

보도자료



보도일시	즉시
	2023. 8. 2.(수)
문의	연구단장/연구책임자 김영훈 교수(02-880-4808) / 교신저자
	연구단/연구진 강민근 박사과정(02-880-5212) / 제1저자

- 김영훈 교수 연구팀, 농축산 자원에서 혐기성 플라스틱 분해 미생물을 찾다 -

■ 요약

연구 필요성	폴리스타이렌은, 식품 포장재, 해양 부표 등에 전 세계적으로 이용되는 합성 플라스틱이다. 폴리스타이렌 계열 플라스틱은 충격에 취약해 쉽게 부서지지만, 화학적으로는 매우 안정된 분자구조로 되어 있어, 잘게 부서질 뿐 미생물에 의한 생분해는 매우 어려운 물질이다. 이 때문에 해양과 토양의 미세플라스틱 오염 유발하는 주요 원인 플라스틱 중 하나이다. 따라서, 폴리스타이렌 계열의 플라스틱을 생분해할 수 있는 미생물 자원을 확보하는 것은 필수적이다.
연구성과/기대효과	서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부 동물생명공학전공 김영훈 교수 연구팀이 폴리스타이렌 계열의 플라스틱과 미세플라스틱을 무산소 조건에서 생분해할 수 있는 박테리아인 엔테로박터 호마에체이(<i>Enterobacter hormaechei</i>) LG3 균주를 밀워 장관에서 발견했다. 이 박테리아는 긴 사슬구조에 붙어있는 벤젠고리를 methyl 2-hydroxybenzoate, 와 2-phenylethanol로 생분해시킨다는 것을 새롭게 규명하였다.

■ 본문

□ 폴리스타이렌 계열의 플라스틱 및 미세플라스틱을 무산소 조건에서 생분해할 수 있는 신규 미생물의 특성 규명

- 서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부 동물생명공학전공 김영훈 교수 연구팀은 7월 19일 환경과학 분야의 국제적인 저명학술지인 'Journal of Hazardous Materials'(IF=13.6, ENVIRONMENTAL SCIENCES 카테고리 10/274, 상위 3.5%, Q1)에 농축산 자원인 밀짚과 청국장에서 분리한 미생물의 폴리스타이렌 계열 플라스틱 생분해 능력을 평가한 연구내용을 게재했다.
- 폴리스타이렌은, 식품 포장재, 해양 부표 등에 전 세계적으로 이용되는 합성 플라스틱이다. 폴리스타이렌 계열 플라스틱은 충격에 취약해 쉽게 부서지지만, 화학적으로는 매우 안정된 분자 구조로 되어 있어, 잘게 부서질 뿐 미생물에 의한 생분해는 매우 어려운 물질이다. 이 때문에 해양과 토양의 미세플라스틱 오염 유발하는 주요 원인 플라스틱 중 하나이다. 따라서, 폴리스타이렌 계열의 플라스틱을 생분해할 수 있는 미생물 자원을 확보하는 것은 필수적이다.
- 연구팀은 학계에서 처음으로 산소조건뿐만 아니라 무산소 조건에서도 폴리스타이렌 계열 플라스틱분해가 가능한 엔테로박터 호마에체이(*Enterobacter hormaechei*) LG3 균주를 밀짚 장관에서 발견했다.
- 새롭게 분리된 LG3 균주의 경우 호기조건 뿐만 아니라 혐기조건에서도 효과적으로 수중 속의 미세플라스틱 표면에 달라붙어 미세플라스틱을 침전시키는 것을 확인했다. 미세플라스틱의 경우 작은 크기 때문에 폐수처리 과정에서 효과적으로 침전 및 여과를 못 하므로 많은 미세플라스틱이 해양으로 유입되는데, 김영훈 교수 연구팀이 확보한 LG3 균주는 수중 폴리스타이렌 미세플라스틱을 효과적 생분해시킬 뿐만 아니라, 침전시키는 기능을 수행할 수 있음을 확인했다.
- 또한, 연구팀은 한국 전통 발효음식인 청국장에서 분리된 아밀로리퀴페시엔스(*Bacillus amyloliquefaciens*) SCGB1 균주 또한, 효과적으로 폴리스타이렌 계열의 플라스틱을 산소조건에서 분해할 수 있음을 본 연구를 통해 증명하였다. 연구팀은“폴리스타이렌이 가지는 구조적 안정성 때문에, 이를 분해할 수 있는 미생물은 매우 희귀한데, 우리나라 전통 발효음식인 청국장에서도 플라스틱분해 미생물을 분리할 수 있었다는 것은 매우 흥미로운 결과”라고 밝혔다.

○ 수많은 미세플라스틱이 해양 및 육지 생태계를 위협하고 있어 연구팀은 “무산소 조건은 일반적인 동물의 장 환경 조건과 유사하며, 이러한 무산소 조건에서 플라스틱분해 미생물이 미세플라스틱을 만났을 때, 미생물은 미세플라스틱을 분해하면서 어떠한 대사물질을 만들고, 또한, 플라스틱을 분해하는 과정에서 미생물의 생리학적 성질은 어떻게 변하는지 구명한 본 연구는 앞으로 미세플라스틱 위해성을 줄이는 연구의 중요한 초석이 될 것으로 기대되어 진다.”라고 말했다.

□ 연구결과

Journal of Hazardous Materials (Volume 459, 5 October 2023, 132045)

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132045>

○ Synthetic plastic is used throughout daily life and industry, threatening organisms with microplastic pollution. Polystyrene is a major plastic polymer and also widely found sources of plastic wastes and microplastics. Here, we report that *Enterobacter hormaechei* LG3 (CP118279.1), a facultative anaerobic bacterial strain isolated from the gut of *Tenebrio molitor* larvae (mealworms) can oxidize and depolymerize polystyrene under anaerobic conditions.

○ LG3 performed biodegradation while forming a biofilm on the plastic surface. PS biodegradation was characterized by analyses of surface oxidation, change in morphology and molecular weights, and production of biodegraded derivative. The biodegradation performance by LG3 was compared with PS biodegradation by *Bacillus amyloliquefaciens* SCGB1 under both anaerobic and aerobic conditions. In addition, through nanopore sequencing technology, we identified degradative enzymes, including thiol peroxidase (*tpx*), alkyl hydroperoxide reductase C (*ahpC*) and bacterioferritin comigratory protein (*bcp*). Along with the upregulation of degradative enzymes for biodegradation, changes in lipid A and biofilm-associated proteins were also observed after the cells were incubated with polystyrene microplastics.

○ Our results provide evidence for anaerobic biodegradation by polystyrene-degrading bacteria and show alterations in gene expression patterns after polystyrene microplastics treatment in the opportunistic pathogen *Enterobacter hormaechei*.