



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0058639
(43) 공개일자 2024년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10B 53/07 (2006.01) B29B 17/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10B 53/07 (2013.01)
B29B 17/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0139566
(22) 출원일자 2022년10월26일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
육용식
서울특별시 성북구 고려대로17가길 64 (안암동1가, 래미안 안암)
원상주
서울특별시 성북구 고려대로17가길 64 (안암동1가, 래미안 안암)
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 바이오차를 활용한 COVID-19 팬데믹의 지속가능한 플라스틱 폐기물 관리 방법

(57) 요약

본 발명은 바이오차를 활용한 COVID-19 팬데믹의 지속가능한 플라스틱 폐기물 관리 방법에 관한 것으로, 구체적으로 본 발명은 플라스틱 폐기물로부터 바이오차를 생산하는 방법 및 플라스틱 폐기물을 열분해는 하는 단계를 포함하는 플라스틱 폐기물의 지속가능한 관리방법에 관한 것이다. 본 발명에서 제공하는 바이오차를 활용한 COVID-19 팬데믹의 지속가능한 플라스틱 폐기물 관리 방법은 플라스틱 폐기물에서 바이오차를 효과적으로 회수할 수 있어 플라스틱 폐기물로 오염된 환경을 개선할 뿐만 아니라 플라스틱 폐기물로부터 생산된 바이오차는 다양한 산업분야에 유용하게 사용될 수 있다.

(52) CPC특허분류

B29B 2017/0496 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345347582
과제번호 2021R1A6A1A10045235
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축
연구과제명 오정리질리언스연구원
기 여 율 1/3
과제수행기관명 고려대학교
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1395071971
과제번호 PJ014758012022
부처명 농촌진흥청
과제관리(전문)기관명 농촌진흥청
연구사업명 미생물활용농업환경문제개선기술개발
연구과제명 영농 페비닐의 작물생산성/환경에 미치는 영향 연구(1주관)
기 여 율 1/3
과제수행기관명 고려대학교(서울)
연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711153651
과제번호 2021R1A2C2011734
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 토양 잔류 페플라스틱의 분해도 및 장기 토양특성 변화평가
기 여 율 1/3
과제수행기관명 고려대학교
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

플라스틱 폐기물로부터 바이오차를 생산하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방법은 열분해를 통해 수행하는 것을 특징으로 하는, 플라스틱 폐기물로부터 바이오차를 생산하는 방법.

청구항 3

플라스틱 폐기물을 열분해는 하는 단계를 포함하는, 플라스틱 폐기물의 지속가능한 관리방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 바이오차를 활용한 COVID-19 팬데믹의 지속가능한 플라스틱 폐기물 관리 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 플라스틱은 팬데믹 이전에 해양 및 육상 환경에서 가장 흔하고 지속적인 유기 오염 물질 중 하나가 되었고, 전염병이 발생하기 전 세계적으로 매년 약 66억 톤의 플라스틱이 매립되거나 자연 환경에 남아 있으며, 이는 연간 플라스틱 생산량의 80%를 차지하고 있다. 특히 팬데믹 기간 동안 플라스틱의 사용이 증가하고 재활용 플라스틱 사용에 대한 노력과 관심이 부족해지면 더 많은 플라스틱 폐기물이 육지와 바다에 버려지고 있다.

[0003] 플라스틱에 취약한 해양 생물은 바다거북, 해양 포유류, 바닷새 등이 있으며, 이러한 해양동물의 플라스틱 섭취는 Great Shearwaters의 지방 조직과 계란에 축적된 PCB를 증가시키며, 해저에 플라스틱 파편이 침전되면 침전물과 물 사이의 가스 교환을 차단하여 해양 생태계를 교란시킬 수 있는 등, 플라스틱 폐기물은 생태계의 파괴 및 환경오염의 심각한 문제를 야기하고 있다.

[0004] 이에 우리나라를 포함하여 전세계적으로 플라스틱 폐기물에 대한 심각성을 인지하여 폐기물을 관리할 수 있는 기술개발이 요구되고 있으나, 폐기물 관리에 비용이 많이 소요되기 때문에 경제적인 부담이 크다.

[0005] 따라서 COVID-19 팬데믹 시대에 지속적으로 증가하고 있는 플라스틱 폐기물을 효율적이며 경제적으로 지속관리할 수 있는 기술의 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2016-0019914호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에 본 발명자들은 플라스틱 폐기물로부터 산업적으로 다양하게 활용할 수 있는 바이오차의 생산방법 및 이를 이용한 플라스틱 폐기물의 관리방법을 개발함으로써 본 발명을 완성하였다.

[0008] 따라서 본 발명의 목적은 플라스틱 폐기물로부터 바이오차를 생산하는 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 플라스틱 폐기물을 열분해는 하는 단계를 포함하는, 플라스틱 폐기물의 지속가능한 관리방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명은 플라스틱 폐기물로부터 바이오차를 생산하는 방법을 제공한다.
- [0011] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 방법은 열분해를 통해 수행하는 것일 수 있다.
- [0012] 또한 본 발명은 플라스틱 폐기물을 열분해는 하는 단계를 포함하는, 플라스틱 폐기물의 지속가능한 관리방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0013] COVID-19 대유행 시대를 통해 플라스틱 폐기물은 엄청난 양으로 증가하고 있고 이로 인한 환경문제는 COVID-19 팬데믹 이전에 비해 인간의 건강과 생태계 균형에 훨씬 더 큰 위협이 되고 있다. 한편, 본 발명에서 제공하는 바이오차를 활용한 COVID-19 팬데믹의 지속가능한 플라스틱 폐기물 관리 방법은 플라스틱 폐기물에서 바이오차를 효과적으로 회수할 수 있어 플라스틱 폐기물로 오염된 환경을 개선할 뿐만 아니라 플라스틱 폐기물로부터 생산된 바이오차는 다양한 산업분야에 유용하게 사용될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명은 바이오차를 활용한 COVID-19 팬데믹의 지속가능한 플라스틱 폐기물 관리 방법에 관한 것으로, 플라스틱 폐기물로부터 바이오차를 생산하는 방법을 제공함에 특징이 있다.
- [0015] 플라스틱 폐기물의 열분해 및 co-열분해는 플라스틱 폐기물을 부가가치 제품으로 전환시키는 환경 친화적인 방법 중 하나이다. 연구 증거에 따르면 바이오매스 및 플라스틱 폐기물의 열분해는 높은 바이오 오일 생산량과 낮은 생산량의 바이오차를 얻는다. 예를 들어, 솔방울과 플라스틱(예: 저밀도 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스티렌)을 500℃에서 열분해하면 열분해 혼합물의 시너지 효과로 인해 많은 양의 바이오 오일이 생성되며 수득한 바이오차는 더 높은 발열량을 나타낸다. 일반적으로 바이오차의 생산에 대한 부정적인 시너지 효과로 인해 열분해는 바이오 숯을 덜 생산하지만 더 많은 휘발성 제품을 생산한다. 이와 관련된 예로, 왕겨와 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)의 열분해는 왕겨에서 파생된 자유 라디칼이 HDPE의 분해와 탄화수소 라디칼의 형성을 촉진한다는 것을 보여주었다. 해중합, H 이동 및 라디칼 간의 반응을 통한 개시 및 2차 라디칼 형성이 이에 관련된 주요 단계이다. 유사하게, HDPE의 열분해에서 바이오차 생산에 대한 부정적인 시너지 효과가 관찰되었다. 신문지와 HDPE를 500℃에서 열분해하여 생성된 바이오차는 낮은 산소 함유 관능기, 높은 발열량, 높은 다공성 및 높은 연료비를 나타내어 고체 연료, 토양 흡착제로 사용될 가능성이 더 크다. 또한, 재활용된 폐 PET 플라스틱 병을 연소 후 CO₂ 포집을 위한 엔지니어링 바이오차로 제조하여 플라스틱 오염과 기후 변화라는 두 가지 중요한 환경 문제를 동시에 성공적으로 완화했으며 이 접근 방식은 수명 주기 관점에서 폐쇄 탄소 루프로 추가로 확인된 바 있다. 이는 2050년까지 탄소 중립을 달성하고 지속 가능한 플라스틱 관리를 달성하는 데 도움이 될 수 있다. 또한, 바이오매스와 플라스틱을 열분해하여 생산된 바이오차의 특성과 환경적 응용에 대한 연구도 보고된 바 있는데, 연구에서 사용된 재배 배지와 사용된 플라스틱 재배 백은 550℃에서 열분해되는 반면 공급원료 혼합물의 플라스틱 함량은 0, 0.25, 2.5, 5 및 10% 사이에서 다양한 것으로 나타났다. 혼합물의 플라스틱 함량을 증가시키면 바이오차의 수율이 감소하고 카르복실레이트 음이온, 아마이드 및 방향족 그룹과 같은 새로운 표면 작용기의 형성이 감소되는 것으로 나타났다. 또한, 사용된 배지와 플라스틱에서 생산된 모든 바이오차는 식물 독성을 보이지 않았다. 그러나 멀칭 시트 공급 원료 혼합물과 콩 작물 잔류물의 열분해로 생성된 바이오 숯에 대해 높은 식물 독성이 관찰되었다. 식물 독성은 멀칭 시트 공급 원료 혼합물로 콩 작물 잔류물에서 파생된 생성된 바이오차를 세척한 후에는 크게 감소한 것으로 나타났다. 유사하게, 또 다른 연구보고에 따르면, 500℃에서 탈수된 돼지 고형물과 10% 사용된 플라스틱 덮개 필름의 열분해로 생성된 바이오차의 연구결과, 탈수된 돼지 고형물의 표면적 및 1H NMR 스펙트럼에서는 바이오차 및 탈수된 돼지 고형물의 열분해된 바이오차 및 10% 폐플라스틱 멀치 필름에서만 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 플라스틱 폐기물을 다른 바이오매스 폐기물과 열분해하는 것은 돼지 고형물 및 폐 플라스틱 덮개 필름을 처리하는 환경 친화적인 방법이며, 열분해된 바이오차는 농업 분야에 사용할 수 있음이 보고되었다.
- [0016] 물 위기에 대한 해결책으로 시아노박테리아와 플라스틱(예: 폴리프로필렌)을 동시 열분해한 결과에서는 바이오매스와 플라스틱 혼합물을 다른 온도(예: 500-900 oC)에서 K₂CO₃와 함께 열분해했으며 혼합물의 폴리프로필렌이 바이오차의 표면적과 기공 부피를 증가시키는 데 도움이 된다는 결과를 관찰했다. 또한, 바이오차는 증가된 메틸렌 블루 흡착을 나타냈다. 바이오매스(벼짚)와 플라스틱(폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE) 또는 폴리스티렌(PS))을 550℃에서 열분해하면 벼짚 바이오차보다 탄소 함량, 방향성, 양이온 교환 용량, 표면적 및 pH가 증가

하는 것으로 나타났다. 또한, 동시 열분해된 바이오차는 높은 방향족성 및 소수성으로 인해 2,4-디니트로톨루엔(DNT)(예: 10.3 mg/g)의 상당히 높은 흡착을 보였고, 높은 양이온 교환 능력, pH 및 표면적으로 인해 납의 높은 흡착(예: 62.1 mg/g)이 나타났다. 결과적으로, 이 연구는 바이오매스와 플라스틱의 열분해가 오염 물질 흡착을 위한 바이오차의 특성을 향상시키는 적합한 방법임을 규명했다. 이 외에 또 다른 연구결과에서는 폴리에틸렌(PE), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 및 폴리염화비닐(PVC)의 폐 플라스틱에서 파생된 차에 대한 미량 금속(예: Fe, Ni, Cu, Cr, Cd 및 Pb)의 흡착은 대나무, 사탕수수에서 추출한 바이오차에 비해 더 우수한 것으로 나타났다는데 이는 표면의 산소 함량이 높기 때문으로 보인다.

[0017] 또한 플라스틱 폐기물을 탄소 나노튜브 및 기타 탄소 나노물질(예: 다공성 탄소 나노시트)과 같은 부가가치 제품으로 전환하여 CO₂ 흡착 및 기타 산업 응용 분야에 사용할 수 있는 것은 순환 경제에 매우 유용할 수 있다. 예를 들어, 800℃에서 열분해된 고분자의 기체 중간체를 통과시켜 촉매 지지 화학 기상 증착에 의한 탄소 나노튜브의 생산 연구 결과에 의하면, 탄소나노튜브의 특성과 수율은 촉매의 종류, 촉매의 전처리 방법(예: 산세척 및 800℃ 가열), 고분자의 종류(예: 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리프로필렌)에 따라 영향을 받았다. 폴리에틸렌과 폴리프로필렌을 포함하는 플라스틱 폐기물의 촉매(예: Ni-Fe 바이메탈 촉매) 열분해는 H₂와 탄소 나노튜브를 효과적으로 생성한다. 이러한 탄소 나노튜브는 다양한 산업 응용 분야에서 열 안정성, 높은 인장 및 굴곡 강도와 같은 유리한 특성을 보였다.

[0018] 플라스틱이 환경에 미치는 영향은 완전히 밝혀지지 않았지만 지구상의 삶에 눈에 띄는 장기적 영향이 많이 있다. 따라서 플라스틱 폐기물의 지속 가능한 업사이클링은 플라스틱이 환경에 통합되는 속도를 늦추는 데 필수적인 요소라 할 수 있다.

[0019] 현대적 접근 방식의 조사 및 적용은 환경 위협을 극복하는 데 엄청난 이점을 제공할 수 있다. 바이오차의 생산은 전 세계적으로 플라스틱 폐기물 생성을 완화하기 위한 매우 지속 가능한 솔루션으로 개발될 수 있다. 위에서 논의한 바와 같이 바이오차는 플라스틱 폐기물의 열분해와 열분해 모두에 의해 생산될 수 있으며, 열분해는 연료 및 가스 생산을 위한 단순성과 함께 에너지 회수의 이점이 있는 플라스틱 업사이클링을 위한 실행 가능한 경로 역할을 할 수 있다. 더 중요한 것은 열분해에서 플라스틱을 폐기물에서 분리하는 데 수반되어야 하는 막대한 인건비를 최소화할 수 있다는 것이다. 열분해의 제어된 작동 조건은 2차 오염을 줄일 수 있고, 또한 열분해에 의해 생성된 차는 활성화되어 폐수 처리장에서 금속 제거, 약취 및 오염 물질 제거를 위한 흡착제로 사용될 수 있다. 또한 플라스틱의 열분해로 생성되는 H₂, CO 및 CF₄와 같은 여러 가스도 에너지 생산 등이 사용될 수 있다.

[0021] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허 청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.