

放射線의 食品에의 利用



理学博士 李 瑞 來

放射線農學研究所
食品工學研究室長

1. 머 릿 말

放射線이 생물체에 대하여 致命的이라는 것은 수십년전부터 알려진 것으로 原子彈의 출현에 의하여 이 지식이 軍事目的에 이용되었고 그 결과 대량의 放射性물질이 利用可能하게 된 것이다. 原子力은 이제 平和的利用에 돌려져 原子力發電, 臨床的利用, 醫療機器의 殺菌에 사용하게 되었고 현재는 食品照射의 實用化를 위하여 세계 50여개국에서 研究가 진행중에 있다.

오늘날, 사용되는 대부분의 食品貯藏法은 有史以前에 그 起源을 가지고 있는 것으로 오랜동안 改善되고 科學化되어 널리 응용하게 된 것으로 다음과 같은 陳列적인 방법이 있다. 즉 乾燥法(脫水를 포함), 冷藏및 冷凍, 化學的保存, 醱酵, 熱處理, 包裝 등이다. 그런데 이러한 有史以前 方法에 통조림, 調節空氣(controlled atmosphere), 放射線照射의 세가지가 새로운 方法으로 부가된 것이다.

현재까지 확립된 모든 食品貯藏法은 여러 單位操

작과 특수한 機器를 사용하여 그들의 목적을 달성할 수 있지만 전혀 문제가 없고 개선할 여지가 없는 것은 아니다. 오늘날 食品저장법을 개선하려는 연구는 食品加工學에 있어서 중요한 연구분야가 되고 있는 것이다.

食品의 放射線저장법은 불란서의 Nicholas Appert가 약 150년전 통조림법을 발명한 以後에 開發된 새롭고도 신기한 食品 저장법으로 알려져 있다. 이 방법은 식품을 가열하지 않고 처리하며 밀봉된 용기나 대량으로 있을 때에도 가능한 동시에 처리된 제품에는 残留成分이 남지 않는다고 하는데에 큰 魅力이 있는 것이다.

2. 食品의 放射線處理

食品照射는 그의 실제적인 목적에 따라 다음의 세 가지로 나누어 생각할 수 있다.

(1) 食品의 保存性 연장

역사적으로 볼때 가장 많은 노력을 傾注한 것으로 殺菌, 殺虫, 發芽抑制등의 放射線의 生物作用을 이용하여 食品의 保存기간을 연장시키려는 것이다. 이때 嫌氣性細菌의 胞子를 죽이는데는 가장 높은 線量을 요구하므로 放射線처리에 있어서 중요한 과제가 되고 있다. 또 도마도와 같은 과일 채소의 後熟을 지연시키기 위하여 放射線처리를 하는 것도 이와 같은 목적이라 할 수 있다. 食品의 저장상 문제가 되는 食品자체내의 酵素작용이나 酸化작용을 방사선처리에 의하여 조절하는 것은 현재로서는 불가능하고 다른 수단에 의존하여야 한다.

(2) 病原性 有害生物의 제거

食中毒의 원인이 되는 Salmonella균, 포도상 球菌, 腸炎vibrio와 같은 病原微生物, Irichinella와 같은 고기의 病原寄生虫을 죽여 衛生的인 식품을 공급하려는 것이 그 목적으로서 輸入되는 食糧 또는 飼料의 汚染除去수단으로서 기대되는 放射線 처리방법이다.

(3) 食品의 品質改善

방사선의 化學作用에 의하여 일어나는 食品의 成分변화를 적극적으로 이용하려는 시도이다. 예컨대 乾燥채소를 照射하면 물에 復元되는 시간이 단

축되어 實用化될 가능성이 있다. 또 海藻에서 寒天을 추출할 때 放射線을 照射하면 數量도 많고 추출도 신속하다는 利點이 있다. 또 위스키등의 蒸溜酒를 照射하면 熟成이 촉진되는 방법도 연구되고 있어 有望한 것이라 생각된다.

한편 食品의 放射線처리를 微生物學的인 견지에서 보면 다음의 세 가지가 있다.

(1) 放射線 完全殺菌(Radappertization)

virus를 제외한 어떠한 미생물이라도 檢出되지 않을 정도로 방사선으로 完全殺菌하는 것이다 (照射線量 2.5~5 Mrad)

(2) 放射線 部分殺菌(Radurization)

방사선에 의하여 부패微生物의 수를 감소시키고 냉장시키므로서 食品의 저장기간을 연장시키는 것으로 Radiopasteurization이라 불려왔다. (照射線量 0.05~1 Mrad. 果實類, 魚貝類등이 有望視된다.

(3) 放射線 病原菌殺菌(Radicidation)

大腸菌, Salmonella균과 같은 특수한 病原微生物만을 죽이는것을 목적으로 하는 것으로, 넓은 의미의 Radurization에 속하지만 病原菌을 대상으로 분류한 것이다. (照射線量 0.3~1 Mrad). 이에 는 계란, 肉類가 대상이 되는데 종래의 熱處理法을 64.5℃, 2.5분의 처리를 하였으나 조금만 잘못하면 蛋白質이 變性되거나 殺菌이 불충분해지거나 한다.

食品照射는 궁극적으로 실제적인 목적하에 이루어지므로 우선 食品照射의 목적을 충분히 고려할 필요가 있다.

한편 食品의 放射線처리에 있어서 開發研究의 단계로 부터 實用化에 이르는 과정중에서도 중요한 일은 우선 健全性(Wholesomeness), 특히 安全性의 증명, 이에 근거한 法的許可의 획득, 消費者 試驗에 의한 照射食品의 受容性시험, 이 결과에 따른 技術改善을 모색한다고 하는 여러 단계가 있는 것이다. 이 중 實用化에 있어서의 가장 큰 閘門은 역시 法的許可의 문제로서 實用化的 進步정도에 대한 尺度라 할 수 있다. 현재까지 각국에서 法的許可를 받은 照射食品의 종류를 보면 표 1과 같다.

表 1. 法的許可量 받은 照射食品

(1971년 現在)

国 名	品 目	照 射 目 的	放 射 線	許 容 線 量	許 可 年 度
Canada	감 자	發 芽 抑 制	Co-60	< 10krad	1960
				< 15	1963
	양 파	"	"	< 15	1965
	小麦, 小麦製品	殺 虫	"	< 75	1969
Denmark	감 자	發 芽 抑 制	電子線	< 15	1970
Hungary	감 자	"	Co-60	10	1969
Israel	감 자	"	"	< 15	1967
	양 파	"	"	< 10	1968
Netherlands	아스파라가스	殺 菌	Co-60	< 200	1969
	코코아 原豆	殺 虫	Co-60 電子線	< 70	1969
	딸 기	殺 菌	"	< 250	1969
	양 송 이	"	"	< 250	1969
	감 자	發 芽 抑 制	"	< 15	1970
	새 우	殺 菌	"	50~100	1970
	香 辛 料	消 毒	"	800~1000	1970
	양 파	發 芽 抑 制	"	< 15	1971
Spain	감 자	"	Co-60	5~15	1969
U. S. A.	小麦, 小麦製品	殺 虫	Co-60	20~50	1963
		"	Cs-137	20~50	1964
		"	電子線	20~50	1966
	감 자	發 芽 抑 制	Co-60	5~10	1964
		"	Cs-137	5~10	1964
		"	Co-60	5~15	1965
		"	Cs-137		
U. S. S. R.	감 자	發 芽 抑 制	Co-60	10	1958
	穀 類	殺 虫	"	30	1959
	乾 燥 果 实	"	"	100	1966
	乾 燥 濃 縮 食 品	"	"	70	1966
	果 实, 菜 蔬	殺 菌	Co-60	200~400	1964
	牛肉, 豚肉, 도끼肉	"	"	600~800	1964
	가 금 류	"	"	600	1966
	肉 類 調 理 製 品	"	"	800	1967
	양 파	發 芽 抑 制	"	6	1967

3. 食品照射施設

食品을 放射線處理하는 裝置 또는 施設을 食品에 미치는 放射線의 效果가 여러가지이므로 그의 效果를 충분히 발휘하기 위해서는 放射線의 特性과 照射效果를 분명히 한 다음에 고려하여야 한다.

현재 食品照射에 사용되는 放射線源은 Co-60 Cs-137 로 부터의 감마선, 5 MeV 까지의 X 선과 10 MeV 까지의 電子線이라 할 수 있다.

감마線照射施設로서 研究用으로는 차폐되지 않은 실험실에서 그대로 사용할 수 있는 gammacell 220 shipboard irradiator와 같은 것이 있고 또 차폐된照射室 또는 water pool 중에 線源을 보존하면서 食品을 照射할 수 있는 施設이 利用된다.

우리나라서는 아직 工業的인 규모로 食品을 照射하는 시설이 마련되어 있지 않다. 그러나 외국에서는 이미 大規模의 工業的인 Co-60照射施設이 영국, 미국, 캐나다등에 건설되고 있다. 이들은 대개 콘크리트로 遮蔽된 照射室중앙에 Co-60線源이 있고 그 주위를 照射할 食品, 醫療器具등을 넣은 cartoon box가 이동하게끔 되어 있고 이동중에 필요한 放射線量을 받게끔 마련되어 있다.

캐나다原子力公社에서는 Trailer에 싣고 다닐 수 있는 照射裝置를 1961년 設計, 製作하여 감자, 양파의 發芽抑制研究에 이용한 바 있고 더욱이 미국에 까지 파견시켜 각종 農産物의 照射處理에 成果를 올리고 있다. 캐나다에서는 수확시의 감자가 100 £ bs당 2弗 이지만 端境期에는 4~5弗이 되

그림 1. 船積式 照射裝置

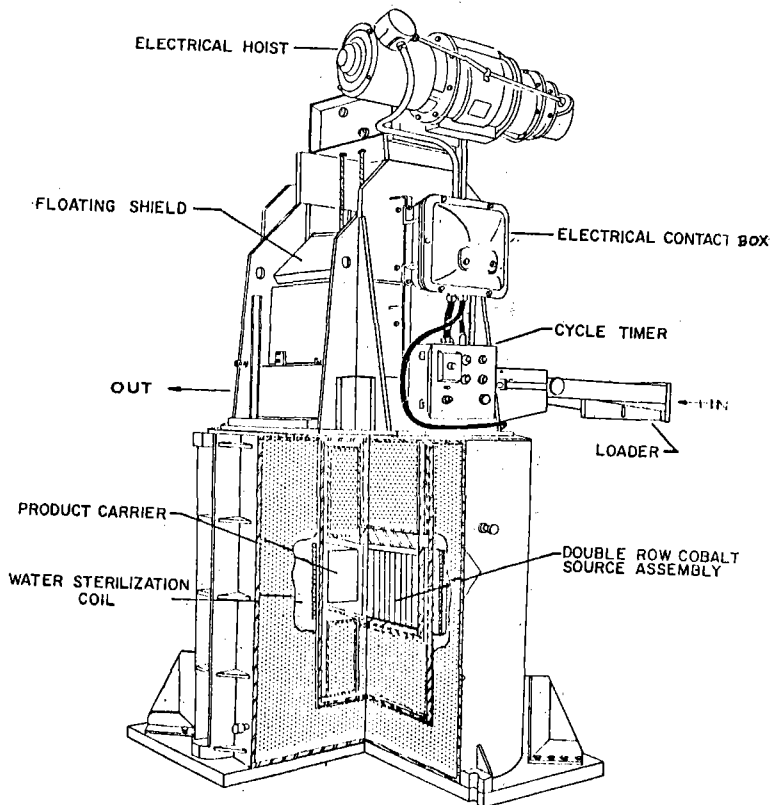
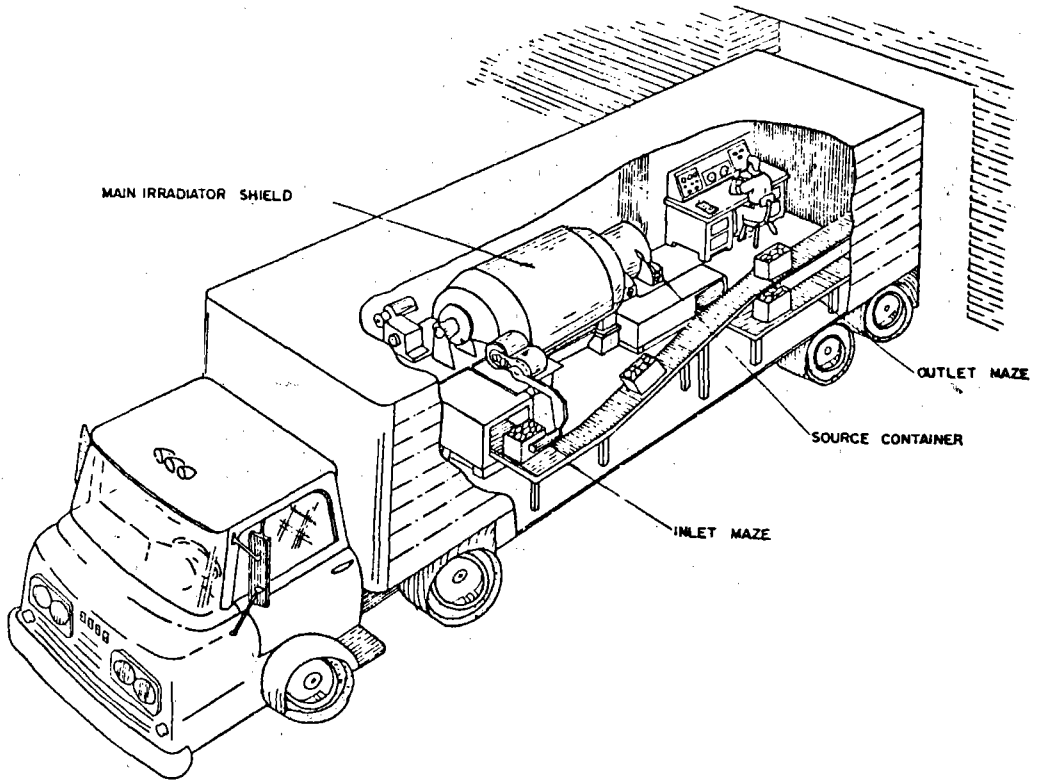


表 2. 각국의 食品照射施設 (1971 · 8. 현재)

Country	Place	Name	Source	Capacity-Dose
Argentina	Buenos Aires	Semi-industrial irradiation plant	200,000 Ci	unknown
	" "	Portable irradiator	100,000 Ci	100 lb/hr at 200 krad
Canada	Truck	Mobile Co-60 irradiator	18,000 Ci	2,200 lb/hr at 8 krad
	Montreal	Multipurpose irradiator	100,000 Ci	unknown
Chile	Santiago	Portable irradiator	100,000 Ci	100 lb/hr at 200 krad
France	Truck	Mobile irradiator	175,000 Ci	200 kg/hr at 250 krad
	Dagneux	Mobile irradiator Irma 400	60,000 Ci	200 kg/hr at 250 krad
Hungary	Budapest	Multipurpose irradiator	100,000 Ci	unknown
India	Trombay	Package irradiator	100,000 Ci	100 lb/hr at 500 krad
	Trombay	Portable grain irradiator	28,000 Ci	500 lb/hr at 15 krad
	Trombay	Portable irradiator	100,000 Ci	100 lb/hr at 200 krad
Israel	Yavne	Shipboard irradiator	30,000 Ci	150 lb/hr at 100 krad
Italy	Rome	Multipurpose irradiator	60,000 Ci	250 kg/hr at 500 krad
Japan	Takasaki	Multipurpose irradiator s	220,000 Ci	unknown
Korea	Seoul	Shipboard irradiator	25,000 Ci	150 lb/hr at 100 krad
Netherlands	Wageningen	Multipurpose irradiator	85,000 Ci	500 kg/hr at 250 krad
Thailand	Bangkok	Multipurpose irradiator	300000 Ci	unknown
United Kingdom	Wantage	Multipurpose irradiator	300,000 Ci	400 kg/hr at 2,500 krad
U. S. A.	Gloucester	Marine product development irradiator	250,000 Ci	2,000 lb/hr at 250 krad
	Natick, Mass.	Multipurpose Natick irradiator	2,000,000 Ci	unknown
	Truck	Mobile gamma irradiator	100,000 Ci	1,000 lb/hr at 200 krad
	Gloucester	Shipboard irradiator	30,000 Ci	150 lb/hr at 100 krad
	Georgia	Grain irradiator	25,000 Ci	5,000 lb/hr bulk at 25 krad
	Honolulu	Hawaii development irradiator	220,000 Ci	4,000 lb/hr at 75 krad
	Trailer	Portable irradiator	100,000 Ci	100 lb/hr at 200 krad
U. S. S. R.	Tula	Multipurpose irradiator	136,000 Ci	180 kg/hr at 1,000 krad
	Kanibadam	Dried fruit irradiator	35,000 Ci	unknown
	Dzerzhinskii	Potato irradiator	50,000 Ci	3,000 kg/hr at 10 krad
	unknown	Shipboard irradiator	91,000 Ci	100 kg/hr at 250 krad
	Vniikop	Multipurpose irradiator	240,000 Ci	unknown
	Vniiziz	Grain irradiator	35,000 Ci	400kg/hr at 10 krad

그림 2. 移動式 Co-60 照射裝置



고 照射費用이 100Lbs당 50센트이므로 현재에도충분히 採算이 맞다고 하며 앞으로 照射費를 100Lbs당 10센트로 줄일 계획이라고 한다.

세계 각국에 설치되고 있는 試驗工場規模의 照射施設을 보면 표 2와 같다.

4. 맺는말

食品貯藏法으로서의 放射線照射의 利點과 問題點을 설명하였다. 食品照射의 문제는 이제 原子力의 平和的利用이라는 의미에서 뿐만 아니라 앞으로 예상되는 세계의 食糧事情에 對備할 한가지 有效手段으로서 기대되는 바 크다.

照射食品의 研究開發에 對처할 우리의 자세는 두 가지라 할 수 있다.

첫째는 國內外에서의 현재까지의 研究結果를 검토하여 實用化의 可能性이 予想되는 品目을 선정하여

工業化로의 준비로서 試驗工場규모에서의 製造시험 安全性시험의 실시와 法的許可에 대한 檢討를 해야 할 것이다. 둘째는 이러한 實用化로의 直接的인 努力과 아울러 食品照射의 特性인 食品의 종류, 품종, 상태에 따른 照射線量, 한국의 食糧事情, 食習慣, 嗜好등을 고려하여 技術改善에 연결되는 基礎研究를 꾸준히 수행할 필요가 있는 것이다. 그리하여 우리나라 사정에 맞는 獨自의인 食品照射 研究開發計劃을 수립하여 꾸준히 밀고 나가야 할 것이다. 食品照射에 관한 開發단계가 나라에 따라 제각기 다르지만 大線源을 이용한 工業化도 이제 꿈만이 아니라 實現될 날이 머지 않은 것으로 믿어 마지않는다.