



ISAAA Biotech Updates Korean Edition (July 2026)

식물에 관한 기사:

- 유전자 편집으로 벼 수확량 25% 증가
- 작은 유전자 편집으로 벼의 독성 카드뮴 함량 50% 감소
- 과학자들, 획기적인 세계적 연구를 통해 녹두의 유전적 비밀 밝혀내다
- 영국, 획기적인 정밀육종의 이정표로 더 안전한 유전자 편집 밀 승인
- 이중 기능 벼 유전자, 가뭄 내성과 곡물 수확량 향상
- CRISPR, 오이의 침수 내성을 위한 유전적 경로 밝혀내다

식품에 관한 기사:

- 대한민국, 가공식품에 대한 의무적 생명공학 표시 규정 확대
- 유전체 편집으로 적색 차조기가 녹색으로 변하고 건강 효능이 6배 향상돼

환경에 관한 기사:

- 새로운 연구, 전 세계 벼 재배 배출량 60년 만에 2배 증가

유전자 편집 특집:

- 벼 단백질 키나아제의 돌연변이, 가뭄 내성을 높여

식물에 관한 기사:

유전자 편집으로 벼 수확량 25% 증가

시카고대학교 (University of Chicago) 과학자들은 외래 DNA를 삽입하지 않고도 작물 수확량을 최대 25% 향상시키는 동시에 가뭄과 고온에 대한 저항성을 높이는 획기적인 유전 기술을 개발했다고 밝혔다. 학술지 *Nature Genetics*에 게재된 이번 발견은 전 세계 식량 안보를 강화하고 기후변화의 가혹한 영향에도 견딜 수 있는 회복력 있는 작물을 개발하는 데 유망한 가능성을 제시한다.

이번 연구는 2021년 동물 유전자를 이용해 유사한 생장 촉진 효과를 달성한 선행 연구를 기반으로 한다. 연구진은 식물 고유의 생물학적 특성만을 활용하는 접근법을 모색했다. Chuan He 교수가 이끄는 연구진은 식물 단백질인 ALKBH9와 ALKBH10에 주목했다. 연구진은 이들 단백질에서 본질적으로 무질서한 영역(intrinsically disordered region)으로 알려진 유연한 말단 부분을 잘라내면 식물의 생장을 제한하는 생물학적 억제 요인을 효과적으로 제거할 수 있으며, 이를 통해 이들 단백질의 확산을 촉진하고 유전자 발현을 변화시켜 더 높은 생산량과 더 깊은 뿌리 발달을 유도할 수 있다는 사실을 발견했다.

벼에서 이 변형을 시험한 결과, 수확량이 크게 증가했을 뿐만 아니라 고온, 가뭄, 염 스트레스에 대한 내성도 크게 향상되는 놀라운 결과가 나타났다. 이 과정은 외래 유전물질을 도입하는 대신 표적 염기 편집을 통해 기존 유전 코드의 몇 개 염기쌍만을 잘라내기 때문에, 기존 GMO에 대한 소비자 친화적인(consumer-friendly) 대안으로 주목받고 있다. 연구진은 현재 동일한 핵심 유전자를 보유한 다양한 다른 작물 종을 대상으로 이 변형의 효과를 시험하기 위한 연구를 진행하고 있다.

자세한 내용은 [UChicago News](#)의 기사를 참고하면 된다.

작은 유전자 편집으로 벼의 독성 카드뮴 함량 50% 감소

일본의 오카야마대학교 Okayama University와 중국과학원(Chinese Academy of Sciences, CAS) 연구진은 작물 수확량이나 필수 영양소 함량을 저하시키지 않으면서 벼 낱알의 독성 카드뮴 축적을 대폭 감소시키는 유전자 편집 벼 품종을 개발했다. 카드뮴은 오염된 농경지 토양에 존재하는 발암성 중금속으로, 곡물 작물에 쉽게 축적되기 때문에 벼는 전 세계적으로 식단을 통한 카드뮴 노출의 주요 공급원 중 하나가 된다.

이번 연구는 학술지 *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS)에 게재됐으며, 연구진은 금속 수송체 유전자인 *OsNramp5*를 표적으로 한 1,600개 이상의 유전자 편집 계통을 선별하기 위해 정밀 베이스 편집 기술을 활용했다. 연구진은 441번 위치의 단일 아미노산을 아이소류신(isoleucine)에서 트레오닌(threonine)으로 치환하는 특정 점돌연변이 *OsNramp5I441T*를 발견했다. 카드뮴으로 오염된 토양에서 실시한 포장 시험에서, 이러한 미세한 유전자 편집으로 현미의 카드뮴 함량이 48% 감소해 야생형(WT) 식물의 0.14 mg/kg에서 유전자 편집 식물의 0.07 mg/kg으로 줄었으며, 벼 수확량과 철, 아연, 망간과 같은 주요 미량 영양소의 함량은 그대로 유지됐다.

이 돌파구는 농업과학에서 오랫동안 해결되지 못한 과제를 해결했다. 이는 기존의 카드뮴 차단 방법이 일반적으로 식물의 생장을 저해하거나 필수 무기질의 흡수를 방해했기 때문이다. 연구진은 이 돌연변이가 수송체의 아연에 대한 선호도를 높여, 아연이 식물체를 거쳐 곡립으로 이동하는 과정에

서 카드뮴과의 경쟁에서 우위를 차지할 수 있게 한다는 사실을 발견했다. Sheng Huang 박사와 Jian Feng Ma 교수가 이끄는 연구진은 이 유전자 변형이 전 세계 카드뮴 오염 토양에서 보다 안전한 버를 생산할 수 있는 실용적인 정밀육종 전략을 제공할 수 있을 것으로 보고 있다.

자세한 내용은 [Okayama University 웹사이트](#)의 기사를 참고하면 된다.

과학자들, 획기적인 국제 연구를 통해 녹두의 유전적 비밀 밝혀내다

국제 연구진은 녹두의 세계 최초 그래프 기반 범유전체를 구축해 작물의 회복력과 수확량을 향상시키는 데 중요한 유전적 비밀을 밝혀냈다. Murdoch University의 작물·식품혁신센터(Centre for Crop and Food Innovation, CCFI)와 중국농업과학원이 공동으로 주도한 이번 주요 연구는 학술지 *Nature Genetics*에 게재됐다.

연구진은 전 세계 580개의 유전자원(accessions)을 분석해 7만 5,000개 이상의 유전자군(gene families)과 주요 농업 형질에 직접 영향을 미치는 6만 6,000개 이상의 기존에 알려지지 않았던 구조적 변이(structural variations)를 성공적으로 발견했다. 이번 성과는 호주에서 특히 중요한 의미를 갖는다. 녹두는 호주의 수익성이 높은 여름철 두류 작물로, 매년 1억 달러 이상의 수출 수익을 창출하고 있기 때문이다. 녹두가 밀보다 톤당 약 3배 높은 가격에 거래되기 때문에 지역 농가에 매우 수익성이 높은 윤작 작물 재배 기회를 제공한다. 그러나, 호주의 변동성이 큰 계절성 강우는 해마다 작물 생산량과 가치에 큰 변동을 초래하는 경우가 많으며, 이는 이번에 구축된 새로운 유전자 지도가 직접 해결하고자 하는 문제다.

전 세계적으로 이번 발견은 소득과 영양을 위해 이 작물에 의존하는 아시아와 아프리카의 수백만 소규모 농가의 식량 안보를 강화하는 데 기여할 것으로 기대된다. CCFI 소장인 Rajeev Varshney 교수는 새롭게 확보된 데이터가 심각한 피해를 일으키는 저장 해충인 브루키드(bruchid)에 대한 저항성과 종자에 포함된 주요 영양 성분 등 이전에는 확인되지 않았던 구조적 특성을 밝혀냈다고 설명했다. 앞으로 육종가들은 이러한 첨단 유전체 도구를 활용해 기후변화에 대한 회복력이 높고 수확량과 영양 특성이 우수한 녹두 품종의 개발을 신속하게 앞당길 수 있을 것으로 기대된다.

자세한 내용은 [Murdoch University News](#)의 기사를 참고하면 된다.

영국, 더 안전한 유전자 편집 밀에 정밀육종 지위 공식 인정

새로운 유전자 편집 밀 품종이 영국의 유전기술법(Genetic Technology Act)에 따라 '정밀육종(precision bred)' 지위를 공식적으로 인정받았으며, 이는 식품 안전과 농업 혁신에 있어 중요한 이정표가 됐다. 연구진은 CRISPR 유전자 편집 기술을 활용해 이 특수 품종을 개발했다. 이 품종은 유리 아스파라긴의 함량을 크게 줄여 중요한 건강 문제에 대응한다. 유리 아스파라긴은 자연적으로 존재하는 아미노산으로, 밀을 굽거나 토스트하거나 튀기는 과정에서 독성이 있으며 발암 가능성이 있는 오염물질인 아크릴아마이드로 전환된다.

이번 성과는 유럽 규제 당국이 식품을 통한 아크릴아마이드의 최대 허용치를 강화할 준비를 하고 있는 가운데 나왔으며, 이에 따라 전 세계 식품 공급망은 오염물질을 발생원에서 줄여야 한다는 막대한 압박을 받고 있다. 2년간의 엄격한 포장 시험에서 연구진은 작물의 아스파라긴 합성효소-2(asparagine synthetase-2, *TaASN2*) 유전자를 표적으로 삼아 유리 아스파라긴 함량을 59% 낮추는 데 성공했다. 특히 주목할 점은, 이 유전자 변형은 전체 곡물 수확량을 저하시키지

않으면서 안전성을 향상시켜, 농가에서 해당 밀을 상업적으로 재배할 수 있는 가능성을 유지했다.

환경식품농촌부(Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra)가 220만 파운드 규모의 농민 주도 PROBITY 프로젝트의 일환으로 지원한 이번 승인은 해당 작물이 연구실을 벗어나 실제 농업 현장에 진출할 수 있는 길을 열었다. 이제 해당 밀은 실제 환경에서의 시험 단계에 진입해 일부 상업 농가에서 재배되고 제조 공장에서 가공될 예정이다. 이 기술의 지지자들은 이번 결정이 영국의 새로운 규제 체계가 의도한 대로 정확하게 작동하고 있음을 보여준다고 강조한다. 또한 안전하고 유익하며 정밀하게 설계된 작물 형질이 과학적 발견 단계에서 소비자의 식탁까지 효율적으로 이어질 수 있도록 한다고 설명한다.

자세한 내용은 [Rothamsted Research](#)의 기사를 참고하면 된다.

이중 기능 벼 유전자, 가뭄 내성과 곡물 수확량 향상

전남대학교(Chonnam National University) 연구자들은 가뭄 내성과 작물 생산성을 향상시키는 이중 기능 벼 [유전자](#)를 발견했으며, 이는 전 세계 식량 안보를 위한 유망한 돌파구가 될 것으로 기대된다. Geupil Jang 교수가 이끄는 연구진은 벼를 환경 스트레스로부터 보호하는 동시에 엽록체 발달과 광합성을 적극적으로 촉진하는 유전자 *OsFeSOD3*를 발견했다. 이번 연구 결과는 *Plant Biotechnology Journal*에 게재됐다.

이 유전자는 엽록체에서 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)을 해독하는 특정 효소를 암호화한다. 활성산소종은 [가뭄](#) 중에 축적되어 세포 손상을 일으키는 유해한 분자다. 흥미롭게도 연구진은 가뭄 피해가 세포 전체로 확산되기 전에 실제로 엽록체에서 시작된다는 사실을 발견했다. *OsFeSOD3*의 발현을 증가시켜 연구진은 이러한 국소적 스트레스를 성공적으로 완화하고, 예상치 못한 추가적인 이점을 발견했다. 즉, 이 유전자는 엽록체 유전자 발현을 직접 지원해 가혹한 환경에서도 식물이 광합성과 생장을 지속할 수 있도록 한다.

이 발견의 실용화 가능성을 확인하기 위해, 대학 연구진은 2회 연속 재배 기간에 걸쳐 포장 시험을 실시했다. 유전자 조작 [벼](#)는 가뭄 조건에서 일반적인 야생형 벼보다 수확량이 33%~42% 더 높았으며, 이는 주로 완전히 형성된 벼 낱알의 수가 더 많았기 때문이다. 반대로, [CRISPR-Cas9](#) 기술을 통해 해당 유전자가 제거된 식물은 심각한 발달 이상과 생장 정지 현상을 겪었다. 이는 기후 변화에 강한 작물 개발에서 이 유전자가 중요한 역할을 한다는 점을 보여준다.

자세한 내용은 [Chonnam National University](#)의 기사를 참고하면 된다.

CRISPR, 오이의 침수 내성을 위한 유전적 경로 밝혀내다

연구진은 부정근의 생장을 촉진해 오이 식물이 침수에 더 잘 견딜 수 있도록 하는 유전자 조절 네트워크를 발견했다. 부정근은 침수된 환경에서 식물이 산소를 흡수하는 데 도움을 준다. 이 연구에서는 전사인자 *CsWRKY41*이 에틸렌과 앱시스산(abscisic acid, ABA) 신호전달을 연결함으로써 이 과정에서 중심적인 역할을 한다는 사실이 밝혀졌다.

연구진은 *CsWRKY41* 유전자가 결핍된 [CRISPR-Cas9](#) 편집 오이 식물과 해당 유전자를 과발현하는 오이 식물을 개발했다. 이 연구 결과, *CsWRKY41*을 불활성화하면 부정근 형성이 유의하게 감소하는 반면, *CsWRKY41*의 발현을 증가시키면 뿌리 발달이 촉진되는 것으로 나타났다. 추가

분석 결과, *CsWRKY41*은 ABA 관련 유전자인 *CsPYL4*와 *CsPP2C24*를 조절하며, 이 두 유전자는 함께 스트레스 반응을 조절하는 것으로 나타났다.

연구 결과는 *CsPYL4*가 *CsPrx2* 유전자의 활성을 증가시키고 과산화수소 축적을 촉진하며, 이 두 가지 모두 부정근 생장을 지원한다는 것을 보여줬다. 연구진은 새롭게 발견된 *CsWRKY41*-*CsPYL4*-*CsPP2C24* 경로가 침수 스트레스에 대한 내성이 향상된 오이 품종을 육종하기 위한 유망한 표적이 될 수 있다고 밝혔다.

자세한 내용은 [Plant Physiology](#)의 초록을 참고하면 된다.

식품에 관한 기사:

대한민국, 가공식품에 대한 의무적 생명공학 표시 규정 확대

2026년 7월 8일, 대한민국 식품의약품안전처(Ministry of Food and Drug Safety, MFDS)는 유전자변형(GM) 식품의 표시 기준을 개정해 의무적인 유전자변형 식품 표시 대상을 크게 확대했다. 이는 미국 농무부 해외농업서비스(United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, USDA FAS)가 발표한 보고서에 따른 것이다. 개정된 정책에 따라 유전자변형(GM) 식품 표시 의무 대상이 간장, 당류 및 식용유 등 고도로 가공된 식품으로 확대되며, 가공 과정으로 인해 최종 소비자 제품에서 유전자변형 DNA나 단백질이 더 이상 검출되지 않는 경우에도 표시해야 한다.

식품 제조업체와 수입업체가 이에 적응할 수 있는 충분한 시간을 확보할 수 있도록, MFDS는 2단계에 걸쳐 해당 규정을 단계적으로 시행한다. 의무 표시 요건은 2026년 12월 31일부터 간장 제품에 우선 적용되며, 2027년 12월 31일부터는 설탕, 당류 및 식용유 제품으로 확대 적용된다. 이번 변경으로 제조 과정에서 생물학적 흔적이 제거된 정제 원료에 적용되던 기존의 오랜 면제 규정이 폐지되며, 규제 기준이 최종 제품의 실험실 검사 결과보다 원료의 원산지에 초점을 맞추는 방향으로 전환된다.

이번 규제 개정은 국내 식품 가공업체와 해외 농산물 수출업체 모두에 상당한 공급망 및 규정 준수 관련 영향을 미칠 것으로 예상된다. 완제품의 화학적 검사에만 의존하는 대신, 식품업체는 이제 최초 작물 수확부터 최종 생산 단계에 이르기까지 포괄적인 추적성 기록, 동일성 보존 및 공급업체 관련 문서를 유지해야 한다. 생명공학 표시를 피하고자 하는 수출업체와 식품 브랜드는 인증된 비유전자변형(non-GM) 원료를 조달해야 하며, 이에 따라 글로벌 원료 조달 및 기록 관리 관행에도 변화가 예상된다.

자세한 내용은 [USDA FAS GAIN Report](#)를 다운로드해 확인할 수 있다.

유전체 편집으로 적색 차조기가 녹색으로 변하고 건강 효능이 6배 향상돼

히로시마대학교(Hiroshima University)는 히로시마 현립 종합기술연구소(Hiroshima Prefectural Technology Research Institute) 및 미시마식품(Mishima Foods Co., Ltd.)과 공동으로 CRISPR-Cas9 유전체 편집을 성공적으로 활용해 적색 차조기(일본에서는 시소, 한국에서는 갯잎, 베트남에서는 *tía tô*로 알려짐)를 녹색 품종으로 전환하는 동시에 건강 증진 특성을 크게 향상시켰다. 학술지 *Frontiers in Plant Science*에 게재된 이번 연구는 단일 표적 효소 유전자를 변형함으로써 식물의 대사 경로를 의도적으로 전환해 영양학적 및 기능적 가치가 더 높은 작물을 생산할 수 있는 방법을 보여준다.

식물의 대사 경로에서 핵심적인 분기점 역할을 하는 플라바논 3-하이드록실화효소(*F3H*) 유전자를 불활성화함으로써, 연구진은 적색 안토시아닌 색소의 생성을 차단해 식물이 기존의 녹색 차조기와 시각적으로 동일한 형태로 자라도록 했다. 더 중요한 것은, 이러한 유전적 변형이 식물의 생화학적 특성에 큰 변화를 일으켰다. 강력한 항산화 및 항염증 작용을 하는 플라보닌 루테올린의 함량은 유전자 편집을 하지 않은 식물에 비해 약 6배 증가했으며, 로즈마린산의 농도도 증가했다.

보노 히데마사 교수(Professor Hidemasa Bono)가 이끄는 연구진은 외래 DNA를 포함하지 않

으면서 이러한 변화된 대사 특성을 유지하는 안정적인 비형질전환 식물 계통을 성공적으로 육종했다. 이 성과는 고기능성 식품과 천연 유래 의약품 원료를 생산할 수 있는 새로운 가능성을 열어 주며, 유전체 편집을 통해 전통적인 식용 허브를 영양 및 의약 분야에서 높은 활용 가치를 지닌 식물로 맞춤 개발할 수 있음을 보여준다.

자세한 내용은 [히로시마대학교 웹사이트](#)의 기사를 참고하면 된다.

환경에 관한 기사:

새로운 연구, 전 세계 벼 재배 배출량 60년 만에 2배 증가

보스턴 칼리지(Boston College) 연구진의 새로운 연구에 따르면, 전 세계 논에서 발생하는 [온실 가스 배출량](#)은 지난 60년 동안 2배 증가해 연간 약 11억 톤의 이산화탄소 환산량에 이른 것으로 나타났다. 학술지 *Nature Food*에 게재된 종합적인 전 세계 평가는 [벼](#)가 여전히 전 세계 인구의 절반 이상에게 중요한 식량원이지만, 점점 증가하는 기후 발자국이 단기적인 온난화를 초래하는 주요 요인이 되고 있음을 밝혔다.

1961년부터 2020년까지의 데이터를 머신러닝과 현장 관측을 활용해 추적한 이 연구는 배출량이 크게 증가한 두 가지 주요 원인으로 벼 재배가 새로운 지역으로 확대된 것과 벼짚과 같은 작물 잔재물을 담수된 토양에 환원하는 관행을 확인했다. 이러한 관행은 상당한 양의 메탄 발생을 유발한다. 동아시아는 집약적 농업 방식으로 인해 여전히 주요 배출 지역이지만, 연구진은 지난 60년 동안 벼 재배 면적이 7배 확대된 아프리카를 배출량이 빠르게 증가하는 주요 지역으로 강조했다.

배출량이 크게 증가했음에도 불구하고, 연구진은 농장 관리 방식을 개선하면 전 세계 식량 안보를 저해하지 않으면서도 배출량을 약 10% 줄일 수 있다며 향후 대응 방안을 제시했다. 실용적이고 확장 가능한 해결책에는 메탄 생성을 방지하도록 물 관리를 최적화하고, 토양에 과도한 작물 잔재물을 환원하는 것을 줄이며, 질소 비료를 보다 효율적으로 사용하는 방법이 포함된다. 보스턴 칼리지 공학과 부교수이자 공동 저자인 수전 팬(Susan Pan)은 “이러한 해결책은 농업이 단기적인 기후 목표 달성에 기여할 수 있는 의미 있는 방안을 제시한다”고 말했다.

자세한 내용은 [BC News](#)의 기사를 참고하면 된다.

유전자 편집 특집:

벼 단백질 키나아제의 돌연변이, 가뭄 내성을 높여

가뭄은 벼 재배를 위협하는 주요 요인으로, 과학자들이 보다 강한 내성을 지닌 작물을 육종할 수 있도록 식물이 수분 스트레스를 어떻게 조절하는지 이해하는 것이 더욱 중요하다. 강원대학교 (Kangwon National University) 연구진이 진행한 연구에서 특이한 돌연변이 벼 계통이 가뭄을 어떻게 효과적으로 견디는지 규명됐다. 유전적 특성을 분석함으로써, 연구진은 이러한 가뭄 내성이 *OsRRK1*이라는 유전자의 특정 돌연변이에서 비롯된 것임을 확인했다. 정상적으로 작동할 때, 이 유전자는 가뭄 방어 반응을 억제하는 화학적 스위치 역할을 한다. 유전자 편집과 교배를 통해 이 스위치의 기능을 불활성화함으로써, 과학자들은 일반 품종보다 건조한 환경에 훨씬 더 잘 견디는 벼를 개발했다.

세포 수준에서 이 유전자 스위치는 식물이 에너지를 처리하는 방식을 변화시킴으로써 작동한다. 일반 벼에서는 *OsRRK1* 유전자가 가뭄 발생 시 당 생성을 늦추는 핵심 효소를 변형한다. 그러나, 회복력이 높은 돌연변이 벼에서는 이러한 변형이 차단된다. 이러한 차단은 식물이 당 대사를 활성화하도록 유도해 수용성 당이 고농도로 축적되게 하며, 이러한 당은 식물 세포가 건조해지는 것을 방지한다.

학술지 *Plant Physiology*에 게재된 이 연구는 식물의 대사와 기후 변화에 대한 생존 간의 직접적인 연관성을 밝히고, 심화되는 전 세계 가뭄에 대비해 벼 생산을 보호할 수 있는 강력한 새로운 유전적 청사진을 육종가들에게 제공한다.

자세한 내용은 [Plant Physiology](#)에서 확인할 수 있다.
