



농촌진흥청, 벼 '염 스트레스' 내성 조절 유전자 기능 규명

- 벼 오믹스(유전체·생명 정보) 빅데이터 활용, 'OsWRKY116' 유전자 기능 규명
- 신규 유전자 적용 벼, 염 처리 환경에서 말라죽는 잎 줄고 생존율 크게 향상

농촌진흥청(청장 이승돈)은 벼에서 염(염분) 스트레스 내성을 지닌 신규 유전자를 발견해 염해에 강한 작물 육종에 활용 가능성을 확인했다.

식물은 다양한 환경에 적응하기 위해 세포대사부터 발달까지 여러 조절 기작을 작동하며, 특히 비생물적 스트레스*에 대응하는 능력은 환경 적응에 매우 중요하다.

* 비생물적 스트레스(abiotic stress): 식물세포의 항상성을 무너뜨려 식물 성장을 저해하는 기후나 토양 조건. 수분 과잉이나 부족, 독성 이온, 양분 부족, 고온, 저온 등이 있음.

염해*가 발생하면 식물은 물과 양분을 제대로 흡수하지 못하고 세포 안에 과다한 수준의 이온이 쌓여 생육이 저해된다. 이는 수확량 감소로 이어진다.

* 염해(鹽害): 토양이나 관개수에 포함된 염분 때문에 작물의 생육과 수량이 떨어지는 피해. 간척지, 해안 저지대, 관개 농지 등에서 주로 발생함.

연구진은 염해가 발생하는 환경에서도 안정적으로 자라는 작물을 개발하고자 벼 오믹스 빅데이터를 기반으로 스트레스 대응에 관여하는 유전자를 탐색했다. 그 결과, 염 스트레스 내성을 조절하는 신규 유전자(OsWRKY116)를 발견했다.

OsWRKY116의 기능을 확인하기 위해 유전자가위 기술(크리스퍼-카스9)을 활용해 이 유전자를 제거한 뒤 염 처리 조건에서 일반 벼와 비교해 봤다.

염 처리 조건에서 OsWRKY116를 제거한 벼는 일반 벼보다 잎의 백화 현상이 뚜렷하게 줄고 생육 상태는 좋아졌다. 또한, 일반 벼보다 생존율도 높았다.

이를 통해 OsWRKY116 발현을 억제하면 염 스트레스 저항성이 늘어난다는 것을 확인하고, 이 유전자가 벼의 내염성을 조절하는 인자로 작용한다는 점을 밝혔다.

농촌진흥청은 이와 관련해 특허출원*을 완료했다. 앞으로 벼 염 스트레스 저항성 관련 기초 자료로써 내염성 작물 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

* 벼의 내염성을 조절하는 OsWRKY116 유전자 및 이의 용도(10-2025-0202105)

농촌진흥청 국립농업과학원 이태호 슈퍼컴퓨팅센터장은 “이상기후의 증가로 안정적인 식량 생산이 더욱 중요해지고 있는데, 이에 신속하게 대응하려면 슈퍼컴퓨터를 기반으로 필요한 유전자를 빠르게 탐색·발굴하고 그 기능을 검증해야 한다.”라며, “앞으로도 빅데이터, 인공지능을 기반으로 한 농생명 연구의 디지털 전환에 속도를 내겠다.”라고 말했다.

붙임. 염 스트레스 저항성 벼 유전자 발굴

담당 부서	국립농업과학원 슈퍼컴퓨팅센터	책임자	센터장	이태 호 (063-238-4558)
		담당자	연구사	윤혜 진 (063-238-4765)
농촌진흥청에서 연구·개발한 농업의 모든 것  농사호				

1. 연구 배경

□ 염 스트레스 정의 및 측정 방법

- 염 스트레스는 토양이나 관개수에 과도하게 존재하는 염분이 식물세포의 항상성을 무너뜨려 생육과 수량을 저해하는 비생물적 스트레스로, 식량 생산량을 크게 떨어뜨리는 대표적 요인 중 하나임.
- 염분이 과다하게 축적되면 삼투 스트레스에 의한 수분 흡수 장애, Na^+ 이온의 독성 축적, 양분 흡수 불균형이 함께 나타나며, 이차적으로 활성산소종(ROS)이 과다 축적되어 세포내 단백질, 막 지질, DNA 손상을 초래함.
- 염 스트레스는 발아부터 유묘 생육, 출수에 이르는 생육 전 단계에 영향을 미치며, 특히 유묘기에 받은 피해는 최종 수량 감소로 직결됨.
- 염 스트레스에 대한 내성 정도는 실험적으로 다음과 같은 방법으로 측정함.
 - 생리적 지표 : 잎의 백화(황화) 정도, 생존율, 초장·건물중 등 생육량
 - 세포 손상 지표 : 상대 전기전도도(relative electrical conductivity), 이온 누출량 등

□ 벼 염 스트레스 내성 연구 필요성

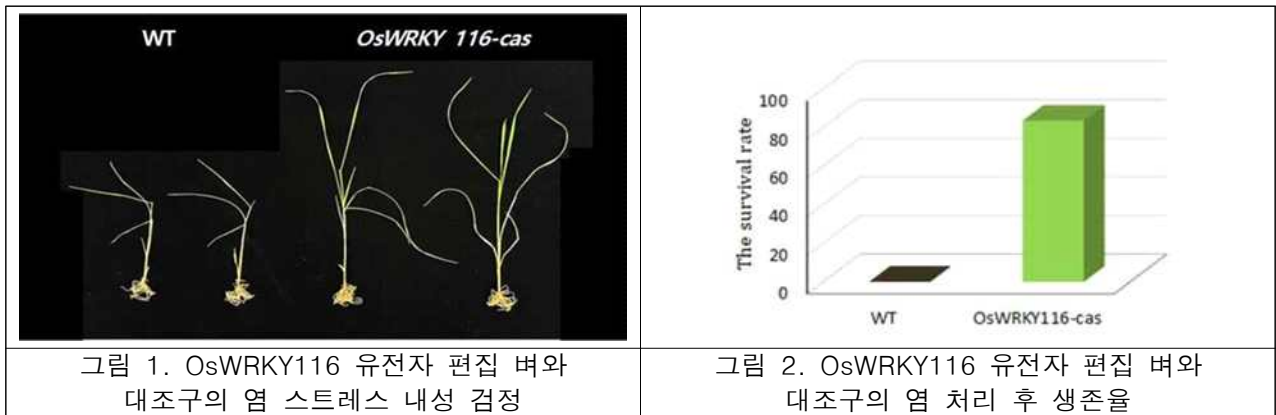
- 간척지 확대, 해수 침입, 관개수 염류화 등으로 염해 재배 환경이 늘어나는 상황에서, 벼의 염 스트레스 내성을 조절하는 유전자를 발굴하여 향후 이를 이용한 내염성이 증진된 작물 개발에 활용하고자 함.

2. 연구 결과

□ 염 스트레스 저항성 유전자 발굴

- 벼에서 스트레스 대응에 관여하는 유전자를 탐색해 OsWRKY116 유전자를 선발하고, 유전자 가위 기술(CRISPR/Cas9)로 OsWRKY116 유전자 부위에 결실을 유도하여 유전자의 기능을 제거(knockout)한 벼 계통을 확보함.
- OsWRKY116 유전자 편집 벼와 대조구의 유묘 식물체를 염 스트레스 조건(NaCl 150mM)에서 비교한 결과, 대조구인 삼광벼는 잎이 심하게 백화되고 생육이 저해된 반면 OsWRKY116 기능이 제거된 유전자 편집 벼는 잎의 백화 현상이 뚜렷하게 감소하고 지상부와 지하부의 생육이 크게 향상됨을 확인함. 또한 염 처리 후 대조구 개체가 모두 고사한 시점에 OsWRKY116 유전

자 편집 벼의 생존율이 높은 사실을 확인함.



□ 성과 및 활용 계획

- OsWRKY116 유전자의 기능을 제거한 벼 개체는 염 처리 조건에서 잎의 백화 현상이 현저히 감소하고 생존율과 생육이 향상되는 것을 확인함. 즉, 이 유전자의 발현을 억제하는 경우 염 스트레스 저항성이 증가함.
- 따라서, OsWRKY116 유전자는 벼의 염 스트레스 내성을 조절하는 인자로 기능하며, 내염성이 강화된 작물을 개발하는 육종 소재 및 기능 연구에 활용할 수 있음. 특허출원을 완료하였으며, 간척지 등 염해 지역에 적응한 작물 개발 연구에 활용할 계획임.