

바이오매스의 기능성 소재 활용 연구

전영상*
 신한대학교 첨단소재공학과

Development of Sustainable Functional Materials from Biomass Resources

Youngsang Chun*

*Dept. of Advanced Material Engineering Science, Shinhan University.

요약

환경오염 및 자원 고갈 문제가 심화됨에 따라 지속가능한 자원 활용 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 바이오매스는 재생 가능한 탄소 자원으로서 에너지, 환경 및 기능성 소재 분야에서 활용 가능성이 높은 친환경 소재로 주목받고 있다. 특히 폐기물 기반 바이오매스는 자원 재활용과 환경오염 저감을 동시에 실현할 수 있어 중요성이 더욱 커지고 있다. 본 연구에서는 미세조류, 커피박, 아로니아 부산물과 같은 다양한 바이오매스를 활용하여 기능성 소재를 개발하고 그 활용 가능성을 평가하였다. 미세조류 및 커피박은 전기장 반응 특성을 기반으로 전기유변 소재로의 응용 가능성을 확인하였으며, 커피박 기반 다공성 PDMS 복합체는 우수한 오일 및 유기용매 흡착 성능을 나타내었다. 또한 바이오차 기반 복합체는 중금속 제거용 흡착체로서 향상된 흡착 성능과 기계적 안정성을 보였으며, 아로니아 부산물을 활용한 바이오 엘라스토머는 항균성과 항산화 특성을 기반으로 식품 포장 소재로의 활용 가능성을 확인하였다. 이러한 결과는 바이오매스가 단순 폐기물 처리 대상이 아닌 고부가가치 기능성 소재로 활용될 수 있음을 보여주며, 환경 정화, 에너지 및 친환경 소재 산업 분야에서의 응용 가능성을 시사한다. 향후 바이오매스 기반 소재 연구는 지속가능한 자원순환 기술 구축을 위한 핵심 연구 분야로 발전할 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 산업화와 도시화의 가속화로 인해 화석연료 기반 에너지 소비와 폐기물 발생량이 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 문제는 온실가스 배출, 수질 및 토양 오염, 자원 고갈과 같은 환경 문제를 초래하며, 지속가능한 사회 구축을 위한 새로운 자원 활용 기술의 필요성을 증대시키고 있다. 특히 국제사회는 탄소중립(Net-Zero) 및 지속가능발전목표(SDGs)를 중심으로 친환경 소재와 순환경제 기반 기술 개발을 적극적으로 추진하고 있다. 이러한 흐름 속에서 바이오매스(Biomass)는 재생 가능한 탄소 자원으로서 주목받고 있다. 바이오매스는 식물, 미생물, 식품 폐기물 및 농업 부산물 등 생물 유래 자원을 의미하며, 화학적·생물학적 전환을 통해 에너지, 화학 소재, 기능성 소재 등 다양한 고부가가치 제품으로 활용될 수 있다. 특히 최근에는 단순 바이오에너지 생산을 넘어 환경 정화, 식품 포장, 흡착제, 촉매 및 에너지 저장 소재 등 기능성 소재로의 활용 가능성이 확대되고 있다. 바이오매스는 세대별로 구분되며, 1세대 바이오매스는 식량

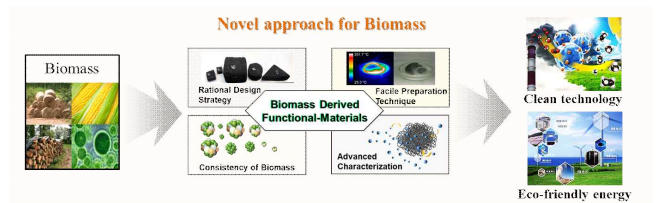


Fig 1. Development procedure of biomass-based functional material.

기반 자원, 2세대는 목질계 바이오매스, 3세대는 미세조류와 같은 고생산성 생물자원, 4세대는 폐기물 기반 바이오매스를 의미한다. 특히 4세대 바이오매스는 폐기물 저감과 자원 재활용을 동시에 실현할 수 있다는 점에서 최근 가장 주목받는 분야 중 하나이다. 커피박(spent coffee grounds), 식품 가공 부산물, 생활폐기물 기반 유기성 자원 등이 대표적인 예이며, 이러한 자원은 기존에 단순 폐기되던 물질을 고부가가치 기능성 소재로 전환할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 전 세계적으로 생활폐기물(MSW) 발생량은 지속적으로 증가하고 있으며, 향후 약 20억 톤 이상의 폐기물이 발생할 것으로 예측되고 있다. 폐기물 처리 과정에서 발생하는 환경 오염 문제를 고려할 때, 폐기물을 단순 처리 대상이 아닌 자원으로 인식하는 접근이 중요해지고 있다. 바이오매스 기

반 소재 연구는 이러한 문제를 해결할 수 있는 핵심 기술로 평가 받고 있으며, 환경 보호와 산업적 활용을 동시에 달성할 수 있는 지속가능 기술로 자리잡고 있다.

2. 바이오매스 기반 기능성 소재 연구의 필요성

2.1 환경오염 및 탄소중립 대응

현재 화석연료 기반 산업은 대량의 이산화탄소와 환경오염 물질을 발생시키고 있다. 이에 따라 친환경 소재 개발 및 순환경제 기반 기술은 미래 산업의 핵심 요소로 인식되고 있다. 바이오매스는 생물 유래 탄소를 활용하므로 탄소 순환 관점에서 친환경적이며, 폐자원 활용을 통해 폐기물 발생량 감소에도 기여할 수 있다.

특히 커피박과 같은 폐바이오매스는 전 세계적으로 대량 발생하고 있으나 대부분 단순 소각 또는 매립 처리되고 있다. 그러나 커피박은 셀룰로오스, 리그닌, 지방산 및 무기 미네랄 성분을 포함하고 있어 기능성 소재로 활용 가능성이 높다. 이를 흡착제, 다공성 소재, 바이오차(Biochar), 복합소재 등으로 전환할 경우 환경 정화와 자원 재활용을 동시에 실현할 수 있다.

2.2 고부가가치 기능성 소재 개발 가능성

바이오매스 기반 소재는 단순 폐기물 처리 기술을 넘어 기능성 소재로 활용될 수 있다는 점에서 중요하다. 예를 들어 미세조류는 표면 인산기(phosphate group)에 의해 외부 전기장에 반응하는 전기유변(Electrorheological) 특성을 나타낼 수 있으며, 이를 이용한 스마트 소재 개발 가능성이 보고되었다.

또한 커피박 기반 PDMS 다공성 폼은 선택적 오일 흡착 특성을 가지며, 유기용매 및 기름 제거용 환경 정화 소재로 활용 가능하다. 이러한 소재는 높은 소수성과 반복 사용 안정성을 나타내어 실제 산업적 응용 가능성을 보여준다.

바이오차 기반 복합체는 중금속 제거용 흡착제로 활용될 수 있으며, 표면 음전하 증가에 따라 양이온 흡착 성능이 향상될 수 있다. 실제로 바이오차/알지네이트 복합체는 구리 이온(Cu^{2+}) 제거 성능 향상과 함께 기계적 강도 증가 효과를 나타낸 바 있다

3. 환경 및 식품 분야로의 응용성

최근 식품 포장 분야에서도 친환경 소재의 필요성이 증가하고 있다. 기존 석유 기반 플라스틱 포장재는 환경오염 문제를

유발하므로, 생분해성 및 천연 유래 기능성 소재 개발이 중요해지고 있다.

아로니아 부산물은 폴리페놀 및 플라보노이드와 같은 항산화 물질을 다량 함유하고 있으며, 이를 활용한 바이오엘라스토머 기반 식품 포장 소재 개발 연구가 진행되고 있다. 특히 아로니아 부산물을 활용한 바이오필름은 항균 활성과 항산화 특성을 동시에 나타내어 식품 저장 안정성 향상 가능성을 보여준다.

이와 같은 연구는 단순 폐기물 재활용을 넘어 식품 안정성 향상 및 친환경 포장 산업으로의 확장 가능성을 제시한다. 또한 바이오매스 유래 천연 기능성 물질을 활용함으로써 인체 친화적 소재 개발이라는 장점도 가진다.

4.결 론

바이오매스 기반 기능성 소재 연구는 환경 문제 해결과 자원 순환 사회 구축을 위한 핵심 기술 분야로 평가받고 있다. 특히 폐바이오매스를 활용한 기능성 소재 개발은 폐기물 처리 비용 절감, 탄소 저감, 친환경 소재 개발 및 산업적 활용이라는 다양한 장점을 동시에 가진다.

향후 바이오매스 연구는 단순 연료 생산 중심에서 벗어나 고기능성 복합소재, 환경 정화 소재, 에너지 저장 소재, 생물학적 전환 소재 및 식품 포장 소재 등으로 더욱 확대될 것으로 예상된다. 또한 인공지능(AI), 나노소재 및 생물공학 기술과의 융합을 통해 보다 고도화된 기능성 바이오매스 소재 개발이 가능할 것으로 기대된다.

결론적으로 바이오매스 기반 기능성 소재 연구는 지속가능한 미래 사회를 위한 친환경 기술로서 높은 학문적·산업적 가치를 가지며, 향후 다양한 분야에서 핵심적인 역할을 수행할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Chun et al., Recent advancements in biochar production according to feedstock classification, pyrolysis conditions, and applications: A review, *BioResources*, 2021, 16(3), 6512.
- [2] Chun et al., Fabrication of Functional Bioelastomer for Food Packaging from Aronia (*Aronia melanocarpa*) Juice Processing By-Products, *Foods*, 2020, 9(11), 1565.
- [3] Chun et al., Biomass-based porous PDMS absorbents using spent coffee grounds for selective phase separation and sustainable waste valorization, *Journal of Porous Materials*, 2025, 32, 2041.