



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0045875
(43) 공개일자 2019년05월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01N 31/08 (2006.01) A01C 1/06 (2006.01)
A01G 7/06 (2006.01) C05F 11/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01N 31/08 (2013.01)
A01C 1/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0127197
(22) 출원일자 2018년10월24일
심사청구일자 2018년10월24일
(30) 우선권주장
1020170138501 2017년10월24일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
전종록
대전광역시 유성구 송강로42번길 61, 512동 1109호(송강동, 송강청솔아파트)
차준영
경상남도 진주시 진주대로 544, 506호 (가좌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
최규환

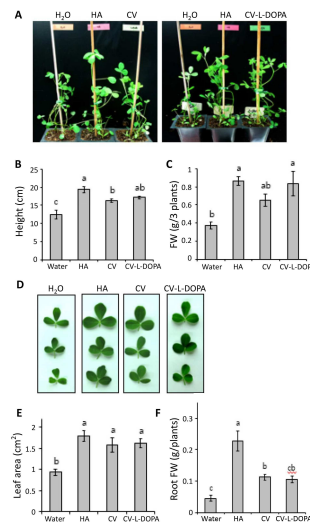
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **페놀계 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물 및 그의 용도**

(57) 요약

본 발명은 단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물에 관한 것으로, 본 발명의 페놀 중합체는 식물 생장 또는 바이오매스 증진용 조성물, 비료 조성물 또는 토양 개량제 등의 유효성분으로 활용가능하고, 식물의 성장 촉진 및 생산량 증대를 도모할 수 있으며, 인공 휴믹산으로 개발되어 기존의 천연 휴믹산 시장을 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A01G 7/06 (2013.01)

C05F 11/00 (2013.01)

라일라 칼레다

경상남도 진주시 진주대로 501, 27-621(가좌동)

(72) 발명자

정해진

부산광역시 영도구 웃서발로 82-5(동삼동)

김외연

경상남도 진주시 내동면 순환로 425-61, 110동
1402호(남강휴먼빌아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 115085-2

부처명 농림축산식품부

연구관리전문기관 농림수산물기술기획평가원

연구사업명 농생명산업기술개발사업

연구과제명 리그닌 전구체를 이용한 인공 휴믹산 합성 및 식물생장조절제 개발

기 여 율 4/10

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2016.12.18 ~ 2017.12.17

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2016R1D1A3B03934409

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공계 개인기초연구사업

연구과제명 전사체 분석을 통한 휴믹산의 식물 생장 촉진 기작 규명

기 여 율 3/10

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017041B10-1719-BA01

부처명 산림청

연구관리전문기관 한국임업진흥원

연구사업명 산림생명자원 소재발굴연구

연구과제명 리그닌의 생물학적·비생물학적 산화 처리를 통한 신재생 유기 비료 개발

기 여 율 3/10

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.31 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 단량체 페놀의 중합체는 카테콜(catechol) 및 바닐릭산(vanillic acid)의 혼합물; 또는 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌(L-3,4-dihydroxyphenylalanine)의 혼합물;을 산화제로 중합하여 제조되는 공중합체(copolymer)인 것을 특징으로 하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물.

청구항 3

제1항 또는 제2항의 조성물을 식물, 식물의 종자 또는 식물 식재 토양에 처리하는 단계를 포함하는 식물의 생장을 촉진하고 바이오매스를 증진시키는 방법.

청구항 4

단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 비료 조성물.

청구항 5

단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 토양 개량제.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 페놀계 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물 및 이의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 세계 인구 증가에 따른 식량 공급 문제, 지구 온난화에 따른 환경 문제, 석유 자원 고갈에 따른 에너지 위기, 인류 보건 문제 등이 사회적 문제로 대두되고 있다. 식물 자원은 종자 수확량 증대를 통한 식량 문제 해결 또는 바이오매스 증진과 바이오에너지 생산을 통한 에너지 문제 해결 등에 활용될 수 있다. 특히 20세기 이후 크게 진보된 생명공학기술을 이용하여 개량한 생명공학 작물(또는 유전자변형 작물, GM 작물)들은 이들 문제를 해결하기 위한 주요 수단으로 여겨지고 있다.

[0003] 식물 바이오매스는 통상 건조와 같은 사료작물에 대한 수확량을 의미하는데, 최근에는 비식용작물의 바이오매스를 증대시켜 에탄올과 같은 바이오에너지를 개발하는 연구가 활발히 진행 중에 있다. 식물의 바이오매스 수확량은 식물체 크기와 비례하며, 많은 생물종은 특정 발달 단계에서 식물체의 각 부분 간의 크기에 일정한 비율을 유지한다. 따라서 식물체의 크기 비교에는 한 기관의 크기 측정을 통하여 다른 기관의 크기를 추정할 수 있다. 예를 들어, 보다 큰 잎 면적을 갖는 큰 식물체가 보다 작은 식물체에 비해 전형적으로 많은 광 및 이산화탄소를 흡수하므로, 동일 기간 내에 보다 큰 중량을 얻는 것으로 알려졌다. 특히, 식물의 바이오매스 생산성 증대를 위해서는 식물의 빠른 생장이 중요하다. 통상 초기 발달 단계에서의 식물체의 크기는 전형적으로 발달 후기의 식물체의 크기와 연관되어 있기 때문에 식물의 초기 생장을 촉진시킬 수 있다면 바이오매스 생산성 증대를 도모할 수 있다.

[0004] 천연 휴믹 물질(natural humic substance)은 토양에 가해진 유기물이 여러가지 미생물에 의하여 분해작용을 받아 원조직이 변질되거나 새롭게 합성된 갈색 또는 암갈색의 일정한 형태가 없는 교질상의 복잡한 물질로서, 보통 자연환경의 토양, 물, 퇴적물, 석탄, 이탄 등에서 발견되며, 금속과 무기물을 킬레이트(chelate)할 수 있는 중합 페놀 물질을 포함한다. 또한, 천연 휴믹 물질은 자연환경에서 무기 및 유기 화합물을 연결하는 중요한 역

할을 하고 있으며, 이는 천연 휴믹 물질의 주변 사슬에 방향족(aromatic), 하이드록시기(hydroxyl group), 카르보닐기(carbonyl group), 카르복시기(carboxyl group), 아민기(amine group), 설프하이드릴기(sulfhydryl group) 등이 포함되어 있어 다양한 성질과 구조를 갖기 때문이라고 추측되어진다. 천연 휴믹 물질은 산과 알칼리 용액에서의 용해도에 따라 풀빅산(fulvic acid)과 휴믹산(humic acid)으로 분류할 수 있다. 풀빅산은 산 용액에서 녹으나 휴믹산은 산 용액에서 녹지 않는다.

[0005] 휴믹산은 식물의 잔재물이 퇴적되어 수천만년 동안 미생물이나 효소, 곰팡이류 또는 원충에 의하여 발효, 유기 축매, 물질 전환 작용을 반복하는 과정을 거친 퇴적층에서 얻을 수 있다. 휴믹산은 불용의 무기물을 식물이 흡수할 수 있는 수용 형태로 전환시키고 가역적으로 결합되어 있는 무기물들을 천천히 해리시킴으로써, 영양분의 공급원과 저장소로서 역할을 한다. 또한 휴믹산은 식물의 생장과 종자의 발아를 촉진하고 식물의 비타민 함량을 증가시키며, 잎을 통한 무기요소의 흡수를 촉진하여 식물의 영양을 개선시킬 수 있다.

[0006] 휴믹산은 일반적으로 휴믹산 염의 형태로 토양 중에 2% 미만으로 분포되어 있으며, 가연성 광물 중 20~80% 이상으로 분포되어 있다.

[0007] 지금까지 휴믹산 염은 가연성 광물, 예를 들어 오랜 기간 지하에 매장되어 있던 갈탄, 이탄, 또는 늪이나 산림에 분포하는 이탄토(peat soil) 또는 부엽토(leaf mold)를 원료로 사용하여 알칼리 용액으로 추출 및 정제하여 왔다. 그러나, 종래의 가연성 광물로부터 휴믹산 염의 추출방법은 추출된 휴믹산 염의 용액에 과량의 알칼리 용액이 포함되어 있거나, 수득률이 매우 낮아 비효율적인 단점이 있다. 또한 원료가 되는 유기 물질에 따라 추출되는 휴믹산의 질과 수량에 있어서 현저한 차이가 나는 문제점이 있다. 따라서 천연 휴믹산을 대체할 수 있는 양질의 대량 생산이 가능한 후보 물질 개발이 요구되고 있다.

[0008] 한편, 한국등록특허 제1289405호에는 '식물의 생장 또는 바이오매스 증가를 촉진시키는 GGPS 유전자 및 이의 용도'가 개시되어 있고, 한국등록특허 제1631762호에는 'CBRI를 이용한 식물체의 생장 또는 바이오매스 증가를 촉진시키는 방법'이 개시되어 있으나, 본 발명의 폐놀계 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물에 대해서는 기재된 바가 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 요구에 의해 도출된 것으로서, 본 발명자들은 카테콜과 바닐릭산의 공중합체; 및 카테콜과 바닐릭산의 혼합물에 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌을 첨가하여 합성된 공중합체;가 휴믹산과 유사한 구조를 형성하며, 쌍떡잎 식물인 알팔파(Alfalfa)와 외떡잎 식물인 이탈리아 라이그라스(Italian ryegrass) 및 벼의 키, 생중량, 잎 면적 또는 뿌리 길이를 증가시키는 것을 확인함으로써, 본 발명을 완성하였다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물을 제공한다.

[0011] 또한, 본 발명은 상기 조성물을 식물, 식물의 종자 또는 식물 식재 토양에 처리하는 단계를 포함하는 식물의 생장을 촉진하고 바이오매스를 증진시키는 방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명은 단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 비료 조성물 및 토양 개량제를 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 단량체 페놀의 중합체는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스의 증진 효과가 우수하여 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물, 비료 조성물 또는 토양 개량제 등의 유효성분으로 유용하게 사용될 수 있으므로, 본 발명의 폐놀계 산화 중합체가 인공 휴믹산으로 개발되어 기존의 천연 휴믹산 시장을 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 알팔파를 모델 식물로 하여 본 발명의 폐놀계 산화 중합체 물질(CV, CV-L-DOPA)을 처리하였을 경우 식물의 초장(A, B), 전체 생중량(C), 잎 면적(D, E) 및 뿌리 생중량(E)을 측정한 결과이다. HA; 휴믹산(Humic

acid), CV; 카테콜(catechol)과 바닐릭산(vanillic acid)의 공중합체, CV-L-DOPA; 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌(dihydroxyphenylalanine) 혼합물의 공중합체.

도 2는 이탈리아인 라이그라스를 모델 식물로 하여 본 발명의 페놀계 산화 중합체 물질(CV, CV-L-DOPA)을 처리하였을 경우 식물의 초장(A, B), 전체 생중량(C), 뿌리 길이(D), 뿌리 생중량(E)을 측정한 결과이다.

도 3은 벼를 모델 식물로 하여 본 발명의 페놀계 산화 중합체 물질(CV, CV-L-DOPA)을 처리하였을 경우 식물의 초장을 측정한 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물을 제공한다.
- [0016] 본 발명의 상기 용어 '바이오매스'는 식물의 건조 중량 또는 생중량을 의미하며, 바이오매스는 다르게 규정되지 않은 이상 식물의 모든 부분, 예를 들면, 어린싹 바이오매스(땅위에 있는 모든 식물 부분), 잎 바이오매스 및 뿌리 바이오매스를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 용어 "건조 중량"은 대다수의 세포의 수분을 제거하기 위해 건조시킨 식물의 중량을 말한다. 용어 "생중량"은 대다수의 세포의 수분을 제거하기 위해 건조시키지 않은 식물의 중량을 말한다. 바이오매스는 당업계에 알려진 바이오매스 측정 방법에 의해 측정이 가능하다.
- [0017] 본 발명의 일 구현 예에 따른 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 조성물에서, 상기 단량체 페놀의 중합체는 카테콜(catechol) 및 바닐릭산(vanillic acid)의 혼합물; 또는 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌(L-3,4-dihydroxyphenylalanine)의 혼합물;을 산화제로 중합하여 제조되는 공중합체(copolymer)일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0018] 본 발명의 단량체 페놀의 중합체 제조에 있어서, 상기 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌은 상업적으로 합성/분리되어 판매하는 물질에 국한되는 것은 아니다.
- [0019] 본 발명의 단량체 페놀의 중합체 제조에 있어서, 상기 산화제는 염화구리(I), 과산화황산암모늄, 과요오드산나트륨, 염화칼륨 및 산화효소로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상일 수 있으며, 상기 산화효소는 퍼옥시데이즈, 락카아제 또는 이들의 혼합물일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 락카아제는 트라메테스 베르시콜라(*Trametes versicolor*), 포메스 포멘타리우스(*Fomes fomentarius*), 사에토미움 써모필레(*Chaetomium thermophile*), 뉴로스포라 크라사(*Neurospora crassa*), 콜로리우스 베르시콜(*Colorius versicol*), 보트리티스 시네레아(*Botrytis cinerea*), 리기도포러스 리그노수스(*Rigidoporus lignosus*), 가노테르마 루시둠(*Ganoderma lucidum*), 코리오루스 히르수투스(*Coriolus hirsutus*), 루술라 델리카(*Russula delica*), 플루로토스 오스트레아투스(*Pleurotos ostreatus*), 아스페질러스 니둘란스(*Aspergillus nidulans*) 등의 미생물에서 유래된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0020] 본 발명의 상기 공중합체는 당업계에 알려진 통상의 페놀계 화합물의 산화 중합체 제조 방법에 의해 제조가 가능하다.
- [0021] 본 발명은 또한, 상기 조성물을 식물, 식물의 종자 또는 식물 식재 토양에 처리하는 단계를 포함하는 식물의 생장을 촉진하고 바이오매스를 증진시키는 방법을 제공한다. 상기 식물의 생장을 촉진하고 바이오매스를 증진시키는 방법으로는 상기 조성물을 식물에 침지하거나 관주, 즉, 분무하여 수행할 수 있다. 침지하는 방법의 경우, 조성물을 식물체 주변의 토양에 붓거나 또는 종자를 조성물에 담가둘 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0022] 또한, 본 발명은 단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는, 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 비료 조성물을 제공한다.
- [0023] 용어 '비료'는 식물이 정상적으로 생육하기 위하여 필요한 원소의 하나 혹은 그 이상을 공급하는 모든 물질을 의미하며, 유기비료(분해되는 식물/동물 물질로 이루어짐)와 무기비료(화학 물질 및 무기 물질로 이루어짐) 등으로 구분될 수 있다.
- [0024] 본 발명에 따른 비료 조성물은 일반적인 제형기를 사용하여 적당한 크기의 액상, 분말, 펠렛 또는 과립 등의 다양한 형태로 제형화 될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기에서 제형화된 본 발명의 비료 조성물은 그대로 사용되거나 또는 실온에서 풍건하거나 동결 건조 또는 고온 건조 방법으로 건조시켜 사용할 수 있다. 액상 형태의 비료 조성물을 농가에서 적절히 사용하기 위해서는 작물에 사용 가능한 pH 범위로서 침전이 되지 않아야만 한다. 이는 사용하는 원료의 pH, 용해도를 고려하여 배합비를 선정하여야만 한다.

- [0025] 또한, 본 발명은 단량체 페놀의 중합체를 유효성분으로 포함하는, 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진용 토양 개량제를 제공한다.
- [0026] 용어 '토양 개량제(soil conditioner)'는 토양의 물리화학적 성질을 식물생육에 알맞게 개선하여 생산성을 높이기 위해 사용되는 물질을 의미하며, 상기 토양개량제는 본 발명의 단량체 페놀의 중합체 단독 또는, 기존의 화학비료, 벤토나이트(bentonite), 제올라이트(zeolite), 버미큘라이트(vermiculite), 암모늄, 석회염, 붓짚, 보릿짚, 들풀로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상과 혼합하여 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0027] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0028] **제조예 1. 카테콜과 바닐릭산의 공중합체(CV) 제조**
- [0029] 카테콜(catechol, sigma, 미국) 1.0 g과 바닐릭산(vanillic acid, sigma) 1.0 g을 100% 에탄올 48 mL이 함유된 100 mL 아세트산나트륨 버퍼 192 mL에 첨가하여 혼합하였다. 상기 혼합액에 트라메테스 베르시콜라 락카아제(*trametes versicolor* laccase, sigma) 20 mg을 첨가하고 36℃, 400 rpm의 조건으로 24시간 동안 교반하여 산화 고분자 합성을 유도하였다. 상기 합성된 산화 고분자화 반응물을 분획분자량(molecular weight cut-off) 5 kda의 아미콘 울트라 필터(millipore, 독일)를 사용하여 멸균 증류수로 탈염과정을 수행함으로써 교반액 속의 고분자를 다시 분리하였다. 분리된 고분자 용액을 식물에 처리하는데 사용하였으며, 처리 농도 조절을 위한 용액의 고형분은 고분자 용액 0.5 mL을 80℃에서 건조시켜 측정하였다.
- [0030] **제조예 2. 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌 혼합물의 공중합체 (CV-L-DOPA) 제조**
- [0031] 카테콜 0.8 g, 바닐릭산 1 g 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌(L-3,4-dihydroxyphenylalanine) 0.2 g을 100% 에탄올 48 mL이 함유된 100 mL 아세트산나트륨 버퍼 192 mL에 첨가하여 혼합하였다. 이후, 트라메테스 베르시콜라 락카아제(*trametes versicolor* laccase, sigma) 20 mg을 첨가하여 고분자 합성을 유도한 후 합성된 고분자를 분리하였다. 고분자의 분리·정제 과정은 전술한 내용과 동일하다. 상기 제조과정을 통해 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌의 공중합체를 제조하였다.
- [0032] **실시예 1. 알팔파의 생장 촉진 및 바이오매스 증진 효과 분석**
- [0033] 쌍떡잎 식물인 알팔파(*Medicago sativa*, alfalfa)를 모델 식물로 사용하여 본 발명의 단량체 페놀 중합체의 식물 생장 촉진 및 바이오매스 증진 효과를 확인하였다.
- [0034] 알팔파 종자를 흙(Farmhannong, 한국)에 심은 다음 23℃의 암조건에서 발아를 유도하였고, 어린 뿌리가 나온 것을 확인한 후 16시간:8시간(명:암) 광주기 조건으로 설정된 생장 챔버에서 배양하였다. 발아 8일 및 15일 후, 1) 멸균 증류수, 2) 휴믹산(HA, 86 mg/L), 3) 카테콜과 바닐릭산의 공중합체(CV, 86 mg/L), 또는 4) 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌의 공중합체(CV-L-DOPA, 86 mg/L)를 스프레이 방식으로 식물 개체당 약 3 mL 정도로 각각 엽면시비(foliar fertilization)하였다. 발아 22일 후에 알팔파의 초장(height), 생중량(FW, fresh weight), 잎 면적(leaf area) 및 뿌리 생중량(root FW)을 측정하였다.
- [0035] 그 결과, 물을 처리한 대조군에 비해 CV 및 CV-L-DOPA를 처리한 군에서 알팔파의 초장(도 1A, B), 생중량(도 1C), 잎의 면적(도 1D, E)과 뿌리 생중량(도 1F)이 증가함을 확인하였으며, 특히 본 발명의 공중합체를 처리한 군은 뿌리 생중량을 제외한 초장, 생중량 및 잎의 면적 변화가 휴믹산을 처리한 군과 유사한 것으로 확인되었다.
- [0036] **실시예 2. 이탈리아 라이그라스의 생장 촉진 및 바이오매스 증진 효과 분석**
- [0037] 외떡잎 식물인 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum*, Italian ryegrass)를 모델 식물로 사용하여 본 발명의 단량체 페놀 중합체의 식물 생장 촉진 및 바이오매스 증진 효과를 확인하였다.
- [0038] 이탈리아 라이그라스의 종자는 상기 실시예 1과 같은 방법으로 발아 유도하였으며, 발아 5일 및 10일 후, 1) 멸균 증류수, 2) 휴믹산(HA, 86 mg/L), 3) 카테콜과 바닐릭산의 공중합체(CV, 86 mg/L), 또는 4) 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌의 공중합체(CV-L-DOPA, 86 mg/L)를 스프레이 방식으로 식물 개체당 약 3 mL 정도로 각각 엽면시비를 2번 반복하였다. 발아 22일 후에 이탈리아 라이그라스의 초장(height), 생중량(FW, fresh weight), 뿌리 길이 및 뿌리 생중량(root FW)을 측정하였다.
- [0039] 그 결과, 물을 처리한 대조군에 비해 CV 및 CV-L-DOPA를 처리한 군에서 이탈리아 라이그라스의 초장(도 2A, B), 생중량(FW)(도 2C)이 증가함을 확인하였고, 특히 CV-L-DOPA의 처리군에서 휴믹산(HA) 처리군에 비해 이탈리아

라이그라스의 초장이 유의성 있는 수준에서 증가된 것이 확인되었다. 또한, 이탈리아인 라이그라스의 뿌리 길이가 물을 처리한 대조군에 비해 CV 및 CV-L-DOPA를 처리한 군에서 증가한 것을 육안으로 관찰하였고(도 2D), 이탈리아인 라이그라스의 뿌리 생중량 역시 물을 처리한 대조군에 비해 CV 및 CV-L-DOPA를 처리한 군에서 증가된 것이 확인되었다(도 2E).

[0040] 실시예 3. 벼의 생장 촉진 효과 분석

[0041] 외떡잎 식물인 벼(*Oryza sativa*)를 모델 식물로 사용하여 본 발명의 단량체 페놀 중합체의 식물 생장 촉진 효과를 확인하였다.

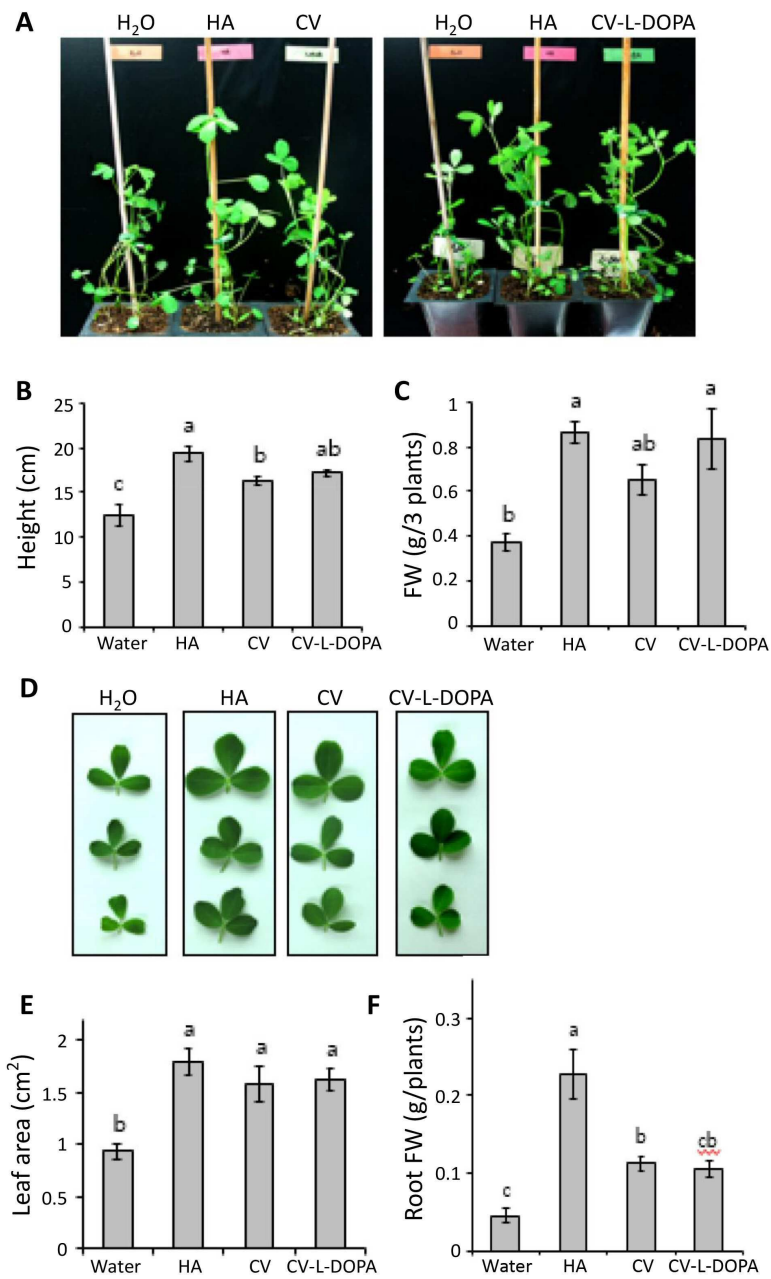
[0042] 벼의 종자는 벼 종자용 소독제(스포탁, 경농)를 이용하여 소독한 후 멸균 수에 침지하여 하루하루 물을 갈아주면서 5일 동안 발아를 유도하였다. 유근이 명확히 자란 벼 종자를 1) 멸균 증류수, 2) 휴믹산(HA, 8.6 및 86 mg/L), 3) 카테콜과 바닐릭산의 공중합체(CV, 8.6 및 86 mg/L)가 희석된 MS 배지로 옮겨 생장을 유도한 후 3일과 7일 후에 벼의 초장을 측정하였다. 그 결과, 페놀 중합체가 포함되지 않은 대조군에 비해 CV를 포함하는 배지에서 벼의 초장이 증가하였고, 상업 휴믹산(HA, Sigma)을 처리한 군과 유사한 것으로 확인되었다(도 3A).

[0043] 또한, 상기와 같은 방식으로 유도된 유근이 나온 벼 씨앗을 1) 멸균 증류수, 2) 휴믹산(HA, 8.6 및 86 mg/L), 3) 카테콜과 바닐릭산의 공중합체(CV, 8.6 및 86 mg/L), 또는 4) 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌의 공중합체(CV-L-DOPA, 8.6 및 86 mg/L)가 포함된 MS 배지에서 20일간 배양한 후에 벼의 초장을 측정하였다. 그 결과, 대조군에 비해 CV 및 CV-L-DOPA를 처리한 군에서 벼의 초장이 증가하였고, 휴믹산(HA)을 처리한 군과 유사함을 확인하였다. 특히 8.6 mg/L의 CV-L-DOPA 처리군은 8.6 mg/L의 휴믹산 처리군에 비해 벼의 생장이 현저하게 증가되어 저농도로 사용하여도 벼의 생장을 촉진시킬 수 있음을 알 수 있었지만, 고농도의 CV는 벼의 생장을 억제함을 확인하였다(도 3B).

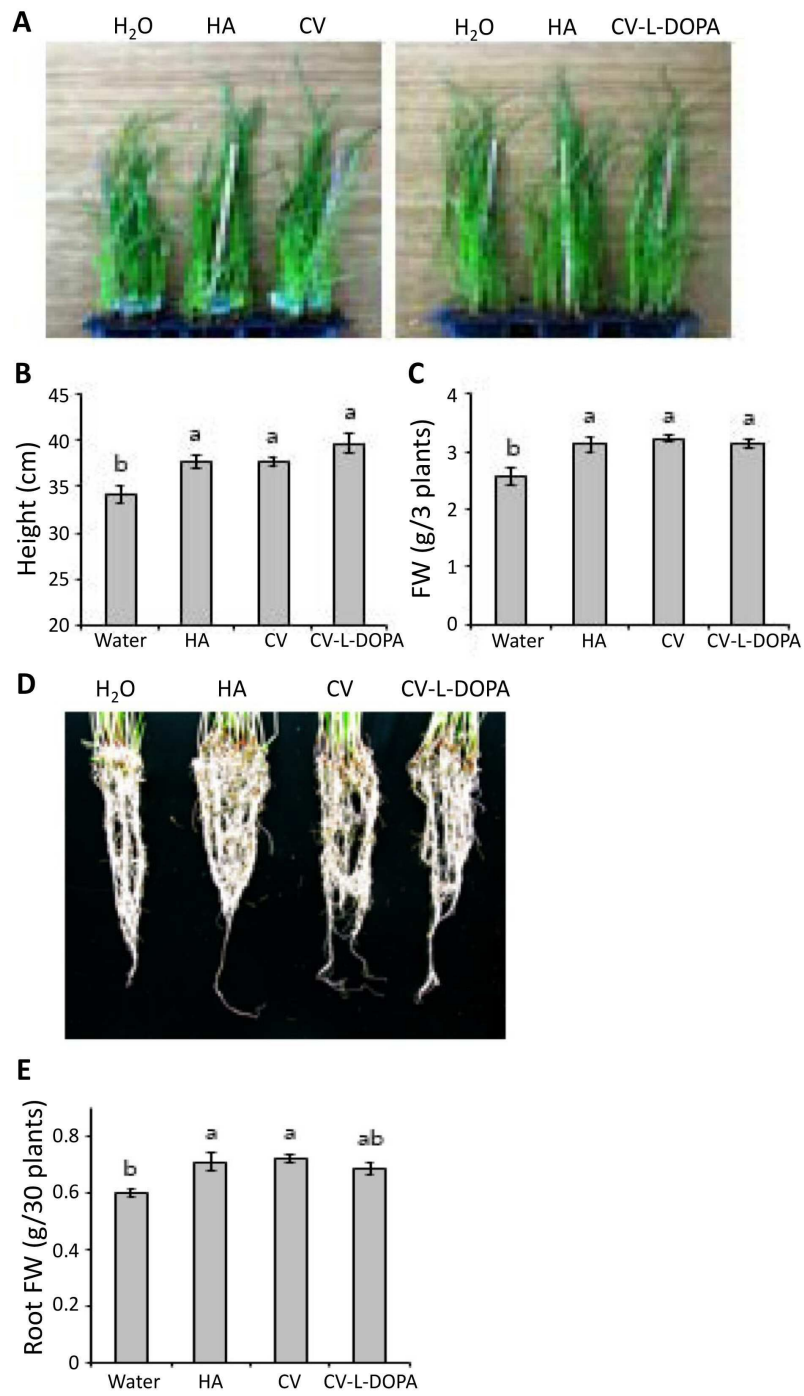
[0044] 상기 결과를 통해, 카테콜 및 바닐릭산; 또는 카테콜, 바닐릭산 및 L-3,4-디하이드록시페닐알라닌;의 공중합체는 쌍떡잎 또는 외떡잎 식물의 생장 촉진 및 바이오매스 증진 효과가 우수하여, 상업적 휴믹산을 대체할 수 있는 유사 유기 고분자 비료 또는 토양 개량제로 활용될 수 있음을 유추할 수 있었다.

도면

도면1

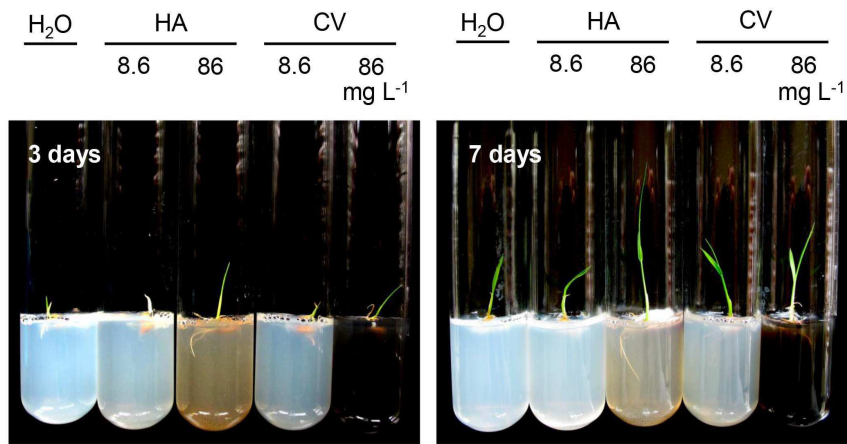


도면2



도면3

A



B

