

## 식품조사처리에 관하여

윤 승 기 / 보건사회부 식품과

### 1. 서 론

食品은 맛있고 營養價가 있으며 衛生的이고 新鮮한 것이 生命이다. 그러나 일년내내 收穫되는 것도 아니고 또 生産地가 편중되어 있어 예로부터 인류는 食品을 貯藏하기 위한 방법으로서 낱고기를 소금에 절인다거나, 생선을 말린다거나 하는 등 다양한 방법을 사용해 왔다. 그리고 최근에는 防腐劑나 殺蟲劑 등도 널리 활용되고 있으나 그중에는 健康에 害를 주는 것도 있다는 사실이 알려져 있다.

그리하여 健康에 害를 주는 일이 없이 食品을 貯藏할 수 있는 새로운 방법으로서 食品에 放射線을 쬐이는 방법이 세계 각국에서 주목되고 있다.

日本에서 食品照射에 이용되고 있는 放射線은 健康診斷에 사용하는 X선과 비슷한 감마선으로서 빛이나 電波와 같은 電磁波와 동일 종류의 것으로서 食品에 쬐여도 그 안을 통과해 버린 뒤에는 아무것도 殘留되지 않는다. 물론 렌트겐사진을 촬영할 때와 마찬가지로 食品에서 放射能이 發生하는 일은 없다.

放射線은 여러 분야에 응용되고 있다. 예를 들면 암치료, 주사바늘, 수술용 장갑등의 살균은 그 대부분이 감마선의 照射로 처리되고 있으며, 齒科에서 촬영되는 렌트겐 사진도 감마선과 매우 흡사한 放射線인 X선을 사용하고 있다.

이와같이 放射線을 바르게 응용하면 우리들

의 생활에 크게 도움이 된다. 食品照射도 放射線 응용의 일례이다. 즉, 放射線을 食品에 쬐이면 食品의 신선도에 影響을 주는 일이 없이 또 健康에 害를 주는 化學藥品등을 食品안에 남게 하는 일도 없이 食品을 殺菌한다거나 發芽를 抑制하는 일이 가능하다.

이와같은 장점을 지닌 食品照射에 대해서 日本에서는 農林水産省食品綜合研究所, 厚生省 國立衛生試驗所, 日本 原子力研究所등 國家研究機關이 중심이 되어 건전성-건강에 영향을 미치지 않는 안전하고 또한 영양소가 파괴되지 않을 것 등-의 확인시험을 충분히 수행하였다. 그리하여 放射線으로 照射한 食品의 건전성이 확인되었기 때문에 發芽防止를 목적으로 한 감자에 대한 食品照射가 1974부터 실용화되었다.

海外에서도 國際食糧農業機構, 國際原子力機構, 世界保健機構 등의 국제 기관이 중심이 되어 실시된 건전성의 확인을 거쳐 이미 32개의 나라에서 食品照射의 허가가 승인되었다.

그리고 이미 허가되어 있는 식품의 범위는 과일, 야채를 위시하여 육류까지 약 60종류에 이르고 있다. 이러한 食品照射의 장점을 요약하면 다음과 같다.

- 식품을 폴리에틸렌 포장지에 포장한 상태로 살균할 수가 있어 포장지 속은 무균상태로 보존할 수 있으므로 위생적이다.
- 신선한 생선을 신선도를 유지한 채 살균하거나, 냉동식품을 냉동한 채 살균하는 등

의 처리가 가능하다.

- 식품의 보존이나 저장에 화학약품을 사용할 필요가 없기 때문에 이들 식품이 약품에 의한 오염이나, 약품의 잔류에 대한 염려가 없다.

## 2. 방사선 조사식품을 좀더 정확하게 압시다.

문 : 방사선을 쬐인 식품을 먹어도, 건강에 해는 없습니까?

답 : 정해진 방법에 따라서 바르게 방사선을 照射하는 한 전혀 걱정이 없습니다.

일본에서는 감자, 양파, 쌀, 밀, 어묵(생선목)류의 수산물, 비엔나 소세지, 감귤등 7개 품목의 식품에 대해서 연구가 수행되어, 일정선량 이하의 방사선을 쬐인 식품은 건전성-건강에 영향을 미치지 않고 안전하고, 더구나 영양소의 손실이 없다는 사실-이 확인되었습니다.

또한 국제적으로도 국제기관에 의한 충분한 검토의 결과, 조사식품 전반에 대해서 같은 결론을 내리고 있습니다.

### 照射食品의 건전성 확인

감자, 양파, 쌀, 밀, 생선목(어묵) 등의 수산물, 비엔나 소세지, 감귤의 7개 품목에 대해서, 농림수산성이나, 후생성 등의 연구소, 일본 원자력연구소 등이 협력하여 1967년부터 연구를 수행했습니다. 그 과정에서 새양귀와 쥐를 이용한 건전성 실험도 했습니다. 그결과 7개 품목 모두에 대해서 일정한 선량 이하의 식품조사의 경우는 건전성에 전혀 문제가 없다는 사실이 확인되어 원자력위원회에 보고 되었습니다.

### (국제적인 건전성의 확인)

국제식량농업기구(FAO)	합동전문가위원회 10년간에 걸친 건전성의 확인시험을 거쳐 1980년에 보고
국제원자력기구(IAEA)	
세계보건기구(WHO)	

10키로 그레이 이하의 선량으로 조사를 할 경우에는 어떠한 식품도 조사후의 건전성에 대해서 문제는 없다.

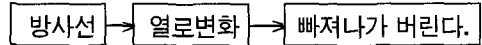
(키로 그레이 : 방사선의 에너지 흡수량을 표시하는 단위, 10키로 그레이의 조사는 1그램의 물질이, 방사선에 의하여 약 2.4cal의 에너지를 받는 것에 해당합니다)

문 : 식품에 방사선을 쬐여도, 식품이 방사능을 발생하는 일은 없습니까?

답 : 식품에 방사선은 쬐여도 방사능의 발생은 절대로 없습니다.

식품조사는 식품의 밖에서 방사선을 쬐이는 것이므로 식품에 쬐인 방사선은 열로 변하거나, 식품을 통과하며 방사되므로 식품속에 잔류되어 방사선을 방사하는 일은 절대로 없습니다. 치과에서 렌트겐 사진을 촬영할 때도 방사선의 일종인 X선을 치아에 조사합니다만 우리들의 이(치아)가 방사능에 오염되는 일은 없습니다.

식품조사의 경우도 완전히 동일합니다. 즉, 방사선으로 조사된 식품은 방사에 오염된 식품과는 전혀 다릅니다.



물질은, 그 자체의 원자핵을 변화시킬 정도로 강렬한 에너지를 가진 방사선을 받지 않으면, 방사능을 함유하게 되는 일은 없습니다.

식품에 보통 함유되어 있는 원자는 탄소, 산소, 수소, 질소 등 입니다만, 이것들이 방사선을 받아 방사능을 갖게되기 까지에는 10MeV(메가에лект론볼트) 이상의 에너지가 필요합니다. 그 0.1의 1MeV의 에너지의 방사선을 조사하는 경우, 0.1의 방사능을 함유하게 되는 것이 아니고, 10MeV 이하면 방사능을 발생하지도 않고 전혀 오염되지도 않습니다. 식품조사에 사용되는 고발트 60의 감마선은 最大의 경우에도 1.3MeV의 에너지이므로, 조사된 식품이 방사능을 갖는 일은 절대로 없습니다.

(MeV : 방사선의 에너지 단위, 방사선의 투과력을 표시합니다.)

문 : 식품에 照射하는 방사선의 선량은 인체에 영향을 주는 량을 초과하고 있지 않습니까?

답 : 식품에 照射하는 방사선은 인체에 직접 조사하는 것이 아니므로 인체에 대한 방사선의 영향은 전혀 없습니다.

예를들면 튀김을 튀기는 것을 생각해 봅시다. 튀김을 튀기는 기름의 온도는 150℃ 이상입니다. 이런 높은 온도의 기름속에 만약 사람이 들어가면 1초도 되기전에 크게 화상을 입게되고, 경우에 따라서는 죽어버릴지도 모릅니다. 그러나 튀김기름으로 2분간-120초간-튀긴 튀김은 먹어도 우리들의 건강에는 전혀 해가 없다는 것은 익히 잘 아실겁니다.

결국, 인간이 견딜 수 있는 열의 100배 이상의 열을 가한 튀김을 먹어도 걱정이 없습니다.

방사선을 쬐인 식품도 같다고 말할 수 있습니다. 사람이 직접 받으면 영향을 미치는 양의 방사선으로, 조사한 식품을 먹어도 사람이 직접 피폭을 받는 것이 아니므로, 전혀 문제가 없습니다.

문 : 감자에 방사선을 쬐이면 發芽(싹이 틈)가 억제된다고 합니다. 그 이유를 알고 있습니까?

답 : 방사선을 쬐이므로 해서 싹의 세포활동이 억제되므로 發芽가 억제됩니다.

일반적으로, 성장이 왕성한 세포일수록 방사선에 대한 감수성이 강합니다. 감자의 경우는 싹의 세포활동이 방사선에 의해 억제되기 때문에 발아가 억제됩니다. 그러나 발아가 억제되어도 감자 자체는 신선도를 유지하고, 호흡을 합니다.

문 : 放射能과 放射線 어떻게 다른가?

답 : 가정에서 사용하는 형광등을 예를 들어서 생각하면 이해하기 쉽습니다. 형광등은 전기에너지에 의해서 빛을 發射하듯이 放射線은 放射能 에너지에 의해서 빛을 發射합니다. 전기에너지는 인체에 직접 노출되면 有害하지만 전기불(빛)은 안전합니다. 마찬가지로 放射能은 인체에 有害한 물질이지만 放射線은 빛과 같이 안전합니다.

문 : 원자폭탄이나 원자력 발전소의 핵에너지와 食品照射時의 放射線 에너지는 어떻게 다른가?

답 : 원자폭탄이나 원자력 발전소의 핵에너지는 중성자에 의한 우라늄 핵분열에 근거하지만 食品照射는 우라늄이나 다른 핵분열 물질이 아닌 코발트<sup>60</sup>이라는 에너지 수준이 상당히 낮은 물질입니다.

따라서 熱發生이 거의 없으며 어떤 폭발로 발생할 수 있는 뜨거운 액체나 가스(Gas)도 없

고, 주변환경으로 널리 퍼지는 放射能 가스(Gas), 放射能 液, 放射能 덩어리도 아니며 원자폭탄을 만들 수 있는 물질도 아닙니다.

문 : X線도 放射線의 일종이며 인체에 有害하다는데 食品照射用 放射線인 伽瑪선도 有害하지 않을 것인가?

답 : 사람은 생활환경 또는 체내에서 자연적으로 발생하는 放射能 물질에 계속 노출된채 살아가고 있습니다. 다시말해서 적절한 放射線은 인체에 無害하다는 사실입니다. X선은 인체에 쬐이는 放射線이고, 伽瑪선은 食品에 직접 쬐이는 放射線입니다. 따라서 과량으로 放射線을 쬐인다면 X선이던, 伽瑪선이던 有害할 것은 분명합니다. 그러나 인체의 病變 部位를 알아내기 위한 목적으로 사용하는 X線은 인체에 직접 투과시키므로 과량 투과시에는 문제가 심각할 수 있습니다. 반면 汚染된 有害微生物의 殺菌, 殺蟲을 목적으로 食品에 직접 伽瑪선을 照射하기 때문에 인체에 대한 위험성은 없습니다.

문 : 그렇다면 放射線 照射食品은 정말 안전하다는 뜻인가?

답 : 적절한 線量에서는 절대로 안전하다고 세계적으로 健全성이 公認되었습니다. 즉 1980년 국제식량농업기구(FAO), 국제원자력기구(IAEA), 세계보건기구(WHO)의 전문 과학자들이 합동위원회에서 10년간에 걸친 연구보고서를 검토하고, 10kGy 이하의 線量으로 照射한 食品은 營養學的, 毒性學的, 微生物學的으로 安全性 및 健全성에 대해 더이상 문제가 없다는 연구결과를 보고했습니다.

문 : 伽瑪선이라는 빛이 食品을 통과하는 것으로 위생처리가 가능하다는데 그 원리는 무엇인가?

답 : 低線量에서는 發芽抑制, 熱度調節의 효과가 있는데 이는 싹의 세포활동을 일정기간 억제하는 작용입니다. 中·高線量에서는 인체에 有害한 微生物의 殺菌·殺蟲효과를 나타내는데 이는 細胞를 滅菌시키는 작용입니다.

문 : 食品에 伽瑪선을 쬐여서 食品이 放射能을 발생하는 일은 없습니까?

답 : 食品照射에 사용되는 伽瑪선 코발트<sup>60</sup>은 최대

의線量에도 放射能을 갖게 되는 에너지가 아  
니기 때문에 放射能 汚染은 절대로 없습니다.  
실예로 71kGy의 線量으로 滅菌시킨 쇠고기에서  
放射能은 전혀 측정할 수 없었고, 1986년  
FDA에서는 섭취량이 0.01% 이하의 향신료와  
같은 식품은 毒性學的 試驗없이 50kGy까지  
照射할 수 있도록 하였으며 건조향신료와 야채  
향신료는 30kGy까지 승인하고 있습니다.

특히 식품을 완전포장 상태 그대로 살균할 수  
있어 포장지 속은 개봉하지 않는한 무균상태로  
보존할 수 있습니다. 따라서 신선한 생선을 新  
鮮度를 유지한채 殺菌하건, 冷凍食品을 冷凍한  
채 殺菌처리가 가능합니다. 결과적으로 위생학  
적 品質은 향상시키고, 食品保存期間을 늘릴  
수 있습니다.

국제적으로 公認된 10kGy 線量에서는 食品의  
腐敗와 疾病을 일으키는 細菌을 滅菌하고, 그  
보다 낮은 線量으로는 貯藏期間을 연장시키고,  
그보다 훨씬 더 낮은 線量으로는 發芽를 억제  
하여 과일의 熟度를 지연시킬 수 있습니다.

### 3. 방사선조사에 대한 자료

#### 資料 1 : 毒性學的 安全性(Toxicological Safty)

Ionizing Energy에 노출된 식품의 건전성에  
관한 초기연구의 중요한 관심사는 식품에 放射  
能을 誘導할 수 있다는 가능성이었다. 그러나

#### ○ 동물실험 예

탄 수 화 물	1961년 이후 Read등은 55.8kGy의 滅菌線量까지 여러식품에서 탄수화물의 유용성에 영향이 없음을 보고했다.
지 방 질	1961년 Moore등은 28kGy와 56kGy로 照射된 Corn Oil를 먹인 쥐에서 역 효과는 발견되지 않았으며 오히려 照射된 지방의 유용성이 95.8%로 非照 射된 Corn Oil를 먹인 쥐에서 나타난 94.8%보다 脂肪 有用性 側面에서 더 높게 나타났다.
단 백 질	1986년 미국 육군의약부의 Thomas는 56kGy로 멸균한 쇠고기가 熱로 滅 菌한 것보다 단백질의 분해가 더 많이 일어나지 않는다고 발표하였다.
비 타 민	비타민에 대한 放射線 照射의 영향에 관한 연구가 지난 40년간 계속되어 왔 다. 비타민 K는 상당히 안정하고, 비타민 C는 상당부분이 dehydroascorbic acid로 변하지만 이것 역시 ascorbic acid와 거의 동일한 비타민 C의 化合 물이므로 전혀 영향이 없고, 비타민 E는 민감했다. 비타민 B <sub>6</sub> 는 熱에 의한 것보다 덜 파괴된다고 보고했다.

코발트<sup>60</sup>으로 照射처리된 식품의 放射能의 결과  
는 종래의 다른 식품처리방법(열처리, 화학약  
품의 훈증 및 방부제처리, 발효등)에서 발견된  
Radiolytic Products는 毒性學的으로 각기 별  
차이가 없었으며 오히려 照射食品이 다른 처리  
방식에 비해 안전했음이 인정되었다.

설취류에서는 4세대에 걸쳐 실험연구 되었으  
며, 약 35년에 걸쳐 추적 조사결과 照射食品을  
섭취한 쥐가 생물학적 역효과(사망율의 영향,  
몸무게, 음식섭취, 행동, 병리학적 변화, 혈구  
수와 헤모글로빈, 노성분, 생식, 자손의 출산  
결함, 유전적 변화등)를 나타내는 것을 확인할  
수 없었다.

다시말해서 특정한 식품의 안전성에 영향을  
줄 수 있는 독특한 放射線分解物質의 발생이  
추측되어 왔지만 그런 化合物은 전혀 발견되지  
않았다.

#### 資料 2 : 營養學的 考察(Nutritional Quality)

국제적으로 公認된 線量 10kGy 이하의 조건  
에서는 여타 다른 처리방법에 대해 영양학적인  
부분에 어떠한 손상도 주지않았음이 관찰되었  
다.

즉 탄수화물, 지방질, 단백질과 아미노산 등  
의 영양소 파괴 또는 감소가 없었다. 비타민은  
일부가 불안정되지만 다른 식품조리방법보다  
덜 파괴된다.

특히 육류의 영양소를 안정시키기 위해서는眞空包裝後 冷凍상태에서 照射처리하면 현재 사용하고 있는 어떤 육류가공방법보다 맛과 향 그리고 비타민의 손실을 크게 줄일 수 있다.

※ 放射線 照射의 기술발전으로 개선된 Energy Source와 線量計測(Dosimetry)방법에 의해 최대~최소 線量比率를 사용하고, 수분 및 산소에 의해 일어나는 영양손실을 최소화해서 食品加工을 한다면 결론적으로 生體利用研究, 物理·化學的 測定결과 어떤 재래식 방법보다 영양소 파괴는 적었음이 입증되고 있다.

### 資料 3 : 微生物學的 考察(Microbiological Safty)

微生物이 放射線을 받게 되면 죽거나 번식능력을 상실하는 변화가 細胞內에서 이루어진다. 이런 변화들은 유전물질에서의 변화를 포함한다(대개 화학적 변화이며 어떤 특정 細菌은 滅菌에 사용되는 放射線 線量の 10배로 처리해야 죽는 경우도 있다. 이론적으로는 食品에 汚染된 細菌들을 완전히 死滅시키기 위해서 무한한 放射線 線量(Ionising Radiation Dose)이 요구된다.

要求線量은 食品에 이미 汚染된 細菌의 數와 食品이 놓여있는 環境的 要因에 의해서 조절된다. Clostrium Botulinum의 경우는 50kGy가 필요하고, Salmonella群의 경우는 2~8kGy이면 죽는다.

결론적으로 放射線 照射로 真菌의 變形으로 생길 수 있는 위험성은 전혀 없고, 食品에 형성되어 있는 Aflatoxin이 高線量の 放射線 照射로 解毒할 수 있는 증거가 있다. 또한 食品이 적당히 冷凍되어 있다면 신선한 肉類와 家禽類의 경우 10kGy 이하로 照射처리로도 微生物學的安全性의 문제가 전혀 발생되지 않는다.

※ (Wholesomeness of Food Treated With Ionizing Energy by C.A.S.T)

### 資料 4 : 몇가지 도출점(Some Salient Points)

- ① 食品 照射는 질병과 부패를 일으키는 수많은 微生物을 제거하거나 減少한다. 결과적으로 衛生學的인 質은 향상시키고, 滅菌에 의한 食品保存期間은 연장할 수 있다.
- ② 건조야채는 放射線 照射로 잘 滅菌되지만

신선한 야채는 연해지고, 脫色되는데 酵素가 分子를 分解하기 때문이다.

- ③ 단백질과 탄수화물은 더 작은 단위로 분해돼서 품질을 개선시키고, 어떤 경우에는 요리시간을 단축시키고, 곡물의 發芽를 억제, 과일의 熟度를 지연시키므로 食品의 품질을 향상시킬 수 있다.

- ④ 食品에 존재하는 대략 1,000만개의 화학결합물질 중에서 약 600만개의 화학결합이 kGy단위로 깨어진다. 그러나 30여년간의 연구활동에서 放射線分解物質(Radiolytic Compound)이 전혀 발견되지 않았다. 다시말해서 국제적으로 承認된 放射線量으로 照射된 食品에서는 측정할 수 있을 정도의 放射能이 전혀 발생되지 않는다.

- ⑤ 전통적인 방법에 비해 營養學的인 品質의 逆效果나 反비타민 효과는 전혀 발견되지 않으며 바람직한 효과를 얻기 위한 Ionizing Energy量은 요리에 사용하는 熱에너지의 量보다 훨씬 적다.

※ (10kGy 照射時 불과 같은 열용량을 가진 食品에서 약 2.4℃ 상승함)

- ⑥ 동물과 사람의 시험에서 毒性學的, 微生物學的 危險性이 전혀 없다. 미국의 아폴로, 소련의 소유즈 우주비행사가 우주순환비행중 照射처리된 쇠고기, 돼지고기, 칠면조, 콘 비프를 계속 먹었다. 또한 미국의 癌센터에서는 1974년 이후 현재도 細菌感染을 피하기 위해서 滅菌隔離된 곳에서 照射食品만을 제공하고 있다.

放射線 照射의 생물학적 효과는 크게 生長調整, 殺蟲, 殺菌, 物性改善 등으로 구분될 수 있다. 국내외에서 수행된 연구내용과 실용화 상황에서 그 효과가 인정된 분야를 중심으로 低線量, 中線量, 高線量 照射로 구분하여 정리했음.

- ① 發芽, 發根, 抑制 : 감자, 양파, 마늘등 根菜類 食品들은 수확후 일정기간의 휴면기간이 지나면 發芽, 發根이 시작돼서 영양분의 소모와 중량감소, 위축, 부패현상을 초래해서 상품적 가치는 물론 장기저장이 어렵게 된다. 이들 食品군은 수확후 늦어도 2~3개월

資料 5 : 食品照射技術의 응용분야

	照射目的	照射線量 (kGy)	대상식품	照射에 의한 효과	비고
저선량조사	發芽, 發根 抑制	0.05~0.15  (0.25)	감자, 양파, 고구마, 파, 마늘, 생강등 (밤)	저장기간의 연장 공급의 안정화	
	해충, 기생충 防除	0.15~1.0	곡류, 콩류, 신선한 과일, 야채, 건조과일, 건조생선, 건조육, 돼지고기, 대추, 야자, 카카오 열매, 돼지고기(기생충 방제) 등	저장기간의 연장, 위생화, 유통의 확대	사료원료
	熟度 遲延	0.5~2.0	바나나, 파파야, 망고, 아스파라가스등 신선한 과일, 야채, 버섯등	유통의 확대 및 저장기간의 연장	
중선량조사	腐敗菌, 病原菌 殺菌	1.0~10	생선, 딸기, 수산가공품, 축육가공품, 생선등 냉동새우, 냉동개구리 다리, 가금육 등	위생화, 저장기간의 연장	사료원료
	食品特性의 改善	1.0~10	건조야채(조리시간단축), 위스키(숙성촉진), 포도주스(수율향상), 커피열매(추출율 향상)등		
고선량조사	食品素材, 添加物 殺菌	3.0~50	향신료, 건조야채, 효소제, 천연검 등	위생화, 저장기간의 연장	포장용기, Wine용 콜크
	殺菌(약간의 加熱도 並用)	3.0~50	축육, 가금육, 수산가공품, 환자식사, 우주식사 등	위생화, 저장기간의 연장	실험동물사료, 의료용구

한국원자력연구소 식품조사연구실 1991. 10. 7

이내에 放射線으로 처리해야 그 효과가 크며, 수확후 기간이 경과할수록 높은 高線量이 요구되며 처리효과가 저하되어서 부패율이 증가된다. 일반적으로 照射된 식품은 저장온도에 거의 영향을 받지 않으나 생체식품이므로 중량과 상품적 가치를 유지하기 위해서는 저장습도등 외적요인으로 인한 위축현상이나 감량등은 효과적으로 관리되어야 한다.

- ② 害蟲驅除 : 곡류, 과일, 채소등에 汚染된 害蟲(알, 애벌레, 성충포함)은 0.1~0.75 kGy의 低線量으로 제거되며, Sterile In-

sect Technique(용성불임기술)도 포함된다.

일반적으로 害蟲의 생육단계별 放射線 저항성은 성충>번데기>유충>알의 순으로 높으며 최근에는 인체에 특히 有害하고 環境公해를 이유로 Ethylene Dibromide, Ethylene Oxide 등의 화학훈증제와 농약에 의한 해충구제방법이 점차 금지됨에 따라서 그 대체방안으로서 放射線 照射는 각광을 받게 될 전망이다.

특히 국제간 무역에 있어서는 放射線 照射技術이 Quarantine Treatment(검역

관리) 수단으로서 그 역할이 크게 기대되고 실용화될 전망이다.

- ③ 寄生蟲 死滅 : 채소류나 돼지고기, 닭고기 등에 오염된 장내 기생충과 선모충(*Trichinella Spiralis*)을 포함한 선충류는 0.25~1.0kGy 범위의 放射線에 의해 완전히 死滅시키면서 식품의 영양성분, 물리적 특성은 거의 영향을 주지 않는다.
- ④ 熟度調整 : 수확된 과채류의 熟度を 지연시킬 목적으로 0.5~2kGy 이하의 放射線을 照射하여 생리적 대사활동(호흡, 효소작용)을 조절하므로써 저장수명을 연장하고, 시장확대등 부가적인 효과를 가져오는 방법이다.  
주요 대상품목은 신선한 버섯(생장억제와 노화방지 효과가 분명), 열대 과일류(바나나, 망고, 파파야등)와 토마토, 완두콩, 무화과류, 귤 등이다.
- ⑤ 貯藏壽命延長 : 放射線의 部分細菌(Radurization) 효과에 의해 선어, 수산가공품, 축육가공품, 과채류 등에 오염된 세균, 효모, 곰팡이 등 부패 미생물의 수를 감소시켜 보존기간, 냉장기간을 연장시킨다.  
微生物은 그 종류에 따라 放射線의 감수성을 달리하는데 *Vibrio* > *Campylobacter* > *Pseudomonas* > *E.coli* > *Salmonella* 등은 가장 민감해서 0.03~0.25kGy의 線量이 요구되며, *Penicillium* > *Aspergillus* > *Micrococcus* > *Saccharomyces* > *Bacillus* 속 > 순이고, *Cl. Botulinum*과 *Virus*가 가장 저항성이 큰 것으로 알려졌다.

다. 이 분야는 1.0~10kGy線量범위가 필요하다. 국내에서는 닭고기, 튀김생선목, 수삼, 건멸치 등을 연구 시도한 바 있다.

- ⑥ 病原菌 殺菌 : 식품에 오염된 식중독균, 경구전염병원균 등의 병원균은 1.0~10kGy 線量 死滅시키는데 냉동어패류, 닭고기, 냉동난 등의 식품이 대상이며, 미생물의 오염도가 높은 향신료, 건조야채류, 분말식품, 배합사료 등 위생화를 목적으로 5~10kGy 線量이 필요한데 이 분야는 세계적으로 실용화가 가장 활발한 예이다.
- ⑦ 完全殺菌 : 放射線에 대한 저항성이 큰 미생물 즉 *Virus*를 제외한 모든 미생물은 3.0~50kGy의 高線量에 의해 완전 死滅시킨다.  
밀봉 포장된 햄, 소세지, 베이컨등 통조림 식품과 병원 환자용 無菌食品, 宇宙人食品, 실험동물용 無菌飼料(SPF 또는 Germ-free 사료등), 의약품, 의료용품 및 식품의 포장재료 등의 殺菌에 매우 효과적으로 이용된다.
- ⑧ 物性改善 및 其他 : 독특한 放射線의 전리작용에 의해 식품의 물리적 특성을 변화시켜 가공 적성을 향상시킬 수 있다. 그 예로서 5kGy 이상의 線量으로 한천추출시 추출성과 여과성을 개선시키며, 건조야채의 Texture 개량 및 재수화성 향상, 조리가 어려운 두류의 조리시간 단축, 인삼 사포닌 성분의 추출시간 단축 등의 효과가 확인되어 실용되고 있다.

資料 6 : 食品加工 方法別 所要에너지 比較

가 공 방 법	에너지값(KJ /kg)	가 공 방 법	에너지값(KJ /kg)
방사선 발아억제(0.01kGy)	2	냉장(0℃에서 5.5일)	318
방사선 살충(0.25kGy)	7	가열에 의한 멸균	918
방사선 부분살균(2.5kGy)	21	냉동(-25℃에서 3.5주)	5,149
방사선 멸균(30kGy)	157	송풍동결(4.4℃→-23.3℃)	7,552

資料 7 : 利用의 限界性

현재 식품에 대한 放射線 에너지의 利用은

다른방법과 마찬가지로 나름대로의 문제점과 한계성이 있다.

그 대표적인 예

- ① 우유나 유가공품에 放射線을 照射하면 유 지방의 산패에서 기인된 off-flavor가 문제시되고, 高脂肪質 食品에 高線量의 放射線을 상온과 공기 존재하에서 처리하면 지방의 산화촉진에 따라 관능적 품질이 저하된다(羥酸素된 眞空包裝으로 처리하면 高脂肪質 食品의 산화촉진은 방지됨).
- ② 일부 과채류에 있어서는 texture 軟化現象이 일어난다.
- ③ 인공색소나 발색물질을 많이 사용한 가공 식품의 경우는 색소의 불안정성 등이 이 용상 문제점으로 지적되고 있다.

資料 8 : 放射線 照射食品의 世界的 現況

- 1976년 : FAO/IAEA/WHO/JECFI(Jonit Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food)→식품의 방사선 조사를 물리적인 처리로 인정
- 1980년 : FAO/IAEA/WHO/JECFI→총 평균 10kGy 이하로 조사된 식품의 독물학적, 영양학적, 미생물학적 건전성 인정
- 1982년 : 국제미생물학회→총 10kGy 이하로 조사된 식품의 미생물학적 안전성 인정
- 1983년 : FAO/WHO Codex Alimentarius Commission→총 평균 10kGy 이하로 조사된 식품의 안전성을 수용하고, “The Codex General Standard for Irradiated Food & the Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities for the Treatment of Food”을 채택하여 120여국 회원국에 활용을 권고하였다.
- 1991년 3월 현재 : 45개국에서 200여개 회사가 방사선 조사처리 사업을 하고 있다.
  - ※ 식품의 방사선 조사는 의약품의 방사선 멸균과는 달리 건전성 측면에서 40여년간 연구가 수행되어 왔다. 1950년대에서 1989년까지 45개국에서 방사선 조사식품을 조건부 또는 무조건적으로 허가하여 부분적인 실용화가 시행되고 있으며 1990년에서 2000년대는 영국과 같은 수준으로 전식품에 무조건 허가 및 실용화 될 전망이다.

資料 9 : 世界 各國의 放射線 照射 食品

- ① 1950~1960년 허가국
  - 영국(1969년 환자급식, 1991년 1월 신선한 쇠고기를 제외한 전 식품을 허가)
  - 미국(감자, 야채류, 향신료, 돼지고기, 과일류 등)
  - 캐나다(감자, 양파, 건조야채, 향신료, 꽃 등)
  - 이스라엘(감자, 양파, 마늘, 향신료, 가금류, 과일류 등)
  - 스페인(감자, 양파 등)
  - 소련(감자, 곡물류, 쇠고기, 돼지고기 및 토끼고기 등)
- ② 1970~1980년 허가국
  - 프랑스(감자, 양파, 마늘, 향신료, 건조야채 및 과일류, 가금류, 개구리다리 등)
  - 일본(감자)
  - 칠레(감자, 과일류, 닭고기, 생선 및 가공품, 향신료 등)
  - 우루과이(감자)
  - 불가리아(감자, 양파, 마늘, 곡물류, 과일류 등)
  - 체코슬로바키아(감자, 양파, 버섯 등)
  - 필리핀(감자, 양파, 마늘, 향신료 등)
  - 이태리(감자, 양파, 마늘 등)
  - 헝가리(감자, 향신료, 버섯, 과일류, 냉동닭고기 등)
  - 남아프리카(감자, 양파, 마늘, 닭고기, 과일류, 향신료 등)
- ③ 1980~1989년 허가국
  - 알제틴(딸기, 감자, 양파, 생선, 곡류, 새우, 개구리다리 등)
  - 방글라데시(닭고기, 감자, 양파, 생선, 곡류, 새우, 개구리다리, 과일류, 향신료 등)
  - 벨지움(감자, 양파, 마늘, 딸기, 향신료, 새우 등)
  - 브라질(쌀, 감자, 양파, 밀가루, 향신료, 생선, 가금류 등)
  - 중국(감자, 양파, 마늘, 땅콩, 버섯, 쏘세이지, 완두콩 등)
  - 쿠바(감자, 양파, 코코아 열매, 과일류 등)
  - 덴마크(향신료 및 채소류 등)



필랜드(향신료, 환자식품 등)  
 독일(양파, 향신료, 닭고기 등)  
 인도(감자, 양파, 향신료, 냉동새우, 개구리 다리 등)  
 인도네시아(향신료, 감자, 양파, 마늘, 분말 곡류 등)  
 한국(감자, 양파, 마늘, 버섯, 향신료 등)  
 멕시코(감자, 양파, 향신료, 가금류, 돼지고기, 과일류 등)  
 네덜란드(건조야채, 냉동새우, 향신료, 가금류, 생선 등)  
 파키스탄(감자, 양파, 마늘, 향신료 등)  
 폴란드(양파, 감자 등)  
 사우디아라비아(닭고기, 양파, 감자, 밀가루, 향신료, 생선가공품, 과일류 등)  
 태국(감자, 양파, 마늘, 과일류, 밀가루, 쌀, 생선 및 가공품, 쏘세이지, 냉동새우, 닭고기, 향신료 등)  
 베트남(감자, 양파, 마늘, 건어물, 건조완두콩 등)  
 유고슬라비아(분말곡류, 양파, 감자, 마늘, 건조과일 및 야채, 계란분말, 쇠고기, 가금류, 향신료 등)  
 대만(감자, 양파, 마늘, 당근, 과일류, 밀가루, 향신료 등)

※ Food Irradiation Newsletter - Vol. 14, No. 1. way 1990 by IAEA)

資料 10 : 各國의 마케팅 사례(Consumer Acceptance of Irradiation Foods)

미국의 경우

- ① 1986년 North Miami beach에서 gamma照射한 망고와 照射하지 않은 망고를 동시에 판매했더니 보기 좋고, 맛 좋은 照射된 망고가 2ton 더 팔렸다.
- ② 1987년 하와이에서는 照射된 하와이산 파파야가 150lb가 하루에 다 팔렸다. 200명 이상의 소비자 질의에서 10:1 비율로 照射된 파파야를 선호했다.
- ③ 1988년 미주리에서는 照射되지 않은 사과가격보다 더 비싼 가격으로 照射된 사과가 600lb 더 팔렸다.

- ④ 1992년 照射된 후로리다산 딸기를 시카고등 주요도시의 슈퍼마켓에서 10% 더 비싼 가격으로 팔리고 있다.

프랑스의 경우

- ① 1987년 照射된 딸기가 照射되지 않은 딸기보다 30% 더 비싼가격으로 판매되었다. 1989년 소비자 반응 여론조사에서 선택기준은 생산품의 品質이 최고의 점수였다.

이스라엘의 경우

- ① 照射된 家禽類 30ton을 소비자에게 분배되는 과정에서 Salmonella菌이 전혀 없었으나 照射되지 않은 家禽類(Poultry)는 약 30%가 Salmonella菌에 汚染되었다.

태국의 경우

- ① 1987년 照射된 160ton의 양파가 14개의 상점에서 하루에 4~10ton씩 照射되지 않은 양파보다 더 비싼가격으로 팔렸다.
- ② 1989년 照射된 햄, 쏘세이지가 방콕 시내 슈퍼마켓에서 照射되지 않은 제품보다 10:1 비율로 잘 팔렸다. 소비자 중 94%가 照射된 햄, 쏘세이지를 기꺼이 다시 사겠다는 반응이었다(照射된 햄, 쏘세이지에는 설사를 일으키는 微生物을 죽이기 위해 gamma殺菌을 했다는 Labelling이 부착되었음).

기타 국가

- ① 소련은 1958년 이래 곡류등 연간 40만 ton을 照射하고 있다.
- ② 일본은 1973년 이래 감자를 연간 2만 ton이상을 照射하고 있다.
- ③ 프랑스는 닭고기등을 연간 약 1만ton을 照射하고 있다.
- ④ 미국을 위시해서 기타 국가의 경우는 연간 500,000%이상의 식품이 연간 照射되고 있다.

資料 11 : 消費者 動向 調査(Consumer Attitude Survey)

소비자 동향조사에서 식품의 위생화처리는 화학적 방법에서 방사선 처리로 전환되는 과정

에서 방사선 조사식품에 대한 정보를 정확히 모르고 있다는데서 산업화의 성장속도가 느리다는 것을 보여주고 있다. 그러나 소비자는 화학적 잔류(농약, 방부제, 훈증제등)에 대해서 심각한 우려를 나타내고 있다.

미국의 경우는 수입되는 fresh Fruit와 야채류는 화학적 또는 방사선 조사에 의해 滅菌되는데 화학적 처리와 방사선 처리중 어느것이 더 건강에 위험성이 있는가의 질문에서 90%이상이 방사선 조사식품이 더 해롭지 않다고 답변했다.

신선한 식품의 바램은 “유기식품”과 “건강식품”사업의 증가를 유도하는 추세이나 미국의 소비자 59%가 식품의 살충제, 화학약품의 잔류에 대해 우려하고 있다. 이는 어느나라이건 동일한 소비자의 반응인 것이다. 따라서 방사선 照射는 收穫後 처리되는 화학적 훈증제와 조기숙성제 또는 지연숙성제 그리고 싹과 곰팡이가 피지 못하도록 하는 화학적 억제제 또는 화학식품 방부제의 사용에 대한 획기적인 대체물이 되는 원자력을 평화적으로 이용하는 첨단 과학기술임을 분명히 해야 할 시대적 과제임을 분명히 해야 할 시점인 것이다.

## 참 고 자 료

- 1) 한국원자력연구소 식품조사연구실 권중호 박사 논문(1991. 10. 7)
- 2) Produce Irradiation is it Part of the Future? by Peter Kunstadt
- 3) Consumer Acceptance of Irradiated Food by Michelle Marcotte 1989.
- 4) Wholesomeness of Food Treated with Ionizing Energy by CAST
- 5) Nutritional Aspects of Food Irradiation by Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139 U.S.A
- 6) Report on the Safety and Wholesomeness of Irradiated Foods  
by Advisory committee on Irradiated and Novel Foods  
Department of Health and Social Security  
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food  
Scottish Home and Health Department  
Welsh Office  
Department of health and Social Services,  
Northern Ireland.

## 4. 照射食品 許可 現況

표 7. FAO/IAEA/WHO 照射食品 건전성에 대한 공동전문위원회(JECFI)의 검토내용 및 승인사항

년 도	조사식품	조 사 목 적	조사선량(kGy)	승 인 범 위
1969 (1차)	밀·밀가루	해충방제	0.75 이하	잠정승인
	감 자	발아방지	0.15 이하	잠정승인
	양 파	"	0.15 이하	보 류
1976 (2차)	밀·밀가루	해충방제	0.15~1	무조건승인
	감 자	발아방지	0.03~0.15	무조건승인
	양 파	"	0.02~0.15	잠정승인
	닭 고 기	저장기간 연장/부분살균	2~7	무조건승인
	대구·연어	"	2~2.2	잠정승인
	버섯	저장기간 연장	0.25~3	보 류
	파 파 야	살충/속도조정	0.5~1	무조건승인
	쌀	해충방제	0.1~1	잠정승인
딸 기	저장기간 연장	1~3	무조건승인	
1980 (3차)	모든 식품	발아방지/저장기간 연장 /(부분)살균/해충방제/ 속도조정/생장억제 등	10 이하	무조건승인

## 5. 국내 감마선 조사 허가식품 현황

(보건사회부 '93년도 현재)

품 목	조 사 목 적	허 가 선 량 (kGy)	허 가 일 자
감자, 양파, 마늘	발아, 발근 억제	0.15 이하	1987. 10. 16
밥	발아, 발근 억제	0.25 이하	1987. 10. 16
버섯(생 및 건조)	살충, 속도 조정	1.0 이하	1987. 10. 16
건조향신료(고추, 후추, 마늘, 양파, 파, 생강)	살균, 살충(위생화)	10 이하	1988. 9. 13
건조식육 및 어패류 분말	살균, 살충(위생화)	7 이하	1991. 12. 14
된장, 고추장, 간장 분말	살균, 살충(위생화)	7 이하	1991. 12. 14
조미식품용 전분	살균, 살충(위생화)	5 이하	1991. 12. 14

※ 국내에서는  $^{60}\text{Co}$  감마선의 이용이 허가되어 있음.

새질서 새생활로

문화국민 긍지찾자