CRISPR-Edited Wheat Leads to Reduced Acrylamide Without Yield Loss

출처: Food Safety Magazine April 7, 2026

영국 로삼스테드 연구소(Rothamsted Research)의 연구진이 아크릴아마이드의 전구체인 유리 아스파라긴 수치를 대폭 낮춘 유전자 편집 밀을 개발했다. 이 결과는 2년간의 재배 및 식품 시험을 통해 입증되었으며, 'Plant Biotechnology Journal'에 게재되었다. 아크릴아마이드 생성 위험을 줄여주는 이 밀은 소비자의 식품 안전을 개선하는 동시에, 생산자들이 점차 까다로워지는 규제 요건을 원활하게 준수할 수 있도록 도울 수 있을 것으로 생각된다.

유리 아스파라긴은 베이킹, 튀김, 토스트처럼 고온으로 조리하는 과정에서 발암 추정 물질인 아크릴아마이드로 전환되는 아미노산이다. 연구진은 CRISPR/Cas9 유전자 가위로 편집한 밀 계통에서 유리 아스파라긴 수치가 59% 감소했으며, TaASN2와 TaASN1 유전자를 모두 표적하여 이중 편집한 계통에서는 최대 93%까지 감소했다고 보고했다. 더불어 연구진은 단백질 함량의 지표가 되는 종자의 총 질소량에는 영향이 없었으며 유전자 편집된 밀 계통에서 수확량 감소는 나타나지 않았다고 보고했다.

유리 아스파라긴 수치의 감소는 최종 가공 제품의 아크릴아마이드 수치를 대폭 낮추는 결과로 이어졌다. 유전자 편집을 거친 한 계통으로 만든 식빵은 토스트한 후 아크릴아마이드 농도가 검출 한계치 미만으로 떨어졌으며, 다른 편집 계통들에서도 대조군 대비 8%에서 23% 수준의 낮은 아크릴아마이드 농도를 유지하는 것이 확인되었다. 또한, 이중 편집된 밀로 만든 비스킷은 대조군에 비해 아크릴아마이드 수치가 93% 감소한 것으로 나타났다.

이번 연구에서는 화학적 돌연변이 유발법(TILLING)을 통해 개발된 밀에 대한 평가도 함께 이루어졌다. TILLING 계통의 밀은 유리 아스파라긴 수치를 50% 줄이는 데는 성공했으나, 수확량이 거의 25%나 감소하는 손실을 입었다. 연구진은 이러한 수확량 감소가 해당 육종 방식에서 비롯된 의도치 않은 돌연변이 때문인 것으로 분석했으며, 이는 특정 유전자를 표적하는 유전자 편집 방식의 정밀성 우위를 잘 보여주는 결과라고 강조했다.

연구진은 아스파라긴 함량이 낮은 밀을 사용하면 식품 제조업체들이 가공 공정이나 제품 레시피를 크게 바꾸지 않고도 점차 강화되는 아크릴아마이드 규제 기준을 충족할 수 있을 것이라고 밝혔다.

출처:
https://www.food-safety.com/articles/11315-crispr-edited-wheat-leads-to-reduced-acrylamide-without-yield-loss

Sustainable Fertilizer Practice Causes Increased Cadmium in Rice, Study Shows

출처: Food Safety Magazine April 14, 2026

최근 Wageningen University 연구진이 수행하여 'Nature Food'에 게재된 연구에 따르면, 재활용 퇴비를 대규모로 사용할 경우 토양에 카드뮴이 축적될 수 있으며, 이것이 벼로 흡수되어 식품 안전에 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다.

중국을 비롯한 세계 여러 지역에서는 토양 산성화로 인해 농작물 수확량이 감소하고 있다. 퇴비 재활용과 같은 순환 농업 방식은 이러한 추세를 막는 데 도움이 될 수 있지만, 동시에 식품 안전 위험을 초래할 수도 있다. 이에 따라, 토양 산성화와 작물의 카드뮴 흡수를 줄이기 위한 다양한 영양분 관리 및 제한 전략의 장기적인 효과를 조사하고자 이번 프로젝트가 수행되었다.

연구진은 중국의 전형적인 논벼 재배 시스템에서 수십 년간 이루어진 영양분 관리가 토양 산성화와 카드뮴 역학에 미치는 영향을 시뮬레이션했다. 그 결과, 토양 pH를 높이기 위해 퇴비나 석회 같은 개량제에 의존하는 것만으로는 카드뮴 축적으로 인한 장기적인 부작용을 막기에 불충분한 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 퇴비 재활용을 늘리자 토양 산성화가 완화되고 광물성 인산질 비료의 사용량도 거의 완전히 줄어들었다. 하지만 동시에 퇴비를 통한 카드뮴 유입이 증가하고 카드뮴의 침출은 감소하면서, 토양 내 카드뮴 축적이 가속화되는 결과도 초래되었다. 또한, 카드뮴 유입량을 줄이지 않은 채 토양 pH만 높이는 방식은 단기 및 중기적으로는 쌀의 카드뮴 함량을 낮춰주었으나, 장기적으로는 토양에 카드뮴이 계속 축적되면서 이러한 이점이 상쇄되었다.

시뮬레이션 결과에 따르면, 현재의 카드뮴 침적 수준에서는 카드뮴 안전 기준치를 초과하지 않으면서 안전하게 재활용할 수 있는 퇴비의 비율이 약 20%에 불과한 것으로 나타났다. 이는 현재의 퇴비 재활용 비율인 30%보다 낮은 수치다. 그러나 퇴비 내 카드뮴 함량을 통제하여 카드뮴 침적을 최소화할 경우, 퇴비 재활용 비율을 최대 85%까지 끌어올릴 수 있는 것으로 확인되었다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 연구진은 지속 가능한 농업을 향한 전방위적이고 시스템 전반적인 접근 방식을 촉구하며, 농업 · 산업 · 환경 보호 정책들 간의 상호 연결성을 강조했다. 특히 쌀의 카드뮴 함량이 품질 기준치를 초과하는 것을 막기 위해서는, 토양 pH 수준을 유지하는 동시에 산업 폐기물 배출에 대한 엄격한 규제를 통해 카드뮴 침적을 줄여나가는 조치가 필수적이라고 연구진은 강조했다.

출처:
https://www.food-safety.com/articles/11338-sustainable-fertilizer-practice-causes-increased-cadmium-in-rice-study-shows

FDA Researchers Find Substantial Fish Allergen Cross-Contact Risk from Breading Reuse

출처: Food Safety Magazine May 15, 2026

최근 'Journal of Food Protection'에 게재된 미국 식품의약국(FDA) 연구진의 새로운 연구에 따르면, 식품 생산 과정에서 튀김 옷(빵가루) 시스템을 공동으로 사용할 경우 해산물 알레르기 유발 물질의 교차 오염 위험이 있는 것으로 나타났다.

외식 및 식품 소매업체에서 조리 과정을 간소화하고 운영의 복잡성을 줄이기 위해 동물성 및 식물성 식품 전반에 걸쳐 다목적 튀김 옷(빵가루) 믹스를 사용하는 것이 드문 일은 아니지만, 이처럼 튀김 옷 혼합물을 재사용할 때 발생하는 알레르기 유발 물질의 교차 오염 위험은 그동안 연구되지 않은 채로 남아 있었다. 이에 따라, 본 연구는 튀김 옷 혼합물을 재사용하는 과정에서 해산물 알레르기 유발 물질이 다른 식품으로 얼마나 전이될 수 있는지 그 범위를 확인하고, 사용 중간에 알레르기 잔류물을 줄이기 위한 조치들의 효과를 평가하고자 진행되었다.

실험에서 연구진은 200g의 튀김 옷(빵가루) 혼합물이 담긴 믹싱 볼에 새우와 대구를 각각 20~30g씩 총 20 배치로 나누어 별도로 준비했다. 그 후, 해당 튀김 옷 혼합물을 재사용하여 닭고기, 버섯, 호박에 튀김 옷을 입혔으며. ELISA 키트를 사용하여 알레르기 유발 물질이 얼마나 전이되었는지 평가하였다.

연구 결과, 새우와 대구 단백질 모두 튀김 옷(빵가루) 혼합물에 점진적으로 축적되는 것으로 나타났다. 그리고 튀김 옷을 입히는 과정에서 대구 단백질이 새우 단백질보다 더 쉽게, 그리고 더 높은 농도로 떨어져 나오는 것으로 확인되었다. 이후에 준비된 식품에서 알레르기 유발 단백질의 수치를 측정한 결과, 연구진은 새우가 대구에 비해 교차 오염 위험이 훨씬 낮다는 것을 발견했다. 구체적으로, 새우를 작업한 후 재사용된 튀김 옷(빵가루) 혼합물로 인한 교차 오염 추정 노출량은 총 새우 단백질 1mg 미만이었다. 참고로, 200mg은 유엔식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)가 코덱스 알레르기 유발 물질 위험 관리 지침 및 예방적 알레르기 유발 물질 표시를 위해 제안한 새우 단백질의 기준량이다. 그러나 대구를 작업한 후 재사용된 혼합물로 다른 식품에 튀김 옷을 입혔을 때는, 닭고기, 버섯, 호박의 1회 제공량에서 코덱스 기준량인 총 생선 단백질 5mg을 지속적으로 초과하는 결과가 나타났다.

연구진은 또한 식품 내 알레르기 잔류물을 줄이기 위한 통제 전략으로서, 배치 작업 사이에 튀김 옷(빵가루) 혼합물을 체로 거르는 작업의 효과를 평가했다. 75μm 눈 크기의 고운 체가 대구 및 새우 알레르기 유발 물질을 제거하는 데 효과적이었으나, 체로 거르는 것만으로는 튀김 옷 혼합물에서 해산물 알레르기 유발 물질을 완전히 제거할 수 없었다. 또한 체질을 하면 사용할 수 있는 튀김 옷 혼합물의 상당량이 손실되어, 외식업 및 산업 현장에서 실제로 적용하기에는 비실용적이라는 점이 시사되었다.

출처:
https://www.food-safety.com/articles/11410-fda-researchers-find-substantial-fish-allergen-cross-contact-risk-from-breading-reuse

FDA Supports Grouping Several Phthalates for Cumulative Risk Assessment

출처: Food Safety Magazine May 27, 2026

미국 식품의약국(FDA)은 누적 위해성 평가를 목적으로, 현재 식품 접촉 용도로 승인된 8종의 프탈레이트(phthalates)가 화학적 및/또는 약리학적 유사성을 갖는 것으로 간주되어야 하는지 여부를 판단하기 위해 해당 물질들에 대한 문헌 고찰 결과를 발표했다. 미국에서 식품 접촉 용도로 승인된 8종의 프탈레이트는 diisononyl phthalate (DINP), diisodecyl phthalate (DIDP), di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), dicyclohexyl phthalate (DCHP), butylphthalyl butyl glycolate (BPBG), diethyl phthalate (DEP), ethylphthalyl ethyl glycolate (EPEG), diisooctyl phthalate (DIOP)이다.

본 고찰에서는 8종의 프탈레이트에 대한 이화학적, 독성동태학적 및 독성동력학적 특성을 비교 평가했다. 또한, 화학적 및/또는 약리학적 유사성 판정을 위해 다른 규제 당국들이 현재 적용하고 있는 접근 방식들에 대해서도 논의했다. 주요 논의 사항에는 증거력방식(weight of evidence)의 활용과 일부 프탈레이트의 데이터 공백을 메우기 위한 예측 모델링 기반의 신규 접근 방법론 도입이 포함되었다.

종합적으로, FDA의 이번 검토 결과는 향후 누적 위해성 평가를 목적으로 DEHP, DCHP, DIOP 및 DINP를 화학적 및/또는 약리학적 유사성 물질군으로 분류하는 방안을 지지한다. FDA는 향후 누적 위해성 평가 수행 시 이러한 물질군 분류 체계를 적용하는 것에 대해 이해관계자들의 의견을 수렴하여 검토할 예정이다.

출처:
https://www.food-safety.com/articles/11464-fda-supports-grouping-several-phthalates-for-cumulative-risk-assessment

Study Suggests Sweetener May Contribute to Liver Disease

출처: Food Safety Magazine June 1, 2026

최근 'Science Signaling'에 게재된 새로운 연구에 의하면, 저칼로리 감미료로 흔히 쓰이는 당알코올인 소르비톨이 특정 조건에서 대사 기능 장애 관련 지방간질환(metabolic dysfunction – associated steatotic liver disease, MASLD) 발병의 원인이 될 수 있는 것으로 나타났다. 이는 당알코올이 체내에서 부작용 없이 안전하게 배출되지 않을 수 있음을 시사한다. 소르비톨은 무설탕 캔디, 껌, 단백질 바 및 기타 저당 식품에 널리 사용되고 있다. 또한 핵과류(stone fruits)를 포함한 일부 과일과 채소에도 자연적으로 존재한다.

과거 비알코올성 지방간질환으로 불렸던 MASLD는 비만, 당뇨병 및 대사 기능 장애와 밀접한 연관이 있다. 선행 연구들에 따르면, 과당(fructose)이 전 세계 성인의 약 30%에 영향을 미치는 지방간 질환 발병에 결정적인 기여를 하는 요인임이 밝혀진 바 있다. 최근 미국 세인트루이스 워싱턴 대학교(Washington University in St. Louis) 연구진은 소르비톨을 분해할 수 있는 장내 미생물이 없거나 그 처리 능력을 초과할 경우, 소르비톨이 간에서 과당으로 전환될 수 있다는 사실을 밝혀냈다. 이는 당알코올이 설탕을 대체하는 '대사적으로 불활성인' 안전한 대안이라는 기존의 가설에 의문을 제기한다.

연구진은 제브라피시(zebrafish) 모델을 이용하여 식이 포도당과 소르비톨이 체내에서 처리되는 과정을 조사했다. 관찰 결과, 장 세포는 식이 포도당을 소르비톨로 전환했으며, 이 소르비톨은 정상적인 상태에서는 간에 도달하기 전 장내 미생물에 의해 분해되었다. 그러나 장내 미생물이 결핍되었을 때는 소르비톨이 축적되어 간으로 이동했고, 간에서 과당 1-인산으로 전환되었다. 이 과정은 해당 작용을 촉진하고 간 내 지방 축적을 유도하여, 지방간질환의 전형적인 병리적 특징을 나타냈다. 또한 연구진은 제브라피시에 고농도의 소르비톨을 직접 투여했을 때 지방간이 직접적으로 유도된다는 사실을 확인했다. 반면, 소르비톨을 분해하는 *Aeromonas* 박테리아 균주를 장내에 다시 주입했을 때는 이러한 지방 축적 효과가 감소하는 것으로 나타났다.

연구진은 적당량의 소르비톨은 일반적으로 장내 미생물군집에 의해 효과적으로 조절되지만, 소르비톨의 섭취 수준이 높아지면 MASLD의 발병 위험이 증가할 수 있으며, 특히 장내 미생물 균총이 교란된 개체에서 이러한 위험이 더 두드러질 수 있다고 지적했다. 마지막으로 연구진은 장내 미생물이 소르비톨 대사를 조절하는 기전을 명확히 규명하고, 인간에게도 이와 동일한 메커니즘이 작용하는지 확인하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다고 제언했다.

출처:
https://www.food-safety.com/articles/11473-study-suggests-sweetener-may-contribute-to-liver-disease

Pressure-Assisted Thermal Processing Plus Antimicrobials Show Promise for Inactivating Clostridium botulinum in Food

출처: Food Safety Magazine June 11, 2026

'Food Control'에 게재된 최근 연구 결과에 따르면, 압력 보조 열처리(pressure-assisted thermal processing, PATP)와 양이온성 항균 화합물을 병용할 경우 저산성 식품 내 *Clostridium botulinum*의 불활성화 효과을 대폭 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다.

기존의 가열 살균은 세균 포자를 불활성화하고 식품 안전성을 확보하기 위해 121℃ 이상의 고온 처리를 필요로 했다. 그러나 이러한 가혹한 조건에서 장시간 지속되는 열처리는 식품의 품질을 저하시키고, 영양 가치를 감소시키며, 관능적 특성을 저해할 수 있다. 이러한 한계로 인해, 산업계는 식품의 품질을 유지하는 동시에 안전성을 향상시킬 수 있는 대체 처리 기술을 모색하고 있으며 고압 처리와 열처리(90-121℃ 온도 조건)를 결합한 PATP가 유망한 대안으로 부상하고 있다.

연구진은 600 MPa의 압력 및 105℃의 온도 조건에서 10분간 수행하는 PATP 단독 처리, 그리고 이를 항균 물질인 키토산(10 mg/mL), 폴리리신(0.2 mg/mL), 라우릭 아르지네이트(0.2 mg/mL)와 각각 병용 처리한 후 그 효과를 평가했다. 연구진은 생리적 특성과 가공 공정에 대한 저항성이 유사하다는 점을 고려하여, *C. botulinum* 의 대체 균주로 비병원성인 *C. sporogenes* PA 3679를 사용했다. 실험을 위한 식품 매트릭스로는 당근 퓨레를 사용하였다.

연구 결과, PATP 단독 처리 시 당근 퓨레 내 포자가 4-log 감소하는 데 그친 것으로 나타났다. 또한, 생존한 포자는 23℃에서 35일간 저장하는 동안 약 1-log 증가했는데, 이는 손상을 입은 포자들이 회복되었음을 시사한다. 반면 키토산을 첨가했을 때는 6.5-log의 포자 저감화 효과가 달성되었다. 특히 PATP를 폴리리신 또는 라우릭 아르지네이트와 병용했을 때는 6.5-log를 초과하는 저감화 효과를 나타내어 포자를 검출 한계 이하로 감소시켰다. 아울러, 항균 물질을 처리한 모든 시료에서는 35일간의 저장 기간 동안 포자의 회복 현상이 관찰되지 않았다. 연구진은 양전하를 띤 항균 물질과 음전하를 띤 포자 사이의 정전기적 인력이 PATP 공정 이후 손상된 포자 구조와의 상호작용을 촉진함으로써, 포자의 불활성화에 기여할 수 있다는 가설을 제시했다.

본 연구에서는 완충액에 부유시킨 포자를 대상으로도 실험을 진행했다. PATP는 5-log 이상의 저감화 효과를 달성했으며 당근 퓨레에서와 달리 완충액 환경에서는 처리 후 포자의 회복 현상이 나타나지 않았다. 이는 영양 성분이 가공 공정 후 포자의 회복과 발아 및 증식 중요한 역할을 한다는 점을 시사한다.

연구진은 이번 연구 결과가 저산성 식품의 미생물학적 안전성을 향상시키기 위해 PATP 및 항균 물질을 결합한 복합 허들 전략의 활용을 강력히 지지한다고 밝혔다.

출처:
https://www.food-safety.com/articles/11499-pressure-assisted-thermal-processing-plus-antimicrobials-show-promise-for-inactivating-clostridium-botulinum-in-food