Study Shows Potential of Antimicrobial Blue Light for *Listeria* Inactivation in Food Processing Plants

출처: Food Safety Magazine 2023-11-01

블루라이트(blue light)의 *Listeria monocytogenes* 건조 세포 및 바이오필름(biofilm) 제어 효과 연구 결과가 최근 'Applied and Environmental Microbiology' 저널에 게재되었다. *L. monocytogenes*에 대한 블루라이트의 제어 효과 평가는 인간, 가축 및 식품으로부터 분리한 5개의 *L. monocytogenes* 균주를 polystyrene, stainless steel, polyvinyl chloride(PVC), 실리콘 고무, high-density polyethylene(HDPE)와 같은 식품 생산 환경에서 흔히 사용되는 소재 표면에 접종하여 수행하였다. 제어 효과 평가는 접종한 균주를 건조 시킨 상태와 바이오필름을 형성한 상태로 나누어 진행하였다.

각각의 소재 표면에 접종된 *L. monocytogenes* 균주는 광감작제(photosensitizing agent)로 작용할 수 있는 갈릭산(galic acid)과 함께 블루라이트 조사를 받았다. 405 nm 영역의 블루라이트를 2,672J/cm^{2}로 조사하였을 때(16시간 조사), *L. monocytogenes* 건조 세포 및 바이오필름 세포가 약 3 log CFU/cm^2 정도 저감화되었다. 광감작제인 갈릭산을 병행처리한 경우 668J/cm^2 조사량에서 추가적인 1 log 정도의 저감화 효과가 관찰되었으나 결과의 일관성은 나타나지 않았다. 또한 420 nm 영역의 블루라이트를 960J/cm^{2}로 조사하였을 때 *L. monocytogenes* 바이오필름 세포가 약 1.9 log CFU/cm^2 정도 저감화되었으며 460 nm 블루라이트를 800J/cm^{2}로 조사하였을 때 약 1.6 log CFU/cm^2 정도 저감화되었다. 블루라이트 영역 중에서는 405 nm 영역이 가장 큰 제어 효과를 나타낸다는 것을 확인하였다.

소재의 종류에 따라 *L. monocytogenes*에 대한 제어 효과가 다르게 나타났으며 668 J/cm^{2}의 블루라이트를 조사하였을 때 polystyrene에서 4.0 log CFU/cm^{2}의 가장 높은 저감화가 관찰되었으며 그 다음으로 HDPE에서 3.5 log CFU/cm^{2}의 많은 저감화가 나타났다. 조사량을 4,008J/cm^{2}로 증가시킨 경우(24시간 조사), stainless steel과 PVC에서만 *L. monocytogenes* 제어 효과가 증가한 것을 확인하였다. 또한 현미경 관찰을 통해 405 nm 블루라이트 조사에 의해 *L. monocytogenes* 바이오필름의 biomass 감소와 바이오필름 내 세포의 사멸 양상을 확인할 수 있었다.

본 연구 결과는 블루라이트 조사 기술이 식품 생산 현장에서 사용되는 다양한 표면 소재에 존재하는 *L. monocytogenes* 제어 기술로의 잠재력을 가지고 있는 것을 확인시켜 주었다.

출처: https://www.food-safety.com/articles/8998-study-shows-potential-of-antimicrobial-blue-light-for-listeria-inactivation-in-food-processing-plants

FAO/WHO Establishes Recommended Threshold Values for Allergens in Foods

출처: Food Safety Magazine 2023-10-26

UN 식량농업기구(FAO) 및 세계보건기구(WHO) 식품 알레르기 전문가 위원회는 글루텐을 포함하는 곡물, 갑각류, 계란, 생선, 우유, 땅콩, 참깨, 견과류(아몬드, 캐슈넛, 헤이즐넛, 피칸, 피스타치오, 호두 등)와 같은 주요 식품 알레르기 유발원에 대한 임계값 설정 이후 대두, 셀러리(celery), 루핀(lupin), 겨자, 메밀, 견과류(브라질넛, 마카다미아넛, 잣)에 대한 추가적인 알레르기 임계값 설정을 위한 회의를 진행하였다. 위원회의 모든 권장 사항은 Codex 국제식품규격위원회에서 국제표준의 개발, 개정 및 적용을 안내하는 데 사용될 것이다.

위원회의 최종 권장 독성참고치(reference dose)는 각 알레르기 유발 식품에 대해 다음과 같으며 알레르기 유발원 유래 총단백질 당 밀리그램(mg) 단위로 표시하였다.

- 대두: 10 mg
- 셀러리: 1 mg
- 루핀(Lupin): 10 mg
- 겨자: 1 mg
- 메밀: 10 mg
- 브라질넛, 마카다미아넛, 잣: 1 mg

또한, 위원회를 통해 이전에 권장 독성참고치가 설정된 알레르기 유발 식품에 대한 세부 사항은 다음과 같다.

- 호두, 피칸: 1 mg
- 캐슈넛, 피스타치오: 1 mg
- 아몬드: 1 mg
- 우유: 2 mg
- 땅콩: 2 mg
- 계란: 2 mg
- 참깨: 2 mg
- 헤이즐넛: 3 mg
- 밀: 5 mg
- 생선: 5 mg
- 갑각류: 200 mg

출처: https://www.food-safety.com/articles/8985-fao-who-establishes-recommended-threshold-values-for-allergens-in-foods

Study Shows High Proportion of Spore-Forming Microbes in Plant-Based Dairy Ingredients

출처: Food Safety Magazine 2023-10-25

네덜란드 NIZO food research company와 Wageningen University & Research(WUR)의 연구자들은 식물성 대체 유제품 원료로 사용되는 88종의 식물성 원료에 존재하는 미생물 종류와 오염 정도에 대한 연구 결과를 제공하였다. 본 연구는 다양한 식물성 원료에 존재하는 미생물에 대한 정보를 제공함으로써 미생물적 위해 평가 및 식물성 원료 기반 식품 생산 과정에서 미생물적 유해인자 및 변질의 위험을 완화하기 위한 전략 수립에 도움을 주기 위해 수행되었다. 연구자들은 특히 식물성 원료에서 종종 검출되며 원료나 식품 제조 시설에 존재할 경우 제어하기 어려운 *Bacillus*와 *Clostridium*과 같은 포자 생성 미생물에 중점을 두었다.

연구는 식물성 대체 유제품 생산업체로부터 상업적으로 사용되는 원료 샘플을 제공받아 수행되었으며 원료에는 두류(완두, 파바콩(faba bean), 병아리콩, 녹두 등), 곡류/의사곡물류(귀리, 쌀, 아마란스, 퀴노아 등), 핵과류(코코넛, 아몬드, 캐슈 등) 등이 포함되었다. 원료 유형에 따라 샘플은 4~12개의 다른 업체로부터 공급받았으며, 샘플의 원산지는 유럽, 미주, 아시아 등이었다. 샘플의 분석항목은 total viable count (TVC), total aerobic mesophilic spore count (TMS), heat resistant aerobic thermophilic spore count (HRTS), anaerobic sulfite reducing *Clostridium* spore count (SRCS), *Bacillus cereus* spore count (BCES)였다.

샘플 중 TVC는 1 log CFU/g 미만에서 5.3 log CFU/g 까지 다양하게 나타났으며 많은 원료에서 TVC 중 TMS가 높은 비율을 차지하고 있는 것이 확인되었다. 분석된 63%의 샘플(완두, 파바콩, 귀리, 병아리콩, 아몬드, 아마란스, 쌀, 퀴노아, 코코아 가루 등)에서 TVC와 TMS의 차이는 1 log 내외로 나타났다. 전반적으로 HTRS, BCES, 및 SRCS는 검출 한계 (1 log CFU/g) 보다 약간 높거나 검출 한계 이하의 수준으로 확인되었다.

샘플에서 총 33개 다양한 속에 속하는 845개의 집락을 분리하여 분석하였다. 그 결과 *Bacillus* 속에서는 *Bacillus licheniformis*와 *B. cereus*가 가장 많은 비중을 차지하였으며 이는 주로 완두와 귀리 샘플에서 분리되었다. *Clostridium* 속에서는 *Clostridium sporogenes*와 *C. tepidum*이 주요 종으로 나타났으며 이는 주로 완두와 아몬드 샘플에서 분리되었다. HRTS에서는 *Geobacillus stearothermophilus*가 주를 이루었다.

분리된 균주들의 식중독 유발 가능성을 확인하기 위해 식중독 관련 독소 생성 유전자 보유 여부를 PCR을 통해 확인하였다. 그 결과, *B. cereus* 분리 균주 중 9%가 ces 유전자, 28%가 hbl 유전자, 42%가 cytK 유전자, 69%가 nhe 유전자를 보유한 것을 확인하였다. *C. sporogenes* 및 *C. tepidum* 분리 균주에서는 boNT-A 및 -B 유전자의

보유가 확인되지 않았다.

본 연구를 통해 동일한 원료 내에서 샘플들 간의 TVC, TMS, HRTS, SRCS, BCES 차이가 큰 것 역시 확인하였다. 이는 원료의 오염이 작물의 재배, 수확, 운송 및 저장 등 다양한 단계에서 발생할 수 있기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 다양한 형태의 원료를 얻기 위해 적용되는 공정들이 원료에 오염되는 미생물의 종류 및 오염 수준에 영향을 미친 것으로 생각된다.

출처:

https://www.food-safety.com/articles/8952-study-shows-high-proportion-of-spore-forming-microbes-in-plant-based-dairy-ingredients

WHO Classifies Two Major PFAS as Carcinogenic to Humans, Underlines Risk of Dietary Exposure

출처: Food Safety Magazine 2023-12-05

세계보건기구(WHO, World Health Organization) 산하 국제암연구소(IARC, International Agency for Research on Cancer)는 과불화화합물(per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS)의 일종인 perfluorooctanoic acid (PFOA)와 perfluorooctanesulfonic acid (PFOS)의 발암성을 평가하고 이를 각각 1군 발암물질과 2B군 발암물질로 분류하였다. 1군 발암물질은 확실하게 사람에게 암을 일으키는 물질이며 2B군 발암물질은 사람에게 암을 일으킬 가능성이 있는 물질을 말한다.

PFAS는 인체 및 환경 중에서 분해되는데 오랜 시간이 걸리고 축적되는 성질이 있어 "forever chemical"이라고 불리기도 한다. 최근 몇 년 동안 영국, 미국을 비롯한 전 세계의 전문가들은 음용수 내에 PFAS가 보편적으로 많이 존재한다는 것과 PFAS가 인간의 건강에 유해한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. PFOS 및 PFOA를 포함한 PFAS는 음식이 잘 달라붙지 않고 얼룩이 잘 생기지 않는 특성을 부여하기 위해 주방도구 및 식품 포장재에 사용되고 있다. 그러나 일부 국가에서는 특정 PFAS의 사용을 제한하거나 금지하기 시작했으며 일부 기업은 제품에서 PFAS의 사용을 자발적으로 줄여나가고 있다.

2023년 11월 7일부터 14일까지 프랑스 리옹에서 개최된 IARC 회의에서 11개국 30명의 전문가로 구성된 그룹이 PFOA와 PFOS에 대한 문헌 검토를 진행하였으며, 그 결과 PFOA는 1군 발암물질, PFOS는 2B군 발암물질로 분류하였다.

PFOA의 경우 실험동물에서 암을 유발한다는 것과 노출된 인간에 대한 뚜렷한 기전적 증거(후성적 변이 및 면역 억제)가 확인되었다. 또한 인간에서 암(신세포암종 및 고환암)을 유발한다는 일부 증거가 확인되었다. PFOS는 노출된 인간을 포함한 다양한 테스트 시스템에서 기전적 증거(후성적 변이, 면역 억제, 기타 발암물질의 주요 특성)가 확인되었으나 실험동물과 인간에서 암을 유발한다는 것에 대한 제한된 증거만이 있는 상황이다. IARC는 산업 환경에서 일하지 않는 일반인들이 PFOA와 PFOS와 같은 화합물에 노출되는 주된 경로는 음식과 물이라고 언급하였으며 PFOA와 PFOS가 전반적으로 환경 중에 광범위하게 존재하고 있다고 밝혔다.

출처:
https://www.food-safety.com/articles/9082-who-classifies-two-major-pfas-as-carcinogenic-to-humans-underlines-risk-of-dietary-exposure

Researchers Stress Importance of Monitoring Emerging Unregulated Mycotoxins in Food

출처: Food Safety Magazine 2023-10-11

최근 유럽식품안전청(EFSA)은 19개의 식품 카테고리에서 15가지의 규제되지 않고 있는 곰팡이독소의 존재를 확인하였으며 이를 바탕으로 식품에서 규제되지 않는 유해한 곰팡이독소에 대한 우려를 제기하였다.

곰팡이독소는 곰팡이가 만들어내는 2차 대사산물로 식품 원재료의 생산, 저장, 운송 및 가공 과정 중에 생성되어 식품을 오염시킬 수 있다. 곰팡이독소는 면역 억제, 발암, 내분비계 장애, 위장 장애 및 신장 손상과 같은 건강상의 문제를 유발할 수 있다. 유럽의 경우 유럽위원회(European Commission)가 "915/2023" 규정을 통해 성인과 어린이의 곰팡이독소 노출에 대한 최대 한계치를 설정하고 있다. 그러나 수백 종의 곰팡이독소가 존재함에도 불구하고, 발생 빈도와 알려진 독성 효과를 기반으로 일부 곰팡이독소에 대한 규제만이 식품에 적용되고 있는 상황이다.

현재 유럽 연합(EU)에서 규제되고 있는 곰팡이독소는 아플라톡신(aflatoxin), 데옥시니발레놀(deoxynivalenol), 푸모니신(fumonisin), 오크라톡신 A(ochratoxin A), 제랄레논(zearalenone), 그리고 파툴린(patulin)이다. 또한 유럽위원회는 곡물 및 곡물 기반 제품에서 T-2 및 HT-2 독소의 권장 수준을 제안하고 있으며, 영유아용

곡물 기반 식품, 두류 및 견과류에서 알터나리올(alternariol), 알터나리올 메틸에테르(alternariol methyl ether), 테누아존산(tenuazonic acid)에 대한 권장 수준을 제안하고 있다.

그러나 가뭄 및 기온상승과 같은 환경적 요인에 의해 식품 및 사료에서 신종 곰팡이독소로 불리는 현재 규제 대상에 포함되지 않는 곰팡이독소의 발생 빈도가 점점 높아지고 있다. 또한, 많은 in vitro 연구 결과에서 공존하는 곰팡이독소 간 상호작용이 독성 효과를 증대시킬 수 있다는 것이 확인되었다.

이번 유럽식품안전청(EFSA)의 조사는 2018년 1월부터 2022년 12월까지 발행된 비규제 대상 곰팡이독소에 관한 문헌 고찰로 진행되었으며 유럽에서 많이 섭취되는 곡물, 곡물 기반 식품, 오일시드류(oilseeds), 견과류, 과일, 채소, 와인, 소스, 커피, 두류, 감자 등의 19개 카테고리로 식품을 구분하여 진행하였다. 그 결과, 15가지의 비규제 대상 곰팡이독소가 38가지의 서로 다른 조합(2~12개 곰팡이독소로 구성)으로 식품에서 발견되는 것을 확인하였다.

연구자들은 15가지의 비규제 대상 곰팡이독소 간의 상호작용에 의해 독성 효과가 증대될 수 있다는 연구 결과를 바탕으로 화학적 위해평가를 위한 규제 대상 곰팡이독소 및 비규제 대상 곰팡이독소의 동시발생에 관련된 더 많은 데이터 수집, 지속적인 모니터링, 과학적 정보 교류가 이루어져야 한다고 강조하고 있다.

출처:

https://www.food-safety.com/articles/8953-researchers-stress-importance-of-monitoring-emerging-unregulated-mycotoxins-in-food