

연구자	종류	발명의명칭	출원번호	등록번호
전현열	특허	코팅종이 및 이를 이용하여 탄산음료에서 거품이 발생하지 않는 종이 빨대	2023-0152105	
전현열	특허	코팅용액 및 이의 제조방법	2023-0152110	
백승호	특허	아디프산 생산 균주 및 이를 이용한 아디프산 생산방법	2023-0100557	

아디프산, 친환경으로 만든다

화학연, ‘바이오 나일론 중간 원료’ 개발
바이오 아디프산 생산 균주 및 생산기술 개발
실용화까지 고순도 분리·정제기술 개발 필요

TIN뉴스 | 기사입력 2024/03/19 [11:36]



한국화학연구원(원장 이영국)이 ‘바이오 아디프산(Adipic acid)’ 생산용 미생물 세포공장을 개발했다. ‘아디프산’은 나일론 섬유의 필수 중간 원료이자, 생분해성 플라스틱 원재료, 식품첨가제 등 다양한 용도로 활용된다. 대부분 나프타, 천연가스 등 석유 기반으로 생산 과정에서 온실효과를 유발하는 아산화질소(N2O)가 발생하기 때문에 환경 친화적인 대체 소재 개발이 시급하다.

이에 화학연구원 백승호·노명현 박사 연구팀은 산업용 미생물로 활용되는 유질 효모(체내에 지방 또는 기름 축적 능력이 뛰어난 효모)를 활용해 환경 친화적이고 지속가능한 바이오 아디프산 생산기술 개발에 성공했다.

자연계에서 아디프산을 생산하는 미생물은 밝혀진 바 없기 때문에 ‘아디프산 분해 대상 경로를 활용하는 방법’과 ‘생물 전환 반응을 통해 생산하는 방법’이 연구되고 있다. 하지만 현재까지 개발된 기술들은 인체 내 질병을 유발할 수 있는 병원성 미생물을 활용하거나 유전자 조작이 까다로움 등의 이유로 상용화까지는 보완할 점이 많다.

연구팀은 미국 식품의약청(FDA) 인정 식품첨가 안전물질(GRAS)로 지정된 유질 효모인 ‘야로위아 리폴리티카(Yarrowia lipolytica)’를 미생물 세포공장으로 활용해 아디프산을 생산하는 기술을 세계 최초로 개발했다. ‘미생물 세포공장’은 유용한 물질을 생산하기 위해 미생물 세포를 공장처럼 활용하는 기술이다.

연구팀은 합성생물학 기술을 기반으로 ▲지방산 유래 산물 분해 능력을 인공적으로 조절하고 ▲아디프산 생산량이 증가하도록 미생물의 특성을 재설계했다. 식물성 오일에 다량 함유된 지방산 유래 산물로부터 여러 단계를 거쳐 아디프산을 생산하는 과정을 유전자 조작 등의 방법으로 최적화한 것이다.



연구팀은 “완성된 미생물 세포공장은 미생물 배양 과정을 거쳐 지방산 유래 산물을 선택적으로 분해·전환해 효율적으로 바이오 아디프산을 생산하는 환경 친화적 기술”이라고 강조하며, “석유화학 기반의 아디프산 대체를 위한 원천기술로 향후 아디프산이 주요 화학소재로 사용되는 의류, 생활, 산업용 응용 제품 영역에 널리 활용될 것으로 기대한다고”고 말했다.

다만 실용화까지는 바이오 아디프산 대량생산을 위한 미생물 세포공장 최적화, 배양공정 스케일업, 플랫폼 단량체로의 활용을 위한 고순도 분리·정제기술 개발이 필요하다.

이번 연구결과는 바이오매스 관련 권위 학술지인 ‘바이오리소스 테크놀로지(Bioresource Technology)’ 1월호에 게재됐다.(논문명: Engineering of Yarrowia lipolytica as a Platform Strain for Producing Adipic Acid from Renewable Resource)

'친환경·무해 플라스틱' 국내 연구진이 개발 성공했다

최석영 기자 | 2019.10.15 14:44 | 수정 2019.10.15 15:13 | 댓글 0



화학연 연구팀, 유아용품에도 사용 가능...독점기술 보유한 일본 제품보다 성능도 뛰어나



한국화학연구원 바이오화학연구센터 연구진이 기념촬영을 하고 있다. (왼쪽부터) 오동엽, 박제영 박사, 박슬아 연구원, 황성연 센터장, 전현열 박사. [사진=한국화학연구원 블로그]

【뉴스퀘스트=최석영 기자】 플라스틱은 지속가능한 지구를 지키는 최대의 난제 가운데 하나다. 수백~수천년 동안 썩지 않는 문제 때문에 해양 오염 등의 주범으로 꼽히는데 얼마 전 태평양에서 플라스틱 빨대가 코에 꽂힌 채 발견된 거북이를 보며 세계인들은 경악했다.

15일 한국화학연구원(화학연)에 따르면 울산 바이오화학연구센터 박제영·오동엽·황성연 박사 연구팀은 식물성 성분인 아이소소바이드와 나노 셀룰로스를 이용해 고기능성 슈퍼 바이오 플라스틱 '바이오 폴리카보네이트'를 만드는데 성공했다.

디스플레이 광고, 비디오 광고, 텍스트 광고를 원하는 장소에 원하는 고객에게 보여주세요.

자세히 알아보기

'바이오 폴리카보네이트'는 환경호르몬 유발 물질인 비스페놀 A(BPA)를 포함하고 있는 폴리카보네이트를 대체할 수 있는 소재다.

지금까지 '바이오 폴리카보네이트'를 상용화에 성공한 업체는 일본의 미쓰비시케미컬이 유일했다.

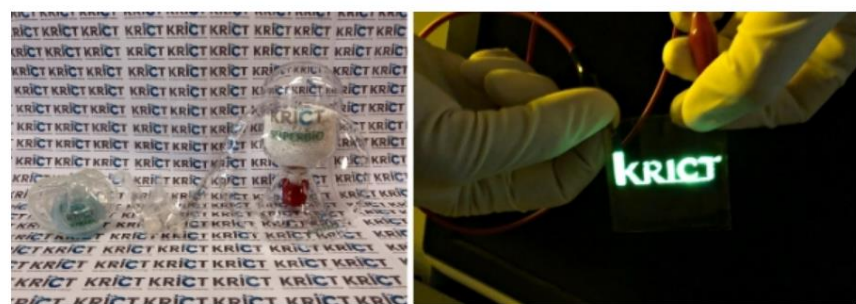
화학연 연구팀은 포도당에서 유래한 화합물 아이소소바이드에 나노 셀룰로스 보강재를 섞는 원천 기술을 고안했다. 유사한 화합물끼리 서로 잘 섞이는 원리를 적용한 것이다.

아이소소바이드와 나노 셀룰로스 모두 물을 좋아하는 성질(친수성)을 지녔다는 점에 착안했다는 게 연구팀의 설명이다.

화학연 개발 소재는 일본산보다 성능도 우수하다.

일부 측정값의 경우 석유 계열 폴리카보네이트보다도 높고, 인장강도(튼튼한 정도)는 93MPa(메가파스칼)를 기록했다. 현존하는 석유·바이오 폴리카보네이트를 통틀어 가장 높은 수준이다.

흔히 쓰이는 석유 폴리카보네이트 인장강도는 55~75MPa, 일본 미쓰비시케미컬 바이오 폴리카보네이트는 64~79MPa 정도라는 게 연구팀의 설명이다.



친환경 바이오 플라스틱으로 만든 공갈 젓가락지와 종이함, 투명기판(왼쪽) 등과 OLED(오른쪽) 시제품. [사진=한국화학연구원 블로그]

플라스틱 투명도를 나타내는 투과율은 93%를 기록했는데, 이는 완전히 동일한 실험 조건은 아니지만 일반적인 상업용 석유 계열 제품(90%)과 비교해도 높은 수치다.

이는 분산된 형태의 나노 셀룰로스가 소재 비결정성을 증가시켰기 때문이라고 연구팀은 강조했습니다. 비결정성 플라스틱은 투명하게 보인다.

장기간 자외선에 노출에도 변색 우려도 없다.

이는 석유 폴리카보네이트와 달리 벤젠 고리가 없기 때문이다.

이에 따라 연구팀은 자동차 선루프나 헤드램프, 고속도로 방음 시설, 스마트폰 같은 전자기기 외장재에 이 소재를 활용해 우수한 제품을 만들어 낼 수 있다고 설명했다.

연구팀은 동물 염증 실험을 통해 독성 역시 낮다는 것을 확인했다.

연구팀 박제영 박사는 "쥐의 진피와 표피 사이에 바이오 플라스틱을 삽입한 후 나타나는 염증반응을 정량화 했더니 1점 미만으로 나왔다"며 "이 정도 수치는 영유아가 입에 가져다 대도 안전하다고 할 수 있는 정도로 장난감과 젖병, 유모차 소재뿐 아니라 인공뼈와 임플란트 소재로 사용해도 무방할 만큼 안전하다"고 말했다.

또 바이오 플라스틱은 열에 녹여 가공할 수 있는 열가소성 수지로 320℃ 이상의 열에 녹여 재활용 할 수도 있어 폐플라스틱 처리도 용이할 것으로 보인다.

이번 연구 결과는 영국왕립화학회 '그린 케미스트리'(Green Chemistry) 10월호에 전면 표지 논문으로 실렸으며, '2019년 주목할 논문'에 선정되기도 했다.

황성연 바이오화학연구센터장은 "플라스틱에 대한 불안감이 확산하는 상황에서 국민이 안심하고 쓸 수 있는 바이오 플라스틱을 시중에 내놓을 수 있도록 노력할 것"이라고 말했다.



옥수수로부터 만든 아이소소바이드와 석유로부터 만든 비스페놀A의 구조식. [사진=한국화학연구원 블로그]