

## 품질저하 발생 특이점(on-set point)과 지능정보화

박 기 재  
한국식품연구원

신선 농산물과 같은 농식품 산업의 전반적인 동향을 살펴보면 EU, 일본, 미국 등의 국가와 글로벌 식품기업을 중심으로 생산에서 소비까지의 공급망 전반에서 손실율과 폐기율을 최소화하여 산업의 경제성을 제고하고 품질유지와 안전성을 확보하기 위해 품질과 안전인자를 효과적으로 계측, 실시간으로 모니터링 할 수 있는 센서기술과 정보통신기술을 활용한 정보 기반 관리기술 개발에 주력하고 있다고 판단된다.

정보에 기반한 품질·안전 관리체계는 정보통신 기술을 활용하여 생산자·유통업자 및 소비자에게 지능화된 정보 서비스를 제공하는 것을 가능하게 할 수 있다. 또한 생산·유통·소비를 최적화하여 경제적 효율성을 제고함과 동시에 사회 안전망을 강화할 수 있는 기술적 기반을 제공할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 정부는 국정과제로 ‘국민 건강을 지키는 생활안전 강화’를 목표로 ‘전 주기(생산→소비)에 걸친 먹거리 안전 국가책임제를 실현하고 생활환경 및 소비트렌드 변화에 대응하는 먹거리 복지 구현’을 국정과제로 설정한 바 있다. 더불어 초지능·초연결 기술(AI, IoT, 5G 등)을 확산하고 지능정보화를 통해 고령화, 환경오염 등 당면한 사회 문제를 해결하는 정책목표를 설정하고 있다(국정과제 33. 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업

혁명 선도 기반 구축, 생태계 조성 - 지능정보 핵심 기술 R&D).

4차 산업혁명과 정부의 ‘제조업혁신 3.0’, 온디맨드 농식품 소비경제패턴에 부응하기 위한 생산·유통·소비체계의 전자화(electrification)·자동화(automation)·디지털화(digitalization) 및 지능화 요구도가 증가함으로서 이를 해결할 수 있는 농식품 산업 공통의 플랫폼 기술 개발 필요하다. 스마트형 농식품 생산·유통 공급체계를 구축하기 위해서는 농산물 품질의 디지털화, 품질·안전 정보의 실시간 감시, 센서에 기반한 정보의 네트워킹이 가능한 M2M(man to machine/machine to machine) 기술 인프라 구축이 필요하다. 디지털 혁명에서 시작한 4차 산업의 흐름은 제조, 소비·체인의 변화로 확산되고 있다. 디지털 혁명은 제조의 스마트화와 거래방식 및 의사소통 방식의 변화를 유발하고 있으며 초연결사회로서 맞춤형 유연생산 및 분산생산이라는 현상적 변화로 나타나고 있다.

농식품 산업의 생산과 유통 경쟁력을 제고하고 고품질의 안전성이 보장된 농식품에 대한 소비자 요구를 충족시키기 위해서는 재배단계의 품종, 생산 정보를 연계하여 농식품의 생산·유통·소비의 최적화를 구현할 수 있는 생산·유통 관리기술 개발이 필요할 것으로 판단된다. 최근 다양한 소비 주체들

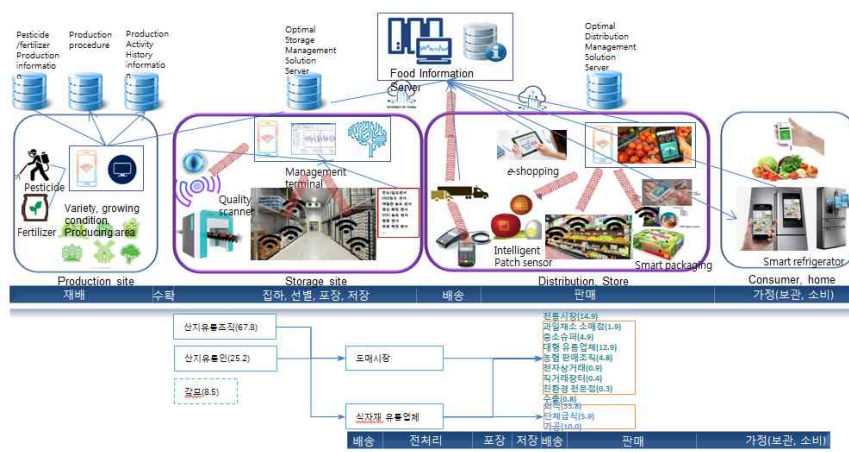


그림 1. 지능정보기술 기반 농산물 유통체계

의 니즈를 충족시킬 수 있는 농식품에 대한 요구도가 증가하여 수확후 관리기술도 장기저장에서는 내부품질을 포함한 고품질 유지로 변화하고 있다. 농식품의 품질은 품종, 재배조건 등 농업생산 단계에서 일차적으로 결정되고 수확후에는 품질의 하락과 변화가 진행되는 과정이 지속되므로 수확후 농식품의 초기품질을 결정하는 것은 저장 및 유통단계에서의 품질 및 품질수명을 결정하는데 있어 선결과제이다.

정보 기반 품질·안전 관리를 위해서는 수확시점에서 농식품의 초기 품질(안전성 확인 포함)을 결정하여 정보화하고, 저장·(전처리)·유통·소비 단계에서 변화하는 품질속성과 안전인자(병원성 미생물 등)를 실시간으로 모니터링하여 통합 관리의 시스템화 기술이 구현되어야 한다. 품종, 재배환경, 수확시기, 속도 등에 따라 품질의 차이가 크고 동일 생산환경이라 하더라도 개체간 편차가 커 샘플링 검사를 통한 품질결정에 한계가 있다. 또한 수확후 저

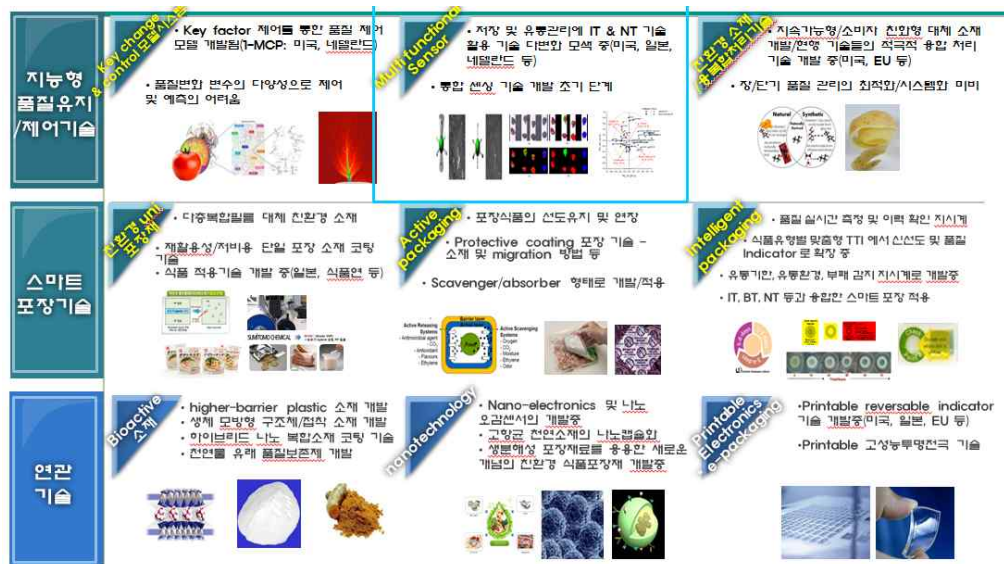


그림 2. 지능형 품질유지 및 제어 관련기술 현황

장·(전처리)·유통 단계에서 품질의 지속적 저하(변화), 품질이상·변질·부패 등이 발생하지만 실시간으로 이를 감지하거나 예측할 수 있는 사전관리수단이 없는 실정이다. 예로 과일의 당도, 산도 등 이화학적 성분에 대한 비파괴 계측기술만 부분 상용화 단계이며 신선도 등 품질을 결정하는 대부분의 다양한 속성은 인간의 인지판단에 주로 의존하고 있다.

농식품의 품질의 지속적인 저하는 최종적으로는 변질과 부패라는 현상으로 나타남으로 부패와 변질 발생시 이를 제거하는 현재의 관리방식에서 변질과 부패 발생 사전 단계에서 이를 감지·예측하고 관리할 수 있는 농식품 관리 모델로 전환할 필요성이 있다. 한국식품연구원을 중심으로 사과, 감귤, 포도, 당근, 참외 등에 대한 소비자 기호도 기반 감각과학적 품질결정모델 개발연구를 수행, 계량화 지표 및 계량화모델을 도출하고자 하는 연구를 수행하고 있다. 또한 융합연구인 스마트팜 재배-생산-유통 모니터링 일관시스템 개발 연구를 통해 상추, 토마토 등의 수확후 품질결정모델 개발 및 phenotype 기반 비파괴 품질 계측 연구를 수행중이다.

최근 센서기술은 첨단화·스마트화의 요구에 따라 지능화·복합화된 센서 성능이 요구되고 있다. 신선농산물의 품질관리를 위한 계측/센싱 기술은 영상센서와 근적외선 센서등을 이용한 당도, 산도 등의 맛을 객관화하기 위한 비파괴 선별기술에 대한 연

구가 주를 이루고 있으나 실용화는 미흡하다. 식품안전과 유통혁신은 농식품산업에 영향을 미치는 메가트렌드이며 믿고 먹을 수 있는 안전한 농식품에 대한 사회적 요구가 지속적으로 증가함에 따라 생산부터 유통 및 소비까지 전주기에 걸친 농식품 안전 및 관리 기술의 개발이 필요하다.

지능정보기술은 관리자(인간)의 인지능력(시각, 후각 등)에 바탕을 둔 고차원적인 정보처리를 ICT를 통해 구현하는 기술로 인공지능기술과 데이터, 네트워크 기술을 핵심기반으로 한다(미래부, 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회종합대책, 2017.2). 여기에서 인공지능 기술은 인간의 인지능력(언어·음성·시각·감성 등)과 학습, 추론 등 지능을 구현하는 기술로 인공지능 SW/HW, 기초기술(뇌과학·산업수학 등)을 포괄하지만 현재는 특정 영역에서 인간의 인지능력 일부를 모사하는 약한 인공지능(Weak A.I.)을 의미하며 인간의 모든 지적 업무를 창조적으로 학습·수행하는 강한 인공지능(Strong A.I.)은 아니다. 데이터·네트워크 기술은 인공지능 기술의 빠른 성능 향상과 보급·확산을 위한 핵심 기반으로 데이터를 생성·수집·전달·저장·분석하는 필수적인 ICT 기술로 모든 사물에서 데이터가 끊임없이 생성되고 네트워크를 통해 실시간으로 전달(IoT, Mobile)되며 수집된 데이터를 효율적으로 저장하고 그 의미를 분석(Cloud, Big Data)이다.

**농식품 비파괴 계측 기술**

- 농식품 품질이나 성분을 비파괴적으로 측정
- 크기, 모양, 색상, 신선도 등의 외부 품질 뿐 아니라 식감(달콤함, 새콤함, 짭이 많은 정도) 등의 내부 품질 측정
- 근적외선분광, 형광분광, 라만분광, 초분광 등을 이용




**농식품 안전 센싱 기술**

- 타겟물질에 반응하는 바이오 센서를 이용하여 농식품 내 위해물질 검출
- 인공코와 전자혀 등을 통한 미생물, 잔류농약, 중금속 등 신속검출




4차 산업혁명에 대한 농식품분야의 대응은 미래 기술+자본집약+아이디어가 융합된 방향으로 발전이 필요하다는 공감대가 형성되고 있다. 신선 농산물의 품질을 디지털화하기 위해서는 품질에 대한 요구도가 높고 품질을 객관화 할 수 있는 다양한 센싱기술의 개발로 인하여 연계기술의 접근이 보다 용이해지고 있다. 실리콘밸리 등에서 품질연계성 유통 solution에 대한 제품 출시하고 있으며 신선농산물의 품질관리의 요구도에 부응하기 위하여 전세계적으로 비파괴적인 센싱기술의 개발이 확산되고 있고 안전식품 공급 정책 강화와 맞물려 지속적인 성장세를 보이고 있다. 즉 소비자의 니즈를 대응할 수 있도록 생산·유통·소비를 통합한 시스템으로 발전되고 있는 경향을 보이고 있으며 4차 산업혁명을 선도하는 주요 기술인 IoT, 로봇, 드론, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능(AI) 기술이 융합된 지능형 저장시스템과 온디맨드 서비스가 확장될 것이 예측하고 있다. 특히 가까운 미래에 농식품 유통 산업 또한 자동센싱, 자동제어, 빅데이터 분석, 딥러닝, 로봇 기술을 융합한 기술로 발전할 것으로 예상하고 있다.

품질저하 발생 특이점(on-set point)은 학술적으로 정립된 용어는 아니지만 농산물의 수확(생산)후 저장·유통·소비 단계에서 식물체 세포의 정상적인 생

리대사활동의 저하·손상에 따라 나타나는 품질(외관, 향, 맛, 조직감 등) 변화 특이점에 대한 생물학적 지표성분으로 정의할 수 있다. 기존의 사람의 인지에 기초한 관리방법을 농산물의 변질·부패를 사전에 감지하고 품질수명을 예측하여 저장 및 유통관리를 최적화하여 관리하기 위해서는 품질 열화 발생 특이점에 대한 객관적인 지표가 필요하다. 농산물의 수확후 품질변화에 대한 기존의 메타 데이터와 식물생리학적, 식물대사체학적 접근이 확대되면서 품질특성과 생리대사와의 관계에 대한 이해도가 높아져 생리대사 물질의 변화를 통한 품질변화(수명) 예측 가능성이 증가하고 있으며 비파괴적 품질 측정 연구가 확대되고 기능정보화 기술이 접목되어 후각 및 미각에 근거한 품질판정이 인간의 오감을 대체할 수 있는 정밀도를 확보, 시각을 포함하는 광대역의 영상기술을 접목시 품질 열화의 발생 특이점(onset point)에 대한 객관적 판단이 가능할 것으로 예상하고 있다.

농식품에서의 지능정보기술의 결합은 기존의 인간의 인지판단에 근거한 품질의 판정의 판정을 무인 의사결정, 실시간 반응, 자연 진화라는 특성을 이용하여 고차원적인 품질판정과 품질관리를 위한 의사결정 시스템으로 활용할 수 있을 것으로 예상된다.