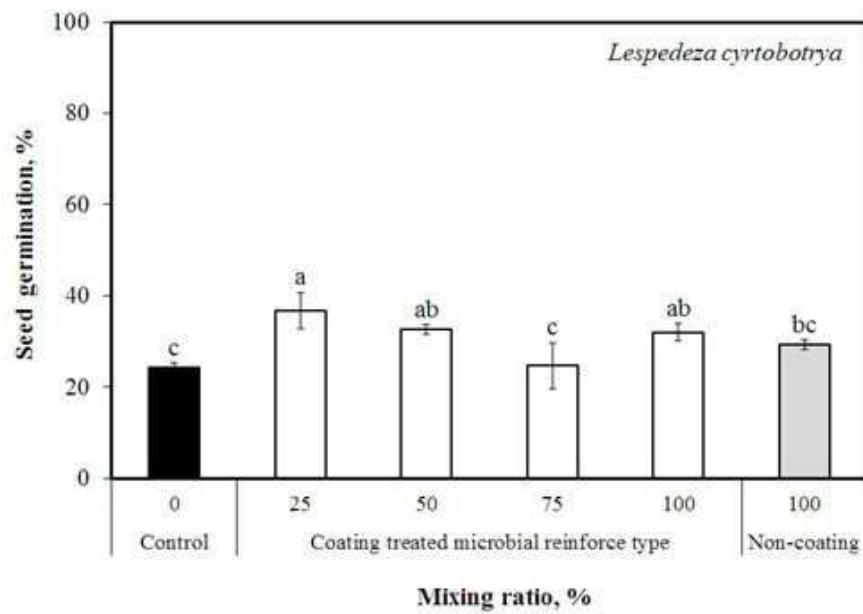
도면7



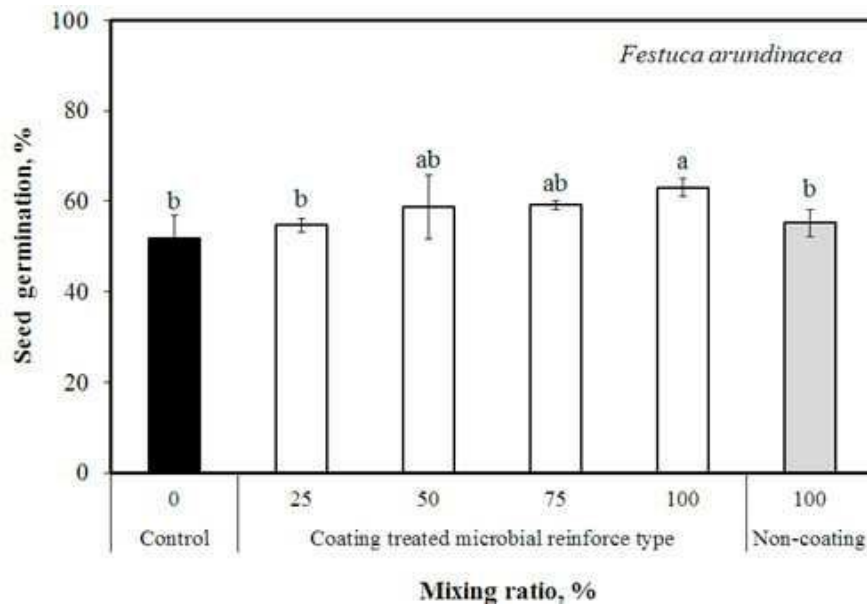
도면8



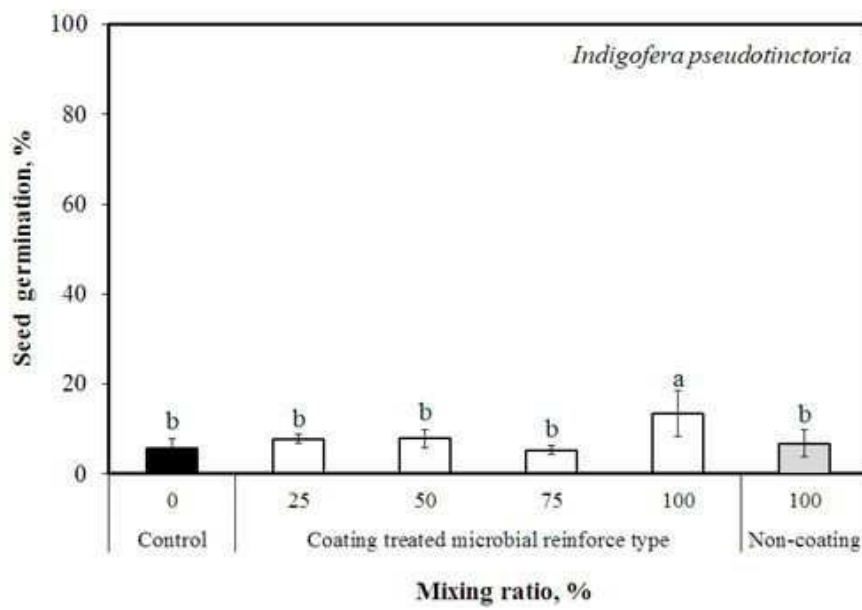
도면9a



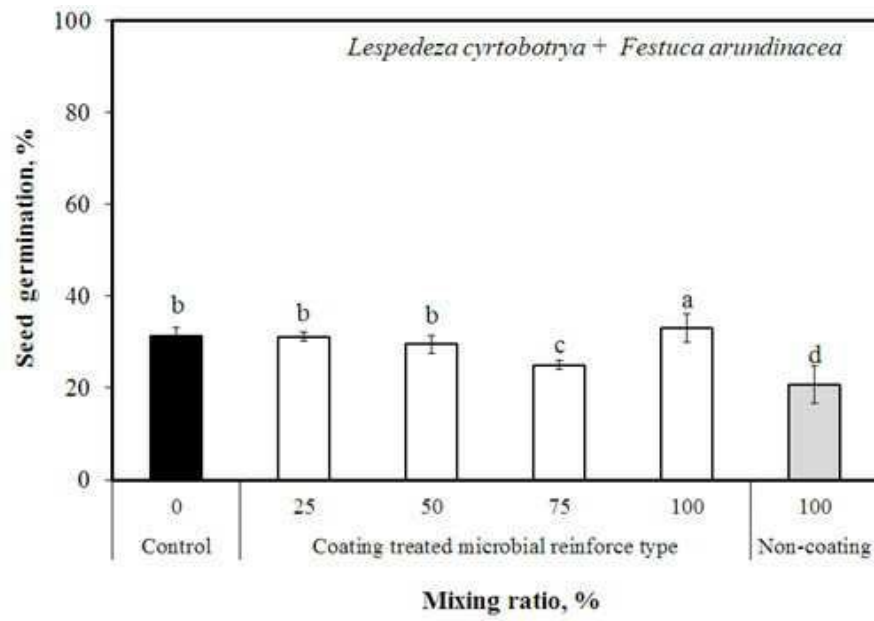
도면9b



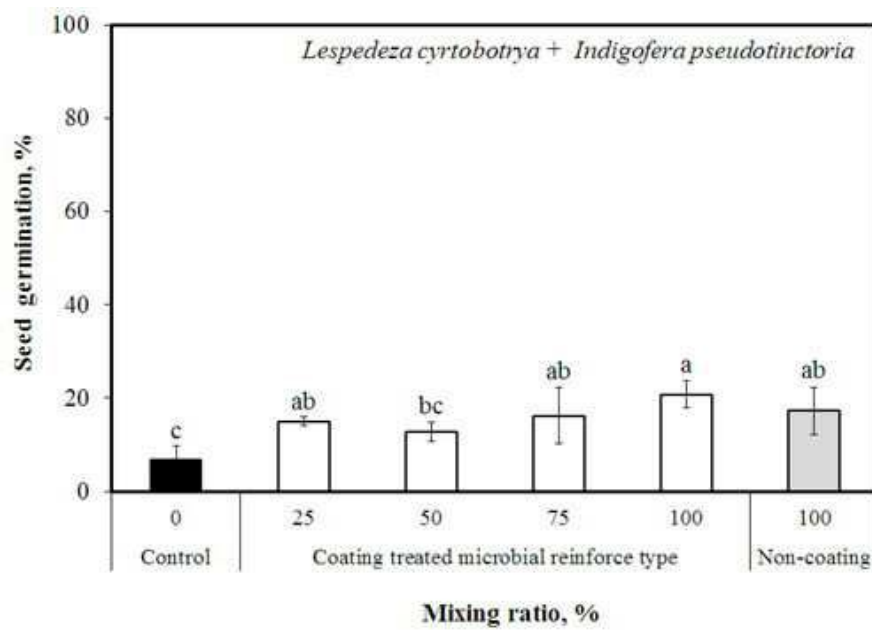
도면9c



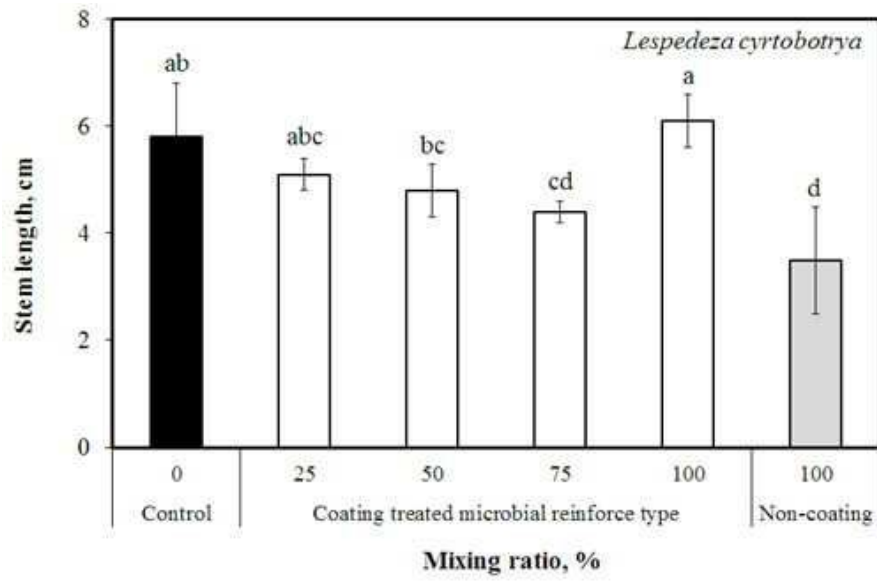
도면10a



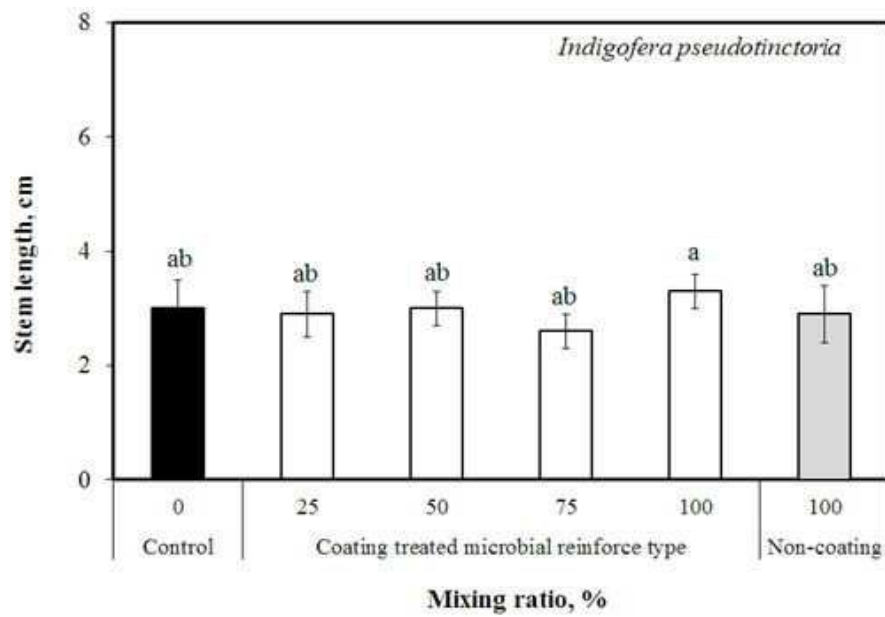
도면10b



도면11a



도면11b



도면11c

