

총설

방사선 조사식품(照射食品)에 대한 미국의 최근 동향

변명우[†], 김정표*

한국원자력연구소 방사선식품공학팀, 국제협력실*

서론

미국 식품산업 중에서 쇠고기는 연간 소비가 80억 파운드로 유통량이 가장 큰 식품 중에 하나이다. 패스트푸드점, 저녁식사 또는 야외 바비큐 파티 등에서 쇠고기는 미국인의 식탁에 빈번히 오르고 있다. 그러나, 최근 몇 년 동안 쇠고기 특히 분쇄육에서 어두운 면을 보이고 있다. 그것은 식품공급의 안전성을 위협하는 병원성 세균인 *Escherichia coli* O157:H7이 분쇄육에 오염되어 있을 수 있기 때문이다. 만일 쇠고기를 적절히 다루지 않는다면 *E. coli* O157:H7이 오염된 쇠고기에 의해서 식중독을 일으키고 심지어 사망케 할 수 있다. 1993년 미국 북서부지역에서 *E. coli* O157:H7에 오염된 햄버거를 섭취한 수 백명의 사람들이 식중독을 일으켰고 그 중 4명의 어린이가 목숨을 잃었다. 1997년에는 아칸사스주에 있는 허드슨 후드(Hudson Food)사에서 유통시킨 쇠고기 가공된 햄버거에서 *E. coli* O157:H7이 오염된 것이 발견되어 2,500만 파운드의 쇠고기가 전량 회수되어 폐기되는 사건이 발생되었다. 이 사건은 미국 역사상 가장 큰 육류반품 사건으로 기록되었다. 미국연방질병통제예방센터(Federal Center for Disease Control and Prevention)에 의하면 미전역에서 *E. coli* O157:H7에 의해 약 2만명 정도가 발병하였고 이 중 500명 정도가 사망하였다고 보고되었다. 과학자들은 단지 1982년 이래로 *E. coli* O157:H7이 사람에게 식중독을 유발할 수 있다는 것을 알았을 뿐이다. 공중보건문제에 대한 쟁점을 해결하기 위해, 미국식품의약품안전국(USA Food and Drug Administration, 이하 FDA)은 1997년 12월 적색육(red meat)에 대한 적절한 선량의 방사선 처리를 승인하였다. 방사선 처리는 일반적으로 조사(照射, irradiation)라고 말하며, *E. coli* O157:H7 등과 같은 몇몇 병원성 미생물을 통제하기 위한 수단으로써 많은 식품산업체와 보건당국으로부터 방사선 조사를 사용하려는 요구가 증가되고 있다. 축육제품에 대한 다른 통제규칙들처럼 처리규정이 미국농

무성(U.S. Department of Agriculture)에 의해 완전히 준비되면, 방사선 조사에 대한 허가가 곧 내려질 것이다. 비록 방사선 조사가 식중독을 억제하는 수단으로써 가장 최신의 방법이지만, 연방정부는 역시 새로운 기술의 개발과 현재 사용중인 기술의 사용 확대 등 다른 방법들의 모색도 제안하고 있다.

보다 안전한 식품 공급을 위한 안전한 결정은 방사선 조사

방사선 식품의 안전성에 대한 장기간 평가

1963년 이래로 식품에 방사선 조사를 허가해 온 미국 FDA는 이미 허가된 식품목록에 적색육에 대한 방사선 조사를 추가하였다. 표 1에서 보는 바와 같이 현재까지 허가된 식품목록에는 가금육, 생과일과 야채, 건조 양념, 향신료 그리고 효소들이 포함된다. 허가의 일환으로 FDA는 방사선 조사된 식품에 방사선 처리된 것(treated with radiation) 또는 방사선 조사된 것(treated by irradiation)이라는 방사선 조사에 대한 국제 표지(radura)를 요구하고 있다(그림 1). 식품에 대한 방사선 조사 표지 요구는 상점에서 팔리는 식품에만 적용된다. 예를 들면, 방사선에 조사된 향신료나 생딸기는 방사선 조사 표지를 달아야 한다. 그러나 다른 식품의 첨가제로서 사용될 경우 다른 식품에 대한 표지는 방사선 조사된 것으로서 표시할 필요가 없다. 방사선 조사 표지는 역시 식당에서 조리되어 판매되는 음식에는 적용되지 않는다. FDA는 40년 동안 방사선 조사 식품의 안전성을 평가해 왔고 많은 식품군에 대해 안전하고 효과적인 가공방법임을 확인하였다. 적색육에 대한 방사선 조사의 적용 전에, FDA는 전세계적으로 연구된 수많은 과학적 연구결과들을 조사하였다. 이 조사에서는 식육에 대한 방사선 조사의 화학적, 영양학적, 독성학적 관점에서의 평가 등이 포함되어 있다.

[†]Corresponding author

표 1. 미국 FDA 승인 방사선 조사식품

식품군	사용범위	적용선량(kGy)
향신료, 건조야채 Seasoning	오염유기체 구제	30
	해충구제 및 미생물 살균	30
건조 또는 탈수 효소 제제	해충 구제 및 미생물 살균	10
	모든 식품군	1
신선식품군	해충 구제	1
가금육	숙도지연	1
	병원성미생물 살균	3
적색육(우육, 돈육, 양육)	부패·병원성	4.5(냉장육)
	미생물 살균	7 (동결육)



그림 1. 방사선 조사 식품 표지(Radura)

방사선 조사 공정에 대한 지금까지의 연구결과들에서 미국 FDA 과학자들은 방사선 조사가 병원성 세균, 곤충 그리고 기생충을 억제하거나 제거한다는 것을 확신할 수 있었다. 방사선 조사는 부패를 억제시키고 과일과 야채의 숙도를 지연시키며, 숙성과정을 연장시킨다. 방사선 조사는 식품에 방사능을 갖는 어떠한 물질도 생성시키지 않으며, 영양적인 손실이나 식품의 맛과 조직 외관 등을 손상시키지 않고 식품의 상품성을 장기간 유지시킬 수 있다. 세계 각국의 보건관계자들은 방사선 조사가 부가적으로 *E. coli* O157:H7의 오염을 줄일 수 있고, *Salmonella*와 *Campylobacter*와 같은 병원성 미생물의 통제를 쉽게 할 수 있다고 말한다. 미국연방질병통제예방센터는 가금육, 난(卵), 식육과 우유 등에서 일반적으로 발견되는 *Salmonella*에 의해 전국적으로 연간 4백만명의 식중독환자가 발생되고 그중 1천명 정도가 사망한다고 추정하고 있다. 가금육에서 주로 발견되는 *Campylobacter*는 미국에서 연간 6백만명의 식

중독 사고를 유발하고 그 중 75명이 사망하는 사례가 보고되었다. 1997년 5월 대통령 보고서(Presidential report) “농장에서 식탁까지의 안전한 식품”에서 매년 수백만명의 미국인들이 식중독에 의해 위협받고 있으며, 약 9천명 정도(대부분 어린이와 노약자)가 사망한다고 보고된 바 있다. FDA는 방사선 조사가 식중독을 줄이는 유용한 수단이지만, 생산자, 가공업자와 소비자들도 적절한 식품취급 훈련이 필요하다고 지적하고 있다.

현재 미국에서 방사선 식품조사 기술의 제한적 성공사례

비록 방사선 조사가 식품의 안전성에 크게 기여하고 있지만, 소매상점들은 방사선 조사식품의 유통에 소극적이었다. 이는 일반적으로 방사선 조사에 대한 소비자의 잘못된 이해로 인하여 많은 상점주와 생산자가 그 식품들이 판매되지 않을 것을 두려워하기 때문이라고 전문가들은 분석하고 있다.

그러나 미국에서 몇몇 상점들은 다소 제한적이기는 하지만 성공을 거두고 있다. 시카고 근교의 식료품점 캐롯톱(Carrot Top)은 방사선 조사된 과일들을 유통하는 선두 상점들의 하나이다. 이 상점의 Jim Corrigan 사장은 방사선 조사된 상품들의 판매가 1992년 이래로 점진적인 증가를 나타내고 있다고 말한다. 대부분 소규모의 독립형대를 취하는 상점은 방사선 조사된 야채, 과일과 가금육을 방사선 조사식품을 이해하고 있는 소비층에게 조심스럽고 성실하게 전시·판매하고 있다. 방사선에 조사된 적색육이 아직 상점에 나오지 않기 때문에 만일 소비자들이 방사선 조사된 분쇄우육을 구매하거나 대단위 식품 가공업소가 그것을 제공한다면 구매는 곧 이루어질 것으로 보인다. 방사선 조사된 상품은 비조사된 상품보다 약간 비싸게 판매되고 있다. 이것은 방사선 처리비용이 포함되어 있기 때문이다. 그러나, 식품유통 단체들에 의하면, 가까운 장래에는 저장성 개선과 소비자 수요 증가로 인하여 비용이 상쇄될 수 있을 것으로 전망하고 있다. 방사선 조사에 대해 이해하고 있는 소비자는 물론, 군납품, 가금육 가공공장과 육류 유통업자 및 소매상체인점 등 같은 대단위 식품회사들은 방사선 조사를 수용하고 있다. 플로리다주 델베리에 있는 식품기술서비스(Food Technology Service)사는 유일하게 농산물을 방사선 조사하는 시설업체이다. 미국 내에는 40개 이상의 방사선 조사시설 업체가 있는데 대부분의 시설이 의료용품의 멸균을 위해 이용되고 있으며, 식품에 대한 조사도 수행할 수 있다. 사실상 뉴저지에 본부를 두고 있는 의료 방사선 업체인 아이소메디스(Isomedix)사는 적색육에 대한 방사선 조사의 승인을 FDA에 신청하였

다. 운송 거리와 시설 부족에도 불구하고, 엄청난 물량이 방사선 조사를 기다리고 있다. 예를 들어 미국내 가금육 업체는 매년 약 250억 파운드를 가공한다. 미국육계위원회(National Broiler Council)의 대변인 Kenneth May씨는 “우리는 방사선 조사가 이루어질 것이라고 생각한다. 그러나 실제로 가까운 장래에 방사선 조사가 이루어진다고는 보지 않는다”라고 말하고 있다. 또한, 그는 덧붙여서 “그러나, 대중이 방사선 조사된 상품을 진정으로 원한다면, 가금육 산업은 그것을 적용할 방안을 강구할 것이다”라고 밝힌 바 있다.

소비자 수용성 문제

방사선 식품조사를 쉽게 정착시키기 전에 일반 소비자들이 가지고 있는 부정적인 견해의 원천인 핵에너지를 이용한 방법에 대한 홍보가 필요하다. FDA 식품조사 안전성 조정관인 George Pauli 박사는 대중의 수용성을 이루기 위해 수십년이 소요된 제염(除染)기술의 하나로서 뛰어난 질병 억제 효과를 가진 우유살균법(milk pasteurization)에 방사선 조사기술을 비유한다. “대중이 마침내 방사선 조사에 대한 필요를 실감하고 그것의 가치를 인식할 때 사람들은 방사선 조사를 수용할 것이고 그것을 요구할 것이다. 그러나 시간이 걸릴 것이다.”라고 말한다. 1986년에 발표된 Louis Harris 여론조사 결과에 따르면, 미국인의 76%가 방사선 조사된 식품이 위해할 것으로 생각한다고 보고된 바 있다. 그러나 그 이후의 여론 조사에서는 교육을 통하여 소비자들의 자세가 바뀌고 있음을 보여 주고 있다.

1995년 조지아대학에서 연구자들은 소비자들의 87.5%가 방사선 조사에 대해 들어보았지만 그것에 관해서는 잘 알지 못한다고 보고하였다. “보조 슈퍼마켓”과 방사선 조사식품으로 표시된 제품들을 전시한 대학에서 판매를 목적으로 포스터를 내걸고 방사선 조사에 대한 슬라이드 쇼를 보여 주었다. “그 목적은 이러한 기술 중의 하나가 사람들의 자세를 변화시키는지 알기 위한 것이다.”라고 농업연구 과학자인 이 연구의 공동연구자 Kay McWatters는 말한다. 그 연구는 어떤 종류의 교육이건 방사선 조사의 이익을 전달하는데 도움을 준다는 것을 발견하였다. McWatters는 “가장 효과적인 교육 방법은 슬라이드 쇼였다. 그것은 가시적인 영상과 해설이 정적인 표시나 포스터보다는 더 많은 관심을 끌 수 있었기 때문이었다.”라고 말한다. 교육 전략에 대한 연구 후에 참가한 소비자 중 약 84%가 방사선 조사에 대해 “어쨌든 필요하거나 매우 필요하다”고 대답하였고, 28%의 소비자는 이용할 수 있다면 방사선에 조사된 닭고기를 구매하겠다고 대답하였으며, 27%는 가끔 그

것을 구매하겠다고 대답하였다. 1997년의 미국식품판매연구소(Food Marketing Institute)에서 실시한 또 다른 연구도 같은 결과를 보여 주었다. 방사선 조사 처리공정에 관한 교육을 받은 후 약 60%의 사람들이 방사선 조사식품을 구입할 것이라고 대답하였다. 케롯 톱의 Corrigan 사장도 역시 정기간행물에서 방사선 조사에 관한 정보를 그의 단골 고객에게 보낸 후 작은 범위에서 방사선 조사식품에 대한 판매가 상승되었다고 말한다.

여행용 가방과 우유

그러나 많은 소비자들이 아직까지도 방사선 조사가 안전한가에 대해 의문을 가지고 있다는 연구결과도 보고하고 있다. 이것은 방사선 조사가 방사선을 식품에 전달하거나 또는 방사선이 식품에서 화학적 변화를 일으켜 위해한 성분을 생성시킬 수 있다는 우려에서 비롯된 것이다. “조사(照射)”라는 단어가 원자분열 또는 원자로 사고의 이미지를 전달하기 때문에 다소 두려워하는 것으로 판단된다. 그러나 적절한 선량에서 식품에 조사된 방사선만큼은 안전하다고 FDA의 Pauli 박사는 지적하였다. 공항 검색대를 통해 여행용 수화물을 보내는 것과 같이 그 공정은 식품을 방사선(전형적으로 동위원소 Co-60에서 나오는 감마선) 지역에 빨리 통과시키는 것이다(그림 2). 식품 조사에 사용되는 에너지의 양은 식품에 어떠한 방사성물질을 잔류시킬 만큼 세지 않다. 같은 방사선 조사공정이 반창고, 콘택트렌즈액과 장갑, 수술용 실, 수액세트, 의료가운과 같은 병원용품의 멸균에 이용되고 있다. 미국에서 판매되고 있는 많은 향신료들도 역시 방사선에 조사된 것이다. 이것은 오염유기체 구제의 목적으로 사용되었던 화학적 훈증처리의 금지에 따라 대체 방법으로 사용되는 것이다. 미국의 우주비행사들은 1972년 이래로 방사선 조사식품을 먹고 있다.

방사선 조사는 거의 열을 발생시키지 않는 냉온 살균공정이므로 식품은 완포장 상태에서 방사선 조사될 수 있고, 소비자들이 개봉하기 전까지는 재오염이 되지 않는다. 가

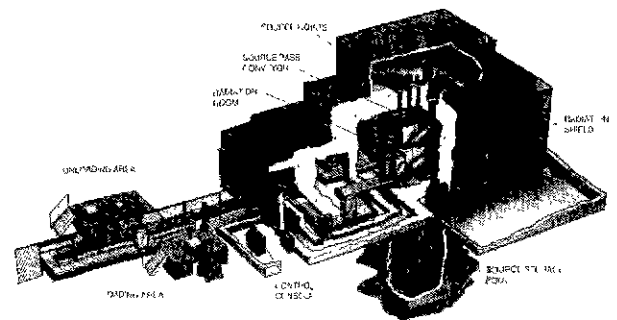


그림 2. 캐나다 Nordion Co. 모델 JS-100000 High Performance Tote Irradiator 모형도

금육과 적색육에서 방사선 조사에서도 생존할 수 있는 미생물들이 존재하기 때문에 냉장을 유지하고 적절하게 조리하는 것이 중요하다고 Pauli 박사는 강조하고 있다. 방사선 조사는 미생물의 유전자를 교란해서 오염된 미생물이 더 이상 성장하거나 증식할 수 없게 하며, 비록 방사선 분해물질이라고 하는 화학물질들이 조사된 식품에서 생성되기는 하지만 FDA는 그 물질들이 건강에 어떠한 위해도 끼치지 않는다는 것을 발견하였다. 사실 이와 같은 종류의 화학물질들은 식품을 가공, 조리할 때도 역시 생성된다.

방사선 조사식품의 찬성과 반대

비록 방사선 조사에 대해 부정적인 견해를 가진 비난자들이 있지만, 세계보건기구(WHO), 국제원자력기구(IAEA), 국제식량농업기구(FAO), 미국의학협회(American Medical Association), 미국영양사협회(American Dietetic Association) 등 유수의 기관들이 방사선 조사를 지지하고 있다. 미국식육협회, 미국소매상협회(Grocery Manufacturers of America), 그리고 미국식품가공협회(National Food Processors Association) 등과 같은 유통 단체들도 역시 방사선 조사를 지지하고 있다.

그러나 몇몇 단체들은 거부의 표시를 나타내고 있다. 순수식품홍보회(Pure Food Campaign)의 회장이며 소비자단체 활동주의자인 Jeremi Rafkin씨는 보다 많은 관심이 더욱 건강한 가축을 생산하는데 쏟아져야 한다고 주장하고 있다. 그는 보다 건강한 가축을 통하여 병원균을 감소시켜서 방사선 조사를 불필요하게 할 수 있다고 강조한다.

미국대중이해과학센터(Center for Science in the Public Interest)는 방사선 조사가 “고비용적이고 오염문제에 대해 취할 수 있는 파국의 해법이며 좀 더 일찍 경고되었어야 한다”고 주장하고 있다.

그러나 방사선 조사를 뒷받침해 주는 영향력 있는 기관들의 지원과 더불어, 증가하는 질병보고 건수에 관한 관심이 고조됨에 따라 방사선 조사에 대한 문제는 부정적인 견해도 불구하고 동기를 유발시키는 과정에 놓여 있다. 그러나 방사선 조사식품의 실용화 확대를 위해서는 먼저 식품 산업체는 시장에 방사선 조사식품을 유통시킬 필요가 있다. FDA의 Pauli 박사는 “대부분의 미국 사람들이 방사선 조사식품에 대해 알고 있지 않으며, 방사선 조사식품이 등장하면, 그때에 대중들은 자신의 의견을 결정할 것이다”라고 밝히고 있다.

감사의 글

본 보문은 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며 이 지원에 감사드립니다.

문헌

1. Henkel, J.: Irradiation. A Safe Measure For Safer Food. *In FDA Consumer*, May-June, 12(1998)
2. Loaharanu, P.: International developments of food irradiation and consumer acceptance of irradiated food. *In Acceptance and Trading on Irradiated Foods*. The 4th CAFST Seminar, p.13(1998)