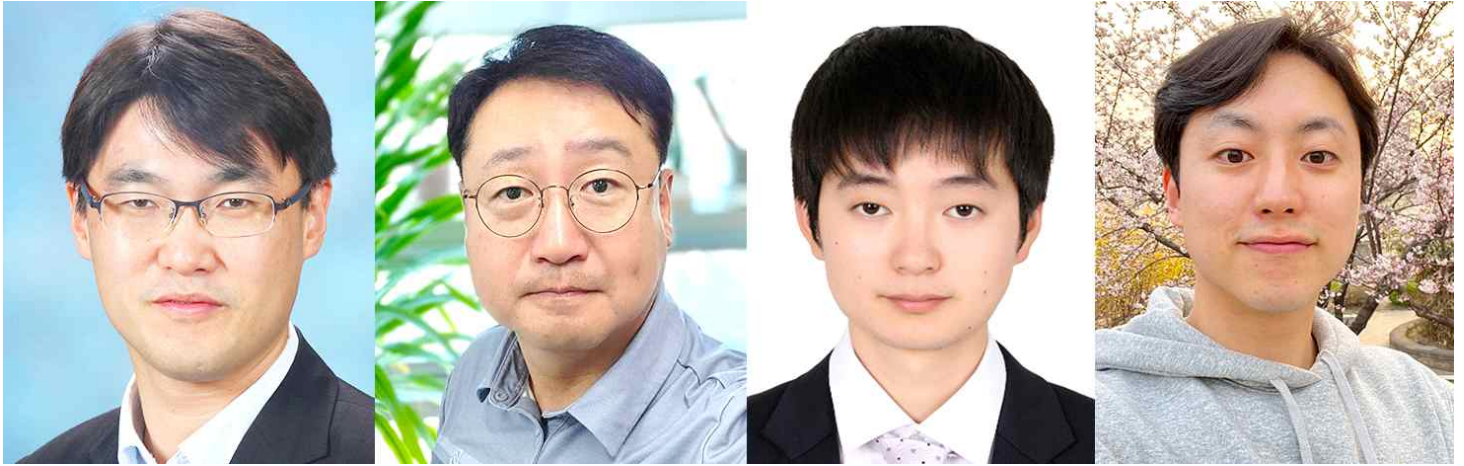


GIST, 멍게 껍질 추출물로 전자소자 개발... 생체전기 신호 쉽게 검출, 다양한 활용 기대

- GIST·인하대 공동연구팀, 멍게 껍질에서 추출된 셀룰로오스 나노섬유 및 전도성 고분자의 복합화 통해 친환경 유기 전기화학 트랜지스터 개발
- 헬스케어, 군사 의류, 스포츠웨어 및 패션 아이템 등 다양한 분야에서 활용 기대



▲ (왼쪽부터) GIST 윤명한 교수, 인하대학교 심봉섭 교수, GIST Minhu Huang 박사과정생, 인하대학교 이승현 박사

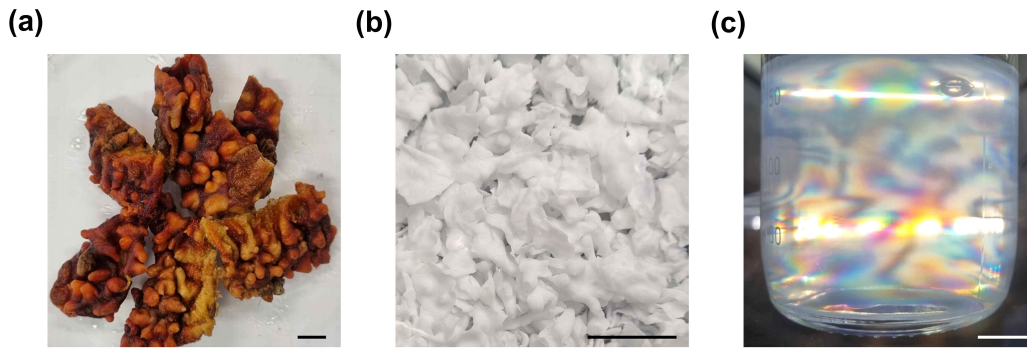
최근 환경 규제 강화 추세에 따라 탄소중립 실현과 생분해 가능한 전자 소재 및 소자 개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 이런 가운데 국내 연구팀이 해양폐기물에서 섬유를 추출해 친환경 전자소자를 개발했다.

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 신소재공학부 윤명한 교수와 인하대학교(총장 조명우) 화학공학과 심봉섭 교수 공동연구팀이 멍게 껍질에서 추출한 셀룰로오스 나노섬유와 전도성 고분자의 복합화를 통해 친환경 섬유형 유기 전기화학 트랜지스터*를 개발했다고 밝혔다.

* 유기 전기화학 트랜지스터(organic electrochemical transistor, OECT): 전해질 내에서 구동하는 트랜지스터 중 하나로, 인가된 게이트 전압에 의한 전해질 내 존재하는 이온과 반도체층과의 전기적·전기화학적 반응을 통해 반도체층의 도핑/탈도핑을 유도함으로써 전기적 신호를 스위칭 및 증폭하는 소자.

이번 연구 성과는 재생 가능하면서 친환경 소재인 멍게껍질로부터 추출된 나노셀룰로오스를 사용함으로써 향후 친환경적인 웨어러블 또는 이식형 섬유 기반 전자 기기 및 센서 개발에 중요한 단초를 제공할 것으로 기대된다.

섬유형 유기물 전기화학 트랜지스터는 이온 주입을 통한 신호 증폭, 스위칭이 가능하기 때문에 체내 이식 또는 피부에 부착해 뇌, 심장, 근육 등 다양한 생체전기 신호를 쉽게 검출할 수 있어 헬스케어, 군사 의류, 스포츠웨어 및 패션 아이템 등 다양한 분야에서의 잠재적 활용이 가능하다.



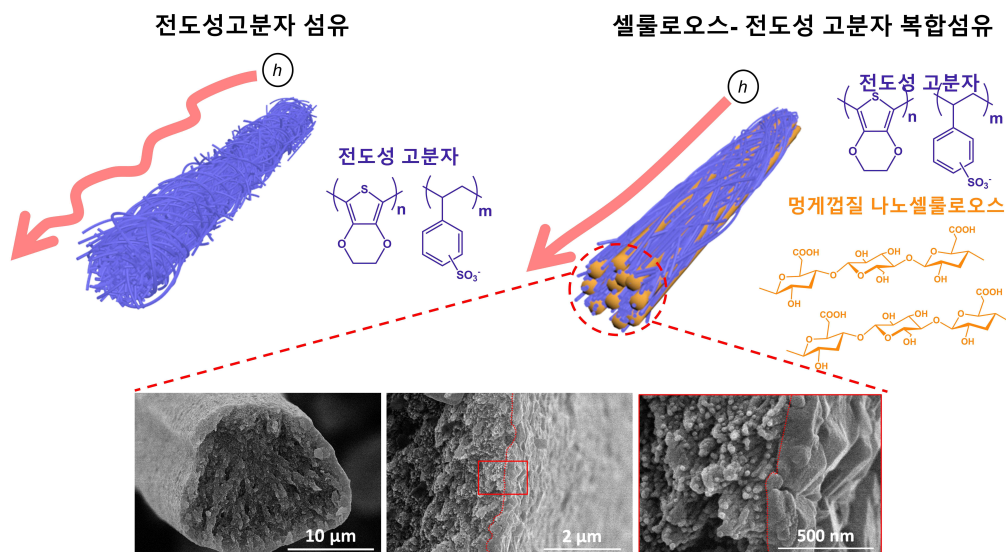
▲ 이번 연구에서 연구한 (a) 멧게껍질 (b) 멧게껍질에서 추출한 셀룰로오스 (c) 나노화된 셀룰로오스: 첫 번째 이미지는 건조된 멧게 껍질의 모습을, 두 번째 이미지는 추출된 셀룰로오스의 모습을, 세 번째 이미지는 광학적 특성을 보여주는 나노셀룰로오스 사진

일반적으로 전도성 고분자* 소재의 기계적 및 전기적 특성을 강화하기 위해 각기 다른 장점을 지닌 두 물질을 혼합하는 복합화 방법이 사용되고 있지만, 두 물질이 서로 잘 혼합되지 않거나 한 물질의 특성을 강화하려고 하면 다른 물질의 성능이 저하되는 문제가 발생한다고 알려져 있다.

이러한 한계를 극복하기 위해 연구팀은 높은 결정성과 방향성을 갖는 셀룰로오스 나노섬유(cellulose nanofiber; CNF)와 전도성 고분자 물질(PEDOT:PSS)*을 복합화해 분자 수준에서 한 방향으로 고도로 정렬시킴으로써 기계적 유연성과 우수한 전기·전기화학적 특성을 겸비한 소재를 개발하는 데 성공했다.

* 전도성 고분자(conductive polymer): 금속 전도체처럼 전기 전도성을 지닌 고분자. 일반적인 유기 고분자와 달리 금속이나 반도체의 전기적, 자기적 그리고 광학적 성질을 동시에 갖는 고분자를 의미함.

* PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate): 대표적인 전도성 고분자로서 유기물 전기화학 트랜지스터 활성층으로 각광을 받고 있다.



▲ 이번 연구에서 개발된 고도로 정렬되고 전기적특성이 향상된 복합 전도성 섬유 및 주사전자현미경 사진: 분자 수준에서 한 방향으로 고도로 정렬시킴으로써 보다 원활한 전하 이동 특성을 보여 우수한 전기·전기화학적 특성을 나타낼 수 있다.

고성능의 유연한 섬유형 전기화학 소자는 사람 또는 동물의 생체신호를 측정할 수 있을 뿐 아니라 식물에도 적용 가능해 식물의 이온 변화량 및 수분 함유 상태 등 영양 상태를 실시간으로 파악할 수 있는 **차세대 스마트팜용 작물 모니터링 기술에도 활용**할 수 있다.

GIST 윤명한 교수는 “이번 연구는 지구상에서 가장 풍부한 천연 유기물을 이용해 **엔지니어링 고분자의 다양한 특성을 강화**했다”면서 “특히, 절연체인 셀룰로오스 나노섬유의 자발적 구조화를 유도해 **전도성 고분자의 전기적 특성을 향상**시킨 것은 구조화 효과를 명확하게 보여주는 것으로 학술적 의미가 크다”고 평가했다.

인하대 심봉섭 교수는 “생분해가 가능하고 재생 가능한 소재인 나노셀룰로오스를 활용해 미래에 입을 수 있는 친환경 섬유 전자 장치 개발에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다”며 “이는 **탄소중립을 실현**하고 일상생활 속 **스마트 섬유를 현실화하는 데 크게 기여**할 것”이라고 말했다.

GIST 윤명한 교수와 인하대학교 심봉섭 교수가 주도하고, GIST Minhu Huang 박사 과정생, 인하대학교 이승현 박사가 공동으로 수행한 이번 연구는 한국연구재단 기초연구실사업(BRL)의 지원을 받았으며, 생체재료 분야 국제학술지인 ‘카보하이드레이트 폴리머(Carbohydrate Polymers(IF = 11.2))’에 2023년 11월 11일 온라인 게재됐다.

논문의 주요 정보

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Carbohydrate Polymers (IF = 11.2 (2022년))
- 논문명 : One-step wet-spinning of conducting polymer and cellulose nanofiber composites for fiber-type organic electrochemical transistors
- 저자 정보 : Minhu Huang (공동 제1저자, GIST), 이승현 (공동 제1저자, 인하대학교), 조일영 (공동저자, GIST), 박현빈 (공동저자, 인하대학교), 심봉섭 (공동 교신저자, 인하대학교), 윤명한(공동 교신저자, GIST)