

◇總 説◇

食品照射 實用化에 대한 背景과 展望

權 重 浩

韓國에너지研究所 食品照射研究室  
(1984년 10월 20일 접수)

A Review :

**Background and Prospect for the Commercialization  
of Food Irradiation**

Joong-Ho Kwon

*Food Irradiation Laboratory, Korea Advanced Energy Research Institute, Seoul, Korea*  
(Received October 20, 1984)

**Abstract**

Food irradiation is increasingly recognized as the sole viable alternative to traditional method of food preservation in terms of reducing the overall quantity of spoiled food, reducing energy used in food storage, and reducing reliance on chemicals known to be hazardous but currently required for disinfection. Irradiation with ionizing radiation can be applied in the fields of sprout inhibition, disinfestation of insects, sterilization, delay of ripening, and improvement of organoleptic properties in food. In order to back up the commercialization of food irradiation in Korea, this review not only dealt with the international background for food irradiation and wholesomeness of irradiated food, but also evaluated economic feasibility of irradiated food, irradiation facilities, and domestic status of food irradiation studies.

**1. 서 언**

식량의 부족현상은 세계적인 추세이며 인구증가와 더불어 반드시 극복되어야 할 과제이다. 수확된 식량은 지역에 따라 차이는 있으나 저장중 20~30% 이상 손실되며, 10%의 직접증산이 어려운 현 상황하에서 식량의 저장법을 개선함으로써 20% 이상의 간접증산을 가져오는 것은 가장 현실적인 방법일 것이다.

재래적으로 이용되어 오던 식량의 저장법은 여러 가지가 있으나 이들은 비위생적이거나 저장에너지의 과다, 약제성분의 잔류, 처리방법의 복잡성과 효과의 불완전, 유해물질의 생성 및 영양성분의 파괴 등 많은 문제점을 내포하고 있다.

방사선에 의한 식품보존 기술은 원자력의 평화적 이용의 전형적인 분야로서 국제 원자력기구(IAEA)와 선진 여러 나라에서 주도한 연구결과에 따라 그 우수성이 널리 인정되었으나 조사식품(照射食品)의

전전성과 소비자의 수용성 및 경제적 타당성에 대한 의구심 때문에 일반적인 실용화가 지연되어 왔다.

방사선을 이용한 식품저장 연구는 Roentgen(1895)이 X-선을 발견한데 이어 Mink(1896)가 세균에 대한 X-선의 영향을 발표한 데서 비롯되었으며, 1921년 Schwartz는 전리방사선을 이용한 육류의 *Trichinella spiralis* 살균에 대하여 최초의 특허를 얻게 되었다.<sup>1)</sup> 식품조사(食品照射)에 이용되는 방사선원(放射線源)으로는 동위원소가 방출하는 감마선과 전자 가속장치에서 발생되는 전자선 및 5 MeV 까지의 X-선이 있으며, 이들을 이용한 식품보존 연구는 대형의 조사선원(照射線源)이 개발 생산된 1950년대부터 활발하게 시작되었다.<sup>2,3)</sup>

식품에 대한 방사선 조사의 효과는 표적설(target theory)과 간접작용설(indirect theory)로 설명될 수 있으며,<sup>4)</sup> 표적설은 생물체의 세포나 그 밖의 표적물을 질내에는 방사선에 대해 감수성이 높은 부분이 존재하여 여기에 방사선 에너지가 직접 유효한 전리를 일으켜 생물학적 효과를 가져오는 물리적인 과정이다. 한편 간접작용설은 생체내의 세포 구조체를 둘러싸고 있는 물이나 혹은 전리작용에 따른 생성물(이온과 유리기)이 2차적으로 세포생활에 필요한 물질 또는 그 구조에 화학적 변화를 일으켜 간접적인 효과를 얻게되는 학설이다.

식품조사에 관련된 방사선 조사는 물리적인 처리방법으로서 감마선은 투과력이 강하여 식품을 완포장 상태로 처리할 수 있어 2차오염을 방지할 수 있고, 열(약 2.4°C/10kGy)에 의한 영양분의 파괴나 의관의 변화를 막을 수 있으며, 잔류성분이 남지 않는다는 장점이 있어 Table 1에서와 같이 이용목적에 따라 저선량, 중선량 및 고선량에 걸쳐 다양하게 활용되고 있다.

**Table 1. Application of ionizing radiation to food preservation**

Low dose ( $\leq 1$ kGy*)
• Sprout inhibition
• Insect disinfestation
• Delay of ripening
Medium dose (1-10 kGy)
• Reduction of microbial load
• Reduction in the number of nonsporing pathogenic microorganisms
• Improvement in technological properties of food
High dose (10-15 kGy)
• Sterilization for commercial purposes
• Elimination of viruses

\* 1 Gy=100 rad=1 joule/kg

용될 수 있다.<sup>5,6)</sup> 이 같이 최근 식품조사는 첫째; 식량의 손실감소, 둘째; 식품저장에 소요되는 에너지의 절감, 셋째; 인체에 유해한 화학약품(훈증제 및 방부제)의 대체방안의 세가지 명제하에서 국제기구(FAO/IAEA/WHO)와 FDA 및 세계각국의 공동 연구 결과에 따라서 그 전전성 및 우수성이 인정되어 실용화가 계속 확대되어 가고 있다.

본고에서는 이 같이 현행 식품의 저장, 가공방법의 문제점을 보완 또는 해결할 수 있는 방사선에 의한 식품보존 기술의 국내 실용화를 위하여 국제적 배경과 국내의 연구현황 및 전망에 관하여 최근의 자료를 통해 검토한 내용을 소개하고자 한다.

## 2. 조사식품의 전전성과 법적허가 현황

방사선이 조사된 식품의 전전성은 영양학적, 미생물학적 및 독물학적 분야에 걸쳐서 수행되어야 한다. 방사선 조사는 다른 식품가공 방법과 마찬가지로 식품에 화학적 변화를 일으킬 수 있으며, 영양성분의 변화 및 정도는 식품의 종류, 영양성분 및 조사조건 등에 따라 달라진다.

조사식품의 영양학적 전전성을 검토하기 위해서는 먼저 영양성분의 함량변화와 유용한 성분의 변화유무 및 이에 따른 영양적 손실과 관능적 특성등이 고려되어야 하는데, 일반적으로 비타민류는 방사선에 대해 비교적 예민하지만 가열에 의한 영향보다는 훨씬 안전하며,<sup>7,8)</sup> 단백질 생물가는 고선량의 조사에서도 영향을 받지 않는다는 결과가 육류등 여러 가지 식품에 대한 실험에서 확인됨에 따라,<sup>9,10)</sup> 현재 식품에 이용되고 있는 방사선 조사는 영양적으로나 관능적 품질면에서 별 문제가 되지 않는 것으로 밝혀지고 있다. 또한 조사식품의 미생물학적 전전성을 검토하기 위해서는 오염미생물의 방사선 저항성과 조사목적이 분명하여야 하며, 포장 및 저장온도등이 중요한 요인이 될 수 있다. 고선량의 방사선 살균은 미생물에 기인된 위험을 막을 수 있으나 저선량 조사는 현행의 다른 식품 살균법과 같이 진존하는 미생물의 영향으로 위생적인 문제를 야기할 수도 있다고 생각되었다. 그러나 방사선 저항성이 가장 큰 *Clostridium botulinum* type E를 대상으로 여러 가지 조사식품에 대하여 독소생성에 관련된 연구를 수행한 결과 전혀 안전하였다고 밝혀짐에 따라<sup>11,12)</sup> 조사식품의 미생물학적 전전성은 현재 이용되고 있는 다른 식품 처리법과 아주 동일하다는 결론을 내리게 되었으며, 미생물학자들도 식품과 사료의 병원성 미

생물의 제거를 위하여 방사선 조사를 추천하게 된 것이다.<sup>13)</sup>

특히 방사선 조사로 인한 독물학적, 유전학적 연구는 과거 30여년간 여러가지 실험동물을 대상으로 수행되었다. 한 예로서 미국군의 연구진은 조사된 쇠고기 한 품목의 건전성 실험을 위하여 1,500마리의 개, 2,700마리의 쥐와 20,000마리의 생쥐를 사용하였으며, 그 연구비는 500만불이었다. 그러나 대부분의 국가가 이와 같은 동물사육 실험을 수행할 시설과 여건이 부족하기 때문에 연구한 결과를 공동으로 이용하기 위한 식품조사 분야의 국제과제가 1970년에 창설되었으며, 이에 대한 동의는 24개국과 유럽협력기구(OECD), 구주 원자력위원회(ENE) 및 FAO/IAEA에 의해 서명되었고, 이와 같은 결과는 오늘 날 식품조사의 국제적 실용화에 큰 공헌을 하게 되었다. 따라서 FAO/IAEA/WHO에서는 1964년에 최초로 조사식품의 건전성 평가를 시도한 이래 1980년에 최종적으로 평균 10kGy까지 조사된 어떠한 식품도 독물학적 장해가 없으므로 더 이상의 동물실험은 필요치 않으며 영양학적, 미생물학적으로도 안전하여 인간이 섭취하여도 좋다고 공포하였다.<sup>5)</sup>

이어서 미국 FDA에서는 식품에 사용되는 훈증제(ethylene oxide, ethylene dibromide 및 propylene oxide 등)와 식품 방부제를 방사선 조사로 대체할 것을 권장하였으며, 일본 후생성에서도 ethylene oxide의 사용을 인체에 대한 잠재적인 위해 때문에 점차 금지하기에 이르렀다.<sup>14)</sup> 또한 FDA에서는 1983년 7월 향신료(분말제품) 및 견조야채 조미료의 살균 살충을 목적으로 10kGy의 방사선 조사를 허가한 데 이어<sup>15)</sup> 1984년 2월에는 미국 후생성이 신선 과채류의 생장억제, 속도조정 및 해충구제를 위해 1kGy, 향신료의 살균을 위하여 30kGy까지의 방사선 조사를 법적으로 허가함에 따라<sup>16)</sup> 세계 여러 나라 소비자들의 수용성에 밝은 희망을 주게 되었다. 따라서 1984년 4월 현재 세계 28개국에서 45개 품목의 조사식품이 법적으로 허가되어 실용화되었거나 특수목적(우주식품의 살균 등)에 이용되고 있으며<sup>17)</sup> (Table 2), 국내에서도 실용화를 위한 연구가 거듭되어 법적 허가 절차가 마무리 단계에 있다.

### 3. 식품조사의 경제적 타당성

식품조사가 실용화되기 위해서는 그 안전성 뿐만

Table 2. Irradiated food products cleared for human consumption in different countries\*  
(April 1984)

Product	Purpose of irradiation (Dose, kGy)	Number of countries	Specified items
Potatoes	sprout inhibition (0.05—0.15)	22	
Onions	sprout inhibition (0.05—0.15)	17	
Garlic	sprout inhibition (0.075—0.15)	5	
Shallots	sprout inhibition (0.15)	2	
Grain	insect disinfestation (0.1—1)	9	
Wheat flour	insect disinfestation (0.2—0.5)	4	rice, wheat, etc.
Spices	radicidation (5—10)	11	paprika, onion, garlic, black and red pepper powders, mixed product etc.
Fresh fruits	radurization (1—4)	16	strawberries, tomatoes, mangoes, peaches, cherry, grapes, apricot, etc.
Dried fruits	insect disinfestation (0.5—1)	3	grapes, dates, banana, etc.
Fresh vegetables	radurization & growth inhibition (1—4)	7	asparagus, cocoa beans, mushrooms, etc.
Dried vegetables	insect disinfestation (0.5—1)	3	
Chicken	radurization & radicidation (2—7)	6	
Meat	radurization (5—8)	7	beef, pork, rabbit products, frog legs, frozen meat products, etc.
Fish & fishery products	radurization (1—8)	11	cod, salmon, mackerel, shrimps, etc.
Dry food concentrates	insect disinfestation (1)	3	
Patient's food	radappertization ( $\geq 10$ )	1	

\* 45 food items in 27 countries and one organization (FAO/IAEA/WHO Expert Committee)

아니라 처리효과 및 경제성에 대한 검토가 필수적이다. 우리나라와 같이 인구밀도가 높고 도시인구가 크게 증가하는 실정에서는 간편식품의 대량생산이 요망되며, 이를 위해서는 원료품질의 일정화와 연중 안정공급이 전제조건이 된다. 또한 식생활의 다양화로 신선식품의 수요가 증가함에 따라 식품의 경제적 대량 저장법 개발로서 식품의 원활한 유통과 가격의 안정화에 도 기여하여야 할 것이다.

앞서 언급된 바와 같이 감마선은 투과력이 강하여 식품의 종류나 크기에 관계없이 완포장 상태로 처리가 가능하여 2차오염이 없으므로 유통과정에서 냉장이나 냉동이 필요치 않으며, 기타 식품가공 방법과 소요되는 에너지를 비교해 볼 때 절감효과는 매우 크다고 할 수 있다<sup>18)</sup> (Table 3).

오늘날 식품의 살균, 살충을 위하여 훈증제가 대부분 사용되고 있으나 처리의 복잡성과 침투성이 나빠 처리효과가 불완전 할 뿐만아니라 재포장에 따른 2차오염의 가능성이 높고 잔류성분이 남게되어 인체에 직접적인 위해를 가져올 수 있다. Vajdi 등<sup>19)</sup>에 의하면 여러가지 향신료의 살균을 위해 ethylene

oxide와 감마선 조사의 처리효과를 비교해 보았을 때 감마선 조사가 훨씬 우수한 것으로 나타났으며 (Table 4), ethylene oxide는 식품의 풍미 및 성분에 상당한 영향을 미치는 것으로 보고한 바 있다. 그 비용면에 있어서도 방사선 조사는 완포장 상태로 신속하고도 연속적으로 처리할 수 있고, 특히 조사시설의 가동율을 높임으로써 조사비용(照射費用)을 크게 낮출 수 있을 것으로 생각되며, 최근 위생적인 측면에서 화학 훈증제의 사용이 점차 금지됨에 따라 경제적이고도 효과가 완전한 방사선 조사가 많이 이용될 것으로 전망된다.

또한 감자, 양파, 마늘등의 근채류 식품은 발아로 인한 손실이 대부분이므로 효과적인 발아억제 방법이 절실히 필요하다. 따라서 발아방지를 위하여 maleic hydrazide나 CIPC(isopropyl N-(3-chlorophenyl carbamate)를 살포하는 방법이 이용되어 왔으나 처리비용이 방사선 조사의 2배 이상일 뿐만 아니라 처리효과 면에서도 완전하지 못하며 약해에 대한 논란이 크게 대두되고 있다.<sup>20)</sup> El-Oksh 등<sup>21)</sup>은 실온과 저온(0°C)에 저장된 마늘의 발아억제를 위하여 0.12 kGy의 감마선 조사와 maleic hydrazide(2500 ppm) 처리효과를 비교해 보았을 때 방사선 조사가 우수하였다고 밝힌 바 있다 (Fig. 1).

한편 국내에서는 이를 발아식품에 대한 저장방법 및 용량의 부족으로 매년 단경기에는 가격이 2~5배 이상 폭등하고 있는 실정이다. 따라서 저자들은 감자, 양파, 마늘 및 밤에 방사선을 조사하여 저장후 예상되는 판매차액을 최근 4년간(1980~1983)의 생산 및 물가자료<sup>22,23)</sup>를 근거로 하여 조사해 보았다 (Table 5). 평균 생산량에 대비한 500kCi감마선 조사시설의 휴면기간 중 처리 예정량으로서 감자와 양파(각 10%), 마늘(14%) 및 밤(30%)이 합계 137,700

Table 3. Typical energy values required for food processing

Process	Energy value (kJ/kg)
Sprout inhibition (0.1 kGy irradiation)	2
Insect disinfestation (0.25 kGy irradiation)	7
Radurization (2.5 kGy)	21
Radappertization (30 kGy)	157
Heat sterilization	918
Cooking (93°C)	2,558
Chill storage (0°C/10 days)	396
Frozen storage (-25°C/3.5 weeks)	5,149
Blast freezing (4.4°C — -23.3°C)	7,552

Table 4. Comparative effect of ethylene oxide and gamma irradiation on the bacterial flora of selected raw spices

Spices	Treatments (Number of organisms per gram)								
	Raw			Ethylene oxide*			Gamma irradiation**		
	Total count	Thermo-philic	Aerobic spores	Total count	Thermo-philic	Aerobic spores	Total count	Thermo-philic	Aerobic spores
Black pepper	4.0×10 <sup>6</sup>	1.58×10 <sup>6</sup>	6.34×10 <sup>4</sup>	1.48×10 <sup>3</sup>	4.3×10 <sup>2</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0
Paprika	9.86×10 <sup>6</sup>	3.24×10 <sup>5</sup>	3.0 ×10 <sup>3</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oregano	3.26×10 <sup>4</sup>	1.8 ×10 <sup>3</sup>	1.0 ×10 <sup>2</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Allspice	1.74×10 <sup>6</sup>	1.5 ×10 <sup>6</sup>	1.05×10 <sup>2</sup>	4.25×10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Celery seeds	3.7 ×10 <sup>5</sup>	1.3 ×10 <sup>5</sup>	3.94×10 <sup>3</sup>	0.8 ×10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Garlic powder	4.65×10 <sup>5</sup>	9.0 ×10 <sup>2</sup>	0.0	1.45×10 <sup>4</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0

\* 10%, 135°F, 8 lbs, 12—16 hrs.

\*\* 15kGy.

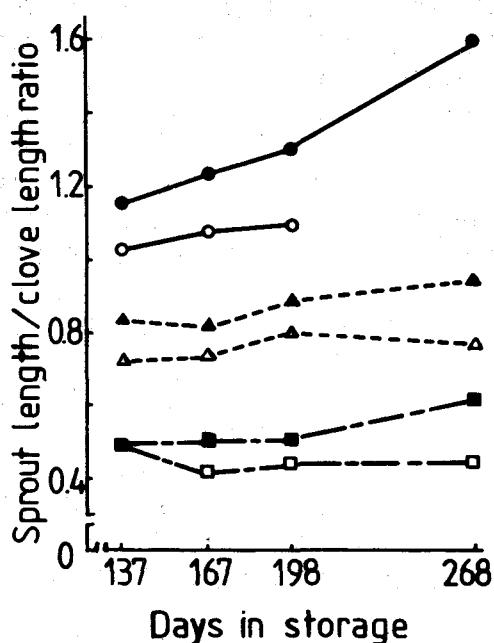


Fig. 1. Comparative effect of maleic hydrazide(2500ppm) and gamma irradiation (0.12kGy) on the sprout inhibition of garlic during storage.

- control (0°C)
- control (room temperature)
- ▲—▲ maleic hydrazide (0°C)
- △—△ maleic hydrazide (room temperature)
- gamma irradiation (0°C)
- gamma irradiation (room temperature)

Table 5. Preliminary economic analysis on preservation of sprouting foods by irradiation combined with natural low temperature for the average 4 years (1980-1983)

Inspection item	Unit	Potato	Onion	Garlic*	Chestnuts**	Total
Total production	ton	502,000	384,000	203,600	62,000	1,151,600
Estimated amount of irradiation (500kCi irradiator) (against total production)	ton (%)	50,200 (10)	38,400 (10)	28,500 (14)	18,600 (30)	135,700
Marketable foods (cut off 20% loss)	ton	40,160	30,720	22,800	14,880	108,560
Purchased price of foods (farmers' forwarding price) (Marketing price after storage)		7,242,186	4,986,879	37,543,999	6,603,000	56,376,064
Year round mean wholesale price	1,000 won	11,244,800	9,412,608	58,048,800	17,519,712	96,225,920
Wholesale price at off-season	1,000 "	14,125,610	25,116,672	75,004,400	30,816,480	145,069,162
The balance of marketing price	1,000 "					
• by year round mean wholesale price	1,000 "	4,002,614	4,425,729	20,504,801	10,916,712	39,849,856
• by wholesale price at off-season	1,000 "	68,834,424	20,129,793	37,460,401	24,213,480	88,687,098

\* 100 pieces: 3kg, \*\* 1,000L: one ton.

튼이 되며, 원료구입 가격은 수확시 농가 출하가격으로 하였을 때 약 560억이 된다. 원료에 방사선을 조사한 뒤 자연저온 저장고(음식, 년중온도변화 2~17°C)에 판매시 까지 저장중 20%의 자연손실(부패 및 중량감소)을 감안하였을 때 판매 제품량은 약 108,000톤이며, 그 판매차액은 년평균 도매물가 기준으로 계산하면 약 400억원, 단경기 도매가격으로 판매하였을 경우에는 약 890억원으로 나타났다. 또한 저장후 제품을 소매가격으로 판매하거나 단위 무게당 값이 싼 감자나 양파대신 마늘이나 밤의 조사비율(照射比率)을 높인다면 판매차액은 더욱 증가될 것이다. 물론 이 같은 차액은 방사선 조사비용 및 기타 운영관리비등이 고려되지 않은 것이나 조사비용은 식품조사가 산업화 되었을 경우 통상 7~10불 정도이며,<sup>24)</sup> 또한 밭아역제 대상식품은 방사선에 의해 밭아를 억제시킬 경우 그 저장성은 저장조건에 크게 영향을 받지 않으므로 냉동기 가능성이 자연저온을 이용하여도 이를 해 단경기까지 저장이 가능하여 저장비용을 1/2~1/3 이상 절감할 수 있게 된다.<sup>25)</sup> 한편 일본에서는 1973년말 감자의 방사선 조사가 세계 최초로 산업화된 이래 단경기 가공원료의 안정공급과 물가안정에 기여한 바 크며<sup>26)</sup>, 국내에서도 이에 대한 구체적인 관심과 연구가 필요하다고 본다.

#### 4. 조사시설

현재 식품에 이용되고 있는 방사선은  $^{60}\text{Co}$ 과  $^{137}\text{Cs}$ 이 방출하는 감마선과 10MeV까지의 전자선이며, 전자선은 감마선에 비해 투과력이 약하여 식품의 표

면살균등에 부분적으로 이용되고 대부분 감마선이 많이 활용되고 있다.  $^{60}\text{Co}$  과  $^{137}\text{Cs}$  동위원소는 반감기가 5.25년과 33년으로서 선원의 강도를 항상 유지시키려면 1년에  $^{60}\text{Co}$  은 12.5%,  $^{137}\text{Cs}$  은 2.3% 씩 보충시켜 주어야 한다. 또한  $^{60}\text{Co}$  은  $^{137}\text{Cs}$ 에 비하여 생산이 용이하고 가격이 저렴하며, 감마에너지의 강도에 있어서도  $^{137}\text{Cs}$  이 0.66MeV인데 비해  $^{60}\text{Co}$  은 1.17 또는 1.13MeV 이므로 경제적으로 널리 이용된다.

감마선 조사시설은 그 이용방식에 따라 고정식과 이동식으로 나누어지며, 이들 시설이 갖는 특징으로서 단위 시간당 조사용량(plant capacity)과 년간 가동율(plant utilization)은 조사효율(照射效率)면에서 밀접한 관계를 지니게 된다. 이동식 조사장치(mobile irradiator)는 조사 식품수의 증가와 식품생산의 지역성을 고려한다면 매우 바람직하나 우리나라와 같이 국토가 좁고 도시간의 교통거리가 짧은 실정에서는 생산지 보다 소비지 위주의 고정식 조사장치(stationary irradiator)의 이용이 타당하다고 본다.

방사성 동위원소는 감마에너지를 공간적으로 항시 방출하기 때문에 방출된 감마선을 얼마 만큼 유용하게 이용하느냐 하는 것은 시설운영에 가장 큰 관심사가 되므로 조사품목(照射品目)의 확대로 시설의 가동율을 증대시켜야 할 것이다. 한편 1973년에 준공된 일본 북해도의 300kCi 감마선 조사시설은 건설비가 그 당시에 130만불이었으며, 준공후 2년간 평균 운영 관리비는 20만불로서 발아여제 선량(0.06~0.15 kGy)으로서 1시간에 15톤, 한달에 약 10,000톤의 감자를 처리할 수 있다.

현재 국내에서는 한국 에너지 연구소(KAERI)에 의료용품등의 살균을 위한 100 kCi 감마선 조사시설이 1975년에 준공되어 위생 및 의료용품(58개 회사 39개 품목), 의약품(20개 회사 25품목), 식품 가공원료(31개 회사 11개 품목) 등이 24시간 처리되고 있으며, 그 처리물량은 매년 증가되고 있다.<sup>27)</sup>

세계적으로 식품조사에 이용되고 있는 조사시설은 30개국에서 70여개가 있으며, 국내에서는 500 kCi

감마선 조사시설의 건설을 추진중에 있는바 예상 소요자금으로서 대지 구입비(3억원), 건축비(16억 8천만원), 기계 설치비(13억 5천만원), 선원(線源)비(3억 2천만원), 월 회전자금(1억 3천만원) 및 예비비(2천만원) 등 총 38억 원 정도가 필요하며<sup>28)</sup>(1985년중 건설 예정임), 이에 대한 자세한 내용은 다음 기회에 소개하기로 한다.

## 5. 국내 연구개발 현황

식품조사에 대한 국내의 연구로는 1960년대 중반부터 과채류, 곡류, 수산물, 육류 및 가공식품 등에 대한 80여편의 논문이 발표되었다. 그러나 조사식품의 실용화를 위한 충분한 근거가 마련되지 못하다가 1980년대 들어 식품조사에 대한 세계적인 관심과 국제기구 및 세계 보건당국에 의한 전전성 공인에 힘입어 국내에서는 처음으로 한국 에너지 연구소에서 실용화를 전제로 한 반산업적 규모의 실험이 수행된 바 있으며, 1982년도에는 저자등이 감마선을 이용한 감자, 양파 및 밤의 발아, 발근억제와 인삼분말 제품의 대장균 살균에 대한 법적허가를 보건사회부에 신청하였다.<sup>29)</sup> 그 동안 정부 관연기관에서는 이에 대한 국제적 상황과 국내의 타당성 여부를 검토한 끝에 비로소 1984년 9월 6일에 이들 식품에 대한 전전성을 인정하게 된 것이다.

이에 따라 국내에서도 조사시설이 건설되고 식품조사 사업이 시작됨에 따라 조사식품에 대한 국민들의 올바른 이해를 위해 정부와 관연기관에서는 많은 노력을 기울여야 할 것이며, 우리 실정에 알맞는 경제적 품목의 실용화를 확대시켜 나아가야 할 것이다. 지금까지 국내에서 실용화를 위하여 연구개발 되었거나 연구중인 품목은 Table 6과 같이 크게 발아억제 대상식품, 향신료 및 인삼분말제품, 건어물, 버섯류, 닭고기 및 수산 가공품이며, 현재 저장가 공상 문제점을 가지고 있는 다른 식품에 대해서도 추후 계속 연구를 진행할 계획이다.

Table 6. Food items investigated at KAERI for irradiation

Product	Purpose of irradiation	Dose (kGy)
Potatoes, onions, garlic, chestnuts	sprout & root inhibition	0.1~0.25
Garlic, onion, red and black pepper powders, ginseng powder	radicidation	3~7
Dried fish & fishery products*	radicidation & radurization	3~7
Mushrooms	growth inhibition	1.5~2.5
Chicken	radicidation & radurization	5~10

\* under investigation.

## 6. 결 언

방사선에 의한 식품보존 기술은 식량의 손실방지와 저장에너지의 절감 및 화학약품에 대한 의존도를 줄일 수 있는 유일한 수단으로 주목되고 있다. 식품조사의 실용화에서 가장 문제시 되어 왔던 조사식품의 건전성이 이제 국제적으로 공인되어 그 실용화가 확대되어 감에 따라 국내에서도 이에 대한 관심과 국민들의 의식이 점차 높아 가리라 믿어진다. 따라서 지금까지의 국내외 연구결과를 바탕으로 식품조사의 특징인 식품의 종류, 품종 및 상태에 따른 조사선량(照射線量)의 결정, 식품공업의 발전을 위한 가공원료의 일정화와 년중 안정공급, 식품의 원활한 유통 및 가격 안정화 등을 고려하여 우리의 실정에 알맞는 연구개발과 기술개선으로 식품조사의 실용화가 하루속히 정착되어지길 기대한다.

끝으로 본고 작성에 협조하여 주신 한국에너지연구소 조한우 식품조사연구실장님과 변명우 선임연구원에게 감사를 드린다.

## 문 헌

1. Schwartz, B. : *J. Agric. Res.*, **20**, 845(1921)
2. IAEA(International Atomic Energy Agency): Food Irradiation(proc. symp., Karlsruhe, 1966), Vienna, 935(1966)
3. IAEA: Food Preservation by Irradiation(proc. symp., Wageningen, 1977), Vienna, 594(1978)
4. Casarett, A. P. : In "Radiation Biology", Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 57 (1968)
5. WHO: Wholesomeness of Irradiated Food(report of a joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee), Technical Report Series, **659**, 7(1981)
6. 松山 晃: 化學と生物, **6**, 393(1968)
7. Thomas, M. H., Atwood, B. M., Wierbicki, E., and Taub, I. A. : *J. Food Sci.*, **46**, 824 (1981)
8. Josephson, E. S., Thomas, M. H., and Calh-

- oun, W. K. : *J. Food Proc.*, **2**, 299(1978)
9. Rhodes, D. N. : *J. Sci. Fd. Agric.*, **17**, 180 (1976)
10. Brooke, R. O., Ravesi, E. M., and Gadbois, D. F. : *Food Technol.*, **20**, 99(1966)
11. IAEA: Elimination of Harmful Organisms from Food by Irradiation(panel proc., Zeist, 1967), Vienna, 101(1968)
12. IAEA: Preservation of Fish by Irradiation(panel proc., Vienna, 1969), Vienna, 125(1970)
13. Mossel, D. A. A. : *J. Food Qual.*, **1**, 85(1977)
14. FDA: *Federal Register*, **45**, 18992(1981)
15. FDA: *Federal Register*, **48**, 30613(1983)
16. FDA: *Federal Register* **49**, 5714(1984)
17. FDA: *Press Release*, **8**, 1(1984)
18. IAEA: Food Preservation by Irradiation (proc. symp., Wageningen, 1977), Vienna, **2**, 285 (1978)
19. Vajdi, M., and Pereira, R. R. : *J. Food Sci.*, **38**, 893(1973)
20. USDA(United States Development Agriculture): *Technical Bull.*, **1934**, 1(1980)
21. El-Oksh, I. I., Abdi-Kader, A. S., Wally, Y. A., and El-Khally, A. F. : *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **96**, 637(1971)
22. 농협중앙회 : 농협조사월보(1980~1983)
23. 상공회의소 : 물가통계자료(1980~1983)
24. IAEA: Requirements for the Irradiation of Food on a Commercial Scale, 113(1975)
25. 김정우, 염광빈, 조한우, 권종호 : 비축농산물저장시험 사업보고서, 농어촌개발공사 식품연구소, 75(1983)
26. 梅田圭司 : 濟粉科學, **24**, 19(1977)
27. 한국에너지연구소 : 조사시설운영보고서(1982)
28. 용영물산주식회사 : 조사시설 사업계획서(1984)
29. 조한우, 권종호, 변명우, 양호숙 : 조사식품(감자, 양파, 밤, 인삼분말제품) 법적허가 신청자료, 한국에너지연구소(1982)