

# 放射線 및 化學藥品 兼用處理에 의한 감자의 貯藏研究

金 成 器 · 朴 魯 豐

農村振興廳 放射線利用研究室

(1975년 6월 14일 수리)

---

## Studies on the Preservation of Potato by Combination of Gamma-Radiation and Chemical

by

Sung-Kih Kim and Nou Pung Park

*Laboratory of Radiation Agriculture, Office of*

*Rural Development, Suweon, Korea*

(Received June 14, 1975)

### Abstract

Present work was conducted to investigate the combined effects of gamma-radiation and chemical treatment on the inhibition of sprouting and decay of potato tubers. Irish Cobbler, Apollo and Shimabara potato tubers were immersed in 1000, 2000 and 3000 ppm solution of salicylic acid for 2 minutes, and then irradiated at doses of 5, 10, and 15 krad using an indoor gamma room of approximately 10,000 Ci of  $^{60}\text{Co}$ . Treated tubers were stored for 8 months at room temperature. The results of this work are summarized as follows:

1. Moisture content of irradiated potato tubers was changed less than the control, and decreased gradually along with an extended storage period. Ascorbic acid content was remarkably decreased by gamma-radiation and an extended storage period.
2. Reducing sugar content of irradiated potato tubers tended to increase greatly compared with unirradiated potato tubers, however, starch content of irradiated potato tubers decreased compared with the control. Reducing sugar and starch content of all groups also decreased gradually along with an extended storage period.
3. The storageability of Irish Cobbler variety was best among three varieties and Shimabara variety was worst among them when gamma-radiation is treated singly or in combination with the chemical. Sprouting of potato tubers was more suppressed in combination treatment than single treatment.
4. Decay of potato tubers was more reduced in combination treatment than single treatment. Chemical treatment or gamma-radiation followed by chemical treatment had no influence on decay or sprouting of potato tubers.
5. Weight loss of potato tubers was considerably increased as storage period became extended. Shrinkage was, more serious in Shimabara than in Irish Cobbler.

### 序 論

감자는 從來 우리나라에서 副食品으로만 利用되던것이 이제는 澱粉質食品으로 점차 主食化되는 傾向에 있고 또 政府의 補助食糧化政策에 따라 그 生産量이 急激히 增加하고 있어 감자의 貯藏技術의 開發 및 改善이 時急하다.

貯藏中인 감자의 싹이 生長하는 것을 抑制시키기 위한 方法으로 電離放射線이 利用된 것은 오래전의 일이며 近來에는 放射線을 利用하여 감자를 貯藏하는 것이 가장 合理的인 方法으로 研究되어 왔다. 연이어 美國 및 蘇聯을 비롯한 10개국에서 이미 그 實用化 단계에 이르렀고 우리나라에서는 朴等<sup>(1)</sup>이 放射線을 利用하여 감자의 6개 品種에 대한 萌芽抑制研究를 처음 행하였으며 李等<sup>(2,3)</sup>이 감자의 貯藏組織切片에서 細胞分裂에 대한 放射線의 影響에 관하여 報告한 바 있다. 일반적으로 電離放射線을 利用하여 食品을 貯藏할 때 그 安全性이 問題되고 있지만 감자의 경우는 이미 IAEA/FAO/WHO 등에서 安全性 問題가 解決되어 放射線照射에 의한 감자의 萌芽抑制을 勸奨하고 있다. 日本에서도 1973年 8月 立法措置<sup>(4)</sup>가 끝나 곧 放射線이 照射된 감자가 端境期에 市販될 단계이다. 이상과 같이 放射線照射에 의하여 감자의 萌芽는 抑制시킬 수 있지만 그 萌芽抑制線量으로 貯藏中の 腐敗를 抑制시킬 수 없다는 것이 현재까지 알려진 事實이며, 특히 경우에 따라서는 腐敗가 오히려 助長된다는 것이 放射線照射에 의한 감자 貯藏法의 한 問題로 남아 있다. 최근 放射線照射 및 salicylic酸과의 兼用處理가 감자 萌芽抑制 및 腐敗防止에 相乘効果를 갖는다는 사실이 Rouchdy 등<sup>(5)</sup>에 의해 보고되었다.

따라서 著者들은 韓國産 감자의 貯藏中 放射線 및 salicylic酸을 兼用處理하여 萌芽와 腐敗를 同時に 合理的으로 抑制시키고자 본 研究를 着手하였다.

著者들은 먼저 우리나라 장려品種인 Irish Cobbler와 Shimabara 및 有望多收品種인 Apolio에 대하여 放射線의 實用線量을 究明하고, 또 貯藏中の 腐敗를 抑制코저 放射線 및 salicylic酸과의 兼用處理에 대하여 實驗하였던 바 몇 가지 期待되는 結果를 얻었기에 報告한다.

### 材料 및 方法

#### 1. 供試材料

Irish Cobbler 및 Apollo 감자는 1974年 7月 16日 水原 園藝試驗場에서 收穫한 것이고, Shimabara는 7月16

日 慶南 金海郡 가락면에서 植薯用으로 生産된 것을 각각 10 가마니씩 구입하였다.

#### 2. 處理內容

收穫 및 運搬時 外部의 部分的인 傷處를 curing하기 위하여 33~35°C에서 96 시간 保存하였으며 放射線照射에 편리하도록 polyethylene film에 包裝한 후 구멍을 틀어 呼吸에는 影響이 없도록 하였다. 放射線照射는 韓國 原子力研究所의 約 10,000 Ci <sup>60</sup>Co fixed type 照射室에서 5, 10 및 15 krad씩 각각 照射하였는데 그때의 線量率은 4500 rad/hr로 室溫에서 행하였다. 또 化學藥品의 處理는 salicylic酸의 1000, 2000 및 3000 ppm 水溶液에 감자를 2 분간 沈漬시킨 후 室內에서 通風乾燥시켰다. Gamma線 照射가 끝난 試料는 polyethylene film을 엮어 室溫 貯藏庫에 貯藏하였다.

#### 3. 成分 및 外觀調査

成分分析은 Irish Cobbler의 貯藏初期 中期 및 末期에 걸쳐 主要成分만 행하였는데, 水分은 50—105°C의 加熱乾燥法으로, 還元糖은 saturated lead acetate 溶液 및 sodium oxalate로 除蛋白한 후 Somogyi 變法으로 vitamin C는 indophenol法으로 ascorbic酸을 測定하였다. 또 外觀調査에서 萌芽率 및 腐敗率은 實驗區當 百分率로 나타냈고, 萎縮은 生體食品 貯藏에서 重要하게 觀察되어야 하겠지만, 그에 대한 뚜렷한 測定方法이 없어 본 研究室에서 設定한 5 points의 panel test에 의하였다. 即 감자의 萎縮이 全然 되지 않았을 경우 1點, 萎縮의 程度가 있을 경우 2點, 萎縮으로 인하여 商品價値가 低下될 수 있을 경우 3點, 商品價値가 顯著하게 低下될 경우 4點, 그리고 廢棄되어야 할 경우에 5點을 각각 주고 각 實驗區當 judge point를 平均하여 0.5~1.4면 “-”, 1.5~2.4면 “±”, 2.5~3.4면 “+”, 3.5~4.4면 “++”, 및 “4.5~5.0면 “≡”로 表示하여 比較적 判斷에 의한 誤差를 줄였다. 芽伸長은 貯藏期間中 發芽·生長된 芽를 貯藏末期에 모두 精確히 採取하여 이를 100 個體當 g數로 表示하였다. 重量減耗는 貯藏初期의 重量 100에 대한 貯藏中の 減量百分率이다.

### 結果 및 考察

#### 1. 감자의 主要成分 變化

감자의 主要成分의 貯藏中 變化는 Table 1과 같다. 水分含量은 control이나 gamma線 照射區에서 初期(8~10월)에는 별로 差異가 없었으나, 中間(11~1월)부터는 多少 差異가 있었고, 末期(2~3월)에는 gamma線照射區도 水分의 含量이 減少되었다. 還元糖은 貯藏初期에는 control보다 gamma線 照射區에서 線量의 增加에

따라 점점 增加하는 傾向이었는데 이러한 現象은 gamma線이 澱粉 등 多糖類의 結合에 직접 影響을 주어 還元糖이 增加한다는 報告도 있지만, 多糖類 分解酵素의 作用이 용이하도록 基質化된 것이 아닌가 推測된다. 또 貯藏期間에 따라 還元糖이 모두 減少한 것은 貯藏期間이 經過함에 따라 薯生長을 위한 生理作用에 의하여 消耗된 것으로 보여 진다. 특히 貯藏末期에서 control 및 5 krad 照射區가 10 및 15 krad 照射區보다 顯著하게 消耗가 많았던 것은 그 萌芽率과 類似한 結果를 보여 주었기 때문이다. 澱粉은 貯藏初期에는 control과 gamma線 照射區間에 별 差異가 없었지만 15 krad 照射區만은 약간 減少된 傾向이 있었다. 貯藏期間이 經過됨에 따라 control와 5 krad 照射區는 顯著하게 減少되었고,

10 및 15 krad 照射區엔 큰 變化가 없는 것은 역시 薯生長에 必要한 營養分의 供給과 관계가 있는 것으로 생각된다.

Ascorbic酸은 貯藏初期부터 control과 gamma線 照射區間에 모두 현저한 差異가 있어서 control이 約 18.20 mg%인데 대하여 15 krad 照射區는 約 20% 減少되었으며 그 中期부터 크게 줄어 control 및 5 krad照射區는 13.15 및 12.20 mg%였고, 10 및 15 krad 照射區는 10.14 및 9.21 mg%로서 gamma線의 影響이 크게 나타났다. Ascorbic酸은 감자뿐만 아니라 다른 食品中에서도 放射線에 銳敏한 成分으로 알려져 있으며 감자의 ascorbic酸은 放射線의 影響과 같이 貯藏期間에 따라 損失이 크게 나타났다.

Table 1. Changes in chemical composition of Irish Cobbler potato irradiated during the storage period

Krad	Moisture content (%)			Reducing sugar (%)			Starch (%)			Ascorbic acid (mg%)		
	1mth	4mth	8mth	1mth	4mth	8mth	1mth	4mth	8mth	1mth	4mth	8mth
0	78.6	76.3	—	0.30	0.22	—	13.8	12.0	—	18.2	13.2	—
5	78.3	77.6	—	0.20	0.20	—	14.0	11.4	—	18.1	12.2	—
10	77.9	76.9	74.8	0.31	0.26	0.23	13.8	13.3	12.5	17.3	10.1	3.7
15	78.5	78.2	74.1	0.32	0.28	0.25	13.1	13.0	12.7	15.0	9.2	3.4

2. 品種別 萌芽 生長率의 變化

Irish Cobbler, Apollo 및 Shimabara의 gamma線 및 salicylic酸 處理에 의한 貯藏期間中 薯生長率의 變化는 Table 2, 3, 및 4와 같다. 먼저 Irish Cobbler의 control과 5 krad 照射區는 貯藏初期부터 약간 薯이 生長하기 시작하였으나, 10 및 15 krad 照射區는 薯生長이 抑制되었다. Control과 5 krad 照射區가 11월에 14.8 및 21.1%였던 것이 12월에는 77.1 및 57.6%로 현저히 薯의 生長率이 증가하였는데 10 및 15 krad 照射區는 11월까지 거의 薯의 生長이 抑制되었다가 翌年 1월에 겨우 薯이 17% 및 14% 生長하여 2월부터 薯生長率이 增加하여 57~56%에 달하였으나, control에 비하면 약 40%以上 萌芽가 抑制되었다. 또 貯藏 8個月인 3월에는 15 krad 照射區가 60.2%의 薯生長率을 보였다. 이러한 것은 佐藤<sup>(9)</sup>가 男爵에 15 krad의 gamma線을 照射한 후, 室溫에서 240일간 貯藏시켰을 때 63.0% 薯이 生長하였고 control은 78일에 100% 薯이 生長하였다고 報告한 것과 거의 一致한다. 한편 salicylic酸과 10 krad gamma線을 兼用處理한 경우는 salicylic酸의 濃도에 따라 Irish Cobbler의 薯生長에 影響을 주었다. 10 krad 單獨 照射區는 67.8% 薯이 生長하였는데, salicylic酸 1000, 2000 및 3000 ppm의 區는 70.1, 59.8 및 48.9% 薯이 生長

하여 高濃度の salicylic酸 兼用處理는 10 krad 單獨 照射에 비하여 約 28%程度 萌芽가 억제되어 흥미로운 結果를 보여주었다.

Apollo는 Irish Cobbler보다 貯藏性이 낮아서 control은 貯藏 2개월인 9월부터 薯이 生長하여 11월에는 93%에 달하였다. 그러나 10 및 15 krad 照射區에서는 貯藏初期부터 일부 薯이 生長하였으나 control보다 크게 抑制되었으며 control이 9월에 35% 정도 薯이 生長하였는데 15 krad 照射區는 12월에 35% 정도 薯이 生長하여 control에 비하여 萌芽抑制 現象이 현저하였다. 더우기 貯藏末期에 10 및 15 krad 照射區는 67~73% 薯이 生長하였으나, control이 11월에 93%, 12월에 100% 薯이 生長한 것과는 比較가 되지 않았다. 특히 5 krad의 照射區에서도 貯藏期間에 薯이 抑制된 것이 있어서 Apollo는 放射線의 感受性이 높아 低線量의 gamma線에서도 萌芽抑制 効果가 있는 것으로 나타났다. 한편 salicylic酸 1000, 2000 및 3000 ppm 處理하였을 때는 그 濃도에 관계없이 거의 일정하게 薯이 生長하여 control의 薯生長率과 동일한 變化를 보였으므로 salicylic 酸만으로는 감자의 萌芽抑制에 아무런 影響을 미치지 못함을 알 수 있다. 그러나 salicylic酸을 處理한 후 10 krad의 gamma 總照射하였을 때는 10 krad의 單獨 照射區보다

전 貯藏期間을 통하여 芽生長率이 낮았으며, 특히 3000 ppm 處理에서는 40%정도 현저하게 抑制된 것은 Irish Cobbler에서와 같이 注目되는 일이다.

Shimabara의 경우 control은 貯藏 1개월부터 芽이 生長하기 시작하여 10월에는 모두 芽이 生長하였고 5 krad 照射區는 control보다 芽生長이 抑制되는 경향이 있었으나 뚜렷한 差異가 없었다. Control에서 84% 정도 芽이 生長한 9월에 10 및 15 krad 照射區는 겨우 10~7% 芽이 生長하였으며 control이 全部 芽이 生長한 10월에는 48~34%程度 芽이 生長하여 control에 비하여 약 60~50% 抑制되었다. 그러나 貯藏期間이 經過됨에 따라 gammer線 照射區에서도 芽의 生長이 계속되어 貯藏 末期에는 74~83%의 芽 生長率을 보였다. 따라서 Shimabara는 Irish cobbler 및 Apolo보다 放射線의 實用總量이 현재 IAEA/FAO에서 觀望하는 감자의 萌芽 抑制線量인 15 krad보다 이상의 線量이 要求되는 것 같다. 佐藤<sup>(6)</sup>은 島原品種에 15 krad gamma線을 照射시켰을 경우 室溫에서 240日間 貯藏하여도 發芽하지 않는다고 보고한 것과 크게 對照的이었다. Shimabara에도 salicylic酸만 處理하였을 경우는 Apollo와 같이 芽生長에 아무런 影響을 주지 않아 control과 類似한 芽生長率을 보였으나, salicylic酸을 處理한 후 10 krad gamma線을 對照한 區는 10 krad의 單獨 照射區보다 貯藏初期부터 芽生長이 抑制되어 貯藏末期에는 約 20% 정도 抑制效果가 있었다. 동일한 salicylic酸 濃도에 15 krad를 照射하였을 때는 10 krad gamma線 兼用處理의 경우보다 전 貯藏期間을 통하여 芽生長이 抑制되었고 高濃度の salicylic酸 處理區가 크게 效果的으로 나타났다. 한편 10 krad gamma線을 먼저 照射하고 salicylic酸을 나중에 處理했을 경우 salicylic酸의 效果가 나타나지 않았으며 전 貯藏期間을 통하여 gamma線 單獨 照射했을 경우와 類似하였다. 이상과 같이 전 試料의 貯藏中 芽生長에 미치는 影響은 gamma線과 salicylic酸을 兼用處理하였을 경우 salicylic酸의 濃度の 增加에 따라 芽의 生長이 크게 抑制되었으며 試料의 品種間에도 差異가 있었다. 이렇게 Salicylic酸이 감자의 芽生長에 影響을 준 것은 salicylic酸의 直接的인 影響이라기보다 gamma線 照射로서 salicylic酸이 放射化反應에 의하여 生成된 誘起物質이 감자의 芽生長에 直接 影響을 주었기 때문이라 생각한다.

감자의 貯藏期間中 각 試驗區에서 生長한 芽의 量은 Table 5와 같으며 芽生長量은 각 試驗區의 芽生長 정도와 그 內容을 說明해 준다. Irish cobbler의 경우 control의 芽生長量은 257.5g으로 나타났는데 10 및 15 krad 照射區에는 62.5 및 55.6g 밖에 되지 않아 비록 芽이 生

長하였지만 幼芽의 狀態에서 生長이 抑制되었거나 또는 枯死하였기 때문에 芽의 生長이 극히 적게 나타났다. 따라서 10 및 15 krad 照射區에서 60~67% 芽이 生長하였다고해도 감자가 貯藏食品이라는 觀點에서 볼때 實際로 芽의 生長率은 훨씬 적은 것으로 보여 진다.

Apollo의 芽生長量은 Irish cobbler보다 많아 control이 約 500g 이고 15 krad 照射區는 100g 정도였으나, salicylic酸의 兼用處理區는 15 krad 照射區보다 芽生長量이 적었고 그 區에서 芽生長率도 적었기 때문에 gamam線과 salicylic酸의 兼用處理 效果가 있는 것으로 나타났다. 또 salicylic酸만 處理한 區의 芽生長率의 變化는 control과 같았으나 芽生長量은 control보다 約 20%程度 적다는 것은 역시 幼芽의 生長이 salicylic酸에 의하여 多少 抑制된 것으로 생각된다.

Shimabara의 芽生長量은 다른 實驗區보다 가장 많아 control은 무려 1 kg이상 되었고 5 krad 照射區도 800g으로 역시 많았으며 10 krad 및 15 krad 照射區는 貯藏末期까지 芽生長이 抑制되어 74~83%정도 芽이 生長하였다 하더라도 芽生長量이 281~274g이나 되어 일단 芽이 生長한 감자는 食用商品으로 그 質이 크게 低下된다고 볼 수 있다. Salicylic酸 및 10 krad 兼用處理區에서는 10 krad 單獨 照射區에 비하여 약 20%정도 芽生長量이 적었으므로 salicylic酸의 兼用處理가 감자의 芽生長에 影響을 주는 것은 분명하다. 그밖에 15 krad 照射區와 그 兼用處理區에서도 이와 類似한 結果가 나타났다. 그러나 실제로 Shimabara는 放射線 및 salicylic酸 兼用處理에 의하여 芽의 生長이 抑制되었다 해도 芽生長量이 많아서 Irish cobbler와 같이 芽生長은 되었어도 芽生長量이 적은 것과는 달리 有用視되지 않았다.

이상과 같이 放射線照射에 의한 감자의 萌芽抑制는 그 品種에 따라 貯藏性的 差異가 심하였다. 감자는 收穫後 休眠期間이 經過하면 芽이 生長하는 것으로 감자의 芽生長이 抑制되는 것은 休眠期間中에 放射線을 照射하므로써 休眠狀態가 延長되는 現象이라 볼 수 있다. 즉 감자는 休眠後 芽이 生長할 때는 3-indoleacetic acid (IAA) 등 hormone의 生體合成이 先行되어 이들 hormone이 감자의 芽生長에 重要な 役割을 한다는 것은 周知의 事實이다. Mather<sup>(7)</sup>는 放射線照射에 의하여 誘起된 감자의 休眠狀態는 外部로부터 gibberellic酸의 處理로 쉽게 打破시킬 수 있다고 하였으며, 또 King 및 Galston<sup>(8)</sup>과 Kelly<sup>(9)</sup>는 IAA가 細胞內의 重要物質中 放射線에 대한 感受性이 가장 銳敏한 物質의 하나라고 각각 보고한 바 있다. 또 Ussuf 및 Nair<sup>(10)</sup>는 10 krad gamma線의 照射된 감자의 IAA合成酵素는 현저하게 感少하여 貯藏 5주 후에는 거의 零에 달한다는 것

**Table 2. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the percentage of sprouted Irish Cobbler potato tubers during the storage period**

Treatment	1974				1975			
	16/8	17/9	15/10	15/11	16/12	17/1	17/2	19/3
Control	nil	3.6	8.4	14.8	77.1	87.9	94.0	100
5 krad	nil	nil	10.3	21.1	57.6	79.1	83.7	86.9
10 krad	nil	nil	0.1	2.9	15.9	17.8	57.6	67.8
15 krad	nil	nil	nil	0.6	10.7	13.9	55.9	60.2
1000 ppm+10 krad	nil	nil	0.1	3.1	17.1	17.4	64.1	70.1
2000 ppm+10 krad	nil	nil	0.1	0.9	15.8	16.9	49.9	59.8
3000 ppm+10 krad	nil	nil	nil	1.4	15.2	15.7	36.8	48.9

**Table 3. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the percentage of sprouted Apollo potato tubers during the storage period**

Treatment	'74				'75			
	16/8	17/9	15/10	15/11	16/12	17/1	17/2	19/3
Control	nil	35.8	73.2	93.0	100	100	100	100
5 krad	nil	7.9	57.1	61.0	68.3	70.1	72.0	80.9
10 krad	nil	5.7	20.3	28.7	42.8	45.4	50.1	72.7
15 krad	nil	1.9	12.2	15.9	34.7	36.6	38.2	66.6
1000 ppm	nil	38.1	77.0	90.2	100	100	100	100
2000 ppm	nil	34.0	86.2	96.4	100	100	100	100
3000 ppm	nil	27.9	77.6	84.9	100	100	100	100
1000 ppm+10 krad	nil	0.6	21.2	24.7	36.1	36.7	48.2	55.9
2000 ppm+10 krad	nil	1.9	17.8	18.7	35.2	39.7	45.9	51.7
3000 ppm+10 krad	nil	1.4	20.0	22.1	35.0	37.8	43.8	44.3

**Table 4. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the percentage of sprouted Shimabara potato tubers during the storage period**

Treatment	1974				1975			
	16/8	17/9	15/10	15/11	16/12	17-1	17/2	19/3
Control	11.4	84.2	100	100	100	100	100	100
5 krad	6.2	6.7	47.9	53.4	55.9	75.9	79.4	82.6
15 krad	1.8	9.6	33.8	35.6	37.9	55.9	65.4	74.1
1000 ppm	20.1	74.9	100	100	100	100	100	100
2000 ppm	17.2	80.4	96.7	100	100	100	100	100
3000 ppm	12.7	72.8	94.6	100	100	100	100	100
1000 ppm+10 krad	7.3	12.2	35.9	52.8	53.0	60.7	65.4	75.9
2000 ppm+10 krad	9.2	10.0	30.0	54.3	55.7	57.9	62.0	64.0
3000 ppm+10 krad	3.4	7.7	37.4	51.2	55.1	55.9	64.1	68.2
1000 ppm+15 krad	2.2	10.1	36.3	40.0	40.6	45.0	55.4	66.7
2000 ppm+15 krad	1.7	4.7	34.0	34.9	36.1	41.2	49.7	56.3
3000 ppm+15 krad	2.0	4.9	26.6	32.	34.0	34.9	40.9	42.3
10 krad+1000 ppm	8.6	21.8	53.3	62.9	68.8	74.7	81.2	84.0
10 krad+2000 ppm	7.4	27.0	50.7	62.2	70.3	75.3	84.0	87.1
10 krad+3000 ppm	11.3	26.4	56.2	59.9	69.4	79.1	80.8	82.2

이며 10 krad gamma線 照射로서 완전히 萌芽가 抑制된 감자를 다시 20 ppm IAA 處理하면 그 萌芽抑制는 完全히 破壞된다고 報告한 것으로 보아 gamma線에 의하여 감자의 芽生長이 抑制되는 重要한 理由중의 하나가 gamma線에 의한 IAA 및 gibberellin酸의 生體內的 合成에 影響을 주기 때문이라 생각된다. 그러나 salicylic 酸 兼用處理의 경우 萌芽抑制 現象에 관하여는 아직 別로 研究된 바 없기 때문에 尙後 더 研究되어야 할 것으로 생각된다.

Table 5. Sprout weight of potato tubers during the storage period

Treatment	Irish Cobbler	Apollo	Shimabara
Control	257.5	499.4	1153.3
5 krad	214.2	247.2	793.6
10 krad	62.5	134.4	274.0
15 krad	55.6	100.6	281.0
1000 ppm	—	348.8	996.7
2000 ppm	—	410.2	957.9
3000 ppm	—	386.0	955.7
1000 ppm+10 krad	67.7	122.3	144.4
2000 ppm+10 krad	76.2	99.1	182.4
3000 ppm+10 krad	33.6	87.8	160.7
1000 ppm+15 krad	—	—	—
2000 ppm+15 krad	—	—	131.4
3000 ppm+15 krad	—	—	149.4

(unit: gram of sprouts per 100 potatoes)

3. 貯藏中 腐敗率의 變化

감자 貯藏中에는 芽生長과 더불어 그 腐敗도 重要한 問題이다. 放射線照射에 의하여 芽生長을 抑制시킬 수 있지만 腐敗는 抑制시킬 수 없기 때문에 본 研究에서 重點을 두어, 食品添加物 防腐劑인 salicylic酸을 우선 許容濃度範圍內에서 沈漬시켜 본 결과 Table 6, 7 및 8과

같다. Irish cobbler의 control 및 gamma線 照射區는 多少 差異는 있지만 貯藏初期부터 腐敗가 많이 되었고, 中期에는 腐敗率이 큰 變化가 없었다가 末期에 增加하여 11~8%程度 腐敗되었다. Control이 gamma線 照射區보다 腐敗가 많이 나타난 것은 放射線照射로 因한 殺菌 作用이라기보다 芽生長率의 增加에 影響이 있는 것 같다. Salicylic酸 兼用處理區는 control 및 gamma線 單獨 照射區보다도 약 40~50% 腐敗가 抑制되었다. 또 貯藏期間別로 보면 兼用處理區는 control과 gamma線 單獨 照射區와는 달리 貯藏初期에 腐敗가 抑制되었다.

Apollo의 腐敗率은 control 및 gamma線 照射區에서 모두 큰 差異없이 貯藏初期부터 비교적 높은 腐敗率을 보이다가 貯藏中期 이후부터 腐敗率이 더욱 增加하였다. 貯藏末期에는 21~25%의 높은 腐敗率이 보였다. 특히 control의 경우 11월 이후 萌芽率이 높은 시기에 腐敗率도 比例한 傾向을 보여 주었다. Gamma線 照射區에서 그 線量에 關係없이 腐敗率이 거의 一定한 것은 萌芽抑制線量에서는 감자의 腐敗菌의 殺菌 및 生理現象을 抑制시킬 수 없음을 알 수 있다. Gamma線을 照射하지 않고 salicylic酸만 處理한 區에서는 貯藏初期에 control보다 현저하게 腐敗가 抑制되었으나, 中期 이후 腐敗가 增加하여 control과 類似한 것은 역시 芽生長으로 因한 萎縮과 함께 生理的 要因이 腐敗에 影響을 준 것 같다. Salicylic酸과의 兼用處理區는 control 및 gamma線 單獨 照射區보다 30% 정도 腐敗率이 減少된 것은 Irish Cobbler의 경우와 類似하다.

Schimabara의 腐敗率은 control이나 gamma線 照射區間에 일정한 傾向이 없이 비교적 높은 腐敗率을 보였다. Salicylic酸 濃度에 따르는 腐敗率은 貯藏初期에 高濃度에서 腐敗率이 낮았으나 末期에는 gamma線 照射區보다 높은 傾向이 있다. 그러나 10krad 照射 및 salicylic酸 兼用處理區는 salicylic酸의 濃度에 反比例하여 腐敗率이 低下되었지만 貯藏期間이 經過됨에 따라 濃度에

Table 6. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the percentage of decayed Irish Cobbler potato tubers during the storage period.

Treatment	1974					1975		
	16/8	17/9	15/10	15/11	16/12	17/1	17/2	19/3
ontrol	3.2	6.1	7.0	7.9	7.9	10.0	11.2	11.7
5 krad	1.9	6.1	5.6	5.9	5.9	5.9	6.8	7.2
10 krad	1.4	4.2	7.3	7.7	9.0	9.3	9.3	9.6
15 krad	0.9	1.9	3.9	4.1	4.6	7.2	8.0	8.2
1000 ppm+10 krad	0.8	8.1	4.0	4.4	4.5	4.9	5.9	6.7
2000 ppm+10 krad	0.7	2.4	2.9	4.0	4.3	4.4	4.8	4.8
3000 ppm+10 krad	0.2	0.9	2.2	3.2	3.2	3.8	3.9	4.2

Table 7. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the percentage of decayed Apollo potato tubers during the storage period

Treatment	'74				'75			
	16/8	17/9	15/10	15/11	16/12	17/1	17/2	19/3
Control	3.9	8.3	9.4	9.9	17.3	17.8	18.5	21.0
5 krad	4.0	7.3	7.6	9.7	14.3	18.3	21.3	22.0
10 krad	1.2	5.3	6.4	6.9	15.3	21.0	22.3	23.1
15 krad	4.1	4.4	5.2	5.7	14.3	18.6	19.4	19.7
1000 ppm	1.6	2.8	5.2	13.8	18.2	19.3	23.1	24.9
2000 ppm	1.2	1.6	4.7	14.7	17.3	20.2	22.8	23.7
3000 ppm	1.0	1.5	4.7	13.6	17.4	19.6	22.0	22.6
1000 ppm+10 krad	1.6	3.4	5.0	8.2	13.1	14.6	17.9	19.2
2000 ppm+10 krad	0.9	2.6	4.6	8.7	12.3	12.8	16.2	17.4
3000 ppm+10 krad	1.2	1.4	4.1	5.4	8.7	8.9	15.9	17.0

Table 8. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the percentage of decayed Shimabara potato tubers during the storage period

Treatment	1974				1974			
	16/8	17/9	15/10	15/11	16/12	17/1	17/2	19/3
Control	3.2	5.0	9.6	10.3	16.4	17.2	19.6	19.9
5 krad	1.8	4.1	4.1	4.7	6.7	10.3	14.3	15.1
10 krad	3.0	4.7	5.3	5.4	7.0	12.2	15.3	17.4
15 krad	2.1	5.3	5.4	6.2	8.6	13.5	17.4	20.4
1000 ppm	0.9	2.9	6.7	8.8	16.9	21.1	22.6	24.4
2000 ppm	0.8	2.0	4.2	7.4	13.9	17.8	19.5	19.9
3000 ppm	0.1	0.4	3.1	6.0	14.2	16.2	20.1	20.5
1000 ppm+10 krad	2.4	2.9	4.8	7.9	9.9	10.8	13.8	15.4
2000 ppm+10 krad	0.4	1.7	4.1	8.1	10.0	10.4	12.9	14.6
3000 ppm+10 krad	1.1	1.4	3.0	8.4	8.6	9.1	12.2	13.1
1000 ppm+15 krad	2.6	2.8	4.9	5.8	7.8	13.0	14.2	15.0
2000 ppm+15 krad	1.4	3.1	3.8	5.0	6.7	11.8	13.6	14.1
3000 ppm+15 krad	0.2	1.3	2.6	4.1	6.2	10.6	13.0	13.1
10 krad+1000 ppm	3.8	4.4	7.3	12.1	12.9	14.9	15.2	18.9
10 krad+2000 ppm	0.9	4.1	5.2	10.6	11.3	14.1	16.1	17.1
10 krad+3000 ppm	2.1	6.2	6.9	7.3	10.2	12.6	13.8	15.4

따르는 差異가 현저하지 않았다. 또 15 krad gamma線과 兼用處理했을 경우 貯藏中期까지는 高濃度에서 腐敗率이 減少되었고 末期에는 10 krad 兼用處理했을 경우와 같았으며 gamma線 單獨 照射區에 비하면 역시 腐敗率이 낮았다. 감자에 10 krad gamma線을 照射한 후 salicylic酸을 나중에 處理했을 경우는 salicylic酸을 前處理했을 경우보다 腐敗率이 전반적으로 높았다. 따라서 salicylic酸 處理는 放射線照射보다 先行하는 것이 効果인 것으로 判斷된다.

#### 4. 貯藏中の 減量 및 萎縮의 變化

감자의 貯藏中 減量의 變化를 貯藏 4개월부터 2개월 간격으로 調査하였던 바 그 결과는 Table 9와 같다. Irish Cobbler는 전 實驗期間을 통하여 control이 gamma線 照射區 및 salicylic酸의 兼用處理區보다 減量의 變化가 많았다. 또 gamma線 單獨 照射區와 salicylic酸 兼用處理區와 비교하면 비록 僅少하지만 兼用處理區에서 變化가 적었다. Gamma線量에 따르는 變化는 高線量區가 多少 적었고 salicylic酸 濃도에 따르는 變化는 高濃도가 低濃도보다 變化가 적었다. 이러한 現象은 gamma線 照射 및 salicylic酸 處理로 인한 萌芽 및 腐敗 抑制效果와

같은 傾向을 보여주고 있는 것으로 貯藏中の 水分의 損失(Table 1)과 더불어 貯藏物質 혹은 代謝物質의 損失이 적었기 때문에 생각된다. Apollo는 일차 調査時부터 Irish cobbler보다 減量이 많았으며 특히 control은 이미 93.0%의 芽生長率을 보였기 때문에 測定할 수 없었다. Gamma線 照射區는 線量이 增別함에 따라 減量의 變化도 적었고, 또 salicylic酸 兼用處理區는 gamma線 單獨照射區보다 그 變化가 적어 Irish cobbler의 경우와 一致되었다. 貯藏期間이 經過할 수록 減量의 變化가 모두 큰것은 減量과 萌芽現象과 相關關係가 있는 것으로 보여진다. Shimabara는 일차 調査時부터 control 및 5

krad 照射區에서 芽生長率이 높아 역시 測定할 수 없었으며 전반적으로 Apollo보다 減量이 많았다. 특히 이차 調査時에 減量의 變化가 큰 것은 대부분의 試料에서 芽生長한 時期인 ため으로 생각된다.

감자는 貯藏期間이 經過함에 따라 萎縮現狀이 뚜렷이 나타나 商品의 質에 影響을 미친다. Table 10에서 보는 바와 같이 Irish Cobbler의 萎縮狀態는 일차 調査時에 아무 變化가 없었으며 이차 調査時도 芽生長率이 적은 區에서는 아무 變化가 없었으나 control 및 低線量區에서 萎縮現象이 나타났다. 삼차 調査時에는 control 및 5 krad 照射區에서는 萎縮이 심하여 商品에 影響을 줄 程度가

Table 9. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the weight loss of potato tubers during the storage period.

Treatment	Irish Cobbler			Apollo			Shimabara		
	'74 15/11	'75 17/1	18/3	'74 15/11	'75 17/1	'75 19/3	'74 15/11	'75 17/1	1/93
Control	4.65	9.99	12.32	—	—	—	—	—	—
5krad	3.97	7.78	9.87	6.86	12.01	14.42	7.62	—	—
10krad	3.90	7.67	9.32	6.25	8.91	10.66	6.86	11.84	13.32
15krad	3.33	6.84	8.28	5.93	7.41	9.78	7.36	8.92	10.74
1000ppm+10krad	3.41	5.72	7.85	6.41	8.63	10.94	7.43	11.31	12.42
2000ppm+10krad	3.72	5.87	7.40	6.09	8.20	10.21	7.21	10.80	12.08
3000ppm+10krad	3.01	5.32	7.23	6.12	7.94	9.43	7.71	10.02	12.90

(unit:%)

Table 10. Effects of gamma-radiation and chemical treatment on the shrinkage of potato tubers during the storage period.

Treatment	Irish Cobbler			Apollo			Shimabara		
	'74 15/11	'75 17/1	19/3	'74 15/11	'75 17/1	19/3	'74 15/11	'75 17/1	19/3
Control	±	+	##	—	—	—	—	—	—
5krad	—	±	##	±	##	##	±	—	—
10krad	—	±	+	±	+	##	±	##	##
15krad	—	—	±	—	±	+	±	—	##
1000ppm+10krad	—	—	±	±	—	##	±	±	##
2000ppm+10krad	—	—	±	±	+	##	±	##	##
3000ppm+10krad	—	—	±	±	+	+	±	+	##

되었으나 10 krad以上과 salicylic酸 兼用處理區에서는 萎縮이 抑制되었음은 注目할 일이다. Apollo의 경우는 Irish cobbler와 달리 일차 調査時 control은 벌써 芽生長率이 높아서 測定할 수 없었고 이차 調査時 이후부터 萎縮現狀이 뚜렷이 나타났다. 芽生長이 가장 빠르고 많이 된 Shimabara는 control 및 15 krad 照射區에서 역시 測定할 수 없었고 그 외의 區에서도 일차 調査時에 萎縮이 나타났다. 芽生長은 되지 않았다 하더라도 萎縮現狀이 나타나는 것은 감자의 休眠期가 끝나 生理代謝가 일어

나서 呼吸을 통하여 貯藏物質이 損失되고 있음을 알수 있다.

要 約

放射線照射에 의한 감자 貯藏法을 實用化하기 위하여 gamma線과 salicylic酸을 兼用處理하여 감자 貯藏中の 芽生長 및 腐敗를 同時に 抑制코져 國內에서 生産되는 主要品種인 Irish Cobbler, Appollo 및 Shimabara



감자에 salicylic酸 1000, 2000, 및 3000 ppm을 處理한 후 5, 10 및 15 krad의 gamma線을 각각 照射하여 常溫에서 8개월간 貯藏하였던 바 그 결과는 다음과 같다.

1. 水分은 control보다 放射線照射區에서 變化가 적었고 貯藏期間이 經過함에 따라 모두 減少되었다. Ascorbic酸은 放射線照射區에서 현저하게 減少되었고 貯藏期間에 따라 크게 減少되었다.

2. 還元糖은 放射線照射區에서 약간 많았으며 반면에 澱粉은 반대 현상이었다. 또 이들은 모두 이 貯藏期間이 經過함에 따라 뚜렷하게 減少하였다.

3. 감자의 貯藏性은 Irish Cobbler가 가장 좋고 Shimabara가 나쁜 편인데 放射線照射 및 化學藥品 處理時의 萌芽抑制도 역시 Irish Cobbler와 Apollo가 좋았다. 芽生長量은 3品種 모두 放射線照射區에서 적었고 특히 兼用 salicylic酸 處理時 현저하였다.

4. 腐敗率은 salicylic酸 兼用處理區가 gamma線 單獨照射區보다 Irish Cobbler에서 40~45% Apollo에서 約 30% 및 shimabara에서 約 20%정도 더 抑制되었다. 또 Salicylic酸만 處理하였거나 放射線照射 후 處理하였을 경우는 效果가 없었다.

5. 減量은 放射線照射 및 salicylic酸 處理가 多少 效果의이었으며 일반적으로 貯藏期間이 經過함에 따라 점점 많았다. 또한 萎縮現狀은 Irish Cobbler의 경우 放射線照射區에서 8개월에도 異常이 없었으나 他品種은

多少 萎縮이 있었다.

### 參 考 文 獻

- 1) 朴魯豐, 金妍植, 崔彥浩: 原子力研究論文集 7, 7 (1968).
- 2) Lee, M.S., Kim, H.L. and Jeong, J. B.: *Korean J. Food Sci. Techn.*, 5, 65 (1973).
- 3) Lee, M.S., Kim, H.L. and Hong, Y.P.: *Korean J. Food Sci. Techn.*, 5, 157 (1973).
- 4) 狩谷昭男: 農業園藝, 48, 415 (1973).
- 5) Roushdt, H.M., Shukry, K. and Mahmoud, A.A.: *Radiation Preservation of Food*, IAEA, Vienna, p. 105 (1973).
- 6) 佐藤友太郎: 日本原子力學會誌, 13, 135 (1971).
- 7) Mather, P.B.: *Nature*, 190, 547 (1961).
- 8) King, J.W. and Galston, A.W.: *Proc. 3rd Australian Conf. on Radiobiology*, London, p. 238 (1961).
- 9) Kelly, L.S.: *Fundamental aspects Radiosensitivity*, Brokhaven Natl. Lab., USA, p 32 (1961).
- 10) Ussuf, K.K. and Nair, P.M.: *Phytochemistry*, 10, 927 (1971).