

香辛料의 放射線照射 殺菌

邊 明 宇

韓國에너지研究所 食品照射研究室

Radurization and Radicidation of Spices

Myung-Woo Byun

Division of Food Irradiation, Korea Advanced Energy Research Institute, Seoul

Abstract

This review was intended to develop the sterilization method of spices by gamma irradiation and the results are summarized as follows. Microbial load of spices was different according to the kind of spices and the number was ranged from 10^2 - $10^5/g$ to 10^7 - $10^8/g$, gamma irradiation up to 4-10 kGy could decreased or sterilized to the microorganism of spices. In physicochemical properties of spices such as chemical components, essential oil and flavor, irradiated group with optimum dose was almost similar to the nonirradiated one, while fumigant treated group was remarkably deteriorated in the properties of spices compared with control, and free radicals produced by irradiation was disappeared during a few days storage. Irradiated spices should be an aptitude for good quality the storeability of processing food. Optimum dose irradiation below less than that proposed by FAO/IAEA/WHO Joint Committee and FDA was remarkably effect on the sterilization of spices and superior in wholesomeness and economic feasibility compared with traditional methods. Irradiation might be an alternative to traditional sterilization methods of spices by fumigants such as ethylene oxide and ethylene dibromide because their treatments have been banned in U.S.A and other countries since 1982.

序 言

食生活의 근대화와 합리화에 따라 국내외에서 簡便食品 (convenience food)의 大量生産이 확대되고 있으며, 특히 혼합調味料, 魚肉 및 肉製品, 통조림食品, 製빵등의 加工原料로서 香辛料의 사용량은 매년 증가되고 있다. 이와 같은 産業은 原料品質의 均一化와 衛生的, 年中 安定供給을 必要로 하게 되는데 현재 이들 향신료는 수입품과 국내 생산품으로 충당하고 있으나 收穫, 乾燥, 輸送, 貯藏, 加工 도중에 미생물의 오염 가능성이 매우 높다. 특히 곰팡이와 호기성, 내열성 아포균의 오염이 심하여 식품공업에서의 腐敗 誘起體가 되어 문제시 되고 있다.¹⁾

향신료는 독특한 風味를 갖고 있어 加熱處理는 적당하지 않아, 현재 ethylene oxide나 ethylene dibromide와 같은 gas로 훈증처리 되고 있으나 殺菌의 불충분, 약제 성분의 잔유 및 유독성 물질의 생성등 많은 문제점을 내포하고 있어 이러한 문제점을 해결할 수 있는 代替

方法으로서 放射線 照射에 의한 殺菌방법이 개발되었고, 국제기관 (FDA, FAO/IAEA/WHO)에 의하여 그 건전성과 경제성이 공인됨에 따라 1985년 현재 28個國에서 45個 照射食品이 법적으로 허가되어 산업화 되었거나 특수목적 (우주식품, 환자용 무균식)에 실용화 되고 있다.²⁾ 國內에서도 당 연구실에서 기술지원한 민간기업에 의해 1985년 하반기에는 상업용 照射施設 (50만 큐리)이 설치, 가동될 전망에 있어 현재 便宜食品 加工原料의 副原料로서 그 소비량의 증가와 위생적 공급을 중요시하고 있는 香辛料의 放射線에 의한 産業的 殺菌法의 國內外 기술자료를 검토함으로써 관련 식품가공업체의 이용에 도움이 될 것으로 생각되어 이에 보고한다.

香辛料의 微生物 汚染

향신료의 미생물 오염은 종류에 따라 차이는 있으나 주로 곰팡이와 호기성, 내열성 아포균으로 $10^4 \sim 10^5/g$, 많은 것은 $10^7 \sim 10^8/g$ 이상 오염되어 있다.³⁾ 이렇게 높

계 오염된 향신료를 식품가공의 부원료로 제품의 0.1~1.0% 정도만 첨가하더라도 향신료 단독으로부터 오는 제품의 미생물 오염은 $10^5 \sim 10^6/g$ 이나 된다. Fig. 1은 주요 향신료에 혼입된 미생물의 오염정도를 나타낸 것으로서 후추가루가 높은 오염도를 보였고 특히 후추가루에서 Salmonella의 검출과 Aspergillus flavus, Aspergillus glaucus나 Aspergillus ochraceus 등의 독소를 생성하는 곰팡이도 검출되었다.⁽⁷⁻⁹⁾ 이들은 대개가 아열대 지방에서 생산되는 것으로서 현지의 高温, 多濕과 수확, 저장 및 수송조건이 그 원인으로 생각되며 또한 국내 市中에서 유통되고 있는 고추 및 후추가루에서도 미생물이 대개가 $10^6 \sim 10^7/g$ 이상 오염되어 있음이 저자들에 의해 밝혀졌다.^(10, 11) 특히 내열성 세균의 존재는 통조림제품과肉제품 공업에 많은 문제점을 야기하며^(12, 13) 이런 문제점 해결을 위한 과도한 열처리는 미생물적 안전성은 달성되나 영양적 특성이나 기호성을 저하시키며, 또한肉제품의 毒素生成 곰팡이의 오염은 病原學的 견지에서 주요하게 취급되고 있다.⁽¹⁴⁻¹⁶⁾

香辛料의 現行 殺菌法과 問題點

향신료의 현행 살균법으로는 加熱殺菌^(17, 18) 자외선照射⁽¹⁹⁾ microwave처리,⁽²⁰⁾ 훈증법^(18, 20-22) 등이 있으나 가열살균은 보통 115℃의 온열 steam으로 약 55분간 가열처리하는 것으로 90℃ 이상의 고온으로 향신료의 독특한 향미성분의 변화와 갈변 및 분말의 응결현상이 일

어나 품질이 저하되고 내열성 균의 살균 불충분과 포장 등의 처리공정에서 2차오염의 가능성이 높아 부적당하다. 250~270mm의 자외선照射는 투과력이 약하여 (1/1000mm) 외표면외의 혼입 미생물을 살균할 수 없고, microwave처리 역시 香辛料의 水分含量이 대부분 낮기때문에 살균효과가 충분하지 못하다. 따라서 현재 상업적으로 가장 많이 사용되는 방법이 훈증법으로 살균조작이 복잡하여 간접비용이 높으며, 완포장 상태로 gas침투가 곤란하여 살균효과와 불완전과 살균후의 재포장으로 2차오염 가능성이 크고, 향신료 고유 성질인 風味와 色度를 저하시킨다. 특히 化學藥品의 잔유 및 有毒性物質의 생성 가능성이 큰데, Wesley등⁽²³⁾의 보고에 의하면 水分과 무기의 cl-이 존재할때 향신료에 잔유한 ethylene oxide와 작용하여 chlorohydrin이, propylene oxide에서는 chloropropanol이성체가 생성되며 이들은 모두 독성이 강하다. Stijve등⁽²⁴⁾은 후추가루와 turmeric를 ethylene oxide로 살균처리 했을때 ethylene chlorohydrin이 각각 680~1130ppm과 880~3400ppm이나 잔존하였고 4개월 저장후에도 잔존물의 감소는 없었다고 한다. 또한 식물과 하등동물에서 ethylene oxide는 變異原性을 보여 생쥐에 變異原成 효과를 일으킬 수 있다는 보고^(25, 26)와 epychlorohydrin과 propylene oxide모두가 동물실험에서 發癌性物質임이 밝혀졌다.⁽²⁷⁾ gas처리는 식품성분 즉 단백질이나 당, 비타민 등의 -OH, -CH, -NH₂들과 화학적으로 반응하여 각종 영양소의 파괴를 일으키며 이취 및 유해물질을 생성하기도 한다.^(28, 29) 또 다른 化學處理 方法으로는 산성화(acidification)와 situ salt형성에^(30, 31) 의해 향신료의 미생물 감소 방법이 있으나 그 적용이 제한되어 있다.

香辛料의 放射線 殺菌法

放射線照射에 의한 향신료 및 粉末食品의 殺菌, 殺虫은 1950年代를 전후하여 미국 massachusetts 기술연구소와 Proctor⁽³²⁾ 등에 의해 高에너지 전자 가속장치와 X-線의 高線量照射로 처음 시도되어 가능성을 보인 이래 많은 연구가 수행되었다. 미생물에 대한 放射線의 殺菌作用은 미생물의 종류와 농도, 매개체의 화학적 조성 및 물리적 상태, 照射後 저장조건등에 영향을 받으며 殺菌 必要 線量이 달라지는데 8~20kGy 照射로서 거의 殺菌가능하다(10이하/g).⁽³³⁾ Fig. 2는 각종 향신료에 오염된 미생물의 방사선 감수성을 D₁₀값(미생물을 90% 사멸시키는데 필요한 照射線量)으로 나타낸 것으로 향신료의 종류에 따라 많은 차이를 보여주고 있으며⁽³⁴⁾ 저자들에 의한 고추, 후추가루^(10, 11)와 양파, 마

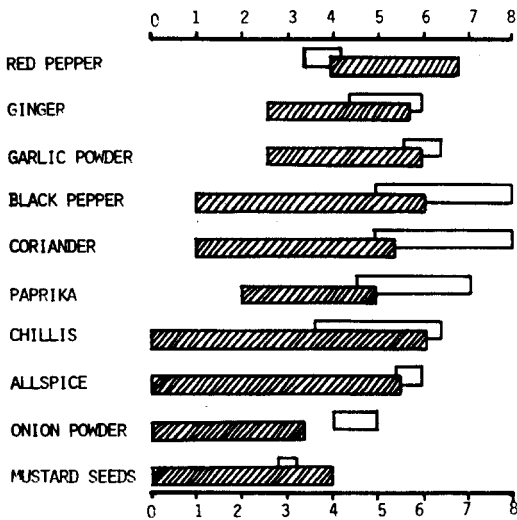


Fig. 1. Contamination of various spices by mesophilic aerobic bacteria and moulds^(10, 11, 31, 34, 35)

▨ log No. of Mesophilic Bacteria (count/g)
 □ log No. of Mould (count/g)

늘분말^(24, 25)의 방사선 살균시 D₁₀값이 2.0kGy 내외로 이와 비슷한 경향을 나타내었다. Vajdi등⁽¹⁸⁾은 6 종류의 향신료에 γ -선을 照射하여 全生菌과 내열성균이

10⁴~10⁷/g과 10³~10⁶/g인 것을 10kGy照射로, 호기성 아포균은 10²~10⁵/g인 것이 4kGy照射로 거의 완전살균되었다고 하였으며, 저자등^(10, 11, 24, 25)의 4 가지 향신료 살균실험에서도 7~10kGy照射로 거의 완전살균되었다. 한편 Table 1과 Fig. 3은 향신료의 放射線殺菌과 gas처리 殺菌의 비교실험을 나타낸 것으로서 γ -線照射区에서는 살균효과가 우수한데 반해 ethylene oxide 처리区는 不充分함을 알수 있다.⁽¹⁰⁾照射시 향신료의 水分含量과 殺菌效果에 대한 실험에서 수분활성을 0.1~0.9까지 조절하여 照射하였을때 살균효과에는 큰 영향이 없었고⁽⁴⁾ Morgan등⁽²⁶⁾에 의하면 照射된 향신료중의 미생물은 내열성과 내염성이 저하된다고 한다. 따라서 放射線照射시 高線量에 의한 미생물의 완전살균이 필요없고, 照射後 加工도중에 사멸되기 쉬움을 고려하여 필요 殺菌線량을 낮출수 있어 照射費用의 절감과 에너지 절약등 상당한 장점이 있으리라 생각된다.

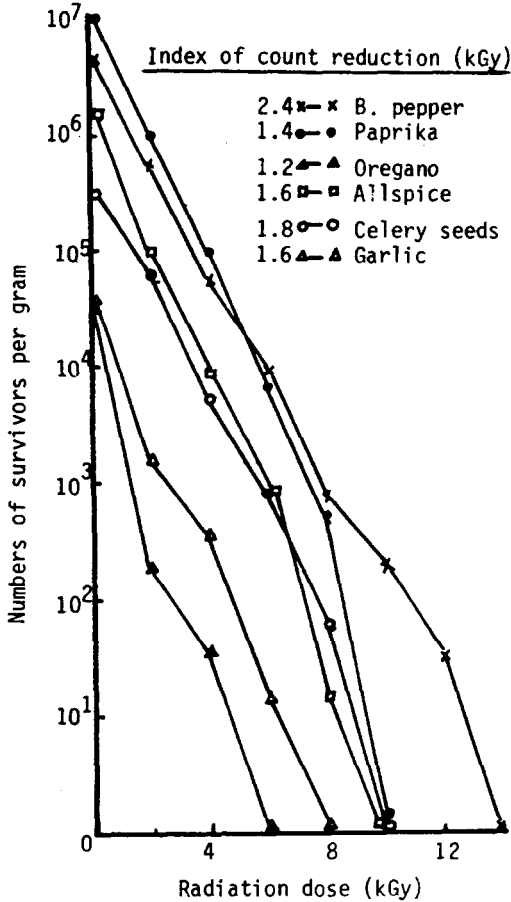


Fig. 2. The effect of gamma irradiation on the total bacteria flora of various spices

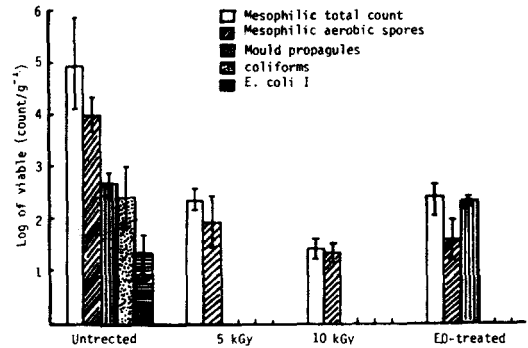


Fig. 3. Effect of gamma irradiation and ethylene oxide on the microflora of ground paprika (Treatment with ethylene oxide was carried out in a chamber of 600g/m³ ethylene oxide concentration).

Table. 1. The comparative effect of ethylene oxid and gamma irradiation on the bacteria flora of various 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
B. Pepper	4.0 × 10 ⁴	1.58 × 10 ⁶	6.34 × 10 ⁴	1.48 × 10 ³	4.3 × 10 ²	0.0	0.0	0.0	0.0
Paprika	9.86 × 10 ⁶	3.24 × 10 ³	3.0 × 10 ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oregano	3.26 × 10 ⁴	1.8 × 10 ³	1.0 × 10 ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Allspice	1.74 × 10 ⁶	1.5 × 10 ⁴	1.05 × 10 ²	4.25 × 10 ⁰	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Celery seeds	3.7 × 10 ⁵	1.3 × 10 ³	3.94 × 10 ³	0.8 × 10 ⁰	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Garlic	4.65 × 10 ⁴	9.0 × 10 ²	0.0	1.45 × 10 ⁴	3.5 × 10 ²	0.0	0.0	0.0	0.0

*10% ethylene oxide gas, 135° F, 8lbs, 12-16hr

**15kGy

放射線殺菌에 따른 香辛料 品質과 成分에 미치는 영향

風味

향신료의 독특한 풍미가 放射線殺菌시 어떻게 영향을 받는가는 중요한 문제로 Bachman 등⁽¹⁾은 Table 2와 같이 풍미변화를 일으키는 照射線量을 구명하였는데 일반적으로 미생물의 살균線量 이하였다. 또한 Table 3 은 6 가지 향신료의 휘발성 및 비휘발성 성분에 대한 γ -線 照射區와 gas 處理區의 비교실험으로 γ -線 照射區는 非照射區와 큰 변화가 없었으나 gas 處理한 것은 상당한 감소를 보였고, 특히 휘발성 성분의 量은 非處理區보다 50% 이상의 감소를 나타냈다⁽⁴⁾ 이러한 경향은 저자 등⁽¹¹⁾의 실험에서도 유사하게 나타났다. 따라서 향신료의 적정살균線量 照射로는 風味에 아무런 영향을 주지 않고 gas 處理나 熱處理에 의한 상당량의 정유성분과 화학성분의 손실과 변화를 방지할 수 있다. 한편 저장기간의 경과에 따른 風味의 감소는 포장재료의 선택

Spice	Dose (kGy)
Caraway	12.5
Black pepper	12.5
Paprika	12.5
Pepper substitute	12.5
Coriander	7.5
Cardamom	7.5
Charlock	10.0
Juniper	>15.0
Marjoram	7.5-12.5
Pimento	15.0
Mixture spice	>15.0

Table 3. The comparative effect of ethylene oxide and gamma irradiation on the volatile and nonvolatile oil content of various spices

Spices	Treatments (Volatile and nonvolatile oils, %)					
	Raw		Ethylene oxide		Gamma irradiation***	
	Vo*	Nvo**	Vo	Nvo	Vo	Nvo
B. pepper	3.60	10.34	1.60	9.21	3.60	9.36
Paprika	-	14.35	-	11.38	-	15.01
Oregano	3.30	10.40	3.20	8.06	3.33	10.25
Allspice	6.20	10.91	1.60	6.13	6.16	9.65
Celery seeds	1.70	23.42	1.73	21.36	1.73	23.10
Garlic	-	1.34	-	0.61	-	1.04

*Vo : Volatile oil

**Nvo : Nonvolatile oil

***15kGy irradiated

택에 좌우되므로 照射香辛料에서도 포장재료의 선택이 충분히 고려되어야 하겠다.

色度

고추가루나 paprika 등의 향신료의 색도는 品質에 있어서 매우 중요한데 Farkas 등⁽¹²⁾의 照射paprika의 benzene 추출 색소량에 있어서 Fig. 4와 같이 放射線 照射 영향보다도 저장중의 온습도의 영향이 크며, 대체로 저온, 다습한 조건에서 색소의 保持力이 좋았으며 이러한 결과는 저자 등⁽¹¹⁾의 실험 결과와 비슷한 경향을 보였다. Vajdi 등⁽¹³⁾은 paprika 분말의 ethylene oxide 處理와 γ -線 照射와의 색도 변화 실험에서 Table 4와 같이 γ -線 照射區는 非照射區와 別 차이가 없었는데 반해 eth-

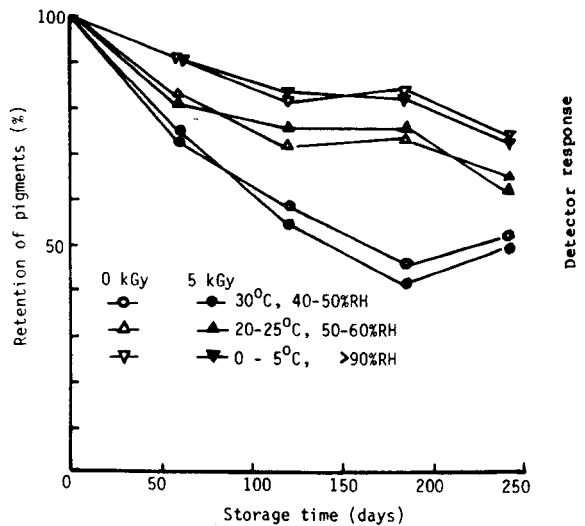


Fig. 4. The retention of the benzene soluble pigment content of paprika powder in closed Al-tubes as affected by storage time temperature and relative humidity

Table 4. The comparative effect of ethylene oxide and gamma irradiation on the color of paprika powder

Color	Treatments (color value)		
	Raw	Ethylene oxide	Gamma-irradiation*
L (Lightness)	24.8	22.2	24.9
a (Redness)	22.7	16.3	23.6
b (Yellowness)	12.2	9.7	12.3

*15kGy irradiated

ylene oxide 처리구에서는 明度, 赤色度, 黄色도가 無処理区에 비해 매우 낮은 수치를 나타내어 분말자체의 어두운 색을 보였다. 따라서 適定殺菌線量에서 色度变化에 미치는 영향은 거의 없고 다른 살균방법보다 우수함을 나타내었다.

Electron spin resonance (ESR) spectra

照射時 생성되는 free radicals 때문에 照射食品의 健全성은 많은 논의의 대상이 되었다. Fig. 5는 paprika, 후추가루 및 혼합 향신료에 0~15kGy의 γ -線 照射時 free radicals 量의 변화를 표시한 것으로서 照射 직후에는 線量의 증가와 더불어 다량의 free radicals가 생성되었으나 그 후 서서히 소멸, 감소하여 3개월 후에는 非照射区와 거의 동일하였으며, 대체로 水分含量이 낮은 것일수록 radicals의 생성량이 적으며 소멸이 빠른 것으로 나타났다.³⁷⁾ Frakas 등³⁸⁾과 Beczner 등³⁹⁾의 paprika 분말의 실험에서도 이와 동일한 경향을 보였고 Tjagerberg 등³⁹⁾도 照射 3週日後에 존재하는 영구적인 free

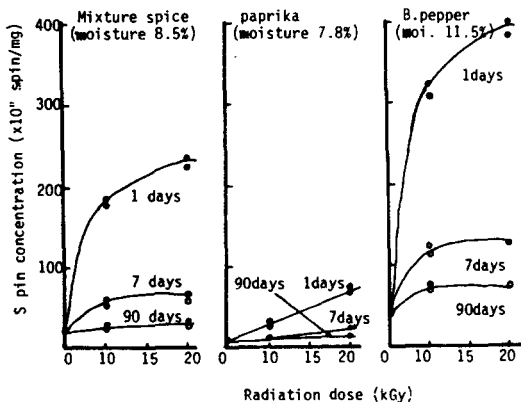


Fig. 5. The spin concentration in various spices as a function of irradiation dose and storage time at room temperature

radicals 量은 무시해도 좋을 정도였다고 하였으며 독일에서도 높은 함량의 free radicals를 갖은 식품을 장기간 동물에 투여한 결과 생물학적 영향은 발견할 수 없었다고 한다.⁴¹⁾

照射 香辛料의 食品加工 適性試驗

향신료는 단독으로도 많이 사용되나 일반적으로 數種의 다른 原料와 혼합하여 식품에 첨가된다. 어육 및 육제품등에도 대개 5~10種의 향신료가 복합적으로 사용되며 그 量은 原料全體의 0.2~0.5% 정도이다. 照射된 향신료를 食品工業에 실제 사용한 결과를 보면³⁸⁾ Fig. 6 및 7과 같다. 돼지 간 paste의 can 제조에 있어, 主原料중의 生菌數는 7×10^7 /can인데, 첨가된 향신료에서 오는 生菌數는 2.9×10^6 /can으로 全體原料中에 혼

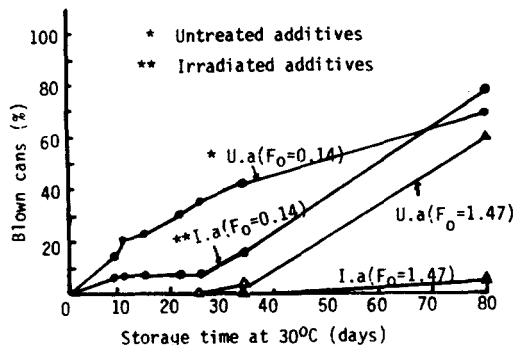


Fig. 6. The percentage of blown cans of canned pork liver paste as a function of heat treatment, decontamination of the additives and storage time

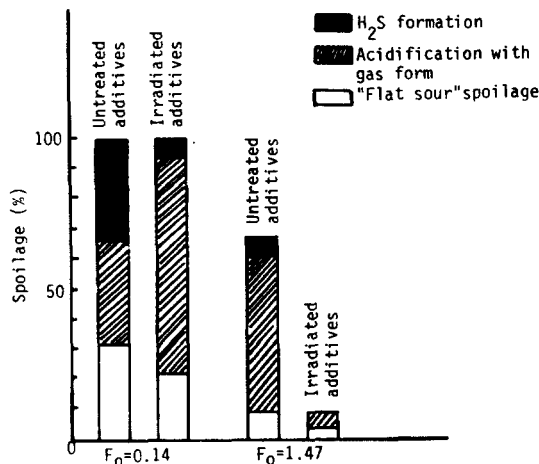


Fig. 7. The distribution of symptoms of spoilage of coned pork liver paste after 80 days' storage at 30°C as a function of heat treatment and decontamination of the additives

입된 生菌數의 4% 정도 밖에 안되나 can은 30℃에서 80일간 저장하면서 blown can의 수를 調査한 결과 放射線 照射로 殺菌된 향신료를 첨가한 can은 처리하지 않은 향신료를 사용한 can에 비해 통상 통조림 공업에서 적용되는 熱處理 (F₀=13~15, sterilization equivalent)의 1/10 정도 (F₀=1.47)로 열처리를 낮추었을 때 blown can수는 5%이내 였으며 같은 열처리로 放射線을 照射하지 않은 향신료를 첨가한 것은 50% 이상 높은 blown can을 보였다. 또한 가열 조건을 F₀=0.14 (통상의 1/100)로 하였을 때는 放射線 照射의 效果가 거의 없었다. 이는 生菌數의 단순한 多少에 영향을 받는다기 보다는 原料에 혼입된 미생물의 種類에 의한 요소가 더 큰 영향을 줄것으로 생각된다.

향신료의 放射線 照射에 대한 경제적 타당성

방사선 照射에 따른 향신료의 경제성은 먼저 현재 사용되는 화학약품 처리가 건강장애 및 환경오염 때문에 국제적으로 그 사용이 금지되고 있음을 감안, 대대 방법이라는 점에서 고려되어야 하며, Table 5는 放射線 및 여러 식품가공 방법과의 소요 에너지價를 비교한 것으로 방사선 가공은 에너지 절감 효과가 매우 클 수 있고, 또한 放射線 照射費用은 照射線불과 직접 비례하는 것으로 일반적으로 미생물의 完全殺菌보니유의 성 있는 감소에 목적을 두고 있으며 앞에서 기술했듯이 열처리나 염농도의 조절등과 같은 병용처리도 식품 공업에 적용하면 照射費用뿐만 아니라 생산비의 절감도 많은 이점을 가져올 수 있다. 특히 향신료는 단위 부피당 가격이 高價이며 취급이 용이하여 放射線處理가 간편하고 완포장후 처리로 2차 오염의 가능성이 없으며, 계절성이 없어서 年中 언제라도 처리 가능하여 照射施設의 이용 효율을 높일수 있어 부피상 경비면에서 다른

Table 5. Typical energy values required for food processing

Process	Energy value (kJ/kg)
Sprout inhibition (0. 1kGy)	2
Insect disinfection (0. 25kGy)	7
Radurization & radacidation (2. 5kGy)	21
Radappertization (30kGy)	1. 57
Chill storage (0℃ /10days)	396
Heat sterilization	918
Cooking (93℃)	2, 558
Frozen storage (-2. 5℃ /3. 5weeks)	5, 149
Blast freezing (+4 to -23℃)	7, 552

식품보다 많은 장점을 갖고 있다.

照射香辛料의 健全性

照射食品의 실용화를 위해서는 健全性 평가가 매우 중요한데 건전성 평가를 위해서 일반적 독성학, 발암성, 催奇形成性, 變異原性, 營養, 미생물학, 유기 방사성 및 포장등의 영역들이 化學的, 物理的, 動物實驗 및 적당한 미생물학적 調査에 의해 검토된다.³³⁾ 照射香辛料의 健全性은 paprika를 중심으로 국제협약(IFIP)에 따라 계속 검토가 行하여³⁴⁻³⁵⁾ 1980年 FAO/IAEA/WHO의 照射食品 健全性에 관한 共同專門委員會에서는 평균 10 kGy까지 照射된 어떠한 식품도 人体에 안전하다는 결론을 내렸고³⁴⁾ 1981年 미국 FDA에서는 食品의 殺菌, 殺虫에 사용되는 ethylene oxide나 ethylene dibromide와 같은 훈증제와 각종 식품첨가물(방부제)로 사용되고 있는 화학약품은 인체에 대한 잠재적 장애와 환경공해 때문에 전면적으로 방사선 照射로 대체할 것을 권장하고 있으며³⁶⁾ 1982年 일본 및 1985年 독일에서도 ethylene oxide에 의한 식품의 殺菌을 금지 시켰다.³⁴⁾ 또한 1983年 7月 5日 FDA는 방사선 照射의 건전성을 인정하여 향신료를 비롯한 분말식품과 건조 야채류의 살균, 殺虫 目的으로 10kGy까지의 照射는 安全하다고 하였으며³⁶⁾ 1984年 2월14일 미국 후생성은 신선과일과 채소의 생장 및 속도 지연과 해충구제를 위해 1kGy, 향신료의 살균을 위해 30kGy을 초과하지 않는 범위에서 放射線 照射할 수 있다는 법령을 공포하였다.³⁷⁾ 이 상에서 기술한 바와 같이 향신료의 방사선 殺菌은 국민의 건강보전, 식품원료의 적절한 이용, 가공식품의 부패억제, 식품의 안전공급 등의 목적을 위해 종래 사용되던 방법들 보다 매우 유효한 처리법으로 주목되고 있어 향신료의 주요 생산국을 비롯한 세계 각국에서 향신료의 방사선殺菌이 실용화되고 있으며, 국내에서도 保社部의 法的 許可와 商業用 照射施設의 設置, 加動으로 곧 産業化될 것으로 전망된다.

結 言

食生活의 多樣化와 合理化에 따른 加工食品의 大量生産으로 香辛料는 家庭用 뿐만 아니라 食品工業에서 使用量은 매년 증가하고 있다. 이들 향신료는 높은 미생물 오염으로 衛生的 측면이나 食品工業에서 많은 문제점을 야기한다. 고로 殺菌을 要하게 되는데 現行 殺菌法의 많은 문제점을 감안하여, 放射線照射에 의한 향신료의 새로운 殺菌, 貯藏方法이 研究開發되어 그 結果를

요약하면 다음과 같다. ① 향신료의 미생물 오염은 종류에 따라 差異는 있지만 10²-10⁵/g, 많은 것은 10⁷~10⁸/g에 달하였으며, 종래 사용되던 gas殺菌이나 加熱處理는 殺菌效果가 不充分하였으나 4~10kGy의 γ -線照射로 微生物을 滅菌 또는 死滅시킬수 있었다. ② 照射香辛料의 理化學的 特性變化에 있어서도 風味 (精油成分 포함) 및 色度는 適正線量 照射로는 非照射區와 거의 差異가 없었으나 gas處理와 같은 다른 방법은 심한 손실과 變化를 보였고, 照射에 의해 생성된 free radicals은 照射後 몇일 이내에 소실되어 非照射區와 동일한 함을 나타냈다. ③ 照射香辛料의 食品加工 適性實驗에서 最終製品의 貯藏性을 연장할 수 있었다. ④ 照射香辛料의 健全性에 있어서도 FAO/IAEA/WHO, FDA 등의 국제기관에서 공인한 線量以下에서도 殺菌效果가 分明하며 現行 殺菌法보다 健全性이 우수하고 經濟的 타당성이 있는 것으로 나타났다. ⑤ 香辛料의 現行 殺菌法인 ethylene oxide나 ethylene dibromide 등에 의한 혼증법은 미국을 비롯한 각국에서 使用금지되고 있음으로 代替方法으로 放射線照射 殺菌方法이 適當하며 곧 상업적 이용이 가능할 것으로 생각된다.

謝 意

本稿 작성에 도움주신 韓國에너지 研究所 食品照射研究室 趙漢玉 室長任과 權重浩 先任研究員께 감사드립니다.

문 헌

1. 변명우, 권중호, 조한옥 : 한국식품과학회지, 15, 359(1983)
2. IAEA Press Release : IAEA, PR 84/8 for Immediate Release, Vienna, 16March(1984)
3. Farkas, J. : *Factors Influencing the Economical Application of Food Irradiation*, IAEA - PL-518/6, p. 48(1973)
4. Farkas, J., Beczner, J. and Incze, K. : *Radiation Preservation Food*, IAEA-SM-166/66, p.389(1973)
5. Bachman, S. and Gieseczynska, J. : *Factors Influencing the Economical Application of Food Irradiation*, IAEA-PL-581/5, p. 33(1973)
6. Pruthi, J. S. : *Spices and Condiments*, Academic Press Inc., New York(1980)
7. Christensen, C. M., Franse, H. A., Nelson, G. H.,

- Fern, B. and Mirocha, C. J. : *App. Microbiol.*, 15, 622(1967)
8. Powers, E. M., Latt, T. G. and Brown, T. : *J. Milk and Food Technology*, 39, 668(1976)
9. Hill, M. H. : *Process Biochemistry*, 6/12, 27(1972)
10. 권중호, 변명우, 조한옥 : 한국영양식량학회지, 13, 188(1984)
11. 변명우, 권중호, 조한옥 : 한국식품과학회지, 16, 139(1984)
12. Yesair, J. and Williams, M. H. : *Food Res.*, 7, 118(1942)
13. Health, H. B. : *Food Process. Package.*, 4, 144(1964)
14. Scott, P. M. and Kennedy, B. P. C. : *J. Assoc. Off. Agric. Chem.*, 56, 1452(1973)
15. Scott, P. M. and Kennedy, B. P. C. : *Can. Inst. Food Technol. J.*, 8, 124(1975)
16. Suzuki, J. I., Dainius, B. and Kilbuck, J. H. : *J. Food Sci.*, 38, 949(1973)
17. Goldblith, S. A. and Wang, D. I. C. : *Appl. Microbiol.*, 15, 1371(1967)
18. Vajdi, M. and Pereira, N. M. : *J. Food Sci.*, 38, 893(1973)
19. Schonberg, F. : *Fleisch Wirtschaft*, 1, 132(1952)
20. Kelch, H. and Coretti, K. : *Fleisch Wirtschaft*, 11, 833(1959)
22. Gottschalk, H. M. : *Food Irradiat. Inf.*, 7, 7(1977)
23. Wesley, F., Rourke, B. and Darbishire, O. : *J. Food Sci.*, 30, 1037(1965)
24. Stijve, T., Kalsbach, R. and Eyring, G. : *Trav. Chin. Aliment. Hyg.*, 67, 403(1976)
25. Strelakova, E. E. : *Tlksikol. Nov. Prom. Khim. Veshehestv.*, 12, 72(1971)
26. Embree, J. W., Lyon, J. P. and Hine, C. H. : *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 40, 261(1977)
27. WHO-IARC : WHO-IARC Monographs on Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol. II, International Agency for Research on Cancer, Lyon(1976)
28. Scudamore, K. A. and Heuser, S. G. : *Pestic. Sci.*, 2, 80(1971)
29. Wheeler, G. P. : *Cancer Research*, 22, 651(1962)

30. Schanf, M. M. : *Sterilization of Spices by In Situ Salt Formation*, U. S. Patent 3, 316, 100 Ser. No. 455, 2, 27, April 25 (1967)
31. Josephson, E. S. and Peterson, M. S. : *Preservation of Food by Ionizing Radiation*, CRC Press, Inc., Florida (1982)
32. Proctor, B. E., Goldblith, S. A. and Fram, H. : *Food Research*, 15, 490 (1950)
33. Technical Reports Series No. 114 : *Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques*, Second Edition, IAEA, Vienna, p. 43-60 (1982)
34. 변명우, 권중호, 조한옥 : 한국식품과학회지, 16, 47 (1984)
35. 권중호, 변명우, 조한옥 : 한국식품과학회지, 16, 139 (1984)
36. Morgan, B. H. and Reed, J. M. : *Food Research*, 19, 357 (1954)
37. Kawashima, K. : *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 28, 52 (1981)
38. Farkas, J. : *Aspects of the Introduction of Food Irradiation in Developing Countries*, IAEA, Vienna, STI/PUB 362, p. 43 (1973)
39. Tjaber, F. B., Underdal, B. and Lunde, G. : *J. Appl. Bacteriol.*, 35, 473 (1972)
40. Barna, J. : *Food Irradiation Information*, No. 4, Supplement 48 (1975)
41. Chuby, R. C., Kaur, B. R., Barna, J., Chauhan, P. S. and Sundarm, K. : *Acta Alimentaria*, 8, 197 (1979)
42. Farkas, J. : *Food Irradiation Information*, No. 4, Supplement 11 (1975)
43. Technical Report Series IFIP-R44 : *Mutagenicity Testing of Irradiated Ground Paprika* (1977)
44. WHO : *Wholesomeness of Irradiated Food*, WHO Technical Reports Series 604, Geneva (1977)
45. Department of Health and Human Services : FDA 2/CFR Ch. I, *Federal Register*, 46, 18992, March 27 (1981)
46. Department of Health and Human Services : FDA 22 CFR Part 179, *Federal Register*, 48, 30613, July 5 (1983)
47. Department of Health and Human Services : FDA 21 CFR Part 179, *Federal Register*, 49, 5714, Feb. 14 (1984)
48. Wetzel, K., Huebner, G. and Baer, M. : *International Symposium on Food Irradiation Processing*, IAEA-SM-271/16, Washington, D. C., USA, 4~8 March (1985)
49. IAEA : *Food Preservation by Irradiation* (proc. symp., Wageningen, 1977), Vienna, 2, 285 (1978)
(1985년 5월 27일 접수)