

보도자료



미래를 개척하는 지식 공동체



서울대학교
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

보도일시	즉시/제한없음
	2023. 10. 18.(수)
문의	담당자: 박연수(033-339-5684)
	연구책임자 국제농업기술대학원 최준원 교수(033-339-5840) / 교신저자 김태민 교수(033-339-5896)
	연구진 Sadaf Meraj(033-339-5842) / 제1저자

■ 제목

국문	천연고분자 폴리젯산(PLA)과 리그닌을 활용하여 생체적합성 의공학용 바이오소재 제조
영문	Manufacturing Biocompatible Biomaterials for Biomedical Engineering Using Natural Polymer Polylactic Acid (PLA) and Lignin

■ 요약

연구 필요성	최근 급격하게 발생하는 기후변화 현상은 무분별한 화석자원의 사용으로 인한 대기 중의 온실가스 농도의 증가에 기인한다. 20세기 최고의 발명품이자 생활의 혁명을 이끌었다고 평가받았던 플라스틱 소재는 대부분 화석자원으로 제조되어 온실가스 배출의 주범으로 지목되고 있다. 뿐만 아니라, 플라스틱은 의료용 소재로서 그 가능성을 입증받아 왔으나 제품개발에 적용되기까지는 많은 문제가 있으며, 특히 생체적합성 및 생분해성이 낮다. 따라서 현재 여러 분야에서 사용되는 기존의 플라스틱을 대체할 수 있는 탄소중립적, 환경친화적인 바이오/의료용 소재를 개발하는 연구는 매우 중요하다.
연구성과/ 기대효과	서울대학교 국제농업기술대학원 최준원 교수 연구팀과 김태민 교수 연구팀은 바이오매스에서 유래하는 폴리젯산(Polylactic acid; PLA)과 리그닌(lignin)을 혼합하여 탄소중립형 생분해성 바이오소재를 제조하였다. PLA는 현재 기존의 플라스틱을 대체하여 여러 분야에서 활용되고 있지만, 쉽게 깨지고, 열에 취약하고, 낮은 항산화 효과가 단점으로 지적되어 왔다. 이러한 PLA 소재에 페놀성 고분자인 리그닌을 혼합하여 제조한 바이오소재는 인장강도가 향상되고, 우수한 UV 차단효과를 나타냈다. 또한 본 연구에서 제조한 바이오소재는 세포 및 혈액적합성, 그리고 항산화효과가 PLA 단독처리에 비하여 우수함을 보였다. PLA-리그닌 바이오소재는 향후 생체적합성 의료용 소재 및 의공학제품 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

■ 본문

페놀성 고분자인 리그닌을 활용한 ‘PLA-Lignin Biocomposite’ 제조

- 바이오매스, 특히 탄수화물에서 유래하는 폴리젓산(Polylactic acid; PLA)은 기존의 난분해성 플라스틱을 대체할 수 있는 생분해성 바이오소재 원료로 널리 활용되고 있다. 하지만, PLA는 열에 약하고, 잘 부서지는 특성을 나타내어 활용도에 제한이 있다.
- 식물 세포벽에 존재하는 리그닌은 지구상에서 셀룰로오스 다음으로 양적으로 풍부하고 재생가능한 페놀 고분자로서 고유한 화학구조와 함께 우수한 UV 차단효과 및 항산화 효과를 나타낸다. 특히 리그닌은 펄핑 및 제당산업, 그리고 셀룰로오스계 바이오에탄올 생산공정에서 부산물로 과량 발생하고 있다.
- 본 연구에서는 바이오매스에서 유래하는 2종의 천연소재인 PLA와 리그닌을 혼합하여 ‘PLA-Lignin Biocomposite’ 을 제조하여 물리화학적 특성을 규명하였다. 그 결과, ‘PLA-Lignin Biocomposite’ 는 PLA 만으로 제조한 바이오소재의 특성과 함께 인장강도와 소수성이 향상되었고, 우수한 UV 차단효과를 나타냈다.

□ ‘PLA-Lignin Biocomposite’ 의 의공학용 소재 활용 탐색을 위한 생물학적 특성 평가

- 본 연구에서는 ‘PLA-Lignin Biocomposite’ 의 의료용 소재 활용 가능성을 탐색하기 위하여 항산화 효과(DPPH assay 및 in vitro H₂O₂ exposure), 세포적합성(Cytocompatibility test) 및 혈액적합성(Hemocompatibility)을 평가하였다. 평가에 사용된 세포로는 대장상피세포주와 위벽상피세포주를 이용하였다.
- PLA-Lignin Biocomposite 는 원료물질인 PLA 단독처리시에 비하여 최대 약 80% 까지 향상된 자유라디칼 소거율을 나타냄을 확인하였고, HCT-15/NCC-24 세포를 이용한 세포적합성 평가에서도 PLA 단독처리군에 대하여 세포증식율(cell proliferation)이 증가함을 나타냈다. 혈액과민반응/혈액적합성 테스트에서도 적혈구의 hemoglobin 유출량이 2% 미만으로 측정되어 일반적으로 적용되는 의료용 소재의 허용치 범위에 포함되는 결과를 나타냈다.
- ‘PLA-Lignin Biocomposite’ 는 생분해성 바이오소재의 의학적/산업적 활용을 위한 기본적인 분석 항목인 항산화 효과, 세포적합성 및 혈액적합성 테스트에서 모두 우수한 측정결과를 나타냄으로서 향후 생체조직 또는 골격 배양의 비계(scaffold) 등 생분해성 의공학소재 개발 등 고부가가치 제품 개발에 적용될 수 있을 것으로 예상된다.
- 이번 연구는 한국연구재단을 통해 지원된 과학기술분야 기초연구사업 과제 중, 과학기술정보통신부의 재원으로 수행된 중견연구사업의 지원으로 수행되었다.

□ 연구결과

Bioactive and Hemocompatible PLA/Lignin Bio-Composites: Assessment of In-Vitro Antioxidant Activity for Biomedical Applications

Sadaf Mearaj¹, Muhammad Ajaz Ahmed¹, Tae Min Kim^{1,2}, Joon Weon Choi^{1,2*}

¹Graduate School of International Agricultural Technology, Department of Green Eco System Engineering, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Gangwon-do, South Korea

² Institute of Green-Bio Science and Technology, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Gangwon-do, South Korea

(ACS Applied Bio Materials: <https://doi.org/10.1021/acsabm.3c00210>)

- In this study, acetylated soda lignin (ASL) and non-acetylated soda lignin (SL) were extruded with PLA in different concentrations to fabricate antioxidant polylactic acid (PLA)/lignin composites for potential biomedical applications. After lignin acetylation, good compatibility was observed between PLA and lignin in SEM images.
- All the PLA/ASL composites displayed higher mechanical properties than PLA/SL composites. PLA/ASL5 displayed the highest mechanical properties with tensile strength of 57 MPa and elongation at break of 10%. PLA/SL15 and PLA/SL20 demonstrated superior UV-blocking potential with UV transmittance less than 10%. Addition of ASL in PLA lead to an increase in the hydrophobic character, with all the PLA/ASL displaying higher water contact angle.
- Antioxidant test using DPPH assay showed that PLA/SL composites rendered superior radical scavenging activity (RSA), with PLA/SL20 composites displaying an RSA of 80%. Furthermore, in-vitro antioxidant activity and cytocompatibility were analyzed using human colon cancer cells (HCT-15) and gastric epithelial cells (NCC-24).
- In-vitro antioxidant activity, evaluated by H₂O₂ exposure was confirmed by a live/dead assay. PLA/SL composites protected both types of cells from oxidative stress. In addition, all PLA/SL and PLA/ASL composites promoted cell proliferation compared to PLA. PLA/SL5 and PLA/SL10 displayed the highest cell proliferation of all composites.
- Lastly, all PLA/SL and PLA/ASL composites had a hemoglobin release less than 2%. The antioxidant properties, cytocompatibility and hemocompatibility of lignin/PLA demonstrated in our study indicate that these lignin/PLA composites possess the desirable attributes for potential biomedical applications.