# 경북대학교 식품공학부 식품위생안전학 연구실 소개

본 연구실은 경북대학교 농업생명과학대학 식품공학부에 소속된 식품위생안전학 연구실(박미경 교수)로 식품의 생산단계에서부터 소비에 이르기까지 전 과정에서 문제가 되는 위해 미생물 및 이물을 신속하게 검출하고 제어하기 위한 연구를 주로 수행하고 있다. 즉, 생물학적 제어제 및 수용체로서 자연 환경으로부터 위해 미생물에 대응하는 박테리오파지(bacteriophage) 탐색 및 특성규명에 관한 연구를 시작으로 하여 이를 활용한 박테리오파지 기반의 현장 · 적용형 신속검출법 개발에 관한 연구를 수행해 오고 있다. 또한, 항생제의 과다사용으로 인한 슈퍼박테리아 출현 문제를 최소화하기 위해 박테리오파지와 엔도라이신(endolysine) 기반의 복합적인 슈퍼박테리아 제어 기술 개발을 진행 중이다. 최근에는 방충효과를 갖는 친환경 · 생분해성 다공성 포장재 개발 및 인공지능 기반의 초분광 영상 기술을 활용한 이물 선별기 및 실시간 모니터링 시스템 개발에 관한 연구도 수행하고 있다. 본 연구실은 식품안전 분야에 부합되는 글로벌 마인드와 전문 지식과 기술을 갖춘 우수 인력에 중점을 두고 국가 식품 산업 발전 및 국민 보건 증진에 기여할 것으로 기대하고 있다.

## ■ 생물학적 제어제 및 수용체로서 박테리오파지 탐색 및 특성에 관한 연구

박테리오파지는 특정 세균만을 감염시키는 바이러스의 일종으로 우수한 특이성과 안정성을 가진 친환경 GRAS 물질로 2006년 미국 FDA에서는 현재까지 4 종류의 파지(ListShield™, EcoShield™, SalmoFresh™, ShigaShield™)가 식품 산업 현장에서 활용되고 있다. 이들 박테리오파지는 생물학적 수용체로 표면플라즈몬공명(SPR), 수정진동자(QCM), 표면증강라만 산란(SERS) 등 다양한 바이오센서 방법에 항체를 대체할 수 있는 생물학적 수용체로 활용되고 있다. 본 연구실에서는 위해 미생물의 검출 및 제어를 위하여 자연 환경(강, 도축장, 식품, 양식장, 폐수 등)으로부터 대상 위해 미생물에 선택적이고 특이적인 박테리오파지를 분리 및 정제한 후, 온도 · pH · 소독제에 대한 안정성(stability), 용균활성(lytic activity), DNA/RNA 및 구조 단백질 분석을 통해 활용 가능성을 확보하였다. 나아가서 NGS (Next Generation Sequencing) 기반의 유전자 분석을 이용한 신규성, 안전성, 유전자 기능 분석을 통해 생물학적 수용체 및 제어제로서의 활용 가능성을 규명하는 연구를 수행해 오고 있다 (그림 1). 또한, 본 연구진은 tailed type의 박테리오파지의 수용체로서의 한계를 극복하기 위해 박테리오파지 고정화에 관한 연구와 함께 대상 미생물과의 상호 interaction 및 kinetics에 관한 연구를 진행하고 있다. 확보된 박테리오파지 유전자의 기능 분석을 통해 엔도라이신 관련 유전자를 확보하고 이를 gene cloning하여 친환경 생물학적 제어제로서의 기전과 특성을 규명은 물론 대량 생산을 통한 상용화 연구에 주력하고 있다.

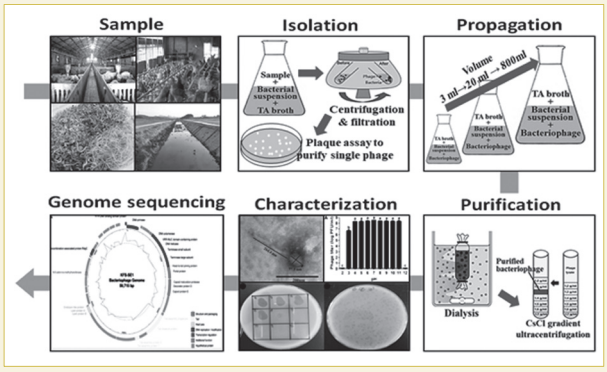


그림 1. 박테리오파지의 분리 · 정제 및 특성검토

## ■ 현장 적용형 · 실시간 · 다중의 위해 미생물 신속 검출법 개발

건강과 웰빙 지향의 트렌드는 과채류 및 신선식품의 소비를 증가시켰으며 이로 인해 식중독이 2000년 이후 급증함에 따라 안전한 식품에 대한 소비자들의 니드는 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 이를 위해 시료의 전처리 과정 없이 현장에서 다중의 유해 미생물을 동시에 검출할 수 있는 현장 적용형 · 실시간 · 휴대 가능한 신속 검출법 개발이 절대적으로 요구되고 있다. 따라서 본 연구실에서는 다중의 위해 미생물을 정량 · 정성적으로 검출할 수 있는 박테리오파지 기반의 현장 적용형 검출 시스템 개발에 관한 연구를 지속적으로 수행해 오고 있다. 본 검출 시스템은 automatic surface-scanning system으로 자기장 하에서 자가진동하는 센서의 특성과 그 진동 특성이 센서의 무게 변화에 의해 민감하게 반응하는 원리를 이용한 것으로 기존의 신속 검출법의 한계인 시료 전처리 과정 없이 각각의 대상 균에 특이적인 박테리오파지가 고정된 다양한 크기의 자가진동 센서를 식품 표면에 직접적으로 부착하여 다중의 위해미생물을 30분 이내에 검출 할 수 있는 신속하고 편리한 검출법이다 (그림 2). 검출법의 상용화를 위해 검출 시스템의 소형화 및 flexible detector 개발에 주력하고 있으며 이 시스템은 식품회사 및 농 · 식품 검역기관, 그리고 일반생산 농가에서 유비쿼터스하게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

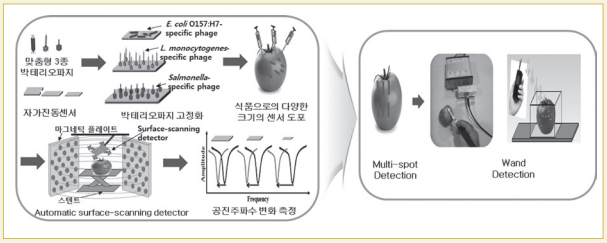


그림 2. 자가진동 센서 기반의 automatic surface-scanning 검출 시스템

## ■ 이물 제어를 위한 방충 · 친환경 · 생분해성 포장재 개발 및 이물 검출을 위한 인공지능(AI) 기반 초분광 영상(hyperspectral imaging) 선별기 개발

식품이물(금속, 해충, 머리카락 등)의 존재 유무는 식품의 생산에서부터 유통까지의 관리 과정이 위생적임을 입증하는 것으로 경우에 따라 건강에 심각한 악영향을 주기도 하고 소비자들에게 혐오감과 불쾌감을 야기 시킬 수 있는 식품안전과 관련된 중요한 요소 중의 하나이다. 본 연구실에서는 이물 중 해충에 대한 체계적이고 효과적인 관리를 위해 식물, 식품부산물, 한약재, 천연 오일 등을 활용하여 방충효과를 갖는 다공성 생분해성 포장재를 개발하고 있다. 또한, 식품산업 현장의 니드를 반영하여 빅데이터 및 인공지능 기술 기반의 초분광 영상 선별기 및 실시간 모니터링 시스템을

경북과학기술원(DGIST)과 공동연구를 통해 개발하고 있다 (그림 3). 이를 위해 딥러닝 기반의 분별 · 선별 알고리즘을 개발함과 동시에 이물 제어 정보를 실시간으로 전송하기 위한 IoT 인터페이스를 개발하여 실시간으로 모니터링 하는 통합 제어 시스템 개발에 주력하고 있다.

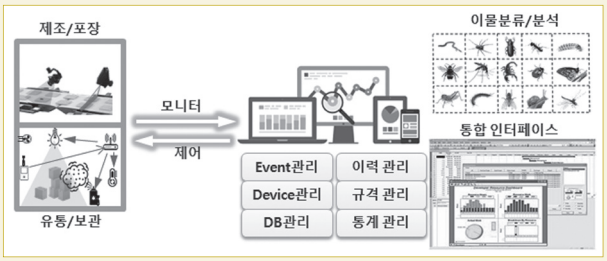


그림 3. Cloud/Big Data기반 분석 및 공정관리 시스템