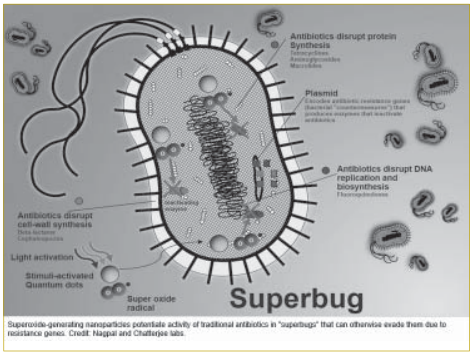
항균 활성을 촉진하는 광 활성화된 양자점

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-10-09

콜로라도 대학(University of Colorado at Boulder)의 연구진은 전 세계적으로 심각한 건강 문제를 발생시키는 슈퍼버그(superbug)와 싸울 수 있는 새로운 방법을 발견했다. 광으로 활성화될 때, 초과산화물(superoxide)이라고 불리는 화합물을 생성하는 나노입자들은 약물 내성 박테리아를 사멸시킬 수 있다. 초과산화물은 박테리아의 대사 및 세포 과정을 방해하는 반응성 산소종을 의미한다.

이번 연구진은 광으로 활성화될 때 초과산화물이라고 알려진 활성 산소종을 생성하는 반도체성 나노입자 또는 양자점이 기존의 항생제 활성을 향상시킬 수 있다는 것을 발견했다. Multi-drug-resistant(MDR) 박테리아는 항생제에 노출될 때 스트레스를 극복하기 위해서 유전적으로 진화한다. 그래서 이런 변형된 MDR 박테리아는 항생제에 견딜 수 있지만, 초과산화물에 노출시키면 항생제 자체에 취약해지는 특성을 가진다. 이 방법을 사용했을 때, 최대 1,000배 낮은 항생제 농도에서도 시험된 모든 병원균의 치료에 효과를 보인다는 것을 발견했다. 이런 효과는 이전에는 관찰되지 않았다.

양자점은 많은 박테리아가 번식하는 세포 내에서도 작동할 수 있다는 장점을 가진다. 이것은 세포 속에 들어가서 내부 감염을 치료하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 이 연구는 아직 많은 임상 시험이 남아 있지만 큰 가능성을 가지고 있다. 예를 들어, 환자는 밝은 방이나 태양 아래에서 나노입자가 활성화되기만 하면 된다. 향후에 근적외선에 흡수하는 나노물질을 만들 수 있다면 더 다양한 치료가 가능할 것이다. 적외선은 생물 조직 속에 깊숙이 침투하므로 심부 조직이나 뼈의 감염을 치료할 수 있게 한다. 다중 약제 내성 박테리아는 공중보건에 심각한 위협이 되고 있다. 이 연구결과는 이런 박테리아를 죽일 수 있는 새로운 병용 요법을 만드는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 이 연구결과는 저널 Science Advances에 "Potentiating antibiotics in drug-resistant clinical isolates via stimuli-activated superoxide generation"이라는 제목으로 게재되었다.



Superoxide-generating nanoparticles potentiate activity of traditional antibiotics in "superbugs" that can otherwise evade them due to resistance genes. Credit: Nagpal and Chatterjee labs.

바이오에너지 생산에 효율적인 새로운 효소를 발견한 미국

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-09-17

미국에너지부(Department of Energy, DOE) 산하의 NREL(National Renewable Energy Laboratory)은 셀룰로오스 섬유(cellulose fibre) 분해에 탁월한 새로운 효소를 발견했다. 이 효소는 셀룰로오스 섬유의 결정질 구조가 단순하든 고도로 복잡하든 관계없이 셀룰로오스 섬유를 분해할 수 있다. 다른 어떤 효소도 이런 능력을 갖고 있지 않다. CelA라고 불리는 이 효소는 혐기성 박테리아의 일종인 *Caldicellulosiruptor bescii*로부터 얻은 것이다. 연구자들은 3년 전 'Science' 저널에 이 효소가 어떻게 다른 우수한 촉매보다도 빠르게 바이오매스를 당으로 변환하는지 기고한 바 있다.

'Nature Scientific Reports' 저널에 실린 후속연구에서는 셀룰로오스 바이오연료의 상업화를 가로막는 기술적, 경제적 장벽을 제거하는데 이 효소가 도움이 될 수 있음을 입증했다. 식물 세포벽 내 셀룰로오스 섬유의 결정질 구조는 셀룰로오스를 분해하는 효소인 셀룰라아제(cellulase)에 문제를 야기한다. 구조가 더 결정질이면 섬유소가 더 강하기 때문이다. 현재까지 시험된 곰팡이류 효소는 고도로 결정질인 섬유소를 쉽게 분해하지 못해 바이오연료 생산이 불가능했다. 하지만 CelA는 결정질 세포벽의 분해에 탁월한 것으로 밝혀졌다. CelA는 고도로 결정질인 셀룰로오스 분해나 낮은 결정질 구조의 분해에 모두 강하며, 이는 다른 셀룰라아제에서는 볼 수 없었던 특징이라고 이 연구를 이끌고 있는 NREL 연구원이 밝혔다. 셀룰라아제가 좋을수록 바이오매스를 단당류로 더 빨리 변환할 수 있으며 프로세스 비용도 절감된다고 덧붙였다.

이 연구에서는 CelA가 어떻게 옥수수 대의 세포벽 구성성분인 glucan, xylan 및 lignin을 분해하고 상호작용하는지를 살펴보았다. 옥수수 대와 cotton linter라고 불리는 섬유소에 화학적 전처리를 했다. 이 실험을 통해 해당 효소작용에 결정질의 정도가 영향을 미치지 못함을 확인하였다. 연구는 CelA가 세포벽에 강성을 제공하는 lignin을 만날 때 난관에 부딪혔다. 같은 전처리 조건에서 일부 lignin이 남겨졌고 효소작용을 중단시키는 것이 확인되었다. 따라서 이 문제가 해결된다면 CelA의 상업화가 가속화될 것으로 보인다.

효모의 수명을 늘리는 단백질

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-09-08

많은 과학자들은 노화를 이해하며 제어하고 싶어 한다. 이제 연구자들이 단백질 Gcn4가 단백질 합성을 줄이고 효모 세포의 수명을 늘린다는 것을 알아냈다. 개별 유전자들이 어떻게 수명에 영향을 주는지를 이해한다면, 노화 과정과 노화와 연관된 질병의 발생을 제어하는 새로운 방법을 열어줄 것이다. 이 연구의 결과는 최근에 'Nature Communications'에 실렸다.

그들은 많은 유전자들의 발현을 조절하는 단백질인 전사 인자 Gcn4가 어떻게 빵효모 *Saccharomyces cerevisiae*의 수명을 늘리는지를 알아냈다. 다양한 스트레스 상황에서, 그 세포들은 Gcn4 생산을 활성화시켰고 이는 새로운 단백질들의 생합성을 줄이고 효모 수명을 늘렸다.

오랫동안 단백질 합성이 노화에서 중요한 역할을 한다는 것이 알려져 있었다. 예를 들어 감소된 영양분 섭취로 인한 단백질 합성의 억제는 효모나 파리, 벌레, 물고기와 같은 다양한 유기체들의 기대 수명에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 세포의 단백질 공장인 리보솜(ribosome)이 줄어들어도 효모 세포의 수명을 상당히 늘어날 수 있다.

이들 세포적 스트레스들이 가진 공통점은 이것들이 Gcn4의 생산을 활성화시킨다는 것이다. 그러나, 이 단백질이 어떻게 장수를 촉진하는지는 알려지지 않았었다. 이 연구에서 연구자들은 효모를 다른 스트레스 조건들에 노출시키고 그 수명과 단백질 합성 속도, Gcn4 발현을 측정했다. Gcn4 단백질의 수준은 효소의 장수와 양의 상관관계를 보였다. 그들은 처음으로 Gcn4에 의한 세포 단백질 합성에 중요한 유전자들의 전사 억제가 수명 연장 효과를 가지는 것으로 보인다고 설명했다. 합성 기계가 제한을 받으면서, 에너지-집약적인 새로운 단백질 합성이 전체적으로 약화된다. 전사 인자 Gcn4는 포유동물을 포함해서 50가지 이상의 유기체들에서 보존되고, 다른 유기체들에서도 중요한 역할을 하는 것으로 보인다.

모기 유충 장 미생물은 인간 병원균의 전이 능력에 영향을 준다

출처: NDSL 국가과학기술정보센터 「해외과학기술동향」 2017-09-11

모기 유충의 성장 기간 동안 차별적인 박테리아 노출로 아르보 바이러스(*Arbovirus*)의 전염과 관련된 모기 특성에 영향을 미칠 수 있음이 밝혀졌다. 이 연구는 유충의 환경이 매개 질병(vector-borne disease)의 위험을 어떻게 만드는지 더 포괄적으로 이해할 수 있도록 한다.

모기는 전염성 곤충으로 완벽한 변태의 과정, 알-애벌레-번데기-성충의 단계를 거친다. 모기의 생활주기는 애벌레 단계의 물과 성충 단계의 육상 두 가지 주요 서식지로 나뉜다. 몸의 크기, 수명, 인간 병원균에 대한 민감성 등 성충 모기의 특성은 유충 단계와 성충 단계에서 경험하는 환경 조건에 따라 달라진다. 최근 과학계에서는 성충 모기의 장 미생물(gut microbiota)이 모기를 매개로 한 병원균의 전파를 조절하는데 기여한다는 사실을 알아냈다. 그러나 유충의 미생물이 성충의 특성에 어떤 역할을 하는지는 밝혀지지 않았다. 이 문제는 뎅기열, 황열병, 지카 바이러스, 치쿤구니아 바이러스와 같은 아르보 바이러스의 주요 매개체인 이집트 숲모기(Aedes aegypti)에게 특히 중요하다. 사하라 사막 이남의 아프리카 지역에서 이집트 숲모기는 도시와 숲에서 존재하며, 애벌레 번식지는 두 곳의 특성에 따라 다르다. 도시형은 중고 타이어와 버려진 물건 등 사람들이 만든 용기의 고인 물에서 발생하는 반면, 숲 형태는 바위 웅덩이와 나무 구멍과 같은 자연 번식지에서 발생한다.

Institut Pasteur와 프랑스 국립과학연구센터(CNRS)의 연구진은 IRD, University Claude Bernard Lyon1과 가봉에 있는 Centre International de Recherches Médicales de Franceville(CIRMF) 연구팀과 공동으로 숲과 도시 환경의 이집트 숲모기 유충의 내장 미생물의 차이를 관찰했다. 그 결과, 이집트 숲모기의 유충 단계에서 차별적인 박테리아 노출이 아르보 바이러스의 전염과 관련된 성충 모기 특성에 영향을 미칠 수 있음이 확인되었다. 즉, 유충 단계에서의 환경이 유충의 성장 속도, 성충 모기의 크기, 면역 활동 그리고 뎅기열 바이러스에 대한 민감성에 차이가 생기는 것을 밝혀냈다. Institut Pasteur의 연구원이자 이 논문의 저자인 Laura Dickson은 "이 발견은 수생 환경의 박테리아가 인간 병원균을 전염시키는 성충 모기의 능력을 조절할 수 있다는 최초의 경험적 증거를 제공하므로 매우 중요하다"라고 말했다. 프랑스 국립과학연구센터의 Louis Lambrechts 연구원은 "이 연구는 모기에 의한 인간 병원균 전파에 있어서 애벌레 생태계의 역할에 대한 인식을 높이도록 요구한다"고 전했다. 이러한 결과는 자연 애벌레 번식지에서 발견된 박테리아에 대한 지식이 매개 질병의 위험을 통제하는 새로운 전략을 모색할 수 있도록 한다.

미국, 망간 섭취 과다하면 황색포도상구균에 의한 심장 감염 발생할 수 있어

출처: 식품안전정보원 「전문정보」 2017-09-25

식이를 통해 망간을 과다하게 섭취하면 '황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)' 세균에 의한 심장 감염이 발생할 수 있다는 연구결과(*)가 'Cell Host & Microbe'에 게재되었다. 망간은 필수 무기질이지만 과다 섭취하면 유해할 수 있다. 망간은 시금치와 케일 같은 잎채소에 풍부하며 차와 파인애플, 견과에서도 볼 수 있다. 황색포도상구균은 주로 피부 감염을 일으키지만 이따금 혈류 감염 또는 폐렴의 원인이 되기도 한다. 또한 혈류에 들어간 황색포도상구균은 심장으로 운반되어 심장판막이나 심장내막에 안착, 전염성 또는 세균성 심장 내막염을 일으키기도 한다.

이번 연구를 수행한 밴더빌트 대학교 메디컬센터(Vanderbilt University Medical Centre) 연구진은 보통 양의 3배가 넘는 망간을 쥐에게 제공하였고 다른 그룹의 쥐에게는 정상 식이를 제공했다. 연구진은 망간이 과다 제공된 쥐의 대부분이 황색포도상구균 감염으로 죽었다고 전했다. 연구 저자인 스카르 박사는 망간 과다가 아닌 결핍에 의한 문제를 예상했었기 때문에 이번 연구결과가 놀랍다고 전했다. 연구진은 이러한 결과가 면역 체계의 활성산소 생성이 관여된 메커니즘으로 설명이 가능하다고 전했다. 활성산소 생성은 세균에 맞서는 우리 몸의 자체 면역 능력을 일컸는다. 면역 체계 작동 시에 활성산소종(ROS)은 다른 종류의 면역세포에 의해 빠르게 방출된다. 황색포도상구균이 감염된 경우, 정상 조건에서는 호중구(neutrophils, 백혈구의 한 유형)가 감염 부위에 동원되고 활성산소종이 균을 공격하게 된다. 하지만, 망간 과다는 이러한 프로세스를 거스르는 것처럼 보인다. 망간을 과다 섭취한 쥐의 심장에서 망간 및 다른 금속류의 과다 흡수에 주요 역할을 하는 단백질이 활성을 잃은 것으로 보인다. 이는 칼프로텍틴(calprotectin)이라는 단백질로, 면역 체계에서 세균이 영양성분을 얻지 못하게 해 성장을 저해시키는 역할을 한다.

저자는 사람이 접할 수 있는 정도의 금속으로 이번 연구를 진행하였다면서 황색포도상구균 감염 위험이 높은 일부 환자군은 비슷한 수준의 망간에 노출되었다고 설명했다. 그는 황색포도상구균에 감염될 가능성이 높고 심장 내막염에 걸린 환자들의 조직에서 망간이 비정상적으로 높게 나타났다는 과거의 연구들을 언급했다. 스카르 박사는 한 가지 식이 요소 변화가 인체 면역 체계에서 강력한 기작 중 한 가지를 무력화시켜 감염을 가능하다는 것이 놀랍다고 전했다. 향후 연구진은 황색포도상구균 감염이 특히, 왜 심장에서 잘 일어나는지에 대하여 깊이 있게 살펴볼 계획이라고 전했다.

(*) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1931312817303426

미국, 사과의 잔류농약 세척은 베이킹 소다가 효율적

출처: 식품안전정보원「전문정보」2017-10-30

사과의 잔류농약을 가장 효과적으로 제거하는 세척법은 베이킹 소다를 넣은 물을 사용하는 것이라는 연구결과(*)가 농업식품화학지(Journal of Agricultural and Food Chemistry) 온라인판에 게재되었다. 매사추세츠 대학교 연구진은 사과에 살진균제인 티아벤다졸과 각종 해충 사멸에 사용되는 포스메트를 입힌 뒤 살균 표백제 또는 베이킹 소다가 든 물과 아무것도 넣지 않은 물로 사과를 씻었다. 연구진은 널리 소비됨은 물론 다양한 농약을 함유하고 있을 가능성이 높은 사과 '갈라' 품종을 사용했다. 사과 조직에 함유된 농약의 농도를 민감도가 높은 고도의 기술로 측정한 결과, 티아벤다졸은 베이킹 소다로 12분, 포스메트는 베이킹 소다로 15분을 세척하는 것이 가장 효과적이었다.

일부 농약은 사과의 표면에 침투하였는데 티아벤다졸의 침투력이 포스메트보다 4배 더 높았으며 어떠한 세척법도 완전한 잔류농약 제거는 불가능했다. 미국환경보호청(EPA)은 농약 제거가 아닌 유기물질과 세균 제거를 목적으로 수확한 사과를 살균 표백제가 든 물에 2분간 침지 처리하도록 요구하고 있다.

연구진은 베이킹 소다 용액은 농약 분자를 분해하는데 도움을 주기 때문에 보다 효과적일 수 있고 다른 유형의 농산물에도 사용이 가능하며, 과일과 채소의 구조에 따라 농약의 효과가 다르다고 전했다. 또한 침투력이 좋은 농약의 경우 사과 껍질을 제거하면 되지만 영양가가 풍부한 껍질을 포기해야 한다는 득과 실이 있음을 언급했다.

(*) http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.7b03118

미국 연구진, 밀가루와 시가독소생성 대장균 관련성 제기

출처: 식품안전정보원 「전문정보」 2017-11-23

밀가루로 만든 음식을 가열하지 않은 채로 맛보아서는 안 된다는 연구결과(*)가 뉴잉글랜드 의학저널(The New England Journal of Medicine)에 게재되었다. 이번 보고서는 지난 2016년 여름철 동안 밀가루 1천 파운드 가량이 회수된 사건을 통해 예전에는 대장균이 햄버거 패티 또는 잎채소 등 습윤한 환경에 잠복해 있다는 통념과는 달리 건조한 환경에서도 존재한다고 밝혔다.

이번 연구의 주저자이자 질병통제예방센터(CDC)의 사뮤엘 J. 크로웨 연구원은 밀가루 2.5 파운드 한 포대에 대장균이 균일하게 퍼져 있지 않고, 소량으로도 발병시킬 수 있다고 설명했다. 날달걀에 대한 위험 인식 때문에 예부터 반죽이 묻어있는 숟가락을 핥거나 집에서 만든 쿠키 반죽을 조금씩 떼먹지 말라는 안내들은 있었으나 이번 새 연구 결과를 통해 집에서 만든 놀이용 반죽에 이르기까지 날 상태의 물품들을 추가 경계해야 함을 시사했다.

브라운 대학교 의학대학의 마구에리트 A. 닐 부교수는 건조하고 분말 상태인 성분도 미생물이 존재할 수 있다는 것은 밀가루에 대한 새로운 관점을 제시했다고 언급하면서 밀가루 요리를 한 뒤에는 따뜻한 비눗물로 손을 씻어야 한다고 권장했다.

(*) 연구전문 http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1615910

프랑스 식품환경노동위생안전청, 스피룰리나 함유 식이보충제 섭취에 관한 위해평가 결과

출처: 식품안전정보원「전문정보」2017-11-30

국가 모니터링 계획의 일환으로 스피룰리나 함유 식이보충제 섭취와 연관되었을 가능성이 있는 부작용 신고 사례가 프랑스 식품환경노동위생안전청(Anses)에 보고되었다. 접수된 신고 사례들로 인해 식품환경노동위생안전청은 해당 유형의 식이보충제 섭취와 관련된 위해평가를 실시하게 되었다. 위해평가를 발표한 식품환경노동위생안전청의 견해(*)에 의하면 스피룰리나 함유 제품이 시아노톡신(cyanotoxins), 박테리아, 또는 미량 금속에 오염될 수 있다고 강조하였다. 이러한 맥락에서 식품환경노동위생안전청은 소비자에게 감독이 잘 되는 공급 경로를 우선시하라고 조언했다.

오염 위험 이외의 스피룰리나는 미량 섭취 시 건강상 위험을 야기하지 않는다. 그럼에도 불구하고 스피룰리나의 특징과 보고된 부작용 사례를 고려했을 때, 식품환경노동위생안전청은 페닐케톤뇨증이 있거나 알레르기 체질인 사람들은 해당 식이보충제 섭취를 자제하라고 조언한다. 또한, 스피룰리나는 vegan 식단을 따르는 사람들에게는 신뢰할 만한 비타민 B_{12} 공급원이 아니다.

(*) 견해전문 https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0096.pdf

뉴질랜드 캔터베리大, 다소비 농약이 항생제 내성 일으켜

출처: 식품안전정보원「전문정보」2017-11-20

뉴질랜드 캔터베리 대학교(University of Canterbury)는 라운드업, 캄바, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid(2,4-D)의 활성 성분인 글리포세이트, 디캄바, 2,4-D로 인해 세균이 항생제에 민감하도록 변화시킬 수 있다고 발표했다. 캔터베리 대학교의 잭 하이만 분자 생물 및 유전학과 교수는 상기 제초제가 뉴질랜드 등 세계에서 가장 많이 사용되는 제초제이며, 도농에 거주하는 사람이나 애완동물, 가축에게 노출된다고 설명했다. 이어, 현지 철물점에서 판매되며, 어린이와 애완동물이 가정용 정원이나 공원에서 노출되지 않도록 방지하는 대책이 없다고 설명했다.

이번 캔터베리 대학 연구는 보편적으로 많이 사용하는 제품임에도 세계 최초로 제초제가 기본적인 항생제의 사용을 약화시키는 점을 발견했다. 아울러, 연구팀은 이번 새 연구를 통해 일부 제초제 제제와 가공 식품에 사용하는 성분들이 항생제 내성을 초래할 수 있다는 점도 지적하면서 새로운 항생제를 집중적으로 관리해야 한다고 촉구했다.

하이만 교수는 항생제 내성으로 매년 1천만 명이 추가로 사망하고, 이로 인한 전 세계 경제 비용은 100조 달러에 이를 것으로 추정된다며, 이는 뉴질랜드 인구의 약 2배가 항생제 내성으로 매년 사라질 것이라고 말했다.

Shen H., Zhang S., Fu Q., Xiao W., Wang S., Yu S., Xiao M., Bian H., Tang Y. A membrane-based fluorescence-quenching immunochromatographic sensor for the rapid detection of tetrodotoxin. Food Control. 81, 101-106, 2017.

본 연구에서는 형광 공명 에너지 전달(fluorescence resonance energy transfer, FRET)을 이용하여 tetrodotoxin을 12분 이내에 검출 가능한 fluorescence-quenching immunochromatographic sensor(FQ-ICS)를 개발하였다. Tetrodotoxin 검출 전통방법 ICS와 비교할 때, FQ-ICS는 우수한 신호 강도와 민감도에 의한 판독이 가능하다. 테스트 동안의 검출된 신호는 특정 농도 범위 내에서 tetrodotoxin 농도증가와 함께 상승한다. 검출 한계는 0.78 ng/mL이며, 이는 tetrodotoxin 검출을 위해 콜로이드성 금 스트립을 사용하여 보고된 최신 값보다 20배 이상 낮은 값이다. 또한 검출선형 범위는 3.13-50 ng/mL이며, 스파이크된 샘플에서 tetrodotoxin의 FQ-ICS 복구율은 61.3%-70.4%까지 다양하였다. 이러한 결과는 FQ-ICS의 민감도가 매우 높으며, tetrodotoxin의 신속한 검출에 적합함을 나타낸다.

Park M.S., Kim H.N., Bahk G.J. The analysis of food safety incidents in South Korea, 1998–2016. Food Control. 81, 196–199, 2017.

본 연구는 1998년 1월부터 2016년 3월까지 한국에서 발생한 식품안전 사건사고에 대해 언론매체의 보도 자료를 분석하였다. 대상 기간 동안 발생한 식품안전 사건사고 건수는 총 975건으로 연간 51.3건과 월간 4.3건이었으며, 발생 상위 5위 안의 식품유형으로는 과일과 채소, 생선 및 어육가공품, 육류 및 육가공품, 음료류, 과자류이었다. 전체 발생 975건 중 식품첨가물 및 농약과 같은 화학적 위해요소에 의한 발생은 406건(41.6%)으로 가장 많았으며, 생물학적 위해요소는 221건(22.7%), 물리적 위해요소는 199건(20.4%)으로 나타났다. 또한 식품안전 사건사고의 발생단계 분석결과, 원료에서 일반적으로 가장 많이 발생하였고(615건, 63.1%), 이어서 가공단계 240건(24.6%), 유통단계 65건(6.7%)으로 나타났다. 연구결과는 식품안전 전략 또는 위해분석을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

Rozali S.N.M., Milani E.A., Deed R.C., Silva F.V.M. Bacteria, mould and yeast spore inactivation studies by scanning electron microscope observations. International Journal of Food Microbiology. 263, 17-25, 2017.

포자는 가장 저항력이 강한 미생물 세포로 비활성화가 어렵다. 특정 포자형성 미생물의 병원성 또는 식품 부패의 영향으로 저온살균과 멸균공정 과정이 기본으로 요구된다. 가열살균은 의료장비와 식품에 존재하는 포자를 비활성화 하는 가장 일반적인 방법이다. 고압처리는 새로운 테크닉의 상업적인 비가열 식품저온살균법이다. 선행연구들에서 가열 및 비가열에 의한 포자 불활성화 효과가 입증되었지만, 그 주요 메커니즘은 아직 명확하지가 않다.

본 연구는 불활성화 처리 전후에 scanning electron microscopy(SEM)를 사용하여 2가지 식품에 대해 부패 세균, 곰팡이 및 효모의 생존과 사멸 형태를 조사하였다. *Alicyclobacillus acidoterrestris*와 *Geobacillus stearothermophilus*은 각각 산성식품의 저온살균과 멸균공정의 지표이다. *Neosartorya fischeri*는 과일을 대상으로 한 식물 병원성 곰팡이이다. *Saccharomyces cerevisiae*는 포도주 양조, 주조, 제빵 등의 발효 및 사탕수수와 같은 작물에서 바이오 연료를 생산하기 위한 다양한 응용분야를 가진 효모이다.

실험대상 4종의 미생물 포자는 가열처리로 불활성화 하였다. *S. cerevisiae* 포자는 가열과 고압처리 후 자낭세포와 free form으로 관찰되었고, 각각의 미생물 포자는 상이한 형태의 손상과 세포 파괴가 나타났다. 가열처리는 *A. acidoterrestris*와 *G. stearothermophilus* 포자의 내부 핵을 공격하여 비활성화 하였다. 열처리는 먼저 세포 내 성분을 방출하는 세포막의 투과성을 변경시켰다. 그 후에 포자수화, 단백질의 물리화학적 변형, flattening 및 압흔의 형성이 발생한 후 포자가 사멸하였다. *N. fischeri* 가열성 불활성화는 세포 파괴와 세포 내 성분 누출을 발생시켰으며, *S. cerevisiae* 자유 포자에 대한 가열처리와 고압처리는 내부 세포막을 공격하여 삼투성을 변화시키고 최종 단계에서 세포 내 성분을 외부로 전달하였다.

가열처리에 의한 포자파괴는 고압처리가 포자 핵심부위에 미치는 영향이 적기 때문에 고압처리보다 더 심각하였다. 모든 손상된 포자는 회복될 수 없는 부피와 형태로 변화하였다. 포자 내용물의 누출 중 일부는 변형되어도 완전한 모양의 포자 주위에서 관찰되는 한편, 다른 포자들은 크게 움푹하게 파인 모양이 보이고 포자내부 내용물이 없을 시에 완전하게 변형됨이 나타났다. 이 연구결과는 가열 및 비가열처리에 의한 포자 불활성화 이해에 기여할 것이다.

Banach J.L., van Bokhorst-van de Veen H., van Overbeek L.S., van der Zouwen P.S., van der Fels-Klerx H.J., Groot M.N.N. The efficacy of chemical sanitizers on the reduction of *Salmonella Typhimurium* and *Escherichia coli* affected by bacterial cell history and water quality. Food Control. 81, 137-146, 2017.

식수로 신선 농산물을 세척하면 미생물을 제거하는데 도움이 되며 1-2 log 감소는 가능하지만 세척 통에서 세균이 교차오염 되기도 한다. 본 연구의 목적은 *S. Typhimurium*과 extended-spectrum beta-lactamase (ESBL) E. coli 감소에 대해 세 가지의 화학 살균제인 차아염소산나트륨, 이산화염소, 은-구리 용액의 효능을 평가하는 것이다. 연구는 시나리오 i) 식수의 starved(기아) 세포와 non-starved 세포, ii) 양상추를 세척한 물과 양상추 잎의 starved 세포와 non-starved 세포, iii) 유기성 물질을 채운 공정 세척수의 non-starved 세포의 세 가지 조건에서 실험하였다.

차아염소산나트륨과 이산화염소는 은-구리 용액보다 음용수의 교차오염을 예방하는데 더 효과적이었다. Starved, non-starved 세균 세포는 i) 식수와 ii) 양상추를 세척한 물에서 살균제에 대한 약간의 감수성 차이가 있어 다른 조건이 살균제 효능에 더 큰 영향을 주었을 것으로 설명된다. 특히, 물의 유기성 부하물질과 세척수 온도 및 병원체 부착과 방출은 세척 중에 살균제 효능에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 화학적 살균 소독제의 사용은 처리과정에서 병원성 교차오염을 방지하기 위한 오염 제거의 결과보다는 세척수 살균에 더 중점을 두어야 한다고 강조하였다. 향후 연구에서는 파일럿 규모의 공정에서 이산화염소의 적용 가능성 추가 조사가 요구된다.

발췌 및 정리: 민 경 진(장안대학교 식품영양과 교수)