우수한 항균제로 사용될 수 있는 금 나노클러스터

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-06-19

싱가포르 국립대학(National University of Singapore)의 연구진은 2nm 이하의 금 나노입자가 우수한 항균성을 가지기 때문에 그람 양성균(gram-positive bacteria)과 그람 음성균(gram-negative bacteria)을 모두 죽일 수 있다는 것을 발견했다. 따라서 금 나노입자는 다양한 항균제로서 매우 유용하게 사용될 수 있고, 심각한 문제를 불러일으키는 슈퍼 박테리아의 항생제 내성을 해결하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

벌크 금은 화학적으로 비활성이지만, 나노미터 또는 나노미터 이하의 크기로 줄어들면 매우 다른 물리적 및 화학적 특성을 가지게 된다. 이번 연구진이 발견한 이런 항균 특성은 금 나노입자의 크기 때문에 발생한다. 금 나노입자와 박테리아 간의 상호작용은 박테리아 세포 속의 대사 불균형을 발생시켜서 세포 내에 활성 산소종(reactive oxygen species)을 증가시키는데, 이것은 박테리아에게 치명적이다.

금 나노클러스터는 초소형 크기와 높은 표면 대 부피비에 의해서 다양한 박테리아를 사멸시킬 수 있었다. 이 금 나노클러스터는 황색포도상구균(*S. aureus*), 대장균(*E. coli*), 표피포도구균(*S. epidermidis*), 녹농균(*P. aeruginosa*) 등의 그람 양성균 및 그람 음성균에 대해서 우수한 항균성을 가졌다. 박테리아가 금 나노클러스터의 내부로 들어올 때, 입자의 활성 표면으로 인해서 박테리아 세포에서 대사 불균형이 발생한다. 이로 인해서 박테리아는 돌이킬 수 없는 손상을 받고 결국 사멸된다. 이와는 대조적으로, 2nm 이상의 상대적으로 큰 금 나노입자들은 항균성을 가지지 않는다.

인간의 정상 세포(대장과 혈관 세포)에 시험했을 때, 금 나노클러스터는 어떤 독성도 나타내지 않았다. 이것은 이 기술을 인체에 적용할 수 있다는 것을 의미한다. 물리적 및 화학적 특성을 조작함으로써 나노클러스터의 항균 활성을 더욱 향상시킬 필요가 있다. 이 연구는 향후에 슈퍼박테리아로 인한 약물 내성 문제를 해결하는데 큰 기여를 할 수 있을 것이다. 이 연구결과는 저널 ACS Nano에 "Antimicrobial Gold Nanoclusters"라는 제목으로 게재되었다 (DOI: 10.1021/acsnano.7b02035).

건강 상태와 오염 물질을 모니터링할 수 있는 새로운 바이오센서

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-06-13

러트거스 대학(Rutgers University)의 연구진은 위험한 박테리아, 바이러스, 오염물질에 노출되었는지를 모니터링 할 수 있는 새로운 바이오센서 기술을 개발했다. 이것은 맞춤형 의학이나 맞춤형 건강 모니터링에 매우 중요한 요소이다.

마이크로입자를 전기적으로 바코딩(barcoding)할 수 있는 이 기술은 건강 및 질병 지표, 박테리아, 바이러스, 대기 오염물질 등을 검사하는데 사용될 수 있다. 최근 수십 년 동안에 단백질이나 DNA 분자와 같은 바이오마커(biomarker)에 대한 연구를 통해서 인간 질병에 대한 분자 메커니즘의 복잡한 특성을 밝혀내는데 성공했다. 이런 연구를 통해서, 인간 체액을 통해 다양한 바이오마커를 동시에 측정하는 것이 중요하다는 것을 알게 되었다. 하나의 바이오마커로는 심장 질환, 암, 염증성 질환과 같은 다양한 유형의 질병을 정확히 찾아내는 것은 어렵다. 건강 상태를 정확하게 진단하려면 동시에 다양한 바이오마커를 분석할 수 있어야 한다.

부피가 큰 광학 기기는 바이오마커를 감지하고 측정할 수 있는 최첨단 기술이지만, 휴대용 기기에 장착하기에는 너무 크다. 따라서 웨어러블 기기에 장착할 수 있는 초소형 기구가 필요하다. 이번 연구진은 입자를 전기적으로 바코딩하는데 최초로 성공했다. 이 연구에 따르면, 이 바이오센서는 웨어러블 밴드(wearable band) 또는 마이크로 칩의 크기로 축소시킬 수 있다.

이 기술은 바이오마커를 밝히는데 95% 이상의 정확성을 가지고 있고, 100%의 정확성을 가지게 하기 위해서 현재 노력 중이다. 향후에는 이 연구를 토대로 욕실이나 현관문 손잡이에 있는 인플루엔자 또는 기타 바이러스 입자를 감지할 수 있는 웨어러블 장치가 출시될 수 있을 것이다. 또한 레스토랑에서 샐러드를 주문하고 대장균이나 살모넬라 박테리아가 존재하는지를 테스트할 수 있을 것이다. 이 장치가 빠른 시간 내에 상용화될 수 있기를 기대해 본다. 이 연구결과는 저널 Lab on a Chip에 "Top-down fabrication meets bottom-up synthesis for nanoelectronic barcoding of microparticles"이라는 제목으로 게재되었다.

화학물질이 알레르기를 일으키는 정도를 예측하는 새로운 시험 방법

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-05-30

화학물질이 알레르기를 일으키는지 뿐만 아니라, 그 물질이 얼마나 강하게 과민성을 일으키는지를 결정하는 방법을 연구자들이 개발했다. 이것은 이른바 역치(즉 얼마만큼의 물질이 제품에서 사용하기에 안전한지)를 확립하는데 도움을 줄 것이다. 지금까지 비슷한 결과를 얻는 유일한 방법은 동물 시험을 통하는 것이었다.

우리 사회에는 산업적 화학물질들이 있고 필수적이며 천연물질들처럼 일부는 우리에게 알레르기를 일으킬 수 있다는 사실에 우리는 대처해야 한다. 화장품이나 페인트, 청소 용품과 다른 것들에서 그것들을 사용하기 전에 건강에 대한 영향을 시험하면, 더 안전한 물질들로 대체할 수 있고 따라서 임상적 증상들을 피할 수 있게 된다.

그 연구자들은 인간 세포를 다양한 화학물질들에 노출시킨다. GARD potency라고 불리는, 그들 자체의 유전 분석을 이용해서, 그들은 몸의 면역계의 세포들이 어떻게 반응하는지(강한 알레르기 반응인지, 약한 지, 또는 아예 반응이 없는지)를 알아낼 수 있다. 그들은 알레르기 유발성 물질이 실제로 얼마나 강한지를 예측할 수 있는 52개 생물지표들을 확인했다. 그 물질에 노출된 후에 유전적 발현이 어떻게 변하는지를 기반으로 해서, 그들은 종합적인 평가를 할 수 있다. 이것은 매우 정확하게 그 강도를 예측한다. 그 시험은 이미 제한적으로 사용되고 있다. 그러나, 아직 OECD에 의해서 인증되지는 않았는데, 이것은 화학물질 생산자들이 완전히 사용하기에 필수적이다. 그들이 보다 자세하게 시험하고자 하는 다음의 영역은 식품 첨가물이다. 그들에 따르면, 첨가물들이 우리 면역 세포들에서 유전적 조절에 어떻게 영향을 주는지에 대해 우리가 아는 바가 너무 적다고 말한다.

땅콩 알레르기를 검출할 수 있는 나노입자를 이용하는 새로운 플랫폼

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-07-03

노트르담 대학(University of Notre Dame)의 연구진은 천연 알레르겐을 모방한 나노입자를 이용해서 알레르기 반응을 한 번에 표시할 수 있는 새로운 방법을 개발했다. 이 나노입자는 나노알레르겐(nanoallergen)이라고 불리고, 이것은 땅콩 알레르기 단백질의 중요 성분을 분석하고 환자 혈액의 항체를 사용하여 알레르기 반응의 효능을 평가하는데 사용된다.

음식 알레르기는 개발도상국에서 점점 증가하고 있는 문제이다. 이 연구에 따르면, 4세 미만 어린이의 8%가 음식 알레르기를 가지고 있다.

현재의 음식 알레르기 테스트 방법은 위험성을 가지고 있거나 알레르기 반응의 중증도에 대한 자세한 정보를 제공하지 못하고 있다. 예를 들어, 음식 알레르기 테스트를 위해서는 의심되는 알레르겐을 환자에게 노출시켜야 한다. 또 다른 일반적인 진단 도구로 피부 반응 검사(skin prick test)를 들 수 있는데, 이것은 알레르기 심각도에 대한 내용을 제공하지 않는다.

대부분의 경우에, 음식 알레르기를 앓고 있는 어린이의 부모는 자녀가 음식 때문에 극심한 고통을 받기를 원하지 않는다. 그래서 알레르기의 중증도를 조사하기보다 알레르기 항원으로부터 완전히 벗어나기를 원하고 있다.

이 연구의 목적은 알레르기성 질환의 심각도를 보다 명확하고 정확하게 평가하는 것이다. 그래서 환자가 알레르겐에 직접 노출되지 않으면서 땅콩 알레르기의 존재 및 중증도를 정확하게 탐지하고 식별할 수 있는 새로운 플랫폼을 개발했다. 이 연구는 땅콩 알레르겐에 초점을 맞추었지만, 향후에는 다른 알레르겐과 알레르기 조건에 대한 플랫폼을 개발하는데 매우 유용하게 적용될 수 있을 것이다. 이 연구결과는 저널 Scientific Reports에 "Determination of Crucial Immunogenic Epitopes in Major Peanut Allergy Protein, Ara h2, via Novel Nanoallergen Platform"이라는 제목으로 게재되었다(DOI: 10.1038/s41598-017-04268-6).

프로비타민 A가 높은 황금 바나나 개발

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-07-12

비타민 A의 결핍은 식품 강화 및 보충제 개발의 노력에도 불구하고 세계 주요 공중보건 문제 중 하나이다. 전 세계 650,000명에서 700,000명의 어린이가 비타민 A의 부족으로 사망하고, 매년 수천 명이 넘는 아이들이 시력을 잃는다. 이러한 현상은 동남아시아와 아프리카에서 두드러진다.

Queensland University of Technology (QUT)의 제임스 데일(James Dale) 교수가 이끄는 연구팀은 Plant Biotechnology Journal에 프로비타민 A가 높은 황금 바나나를 개발했다고 발표했다. 연구자들은 QUT의 실험실뿐 아니라 현장 실험을 오랜 기간 실시해왔다. 이 연구는 빌 & 멜린다 게이츠 재단(Bill & Melinda Gates Foundation)으로부터 약 1,000만 달러($)를 후원받아 진행되었으며, 궁극적으로는 바나나를 주식으로 하는 동아프리카 우간다(Uganda)의 바나나 영양 성분을 개선하는 것을 목표로 한다.

데일 교수는 "동아프리카 고원지대에서는 녹색의 바나나를 잘게 썰어 삶아서 먹는다. 이 바나나는 탄수화물 섭취의 원천이 되지만 프로비타민 A와 철분의 함량이 적다"라고 설명했다. 그는 인도주의적 사업의 목적으로 다발 수는 적지만 자연적으로 프로비타민 A가 매우 높은 파푸아 뉴기니의 바나나 유전자를 캐번디쉬(Cavendish) 바나나에 삽입했다. 최상의 결과를 얻기 위해 퀸즈랜드의 실험실과 현장에서 수백 가지의 다양한 유전 변이 실험을 수행했다. 연구팀은 카로티노이드 생합성 속도 제한 효소의 초기 활성화와 바나나 열매의 성숙 시간 연장이 최적의 프로비타민 A 농도를 달성할 수 있음을 알아냈다고 설명했다. 이 실험에는 우간다의 젊은 학생들도 QUT에서 박사과정으로 연구에 참여하였다.

대장암 성장을 촉진하는 Sg 세균

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-07-19

대장암(colon cancer)은 소화기계통의 하부인 대장과 직장, 맹장의 부위에 발생하는 암이다. 조직학적으로 점막(mucosa)에서 시작되는 선암(adenocarcinoma)이 대부분이며 드물게 유암종(carcinoid), 림프종(lymphoma) 등에 의한 암이 발생하기도 한다. 선암으로 발전하기 전 대부분 용종(polyp)의 형태를 지니고 있기 때문에 대장내시경 등을 통해 이 용종의 유무를 발견할 수 있다. 모든 용종이 암으로 발전되는 것은 아니고 조직학적인 특징에 따라 악성 종양의 잠재성을 구분하게 된다. 세계적으로 2008년 한 해에 1,230,000명이 대장암 진단을 받고 608,000명이 대장암으로 사망하여 서양에서 3번째로 사망률이 높다.

비종양성의 경우 증식성 용종(hyperplastic polyp), 소아성 용종(juvenile polyp), 염증성 용종(inflammatory polyp)으로 나뉘고, 선종(adenoma)의 경우는 양성조직이나 선암으로 발전할 가능성이 매우 높은 용종이다. 다만 10-15%의 대장암은 용종 단계를 거치지 않고 곧바로 점막에서 암이 발생할 수 있다. 이런 경우에는 용종에서 발생한 경우보다 암의 진행 속도가 더 빠르므로 예후가 좋지 않다. 대장 벽면에 발생한 대장암 1기와 2기의 경우는 수술만으로 치료를 한다. 이 치료 시기를 놓치거나 완치되지 못한 경우, 대장암 세포는 림프절로 전이되어 이 단계를 대장암 3기라 하고 이 때는 수술 요법과 항암제를 이용한 화학 요법을 병행 한다. 대장암 4기는 화학 요법을 사용해도 완치가 어렵지만 드물게 수술 요법과 화학 요법으로 치료되기도 한다.

Streptococcus gallolyticus subspecies *gallolyticus*(Sg) 라고 불리는 세균이 대장암 성장을 유발한다는 연구결과가 최근 PLOS Pathogens에 발표되었다. 대장암과 Sg가 연관이 있다는 연구결과가 발표된 바 있지만 지금까지 Sg가 어떻게 대장암을 촉진하는지는 정확하게 알려진 바 없다. 이 둘 사이의 정확한 매커니즘을 알아보기 위해 대장암 세포와 Sg를 같이 배양했는데 그 결과 Sg가 대장암 세포 증식을 도와주는 것으로 나타났다. 그리고 Sg 세균의 성장상태에 따라서 대장암 세포 증식이 달라졌다. Sg 세균은 암세포와 직접 접촉할 때에만 암세포 성장을 유발했다. Sg 세균의 분비물이나 기타 대사물질이 암세포 증식을 유발하는 것은 아닌 것으로 보이며 베타-카테닌(beta-catenin)에 Sg 세균이 어떤 효과를 발휘하는 것으로 보인다. 즉, 베타-카테닌이 억제되었을 경우 Sg는 암세포 증식을 유발하지 않았다. 따라서 Sg 세균이 대장암 세포 증가를 유발하기 위해 베타-카테닌 신호전달경로를 사용하는 것으로 보인다. 그리고 대장암 환자의 종양 조직의 74%가 Sg에 감염된 것을 확인했다.

E형 간염의 전염 위험

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-07-28

E형 간염은 A, B, C형 간염보다 잘 알려지진 않았지만 스텔렌보쉬 대학(Stellenbosch University)의 바이러스학자들은 이 바이러스의 전염에 대해 경고하고 있다. E형 간염 바이러스(HEV, Hepatitis E Virus)는 급성 바이러스 간염을 일으키는 가장 큰 원인이며, 몇 주 후면 회복되지만 때때로 치명적인 급성 간 기능 상실을 일으킬 수 있다. 이 질병은 대개 배설 경로를 통해 전파되므로 깨끗한 물과 위생 시설을 이용할 수 없는 미개발 지역에서 주로 발생하는 것으로 간주되었다. 그러나 최근 들어 영국과 프랑스 같은 나라에서도 발견되면서, 질병 메커니즘에 대한 연구자들의 관심이 집중되고 있다.

스텔렌보쉬 대학의 Tongai Maponga 박사는 "HEV는 특히 면역 억제 치료를 받는 환자들에게 만성으로 감염될 가능성이 있으며, HIV 감염 환자가 많은 남아프리카공화국은 위험 요소가 크다"라고 말했다. 스텔렌보쉬 연구팀은 2012년 만성 HEV를 가진 첫 번째 HIV 환자를 발견했다. 항레트로바이러스 요법을 시작한 후, 환자는 간 효소(간 질환을 나타냄)를 증가시켰는데, 그는 HEV 3형 유전자에 감염되어 있었다. 보통 가난한 지역에서 발견되는 E형 간염은 일반적으로 유전자형 1과 2와 관련이 있지만, 이 환자는 돼지에게서 순환되는 유전자형인 3형에 감염되었다. 이는 돼지고기를 통해 감염되는 동물원성 감염증(Zoonotic transmission)을 나타낸다.

이식 거부 반응을 최소화하기 위해 면역 억제 치료를 받는 이식 환자들도 만성 감염의 위험이 있다. 2015년 스텔렌보쉬 대학의 연구원들은 신장 이식 환자에게서 이식 수술 후 3형 유전자형을 가진 HEV 감염 사례를 확인했다. Maponga 박사는 "이식 수술 전에 환자들은 B형이나 C형 같은 뚜렷한 간염 바이러스 선별 검사를 받지만, HEV는 고려하지 않으므로 의심할 여지가 없다"라고 말했다. 아시아의 한 연구는 간 효소가 지속적으로 증가된 간 이식 환자가 낙타로부터 HEV를 받은 것이 밝혀졌다. 2017년 초에 발표된 다른 연구에서는 웨스턴 케이프(Western Cape) 지역의 혈액 기증자들 사이에서 HEV에 노출된 것을 보여주는 항체를 발견했다. 다행히 감염을 나타내는 바이러스성 핵산이나 항원은 찾지 못했지만 지역사회에 이 바이러스가 널리 퍼질 수 있음을 의미할 수 있다.

이 연구는 또한 A형 간염 바이러스와 HEV 간의 혈청 유병률(Seroprevalence)의 차이를 보여주었다. A형 간염도 대변 관을 통해 전이되므로 비슷한 혈청 유병률을 보일 것으로 예상되었다. 하지만 HEV의 보급률은 낮았다. 또한, HEV의 혈청 유병률은 인종에 따라 다르게 나타났다. 혼혈 기증자에게 가장 많았고, 흑인 기증자에게는 낮게 나타났다. 이는 사회 경제적 지위가 높고 육류 소비 수준이 높은 그룹이 HEV 보급률이 높다는 것을 반영할 수 있다. HEV 전이 메커니즘을 더 복잡하게 만드는 것은 HEV가 돼지고기에만 국한되지 않는다는 사실이다. 야생 멧돼지나 다른 동물들도 이 바이러스에 오염될 수 있다. 연구자들은 앞으로 이에 관한 연구가 HEV 연구의 중요한 영역이라고 말했다.

나쁜 AI의 위험 – 식용 버섯 감별 앱

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-07-28

버섯 채취를 생업으로 하는 사람들 사이에 모든 버섯은 먹을 수 있지만 어떤 버섯은 한 번만 먹을 수 있다는 말이 있다. 따라서 한 장의 사진으로 식용 버섯을 식별할 수 있다는 "혁신적인 AI"를 이용하는 앱에 대해 전문가들이 우려하는 이유다. 이런 앱은 잠재적으로 치명적인 위험을 가지고 있어 사람들이 식용 버섯으로 잘 못 알고 독버섯을 섭취할 경우 매우 아프거나 죽을 수도 있다고 경고한다.

미생물학 박사학위를 가진 버섯 식용가 콜린 데이비슨은 주변에서 가장 쉽게 볼 수 있는 노란 독버섯(yellow stainer)은 위와 옆에서 볼 때는 식용 말버섯(horse mushroom)처럼 보인다고 한다. 버섯을 따서 긁어보거나 냄새를 맡기 전까지 어떤 버섯인지 알 수 없다. 독버섯은 긁으면 밝은 노란색으로 변하고 석탄산 소독약 같은 냄새가 난다.

이것은 단 한 가지 사례일 뿐이다. 식용 버섯처럼 보이는 독버섯은 매우 많고 정확한 식별을 위해 다양한 검사가 필요한 경우도 있다. 일부 버섯은 파괴 천사나 죽음의 모자와 같은 이름에서 유추할 수 있듯이 치명적인 것들도 있다. 죽음의 모자 버섯의 경우 1/8만 섭취해도 사망한다. 하지만 더 나쁜 것은 잠시 아프다가 낫는 것 같아 정상적인 생활을 하지만 결국은 내부 장기가 손상되기 시작하는데 정말 참혹한 중독이다.

이 앱을 개발한 실리콘 벨리의 니콜라스 쉐리프는 단지 버섯에 대한 전반적인 가이드를 목적으로 개발했다고 주장한다. 그는 이 앱이 버섯 채취 업자를 위해 제작된 것이 아니며 뒤뜰에 자란 버섯을 식별하는 용도로 제작했다고 말하면서 요리사들이 트뤼플 버섯을 거래하는 플랫폼으로 용도를 변경하는 중이라고 덧붙였다. 제작자의 주장과 달리 테스트 결과, 이 앱은 식용버섯(common button)과 밤나무 버섯(chestnut mushrooms)을 구분하지 못하고 계속해서 동작이 중단되었다. 다른 테스트에서도 표고버섯을 구분하지 못하는 오류를 보였다. 따라서 이 앱은 절대로 전문가를 대체할 수 없고 그들의 전문성도 보조할 수 없는 것으로 볼 수 있다.

물론 앱스토어에서 많은 버섯 식별 앱을 볼 수 있지만 대부분은 그림이나 문자로 버섯을 구분하는 것들이다. 이처럼 혁신적인 AI를 탑재한 경우는 없어 사람들이 잘못된 확신을 가지고 선택할 위험이 있다. 사진 한 장으로 버섯을 구분한다는 생각은 매우 혁신적이지만 아직은 그럴 단계에 와 있지 않은 것 같다.

스마트폰과 결합되어서 질병을 검출할 수 있는 새로운 분광 분석기

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-08-11

일리노이 대학의 어바나-샴페인 캠퍼스(University of Illinois at Urbana-Champaign)의 연구진은 스마트폰으로 실험실 수준의 의료용 진단 테스트를 수행할 수 있는 새로운 기술을 개발했다. 이 연구에 사용된 분광 투과 반사율 강도 분석기(spectral transmission-reflectance-intensity-analyzer)는 스마트폰에 부착되어서 환자 혈액, 소변, 타액을 분석할 수 있다. 분광 투과 반사율 강도 분석기는 바이오 감지를 위해서 칼과 같은 역할을 한다. 이것은 3개의 가장 일반적인 유형의 의료용 진단을 할 수 있다.

스마트폰으로 진단할 수 있는 테스트 중의 하나는 효소 면역 측정법(enzyme-linked immunosorbent assay)이다. 이것은 혈액 속의 다양한 단백질 및 항체를 검출하고 측정한다.

분광 투과 반사율 강도 분석기는 스마트폰 카메라를 고성능 분광기로 변환함으로써 작동된다. 그래서 스마트폰 내부의 백색 LED 플래시로 샘플 액체를 조명한다. 샘플의 빛은 광섬유 속에 모아지고, 회절격자를 통해서 유도된다. 이 분석기는 마그네틱 신용카드를 스캔하는 것과 유사한 방식으로 많은 테스트를 순차적으로 수행할 수 있다.

여러 샘플들을 동시에 빠르고 정확하게 분석할 수 있는 이 분석기는 병원을 쉽게 이용할 수 없는 환자에게 매우 유용하게 적용될 수 있을 것이다. 이 분석기는 건강 진단 분야 이외에도 동물 건강, 환경 모니터링, 약물 검사, 제조 품질 관리, 식품 안전 등의 분야에 사용될 수 있다. 이 연구는 저널 Lab on a Chip에 "Multimode smartphone biosensing: the transmission, reflection, and intensity spectral(TRI)-analyzer"라는 제목으로 게재되었다.

탄저균, 열대 지방의 야생동물에게 숨겨진 위협

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-08-16

열대 우림 지역과는 관련이 없어 보이던 질병인 탄저균이 서아프리카 Ivory Coast에 있는 타이 국립공원(Taï National Park)에 퍼져 야생동물에게 심각한 위협이 되고 있다. 이 박테리아는 조만간 현지 침팬지 개체군의 멸종을 초래할 수도 있다고 한다. 연구를 수행한 Robert Koch Institute(RKI), Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology, University of Glasgow, Ivorian National Animal Health Institute의 연구원들은 Nature 지에 이 결과를 발표했다.

탄저균은 포자 형성 박테리아, 일반적으로 *Bacillus anthracis*에 의해 발생한다. 특히 아프리카의 건조한 지역에서 발생이 빈번하며 사람과 가축에게도 영향을 미칠 수 있다. 연구를 주도한 RKI의 Fabian Leendertz 박사팀은 2004년, 열대 우림 지역인 타이 국립공원의 죽은 침팬지에서 이전에 알려지지 않은 탄저균, *Bacillus cereus* biovar *anthracis*를 발견했다. 이후 실시된 연구에 의하면 이와 같은 유형이 카메룬과 중앙아프리카 공화국의 고립된 침팬지, 고릴라, 코끼리의 죽음을 유발한 것으로 나타났다.

현 연구에서 연구자들은 타이 국립공원 내에 있는 병원체의 분포와 야생동물 개체군에 미치는 영향에 중점을 두고 있다. 지난 28년 동안 이 공원에서 수집된 죽은 포유류의 뼈와 조직 표본을 분석하고, 썩은 고기를 먹는 파리의 위 내용물을 살펴보았다. 이 파리들은 지속적으로 시체와 접촉하여 탄저균을 뽑아내며, 이 균이 순환하는 지역과 개체 종에 대한 정보를 제공할 수 있다. University of Glasgow 연구진들도 병원균의 유전체를 일련화하고 분석하여 동물들이 어떻게 감염되는지를 확인하고자 했다.

Ivorian National Animal Health Institute의 Emmanuel Couacy-Hymann은 "우리가 조사한 타이 국립공원의 모든 동물의 죽음은 놀랍게도 40%가 탄저균에 기인한 것"이라고 보고했다. 연구진은 일부 원숭이, 다이커 영양, 몽구스, 고슴도치에서도 이 병원체를 발견했다고 밝혔다. 가장 심각한 영향을 받은 동물은 침팬지였으며, 이 질병으로 55마리 중 31마리가 사망했다. 막스 플랑크 진화 인류 연구소(Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology)의 Roman Witting은 "우리의 예측에 따르면 탄저균은 타이 국립공원에서 침팬지를 멸종시키는데 기여할 수 있다"라고 말했다. 연구자들은 지금 왜 타이 국립공원에서 이 병원균이 특히 활동적인지 알아내려고 노력 중이다. 아직까지 동물들이 어떻게 어디에서 감염되는지 밝혀내지 못했지만, 연구자들은 백신 접종의 가능성을 포함하여 침팬지를 보호할 수 있는 방법을 찾고 있다.

이 이례적인 탄저균에 의한 인간의 감염은 아직 보고되지 않았지만, *Bacillus anthracis*와 마찬가지로 사람에게도 위협이 될 확률이 높다. 인간에게 탄저균은 사

망을 일으킬 수 있지만, 일찍 발견하면 항생제로 완벽히 치료할 수 있다. RKI의 Fabian Leendertz 박사는 "이 연구는 멸종 위기에 직면한 종을 효과적으로 보호할 수 있지만 동시에 침팬지의 감염은 인간에게도 영향을 줄 수 있는 단서가 된다"라고 말했다. 공동 저자인 Lothar H. Wieler는 "이 연구는 인간과 동물의 건강을 밀접하게 연관 지어 보는 공동보건 정책을 강조하며, 공동으로 고려해야 할 필요성을 강조한다"라고 덧붙였다.

식품 속의 알레르겐을 검출할 수 있는 새로운 센서

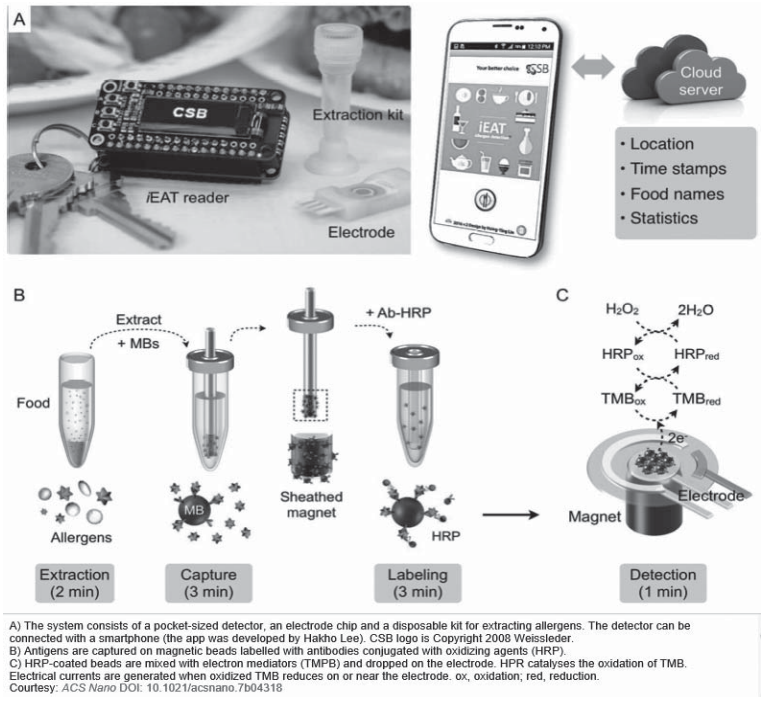
출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-08-19

하버드 의대(Harvard Medical School)의 연구진은 음식 샘플에서 알레르기 항원을 빠르게 검출할 수 있는 일회용 탐지 장치를 개발했다. 이 장치는 10분 내에 결과를 도출하고 높은 민감도를 가진다. 예를 들어, 글루텐 0.1mg/kg을 감지할 수 있다.

음식 알레르기는 인구의 대략 5-15%에 영향을 끼친다. 심지어 극미량의 알레르겐에도 급성 아나필락시(anaphylaxis)를 유발할 수 있기 때문에, 매우 위험할 수 있다. 문제가 되는 음식을 피하는 것이 최선이지만, 이것은 항상 가능하지 않다.

미 식품 알레르겐 표기법(US Food Allergen and Labeling Act, FALCPA)은 식품에 알레르기를 일으키는 물질이 무엇인지를 표기해야 한다고 명시되어 있다. 음식을 분석하는 대부분의 기술은 실험실에서 수행되고, 복잡한 장비가 필요하다. 예를 들어, 효소 결합 면역 흡착 분석(enzyme-linked immunosorbent assays), 중합 효소 연쇄 반응, 액체 크로마토그래피, 표면 플라즈몬 공명, 전기 화학적 감지 등을 들 수 있다.

이번 연구진이 개발한 시스템은 식품 속의 알레르겐 물질을 손쉽게 검출할 수 있다. 이 시스템은 음식 샘플 속의 항원을 포획하고 농축하는 일회용 알레르겐 추출 장치로 구성되어 있다. 이런 전기적인 검출 방법은



A) The system consists of a pocket-sized detector, an electrode chip and a disposable kit for extracting allergens. The detector can be connected with a smartphone (the app was developed by Hakho Lee). CSB logo is Copyright 2008 Weissleder.
B) Antigens are captured on magnetic beads labelled with antibodies conjugated with oxidizing agents (HRP).
C) HRP-coated beads are mixed with electron mediators (TMPB) and dropped on the electrode. HPR catalyses the oxidation of TMB. Electrical currents are generated when oxidized TMB reduces on or near the electrode. ox, oxidation; red, reduction.
Courtesy: *ACS Nano* DOI: 10.1021/acsnano.7b04318

알레르겐을 10분 이내에 검출할 수 있고, 높은 민감도를 가지기 때문에 글루텐의 규제 기준보다 훨씬 낮은 수준까지 감지할 수 있다. 이번 연구진은 글리아딘(밀), Ara h1(땅콩), Cor a1(개암), 카제인(우유), 오발부민(달걀 흰자) 등의 대표적인 단백질 알레르겐을 검출하는데 이 장치를 사용했고, 이전 기술보다 훨씬 능가하는 성능을 가진다는 것을 확인했다.

이 기술은 현장 음식 검사, 알레르기 환자를 위한 식품 모니터링 등에 사용될 수 있을 것이다. 또한 향후에 소분자(살충제와 같은 독소)나 혈액 또는 소변 속의 암 마커를 검출하는데 적용될 수 있을 것이다. 이 연구결과는 저널 ACS Nano에 "Integrated Magneto-Chemical Sensor For On-Site Food Allergen Detection"이라는 제목으로 게재되었다(DOI: 10.1021/acsnano.7b04318).

미국 FDA, 식품의 예방관리 계획 구축 관련 소프트웨어 '식품안전계획빌더' 안내

출처: 식품안전정보원 「전문정보」 2017-08-23

미국 식품의약품청(FDA)은 식품안전현대화법의 식품 예방관리 규칙 이행에 사업체를 지원하고자 업체 시설에 특화된 식품안전계획 마련에 도움이 될 수 있는 신규 소프트웨어 '식품안전계획빌더'(Food Safety Plan Builder, FSPB*)를 공개하였다. FDA가 개발한 동 소프트웨어는 무료로 활용 가능하며 FDA 웹사이트에서 다운로드할 수 있다. 이용자는 업체와 시설에 관한 정보를 기입하거나 질문에 답변하는 방식으로 모든 탭을 작성하게 된다. 이렇게 작성 완료된 파일은 저장 또는 출력이 가능하며, 업체는 FDA 실사 시 이를 제공하거나 사업장 운영에 활용할 식품안전계획서를 보유하게 된다.

'식품안전계획빌더'는 주로 활용자원이 제한된 영세 제조업체를 위해 제작되었지만, 제조업체의 규모와 무관하게 사용이 가능하다. FDA는 제조업체에 동 프로그램을 반드시 활용하도록 요구하는 바는 아니나, 업체가 식품안전정보를 조정하고 식품안전계획 마련에 대한 부담을 줄이는데 도움이 될 것이다. 이번 프로그램과 교육자료는 앞서 식품업체를 위해 마련하여 성공을 거둔 '식품방어계획빌더'를 모델로 삼았다.

(*) https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FSMA/ucm539791.htm

미국 식품의약품청, 2014-16년도 새싹 중 미생물 감시 보고서 발표

출처: 식품안전정보원 「전문정보」 2017-08-19

미국 식품의약품청(FDA)은 지난 2014년, 사전예방적인 검체 채취를 위해 새싹의 검체를 수거 및 검사하였다. 이 새로운 접근 방법에 따라, 12-18개월이라는 상대적으로 짧은 기간 동안 대상 식품의 검체 수를 통계적으로 산출하였다. 이 접근 방법은 병원균 검출과 관련된 일반 요인(출처, 시기, 품종 등)이 있는지 판단하는데 도움이 되었다(*보고서 4쪽 참조).

미국 FDA는 2014년 1월 새로운 샘플링 모델에 따라 검체 배정을 발표하였다. 검체는 3단계 생산 공정(종자, 최종재, 사용 관개수)를 대상으로 총 1,600개를 수거 검사하는 것을 목표로 하였다. 청은 채취 1년 차 즈음에 영업장들의 검체가 이미 1차례 이상 수거되어 검체 825건에서 검체 채취와 검사를 중단했다. 채취한 검체 수로도 새싹의 미생물을 예측하는데 충분하였다.

미국 FDA는 살모넬라, 리스테리아 모노사이토제네스, 대장균 O157:H7 3종을 검사하였다. 검사 결과 최종 새싹 제품에서 살모넬라가 검출된 비율은 0.21%였고, 종자는 2.35%로 최종재와 사용 관개수(0.54%)에 비해 상당히 높은 수치였다. 리스테리아 모노사이토제네스는 최종재 검출 비율이 1.28%였다. 이는 전 생산 공정과 비교해도 별다른 차이가 없었다. 대장균 O157:H7 양성 결과가 나온 검체는 없었다. 대장균 O157:H7은 시험법의 한계 때문에 종자에 대해서는 검사하지 않았다.

미국 FDA의 다른 검사 결과들을 보면 대부분의 양성 결과 검체 대부분은 일부 소수의 영업장에서 나타났다. 특히, 검체 배정을 목적으로 방문했던 영업장 94개소 중 8개소(8.5%)에서 위반 검체가 나왔다. 양성 검체가 다수 확인된 것으로 보아 영업장의 농산물 안전 규정(2015년 11월 발표) 준수가 필요하다는 것을 보여주었다.

이러한 문제 해결을 위해 FDA는 문제의 제품을 소유 또는 출하한 업체들과 협력하여 제품을 자진 회수토록 하거나 수탁인에게 폐기토록 한 다음 후속 검사를 실시했다. 특히, 이번 검체 배정을 통해 리스테리아 감염증 집단 발생을 감지하고 중단시킬 수 있었다(*보고서 14쪽 참조). 이번 검체 배정으로 제품이 여섯 차례 회수되었다. 청은 앞으로도 새싹 제품의 미생물 오염과 이를 저감화할 수 있는 방안을 고민할 것이다. 앞서 집단 식중독과 회수들을 감안해 보면 새싹 제품의 미생물 오염은 여전히 문제거리이다. 앞으로 청은 새싹 영업장을 검사하여 농산물 안전 규정 준수 여부를 확인할 것이다. 현재 대규모 새싹 검체 채취를 추가 진행할 계획은 없으나 장기 샘플링 관점에서 새싹을 채취하게 될 수도 있다. 장기 샘플링은 다음의 기준 등을 삼고 있다.

- 환경의 미생물 오염이 심각했던 전력이 있는 업체(예: 인체 발병, 제품 회수 또는 압류, 과거 검사 이력, 환경 병원균 등)
- 미생물 분석을 위한 검체 채취가 필요하다는 검사 관측 의견

(*) 회계년도 2014-2016 미생물 샘플링 배정 요약 보고서: 새싹 https://www.fda.gov/downloads/Food/ComplianceEnforcement/Sampling/UCM566981.pdf

프랑스-말레이시아 연구진, 생선 살에서 플라스틱 미세입자 발견

출처: 식품안전정보원「전문정보」2017-07-27

플라스틱 미세입자가 사람이 먹는 생선 살에 점차 유입되고 있다는 새로운 연구 결과가 발표되었다. 말레이시아 푸트라 대학교, 말레이시아 모나쉬 대학교, 프랑스 호리바(사) 소속 연구진은 말린생선 4종인 고등어와 멸치, 숭어(mullet), 동갈민어(croaker) 총 120마리에서 미세 플라스틱 36개(분리 입자 61개-플라스틱 폴리머 59.%, 색소 입자 21.3%, 셀룰로오스, 악티노라이트 등의 비플라스틱 6.55%, 미확인 성분 13.1%)를 검출했다(*).

연구진은 플라스틱이 생선을 먹은 인체 내에서 방출될 수 있다고 경고했다. 플라스틱 종류로는 나일론과 폴리스티렌, 폴리에틸렌 등이 포함되었다. '사이언티픽 리포트(Scientific Reports)' 유명 학술지에 실린 이번 연구에 따르면, 수생계에 미세플라스틱이 넓게 분포하고 있는데 패류나 홍합처럼 사람이 먹는 각종 수생 생물체를 오염시키므로 수산물이 인체의 주요 미세플라스틱 노출 경로가 될 수 있다고 하였다(최대 섭취량 계산 방법: 방글라데시 연간 말린 생선 섭취량-370g/인, 생선 평균 중량, 생선 마리 당 인위 오염물질-플라스틱 폴리머+색소, 0~3개).

아울러, 미세플라스틱은 중금속과 잔류성 유기오염물질 등 다른 유독성 화합물이 다른 생물체에 이동하도록 촉진하는 매개체가 되며, 섭취하자마자 이러한 화학물질들이 방출되거나 독성 효과를 나타낼 수 있다고 덧붙였다.

연구진은 주로 말레이시아와 인근 지역에서 말린 상태로 많이 먹는 생선을 연구 대상으로 삼았기 때문에 이들 생선을 먹는 사람들은 한해 최대 미세플라스틱 입자 246개를 섭취할 수도 있다고 내다봤다. 그러나 연구대상 생선 대다수는 미세플라스틱이 검출되지 않았으므로 최대 예측치만큼 섭취하는 사람은 없을 것이라고 설명했다. 이어, 미세플라스틱 입자가 실제 유독 화학물질을 운반하는지 불분명하므로 현재로서는 말린 생선을 먹는다고 건강에 위해한지는 평가할 수 없고, 오염 수치를 모니터링해야 한다고 제안했다.

(*) 연구 전문 중 일부 발췌 (https://www.nature.com/articles/s41598-017-05828-6)

Liu F., Du L., Zhao T., Zhao P., Doyle M.P. Effects of phenyllactic acid as sanitizing agent for inactivation of *L. monocytogenes* biofilms. Food Control. 78, 72-78, 2017.

항균 화합물로 알려진 3-phenyllactic acid(PLA)는 다양한 유산균 종을 비롯한 식품 등급 미생물에 의해 생산이 가능하다. 본 연구는 *Listeria monocytogenes* 부유성 세균과 biofilm 비활성화에 대해 PLA 효능과 lactic acid(LA), levulinic acid(LVA), sodium dodecyl sulfate(SDS)의 살균 효과를 비교하였다. 실험방법은 24-well polystyrene 평면 배양용기를 사용하여 각각의 조건(37℃-3일과 7일, 15℃-4일과 7일)에서 *L. monocytogenes* biofilm을 형성한 후, 0.25%~3% PLA, 1% LA, 3% LA, 3% LVA+2% SDS를 5, 10, 30, 60분 동안 각각 처리하였다.

순수배양 결과, 1% PLA는 1분 이내에 *L. monocytogenes*를 7 log CFU/ml로 감소시켰다. *L. monocytogenes* biofilm은 살균제 처리에 의해 다른 정도의 수준으로 불활성화 됨이 나타났다. 노출시간과 농도가 증가할수록 PLA 처리의 살균 효과는 우수하였다. 3% PLA 및 1% PLA를 5분 처리한 후에 초기의 biofilm은 효과적으로 불활성화 되었다. 반면 마지막 성장단계의 biofilm 불활성화 효과는 3% PLA를 5분 처리한 경우가 1% PLA, 3% LA, 3% LVA+2% SDS 처리보다 우수하였다. Confocal laser scanning microscopy 분석 결과, PLA 농도와 노출시간이 증가함에 따라 biofilm 박테리아 세포 손상의 증가가 나타났다. 이러한 결과들은 PLA가 *L. monocytogenes*, 초기 biofilm 및 마지막 성장단계의 biofilm 모두를 비활성화 시키는데 효과가 있음을 시사한다.

Wang X., Ying S., Wei X., Yuan J. Development of a gold nanoparticle-based universal oligonucleotide microarray for multiplex and low-cost detection of foodborne pathogens. International Journal of Food Microbiology. 253, 66-74, 2017.

세균성 식중독은 특히 개발 도상국에서 식품 안전과 공중보건에 중대한 위협이 되고 있다. 본 연구는 8종의 일반적인 병원성 식중독균 (*Shigella spp.*, *Campylobacter jejuni*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*)을 대상으로 저렴하고 특이하며 민감성 있는 다중 검출을 위해 금 나노입자(gold nanoparticle-GNP)를 기반으로 다중복합 oligonucleotide 연결 PCR과 universal oligonucleotide microarray 기술을 결합한 새로운 분석법을 개발하였다.

8종 식중독균의 표적물은 다중 PCR에 의해 증폭시키고 다중 ligase 검출 반응을 실시하였다. Ligation 생성물은 과량의 GNP-결합 프라이머를 사용하여 universal asymmetric PCR에서 GNP로 증폭시키고 라벨링하였다. 상호보완 태그 배열을 함유하는 단일 가닥의 앰플리콘은 microarray 상에 고정된 상응하는 태그 배열로 비교 확인한 후, 이어서 신호 증폭을 위하여 은염색화 하였다. 미세배열 지점의 검은색 영상은 육안으로 시각화하거나 단순한 평면 스캐너로 스캔하여 정량화하였다. 그 결과, 이 분석법을 통하여 단일 및 다중 감염 8종의 모든 식중독균을 순수배양 검출감도(3.3-85 CFU/mL)에 의해 명백히 식별할 수 있었다. 인위적으로 오염된 식품과 소매상 식품 95개 샘플의 microarray 분석 결과는 전통적인 배양법, 생화학 및 RT-PCR 결과와 일치하였다. 신속성, 저비용, 높은 특이성 및 민감성을 가지는 신규 분석법은 일상적인 검출법으로 사용될 가능성이 있겠다.

발췌 및 정리: 민 경 진(장안대학교 식품영양과 교수)