

# 방사선 조사식품과 소비자 수용성

권 중 호 / 경북대학교 식품공학과 교수

## I. 머릿말

지난 5월 정부는 6개 식품군에 대하여 최저 7 kGy(킬로그레이), 최고 10 kGy의 감마선 조사를 추가로 허가하였다. 이로써 우리나라는 감자, 양파, 마늘, 밤, 생버섯 등 신선 식품류에 대한 생장 및 속도조정을 목적으로 1 kGy 이하의 감마선 조사를 허가하였고, 동시에 건조 식품류에 대한 살균, 살충 등 위생화를 위하여 10 kGy 이하의 감마선 조사를 허가하게 된 것이다. 이상의 허가식품류에는 표 1과 같이 신선 식품류 외에도 건조식육, 어패류 분말, 장류 분말, 건조 채소류, 건조 향신료 및 그 제품, 효모, 효소, 알로에, 인삼류, 환자용 무균식 등 다양한 식품군이 포함되어 있으며, 따라서 식품의 방사선 조사기술은 이제 식품산업에서 빼놓을 수 없는 핵심 저장·가공기술로 등장하게 되었다.

이와 같은 정부의 방사선 조사식품 허가 확대에 대하여 소비자 단체들은 반대하는 입장을 나타내고 있다. 지금까지 세차페에 걸친 조사식품 허가때마다 소비자 단체들은 분명한 반대의사를 표시한 바 있지만, 특히 하계도 이번에는 농민지도자 단체들까지도 수입식품의 안전성 확보차원에서 반대하는 입장을 기사화하였다.

필자는 식품과학자로서 나아가 “식품에

대한 방사선 이용연구” 분야에 10여년간 참여해 온 연구자의 한사람으로서 조사식품에 대한 반대의사 표출은 예상하였지만 이처럼 우리 소비자들의 인식이 변화되고 있음을 보고 놀라움과 함께 흐뭇한 마음을 가질 수 있었다. 이는 일부 원자력 관련자들만이 연구·개발하려는 대상으로 여김받던 “방사선 이용기술”이 모든 국민의 관심사가 되고 있고, 더우기 세계화, 개방화 시대를 맞이하여 국제적으로 통용될 수 있는 기술로 인식되고 있음을 간접적으로 느끼게 되었기 때문이다.

따라서 본 기고에서는 방사선 조사식품에 대한 소비자들의 이해를 돕고자 조사식품의 특징과 세계적인 실용화 동향을 소개하기로 한다. 아울러 방사선 조사식품에 대한 소비자들의 인식과 태도를 보다 정확히 파악하고자 지금까지 국내외적으로 실시된 소비자 설문조사 결과를 요약 정리한다.

## II. 방사선 조사식품의 특징

### 1. 식품의 방사선 조사란?

전통적인 식품보존방법은 크게 발효, 화학처리, 건조, 가열, 냉장, 냉동 등으로 구분할 수 있다.

표 1.

국내 감마선 조사 허가 식품

- 1995년 8월 현재 -

품 목	조사목적	허가선량 (kGy, max)	허가일자
감자, 양파, 마늘	발아·발근 억제	0.15	1987. 10. 16
밤	발아·발근 억제	0.25	1987. 10. 16
버섯(생 및 건조)	살충, 숙도 조정	1	1987. 10. 16
건조식육 및 어패류			
분말(가공식품용)	살균, 살충(위생화)	7	1991. 12. 14
된장, 고추장, 간장분말	살균, 살충(위생화)	7	1991. 12. 14
전분(조미식품용)	살균, 살충(위생화)	5	1991. 12. 14
건조 채소류	살균, 살충(위생화)	7	1995. 5. 19
건조 향신료 및 이들 조제품	살균, 살충(위생화)	10	
효모 및 효소식품	살균, 살충(위생화)	7	
알로에 분말	살균, 살충(위생화)	7	
인삼(홍삼 포함) 제품류	살균, 살충(위생화)	7	
2차살균이 필요한 환자식	살 균	10	

이들은 생물체 본연의 활동과 작용을 억제하기 위한 목적으로 어떠한 형태로든 에너지나 화학물질을 이용하게 된다. 식품의 건조, 가열, 통조림 등은 열에너지를 이용하는 가장 좋은 예가되고 있다. 더우기 최근에는 이들 에너지가 일정한 파장을 지닌 에너지 즉, 전자파 방사선의 개념으로 이해되면서 그 특징과 응용분야가 연구 개발되고 있다.

식품의 방사선 조사, 즉 식품조사(食品照射, food irradiation)란 넓은 의미에서는 광합성 현상에서부터 천일건조, 숯불구이, 전기구이, 마이크로웨이브 오븐, 자외선 살균, X선/전자선/γ선 조사 등 모든 형태의 방사선 식품처리를 포함하게 된다. 그러나 보다 전문적인 의미에서 식품조사란 단파장의 γ선, 전자선(electron beam) 및 X선에 의한 식품처리를 말한다.

따라서 식품조사란 식품을 본래의 상태에 가깝게 보존하거나 품질을 개선할 목적으로 특정의 방사선 에너지를 피조사체 식품에 일정시간 노출시켜 살충, 살균, 성장조절 등 여러가지 효과를 거두는 기법이자 기술이다.

2. 이용 방사선의 특징과 작용

방사선은 물질을 통과할때 물질의 원자나 원자단, 분자 등을 전리시켜 이온을 생성하게 되는데 이와 같은 성질을 지닌 방사선을 전리방사선(ionizing radiation)이라 한다. γ선, 전자선, X선, 자외선, α선, 중성자선 등은 이에 포함된다. 지금까지 관련 국제기구 즉, FAO, IAEA, WHO와 Codex식품규격위원회에서 식품조사에 안전하게 이용될 수 있다고 밝힌 방사선의 종류는 표 2와 같다.

표 2.

식품조사에 이용될 수 있는 방사선의 종류

방사선	선 원	반 감 기	이용에너지(MeV)
γ(감마)선	<sup>60</sup> Co	5.3년	1.17, 1.33
	<sup>137</sup> Cs	30년	0.06
전자선 (electrons)	전자가속기에서 발생(10 MeV 이하)		
X선	기계적으로 발생(5 MeV 이하)		

이들 방사선 가운데 식품조사에 활용되고 있는 비율은 대략  $\gamma$ 선이 80% 이상, 전자선이 20% 미만을 차지하고 있으며, X선은 다량을 식품에 처리하였을 경우 풍미 등 품질에 변화를 일으킬 수 있어 실제적인 이용에 한계가 있다. 그리고 전자선은  $\gamma$ 선에 비해 투과력이 약하여 활용범위가 제한되어 있으나 곡류의 살충이나 표면살균 등의 분야에 실용화 되고 있다. 특히 전자선 발생은 전원에 의해서 조절이 가능하여 공정제어, 신속·정확성, 에너지 효율성, 소비자 수용성 등의 측면에서 장점이 있으므로 선진국에서는 연구개발이 활발하게 추진되고 있다.

$\gamma$ 선에 의한 식품조사는 대부분 cobalt-60( $^{60}\text{Co}$ ) 방사성동위원소가 조사선원으로 사용된다. 이것은 원자로에서 cobalt-59에 중성자를 쬐여 생산하고, 방사선 조사시설에서 사용되는 동안 방사능의 누출을 방지하기 위해 스테인레스 봉(pencils)에 이중으로 밀봉하여 공급된다. cobalt-60은 5.27년이 지나면 방출되는 감마선의 강도가 절반으로 떨어진다.

식품조사와 관련한 방사선 작용의 생물학적 효과는 성장조절, 살충, 살균 등으로 구분할 수 있으며(표 3), 이와 같은 방사선 조사의 효과를 가져오는 생물학적 작용기작은 직접작용설(direct theory), 즉 표적설(target theory)과 간접작용설(indirect theory)로 설명된다.

표 3. 식품의 방사선 조사에서 나타나는 생물학적 효과

생 장 조 정	살 충	살 균
발아 발근 억제	저장 해충사멸	부 분 살 균 (radurization)
속 도 지 연	과실 해충사멸	병 원 균 살 균 (radicidation)
숙 성 촉 진	건조식품 살충	완 전 살 균 (radappertization)
특정성분 축적	기생충 사멸	

먼저 직접작용설은 생물체의 세포나 그 밖의 표적물질에는 방사선에 대해 감수성이 높은 부분(DNA 등)이 존재하여 여기에 방

사선 에너지가 직접 유효한 전리를 일으켜 생물학적 효과를 가져오는 과정이다. 또 간접작용설은 생체내에 세포구조를 둘러싸고 있는 물이나 혹은 전리작용에 따른 생성물(이온이나 유리기 등)이 2차적으로 세포생활에 필요한 물질 또는 그 구조에 화학적 변화를 일으켜 간접적으로 생물학적 효과를 얻게되는 학설로 설명된다. 방사선의 효과는 일반적으로 이상의 두가지 작용이 동시에 일어나는 것으로 이해되며, 따라서 피조사체의 수분함량(건조상태), 생리적 조건(속도, 저장일수), 공존물질, 조사온도, 조사분위기 등에 의해 방사선 조사의 생물학적 효과는 서로 상이할 수 있다.

### 3. 방사선 조사대상 식품과 처리효과

#### 1) 감자, 양파, 마늘, 밤 등 발아억제 농산물

감자, 양파, 마늘 등 주요 근채류 농산물은 수확후 일정기간의 휴면기가 지나면 발아 및 발근이 시작되어 영양분의 소모와 중량감소, 위축, 부패현상을 초래하여 상품적 가치를 잃게 된다. 따라서 방사선에 의한 이들 식품의 발아·발근억제는 0.05~0.15 kGy 범위의 낮은 조사선량에서도 그 효과가 뚜렷하고, 이듬 해 수확기까지의 품질보존이 가능하다. 또한 안전성면에서 있어서도 문제가 없으므로 다른 식품에 비해 가장 먼저 실용화되었다. 특히 감자는 1958년 소련에서 세계 최초로 감마선 조사가 허가되었다. 일본에서는 1973년 부터 감자의 산업적 조사가 실용화되어 연간 1만 5천톤 이상의 감자가 감마선 처리되어 저장되면서 생감자 또는 식품가공용 원료로 공급되고 있다. 특히 감마선 조사후 자연저온에 저장된 감자는 감자칩 가공적성이 우수한 것으로 밝혀졌다.

또한 밤은 0.25 kGy의 조사선량으로 발아억제와 살충효과를 달성할 수 있으며, 조사후 저장 온·습도만 조절된다면 이듬 해 여름까지도 건전한 상태로의 저장이 무난하다. 따라서 과일생산에 따른 가격폭락을 방지하고 년중 안정된 가공원료의 공급이 가

능하게 된다. 국내에서는 1987년 10월 감자, 양파, 마늘에 대해서는 0.15 kGy, 밤은 0.25 kGy 이하의 감마선 조사가 허가된 바 있다. 세계적으로는 감자 27개국, 양파 24개국, 마늘 11개국에서 각각 방사선 조사가 법적 허가되었고 고구마, 생강, 당근 등에서도 동일한 효과가 확인되고 있다.

2) 버섯, 토마토 등 숙도지연 과채류

신선 과채류의 숙도를 지연시키고 선도를 연장시킬 목적으로 1 kGy 내외의 방사선을 조사하여 생리적 대사활동(호흡, 효소작용 등)을 조절함으로써 유통기간 연장, 시장확대 등 부가적인 효과를 가져오는 방법이다. 주요 대상식품으로는 버섯, 바나나, 망고, 파파야, 토마토, 완두콩, 무화과류 등이 있으며, 특히 신선버섯의 생장억제와 노화방지에는 처리효과가 분명하여 2~3배의 시장수명 연장이 가능하다. 우리나라에서도 생버섯에 대하여 1 kGy 이하의 감마선 조사가 허가된바 있으며 산업적 이용확대가 기대되는 분야이다.

3) 곡류, 과채류 등 해충 사멸 식품

곡류, 두류, 견과류, 건조 농산물, 신선과채류 등에는 저장해충뿐만 아니라 식량교역시 검역대상이 되는 해충이 오염되어 있다. 따라서 이들 해충은 주로 화학혼중제(ethylene dibromide, methyl bromide, aluminum phosphide, ethylene oxide 등)나 농약살포에 의해 방지되어 왔으나 이들 화학약품들이 인체장해 및 환경오염의 원인물질로 밝혀짐에 따라 점차 사용이 금지되고 있다. 이에 대한 여러가지 대체방법 가운데 방사선 조사기법은 1 kGy 이하의 저선량에 의해서도 해충의 생육단계(알, 애벌레, 번데기, 성충)에 관계없이 사멸이 가능하고, 또 처리식품의 품질에 거의 영향을 미치지 않으므로 활용이 크게 기대된다. 국내외적으로도 이 분야의 활용이 매우 적극적이며, 특히 WTO 체제하에서는 식량교역시 검역해충 처리기술로서 방사선 조사기법이 등장하게 될 전망이다.

4) 돼지고기, 생선, 채소류 등 기생충 사멸 식품

야채류나 돼지고기 등에 혼입된 장내 기생충과 선모충(*trichinella spiralis*)을 포함한

선충류는 0.25~1.0 kGy의 방사선에 의해 완전히 사멸시킬 수 있다. 이 때 이용되는 조사선량이 낮아 식품의 영양성분이나 물리적 특성에는 거의 영향을 주지 않는 방법이다.

미국 정부에서는 1985년 7월 돼지고기의 기생충(선모충) 구제를 위하여 1.0kGy 이하의 방사선 조사를 허가하였으며, 육류 가공공업에 필수적인 처리과정으로 인식되어 가고 있다. 이 분야의 기술은 최근 위생적 품질이 강조되고 있는 고급 채소류, 생선, 날고기 등의 소비가 증가됨에 따라 이용확대가 기대된다.

5) 닭고기, 어패류, 가공식품 등 병원균 사멸 식품

방사선병원균살균(radicalation) 효과에 의하여 식품에 오염된 식중독균, 경구전염균, 무아포성 병원균 등을 증선량의 방사선 조사에 의해 사멸시키는 분야이다. 식인성 질병(foodborne disease)은 식품을 매체로 전염될 수 있으며, 특히 가금육은 *Salmonella*, *Campylobacter* 등 병원성 미생물의 오염도가 매우 높아 식인성 질병의 대표적인 원인식품이 되고 있다. 식인성 질병의 발생은 대부분의 국가에서 국민보건 및 생산성에 큰 영향을 미치고 있다. 예로써 1985년 미국에서 발생된 선모충병(trichinosis), 주혈원충병(toxoplasmosis), salmonellosis 및 campylobacteriosis의 발생은 연간 15억불의 경제적 손실을 가져왔다고 보고되었다.

또 최근 소비량이 급증하고 있는 치즈, 가공육, 셀러드 등의 즉석식품에도 *Listeria monocytogenes*의 오염이 확인된 바 있어 listeriosis의 발병예방에 깊은 관심이 요구되고 있다.

그러나 이들 병원성 미생물들은 방사선에 대해 비교적 저항성이 낮아 3~7 kGy 범위의 조사선량에 의해서도 완전사멸이 가능하므로 위생적 안전식품 생산에도 효과적인 활용이 기대된다.

6) 동·식물성 (가공)식품, 딸기 등 부패균 감균 식품

방사선부분살균(radurization) 효과에 의해 여러가지 식품 즉, 선어, 수산가공품, 축

해 여러가지 식품 즉, 선어, 수산가공품, 축육(가공품), 딸기 등에 다양하게 오염되어 있는 세균, 효모, 곰팡이 등 부패성 미생물의 수를 효과적으로 감소시켜 보존기간 또는 냉장기간을 연장시키는 방법으로써 0.5~5 kGy 범위의 방사선 조사선량이 요구된다. 국내에서는 닭고기, 튀김생선어묵, (건)어류, 수삼 등에 연구를 시도하여 상당한 효과를 확인한 바 있으며, 이 분야는 최근 cold chain의 보급에 따라 식품공업에서 크게 활용될 전망이다.

#### 7) 건조항신료, 조미료, 분말식품 등 위생화 처리 식품

식품가공 부원료로 사용되는 항신료, 조미료, 전분, 건장식품류 등은 원료의 전처리나 제조과정중에 미생물오염이 발생되므로 최종제품이 품질기준에 적합하기 위해서는 살균 또는 감균처리가 요구되고 있다. 식품공업에 있어서 대부분 미생물 품질기준을 보면 대장균군은 음성, 일반세균은 10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>/g 정도이다. 근년까지 식품공업에서는 ethylene oxide에 의한 훈증법이 살균방법으로 이용되었으나 그 잔류성분의 위해성때문에 국내에서도 이미 사용이 금지되었다('91. 7. 1). 그러나 이를 대체할 수 있는 방법이 확보되지 못한 실정이었으나 그 동안의 연구결과 기술적, 경제적 타당성이 인정된 감마선 조사방법이 1988년 허가되었고 그 이후 감마선 조사실적이 증가되어 처리품목과 이용업체수도 매년 늘어나는 실정이다. 방사선 조사에 의한 건조식품류의 위생화 처리는 식품조사기술 분야의 가장 대표적인 실용화 분야로써 동물사료의 살균처리는 물론 국가간 교역에 있어서도 여러가지 식품에 활용될 수 있는 효과적인 기술로 평가되고 있다.

#### 8) 환자용 무균식, 우주식품 등 완전살균 식품

방사선완전살균(radappertization) 분야로서 피조사체 식품에 오염된 virus를 제외한 모든 미생물을 사멸시키는 제품이다. 이 분야에는 미생물의 오염농도에 따라 10~50 kGy의 고선량 조사가 요구되며, 장기보관

용 군용식품인 햄, 베이컨 등 밀봉포장식품과 국내에서도 허가된 병원환자용 무균식 즉, 면역기능이 약화된 환자용 식품 등이 해당된다. 또한 실험동물용 무균사료(specific pathogens-free, SPF 또는 germ-free 사료 등)제조나 우주인 식품 등은 무균상태가 요구되므로 선진국에서는 이미 오래전부터 우주계획에서도 방사선 조사식품이 활용되고 있다.

#### 9) 방사선 조사가 불가능한 식품

방사선 에너지의 식품에 대한 이용은 타 가공 및 저장방법과 마찬가지로 이용에 한계성을 지니고 있다. 특히 우유나 유제품은 방사선 조사시 유지방의 산패와 더불어 산패취 발생이 심하므로 적용이 불가능하다. 이와 같이 고지방질 식품에 어떤 목적에서든 고선량의 방사선을 특히 상온과 공기존재하에서 처리하면 지방의 산화촉진 현상이 발생되어 관능적 품질변화를 초래하게 된다. 그러나 육류, 생선 등은 산패현상을 감소시키기 위하여 저온 및 탈기(또는 질소치환) 조건에서 방사선을 조사함으로써 품질변화를 줄이면서 효과를 달성하기도 한다. 또 일부 과채류는 조직연화 현상이 발생되며, 인공색소류 중에는 방사선 조사에 대하여 불안정성을 나타내는 것이 있어서 일부 가공식품의 경우에는 방사선의 적용이 불가능하다.

### 4. 방사선 조사식품의 표시 및 재조사

방사선 조사식품에 대한 Codex 일반규격에 따르면 식품의 방사선 조사는 각국에서 허가한 식품에 대하여 허가된 조사시설에서만 실시하며, 이 때 총 평균흡수선량(overall average dose)은 10kGy를 초과할 수 없다고 하였다. 또 조사식품을 수송할 경우에는 송장(送狀)에 방사선 조사시설명, 조사년월일, 품목확인번호, 수량등이 기록되어 있어야 하며, 포장식품의 경우에는 규정에 따른 표시를 의무화하고 있다.

국내의 경우에도 유사하게 1987년 10월 최초로 몇가지 품목에 대한 방사선 조사가 허가 고시되면서 조사된 식품에 대하여는

용기 또는 포장에 그림 1과 같은 도안을 직경 5cm 이상의 크기로 표시하도록 규정하고 조사업자는 처리식품의 조사 년월일과 시간, 처리량, 조사선량, 선량보증, 조사목적 등을 2년간 기록 보존토록 하였다.



그림 1. 방사선 조사식품에 대한 국제적 표시

또한 개정고시안은 조사식품에 대한 방사선 재조사는 허용되지 않는다고 규정하고 조사식품은 용기에 넣거나 포장하여 판매되어야 한다고 고시하였다. 미국 FDA의 조사식품에 대한 표시규정을 보면 소매단계에서는 그림 1과 같은 마크와 “treated with radiation” 또는 “treated by irradiation”을 함께 기재하도록 하고, 도매단계에서는 “treated with radiation—do not irradiate again” 또는 “treated by irradiation—do not irradiate again”을 필수사항으로 규정하고 있다.

방사선 조사식품의 재조사(re-irradiation)에 대한 Codex 일반규격을 보면 재오염된 해충의 방제를 목적으로 곡류, 두류, 건조식품등 저수분식품에 저선량의 방사선을 조사하는 경우를 제외하고는 일반적으로 재조사는 금지되어 있다. 그러나 다음의 경우에는 재조사에 해당되지 않는다고 규정하고 있다.

첫째, 1 kGy이하의 저선량으로 조사된 식품재료를 사용하여 어떤 식품을 제조하였을 경우.

둘째, 방사선 조사된 제조원료가 전체 제조식품의 5% 이하를 차지한 경우.

셋째, 하나의 가공처리를 목적으로 2회이상 분할조사할 경우 등이다. 그러나 이상의 어떠한 경우에 있어서도 총 평균흡수선량은 10 kGy 이하여야 한다고 규정되어 있다.

## 5. 방사선 조사식품의 허가 및 실용화 현황

세계적으로 40여개국이 식품의 방사선 조사와 관련된 허가 또는 금지규정을 가지고 있다. 이들 나라중 한품목 또는 여러종류의 식품(군)에 대하여 방사선 조사를 허가한 국가는 37개국에 이른다. 연대별 허가 추세는 1960년대까지가 미국, 영국, 구소련 등 8개국, 1970년대에는 일본, 프랑스, 이탈리아, 남아공 등 10개국, 1980년대 이후에는 우리나라를 포함한 알젠티, 벨기에, 이스라엘, 태국 등 19개국에 이르고 있다. 또 37개국의 지역별 분포를 보면 유럽 15, 아시아·태평양 10, 아메리카주 8, 아프리카·중동 4개국 등으로 독일, 호주 등을 제외한 대부분의 산업화된 국가들이 식품조사기술의 허가에 적극적이다.

이들 37개 국가들이 허가하고 있는 식품류들은 약 135식품(군)으로 대부분의 식품을 포함하고 있으나 우유나 유제품은 거의 제외되고 있다. 주요 식품(군)별 허가국 및 실용화국수는 표 4와 같다. 허가식품류 가운데 감자, 양파, 마늘 등 발아·발근억제 대상식품인 근채류 농산물의 허가국이 가장 많고 그 다음이 향신료를 포함한 건조식품의 허가 및 실용화가 활발하다. 그러나 각 국가별 식품수요 특성에 따라 상업적 조사품목은 매우 다양하다(표 5).

표 4. 방사선 조사식품의 허가 및 실용화 국가현황

허가식품(군)	(1993. 6)	
	허가국수	실용화국수
근류(감자, 양파, 마늘 등)	31	10
신선과실류	16	5
신선채소류	11	2
건조과실류	13	2
건조채소류	13	6
향신 및 조미류	27	20
향초류	8	3
곡류	15	4
두류	25	4
신선식육	1	1

허가식품(군)	허가국수	실용화국수
가공 육제품	5	1
가금육	13	5
신선어류	12	4
수산가공품	5	4
무균식	4	4
가공식품	6	3
기 타	11	4

\*한국의 1995년 5월 19일 허가식품 포함.

이상과 같이 상업적으로 처리되고 있는 식품은 향신료 및 관련제품과 건조식품류가 대부분을 차지하고 있다. 최근 IAEA의 발표자료에 의하면 세계적으로 1992년 향신료 조사량은 약 2만톤 수준이었으나 1994년에는 4만톤 수준으로 급속히 증가되고 있음을 알 수 있으며, 표 5에 나타나지 않은

실용화 국가는 덴마크, 인도네시아, 이란, 멕시코, 영국 등이다. 이들 국가 중 연간 1만톤 이상의 식품을 방사선 조사하는 나라는 우크라이나, 네덜란드, 남아프리카 공화국, 벨기에, 프랑스, 일본, 중국 등으로 알려져 있다. 세계적으로 방사선 처리식품의 전체량은 정확히 파악되지 않고 있으나 1990년을 기준으로 약 50만톤이었다. 그러나 다목적용 조사시설의 수가 10여기 증가되고 식품살균 및 살충용 화학약품의 사용이 금지되는 추세였기 때문에 처리물량은 크게 늘어났을 것이다. 국내의 경우에도 감마선 조사시설의 이용업체수가 1990년 60여사 였던 것이 1993년에는 140여사로 증가된것을 보면 감마선 조사식품의 양적 증가는 상당할 것으로 예상된다.

표 5. 세계 여러나라의 방사선 조사 식품류

국 가	처 리 식 품
Argentina('88)	향신료, 코코아분말, 시금치
Belgium('88)	향신료, 건채류, 냉동식품, 새우
Brazil('88)	향신료
Canada('88)	향신료
Chile('91)	양파, 감자, 건채류, 닭고기
China('93)	감자, 마늘, 사과, 쌀, 담배
Cuba('88)	감자, 양파
Finland('88)	향신료
France('92)	향신료, 조미료, 닭고기, 카페인, 개구리다리, gum arabic, 건조과실, 새우, egg white, 향초류, 건조혈장, bovine colostrum, 아몬드, pistachios, hazel nuts, cereal flakes, 건화, 목재류 등
Hungary('93)	향신료, 향초류, 기타
Israel('88)	향신료
Japan('93)	감자
Korea('94)	건과, 건양파, 건마늘, 어패류분말, 고추, 후추, 생강, 장류분말, 전분, 건조식품
Netherlands('88)	향신료, 냉동식품, 가금육, 건채류, egg powder
Norway('88)	향신료
South Africa('93)	향신료, 과실류, 감자, 양파, 건채류, nuts, 꿀, 건조곡류
Thailand('88)	양파, 발효소시지
U.S.A('93)	향신료, 딸기, 양파, 주스오렌지, 버섯, 토마토 외
Ukraine('88)	곡류
Yugoslavia('88)	향신료

\*본 도표에서 향신료는 herbs와 vegetable seasonings을 포함.

### III. 조사식품의 소비자 수용성

#### 1. 소비자의 선입견

식품에 방사선을 조사한다고 하면 소비자들은 그 목적과 혜택을 생각하기에 앞서 먼저 피조사체 식품이 방사능(radioactive)을 띠지나 않을까 의심하는 응답자가 많다. 특히 1986년 구소련의 Chernobyl 원자력발전소 사고 이후 방사능이 오염된 식품은 국제교역에서 큰 이슈가 되기도 하였으며, 상당수의 소비자들은 아직도 방사선조사식품(irradiated foods)과 방사능오염식품(radio-nuclides-contaminated foods)을 혼동하면서 핵발전이나 핵무기 등과 연계하여 생각하는 경향이 있다(32~78%). 또한 소비자들은 식품에 방사선을 조사하게 되면 맛, 냄새 등 관능적 품질에 변화가 초래되어 영양가의 손실이 클것으로 생각한다. 특히 조사식품의 독성학적 안전성과 작업자의 안전, 조사시설 주변 주거지역의 안전성 등에 대하여 큰 우려를 보이면서 식품의 방사선 조사에 대한 막연한 인식으로 방사선 조사식품의 수용을 거부하게 된다.

이상의 일반적인 선입견은 방사선 조사기술이 단순히 원자력 관련기술이란 이유와 일부 반대자들의 조직적인 운동에서 비롯될 수 있다. 그러나 우리는 식품공업에 이용되고 있는 여러가지 저장·가공기술의 경우와 마찬가지로 그 기술의 본질과 과학적 연구 결과를 바탕으로 서로 비교평가하는 자세를 가져야 한다. 여기에는 식품의 품질에 대한 처리효과 뿐만아니라 부작용으로 발생하는 품질변화를 포함하게 된다. 즉, 모든 식품저장·가공방법들을 나름대로의 장단점 즉 양면성을 지니고 있으므로 단점을 최소화하고 장점을 최대화하는 범위에서 이용하는 것이 바람직하다.

#### 2. 소비자의 인식 변화

새로운 식품가공방법과 그 제품이 소비자들에게 수용되기 위해서는 무엇보다도 효과적인 매체에 의해 홍보되고 충분한 이해와 인식이 있어야 한다. 소비자들의 의식은 본래 새로운 기술에 대하여 보수적이므로 그 기술에 대한 장단점을 충분히 이해하기까지는 상당한 시간이 요구된다. 이는 통조림 기술이 발명된 이후 본격적인 실용화가 이루어지는데 1세기 이상이 소요되었다는 사실로서 좋은 예를 들 수 있다.

1980년대에 들어서면서 방사선 조사식품의 실용화는 세계적으로 추진되었다. 그러나 이를 위한 첫번째 과제로서는 식품조사에 대한 소비자들의 인식이 우선되어야 한다는 것이다. 여러나라에서는 다양한 경로를 통하여 식품조사기술과 방사선 조사식품에 대한 홍보를 강화하게 되었고 소비자들은 점차 이에 대한 높은 이해도를 보이게 되었다. 그 동안 각국에서 실시된 소비자 설문조사결과를 표 6에 요약 정리해 보았다.

1982년부터 1989년도 사이에는 9~60%의 소비자들이 식품의 방사선 조사에 대하여 들어본적이 있거나 알고 있다고 하였다. 그러나 1990년부터 1993년 사이에는 25~80%의 소비자들이 방사선 식품조사에 대하여 알고 있다고 응답하여 상당한 인식변화를 나타내었다. 또 소비자들은 신선한 상태나 위생적인 식품을 공급받기 위해서는 어떤 형태이든 가공방법의 이용이 필요하다는 사실을 인식하면서 방사선 조사에 비하여 농약을 포함한 화학약품처리에 대하여 더 높은 우려를 보였다.

즉 식품의 잔류농약 사용에 대하여는 35~81%의 소비자등이 우려도를 나타내면서('84~'85, 42~73%; '90~'92, 35~81%) 년도별로 점차 우려도가 증가됨을 알 수 있었다. 그러나 식품조사에 대해서는 14~51%의 응답자들이 우려를 나타내면서 년도별



로는 줄어드는 경향을 보였다('84~'89, 25~51% ; '90~'92, 14~48%). 방사선 조사식품에 대한 어떠한 정보도 듣지 못한 상태에서 조사식품의 구매의사를 묻은 설문에서는 설문대상에 따라 44~90%의 응답자가 구입하지 않겠다고 하였으며, 년도별로는 각각 '84~'89년 44~90%, '90~'93년 53~70%의 구매 반대의사를 나타내었다. 그러나 구매하겠다는 응답자는 '84~'93년에 걸친 설문조사에서 전체의 10~72%를 차지하였고 '90년도 이후에는 응답자의 36~72%가 조사식품의 구매의사를 나타내었다.

한편 소비자들은 조사식품에 대한 정보 즉, 왜 방사선을 조사하는지 그 이유를 안 뒤에는 상대적으로 더 높은 구매 선호도를 나타내었다('82~'89, 28~66% ; '90~'93, 53~89%). 이와 같은 경향은 식품조사기술에 대한 소비자들의 전반적인 인지도가 높아감에 따라 조사식품에 대한 구매 선호도가 향상됨을 보여 주었다. 이는 새로운 기술 및 제품에 대한 적극적인 홍보와 소비자 교육의 필요성을 시사하고 있다. 또 설문조사에 참여한 소비자중 식품조사에 대한 홍보가 부족하다는 응답은 전체의 44~91%에 이르며, 식품조사기술의 실용화 지연은 홍보부족 때문이라는 응답자가 70% 이상을 차지하였다는 보고도 있었다.

### 3. 조사식품 시험판매 및 소비자 반응

식품조사기술이나 조사식품에 대한 소비자들의 반응은 반대자(rejectors), 관망자(undecided persons) 및 수용자(acceptors)로 크게 구분할 수 있다. 이때 반대자들은 일반적으로 가공되지 않은 신선한 상태의 식품만을 먹겠다는 생각을 가지고 있다. 그러나 대부분의 소비자들은 관망적인 자세로서 찬성이나 반대의 의사표시를 유보하고 있다. 즉, 이들은 식품조사에 대한 지식이나

이해가 부족한 상태여서 확실한 입장표명을 유보하고 있는 상태이다. 하지만 관망자들은 부분적이거나 방사선 조사식품의 안전성, 품질, 영양가 등에 관심이 있다고 볼 수 있다. 또 수용자들의 경우에는 식품조사기술 자체를 이해하고 조사식품의 안전성 및 영양적 특성을 포함한 건전성(wholesomeness)을 수용하고 있다. 이들은 정부나 국제기구에 의한 식품안전 관련정책 결정이 소비자의 입장에서 이루어진다고 신뢰하고 있으며, 식품공업에 광범위하게 사용되어온 화학약품처리(훈증제, 보존제, 농약, 생장조절제 등)의 위해성과 그 대체방안에 대한 현실적인 생각을 가

지고 있다고 본다. 따라서 소비자 설문조사에서 나타났듯이 응답자들은 화학약품 처리 식품보다는 방사선 조사식품에 대하여 높은 선호도를 보이고 있으며, 이는 식품조사기술에 대한 사실에 입각한 정보의 제공과 연구결과의 뒷받침에서 비롯되었다고 볼 수 있다.

그러나 지금까지 방사선 조사식품의 수용과 관련되어 야기되고 있는 제반문제들은 방사선 조사표시(labeling)가 없는 조사식품들이 유통되고 있다는 사실에서 출발하여 각종 소비자 설문조사, 소비자 관련단체들의 반대의견 제시 등으로 이어져 쉽사리 진정되지 않을것으로 본다. 대개 소비자들은 식품가공 방법보다는 가공식품의 품질에 더 큰 관심을 가지는데 익숙해져 있다. 따라서 방사선 조사식품의 소비자 수용성 문제는 조사표시가 부착된 식품이 시장에서 직접판매됨으로써 진정한 해결을 기대할 수 있을 것이다. 설문조사에서 응답자의 70~86%는 방사선 조사식품이 표시되기를 희망하였는데, 이는 소비자에게 식품의 선택기회를 제공함은 물론 품질을 인정받는 수단으로도 인식될 수 있을 것이다.

방사선 조사식품의 시험판매(market tests)는 일찌기 캐나다(1966, 1967), 형가

리(1980~84), 이탈리아(1976), 남아프리카 공화국(1978, 1979)등에서 실시된 바 있으며, 1984년 이후에는 14개국 이상에서 대규모로 실시되었다. 이 때 각각 시험판매된 조사식품의 양은 kg수준에서 부터 12,000톤 이상에 이르기까지 광범위하였다.

1986년 아르헨티나에서는 양파, 마늘 및 마늘분말의 시험시판에서 소비자들은 어떠한 거부사도 나타내지 않았으며 90% 이상의 소비자들은 방사선 조사 양파를 다시 구입하고 싶다고 하였다. 방글라데쉬에서도 1984년과 1985년에 감자, 양파, 건어류, 두류에 대하여 같은 시험을 실시하였는데 70% 이상의 소비자들이 품질이 우수하다는 이유로 방사선 조사식품을 선호하였다. 중국에서는 조사식품의 대규모 시험판매가 이루어졌다. 방사선 조사된 고구마주정 12,478톤, 소시지 200톤, 사과 500톤, 감자 800톤, 양파 1,250톤, 마늘 4,200톤, 고추(제품) 200톤, 굴 35톤, 배 5톤등이 4~6년에 걸쳐 시험판매되었고, 그 결과 소비자들은 조사식품을 선호하였다고 한다.

프랑스의 Lyon에서는 1987년과 1988년 2회에 걸쳐 3~10톤의 조사 딸기를 시험판매하였는데 더 비싼 가격에도 불구하고 소비자들은 조사된 딸기를 선호하였다. 또 구동독에서도 1985년 1톤의 향신료에 대하여 시험판매를 실시하였으나 소비자들은 어떠한 거부반응도 보이지 않았다.

파키스탄과 필리핀에서는 10여톤의 방사선 조사 감자, 양파, 마늘에 대하여 같은 시험을 실시하였으나 소비자반응은 좋았다고 한다. 폴란드에서는 조사 양파에 대한 판매 시험에서 95% 이상의 소비자들이 방사선 조사된 양파를 다시 구입하고 싶다고 하였다. 태국의 소비자들은 방사선 조사양파와 마늘의 품질이 우수하다는 이유로 선호하였다. 특히 발효소시지(Nham)에 대한 판매 시험에서는 높은 값에도 불구하고 10:1의 비율로 위생적 품질이 보장된 조사된 소시지

를 선호하였으며, 95% 이상의 소비자가 조사된 소시지를 다시 구입하고 싶다는 반응을 보였다.

미국에서는 여러가지 식품에 대하여 시험 판매가 실시되었다. 1986년 Florida와 Missouri에서 각각 실시된 방사선 조사된 망고와 사과의 시험판매에서 소비자들은 방사선 조사된 과실이 더 높은 값으로 판매되었으나 우수한 품질을 이유로 구매 선호도를 나타내었다. 또 파파야의 경우에는 조사된 과일이 무처리 과일보다 11배나 잘 팔렸으며, 69%의 소비자들은 방사선 조사된 파파야를 다시 구입하고 싶다고 하였다. 1991년 Florida에는 식품조사 시설이 건설되어 신선 과채류를 대상으로 상업적 조사가 실시되었으며, 감마선 조사된 딸기, 양파, 오렌지(juice orange), 버섯등은 1992년 1월부터 Illinois와 Florida에서 시판되었다. 시판초기 Florida에서는 식품조사 반대운동가들의 조직적인 활동이 있었으나 신선도가 우수한 감마선 조사 딸기의 판매는 성공적이었다. 소비자들은 9:1 정도로 조사하지 않은 딸기에 비해 감마선 조사된 딸기에 대해 높은 구매 선호도를 보였고, 1993년도에는 20:1 정도로 구매도가 높아졌다고 한다.

지금까지 국내에서는 3회 내외의 소비자 설문조사가 이루어졌을 뿐 방사선 조사식품에 대한 판매시험은 이루어지지 않았다. 그러나 20여개국에서 실시된 40여회의 시험 시판과 상업적 판매결과를 종합해 볼 때 58%의 시험에서 소비자들은 방사선 처리 보다는 처리식품의 품질에 더 관심을 보였고, 42%의 시험에서는 소비자들이 조사식품에 대해 재 구매의사를 나타내었다. 특히 어떠한 시험에서도 소비자들이 조사식품의 구매를 거부하겠다는 결론은 나오지 않았다.

#### 4. 소비자의 식품마케팅 성향과 식품조사의 역할

최근 소비자들의 식품구매 성향은 신선하

고 위생적인 식품을 언제든지 구입하고 싶어한다. 이는 신선과채류나 냉동·냉장식품류의 소비증가와 통조림 식품류의 수요감소로서 잘 나타나고 있다. 신선한 농산물의 최소가공법(minimally-processed foods)은 이와 같은 취지에서 보다 나은 품질과 보다 영양가 높은 식품 즉, 천연식품 상태로의 식품공급을 추구하고 있다.

이와같이 가능한 신선하고 위생적인 식품이 공급되기 위해서는 수입식품의 증가와 효과적인 살균·살충기술의 이용이 필수적이라 하겠다. 그러나 소비자들은 식품에 대한 화학약품이나 농약의 사용을 가장 우려하고 있으며, 이는 인체장해는 물론 환경공해의 차원에서 사용이 금지되고 있는 추세이다. 그러면 식품의 방사선 조사가 소비자들에게 가져다 줄 수 있는 주요 혜택을 알아보자.

우선 본 기술은 우수한 살균·살충효과로써 위생적 품질이 향상된 식품을 공급하게 됨으로써 식인성 질병의 발생을 줄일 수 있고, 수확된 식품을 신선한 상태로 오래 보존시킴으로써 저장손실을 줄여 이용성을 증대시킬 수 있으며, 나아가 식량교역에서 동식물 검역처리 기술(quarantine treatment)로 활용됨으로써 지역간 다양한 식품의 공급과 외화획득을 용이하게 할 수 있다. 또한 식품조사는 식품가공·저장용 화학약품의

사용의존도를 줄일 수 있는 대체기술로서 기술적, 경제적 타당성이 인정되고 있으므로 국내외 식품산업에서 실용화가 확대되고 있다.

#### IV. 맺음말

식품의 방사선 조사기술은 지난 40여년간 세계적으로 체계적인 연구가 수행되면서 조사식품의 안전성과 기술적 타당성이 입증되었다. 특히 본 기술은 식품저장·가공기술의 하나이지만 응용분야가 광범위하고 처리효과가 분명한 장점을 지니고 있어서 21세기의 신기술로 전망된다. 이와 같은 기대는 소비자 의식조사, 시험판매, 식품마케팅 경향 및 “혁신의 확산(Diffusion of Innovation)” 이론 연구에서도 뒷받침되고 있다. 따라서 식품조사기술의 건전한 정착과 조사식품의 수용성 증대를 위해서는 조사표시(labelling) 규정의 준수를 유도할 수 있는 조사식품 확인기술(identification methods of irradiated foods)개발, 조사식품의 판매시험 확대, 소비자 교육 및 홍보 노력 등이 절실히 요망된다.

표 6. 방사선 조사식품에 관련된 각국 소비자들의 설문조사 내용 및 결과

국 가	연구발표자 (발표년도)	응답자비 (%)	설문조사내용및결과
Argentina	Urioste et al. (1990)	90~92	방사선 조사 양파를 선호하므로 다시 구입하고 싶다 (시험판매)
Australia	Newell, Howton & Bushell(1989)	57	식품의 방사선 조사에 대하여 알고 있다
		10	방사선 조사식품을 구입하고 싶다
		28	조사식품을 구입할지 미정이다
		69	조사식품의 안전성이 우려되어 구입하지 않겠다
		61	식품조사를 잘 이해하지 못하므로 조사식품 구입을 원치 않는다
Bangladesh	Matin & Bhuiya (1990)	87	방사선 조사된 양파를 더 선호한다 ('84 연구)
		85	방사선 조사된 건어류를 선호한다 ('85 연구)
		65~75	조사된 감자를 더 자주 구입 섭취하고 싶다
Canada	Dialogue Canada (1988)	24	식품조사에 대하여 잘 알고 있다
		20	식품조사에 대하여 들은 바 없다
		55	들은 바 있으나 잘 알지 못한다
		45	의사를 표시할 만큼 이에 대해 알지 못한다
		33	식품조사를 알고있는 응답자중 호의적인 반응자
		33	식품조사를 알고있는 응답자중 부정적인 반응자
		33	식품조사를 알고있는 응답자중 반응을 유보한 자
		39	화학보존제 대신 방사선 조사의 이용을 선호한다
	Consumer's Association of Canada (1990)	14	식품조사에 대하여 우려하고 있다
		42	식품의 잔류농약에 대하여 우려하고 있다
	Grocery Products Manufacturers (1993)	23	방사선 조사식품이 안전하다고 확신한다
		26	방사선 조사식품이 안전한지 확신할 수 없다
		51	방사선 조사식품의 안전성에 대하여 매우 의심스럽다
		38	과채류의 잔류농약이 안전하다고 믿는다
		52	과채류의 잔류농약의 안전성에 대하여 매우 의심스럽다
China	Qixun, Peishu, Hao, Lihua & Shaobin (1991)	67	식품의 방사선 조사에 대하여 들은 적이 있다
		72	방사선 조사식품을 기꺼이 구입하겠다 (시험판매)
	Zhieng, Fuying & Dong(1991)	8	방사선 조사식품이 실용화될지 불확실하다
		93	방사선 조사식품의 실용화 확대를 희망한다
		1	조사식품의 실용화 확대를 희망하지 않는다
Mexico	Bustos(1991) ('82 연구)	9	식품조사에 대하여 알고 있다
		62	사전정보를 들은후에 조사식품을 섭취하겠다는 응답자
		17	사전정보를 들은후에도 조사식품을 섭취하지 않겠다는 응답자

국 가	연구발표자 (발표년도)	응답자비 (%)	설 문 조 사 내 용 및 결 과
Netherlands	Feenistra, van Schep & Spijkuman (1988)	63	식품의 방사선 조사에 대하여 들어본 적이 없다
		18	식품에 왜 방사선 조사를 이용하는지 정확히 알고 있다
		56	식품의 방사선 조사를 반대한다
		34	식품의 방사선 조사에 대해 중립적인 입장이다
	Cramwinkel, van Mazijslag (1989)	70	방사선 조사식품은 표시(label)되어야 한다
		51	부적절하게 가공된 식품의 건강장해를 우려한다
		34	식품보존제의 사용에 대하여 우려한다
		54	식품에 대한 농약사용을 우려한다
Poland	Fischer & Taczanowski (undated)	90	방사선 조사 감자의 구입을 선호한다(시험판매)
Thailand	Prachasittisak, Pringsulaka & Charoen(1989)	95	방사선 조사된 발효소시지(Nham)를 구입하겠다(시험판매)
		71~96	값이 더 비싸도 조사된 Nham을 구입하겠다
		66	조사된 Nham의 구입원인은 위생적이기 때문이다
U. S. A	Kidder, Peabody & Co. (1984)	28	더 비싸더라도 부패지연을 위해 조사식품을 사겠다
		44	부패지연을 위해 비싼 조사식품을 구입하지 않겠다
	Weise (1984)	55	식품에 농약 사용을 우려한다
		43	식품에 보존제 사용을 우려한다
		38	식품에 방사선 조사를 우려한다
	Good Housekeeping Institute(1985)	23	화학보존제보다 방사선 조사방법을 선호한다
		27	두 가지 방법 모두 원하지 않는다
		3	화학보존제를 선호한다
		44	아직 잘 이해하지 못하여 결정을 내리기 어렵다
	Food Marketing Institute(1986)	75	잔류농약이 건강에 큰 위해가 된다고 생각한다
		4	잔류농약이 별 문제시 되지 않는다고 본다
		29	식품의 방사선조사에 대하여 들은 적이 있다
		37	방사선 조사는 상당히 위험하다고 생각한다
		11	방사선 조사가 위험한지 잘 모르겠다
		13	전혀 위험하지 않다고 믿는다
	Louis Harris & Associates Poll(1986)	75	식품의 잔류농약은 상당한 위험인자이다
20		잔류농약은 어느정도 위험스럽다	
4		잔류농약은 전혀 위험하지 않다	
37		방사선 조사는 상당히 위험하다고 본다	
39		방사선 조사는 어느정도 위험하다	
13		방사선 조사는 전혀 위험하지 않다	

국 가	연구발표자 (발표년도)	응답자비 (%)	설문조사내용 및 결과
U. S. A	Steyer(1986)	25~35	방사선 조사기술 자체에 대한 수용성
		72	방사선 조사식품의 품질에 대한 소비자 수용성
	Bruhn & Noell(1987)	66~80	방사선 조사된 파파야를 구입하고 싶다
	Bord & O'connor (1989)	53	가족들이 방사선 조사식품을 섭취하는데 대체로 동의한다
		39	방사선 조사식품의 금지를 지지한다
		60	미국인들이 방사선 조사식품의 금지를 지지할 것이다
		32	식품의 방사선 조사에 대하여 들은 적이 있다
	Roberts & Ravenswaay(1989)	73	식품에 농약사용을 두려워 한다
		42~61	가금육 및 육류에 항생제나 호르몬 잔류를 염려한다 ('85~'88)
		36~43	식품의 방사선 조사를 위험하다고 생각한다
		14	값에 상관없이 방사선 조사식품은 사기 싫다
		75	비싸더라도 화학약품으로 살균된 닭고기를 사고싶다
		66	비싸더라도 방사선 처리된 닭고기를 구입하고 싶다
	Schutz et al. (1989)	55	식품에 잔류하는 농약에 대하여 두려워 한다
		38	식품조사에 대하여 들은 적이 없다
		25	식품조사에 대하여 두려워 한다
		60	식품조사에 대하여 들은 적이 있다
		21	방사선 조사식품에 대하여 두려움이 있다
		~45	방사선 조사식품을 구입하고 싶다
		34	조사식품을 구입할지 아직 결정하지 못하였다
		58	방사선 조사 향신료/건채류 보다는 훈증처리된 것들을 선호한다
		54	훈증처리된 열대과실 보다는 방사선 조사된 것을 선호한다
	Cisek(1990)	49	농약 등 식품의 잔류성분에 대하여 우려한다
		46	식품의 화학첨가제나 보존제를 우려한다
		42	마찬가지로 방사선 조사식품도 우려한다
		28	방사선 조사식품을 더욱 우려한다
	Malone(1990)	25	식품의 방사선 조사에 대하여 들은 적이 있다
		75	식품조사에 대하여 들은 적이 없다
54		방사선 조사식품을 구입하고 싶지 않다	
36		방사선 조사식품을 구입하고 싶다	
10		방사선 조사식품을 구입할지 미정이다	
61		조사식품 구입을 거부하는 이유는 유독성과 위험성 때문이다	

국 가	연구발표자 (발표년도)	응답자비 (%)	설 문 조 사 내 용 및 결 과
U. S. A	Malone(1990)	37	조사식품 구입을 결정하기 위해서는 더 많은 정보가 필요하다
		77	조사식품의 구입거부자 중 식품조사에 대하여 들은 적이 없는 응답자
		54	조사식품의 구입거부자 중 식품조사에 대하여 들은 적이 있는 응답자
		54~59	딸기, 배, 버섯의 선도연장을 위해 방사선이 조사되었을 경우 값이 더 비싸더라도 구입하겠다
		69~78	쇠고기나 닭고기의 오염미생물 감소를 위해 방사선이 조사되었을 경우 값을 더 지불하고 싶다
		88~98	방사선 조사 양파를 시험판매 이후 다시 구입하고 싶은 응답자
	Food Marketing Institute (1991)	80	식품의 농약잔류는 심각한 위협이다
		42	식품의 방사선 조사는 심각한 위협이다
	Fresh Trends(1991)	81	식품의 농약잔류는 심각한 위협이다
		48	식품의 방사선 조사는 심각한 위협이다
	Burson - Marsteller (1992)	59	식품조사에 대하여 듣거나 본 바가 없다
		54	정부가 허가한 방사선 조사 가금육을 판매할 용의가 있는 가게수
		12	정부가 허가한 방사선 조사 가금육을 판매 반대하는 가게수
		35	방사선 조사식품을 판매할지 결정하지 못한 가게수
		53	살모넬라 식중독 예방을 위해 방사선 조사 가금육을 가족에게 공급하고 싶다
		42	살모넬라 식중독 예방을 위해 조사 가금육을 가족에게 공급하기 싫다
		60	식품중의 화학약품 잔류성을 우려한다
		66	식품의 세균오염을 우려한다
	Carrot Top(1992)	71	식품의 방사선조사에 대한 기사를 본 적이 있다
		91	식품조사에 대한 의사표현을 할 만큼 충분히 알지 못한다
		80	방사선 조사식품을 본 적이 있다
		50	방사선 조사식품의 구입에 관심이 있다
		86	방사선 조사식품은 조사마크가 부착되어야 한다
	Resurreccion et al. (1992)	70	식품조사에 대하여 들은 적이 있다
32		방사선 조사식품에는 자연방사능을 지니고 있다고 믿는다	
35		식품의 농약사용은 심각한 문제라고 생각된다	
15		식품의 방사선 조사를 심각한 문제라고 생각한다	
20		식품의 방사선 조사는 전혀 문제가 되지 않는다	

국 가	연구발표자 (발표년도)	응답자비 (%)	설문 조사 내용 및 결과
U. S. A	Resurreccion et al. (1992)	7	식품의 잔류농약은 전혀 문제가 되지 않는다
		45	표시된 방사선 조사식품을 구입하고 싶다
		17	표시된 방사선 조사식품을 구입하고 싶지 않다
		39	표시된 방사선 조사식품을 구입할지 결정하지 못하였다
	Food Chemical News (1993)	89	방사선에 의해 선모충이 제거된 돼지고기를 비싼값이라도 구입하고 싶다
	American Meat Institute(1993)	73	식품조사에 대하여 들은 적이 있다
		54	방사선 조사의 혜택을 안 뒤 조사된 육류를 구입하기로 했다
		60	방사선 조사된 햄버거에 5%의 추가비용을 기꺼이 지불하겠다
	Beuchat, Doyle & Brackett(1993)	50	방사선 조사된 쇠고기를 선호한다
		70	생고기에 대한 방사선 조사의 혜택을 알고난 후 조사쇠고기를 선호하게 되었다
Korea	한국부인회 (1988)	41	식품의 방사선 조사에 대하여 들어본 적이 있다
		78	식품에 방사선을 조사하면 방사능이 생겨 유해하다고 본다
		89	방사선 조사식품은 구입하지 않겠다
		79	방사선 조사는 식품의 보존기간을 연장하므로 경제적이지만 구입하지 않겠다
		66	FAO/WHO 등 국제기구에서 안전하다고 발표하여도 방사선 조사식품은 구입하지 않겠다
		80	방사선 조사식품의 반대캠페인에 호응하겠다
	Kwon, Byun & Cho (1992)	82	식품의 방사선 조사에 대하여 들은 적이 있다
		44	한국정부가 식품의 방사선 조사를 허가한 사실을 알고 있다
		37	방사선 조사식품을 구입하겠다
		51	조사식품의 구입여부를 결정하기 위해 정보가 필요하다
		33	방사선 조사식품은 안전하다고 믿는다
		51	조사식품이 안전한지 의심스럽다
		16	조사식품의 안전성에 대하여 아는 바 없다
		9	가공식품중 무조건 값이 싼 것을 구입하겠다
		13	가공식품중 화학약품처리 식품을 구입하겠다
		35	가공식품중 방사선 조사식품을 구입하겠다
		71	방사선 조사식품의 실용화 지연은 홍보부족 때문이다
60	건멸치의 위생적 품질향상 및 보존을 위해 방사선을 조사하였을 경우 구입하겠다		



국 가	연구발표자 (발표년도)	응답자비 (%)	설문조사내용및결과
Korea	소비자문제연구 시민모임 (1993)	55	식품에 방사선을 조사한다는 사실을 알지 못한다
		78	식품 방사선 조사는 들은 적이 있지만(45%) 정확히 모르고 있다
		58	식품에 방사선을 쪼이면 영양성분이 파괴된다고 본다
		16	식품의 방사선 조사를 반대한다
		38	조사식품에 대하여 부정적이나 안전성과 효과가 증명되면 찬성하겠다
		53	방사선 조사된 수입과일을 구입하지 않겠다
		70	라면 수프가 방사선 조사되었을 경우 라면을 구입하지 않겠다

★설문조사의 응답자 비율(%)은 반올림한 수치임.

### 참 고 문 헌

1. 대한민국 보건복지부 : 식품 방사선 조사기준 및 규격개정. (1995. 5. 19)
2. IAEA : Food irradiation Newsletter, 19 (1), 3~65 (1995)
3. ICGFI : Provisional Guidelines for the Irradiation of Various Plant and Animal Products, International Consultative Group on Food Irradiation (1991)
4. 권중호 : 전리방사선의 식품에의 이용, 식품과학과 산업, 22(2), 74~83 (1989)
5. Kown, J. H., Byun, M. W. and Cho. H. O. : Development of food irradiation technology and consumer attitude toward irradiated food in Korea. Radioisotopes, 41 (12), 654~662 (1992)
6. WHO : Wholesomeness of irradiated food. Report of a joint FAO/IAEA/WHO expert committee. Tech. Rep. 651. World Health Org., Geneva (1981)
7. Codex Alimentarius Commission : Codex general standard for irradiated foods and recommended international code of practice for the operation of radiation facilities used for the treatment of foods. CAC /VOL. X V, FAO, Rome (1984)
8. Brynjolfsson, A. : Energy and food irradiation. In Food Preservation by Irradiation, Vol. II, Proceedings of a symposium held in Wageningen, the Netherlands, 21 ~25 Nov.(1977), International Atomic Energy Agency, Vienna (1978)
9. Derr, D. D. : Progress of food irradiation in the United States. Paper presented at 9th International Meeting on Radiation Processing, Istanbul, Turkey, 11~16 Sept.(1994)
10. Loaharanu, P. : Status and prospects of food irradiation. Food Technol., 48(5), 124~131 (1994)
11. Cho, H. O. : Status report on food irradiation in the Republic of Korea. Presented at the final FAO/IAEA RCM of RPFII-Phase III, Taejon, Korea, 20~24 Sept. (1993)
12. Reuter : Irradiated chicken selling briskly, 3 Sept.(1993)
13. Bruhn, C. M., and Noell, J. W. : Consumer in-store response for irradiated papa-

- yas. Food Technol., 41(9), 83~85(1987)
14. Bruhn, C. M., and Shutz, H. G. : Consumer awareness and outlook for acceptance of food irradiation. Food Technol., 43(7), 93~97(1989)
  15. Bruhn, C. M., Shutz, H. and Sommer R. : Attitude change for food irradiation among conventional and alternative consumers. Food Technol., 40, 93~97(1986)
  16. Canadian Gallop Poll Ltd. : Marketability testing of irradiated fish and seafood. Department of Fisheries and Oceans, March (1984)
  17. Dialogue Canada Grocery Attitudes of Canadian : Conducted for Grocery Products Manufacturers of Canada (1988)
  18. Fiszer, W. : Market tests with irradiated onions and potatoes in Poland. Proceedings of the International Workshop on Food Irradiation, Taiwan, 5~15 Jan. (1989)
  19. Food Marketing Institute : Trends-consumer attitudes and the supermarket (1986)
  20. Grocery Products Manufacturers of Canada : Grocery attitudes of Canadians (1988)
  21. IAEA : Test market of irradiated strawberries in France. Food Irradiation Newsletter, 11, Sept. (1987)
  22. Prachasittisak, Y., Pringsulaka, U. and Chareon, S. : Consumer acceptance of irradiated Nham fermented pork sausage. Office of Atomic Energy for Peace, Bangkok, Thailand (1989)
  23. Robertson, T. : The process of innovation and the diffusion of innovation. Journal of Marketing, Vol. 31 (1967)
  24. Rogers, E. : Diffusion of Innovations, MacMillan Publishing (1983)
  25. Terry, D. : Market test of irradiated apples, Central Missouri State University. Personal communication (1988)
  26. Van der Linde, H.J. and Bredrick, H.T. : Commercial experience in introducing radurised food to South African markets. Food Irradiation Processings' proceedings of an International Symposium held in Washington, D.C. (1985)
  27. Weaver, V. and Marcitte, M. : Food irradiation and consumer education-The Role of Food and Health Professionals. Presented at the 6th International Meeting on Radiation Processing, Ottawa, Canada, 31 May~5 June(1987)
  28. Bord, R. J. and O'Connor, R.. E. : Who wants irradiated foods. Untangling complex public opinion. Food Technol., 43 (10), 87~90(1989)
  29. Carrot Top Newsletter : Northbrook, Illinois, United States (1992)
  30. Good Housekeeping Institute : Food attitude study, Report of the Consumer Research Department, April(1985)
  31. Louis Harris and Associates Poll for the Food Marketing Institute : Consumer concerns about selected food attributes (1986)
  32. Malone, J. W. Jr. : Consumer willingness to purchase and pay more for potential benefits of irradiated fresh products. Agribusiness, 6(2) (1990)
  33. Matin, M. A. and Bhuiya, A. D. : Test marketing and consumer's acceptability of irradiated foods in Bangladesh. Food Irradiation Newsletter, 14, May (1990)
  34. Qixun, C., Peishu, X., Hao, C., Lihua, C. and Shaobin, D. : Test marketing and consumer acceptability of irradiated foods in China."Excerpt from a paper presented

- at the Second FAO/IAEA Research Co-ordination Meeting on Asian Regional Co-operative Project on Food Irradiation, Acceptance and Process Control (RPFI-Phase III), Jakarta, Indonesia, 15~19 July (1991)
35. Schutz, H. G., Bruhn, C. M., and Diaz-Knauf, K. N. : Consumer attitude toward irradiated foods : Effects of labelling and benefits information. *Food Technol.*, 43 (10), 80~86(1989)
  36. Steyer, R. : Irradiated food : A marketing hot potato. *Across the Board Conference Board Magazine*, July/August (1986)
  37. Terry, D. E. and Tabor, R. L. : Consumers perceptions and willingness to pay for food irradiation. Reported by Enhancing Consumer Choice, Preceedings of the Second International Conference on Research in the Consumer Interest, American Council on Consumer Interests, USA, p. 117 (1990)
  38. Urioste, A. M., Coci, C. A. and Curzio, O. A. : Consumer acceptance of irradiated onions in Argentina. *Food Technol.*, 44 (5), 134~136(1990)
  39. Zhieng, V., Fuying, H. and Dong, C. : Consumer in-store response to Irradiated apples in China. Excerpt from a paper presented at the Second FAO/IAEA Research Coordination Meeting on Asian Regional Cooperative Project on Food Irradiation, Acceptance and Process Control(RPFI-Phase III), Jakarta, Indonesia, 15~19 July (1991)
  40. Marcotte, M. : Irradiated strawberries enter the U. S. market. *Food Technol.*, 46 (5), 80~86 (1992)
  41. Pszczola, D. : Irradiated produce reaches Midwest market. *Food Technol.*, 46(5), 89~92 (1992)
  42. Pszczola, D. : Irradiated poultry makes U. S. debut in Midwest and Florida markets. *Food Technol.*, 47 (11), 89~96 (1993)
  43. Anon. : Food safety. Report of the working group in International Symposium on Cost/Benefit Aspects of Food Irradiation Process, Aix-en-Provence, France, 1~5 March(1993), *Food Irradiation Newsletter*, 17(2), 4(1993)
  44. Kwon, J. H. : Advances in food irradiation and its potential roles in Korea. *J. Food Hygiene and safety*, 9(1), S35~S49(1994)
  45. Marcotte, M. : Commercial food irradiation, market tests and consumer attitude research. Prepared as a discussion document for the United Nations Environment Programme Methyl Bromide Technical Options Committee, January(1994)