放射線照射에 의한 食品貯藏의 産業化 必要性과 衛生的 効果

趙 漢 玉
韓國에너지研究所 食品照射研究室長

Commerical Utilization of Irradiation for the preservation of Foods and its Hygienic Effects

Han-Ok Cho
Head, Food Irradiation Division
Korea Advanced Energy Research Institute (KAERI)

ABSTRACT-It is estimated that the loss of Korean agricultural and fishery products during the storage period is usually more than 20%, and it is difficult to increase agricultural products by a 10% annual rate directly. Therefore, development of food preservation techniques has now become a most important atternative for the indirect increase of such products and for its senitary distribution.

Changes eating habits and improved living conditions have accelerated the demand for convenience food production and for this reason it is essential that raw materials at stable, resonable prices and hygienic quality be available the year round. At the end fo 1980, the Korean government conceded the economical feasibility of the storage of foods by irradiation and a procedure for preserving food by irradiation on a batch scale was successfully developed by KAERI in 1982. Based on the research results accomplished by the KAERI and on the recommendation on wholesomeness of irradiated food by Joint Committee of FAO/IAEA/WHO in 1980, the approval of wholesomeness of irradiated food was declared by presidential decree in June 1985 and the procedure of permission for individual items is in progress.

Korean private firms (Ryung Young Co.) which was technically assisted by KAERI for five years have taken mush interest in the establishment of such facilities in Korea, therefore Ryung Young Co. had proposed for the construction of 500 Kci Co-60 irradiator to the Ministry of Science and Technology in July 1984. The permission of construction has approved by government in May 1985. The commercial irradiator will be constructed as one fo the most modernized facilities until May 1987 and that facilities will contribute the propagation of commercial storage of foods and its hygienic quality.

緖 論

2 千年代의 우리나라 人口는 6 千萬名으로 增加될 것이라고 國內外 여러 資料에 의하여 展望되고 있다. EPB의 computer 計算에 따르면 每年 約 60萬名이 增加될 것으로 나타나고 있으며 이는 52秒마다 1 名씩 늘고 있다는 計算이 된다. 國內 20年間의 年平均 人口 增加率은 2.49%이며 總 人口數는 世界 21位이고 人口密度는 우리나라 總 國土中 山林地帶를 除外한 農耕地 1 平方 Km당 人口數가 1,132名으로 世界 1 位에 있는 實情이다.

美國政府는 "2 千年代의 地球人口"라는 報告書에서 2 千年의 地域別 穀物需給은 先進國과 開發途上國間에 不均衡이 深化되어 食糧問題는 심각한

武器化時代로 변천될 것으로 展望하고 있다. 이 時刻에도 地球上에는 5 억의 人口가 饑餓線上에서 허덕이고 있다고 한다.

人口增加에 따른 食糧의 增産은 不可避하며 반드시 解決해야할 문제이다. 重要한 食糧資源으로서 農産物, 畜産物, 水産物等을 들 수 있으나 農産物이 主宗을 이루고 있다. 食糧을 增産하기 위하여는 耕地를 擴大하던가 一定面積에서의 收獲量을 增加시키던가 하여야 한다. 그러나 그 어떤것도 간단하지는 않다. 1970~1980年 사이에 世界의 食糧生産量은 年平均 2.4% 增加하고 있다. 그러나 開發途上國의 人口 增加는 심하여 그 食糧需要에 充分히 대응할 수 없으므로 饑餓人口는 감소되고 있지 않다.

先進國에서는 耕地를 擴大할 餘地가 거의 없는 것으로 알려지고 있으며 또한 農耕地를 農業以外의 目的으로 점차 전용하기 때문에 적으나마 새로운 耕地가 생겨도 全体的으로 增加하는 狀態는 아니다. 食糧增産에는 耕地面積의 擴大이외에 一定面積當 收獲量을 증가시키는 방법이 있다. 實際로 1980~2000年 사이를 보면 生産量增加分의 約 65%는 그러한 方法에 의할 것으로 推定되고 있다. 그러나 이 推定의 基礎는 肥料使用量의 激增이라는 조건이 있고 肥料生産에 必要한 化石燃料의 공급부족과 價格의 폭등 및 生産量의 增加가 예상됨으로 이 方法에 의하여 장래 食糧生産目標를 달성하는 것은 용이한 것이 아니다.

우리가 輕視할 수 없는 것은 食糧을 收獲한 후에 腐敗나 害蟲에 의한 損失이다. 最近 FAO의 發表에 의하면 이와같은 原因에 의한 損失은 全体의 25%에 달한다고 發表하고 있다. 이것은 無視할 수 없는 量이다. 特히 開發途上國에서는 적당한 貯藏方法과 施設이 없기 때문에 食糧貯藏中 損失을 감소시키는 것은 先進國 보다 어렵다. 이와 같이 貯藏中이나 流通過程中에서의 損失을 감소시키는 것은 食糧의 增産을 계획하는 문제에 필적할 만한 重要한 課題이다.

食糧을 保存하는 方法에는 여러가지가 있다. 乾燥, 塩藏과 같이 옛날부터 利用하는 保存法도 있고 近來에는 통조림, 冷藏, 冷凍 및 食品保存料(化學藥品)의 添加가 보급되어 食生活의 充實 및 合理化에 기여하고 있다. 그러나 近來에 새로 등장한 保存方法의 대부분은 에너지 多消費型이다. 이러한 方法은 사회기반이 충실히 다져지지 않고서는 보편적으로 이용할 수가 없다. 그러므로 開發途上國에서는 별로 利用되지 않으며 全食品에 利用될 수도 없는 것이다.

한편 省 energy 型이라고 하는 保存料等 食品添加物은 最近에 와서 使用이 禁止되었거나 될수 있는대로 使用하지 않으려고 하는 경향이다. 이와같은 추세에서 energy 節約型이며 安全性이 높고 衛生的인 食品貯藏法으로서 世界各國에서 實用化가 擴大되고 있는 것이 食品照射이다.

國內에서도 食糧貯藏中에 발생하는 損失減少로서 食糧의 間接增産, 食品의 貯藏流通에 所要되는 energy의 節約, 新鮮하며 衛生的인 食品의 大量供給과 食品保存料 및 燻蒸劑의 代替方法으로서의 食品照射가 早速히 産業化 되어야할 것이다.

本 論

● 放射線照射效果

放射線에 의한 食品貯藏研究는 1895年 Röntgen이 X-線을 發見한데 이어 1896年에 Mink가 細菌에 미치는 X-線의 效果에 관하여 發表한데서 비롯된다. 1924年 이후 Crowther와 Lea는 放射線照射의 生物學的 效果에 관한 설명에서 標的說을 提示하였으며 이것이 放射線照射에 의한 致死作用과 遺傳的 效果面에서 重要한 學說이 되었다. X線과 紫外線은 産業的 食品照射에 直接利用되지 않지만 그 研究結果는 放射線에 의한 食品貯藏研究에 필요한 기초자료가 되었다[1]. 放射線에 의한 食品貯藏의 實際的인 研究는 大型의 放射線照射線源이 開發生産된 1950年代부터 활발해지기 시작했다[2].

1953년 8月 Eisenhower 大統領의 原子力의 平和的 利用政策과 研究資金에 힘입어 美國에서는 1963年경에 食品照射에 관한 研究가 활발하게 수행되었으며 다른 先進國에서도 이 分野에 관심을 갖게 되었고 特히 1954年 이후 美陸軍은 軍用食品으로서 照射食品의 營養 및 安全性研究를 시작하여 1964년까지 30餘個의 研究所가 이에 착수하였다[3].

食品照射는 放射線을 食品에 쪼임으로서 發芽防

止, 熟度遲延 殺菌 및 殺蟲을 하여 食品의 貯藏期間을 연장하는 方法이다. 產業的 食品貯藏에利用되는 放射線은 ^{60}Co과 ^{137}Cs에서 放射되는 gamma線과 最大 energy 10 Mev의 電子線이다. 이들중에서 gamma線이 大部分 利用되고 있으며 gamma線은 光合成作用에서 必須的으로 利用되는 太陽 energy와 根源이 同一한 것으로서 物理的 作用에 의하여 食品貯藏效果를 發生하는 것이다.

● 經濟的 妥當性

產業的 照射施設의 차폐시설(Shielding)등 特殊施設이 必須的이기 때문에 一般工場에 比하여 建築費가 많으나 施設運營의 變動費 및 energy 所要量이 극히 적다는 長點이 있다. ^{60}Co (半減期 5.6年)에 放出되는 gamma線은 强力한 透過力 때문에 食品의 種類나 크기에 關係없이 完全包裝狀態로 內部의 有害微生物이나 昆蟲을 殺菌, 殺蟲할 수 있고 二次汚染을 막을 수 있으므로 流通過程에서 冷凍할 必要없이 衛生的으로 長期間 保存되므로 食品의 種類에 따라서 人工冷藏이나 冷凍施設이 必要 없기 때문에 電力費가 극히 節約된다.

放射線照射와 其他食品貯藏에 所要되는 energy를 比較할 때는 原料에서부터 消費者의 식탁에 이르기까지의 全過程에 걸쳐서 이루어져야 한다. 放射線 의해서 完全殺菌할 때 所要되는 energy는 加熱에 의한 完全殺菌의 1/5이며 放射線에 의한 部分殺菌은 冷藏의 1/15, 冷凍의 1/32의 energy가 所要된다[4] (표 1).

近來에 食品貯藏의 省 energy 方法으로 널리 利用되고 있는 食品保存劑나 燻蒸劑는 잠재적인 有害性 때문에 그 使用을 禁止시키거나 減少시키는 경향이며 그것을 代替할 수 있는 것은 放射線照射 뿐이다. 放射線照射費用은 化學藥品處理費用보다 더 많이 所要될 때가 있다. 放射線照射는 照射對象食品을 照射施設이 있는 場所까지 운반되어야 되므로 地域에 따라서 별도의 수송비가 所要되나 照射施設을 主消費地(서울을 中心한 首都圈)에 設置할 때는 輸送費의 大部分이 租稅된다.

化學藥品處理는 現場에서 處理함으로 輸送費가 必要없게 되며 穀類, 果實類, 乾燥 및 粉末食品의 殺菌 殺蟲目的으로 使用하고 있는 殺蟲劑나 燻蒸劑는 放射線照射 보다 費用이 적게 들때가 있다. 그러나 化學藥品을 사용하면 處理效果가 完全하지 못하고 有害成分이 殘留할 수 있으며 完全包裝狀態로 燻蒸劑를 사용할 수 없기 때문에 製品으로 包裝할 때 二次汚染可能性이 클 뿐만 아니라 有害가스에 의한 環境公害와 食品加工從事者 및 消費者의 健康을 해롭게 할 잠재성이 큼으로 處理費用觀點에 의해서만 化學藥品을 사용하는 理由가 될 수 없다.

1984년 美國衛生局에서는 果實의 殺蟲目的으로 많이 사용하고 있는 燻蒸劑인 EDB(ethylene dibromide)를 有害成分이 殘留 및 環境公害 때문에 사용금지 시켰으며 美國 FDA에서는 EDB 및 기타 食品貯藏目的으로 使用되고 있는 化學藥品을 全面的으로 放射線照射로서 代替할 것을 권장한 바 있다[5]. 그후 美國農務省과 環境廳의 提案에 의해서 FDA는 1986. 4. 18 果菜類(1 KGY)가 香辛料(30 KGY)가 放射線照射를 許可하는 最終規則을 公布하였다[6]. 또한 日本에서도 1982年度부터 모든 食品에 대하여 燻蒸劑인 E.O.(ethylene oxide)의 使用을 禁止시킨 바 있다.

FAO/IAEA/WHO 共同專門委員會의 發表에 의하면 食品의 貯藏 및 流通過程에서 發芽 및 腐敗에 의하여 發生하는 損失量은 30~50%에 달한다고 한다. 이와같은 損失量은 食品의 種類, 温度, 濕度, 貯藏期間, 取扱方法 等에 따라서 다르며 食品의 貯藏과 流通에서 다루워야 할 基本問題가 된다. 一般的으로 地域食品은 變質, 腐敗를 防止할 수 있는 經濟的 貯藏

표 1. 食品加工에 所要되는 에너지価

加工方法 (照射線量)	에너지価 (KJ/Kg)
○ 発芽抑制 (0.1KGY)	2
○ 殺　　虫 (0.25KGY)	7
○ 部分殺菌 (2.5KGY)	21
○ 放射線完全殺菌 (30 KGY)	157
○ 加熱殺菌	918
○ 調　　理 (93℃)	2,558
○ 冷　　藏 (0℃ / 10일)	396
○ 冷　　凍 (-25℃ /3.5週)	5,149

方法이 없고 貯藏施設의 부족등으로 生産地에서만 利用되는 경우가 많다.

國內에서도 發芽食品에 대한 經濟的 貯藏方法 및 容量의 부족으로 每年 端境期에는 收獲期에 비하여 그 價格이 2~3倍 폭등하고 있는 實情이다. 한 例로서 發芽食品(감자, 마늘, 양파, 밤)에 放射線을 照射하여 貯藏後 豫想되는 販賣差額을 最近 5 年間(1980~'85)의 生産 및 物價資料를 근거로[7,8] 하여 調査하여 보았다. 年平均 總 生産量에 대하여 감자와 양파(各 10%), 마늘(14%) 및 밤(30%), 合計 137,700 톤을 放射線處理하여 貯藏할 때 原料購入價格은 收獲後 農家出荷價格으로 약 500억원이 된다. 放射線을 照射한 뒤 自然低温貯藏車(움式, 年中温度變化 2~17℃)에 販賣할 때까지 貯藏中 20%의 自然損失을 豫想하면 販賣製品量은 約 108,000톤이며 그 販賣差額은 年平均 都買物價 基準으로 計算하면 約 400억원, 端境期賣買格으로 販賣하였을 경우에는 約 890억원이 된다. 이와같은 差額에는 放射線照射費用 및 其他運營管理費 等이 고려되지 않은 것이나 照射費用은 産業的으로 處理하는 先進國의 경우 톤당 10~15弗 정도이며[9] 發芽食品은 冷凍機設置없이 自然低温으로 端境期까지 貯藏이 可能함으로 貯藏費를 1/2~1/3이상 節約할 수 있다[10].

放射線照射는 食品을 完全殺菌, 殺蟲시킬 수 있으므로 防疫上問題의 解決로서 國內外市場性을 擴大시킬 수 있고 加工食品原料의 價格安全化 및 安定供給으로서 都市給食産業을 育成할 수 있다. 따라서 食糧生産者는 計劃生産을 할 수 있고 一定한 原料의 供給으로 食品加工業을 發展시키며 消費者는 보다 좋은 食品을 보다 싼값으로 年中購入할 수 있게 된다.

日本에서는 1973年末 감자의 放射線照射가 世界最初로 産業化된 이래 端境期 감자加工原料의 安定供給과 物量安定에 寄與한 바 크다[11]

● 照射食品의 健全性

放射線을 照射한 食品을 人間이 食用하여도 安全하냐 하는 健全性을 評價하기 위하여 과거 35餘年間 世界各國에서 照射食品에 대한 營養學的 微生物學的 分野等에 대하여 硏究한 結果를 바탕으로 하여 1980年 放射線照射食品에 대한 健全性을 FAO/IAEA/WHO 共同專門委員會에서 檢討한 結果 平均 10 KGY(1 Mrad)까지 照射한 어떠한 食品도 毒性學的으로 有害하지 않으며 營養學的 및 微生物學的인 問題를 일으키지 않는다고 하였다[12]. 分野別 重要한 硏究結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 營養學的 分野

放射線照射도 다른 食品加工技術과 같이 營養分의 變化를 일으킬 수 있다. 營養分의 變化 및 그 程度는 食品의 構成分, 照射線量, 温度 및 酸素의 有無等에 따라서 다르다. riobflavin, niacin 및 vitamin D는 放射線照射에 대하여 安全하나 thiamin, vitamin E 및 A는 敏感하다. 含氣包裝狀態에서 高線量을 照射할 때는 後者의 vitamin은 많은 量이 損失될 수 있다. 이와같은 損失은 加熱할 때도 일어나는 것으로 돼지고기를 加熱殺菌할 때가 放射線에 의해서 殺菌할 때 보다 thiamin의 損失量이 현저히 크다[13]. 蛋白質의 生産價는 高線量(10 KGY 이상)을 照射하였을 때도 영향을 받지 않으며 이와 같은 結果는 쇠고기[14], 닭고기[15], 생선[16], 乾魚物과[17] 其他 여러 食品과 飼料에도 적용된다.

2) 微生物學的 分野

高線量照射로서 食品을 産業的으로 殺菌할 때 公衆保健上에 아무 問題가 없는 것으로 알려졌다[18]. 그러나 낮은 線量에서는 微生物이 再生하기 때문에 放射線照射도 公衆保健上問題를 일으킬 수 있으며 이와 같은 問題는 完全殺菌하지 않은 다른 保存法에서도 일어나는 것이다.

照査食品에 있어서 *C*1. *botulinum*의 生育 및 毒素生成이 競爭微生物의 파괴 때문에 促進되지 않으냐 하는點을 밝히기 위하여 生鮮에 *C*1. *botulinum* Type E를 大量接種하여 放射線을 照射하고 50℃ 前後에서 貯藏하였을 때 毒素는 전혀 生成되지 않았다고 報告하였다[19]. 1980年 FAO/IAEA/WHO 共同專門委員會는

放射線을 照射한 食品의 微生物的 健全性은 現在 實用化되고 있는 다른 食品處理法과 전혀 同一하다고 하였다. 또한 世界 여러 著名한 微生物學者들도 食品과 飼料로부터 病院菌을 除去시키는 方法으로서 放射線照射를 추천하기에 이르렀다[20].

3) 毒性學的 分野

放射線照射에 의해서 誘起될 수도 있는 食品成分의 變化는 定量的으로 대단히 微量이다. 그럼에도 不拘하고 放射線照射에 의해서 生成될 수도 있는 物質이 無害하다는 것을 一般的으로 믿지 않기 때문에 照射食品에 대한 毒性學的 硏究가 많이 수행되었다. 1965年 美國公衆衛生局에서는 ^{60}Co gamma 線을 56 KGY(5.6 Mrad)까지 또는 電子加速機로서 10 Mev 까지 照射한 食品은 健全하며 營養的으로 適當하다고 發表하였다[21].

美陸軍의 硏究陣은 放射線을 照射한 쇠고기 한 種類의 健全性 實驗을 하기 위하여 1,500 마리의 개·2,700 마리의 쥐와 20,000 마리의 생쥐를 이용하였으며 그 硏究費는 5 百萬弗이었다[22]. 그러나 大部分의 國家가 그와 같은 規模의 動物飼料實驗을 수행할 수 있는 施設이 없기 때문에 硏究한 結果를 各國이 受容할 것을 國際保健當局이 권장하게 되었다.

FAO/IAEA/WHO 共同專門委員會는 1964年에 最初로 照射食品에 대한 評價를 대단히 조심스럽게 시도한 이래 1980年에는 最終的으로 平均 10 KGY(1 Mrad)까지 放射線을 照射한 어떠한 食品도 毒性學的 및 遺傳學的으로 아무 장해가 없으며 照射食品에 대한 毒性學的 實驗은 더 이상 必要없다고 結論 지었다[12]. 共同專門委員會가 이와같은 結論을 내리게 된것은 動物實驗結果에만 의존한 것이 아니고 放射線化學과 化學分析結果가 生物分析의 結果를 뒷받침하게 된것으로서 照射食品은 "Chemiclearance"하다고 發表하였다[23]. 1986年 4月 3日~7日까지 中共 Shanghai에서 FAO/IAEA 主催로 開催된 食品照射의 產業化 Seminar에서 Dai Yin은[24] 中共人 52名을 對象으로 照射食品을 食用케한 健全性實驗에서 아무 이상이 없다고 發表하기도 하였다(필자도 참석하여 硏究發表 하였음).

표 2. 식품별 허가 국가수

1985. 8. 현재

식품종류	허가 국가수	비 고
감자	27	
양파	22	
마늘	10	
곡류	13	쌀, 밀, 대두 등
밀가루	6	
(혼합) 향신료	24	후추, 고추, Paprika, 양파, 분말, 마늘분말, 혼합조미료 등
과실류 (신선)	29	딸기, 토마토, 배, 바나나, 망고 아보카드 복숭아, 살구, 포도 등
과실류 (건조)	4	포도 Dates, banana,
채소류 (신선)	14	양송이, 상치, 아스파라가스, 코코아, 빈 등
채소류 (건조)	8	
닭고기	7	
육류	15	소고기, 돼지고기, 토끼고기, 개구리 다리, 동결식품 등
어류및어류가공품	11	대구, 연어, 고등어, 새우 등
건조식품농축물	6	
환자용무균식품	1	
기타식품	16	절임채소, 효소 및 효소분말, 한약재료 등
73개 식품군 227 종	32개국 3개기구	FAO, IAEA, WHO, FDA.

*Food Irradiation Newsletter, IAEA, Vienna 9(2)29, Sept. (1985)

每年 各國에서 照射食品의 健全性許可는 增加하여 1986. 6. 現在 32個國에서 73個 食品群, 227種의 食品에 대한 放射線照射가 許可되었다(表 2). 또한 1960年代 以後 現在까지 各種宇宙食品은 放射線照射에 의해서 殺菌되고 있는 實情이다.

● 產業化 現況

放射線照射에 의한 食品貯藏은 貯藏 energy의 節約, 食糧貯藏中 損失減少에 의한 間接增產, 食品保存劑 및 燻蒸劑의 代替, 附加價値向上等 長點 때문에 產業化된 品目 및 國家數가 每年 增加하고 있다. 1986年度 現在 135個의 產業的 照射施設이 各國에서 實用되고 있으며 東洋에서는 1972年度에 日本에서 北海道 oshihoro에 감자照射用 ^{60}Co 施設이 設置된 것이 最初이며 中共은 現在 3 個의 產業用照射設

이 운전되도 있고 4 個가 建設中에 있다. 照射食品의 健全性은 認定되나 産業化가 지연되고 있는 日本 西獨等에서는 醫療用品 및 飼料等의 殺菌用으로 大型照射施設의 設置가 每年 增加되고 있다.

우리나라에서는 照射食品의 健全性에 대한 FAO/IAEA/WHO 共同專門委員會 추천내용의 認定과 FDA의 許可를 감안하고 韓國에너지研究所에서 수행한 研究結果를 바탕으로 1985. 7. 食品衛生法施行令을 改定하여 食品照射等을 新設하였음으로 放射線照射食品이 流通될 수 있는 法的 근거가 마련된 셈이다.

韓國에너지研究所에서 中小企業技術支援의 一環으로 1981年부터 食品照射技術을 支援한 中小企業(융영물산(주))이 國內 最初로 商業用照射施設(50萬 큐리)의 設置許可를 관계당국으로부터 取得하고 建設業務가 進行中에 있으며 이 施設은 1987年 3 月에 준공예정으로서 東洋最大의 規模이다.

結論 및 展望

原子力의 平和的 利用의 一環으로서 IAEA, FAO 및 선진 여러나라에서 主導된 放射線에 의한 食品貯藏研究結果는 그 方法의 經濟的 妥當性과 照射食品의 健全性이 認定되었으므로 1986年 6 月現在 32個國에서 73個 食品群, 200餘種의 照射食品이 産業的으로 處理되거나 特殊目的(宇宙食品 患者食의 殺菌等)에 實用되고 있다. 放射線에 의한 食品貯藏은 在來的 食品 貯藏法의 問題點을 補完 또는 解決할 수 있고 特히 近來에 널리 利用되고 있는 energy 多消費型貯藏法인 冷藏이나 冷凍을 省 energy型 貯藏法으로, 在來的으로 省 energy 貯藏法으로 利用되고 있는 食品保存劑나 燻蒸劑의 使用에서 由來하는 잠재적 健康障害를 物理的 處理로 代替할 수 있는 維一한 方法이다. 이와같은 長點 때문에 放射線照射는 食品貯藏, 醫療用品과 醫藥品 및 飼料等의 殺菌處理目的으로 先進國에서 먼저 産業化되었고 大型放射線照射 施設의 設置가 每年 增加되고 있다.

最近 國內에 있어서 直·間接食糧의 輸入이 全所要量의 40% 이상이라고 알려지고 있다. 에너지節約型이며 連續的으로 大量處理할 수 있는 放射線照射를 産業化함으로써 食糧 및 飼料의 貯藏中 微生物과 昆蟲에 의해서 損失을 減少시켜서 20% 이상의 間接增産을 가져오고 化學藥品을 處理하지 않는 衛生的인 食品을 流通케 하여야 한다. 또한 季節生産인 農産物을 大量 貯藏하여 價格의 폭락과 폭등을 防止하여야 하기 때문에 放射線의 處理物量은 대단히 클것으로 豫想되며 放射線照射事業은 國家公益事業의 성격도 있음으로 그 産業的 展望은 극히 밝다고 본다. 그러므로 照射食品의 實用化 擴大를 促進하기 위하여 關係當局의 지속적 연구와 消費等에 대한 弘報活動이 要望된다.

參考文獻

1. Matsuyama. A.: *Radioisotope* **22**, 12 (1973).
2. Goresline, H.E.: Action Plan on food irradiation, Food preservation by irradiation(Proc. sympo, Wageningen, Nov. 1977. FAO/IAEA/WHO 11. 375 IAEA Vienna(1978).
3. 松山 晃: 食品照射(日本) **12**, 19(1977).
4. Brynjolfson, A., Energy and Food Irradiation, Food preservation(Proc. Symp. Wageningen, 1977)2, 583, IAEA Vienna (1978).
5. Dept. of Health and Human Services, Food and Drug Administration 21, *Federal Register* **46**(59) 18992(1981).
6. 原子力産業新聞(日本) 제 1337호 1986. 5. 29.
7. 농협중앙회: 농협조사월보(1980-'85).
8. 상공회의소: 물가통계자료(1980-'85).
9. Food Irradiation Newsletter **8**, 34 (1984).
10. 조한옥, 권중호, 김정옥, 염광빈: 備蓄農産物 저장시험 보고서, 농어촌 개발 공사 식품연구소, 75(1983).
11. 梅田圭司: 澱粉科學 **24**, 19(1977).
12. World Health Organization, Wholesomensess of Irradiated Food WHO Technical

Report Series 659, Geneva(1981).
13. Thomas M.H. *et al. J. Food Sci.,* **46**, 824(1981).
14. Rhodes, D.N.: *J. Sci. Food Agric.,* **17**, 1980(1976).
15. De Groot, A.P., *et al,* Central Institute for Nutrition and Food Research TNO Zeist (1972).
16. Brooke *et al, Food Technol.,* **20**, 99 (1966).
17. Harumuth-Hoene *et al.: Futter mittelkde* **36**, 293(1976).
18. Anells *et al: J. Food protection* **42**, 927(1979).
19. Hobbs, G.: Prospects for the elimination of C1. Botulinum fish and fishery products by irradiation(Pannel Proceedings, Zeist 1967) IAEA, Vienna 101(1968).
20. Ingram, M., Farkas, J.: Microbiology of Foods pasteurized by inoizing radiation, *Acta Alimentaria* **6**, 123(1977).
21. Congress of the United States, Radiation Processing of Foods Hearing before the Subcommittee on Research, Development and Radiation of the Joint Committee on Atomic Energy, June 9 and 10, 105(1965).
22. Josephson, E., Brynjolfsson, A. The Use of ionizing radiation for preservation of food and food products, Academic Press: New York 96(1975).
23. Basson, R.A. *et al: Food Chemistry,* **4**, 131(1979).
24. Dai Yin, Safety evaluation on Irradiated Food, FAO/IAEA Seminar for Asia and The Pacific on the Practical Application of Food Irradiation April 3-7, Shanghai, China(1986).