

신종 미생물에서 유래한 효소로 기능성 올리고당 생산 기반 마련

- 국립낙동강생물자원관, 한천 분해 효소 ‘베타-아가레이즈’ 확보... 식·의약
소재 생산 활용 가능성 확인

환경부 산하 국립낙동강생물자원관(관장 용석원)은 신종 미생물로부터 한천(해조류 추출 다당류 식품소재)을 분해하는 효소인 ‘베타-아가레이즈(β -agarase)’를 확보하고, 이를 통해 기능성 올리고당* 생산 가능성을 최근 확인했다고 밝혔다.

* 2~10개의 단당류가 결합한 저분자 탄수화물로 장내 유익균 증식에 도움을 줌

국립낙동강생물자원관 연구진은 2022년 6월 강릉시 경포호에서 한천 분해능력이 뛰어난 카테노볼룸(*Catenovulum*) 속 신종 미생물을 발견했다.

석호(潟湖)인 경포호는 민물과 바닷물이 만나는 독특한 생태환경을 갖춘 곳이다. 이곳에서 발견된 신종 미생물은 한천 등 해조류의 주요 성분인 아가로오스를 분해하는 아가레이즈 유전자를 다수 보유하고 있다. 연구진은 이 유전자 중에서 활성이 가장 높은 베타-아가레이즈 효소를 확보했다.

연구진의 실험 결과, 베타-아가레이즈는 한천의 아가로오스를 분해해 건강 기능성 올리고당인 네오아가로비오스(neoagarobiose)와 네오아가로테트라오스(neoagarotetraose)를 효과적으로 생산하는 것으로 나타났다. 이들 물질은 장내 유익균 증식, 면역 기능 강화 등 건강기능성이 보고된 바 있어 향후 식품, 화장품, 의약 소재로의 활용 가능성이 기대된다.

국립낙동강생물자원관은 이번 연구 결과를 바탕으로 2건의 특허*를 올해(2025년) 6월 말에 출원했으며, 향후 효소의 기능 향상을 위한 후속 연구를 통해 산업적 활용성과 상용화 가능성을 확대할 계획이다.

- * 특허명 1. 신규한 카테노볼륨 속 균주 및 이의 용도(출원번호: 10-2025-0083695)
2. 베타-아가레이즈 효소를 암호화하는 신규 유전자 및 이의 용도(출원번호: 10-2025-0083696)

김의진 국립낙동강생물자원관 생물자원연구실장은 “이번 연구는 우리나라 고유 생태환경에서 확보한 미생물을 기반으로 신규 생물자원을 발굴하고 응용 가능성을 동시에 확인한 사례로, 자생 생물자원의 가치 제고와 생물주권 확보에 기여할 수 있을 것”이라고 밝혔다.

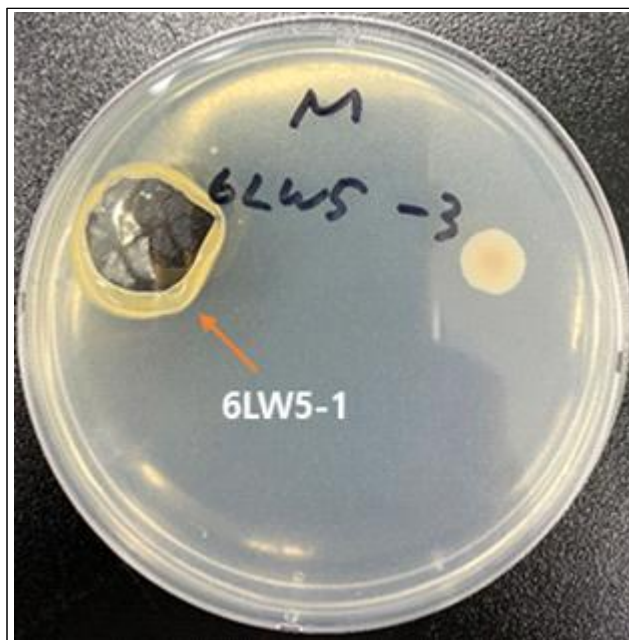
- 붙임 1. 주요 연구결과.
2. 전문용어 설명. 끝.

담당 부서	국립낙동강생물자원관 원핵생물연구부	책임자	부장	고재덕 (054-530-0840)
		담당자	선임연구원	김향미 (054-530-0848)



□ 카테노볼룸(*Catenovulum*) 속 6LW5-1 균주의 한천분해능 확인

- 강원도 강릉시 경포호의 시료에서 한천고체배지를 함몰시키는 균주를 선별하였다. 분리된 균주는 카테노볼룸 속 다른 종(species)에 비해 한천분해능이 우수하며, 기능성 한천유래 소재를 생산하는데 있어 유리한 미생물 자원이다(그림 1).



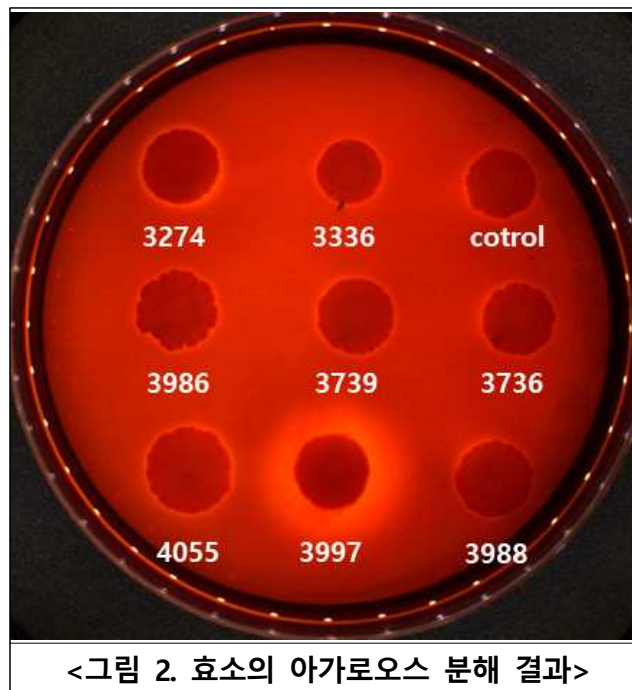
<그림 1. 6LW5-1 균주의 한천 분해 결과>

□ 카테노블룸 속 6LW5-1 균주의 효소 활성 확인

- 카테노블룸 속 6LW5-1 균주의 유전체 분석을 통해 총 8개의 아가레이스관련 유전자를 탐색하였고, 루골 아이오다인 염색방법*을 통해 활성이 가장 우수한 베타-아가레이즈** 효소를 확보했다(그림 2).

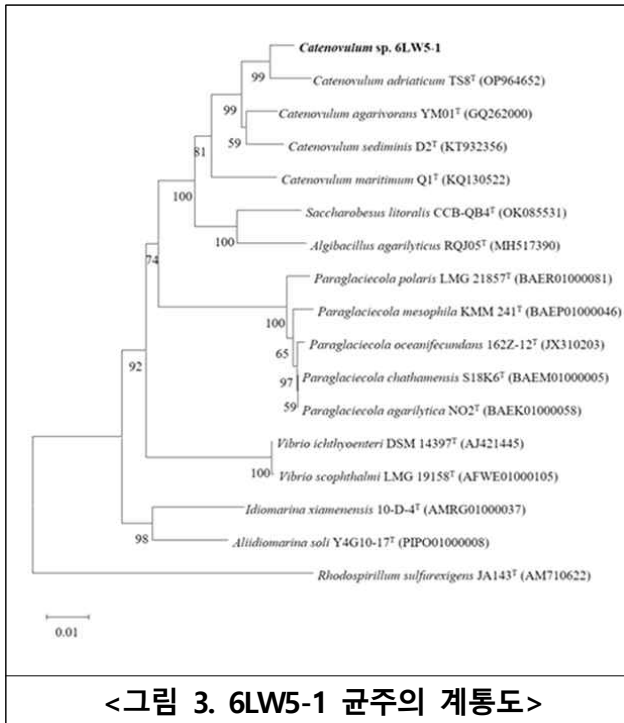
* 아이오딘(I_2)와 아이오딘화 칼륨(KI)을 혼합한 용액을 사용하는 염색법으로 다당류 검출에 사용됨. 만약 다당류가 효소에 의해 분해되었다면 염색이 되지 않아 다당류의 분해 여부를 쉽게 관찰 할 수 있음

**한천의 주성분인 아가로오스를 분해하는 효소로 기능성 한천올리고당 생산에 활용됨

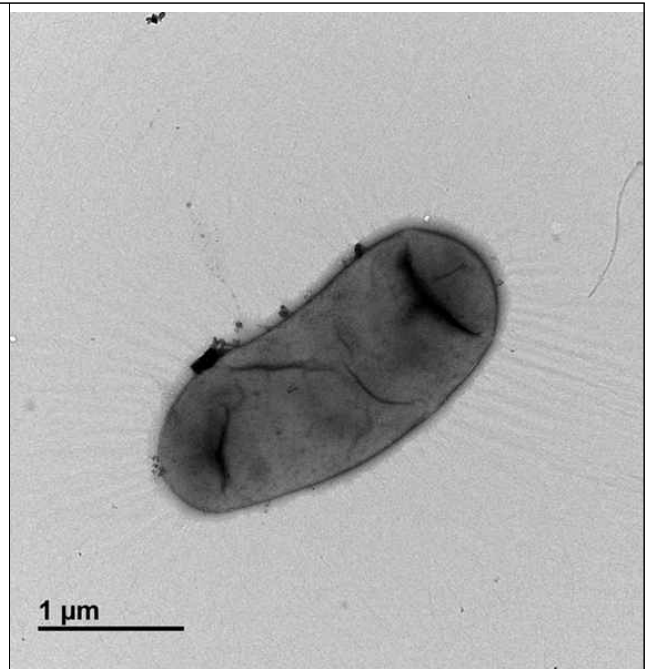


□ 카테노볼룸 속 6LW5-1 균주의 분류학적 특성

- 카테노볼룸 속 6LW5-1 균주는 16S rRNA 유전자 분석 결과 *Catenovulum adriaticum* TS8 균주와 96.2%의 유사도를 보이고(그림 3), 계통 분석 결과 신종으로 확인되었으며, 투과전자현미경 분석 결과, 편모가 없는 막대 형태의 세균으로 확인되었다(그림 4).



<그림 3. 6LW5-1 균주의 계통도>

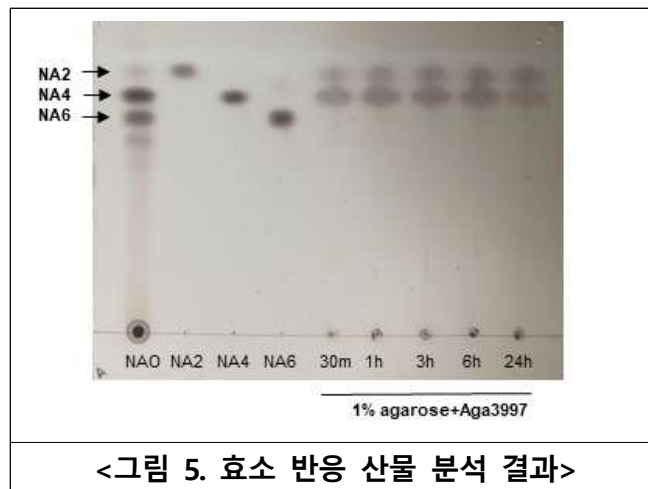


<그림 4. 6LW5-1 균주의 투과전자현미경 사진>

□ 베타-아가레이즈 효소 반응 산물 분석

- 베타-아가레이즈 효소는 한천의 주성분인 아가로오스를 분해해 한천올리고당*을 생산한다. 효소 반응물 분석결과, 두 개의 최종 분해산물이 검출되었으며, 분해산물은 네오아가로비오스 및 네오아가로테트라오스임을 확인하였다(그림 5). 이들은 장내 유익균 증식, 면역 기능 강화 등 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있어 해당 효소는 고부가가치 기능성 소재 생산의 핵심 기술로 활용될 수 있다.

* NA2: 네오아가로비오스, NA4: 네오아가로테트라오스, NA6: 네오아가로헥사오스 등



1. **신종 미생물:** 자연환경에서 기존에 보고된 적 없는 미생물 종. 이번 연구에서는 강원도 석호에서 카테노볼룸 속의 신종 미생물이 발견되어 아가로오스를 분해하는 능력이 있는 것으로 확인됨.
2. **효소:** 생물 내에서 특정 화학반응을 촉진하는 단백질. 본 연구에서 확보한 효소는 베타-아가레이즈로, 해조류 성분인 아가로오스를 잘게 분해하여 기능성 물질(올리고당)로 전환시킴.
3. **한천올리고당:** 한천의 주성분인 아가로오스를 분해해 얻는 저분자 탄수화물로, 체내 흡수가 용이하며 장내 유익균 증식, 면역 조절, 항염 효과 등 다양한 생리활성 기능을 가짐.
4. **네오아가로올리고당:** 베타-아가레이즈 효소 작용에 의해 생성되는 한천올리고당의 일종. 일반적으로 2~6개의 당으로 이루어진 구조이며, 보습, 미백, 장 건강 기능 등을 지닌 기능성 물질로 주목받음.
5. **네오아가로비오스:** 네오아가로올리고당 중 가장 짧은 구조(이당류). 장내 유익균 증식에 효과가 있는 것으로 알려졌으며, 프리바이오틱스 소재로 활용 가능성이 큼.
6. **네오아가로테트라오스:** 네오아가로올리고당 중 4개의 당으로 구성된 올리고당. 네오아가로비오스보다 큰 구조이며, 항염, 면역 강화, 피부 보습 등 다양한 생리활성 기능이 보고됨.
7. **베타-아가레이즈:** 해조류의 세포벽 구성성분인 아가로오스를 분해하는 효소로, 주로 미생물에서 발견됨. 본 연구에서는 신종 미생물에서 이 효소를 분리·정제하여, 기능성 한천올리고당 생산에 활용함.