



ISAAA Biotech Updates Korean Edition (August 2026)

식물에 관한 기사:

- 보고서, 2024년 아시아와 오세아니아 농업 생명공학 도입 현황을 조명
- 연구진, 토마토 질병 진단을 위해 AI 도구 개발
- 연구자들, 작물의 저온 스트레스 내성을 높이는 곰팡이 유전자 규명
- CRISPR 유전자 편집, 겨울 토마토 수확량 향상시킨다
- 15년간 연구 Bt 벼, 토양 미생물에 미치는 영향 미미한 것으로 밝혀져
- 유전자 조작 상추와 담배 식물, 육류 단백질 생산한다
- ICRISAT, CRISPR-Cas9를 활용해 인도주의적 사용 허가 획득

환경에 관한 기사:

- 연구 결과, 전 세계 작물 모델, 극심한 고온으로 인한 벼 수확량 손실 과소평가

유전자 편집 특집:

- 과학자들, CRISPR을 활용해 빨간 딸기를 하얗게 만든다
- 유전자 편집으로 소화하기 쉽고 더 맛있는 벼 탄생

식물에 관한 기사:

보고서, 2024년 아시아와 오세아니아 농업 생명공학 도입 현황을 조명

아시아와 오세아니아 지역은 글로벌 농업 생명공학의 핵심 동력으로 부상했으며 2024년 9개 선도 국가에서 2,081만 헥타르의 면적에서 생명공학 작물을 재배했다. [ISAAA Brief 57 Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2024](#)에 따르면, 이러한 확대는 전 세계 생명공학 작물 재배 면적의 약 10%를 차지하며 빠른 성장과 주요 규제 성과에 힘입은 것으로 나타났다. 인도는 Bt 목화의 글로벌 시장에서 계속 우위를 차지하고 있으며 중국은 광범위한 승인을 거쳐 GM 옥수수과 대두의 상업적 규모 확대를 빠르게 추진하고 있다. 혁신을 더욱 촉진하며, 호주는 새로운 기후 회복력 작물 형질과 함께 질병 저항성 GM 바나나에 대한 최초의 규제 승인을 내리며 세계적인 역사를 새로 썼다.

전반적인 성장세에도 불구하고, 도입 동향은 해당 지역의 국가별로 큰 차이를 보인다. 파키스탄과 미얀마는 도입률이 94%를 넘어 인도의 목화 성공 사례를 이어가고 있으며, 필리핀과 베트남과 같은 동남아시아 국가들은 생명공학 옥수수 생산에서 꾸준하고 안정적인 성장세를 유지하고 있다. 반대로, 이러한 시장은 현지의 난관에 직면해 있으며, 이는 방글라데시의 Bt 가지 도입 증가세 둔화와 인도네시아의 지속적으로 낮은 도입률에서 확인된다.

빠르게 변화하는 환경에서 업계 리더, 투자자 및 연구자들이 변화하는 상황에 효과적으로 대응할 수 있도록 ISAAA는 미화 15달러에 이용할 수 있는 [Biotech Facts and Trends: Asia & Oceania](#) 보고서를 발간했다.

연구진, 토마토 질병 진단을 위해 AI 도구 개발

찰스 다윈 대학교(Charles Darwin University, CDU), 페라데니아 대학교(University of Peradeniya, UoP) 및 협력 기관의 연구진은 실제 현장 환경에서 AI를 활용한 작물 질병 탐지를 개선하기 위해 약 9,000장의 토마토 잎 이미지로 구성된 데이터셋을 개발했다. 스리랑카 현장 토마토(Sri Lankan In-Field Tomato, SLIF-Tomato) 데이터셋은 건강한 잎과 7가지 주요 질병의 이미지를 포함하고 있으며, 농민들이 더 빠르고 쉽게 이용할 수 있는 도구를 개발하는 기반을 제공한다.

연구진은 Inverted Residual Convolutional Block Attention Module (IR-CBAM)이라는 AI 모델을 활용해 시스템이 배경의 불필요한 요소를 무시하고 색상, 질감, 가장자리 및 병변 부위와 같은 중요한 질병 특징에 집중할 수 있도록 했다. 해당 연구의 주저자인 로미얌 조지(Romiyal George)는 “이 연구에서 개발한 경량 AI 모델은 모바일 기기나 임베디드 시스템과 같은 자원이 제한된 기기를 활용해 신속한 질병 진단을 가능하게 한다”고 말했다.

이 시스템은 토마토 질병을 탐지하는 데 있어 99% 이상의 정확도를 달성했으며, 통제된 실험실 환경을 벗어난 조기 진단에 활용될 가능성을 보여주었다. 조지는 이 기술이 작물 손실을 줄이고, 방제 의사결정을 개선하며, 농업 투입재를 보다 효율적으로 사용할 수 있도록 지원한다고 말했다. 연구진은 실제 현장 환경에서 이 기술을 테스트하고, 더 많은 작물과 질병을 포함하도록 데이터셋을 확대할 계획이다.

자세한 내용은 [호주 찰스 다윈 대학교\(Charles Darwin University\)](#)의 기사를 참고하면 된다.

연구자들, 작물의 저온 스트레스 내성을 높이는 곰팡이 유전자 규명

구루 나낙 데브 대학교(Guru Nanak Dev University)와 히말라야 생물자원기술연구소(Institute of Himalayan Bioresource Technology) 연구진은 염분 내성 곰팡이 *Penicillium oxalicum*에서 유래한 유전자가 식물의 저온 스트레스 내성을 크게 향상시킬 수 있다는 사실을 발견했다. 모델 식물인 *Arabidopsis thaliana*에 *PoxCYP62-2* 유전자를 도입한 결과, 변형된 식물은 비형질전환 대조군에 비해 저온 조건에서 우수한 성장과 생체량을 유지했다. 이 연구 결과는 *PoxCYP62-2*가 작물의 저온 스트레스 내성을 높이기 위한 육종에서 유망한 표적임을 보여준다.

PoxCYP62-2 유전자는 사이클로필린을 생성하는 유전자 계열에 속하며, 사이클로필린은 환경 스트레스 상황에서 단백질이 올바르게 접히고 기능적 안정성을 유지하는 데 중요한 단백질이다. 유전자의 효과를 평가하기 위해, *PoxCYP62-2*를 분리한 후 아그로박테리움 매개 유전자 형질전환을 이용해 *A. thaliana*에 도입했다. 세포 내 이미징을 통해 곰팡이 *PoxCYP62-2* 단백질이 보호 효과를 발휘하기 위해 숙주 식물 세포의 핵에 직접 위치하는 것으로 밝혀졌다.

저온 스트레스에서 형질전환 애기장대는 세포 손상이 감소했으며 스트레스 내성과 관련된 여러 대사산물이 축적되는 것으로 나타났고, 이는 해당 유전자가 식물의 저온에 대한 자연 방어력을 강화하는 데 도움이 될 수 있음을 시사한다. 이 연구는 모델 식물을 활용해 진행됐지만, 이러한 결과는 *PoxCYP62-2*가 저온 조건을 더 잘 견딜 수 있는 내한성 작물 품종 개발을 위한 추가 연구에서 유망한 유전적 표적임을 보여준다.

자세한 내용은 Springer를 통해 [Transgenic Research](#)의 전체 논문을 확인할 수 있다.

CRISPR 유전자 편집, 겨울 토마토 수확량 향상시킨다

예루살렘 히브리 대학교(The Hebrew University of Jerusalem) 과학자들은 토마토 식물이 저온에서도 안정적으로 열매를 맺을 수 있도록 하는 분자적 해결책을 규명했다. 과학자들은 microRNA miR167과 옥신 반응 인자 유전자(ARF8)가 관여하는 호르몬 조절 경로를 변형하기 위해 CRISPR 유전자 편집을 활용해 수정 없이 열매가 발달하는 현상인 단위결과를 성공적으로 유발했다.

토마토와 같은 온난기 작물의 경우, 저온에서는 꽃밥이 열려 꽃가루를 방출하는 과정이 자주 억제된다. 수정이 이루어지지 않으면, 수분되지 않은 꽃은 열매가 형성되기 전에 떨어진다. *SIMIR167a*와 *SIARF8B* 유전자를 표적으로 CRISPR 유전자 편집을 활용해 이러한 생식 과정의 한계를 극복했다. 자방 발달은 수분과 관계없이 유발됐으며 추운 날씨로 자연 수정이 중단된 상황에서도 씨 없는 토마토가 발달할 수 있도록 했다.

난방을 하지 않은 겨울철 온실 시험에서, 유전자 편집 토마토는 익은 열매가 6배 더 많이 맺었으며

야생형 대조군에 비해 총 익은 열매 질량이 10배 증가했다. 아직 상업적 출시가 추진되지 않았으며, 이 실험 단계에서는 규제 승인이 요청되지 않았지만 표적 경로는 저온에 강한 작물의 육종을 위한 유망한 메커니즘으로 평가된다.

자세한 내용은 [New Phytologist](#)에 게재된 전체 연구 논문을 확인할 수 있다.

15년간의 연구 Bt 벼, 토양 미생물에 미치는 영향 미미한 것으로 밝혀져

중국 국가 벼 연구소 연구진이 15년간 수행한 연구에서 Bt 벼는 토양에 서식하는 세균에 미치는 영향이 미미한 것으로 나타났다. 대신, 샘플링 시간, 작물 생육 단계 및 토양 깊이와 같은 요인이 토양 세균 군집에 더 큰 영향을 미쳤다. 연구자들은 Bt 벼 재배가 토양 미생물군에 미치는 영향을 평가하기 위해 장기간의 현장 모니터링과 해석 가능한 머신러닝을 결합했다.

분석 결과, Bt 벼와 비Bt 벼를 재배한 토양 간 세균 다양성에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 대신, 시간에 따른 변화와 토양 깊이의 차이가 미생물 군집을 형성하는 가장 큰 요인으로 나타났다. 머신러닝을 통해 Bt 토양과 비Bt 토양을 구별하는 데 일관되게 도움이 되는 여러 세균 군집이 확인됐지만, 이들의 풍부도 차이는 작았으며 생태학적 역할은 아직 명확하지 않다.

연구진은 Bt 벼가 전반적인 토양 세균 군집 구조에 미치는 영향이 상대적으로 미미하다고 결론지었다. 유전자변형(GM) 작물의 환경적 영향을 평가하는 데 있어 장기 모니터링과 투명한 머신러닝 접근법의 가치를 강조하며 확인된 미생물 변화가 의미 있는 생태학적 기능을 갖는지 규명하기 위한 추가 연구를 권고했다.

자세한 내용은 [Environment International](#)에서 확인할 수 있다.

유전자 조작 상추와 담배 식물, 육류 단백질 생산한다

런던 임페리얼 칼리지(Imperial College London)와 협력 기관의 과학자들은 유전자 조작한 상추와 담배 식물이 미오글로빈을 생산하도록 했으며, 미오글로빈은 동물의 근육에 존재하는 단백질로 육류에 붉은색을 부여하고 풍미에 기여한다. 이 접근법은 육류 대체 식품의 중요한 성분을 생산하는 식물 기반 대안을 제공하는 동시에, 축산 생산과 관련된 토지 사용, 물 사용 및 배출량을 줄일 수 있을 것으로 보인다.

연구진은 돼지와 소의 미오글로빈 유전자를 담배와 상추 식물의 엽록체 유전체에 삽입했다. 엽록체는 유전체를 여러 개 보유하고 있으며 많은 양의 단백질을 생산할 수 있기 때문에 핵 유전체를 조작한 식물보다 미오글로빈을 훨씬 더 많이 생산했다. 런던 임페리얼 칼리지(Imperial College London)의 연구원 알렉시아 그로프 박사(Dr. Alexia Groff)가 "이는 식물 기반 육류 제품의 중요한 성분을 생산하는 보다 지속 가능한 방법을 제공할 수 있다"고 말했다.

유전자 조작한 담배와 상추는 각각 건조 중량 1kg당 약 800~810mg의 미오글로빈을 생산했다. 이는 핵 유전체에 형질전환 유전자를 삽입한 담배 식물보다 수확량이 최소 3배 더 많았다. 연구진은 해당 단백질을 추출하고 정제해 육류 대체 식품에 사용할 수 있을 것으로 보인다고 밝혔다. 상

용화를 위해서는 추가적인 개발과 규제 승인이 필요하다.

자세한 내용은 [Frontiers](#)의 보도자료 또는 [Frontiers in Plant Science](#)에 게재된 연구 논문을 확인할 수 있다.

ICRISAT, CRISPR-Cas9를 활용해 인도주의적 사용 허가 획득

국제 반건조 열대 농작물 연구소(International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, ICRISAT)는 연구를 위해 CRISPR-Cas9 유전자 편집 시스템을 활용할 수 있도록 Corteva 및 Broad Institute와 인도주의적 사용 허가 계약을 체결했다. 이 성과는 가뭄, 고온, 해충 및 질병에 대한 내성을 갖춘 향상된 작물 품종 개발에 기여하면서 농민과 소비자에게 중요한 생산성, 영양 품질 및 기타 형질을 향상시킬 것으로 예상된다.

ICRISAT 사무총장 히만슈 파탁 박사(Dr. Himanshu Pathak)는 “유전자 편집 분야에서 Broad와 Corteva가 보유한 선도적 역량과 ICRISAT의 세계적인 육종 프로그램, 그리고 각국의 농업 연구 시스템과 맺어온 오랜 파트너십을 바탕으로, 이번 새로운 역량은 식량 안보를 강화하고 생계를 개선하며 아시아와 아프리카 전역에서 더욱 회복력 있는 농업 시스템을 구축하는 실용적인 작물 혁신의 제공을 가속화할 것입니다”고 말했다.

이 허가를 통해 ICRISAT 연구진은 연구 및 제품 개발부터 ICRISAT의 주요 작물인 수수, 진주조, 기타 기장류, 병아리콩, 비둘기콩 및 땅콩에 대한 새로운 유전자 편집 솔루션 개발에 이르기까지 활용할 수 있는 중요한 도구를 확보하게 된다.

[ICRISAT](#)의 보도자료를 확인할 수 있다.

환경에 관한 기사:

연구 결과, 전 세계 작물 모델, 극심한 고온으로 인한 벼 수확량 손실 과소평가

*Science Advances*에 게재된 새로운 연구에 따르면, 현재 전 세계 기후 모델은 전 세계 벼 생산에 미치는 극심한 고온의 영향을 유의미하게 과소평가하는 것으로 나타났다. 헬름홀츠 환경연구센터(Helmholtz Centre for Environmental Research)와 포츠담 기후영향연구소(Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK)가 이끄는 연구진은 214개의 현장 온난화 실험 데이터를 7개의 주요 작물 모델과 비교했다. 연구진은 지구 평균 기온이 1°C 상승함에 따라 발생하는 실제 벼 수확량 감소가 기존 모델의 예측치보다 2배 이상 크다는 사실을 발견했으며, 실제 현장 실험에서는 벼 수확량이 8.1% 감소한 반면 표준 모델에서 3.8% 감소할 것으로 추정했다.

이러한 불일치의 주요 이유는 기존 작물 모델이 벼의 중요한 생식 단계에서 발생하는 고온 피해를 충분히 반영하지 못하기 때문이다. 30°C 이상의 온도에서 이삭과 낱알이 발달하는 동안 극심한 고온에 노출되면 심각한 피해가 발생하며 관측된 지역의 70% 이상에서 전체 수확량 손실의 절반 이상을 차지했다. 연구진은 현재 모델이 계절 평균 기온의 점진적인 변화를 포착하면서, 작물이 가장 취약한 시기에 발생하는 급격한 일일 고온을 간과한다고 지적했다.

그 결과는 전 세계 식량 안보에 중대한 영향을 미칠 수 있으며, 특히 쌀이 주요 주식으로 소비되는 남아시아와 동남아시아에 큰 영향을 미칠 수 있다. 수정된 추정치에 따르면 인도, 파키스탄, 방글라데시와 같은 국가에서는 잠재적인 수확량 손실이 2.1%에서 6.6%로 증가하고, 태국, 필리핀, 미얀마에서는 3.7%에서 7.7%로 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 위험을 완화하기 위해 연구진은 고온 내성 벼 품종 육종, 파종 일정 조정 및 관개 관행 최적화를 포함한 맞춤형 적응 전략이 시급히 필요하다는 것을 강조한다.

자세한 내용은 [PIK website](#)의 기사를 참고하면 된다.

유전자 편집 특집:

과학자들, CRISPR을 활용해 빨간 딸기를 하얗게 만든다

공주대학교(Kongju National University), 국립원예특작과학원(National Institute of Horticultural and Herbal Science of Korea), 충북대학교(Chungbuk National University) 및 플로리다대학교(University of Florida) 연구진은 상업적으로 재배되는 빨간 딸기를 하얗게 만들어 복잡한 작물 유전학의 핵심 과제를 해결했다. *Horticulture Research*에 게재된 이 연구에서 연구진은 CRISPR-Cas9 유전자 편집 기술을 활용해 우수 품종인 'Florida Brilliance'를 성공적으로 변형했다. 그 결과 열매는 안정적인 백색 품종으로 성숙했으며, 이는 표적 유전자 편집을 통해 여러 사본의 유전체를 가진 식물에서 특정 형질을 성공적으로 조절할 수 있음을 보여준다.

재배 딸기(*Fragaria × ananassa*)의 유전자 편집은 딸기가 8배체로 완전한 염색체 세트 8개를 가지고 있기 때문에 역사적으로 어려운 것으로 입증됐다. 이러한 유전체 중복성으로 인해 대부분의 형질은 하나의 유전자가 거의 동일한 여러 사본에 의해 결정된다. 모든 사본을 비활성화하려는 시도 대신, 연구진은 붉은 안토시아닌 색소 생성의 96% 이상을 담당하는 하나의 주요 유전자 사본인 *MYB10-1B*를 규명했다. 염색체 1B의 이 특정 서열만을 표적으로 하는 가이드 RNA를 설계함으로써, 연구진은 인접 유전자를 방해하지 않고 붉은 색소 생성을 억제했다.

새로운 색상의 딸기를 생산하는 것을 넘어, 이 성과는 밀, 감자 및 사탕수수와 같은 다른 복잡한 다배체 작물을 편집하기 위한 중요한 기반을 확립한다. 하나의 주요 유전자 사본을 제거하는 것만으로도 원치 않는 비표적 효과 없이 뚜렷한 형질 변화를 유도할 수 있음을 입증한 것은 농업 생명공학에 새로운 가능성을 열어준다. 식물 육종가는 이 전략을 적용해 질병 저항성, 가뭄 내성 및 향상된 저장성 등 중요한 형질을 기존 상업 품종에 직접 빠르게 도입할 수 있다.

자세한 내용은 [SciTech Daily](#)의 기사를 참고하거나 [Horticulture Research](#)에서 논문을 다운로드할 수 있다.

유전자 편집으로 소화하기 쉽고 더 맛있는 벼 탄생

중국 해난 대학교 연구자들은 주식의 품질과 관련된 오랜 과제를 해결하기 위해 유전자 편집을 활용해 인체에서 소화하기 어려운 것으로 잘 알려져 있으며 식품 민감성의 흔한 원인이 되는 벼의 종자 단백질인 13 kDa 프로라민을 감소시켰다. 이 단백질 하위군을 생성하는 특정 유전자를 정밀하게 비활성화함으로써, 연구진은 프로라민 함량이 유의미하게 낮은 새로운 벼 계통을 개발했다. 이러한 표적 편집은 곡물의 전반적인 소화 용이성을 높이고 잠재적인 알레르기 유발 물질을 감소시킬 뿐만 아니라, 영양학적 특성을 최적화해 소비자 중심의 건강한 주식 작물을 위한 유망한 기술을 제공한다.

건강상의 이점을 넘어, *Journal of Integrative Plant Biology*에 게재된 연구는 관능적 품질의 직접적인 개선을 강조하며, 이러한 고밀도 단백질을 감소시키면 밥의 조리 특성과 맛이 크게 향상된다는 사실을 보여준다. 이 유전자 변형은 곡물 내부의 자연스러운 균형 재조정을 유발해, 유용한 단백질을 증가시키는 동시에 전분 구조와 식감을 개선한다. 이러한 구조적 변화는 겉보기 아밀로스

함량 및 총 단백질 함량과 같은 지표를 감소시키며, 이러한 지표는 조리했을 때 더 부드럽고 포슬 포슬한 식감과 뛰어난 풍미와 직접적인 관련이 있다.

이러한 결과를 통해 정밀한 유전자 도구가 인간의 영양 개선과 소비자가 요구하는 식미 특성을 동시에 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다.

자세한 내용은 [*Journal of Integrative Plant Biology*](#)에서 확인할 수 있다.
