

## 국내 식품조사기술 연구 현황 및 실용화 전망

윤요한, 이주은

한국원자력연구원 정읍 방사선과학연구소  
방사선식품생명공학 연구팀

### I. 서 론

식품의 방사선 조사는 농산물의 저장성 증가, 축육, 가금육 및 그 가공품의 미생물학적 안전성 보장, 수출입 농수축산물의 효율적인 검역관리 및 보존제와 같은 화학약품 처리 등 첨가제의 이용 없이 안전하게 목적을 달성할 수 있는 기술이다. 비록 아직까지 일반 국민들에게 방사능 물질 오염식품과 방사선 조사식품이 혼동되고 산업 발전에 어려움을 겪고 있으나, 국제적 발전 추이를 보면 기술의 이용이 빠른 속도로 증가하고 있다. 그 이유는 식품 및 사료를 포함한 식량자원의 교역이 활발하게 증가하고 있고, 특히, 미국의 경우 매년 발생하는 식중독 사망사고를 해결하기 위한 방안으로 식육류의 방사선 조사를 허가하였고 사용 선종도 감마선, 전자선, X-선 등을 목적에 맞게 이용할 수 있는 기준을 만든 것은 매우 의미 있는 미국의 조치라고 판단된다. 또한, 국제환경보호위원회(UNEP)가 의결한 Methyl Bromide (MeBr) 등의 화학혼중제 사용 축소 및 금지규정에 따라 국제무역기구(WTO), 국제식물검역위원회(IPPC) 및 식물위생검역기준(ISPM) 등에서는

방사선 기술을 국제 식량교역에서 검역관리 기술로서 활용하기를 강하게 권고하고 있는 상황에서 주요 식량 수입국인 우리의 대응 방안 마련도 매우 시급하게 추진되어야 할 것이다.

따라서, 국제적인 기술과 산업 발전 추이에 부응하고 국내외 연구결과를 검토해본 결과, 식품산업에서 방사선 조사의 실용화는 국내 관련 산업의 기술선택의 폭을 넓히고, 대학 및 관련연구기관, 산업체에 종사하고 있는 연구자들의 실용화 기술개발 활성화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

### II. 식품조사기술 연구 현황

1990년대부터 감마선 조사가 원자로에서 생산된 방사성동위원소(Co-60, Cs-137)를 이용한다는 이유로 소비자 수용성의 한계를 나타내고, 방사선종간 처리 특성의 차이로 인해 전자선, X-선 등의 방사선이 식품생명공학 연구에 사용되기 시작하였다. 전자선, X-선 조사는 발생장치를 통해 조사처리가 진행되므로 기기작동이 간편하고 방사성동위원소를

사용하지 않는다는 점에서 “Beam 처리”로서 소비자들에게 홍보되고 있다. 전자선의 경우, 감마선에 비해 투과력은 약하나 빠른 처리속도와 Conveyor 시스템으로 햄버거 패티, 부분육(계육 포함), 해산물 등 냉장/냉동이 필요한 식품의 조사에 활발히 연구되었다. 2002년 미국 USDA의 학교급식에 사용되는 식육 및 그 가공품에 대한 방사선 조사허가를 시점으로 전자선 조사기술을 이용한 식육 가공품의 방사선 조사가 상업적으로 활발히 이용되고 있다. 현재까지의 연구에서 감마선 조사와 전자선 조사의 특성 차이가 크게 없는 것으로 보고됨에 따라, 조사물품의 포장, 크기, 온도 조건 등 공정 특성에 맞게 이용할 수 있는 방사선 조사선종이 다양화 될 것으로 판단된다.

X-선의 이용은 전환 에너지 효율이 매우 낮아 아직 상업적 규모로 이용되고 있지는 않으나, 미국, 캐나다 등을 중심으로 X-선 변환장치개발이 활발히 추진됨에 따라 식품조사 규모의 에너지 효율을 갖는 발생장치가 상업적으로 공급될 것으로 기대된다. 현재, 세계적으로 감마선 조사와 전자선 조사 이용 비율은 80:20 정도로 감마선 조사가 많이 이용되고 있는데, 주로 향신료, 과일 등의 검역처리를 위해 이용하기 때문에 대용량 포장 후 선적이 용이한 감마선 조사가 활용되는 것으로 판단된다. 그러나 자국 내에서 소비되는 식육가공품 등 병원성 미생물 제어 등 식품의 위생화 개선을 위한 방사선 조사는 전자선의 이용이 효율적이기 때문에 미국을 중심으로 전자선 조사기술의 산업적 활용이 점차 증가추세에 있다. 따라서 전자선, X-선 등 감마선 이외의 방사선 이용연구가 전 세계적으로 활발히 진행 중이다.

Food Irradiation Update News Letter (Minnesota Beef Council, 2010. 1.)에 따르면 영국의 한 연구결과에서 FDA/USDA 허가 받은 살균제, 농약, 제초제,

생육촉진제등이 동식물에서 제 역할을 못하고 있다고 밝혀 화학적 보존기술의 한계를 시사하고 있다. 미국의 Dr. Harry Hull는 E. coli와 Salmonella 식중독 사고를 막기 위해선 분쇄육과 채소류에 방사선을 조사해야 한다고 주장하였고, 실 예로 Oklahoma의 National Steak and Poultry사는 E. coli O157:H7 오염이 의심되는 112톤 소고기 회수하는 사태가 발생되기도 하였다. IAEA는 최근 지구온난화는 새로운 해충이나 질병을 발생시킬 수 있기 때문에 원자력(방사선) 기술을 이용하여 제어를 해야 한다고 주장하고 있다. 또한, 미국의 농생물학자들은 농작물의 나방을 제어하기 위해 방사선 기술을 이용해 한다고 주장했다. 방사선을 이용하면 암컷 수컷 모두 불임시킬 수 있기 때문이고 현재 나방의 숫자도 점점 줄어들고 있다.

한국원자력연구원은 국제적인 연구동향에 부응하고 선도하기 위해 국내에서도 2000년대부터 고선량 조사에 대한 광범위한 연구를 전개하였고, 2003년부터 방사선 조사와 식품공학기술을 병용하여 8종의 우주식품(김치 : 25 kGy, 라면 : 10 kGy, 수정과 : 6 kGy, 생식바 : 10 kGy, 비빔밥 : 25 kGy, 불고기 : 44 kGy, 미역국 : 10 kGy, 오디음료 : 6 kGy)을 개발하였다. 2010년부터는 안전한 식품개발과 국가재난/비상사태시 구호식량의 안정공급, 환자, 영·유아, 특수 환경종사자 등을 위한 차별화된 식품 제공 등 급변하는 주변 환경에서 부응하고 관련분야 기술고도화 및 산업체 요구에 부응할 수 있는 핵심기술을 확보할 계획이다.

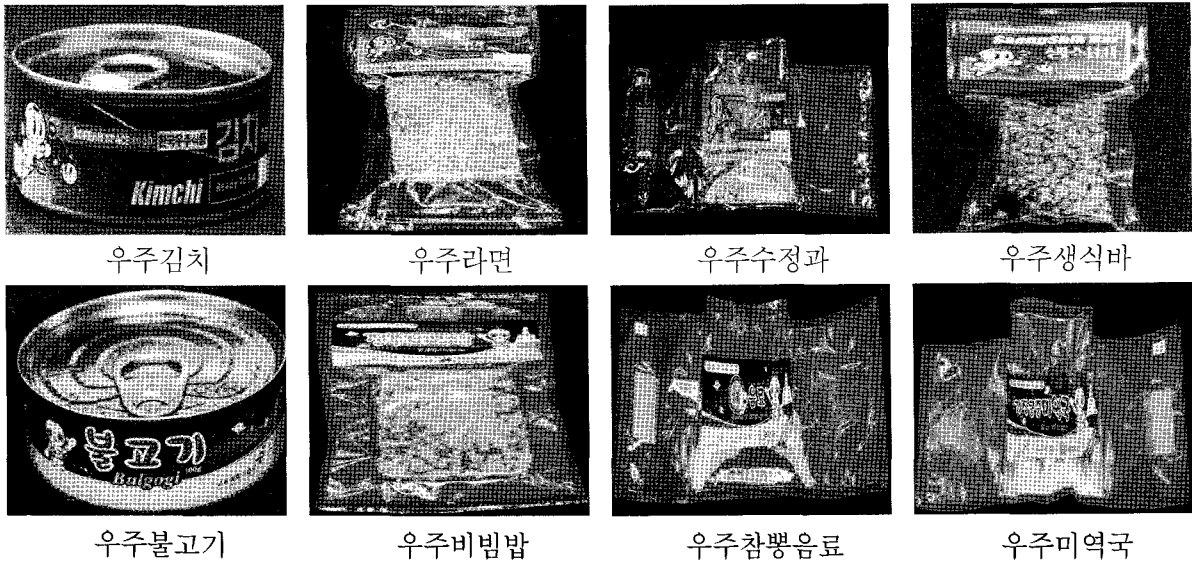


그림 1. 방사선기술을 이용한 한국형 우주식품

### III. 식품조사기술 실용화 전망

방사선 조사식품에 대한 국내 연구는 80년대부터 한국원자력연구원을 중심으로 수행되기 시작하였다. 연구개발의 재원은 1992년 국가연구개발사업(원자력연구개발사업)의 본격적인 시행 전까지는 한국원자력연구원의 기본사업으로 수행되었다. 1997년도 국가차원의 원자력진흥종합계획의 수립과 함께 방사선 조사식품 분야의 연구도 중장기 발전 계획과 시행계획에 따라 순차적으로 수행되어지고 있다. 2009년도 현재 제3차 원자력진흥종합계획(2007년 - 2011년)에 의거하여 제4차 원자력연구개발사업 중 방사선기술개발사업에서 수행하고 있으며, 1단계(2007년 - 2009년, 3년)를 수행 중이다.

국내의 방사선 조사 연구는 감마선을 방사선원으로 연구하였으며, 2000년까지 대부분의 연구들이 Co-60의 감마선을 조사선원으로 사용하였다. 2000년대 들어 한국원자력연구원이 자체 개발한 전자선 조사기기와 EB-Tech(주)가 러시아로부터 도입한 전자빔 조사기기를 이용하여 국내에서도 전자선 조사

연구가 시작되었다. 제3차 원자력연구개발사업(2002년 - 2006년)을 통해 전자선 조사에 대한 기초, 기반 연구가 수행되었고, 제 4차 원자력연구개발사업 1단계(2007년 - 2009년)에서 실용화를 위한 핵심기술을 개발하였다.

식품에 대한 초기 연구는 감자, 양파, 마늘, 밤 등 농산물의 저장기간 연장 및 유통 중 품질유지를 위한 저선량(< 1 - 3 kGy)의 방사선 조사 연구가 진행되었다. 1990년대에는 식품의 주요 부패균, 병원성 미생물 등에 대한 방사선 영향연구 및 감수성 평가, 인삼 등 주요 수출품목에 대한 검역관리 연구, 식육 및 가공품, 수산식품 등의 안전공급 기술개발과 함께 방사선 조사시 식품의 관능품질 유지를 위한 병용처리 연구가 시작되었다. 2000년대에는 본격적인 식품가공기술의 한분야로서 방사선 기술의 적용을 위한 병용처리기술을 개발하였고, 세계최초로 방사선 에너지를 이용한 기능성 식의약품 소재개발 연구를 착수하였다. 한편, 1998년에 세계보건기구(WHO, 1997)로부터 고선량 조사식품(< 75 kGy)의 안전성(건전성) 평가가 보고됨에 따라 국제적으로

선량에 구애 없이 식품의 안전저장과 위생적 제품 생산을 위한 연구가 활발하게 전개되고 왔다.

1987년 한국원자력연구원의 기술지원으로 민간 기업[그린피아기술(주)]에 의한 국내 최초 상업용 감마선 조사시설 설치, 산업화를 달성한 이래 1987, 1991, 1995, 2004년 한국원자력연구원과 국제기관의 연구수행 결과를 바탕으로 보건복지부(현 보건복지가족부)로부터 26개 식품품목(약 60여종 식품)에 대한 방사선 조사허가를 취득하여 국내에서 실용화 및 산업화 확대에 필수적인 기반을 확립하였다. 2009년 현재 산업체 2곳[그린피아기술(주), 소야(주)]에서 상업적 감마선 조사시설을 운영 중에 있다.

2006년까지 평균 처리용량은 평균 5 kGy를 조사 기준으로 할 때, 50톤/일 규모이었으며, 향신료 등이 가공식품 원료용으로, 기타 식품 및 식품원료가 수출목적으로 감마선 조사되었다. 그러나 2007년 방사선 조사식품 표시제 개정 공고(2007-69, 2007년 10월 19일) 이후 식품에 대한 감마선 조사가 급감하여 2009년 현재는 거의 없는 수준으로 일부 수출용 건 조야채류에 이용되는 것으로 나타났다.

한편, 현재 국내 식품위생법(식품공전)에는 식품의 방사선 조사에 이용하는 방사선 종류를 감마선으로 한정하고 있어 식품 특성 및 목적을 고려하여 전자선, X-선 등의 다양한 방사선의 이용이 고려되어야 한다. 전자선을 이용한 연구는 국내 연구용 전자선 조사시설이 취약하고 단편적으로 수행되어 왔고, 초보단계의 연구 수준에 있었으나, 2000년 이후 한국원자력연구원과 산업체 2곳에 전자선 조사시설의 설치가 완료됨에 따라 본격적인 연구개발이 가능하다. 이와 같이 국내 연구개발은 원자력(연)을

중심으로 기초/기반연구 및 실용화 연구가 수행하여 일부 기술은 현재 선진국 수준에 도달하였으나, 선진국의 기술개발 동향과 국제 환경변화에 대응할 수준의 집중적이고 체계적인 정책지원 및 제도정비가 필요하다.

#### IV. 결 론

위생적 품질관리가 절대적으로 요구되는 가공식품의 대량생산체제에서 현실적으로 분말 및 건조식품과 까다로운 검역체계에서 수출용 가공식품에 적합한 살균, 살충 방법이 불완전한 상황에서 국내·외 식품산업에서 식품조사 처리기술의 요구는 점차 증가되고 있다. 또한, 기존 검역관리 및 저곡 해충 방제에 훈증제로 사용하고 있는 methyl bromide 등이 오존층 파괴물질로 규정되어 몬트리올 환경협약에 의해 2015년 전면 금지키로 하여 그 대체방법으로 방사선 조사기술의 이용이 급속하게 이루어질 전망이다. 방사선 조사는 의료용품, 공중보건제품, 화장품류, 식품포장용기 멸균 등 산업적으로 다용도로 활용될 수 있기 때문에 조사시설의 건설이 세계적으로 증가하고 있는 추세이다. 따라서 식품산업에서 방사선 기술의 이용은 이들 산업의 건전한 발전을 위한 국내기술 자립과 충분한 국제 경쟁력 확보 및 소비자와 생산자의 안전과 이익 보장은 물론 국민보건 향상에도 크게 이바지할 수 있고 나아가 우리의 실정에 알맞은 신기술의 정착을 기대할 수 있을 것이다.