

# 미래식품분야에서의 학제 간 융·복합의 필요성과 실행 제안

Multi-disciplinary convergence and fusion in food science and technology for future needs

신 동 화

Dong-Hwa Shin

신동화식품연구소

Shindonghwa Food Research Institute

## Abstract

Food industry in Korea is one of the most important manufacturing field since the history of this country. Recent days all industries in the world move to 4<sup>th</sup> industrial revolution beginning from 1st revolution. This means that connections between human to human, human to things and things to things should be settled down. Food industry in this country should escape from the conventional manufacturing fields until now and accept new or cutting edge technology NT including artificial intelligence robot system and platform system using Internet of Thing. To overcome the saturation condition of domestic food market, it should be extended our market to overseas. To do this

Korean food industry should be reformed the processing system to convergence and fusion inner or multi-disciplinary research in not only research field but also manufacturing field. The food industry must introduce new technology and concept of controlling all manufacturing systems. This paper present the fields should be convergence and the field study together and the new techniques, methods and new products be developed in the future.

Key words: Food Science, convergence, 4<sup>th</sup> industry revolution, fusion, multidisciplinary

---

\* Corresponding Author: Dong-Hwa Shin  
Shindonghwa Food Research Institute  
The nine #1110, 14 Teheran-ro 64 kil Gangnam-ku, Seoul, 06192, Korea  
Tel: +82-01-10-561-9003  
Fax: +82-01-2-539-9361  
E-mail: dhshin@jbnu.ac.kr

## 서론

지구상에서 일어난 산업혁명을 되돌아보면 1차 산업혁명을 통하여 물과 증기의 힘을 이용한 혁신을 가져왔고 2차 에너지 혁명은 내연기관과 전기, 이어서 3차 정보화, 즉 디지털 혁명으로 모든 것이 디지털화되는 시대를 맞고 있으며 지금도 빠르게 진행되면서 변화하고 있다(14).

3차 산업혁명까지는 기존의 것을 활용한 변화를 유도한 것이었으나 지금 닥치고 있는 4차 산업혁명은 존재하는 변화를 넘어 새로운 것을 창조하면서 이를 서로 연계하여 또 다른 산업을 창출해 내고 있다. 즉 물리학과 디지털, 그리고 생물학은 물론 인문사회 과학까지 모든 학문과 산업 분야에서 기존에 형성된 경계를 허물고 융합하는 특징을 갖게 되었다. 이들 중 어느 것 하나 고정되었다기보다 진행되고 변하고 발전하면서 서로 연계하여 또 다른 영역으로 진입하고 있다. 고정형에서 가변형으로 형태를 바뀌어가고 있다.

4차 산업혁명 과정에서는 사람과 사람 간 교류는 물론이고, 사람과 사물(물질), 사물과 사물 간의 연계가 일어나면서 인공지능, 로봇공학, 사물인터넷, 자율주행차량, 3D 프린팅, 나노기술, 생명공학, 에너지 저장기술 등 인간의 지능과 기계가 연결되고 기계와 기계가 교신하여 새로운 것을 창조하는 시대에 돌입하고 있다. 이들 중 일부는 이미 우리 실생활에 침투하여 친숙히 이용되고 있으며 앞으로 어떤 변화가 올 것인지는 사실 예측하기 어려운 상황이다.

이제 산업은 한 분야의 전문성으로는 변화하고 진화하는 제조기술을 쫓아갈 수 없을 뿐만 아니라 기존 기술과 제품을 넘어 새로운 것을 창조하는 데는 서로 연합하지 않으면 더 이상 발전하지 못하는 한계에 부딪치게 되는 것이 현실이다. 따라서 학문, 산업, 여러 기술간 동종을 넘어 이종 결합을 통하여 단일 전문 분야에서 상상할 수 없는 새로운 것이 탄생하고 효율이 극대화되어 경쟁력을 갖추게 될 것이다(1).

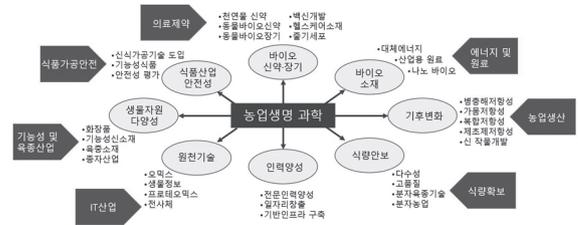


Fig. 1 농생명 분야에서 융합해야 할 분야

현대 과학기술과 산업에서는 동종 간, 이종 간 융합은 필요의 차원을 넘어 생존을 위한 필수 단계로 접어들었으며 이 큰 흐름에 뒤지는 경우 동종 산업과 세계 경쟁에서 살아남기 어려운 처지를 당하게 될 것이다. 학제간 융합은 생존의 한 방법이 되었다. 세계 경제 포럼(다보스 포럼)은 4차 산업혁명을 제조업과 첨단과학기술, 정보통신기술(ICT) 등이 다른 분야와 융합되는 과정이라 정리하였다. 4차 산업혁명의 핵심은 디지털 정보를 새로운 비즈니스 모델로 전환시키는 과정에서 일어나고 물리적 세계의 데이터를 디지털로 전환하여 각 분야 간 범용적 용도로 활용하고 있다.

## 본론

### 1. 학제 간 융합의 의미와 필요성

식품과학기술의 기반에는 자연과학분야에서 가장 기초분야인 화학, 물리는 물론이고 농축수산물 등 식재료 생산 분야인 농학, 축산학, 임학 등이 있으며 좀 더 가까운 분야는 생화학, 화학공학, 물리화학, 기계공학, 식품가공학, 미생물학, 영양학, 발효공학, 포장학 등이 망라되고 있다. 좀더 넓은 의미에서 농생명 산업분야에서의 융합은 더 광범위한 여러 학문 분야가 포함된다(그림 1).

그림 1과 같은 기초학문을 기반으로 상호 밀접한 관계가 있으며 이제는 자연과학이나 공학



계열을 넘어 이들 학문을 인문학적 문화로 승화시켜 융합하려는 노력도 활발히 시도되고 있다.

또한 산업으로 존립하기 위해서 필요한 경제성의 분석, 시장상황을 알기 위한 마케팅, 판매촉진을 위한 소비자 심리학 등의 영역으로 넓혀가고 있으며 이들과의 연계, 융합적인 이해가 필수적인 상황이 되었다. 이 넓은 분야와의 연계는 기존의 학문으로는 한계가 있어 이들 관련 정보를 디지털화하고 정보를 분석, 평가하는 기능을 인공지능(artificial intelligence, AI)를 이용하여 효율적으로 수행할 수 있을 것이다.

여러 관련 분야에서 생산되는 다양한 정보는 인간의 두뇌로는 분석 능력의 한계가 있어 이를 디지털화하고, 해석하는 기능을 IT와 AI 등의 힘을 빌리지 않을 수 없게 되었다. 우리나라 산업은 1970년대 이후 비약적인 발전을 통하여 세계 10대 교역국으로 발돋움하였으나 앞으로의 대처 방법에 따라 발전이나 퇴보나 큰 갈림길, 즉 변곡점에 들어섰으며 이 상황을 긍정적으로 이끌기 위해서는 학문과 기술 간 융·복합이 핵심 과제가 될 것이다(2).

지금까지 우리 산업은 추격형(fast follower)으로 앞선 기술을 빠르게 추격하여 성과를 얻었으나 이제 세계 경쟁에서 추격형의 한계에 이르렀고 이를 극복하기 위해서는 선도형(first mover)으로 의식전환을 하지 못하면 장래가 불투명하다. 선도형은 이전에 존재하지 않은 창조를 의미하며 창조는 폭넓은 연계 가능한 분야와의 융합과 협동을 통해서 만이 해결책을 찾아 창조물을 만들 수 있을 것이다.

학문간 연계의 논의는 1970년대부터 부분적으로 이루어져 학제 간 연구(interdisciplinary research)의 필요성이 부각되고 있고 자연계열, 공학계열 뿐만 아니라 인문사회과학 분야까지 그 영역을 넓혀가고 있다.

융합연구의 유형(3)은 다학제 연구(multidisciplinary research), 학제 간 융합 연구(interdisciplinary research), 초학제간 융합 연구(transdisciplinary

research)로 구분할 수 있으며 이 구분은 융합의 영역과 관련된다. 사실 지금은 여러 분야에서 초학제간 융합 연구가 진행되고 있으며 단순한 물리적 혼합이 아니라 화학적 결합에 의한 새로운 산물 창조가 가능하도록 하고 있다.

식품과학기술분야에서도 활발히 학제 간 융합 연구가 진행되고 있으며 특히 식재료의 생산 분야에서는 Biotechnology(BT), Nanotechnology(NT) 등 첨단 기술이 적용 된지는 오래 되었다. 또한 새로운 가공기술의 개발에는 공학기술, sensing 기술, 감별 기능 활용 등 새로운 분야와의 연계·융합은 필연적인 요소가 되고 있다. 농수산물 등 자연 산물을 활용해야 하는 한계로 가장 보수적인 성격을 갖는 있는 식품과학과 산업분야도 지금 일고 있는 큰 시대의 흐름에 동참하지 않으면 생존이 어려운 시점이다.

## 2. 융합연구의 효과

학제와 기술 간 융합연구를 통하여 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

### 1) 시너지 효과

학문 간, 기술 간 벽이 제거됨에 따라 특성을 갖는 분야끼리의 융합을 통하여 각 분야의 좁은 틀을 깨고 서로 영향을 줌으로써 얻는 결과가 상승되는 시너지 효과를 기대 할 수 있다.

### 2) 융합 효과의 예

지금까지 융합연구가 활발히 진행되고 있는 분야는 농학, 의학, 생물학, 생명공학 등을 꼽을 수 있다. 이들 분야에서는 특정 전문분야에 다른 영역의 전문가가 참여 함으로써 문제해결을 위해 다른 측면에서 접근하여 기대이상의 효과를 기대할 수 있다. 의학 분야에서 X-ray, CT, MRI 등은 전자분야와 협력하여 새로운 진단 분야를 개척하였고, 로봇진단은 AI의 응용분야로 발전할 수 있을 것이다.

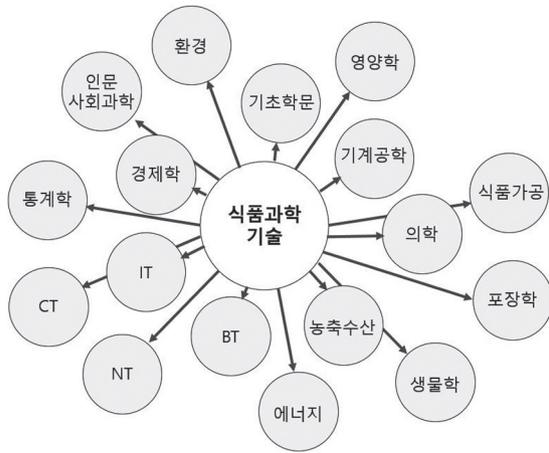


Fig. 2 식품과학기술 분야와 융합 가능 분야

생물학이나 생명공학 분야에서는 수많은 데이터를 손쉽게 처리하고 결론을 낼 수 있는 컴퓨터 시스템은 이 분야 발전에 크게 기여하였다. 식품 분야에서도 이물 검사에 X-ray 나 선별분야에서 색차 선별기를 사용하는 것은 이제 고전적인 방법이 되었다. 이제는 혼합, 가공, 열처리 등도 자동 관리가 가능하며 이 분야에는 컴퓨터, 센싱 기술, 영상기술의 접목이 효과적으로 적용되고 있다.

### 3) 영역의 확대 효과

기존 전문영역에서는 뛰어넘지 못하는 일정한 한계가 있으나 학문 간 융합에 의하여 그 범위가 크게 확대되고 있다. 식품가공 공장에서 자동화 기기는 작업 효율을 높일 뿐만 아니라 노동력 대체에 큰 기여를 하고 있다. 단순 선별이나 절단, 혼합 등의 공정은 프로그램에 의하여 로봇이 수행할 수 있으며 그 정밀성은 사람을 훨씬 능가할 것이다. 앞으로 스마트공장(smart factory)는 중앙 관리 식으로 공정을 통합 관리하게 될 것이다.

## 3. 식품과학기술의 융합 및 수행내용

식품과학기술은 여러 학문 분야와 기술이 필요한 복합분야로 단일 영역으로 구분하기는 어렵다.

가공식품을 만드는데 가장 기본이 되는 농축수산물인 원료로부터 원료의 처리, 가공, 포장, 유통에 이르기까지 관련되는 분야에 특수하고 최적의 과학 기술이 요구된다. 따라서 식품과학기술은 통합 과학기술영역으로 구분한다(그림 2).

### 가. 식품소재 분야

#### 1) 농업 생산 분야

농업 생산은 바이오 분야의 한 축을 이루고 있으며 식물체를 이용한 BT를 적절하고 신속하게 활용한 최초의 분야이며 지금도 BT와 연계, 융합하여 신제품의 육종, 농산물에 특정 성분 생산을 증가시키는 유전자 변형 등 많은 앞선 기술들이 접목되고 활용되고 있다. 따라서 이 분야는 유전공학, 식물재배분야, 환경제어, 그리고 수경재배를 위한 당액 구성 등 연계·복합해야 할 분야가 넓다.

이 분야에서는 관련 정보를 집대성하는 빅데이터의 구성 및 이를 활용할 수 있게 하는 플랫폼이 만들어져 생산된 모든 연구결과가 디지털 형태로 수집, 정리되고 플랫폼으로 연결되어 많은 연구자, 기업인들이 쉽게 활용되도록 해야 한다. 즉 사물인터넷(Internet of Thing, IoT)로 사람과 ICT, 그리고 사물과 사물이 연결되는 시스템을 갖춰야 할 것이다. 앞으로 식량부족 사태를 대비하여 단위 면적당 생산량 증대, 생산비용의 절감에 의한 우리 농산물의 경쟁력 확보 등에 BT 등 첨단기술과의 융합이 더 활발히 필요한 시점이다.

앞으로 시작 단계에 있는 식물공장(plant factory)도 가까운 시일 내에 상업적 가능성이 입증될 것으로 여겨지며 이 때를 대비하여 관련 분야와의 융합 연구는 시급히 활성화 되어야 한다. 특히 세포배양 기술은 기존 지식의 한계를 넘어 실용적 측면에서 절실히 필요하다.

#### 2) 축산분야

축산분야는 인류가 최초 사냥에서부터 시작하

여 야생을 가축으로 사육하는 기술을 도입하면서 계속 기술 진보가 일어난 앞선 예이다. 가축의 고기는 인간의 식량자원의 폭을 넓혔으며 단백질원으로 인간의 생명유지에 가장 중요한 영양원이면서 기호성을 높인 대상이 돼 있다.

원시 시대 이후 야생동물이 가축화되면서 끊임없는 육종을 통하여 현재의 가축들이 탄생하였으며 수 천 년에 걸친 순화 과정을 거쳐 야생성을 없애고 가축으로 정착하는 과정을 거쳤다. 우리나라의 가축 육종분야는 역사가 일천함에도 세계적으로 앞선 가축을 확보하였으며 한우를 포함, 우량종 육종에 성공하였고 복제기술은 상당한 기술을 확보하였다. 토종닭과 돼지의 복원, 육질의 개선 등 실적이 있었고 BT를 기반으로 한 유전공학 기술 발전에 모태가 되어 왔다. 앞으로 이 분야는 계속 발전하여 육류제공이라는 한정된 범위를 넘어 의약의 개발, 장기 이용, 그리고 유전과 정보를 타 동물에 활용하는 기술들이 접목될 것이다. 향후 세포배양을 통하여 전통적인 가축사육이 아닌 세포배양 공장에서 육류가 생산될 가능성이 있으며 이에 실험적으로 성공한 예도 발표된 바 있다. 즉 소의 줄기 세포를 기반으로 특정 육질의 고기를 생산할 수 있는 가능성이 있으며 여기에는 BT, Information technology(IT), 그리고 세포배양 등 기술이 융합되고 기호성과 영양균형을 위한 협동 연구가 요구된다.

향후 축산원료의 확보를 위해서 가축 육종의 촉진, 한국 실정에 맞는 여건 조성, 토종의 복원, 그리고 동물 자원을 부가가치가 높은 의학 분야로 확대 등도 검토 대상이 된다. 아울러 국산 생물자원을 활용하여 부족한 사료 확보를 위한 기술 개발도 요구된다.

### 3) 수산 분야

삼면이 바다이면서 원양어업의 종주국인 우리나라의 수산업은 수산식품을 공급하는 가장 중요한 분야이다. 전통적으로 동물성 원료 중 가장



Fig. 3 4차 산업혁명이 적용되는 미래 농식품의 모습(4)

중요한 영역을 담당해 왔으며 지금도 소비자의 건강을 지켜주는 큰 역할을 담당하고 있다. 수산업은 자연어업, 양식어업, 그리고 수계환경에 따라 해수어업, 담수어업으로 구분되고 있다.

자연 어업에 의한 어획량은 남획과 해양 오염 등으로 계속 감소하고 있으며 세계적으로 양식에 의한 어류 생산이 증가하고 있는 추세이다. 세계적으로 해상 가두리 양식으로 연어(노르웨이), 농어, 점성어, 뱀장어 등(중국), 도미, 방어 등(일본), 넙치, 도미, 우럭(한국) 등이 양식되고 있으며 태국, 인도네시아 등도 메기, 텔라피아, 새우 등이 생산된다. 양식에서는 치어의 생산기술, 사료 가공기술, 어류 질병 예방 기술, 수온유지 및 용존산소 유지 등 유해세균의 증식 억제 등 다양한 분야에서 기술 융합이 필요하다.

수산 자원의 감소 및 고갈을 대비하여 새로운 수산자원의 확보를 위한 연구 개발이 요구된다. 즉 남극의 크릴(krill)의 용도확대를 위한 단백질 분리 기술의 적용, 이 분야에는 BT, NT 등 첨단 기술이 투입되어야 한다. 또한 해양 조류의 용도 개발 및 양식 기술의 개발이 폭넓게 수행되어야 한다. 현재 해양조류의 기능성이 많이 밝혀지고 있으며 특히 독특한 유효성분들이 다양하게 알려지고 있다. 거대조류는 증식 속도가 빠르고 다양한 용도로 개발이 가능하여 좋은 연구의 대상이 될 수 있다. 스피룰리나(Spirulina)는 높은 단백질 함량과 내수면에서 양식이 가능하여 미래식

량자원, 기능성 원료로 기대된다.

다양한 수산자원의 확보를 위해서는 여러 관련 분야와의 협력, 융합연구가 수행되어야 다른 영역에서의 결과를 기대 할 수 있다. 농 식품업과 4차 산업이 연계되는 분야는 그림 3과 같다.

#### 4) 식량자원의 이용 효율성 제고

세계 인구는 19세기 말부터 급격히 증가하기 시작하여 현재 70억 명에 이르고 있으며 연간 곡물 확보량은 25억 톤으로 인구증가 속도에 비하여 곡물 생산량은 이에 미치지 못하고 있다. 따라서 증가하는 인구에 대응한 필요 곡물을 공급하기 위해서는 생산량을 늘리거나 확보한 자원의 이용 효율을 높이는 방법밖에 없다. 현재 많은 연구를 통하여 증산은 진행되고 있으나 한계가 있고 다른 한편으로는 생산된 식량자원의 폐기량을 감소시켜 이용 효율을 높이는 방법이 깊이 검토되어야 한다. 최근 FAO 연구결과에 의하면 곡물 배분 불합리, 그리고 낭비 등의 이유로 생산된 곡물량의 32%가 인간에게 활용되지 못한다고 한다(5).

이 낭비 물량을 감소시키기 위해서는 세계적인 교류와 협력이 이루어져 수요처의 필요량과 생산지에서의 생산 가능량, 그리고 운송방법, 재원의 확보 방안이 종합적으로 구상되어야 한다. 여기에는 IoT가 적극 활용되어야 하고 특히 곡물생산국의 협조가 필수 요소가 된다. 또한 곡물 가공업체, 소비자의 적극적인 참여도 큰 몫을 할 것이다. 식량자원의 낭비를 막는 것은 제 2의 생산이며 기아상태에 있는 지구상에 있는 극빈 인구를 위해서도 풀어야 할 문제이다.

#### 나. 가공분야

식품 가공분야는 자연의존적인 농, 축, 수산물 원료를 사용해야 한다는 제약은 있지만 소비자의 요구와 사회 환경의 변화와 밀접한 관계가 있다. 즉 1인가구의 증가(2016년도 기준 27.3%), 여성의 사회참여 활성화, 인구의 감소 등의 요인으

로 소비자는 편의성과 간편성을 요구하고 있으며 건강 지향적 강한 욕구의 분출로 양질의 우수한 식품으로 건강을 지키기 위한 소비자의 요구는 계속 강해질 것이다. 이런 전체적인 요구에 부응하기 위해서 식품 가공 산업은 계속 변해 왔으며 이 추세는 앞으로도 더 가속화 될 것이다. 특히 건강 지향적 성향과 개인 맞춤형 식품의 요구 등에 부응한 신제품은 계속 인기를 누릴 것이며 이 요구에 부응한 기술개발, 타 분야와의 연계 활동은 더욱 활성화 될 것이다. 아울러 가공 효율의 제고, 에너지 절감 등 원가 절감 노력, 품질향상을 통한 상품의 우위를 점하는 업계의 시도는 계속 될 것이다(6).

식품 가공분야에서 연구가 계속 진행될 분야로는 원가 절감노력(에너지, 자동화 등)과 용수의 재활용, 가공 폐기물의 획기적 절감 및 재활용, 배출가스의 관리, 물류 개선에 의한 유통비용의 절감 등을 통하여 원가 면에서 경쟁력을 낮추기 위한 전 방위 노력이 계속되어야 할 것이다. 식품 가공분야에서 향후 발전될 기술 개발 분야를 개괄하면 다음과 같다.

#### 1) 개인 맞춤형 식품개발기술

불특정 다수를 대상으로 한 범용성 식품보다는 개개인의 기호와 건강상태를 감안한 제품들이 일반화 될 것이다. 이런 유의 제품을 개발하기 위해서 기능성 성분의 용도별 확인을 위한 연구와 기능성 확인, 유전자 정보를 포함한 개인별 생리적 특성을 확인해야 하고 이를 위해서 의료 분야와의 깊은 연계가 필요하다. 특히 질병 별 특정용도 식품은 앞으로 식품제조업체에서 지향할 분야이기도 하다(7).

#### 2) 미세 캡슐화 기술의 발전

보통 입자의 크기가 10억분의 1 m( $10^{-9}$  m)크기로 분산, 에멀전의 특성과 식품에서 나노 입자를 이용한 분야는 향 포집, 용해속도 조절, 위산 저항성 등 그 기능이 다양해지고 있다(8). 특히 영



양성분이나 특정 기능성 성분을 도포하여 빛이나 산화로부터 보호하기 위한 수단으로 이용되고 있다. 현재 활용분야는 식품을 포함하여 의료, 나노 바이오 등에서 점점 그 영역을 넓혀가고 있다. 일부 나노 입자의 안전성에 대한 문제가 제기되기도 한다(9).

### 3) 비열살균 기술의 활용

식품 가공에서는 저장성 향상을 위하여 가열처리 방법을 가장 보편적이고 경제적인 수단으로 사용하고 있으나 고온처리로 품질연화, 영양성분 파괴, 신선도의 저하 등 단점이 있다. 이런 열화 현상을 피하기 위하여 여러 가공 방법이 적용되는데 그 중 하나가 초고압의 활용이다. 보통 1,000~10,000기압의 높은 압력을 가하면 미생물이 살균되고 효소의 역가가 떨어지는 기능을 활용하여 식품의 맛을 변화시키지 않는 살균방법이다. 장치의 경제성, 탄산가스 등 압력 매체들이 계속 연구되고 있으며 기체역학, 기계분야와 협동 연구가 필요하다.

그 외 비 가열 살균 방법으로  $\gamma$ -ray 조사가 꿈의 살균방법으로 알려져 있으나 방사선(방사능과 혼동)을 활용한다는 점에서 소비자의 비선호가 문제가 되고 있으며 자기장, 과동열 등 전기에너지를 활용하기도 한다. 앞으로 비열 가열살균 방법은 신선한 식품을 선호하고 자연 상태의 영양성분 유지를 바라는 소비자의 요구에 따라 다양한 기법이 개발될 것이며 기계, 유체 등 이종분야와 연계 협동 연구가 필요하다.

### 다. 식품안전관리 분야

식품의 안전성 확보는 식품을 섭취하는 목적, 즉 영양, 기호성과 함께 3대 구비 요건이며 안전성이 확보되지 않은 경우 식품이 아니다. 모든 선진국을 포함 어느 나라도 식중독사고를 완벽하게 차단한 경우는 이 지구상에 아직 없다. 그 이유는 위해를 끼치는 요인이 너무 많고 가변성, 유동적이기 때문이다. 안전 관리에서는 거의 불가

능한 완전 안전보다는 사고를 최소화하는 노력을 하고 있다. 다음과 같은 분야의 연구가 진행되며 관련 학문간 융합연구가 필요하다.

#### 1) 식중독 미생물의 신속 검출방법 개발

식중독 사고의 70~80%는 생물학적 요인, 즉 미생물에 의해서 일어나므로 이를 사전에 감지하여 예방하는 방법이 도입되어야 한다. 가장 바람직한 방법은 특정 미생물과 반응하는 물질이나 센서를 개발하여 가공 공정에서 검출하거나 유통 중 변색 등 확인 방법이 연구되어야 한다.

#### 2) 유전자 반응 및 유해물질 감응 센서 개발

특히 전장 유전체 분석 기술을 활용하여 식중독 균을 정확히 진단하고 확인할 수 있는 방법이 적용되어야 한다(10). 또한 나노 센서분야와 연계하여 변패 혹은 변질품이 발생하였을 경우 생성되는 특정물질을 감지할 수 있으면 식중독 사고를 미연에 방지 할 수 있을 것이다. 또한 알러지 물질, 중금속 감지 가능 센서의 개발도 기대할 수 있는 분야이다. 다른 방법으로는 포장지에 특정물질에 감응하는 물질을 도포하여 소비자의 눈으로 변질 여부를 확인 가능하도록 할 수도 있을 것이다.

### 라. 식품 가공 기계 분야

식품산업은 전통적인 수작업의 범주를 벗어나 용도에 맞게 여러 형태와 기능을 갖춘 기계를 다양하게 이용하고 있으며 지금은 제조비용 절감과 생산량 증대를 위해서 가공 공정의 자동화를 촉진하고 있어 기계 의존도가 계속 높아지고 있다. 대부분의 가공 기계는 IT와 연계되어 자동화 경향이 되며 고효율, 소형화, 집적화 및 지능화 되는 경향이 있다. 이런 경향은 목적지향적인 용도 개발, 스마트한 처리 기술이 적용되고 있으며 최종적으로는 공장 자체가 무인화 시스템을 향해가고 있다. 앞으로 식품 가공기계 분야에서는 다음과 같은 분야에서 발전과 새로운 경지 개척이 필요하다.

### 1) 스마트 센서와의 접목

가공기계에 기능이 탁월한 센서가 부착되면서 스마트한 기계류가 출현하였으며 현재도 상당 부분 공정에서 이용되고 있다. 중량미달, 색택불량, 밀봉부적합 등 결점을 골라내기도 하며 향후 원료의 선별, 조정, 특정 성분의 함유여부, 더 나아가서는 식중독 미생물이나 위해성분 함유여부까지 감별하는 센서가 부착된 기계가 출현할 것이다. 아마도 AI로 무장된 로봇이 이런 지능적인 일의 수행이 가능할 것이다. 결국 스마트 공장은 최종적으로 무인화, 무 결점화 제조공장을 지향하게 될 것이다. 이를 위하여 IT, NT, BT, 기계공학, 센싱 분야의 융합이 필연적으로 연계되어야 한다.

### 2) 3D 프린터의 식품에 적용

각종 조합과 형태를 3D 프린터가 해내는 시대가 도래 하고 있으며 초콜릿, 스프 등 연동성이 있는 식품의 경우 간간히 적용이 가능하다. 앞으로 원료의 처리, 가열처리, 조합, 조리 등의 기능이 부가되면 거의 완벽한 제품 생산이 현장에서 가능할 것이다. 그러나 이 시스템은 어디까지나 경제성과 연관된 문제로 과연 현장에서 이 모든 일을 처리할 때 대량 생산, 공급하는 공장 제품과 경쟁할 수 있느냐가 고려의 대상이 된다.

### 3) 로봇의 활용

기계화에서 로봇은 빼 놓을 수 없는 대상이며 앞으로 식품가공 공장에서 로봇의 활용 범위는 넓어질 것이다. 초보적인 로봇은 저장 창고에서 제품의 적재, 출하 등에 이용되고 있으며 앞으로 제조공정에 투입되어 반복적인 단순공정부터 로봇이 활용될 것이다. 이 분야에는 IT, 기계공학, 전자제어기술, 식품가공기술이 연계되어야 할 것이다. 향후 조리 분야까지 로봇이 진출할 것이나 결국 로봇을 조정하는 것은 인간이 해야 할 것이다.

### 마. 포장분야

포장은 식품의 저장기간 연장, 유통 중 보호, 오염 방지, 그리고 상품성 향상을 위한 필수 수단이다. 현재 포장 분야는 다양한 기능을 갖춘 포장재질의 개발, 다용도의 포장 기계분야로 나눌 수 있다. 포장재질은 특수 기능이 부가된 스마트 포장에 급격히 개발되어 활용되고 있으며 포장재 자체가 내용물의 보존기간 연장은 물론 신선도나 저장 기간을 연장하는 기능까지 갖추게 될 것이다. 즉, 신선 과실류의 에틸렌가스 제거, 산소 및 탄산가스 함량 조절, 부패 미생물의 증식억제, 변질 시 생성되는 특수 물질의 감지로 변질 확인 등의 기능도 갖추어 것이며 향산화, 향균 특성 개선 분야는 계속 발전할 것이다. 플라스틱 포장재의 폐해(순환 불가능)를 감안한 경제성 있는 재활용(재생) 가능 포장재는 일반화 될 것이다. 또한 고온, 저온처리 기술에 부응한 다양한 재료가 개발되고 저장 유통 시 문제를 표시하는 기능은 일반화 될 것이다.

### 바. 기능성 식품 및 의료 분야

인간의 가장 중요한 장수 욕구를 충족시키기 위해서 질병 발생 후 치료보다 발병 전 예방 기능 연구가 계속 진행될 것이다. 특히 만성병 즉 비만, 고혈압, 심혈관 질환, 면역기능이상 등은 의약으로 관리하는 것이 한계가 있다. 따라서 이들 만성병을 매일 먹는 식품으로 예방하는 방법이 의료계와 식품계가 연계하여 활발한 연구가 진행되고 새로운 방향을 제시하게 될 것이다. 더 나아가서 의료계에서 이미 확립한 게놈프로젝트로 개인별 유전인자 정보를 확보하고 그 결과에 따라 맞춤형 기능성 식품과 약을 동시에 처방하는 것이 일반화될 것이다. 후생유전학(epigenomics)은 식품과 질병, 인체 생리 기능의 변화를 하나하나 밝히고 있다. 이들 정보를 이용하여 건강을 관리하게 될 것이다.



#### 4. 식품과학·기술 분야에서의 학제 간 융합과 전망

이미 설명한 바와 같이 보수적 경향이 강한 식품과학기술분야도 이제 기존의 개념과 방법에 안주할 시기는 이미 지났다. 대표적인 제조업이고 농축수산물 원료로부터 처리, 가공, 포장, 유통 그리고 수송에 이르는 광범위한 영역이 포함되므로 이들 분야에 첨단 과학기술을 도입하고 연계, 융합하여 새로운 공정수립, 품질향상, 원가 절감을 위한 노력이 경주되어야 한다.

##### 가. BT 분야와 융합

농축수산물 분야에서는 이미 1950년대부터 활용한 기술이기는 하지만 이제 유전자 차원에서 원료의 생산량 증대, 생산원가의 절감, 신소재의 발굴, 그리고 인체 생리 기능에 영향을 주는 특정 성분의 함량 제고 등 앞으로 해야 할 연구 분야는 넓다. 특히 우리나라와 같이 식량부족국가에서는 지구환경 변화에 대응 방안 수립 등 첨단 BT 기술의 이용 분야는 안정적인 원료 확보, 안전성 보장 그리고 양질의 원료 생산에 필수적이다. 더 나아가 축산분야에서 동물의 장기이용, 농산분야에서 스마트 농장(smart farm), 수산분야는 양식 산업의 활성화, 그리고 미 이용 해양 자원의 용도 발굴 등은 BT의 활용과 밀접한 관계가 있다.

##### 나. IT 분야

더 이상 거론할 필요가 없이 식품원료 생산과 가공 기술 분야에서 IT와의 접목은 이미 활성화되었으나 앞으로 스마트 공장, 로봇의 가공공정에 이용 등에서는 IT가 필수 사항이 되어 있다. 이 IT 기술의 활용 정도에 따라 기업의 운명이 달라질 것이다(11). 향후 식품의 품질 평가도 불안정한 인간보다는 냄새(전자 코), 맛(전자 혀), 색깔 감지 센서 기능을 갖춘 로봇이 담당하여 더욱 객관적인 결과를 도출할 수 있을 것이다. 이들 분야에는 IT 기술과 함께 많은 정보가 축적된 빅데이터에 의한 판단 근거 제공이 필수 사항이다.

##### 다. 사물 인터넷의 적용

원료처리, 가공, 유통 등에 관련된 빅데이터를 확보하여 클라우드 컴퓨팅 시스템으로 플랫폼을 만들고 이들을 이용하는 경우가 식품과학 기술 분야에도 서서히 도입되고 있다. 모든 정보가 데이터로 집적되고 이를 취합, 평가, 결론을 유추함으로써 최적의 가공조건, 최적의 저장유통기간 및 방법 등이 제시될 수 있을 것이다. 향후 다양하고 가치 있는 충분한 데이터들이 모이지고 정리 축적, 평가됨으로써 이 분야 많은 사람들이 이 정보를 활용하게 될 것이다. 즉 시간과 사람, 사람과 사람, 사람과 사물이 연결되어 모든 데이터가 취합, 정리되고 이를 바탕으로 결론을 내는 시스템이 갖춰져야 한다. 유통 판매에서도 실시간 구매양상을 파악하여 적정 물량 가공, 수송이 시스템으로 연결될 것이며 이들의 판단에는 AI가 적용되어야 한다(12).

##### 라. 로봇 기술의 활용

식품 가공장의 자동화, 기계화는 다양한 형태의 로봇 도입을 필요로 한다. 초보단계의 로봇이 상용화되어 활용되고 있으나 앞으로 원가 절감, 더 나은 품질, 결점 제거 방안, 안전성 확보 등 여러 분야에서 그 활용도를 넓혀 갈 것이다. 결국 인공지능과 연결되어 로봇이 스스로 생각하고 처리하는 단계까지 접근할 가능성은 있다(13). 로봇이 육체노동을 대체할 것이며 창의성이나 판단을 요구하지 않는 분야는 기계화, 로봇의 활용이 점진적으로 활성화 될 것이다.

##### 마. 인공지능(AI)의 활용분야

이미 여러 분야에서 인공지능의 활용을 제시하였지만 근래 AI의 활용은 모든 분야에서 이용할 수밖에 없는 상황이 되었다. 특히 제조업 분야에서의 AI 활용은 판단의 단계까지 그 영역을 넓히고 있으며 사고나 신제품 개발도 AI의 도움을 받아야 할 것이다. 우선 막대한 정보 수집, 처리 능력이 있고 이를 바탕으로 판단함으로써 제한

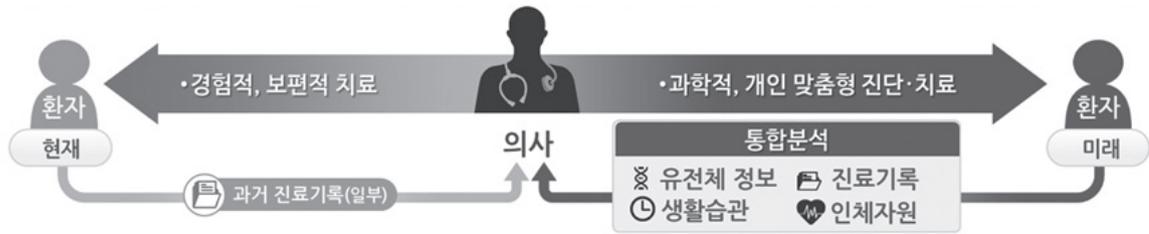


Fig. 4 정밀의료의 전개 과정

된 능력의 인간보다 더 넓고 길게 관리할 수 있을 것이다(12).

현재 무인 자동차, 의료분야에서 이미 적용이 되고 있으며 인간의 감정분야까지 진입하면 식품의 기호도를 측정하는데 활용이 가능하다. AI는 결국 IoT의 활용으로 그 기능의 폭을 넓혀갈 것이며 이의 한계는 지금으로 봐서는 가늠하기 어렵다.

바. 문화와의 연계

음식은 문화와 연결된다. 즉 생존에 필요하기는 하나 먹는 행위로서 끝나는 것이 아니라 음식을 통하여 우리 정신영역에 연결된다. 역사성, 지역성을 갖고 있으며 각기 다른 민족에 따라 고유한 식문화를 형성해 왔기 때문이다. 따라서 한 나라의 문화에는 식문화가 뒷받침하고 있으며 문화 전달 매체로 활용할 수 있다(14). 우리는 전통적으로 밥상머리 교육을 통하여 자라나는 세대에게 인성을 교육하였고 인간으로서 갖춰야 할 도리도 음식을 통하여 가르쳤으며 대표적인 차 문화와 같은 음료와 수양은 동양의 고유한 정신 문화와 연결된 사례이다.

역사성이 부여된 전통식품은 그 자체로서 가치가 있으며 세계에 우리 식문화를 알리는 좋은 수단으로 활용이 가능하다.

사. 의료와 기능성 식품 분야

게놈프로젝트 결과는 모든 인류의 유전자가 99.9%가 같았는데 중요한 것은 유전자 염기서열

보다 표현형(phenotype)이었고 이것을 결정하는 중요인자가 식생활등의 환경 인자였다. 중국에서 9억여 명을 대상으로 암 발생을 연구하였을 때 같은 한족임에도 불구하고 암 발생이 식생활에 따라 100배 차이가 있음이 보고되었다. 일란성 쌍둥이라도 입양 후 질병발생이 친부모보다 입양부모의 질병양상을 보여주었다. 콩을 마른 접시에 놓으면 1년 뒤에도 콩이지만 여기에 물을 부으면 싹이 나기 시작하고 햇빛이 없으면 콩나물, 햇빛이 있으면 콩 나무가 된다. 진화과정 중 획득된 유전자는 개체가 어떤 상황에서 최적조건으로 생명을 유지하는데 도움을 주고자 한다. 표현형을 결정하는 후생유전학에 중요한 인자 중 하나는 음식물의 micronutrient, phytochemical 이다. 인류 질병이 감염성질환에서 비감염성질환으로 변경된 것과 이들 영양소 섭취 감소와 관련이 있음이 알려져 있다. 음식물 중 이들 영양소 감소는 토양미생물, 비옥도, 기후, 종자, 가공, 장내미생물 등의 인자들에 의해 영향을 받게 된다. 질병치료나 예방에서 한 개인의 무병장수를 위해서는 그 사람이 갖고 있는 유전자를 가장 건강한 형태로 표현시켜야 하는데 이를 위해서는 약물에 단순히 의존하는 의학이 필요한 것이 아니라 통섭적이고 통합적인 기능의학이(4차 혁명) 의학계에서도 필요하게 된 근본 이유이다.

유전체 정보 즉, 진료·임상정보, 생활습관정보 등을 통합 분석하여 환자 특성에 맞는 맞춤형 의료서비스를 제공하는 것으로 유전체의학을 활용, 즉 환자가 가진 특정한 유전자 변이를 찾아

이에 맞는 예방, 진단, 치료, 관리를 진행하는 미래 의학의료분야와 연계하여 개인별 질병에 맞게 치료 방법을 정한다(그림 4). 여러 분야와 연계 융합이 필요하다.

## 결론

학제 간 융합은 미래 모든 산업에서 필요하다. 특히 식품과학기술분야에서는 보수적 수공업 형태를 벗어나 첨단과학기술을 과감히 받아들이고 이용하여 차원이 다른 산업 분야로 도약할 기회를 잡는데 좋은 기회이다. 이를 위하여 다음과 같은 사안에 대하여 국가적 차원이나 제조업, 학계에서 공동으로 검토가 필요하다.

첫째, 연구기관 간 소통을 활성화하고 문호를 개방하여 폐쇄성에서 탈피해야 상호 발전 할 수 있다. 둘째, 대학과 연구기관 간 조직을 유연성 있게 운영하여 기관 간 교류를 활성화해야 한다. 대학의 연구역량을 연구소에서 활용하고 대학은 현장을 알 수 있는 기회를 찾아야 한다. 셋째, 국가기관, 연구기관, 대학 그리고 기업체가 폭넓게 참여하여 식품과학 기술 분야의 빅데이터 구축을 서둘러야 한다. 넷째, 클라우드 정보관리 시스템을 구축하여 수집된 정보를 체계적으로 분류하고 정리하여 수요처에 공급할 수 있는 플랫폼 시스템을 갖춰야 한다. 원부재료의 생산현황, 재고상황, 사용 현황, 기업의 필요량 등이 모두 정리되어야 한다. 여기에는 IT, BT, NT 등 첨단기술이 융합되어야 한다. 다섯째, 대학, 연구기관의 평가 관리 시스템을 개선해야 한다. 즉 물량 위주에서 질적 평가로 과감히 전환하고 학제 간 융합 연구를 촉진하는 유도 방법이 도입되어야 한다. 또한 산학 연계 및 기업 기술 지원을 업적 평가 항목으로 추진해야 한다. 여섯째, 분야별 활용 가능한 데이터 공유 플랫폼 조성이 요구된다. 실로 많은 분야가 관계된 식품과학기술분야는 개개인이 모든 필요분야를 탐색, 정리할 수는 없다. 국가 차원에서 정보 확보를 위한 플랫폼을 구축해

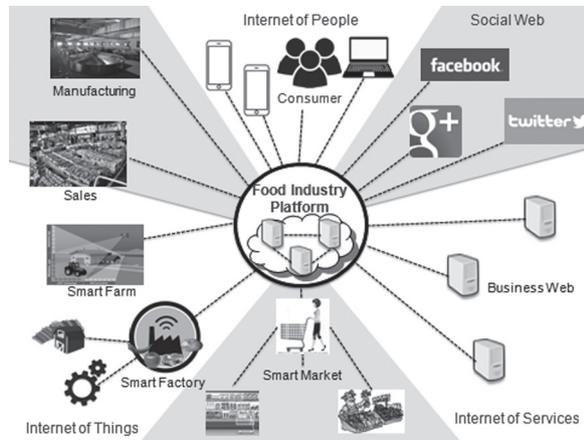


Fig. 5 식품산업에서 플랫폼 형성 예  
자료: Industrie 4.0 working group(2013) 자료 수정

주어야 한다(그림 5). 일곱째, 과학 기술 분야의 관리는 행정 편의의 보다 연구자 중심으로 관리되어야 한다. 행정은 연구자를 지원하는 업무로 한정하고 지도 관리하겠다는 생각을 크게 바꿔야 한다. 연구자의 자율성을 최대한 보장해야 창의적 사고로 창조물을 만들 수 있다. 여덟째 공교육을 정상화하고 이를 바탕으로 창조적인 인재를 키우고 구조와 규제 개혁을 통해 모두의 사고 자체를 다른 차원으로 끌어 올려야 한다.

결론적으로 기업과 학계를 육성과 양성하겠다는 철 지난 사고에 심취한 관료들 보다는 기업과 학자들 자율에 더 의존 할 때이다.

## 참고문헌

1. 한국과학기술한림원. 2003년을-대응전략. 정책연구보고서 (2016)
2. 주영섭, 중소기업 R&D 혁신 방안. STEPI 제 401회 과학기술 정책포럼 (2016)
3. 이광호, 최종화, 정창훈, 양승우, 이지혜, 최교야, 정운정. 융합 연구 개발사업 평가 체계 개선방안. 과학기술정책연구원 (보고서) (2015)
4. 손진. 농림수산식품기술기획평가원. 4차 혁명과 농업(2016)
5. 채희정, 이숙중, 이철호. 식량낭비 줄이기. 도서출판 식안연 (2016)
6. Lipinski B. Reducing food loss and waste. "Installation of a

- sustainable food future.” working paper. Washington DC, World Resources Institute (2013)
7. 신동화, 식품생명공학백서, 미래창조과학부, 445-458 (2016)
  8. 김희섭. 미래 식품 경향과 조리과학. 한국조리과학회 24: 552-562 (2006)
  9. 박종구. 나노분말 소재기술, 세라미스트 10: 15-27 (2007)
  10. Chen H, Weiss J, Shahidi F. Nanotechnology in nutraceuticals and functional foods. Food technology (2006)
  11. 임문혁, 강신호. IT 중심 나노/바이오 융합 기술 전망. Technical Series, 제167호 (2007)
  12. 농림수산식품기술 기획 평가원. 주요국의 인공지능 R&D 동향 및 농업분야 적용. 농식품 R&D 이슈 보고서(2016)
  13. 정현학, 최영임, 이상원. 4차 산업 혁명과 보건산업 패러다임의 변화. 보건산업 프리프, (2016)
  14. 한국인터넷진흥원. 인본을 지키다 (2016)