

## 放射線照射에 의한 柑橘 貯藏에 관한 研究

鄭昌朝 · 金在河 · 金洙賢 · 趙漢玉 \*

濟州大學校 放射能利用研究所 \* 韓國에너지研究所  
(1983년 5월 20일 수리)

## A Study on the Preservation of Citrus Mandarin by Irradiation

Chang Cho Chung, Jai Ha Kim, Soo Hyun Kim and  
Han Ok Cho\*

Jeju Applied Radioisotope Research Institute  
\* Korea Advanced Energy Research Institute

(Received May 20, 1983)

### Abstract

A study was conducted to evaluate the effect of  $^{60}\text{Co}-\gamma$  irradiation on the preservation on *Satauma mandarin* in Cheju Island. Four varieties (S. m. early, S. m. Komezawa, S. m. Hayashi and S. m. Aoshima) were irradiated using 10,000Ci,  $^{60}\text{Co}-\gamma$  ray with dosages of 0, 50, 100 and 150Krad. During 92 days of storage the effects of irradiation on mandarin properties were as follows:

At the end of storage period the accumulated fruit rotting percentage were S. m. Komezawa ( $T_2$ ); 74.32%, S. m. early ( $T_1$ ); 69.67%, S. m. Aoshima ( $T_4$ ); 64.33% and S. m. Hayashi ( $T_3$ ); 61.79%. The rottings steadily increased from the early stage of storage and rapid spoilage continued after 59 days of irradiation. A high correlation existed between fruit rotting and varieties ( $T_3$ ;  $Y=0.78x-15.30$ ,  $T_4$ ;  $Y=0.79x-12.29$ ,  $T_1$ ;  $Y=0.93x-9.01$  and  $T_2$ ;  $Y=0.79x-13.49$ )

High dosages (100 and 150 Krad) improved fruit preservation during the mid storage stage. However 76 days after high dose irradiation there was no significant difference a rotting between irradiated fruit and the control.

Irradiation decreased acidity of fruit during storage ( $p < 0.01$ ). The mean acidities of examined varieties were  $T_1$ ; 1.01%,  $T_3$ ; 1.01%,  $T_4$ ; 0.84% and  $T_2$ ; 0.77%. A significant differences were observed in acidity between varieties and dosages ( $P < 0.01$ )

With one exception in all treatments, the increase in free and total sugar content was not statistically significant. The exception was the 50 Krad treatment where the total sugar content decreased.  $T_1$  and  $T_4$  showed slightly higher value of than Brix  $T_2$  and  $T_3$ , and were significantly ( $p < 0.01$ ) decreased by higher dosage. The ascorbic acid content in all treatments decreased with length of storage and also decreased significantly with a higher dosage.

### 序 論

常綠果樹인 柑橘은 國內에서 亞熱帶圈에 屬하는 濟州에서만 生産되는 果實로서 그 生産量은 1982年度末 現在 320,000M/T에 達하고 있다. 柑橘生産量은 栽培面積의 擴大와 新規造成 果樹園의 樹齡이

높아짐에 따라 每年 增加될 것으로 期待되며 完成年度에는 年間生産量 600,000M/T에 이를 것으로 推計하고 있다(濟州道 推計). 이와 같은 柑橘生産量은 國內 柑橘生果 需要를 充足시키고 있으며 生産量의 20%는 加工用으로 利用되고 있다. 그러나, 生産量의 繼續增加에 따른 生果消費量의 增加가 따

르지 못하여 柑橘의 流通價格은 1971年度를 基點으로 볼 때 多少의 起伏은 있었으나 도리어 下落되는 現象을 나타내어 柑橘의 効率的인 流通處理는 濟州 柑橘産業의 育成을 위하여 반드시 解決되어야 할 課題로 되고 있다. 柑橘處理에 있어서 難點의 하나는 柑橘은 生果用 果實로서 流通에 있어 新鮮度의 維持가 必須的인 反面, 貯藏期間中 水分의 蒸發 및 腐敗가 일어나므로 長期間 貯藏이 어렵다는 點과 系統에 따라 多少의 差異는 있으나 大体로 그 收穫期間이 10月 下旬부터 12月 中旬까지로 되어 大量의 柑橘이 一時的으로 消費市場에 出荷되어야 한다는 것 등이 問題點으로 擡頭되고 있다.

柑橘의 貯藏性 向上을 위한 研究는 多角度로 推進되어 왔으며 貯藏溫度, 湿度 等<sup>1)</sup> 要因이 果實의 重量減少에 影響을 준다는 것이 알려져 있으며, Topsin, Greener 等の 化學藥品處理<sup>2)</sup> 와 低溫貯藏이 腐敗率을 減少시킨다고 報告되어 있다. 柑橘의 貯藏을 위해서는 收穫時期와 果實의 着色度가 主要한 要因이 되며 6分着色果의 貯藏力이 가장 良好하였음을 文 等<sup>3)</sup> 은 報告한바 있다.

1976年 FAO/IAEA/WHO 主催의 食品照射專門委員會가 食品照射의 安全性을 認定함에 따라 世界 各國은 감자 양파의 發芽防止와 穀類貯藏에서 殺菌 等に 放射線의 照射를 實用化하게 되었고 mushroom 딸기 等과 banana, mango<sup>4)</sup> 等 果實의 貯藏期間 延長을 目的으로 放射線 照射를 利用하고 있다. 特別히 柑橘生産國인 日本에서는 溫洲柑橘의 貯藏을 위한 放射線 照射와 低線量의 電子線 照射의 效果를 調査하였으며<sup>5)</sup> 梅川 等<sup>6)</sup> 은  $\gamma$ -線의 缺點을 補完하기 위하여 電子線 照射로 柑橘表面의 殺菌에 좋은 影響을 얻었음을 報告한 바 있다. 表面의 殺菌은 100~150Krad에서 效果를 나타냈으나 250Krad에서 完全殺菌이 可能하다는 것도 알려져 있다.

放射線 照射에서 高線量 水準은 柑橘의 褐變現象을 초래하게 되나 現在까지 柑橘貯藏을 위한 照射線量은 100~150Krad로 알려져 있다. 柑橘照射後 微生物의 再汚染의 防止를 위한 各種 包裝材料의 效果에 대하여 小島 等<sup>7)</sup> 은 Cellulose di-acetate와 Vynilon 包裝이 柑橘의 貯藏性을 向上시킴을 報告하였으며, 150~293Krad照射後 4℃의 貯藏溫度가 가장 效果의임을 報告하였다.<sup>8)</sup>

그러나 柑橘의 貯藏性 向上을 위한 放射線 照射에 따른 諸般要因은 아직 確立된 바 없다. 本 研究는 濟州産柑橘의 貯藏性 向上을 위하여 適定 放射線量을 設定하며 照射에 알맞은 系統을 究明하기 위하여 試圖되었다.

## 1. 材料

### 1) 供試材料

濟州道 西歸浦地域에서 生産된 溫洲柑橘(Citrus unshin Mar.)을 供試하였다. 柑橘系統은 早生溫洲(Satsuma mandarin early: 1981년 11월 15일 收穫), 中生系인 米沢(Satsuma mandarin Komezawa: 12월 10日 收穫), 中晩生系인 林溫洲(Satsuma mandarin Hayashi: 12월 15日 收穫) 및 晩生系인 靑島(Satsuma mandarin Aoshima: 12월 15日 收穫)를 蒐集하여 各系通別로 8箱子(箱子當 15kg)를 区分, 處理別로 照射하였다.

### 2) 試驗區의 設定

試驗區의 設定은 柑橘系統을 主區로 하고 放射線 照射線量(0, 50, 100, 150Krad)을 細區로 하여 設定하였다.

## 2. 方法

### 1) 放射線 照射

放射線 照射는 韓國에너지研究所의 10,000Ci<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 線源을 利用하였으며 線源으로부터 距離를 달리하여 50Krad, 100Krad 및 150Krad 水準으로 各處理區는 24時間 照射하였다. 供試系統中 早生溫洲는 收穫後 2個月, 그밖의 系統은 20日이 經過된 것을 照射하였다.

### 2) 試料의 輸送 및 貯藏

放射線 照射用 柑橘試料는 15kg씩 規格木箱子에 系統別로 区分, 完全 包裝하여 海上과 陸路輸送을 通하여 韓國에너지研究所까지 輸送하였으며 到着 다음날 放射線 照射室에서 <sup>60</sup>Co- $\gamma$ 線 照射를 完了하였다. 照射를 完了한 試料는 地域別 貯藏效果를 調査하기 위하여 半分하였으며 一部는 韓國에너지研究所 放射線 農學研究室 自然貯藏庫에 貯藏하였으며 一部는 濟州道로 回送시켜 農村振興庁 濟州試驗場 柑橘貯藏庫(自然低溫式)에 各各 貯藏하여 1982年 1月 5日부터 3月 31日까지 貯藏試驗을 遂行하였다.

### 3) 調査項目

(1) 腐敗率: 上部를 開放한 나무箱子에 貯藏한 試料를 每 15日 週期로 檢査하여 腐敗한 個體를 골라 내고 그 數를 最初의 總 數量에 對한 百分率로 換算하였다.

(2) 重量減少率: 各 處理區에 配置한 試料는 15kg程度를 上部를 開放한 나무箱子에 넣어 一定場所에 貯藏하면서 15日 間隔으로 秤量, 그 差減量을 最初 秤量이 百分率로 換算하여 重量減少率을 求하

였다.

(3) 酸度: 試料柑橘 一定量을 磨碎 均質化 시켜 試料를 取하여 常法에 따라 0.1N NaOH로 滴定 하고 그 값을 100分率로 換算하였다.

(4) Vitamin C: 2,4-dinitrophenylhydrazine 法 (日本藥學會 1980)에 따라 實驗하였으며 吸光度는 Bausch and Lomb Spectro photometer 20을 使用 하여 520nm에서 測定하였다.

(5) 還元糖 및 全糖: Somogyi 法으로 測定하였다.

(6) 糖度: Abbé 屈折糖度計를 使用하여 測定하였다.

結果 및 考察

柑橘의 貯藏性 向上을 위해 <sup>60</sup>Co을 照射한 柑橘 은 地域的 差異와 輸送距離에 따른 柑橘의 損傷을 調査할 目的으로 서울과 濟州에서 各各 貯藏하였 으며 韓國에너지研究所 低藏庫의 平均 溫度는 4~7 °C 湿度는 80~85%였고, 濟州地域 貯藏庫의 湿度 는 89~93%로 時期別 貯藏溫度는 Table 1 과 같다.

Table 1. Storage temperature of irradiated citrus mandarin at the Jeju storage (°C)

Date	Max.	Min.	10 O'ck.	Date	Max.	Min.	10 O'ck.
'82				'82			
2.10	6.5	5.5	5.5	3.2	6.7	4.2	4.8
11	7.0	3.5	5.0	3	7.0	4.1	5.5
12	6.0	3.0	5.0	4	7.0	5.0	5.0
13	5.5	3.0	4.5	6	9.5	4.5	7.0
15	5.0	2.5	4.5	7	-	-	-
16	5.0	2.5	4.5	8	7.8	4.5	5.8
17	5.0	3.0	5.0	9	7.8	4.5	5.2
18	6.0	3.5	5.0	10	7.5	4.5	7.0
19	6.5	3.5	5.5	11	8.5	4.5	6.5
20	6.5	4.0	6.0	12	7.5	5.0	7.5
21	-	-	-	13	8.5	6.0	7.5
22	6.5	4.5	6.0	15	8.5	6.0	7.0
23	6.5	5.0	6.5	16	9.0	6.0	8.1
24	7.0	5.0	6.5	17	9.0	6.0	6.8
25	7.5	5.5	7.0	18	9.0	6.8	7.6
26	7.5	4.5	6.0	20	9.0	7.0	9.0
27	6.0	5.5	6.0	22	9.0	7.0	8.5
				23	9.5	7.0	9.5
				24	9.5	8.0	9.5
				25	9.0	7.4	9.0
				26	9.5	7.5	9.0
				29	11.0	6.5	9.0
				30	9.6	8.0	9.2
				31	11.0	8.0	9.5

서울 및 濟州地域의 貯藏庫內 溫度와 濕度는 大體的으로 生果貯藏에 適合한 것으로 보여지며 半地 下式 貯藏庫施設로 因하여 外界 溫度의 影響을 크 게 받지 않았다. 다만 에너지研究所의 貯藏庫는 加 濕裝置의 設置로 濕度 80~85%가 維持되었으나 濟 州地域은 自然換風으로 大氣湿度와 同一하였다.

1. 腐敗率

放射線 照射後 92日 (1982年 1月 5日부터 1982 年 4月 2日까지) 貯藏期間中의 各 處理區의 累積 腐敗率은 Table 2 와 같다.

Table 2. Effect of gamma irradiation on the rotting of Satsuma mandarin (%)

Varieties	Dose (Krad)	Days after irradiation						
		7	23	39	59	67	82	89
Satsuma man- darin early	0	0	9.35	20.86	38.85	53.24	63.31	64.04
	50	0	28.19	41.85	62.11	67.40	70.48	70.48
	100	0.63	4.38	13.13	36.88	63.75	75.00	75.00
	150	0	4.67	13.08	37.38	57.00	69.16	69.16
Satsuma man- darin Kone-	0	0	14.81	23.81	43.92	59.26	71.43	73.02
	50	1.52	18.18	28.79	48.48	68.18	80.30	80.30
	100	0	0	6.06	19.70	39.39	68.18	75.76
zawa	150	0	3.03	7.58	27.27	46.97	68.18	68.18
	0	0	5.33	7.33	22.00	26.67	43.33	50.00
Satsuma man- darin Hayashi	50	0	4.48	9.70	25.37	36.57	64.93	70.15
	100	0	2.25	3.14	18.24	30.82	61.64	63.52
	150	0	3.65	3.65	9.49	25.55	62.04	63.50
	0	4.30	9.68	16.13	32.26	40.86	63.44	64.52
Satsuma man- darin Aoshima	50	0	1.87	2.80	5.61	14.02	42.99	51.40
	100	7.37	8.42	16.84	32.63	46.32	66.32	74.74
	150	0	5.05	5.05	22.22	44.44	66.67	66.67

貯藏期間中 累積腐敗率은 柑橘의 系統 및 dosage 에 따라 差異가 있었으나 中生系 74.32% (T<sub>2</sub>) 早生系 69.67% (T<sub>1</sub>) 晚生系 64.33% (T<sub>4</sub>) 및 中晚生系 61.79% (T<sub>3</sub>)로 T<sub>3</sub>와 T<sub>4</sub>에서 腐敗率은 적었으며 T<sub>1</sub> 과 T<sub>2</sub>가 가장 높은 腐敗率을 나타내고 있었다. 柑橘의 腐敗는 貯藏初期 23日까지는 徐徐히 增加되고 있었으나 貯藏 59日 以後부터 急激히 增加되고 있었으며 貯藏 57에서 63日까지는 各 處理區 모두 40 %内外의 腐敗率을 나타내고 있었다. 이와 같은 現象은 輸送距離가 적었던 서울地域 貯藏에서도 같은 傾向을 나타내어 貯藏 72日에서 腐敗率은 早生系 28% 中晚生系 25% 및 晚生系 23%로 되고 있었으며 濟州地域에 비해 同一期間內 腐敗率은 越等히 적었음은 放射線 照射後 長距離 輸送에 依한 物理的인 被害가 없었던 原因으로 思料된다.

柑橘系統의 貯藏日數와 腐敗率間에는 높은 相關 關係가 認定되었으며, (T<sub>1</sub>:  $\hat{y}=0.93x-9.01$  T<sub>2</sub>:  $\hat{y}=$

$0.79x - 13.49$ ,  $r_s; \hat{y} = 0.78x - 15.30$ ,  $T_4; \hat{y} = 0.79x - 12.29$  中晩生系와 晩生系統의 貯藏 能力이 우수하였다. (Fig. 1. 参照)

放射線 照射水準에 따른 腐敗率은 處理區間에 따라 相當한 差異를 나타내고 있었으며, 貯藏初期와 中期(貯藏 50日)까지는 150Krad와 100Krad 照射水準이 對照에 비해 腐敗率은 減少시킬 수 있으나 貯藏 55日 以後부터는 100Krad水準에서 貯藏 76日 以後부터는 150Krad水準의 放射線 照射區가 도리어 對照보다 높은 腐敗率을 나타내고 있었다. (Fig. 2 参照). 그러나 50Krad照射水準은 無照射區에 비해 始終 높은 腐敗率을 나타내고 있어 低線量水準은 banana와 mango(Albastro 등, 1978) 등에는 効果 있었으나 柑橘에는 큰 影響을 주지 못하였다.

이와 같은 結果는 柑橘照射에 있어 放射線<sup>1)</sup>이나, 電子線<sup>2)</sup> 모두 高照射水準에서 時間이 經過될수록 腐敗率이 增加된 것과 같은 傾向을 보이고 있었으며, 照射에 의하여 果實表面의 有害 微生物의 殺菌은 可能하였으나, 貯藏期間中 微生物의 再感染 防止가 不可能한 것과 高線量水準에서 야기되는 果實表皮의 物理的인 損傷이 後期の 貯藏力을 低下시킨 原因으로 생각된다.

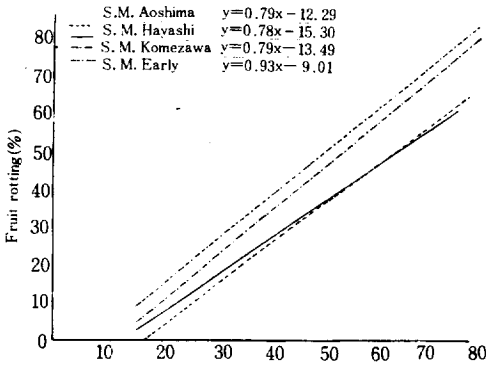


Fig. 1. Relationship between varietiss and fruit rotting following gamma irradiation

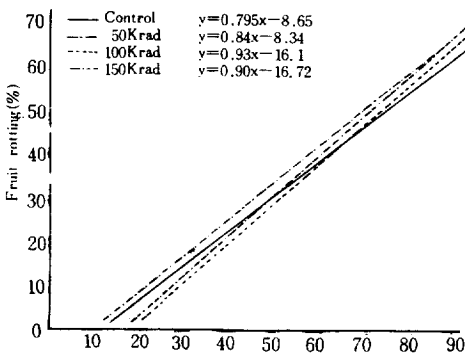


Fig. 2. Effect of irradiation dosage on fruit rotting of Satsuma mandarin

## 2. 酸 度

貯藏期間中 放射線處理 柑橘의 酸度는 時期가 進行됨에 따라 漸次 增加 또는 그와 反對로 漸次 減少되는 現象을 보이고 있었다. 酸度는 特別히 柑橘系統에 따라 差異를 나타내어 貯藏初期 照射區의 酸度는  $T_3; 1.45\%$ ,  $T_1; 1.15\%$ ,  $T_2; 0.92\%$  및  $T_4; 0.80\%$ 의 順이었으나 貯藏末期에는  $T_2; 1.20\%$ ,  $T_3; 1.08\%$ ,  $T_4; 1.02\%$  및  $T_1; 0.82\%$ 로서 中生系와 晩生系는 增加되고 早生과 中晩生은 減少現象을 나타내고 있었다. 放射線 照射線量水準에 따른 酸度는 各 處理區 모두 照射에 의하여 감소되고 있었으며 照射水準이 높을수록 酸度는 有意的( $p < 0.01$ )으로 減少되고 있었다. 放射線 照射에 따른 系統間의 貯藏 期間中 平均 酸度는  $T_1; 1.01\%$ ,  $T_3; 1.01\%$ ,  $T_4; 0.84\%$  및  $T_2; 0.77\%$ 였으며, Topsin 및 Greener 處理貯藏柑橘의 酸度<sup>3)</sup>에 비해 낮은 傾向을 보였고, 黑崎<sup>4)</sup>의 結果와 거의 同一한 酸度를 나타내고 있었다. 柑橘貯藏期間中 酸度는 系統間과 照射水準間에는 높은( $p < 0.01$ ) 有意性이 認定되었다. (Table 3)

Table 3. Effect of irradiation on acidity of Satsuma mandarin

Dose rate (Krad)	Varieties				Mean $\pm$ S. E
	Satsuma mandarin Early	Satsuma mandarin Komezawa	Satsuma mandarin Hayashi	Satsuma mandarin Aoshima	
	Control	1.03	1.08	1.17	
50	1.08	0.76	1.12	0.83	0.95 $\pm$ 0.09
100	1.05	0.64	0.94	0.83	0.87 $\pm$ 0.09
150	0.88	0.61	0.80	0.75	0.76 $\pm$ 0.06
Mean $\pm$ S. E	1.01 $\pm$ 0.04	0.77 $\pm$ 0.11	1.01 $\pm$ 0.09	0.84 $\pm$ 0.04	

L. S. D. Varieties; 1% : 0.364, 5% : 0.510

Dose rate; 1% : 0.358, 5% : 0.412

Table 4. Effect of irradiation on free sugar Satsuma mandarin

Dose rate (Krad)	Varieties				Mean $\pm$ S. E
	Satsuma mandarin Early	Satsuma mandarin Komezawa	Satsuma mandarin Hayashi	Satsuma mandarin Aoshima	
Control	2.26	2.47	2.09	2.41	2.31 $\pm$ 0.08
50	2.23	2.71	1.99	2.17	2.28 $\pm$ 0.15
100	2.11	2.79	1.89	2.12	2.23 $\pm$ 0.19
150	2.08	2.84	2.10	2.29	2.33 $\pm$ 0.18
Mean $\pm$ S. E	2.17 $\pm$ 0.04	2.71 $\pm$ 0.08	2.02 $\pm$ 0.05	2.25 $\pm$ 0.06	

L. S. D. Varieties; N. S. Dose rate; N. S.

3. 還元糖, 全糖 및 糖度

放射線 照射水準 및 各 系統의 貯藏期間中 還元糖, 全糖 및 糖度の 變化는 Table 4, 5, 및 6 과 같다.

Table 5. Effect of irradiation on total sugar of Satsuma mandarin

(%)

Dose rate (Krad)	Varieties				Mean ± S. E.
	Satesuma mandarin Early	Satsuma mandarin Komezawa	Satsuma mandarin Hayashi	Satsuma mandarin Aoshima	
Control	6.60	5.99	6.39	5.99	6.24 ± 0.15
50	6.13	5.53	5.81	5.21	5.67 ± 0.19
100	5.86	5.91	5.68	5.86	5.83 ± 0.05
150	5.94	5.81	5.68	5.97	5.85 ± 0.06
Mean ± S. E.	6.13 ± 0.17	5.81 ± 0.10	5.89 ± 0.16	5.76 ± 0.18	

L. S. D. Varieties; N. S. Dose rate; 1% : 0.44, 5% : 0.33

Table 6. Effect of irradiation on Brix of Satsuma mandarin (°Br).

Dose rate (Krad)	Varieties				Mean ± S. E.
	Satsuma mandarin Early	Satsuma mandarin Komezawa	Satsuma mandarin Hayashi	Satsuma mandarin Aoshima	
Control	10.85	10.34	10.39	10.57	10.54 ± 0.94
50	10.71	9.61	9.75	10.57	10.16 ± 0.28
100	10.37	9.45	9.89	10.45	10.04 ± 0.23
150	10.58	9.51	9.55	10.53	10.04 ± 0.30
Mean ± S. E.	10.63 ± 0.10	9.73 ± 0.21	9.89 ± 0.18	10.53 ± 0.03	

L. S. D. Varieties; 1% : 0.42, 5% : 0.3 Dose rate; 1% : 0.27, 5% : 0.2

還元糖含量은 모든 處理에서 貯藏日數가 進行됨에 따라 增加되고 있었으며 T<sub>1</sub>은 供試系統中 가장 높은 含量을 나타내고 있었다. T<sub>1</sub>에서 還元糖含量이 量이 높았던 것은 收穫時期가 他系統보다 빨라 糖化作用이 照射以前에 이미 進行되었던 原因으로 생각된다. 對照區의 還元糖含量의 變化는 T<sub>2</sub>; 1.84% T<sub>3</sub>; 1.21%. T<sub>4</sub>; 1.13% 및 T<sub>5</sub>; 0.27%의 順으로 增加되고 있었으며, 放射線 照射는 T<sub>1</sub>을 除外한 모든 處理區에서 還元糖含量을 增加시키고 있었으나 照射線量間과 系統間의 還元糖含量은 有意差가 認定되지 않았다.

全糖含量 (g/100g)은 貯藏期間中 各 處理間 및 照射線量間에 有意的인 差는 없었으나 50Krad 水準에

서 control에 比해 減少되는 傾向을 보이고 있었다 (p < 0.01). 다만 高線量 (150Krad) 處理에서 T 區를 除外한 모든 處理區에서는 全糖含量은 control에 比해 增加되는 反面 50 및 100Krad 水準에서는 減少추세를 나타내고 있었으나 貯藏末期에 이르러 各系統 및 照射水準에 따라 모든 處理의 全糖含量은 거의 同一한 傾向을 보이고 있었다.

糖度は T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>가 T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>에 比해 多少 높았으며 放射線 照射線量이 增加됨에 따라 糖度は 有意的으로 減少되고 있었다. (p < 0.01) 이와 같은 現象은 中生系와 早生系 柑橘에서 현저히 나타나고 있었으며 10 Krad와 150 Krad 水準에서 糖度は 初期에서 부터 末期에 이르는 동안 漸次 減少되고 있었다.

Table 7. Effect of irradiation on ascorbic acid content of Satsuma mandarin

(mg/100g)

Dose rate (Krad)	Varieties				Mean ± S. E.
	Satsuma mandarin Early	Satsuma mandarin Komezawa	Satsuma mandarin Hayashi	Satsuma mandarin Aoshima	
Control	24.17	20.86	28.41	28.83	25.57 ± 1.89
50	20.45	18.85	28.46	27.09	23.71 ± 2.38
100	20.98	17.58	26.46	25.18	22.55 ± 2.03
150	23.17	17.90	24.29	20.04	21.35 ± 1.46
Mean ± S. E.	22.19 ± 0.88	18.80 ± 0.74	26.91 ± 0.99	25.29 ± 1.90	

L. S. D. Varieties; 1% : 3.99, 5% : 5.60 Dose rate; 1% : 1.86, 5% : 2.49

#### 4. 비타민C 및 重量減少率

放射線 照射後 貯藏期間中 各 處理區의 비타민C의 含量變化는 Table 7과 같다. 비타민C의 含量은 全 處理區에서 貯藏日數가 進行됨에 따라 현저하게 減少하고 있었으며 照射線量水準이 增加(100, 150Krad)됨에 따라 그 含量은 有意的으로( $p < 0.01$ ) 減少되고 있었다. 柑橘系統間의 비타민C 含量은  $T_2 < T_1 < T_4 < T_3$ 의 順으로 中生系가 가장 낮았으나, 貯藏初期와 末期사이에 비타민含量減少가 컸던 것은 晚生系였다. 貯藏期間中 各 處理區의 柑橘의 重量減少는 貯藏72日에서 早生系 14.75% 中晚生系 19.98% 및 晚生系 20.75%로 早生系の 重量減少가 적었던 原因은 收穫後의 貯藏期間이 길었던 것에 基因된 것으로 보여진다.

以上の 諸般 試驗結果를 考察할 때 放射線 照射를 통한 濟州柑橘의 貯藏性向上은 100~150Krad의 照射線量이 適定線量으로 推定될 수 있으나 長期間 貯藏을 위해서는 照射後 微生物의 再汚染 防止를 위한 包裝材料의 選定과 柑橘照射와 연관된 柑橘 收穫時期等의 研究가 수행되어야 할 것으로 생각되어 化學藥品의 事前處理를 併行한 放射線 照射가 더욱 効果的일 것으로 推定된다.

#### 要 約

柑橘의 貯藏性 向上을 위한  $^{60}\text{Co-}\gamma$ 線 照射가 濟州産溫洲柑橘에 미치는 影響을 調査하였다. 溫洲柑橘 4個 系統을 10,000Ci,  $^{60}\text{Co-}\gamma$ 線源을 利用 0, 50, 100, 150 Krad水準으로 照射하여 22日間 半地下地 貯藏庫에 貯藏 調査한 結果를 要約하면 아래와 같다.

1. 貯藏終了時까지의 柑橘·累積腐敗率은 中生系인 米澤( $T_2$ ) 74.32%, 早生溫洲( $T_1$ ) 69.67%, 中晚生系 林溫洲( $T_3$ ) 61.79%와 晚生系 靑島( $T_4$ )가 64.33%였다. 反面 서울地域의 腐敗率은 貯藏72日에서  $T_1$ : 28%,  $T_3$ : 25%  $T_4$ : 24%로 濟州地域에 비해 越等히 낮았다. 柑橘이 腐敗는 貯藏初期에 徐徐히 增加하나 照射後 59日부터는 急激히 上昇하기 시작하였다. 腐敗率과 柑橘系統 사이에는 高度의 상관관계가 있었으며 貯藏性은  $T_3$ 와  $T_4$ 가 가장 우수하였다. ( $T_2$ :  $\hat{y} = 0.78x - 15.30$ ,  $T_4$ :  $\hat{y} = 0.79x - 12.29$ ,  $T_1$ :  $\hat{y} = 0.93x - 9.01$ ,  $T_3$ :  $\hat{y} = 0.79x - 13.49$ )

放射線 高照射水準(100, 150Krad)은 貯藏中期까지 柑橘貯藏에 效果가 있었으나 照射 76日 以後에

는 對照區와 差가 없었다.

2. 放射線 照射는 貯藏期間中 柑橘의 酸度を 減少시켰으며 平均酸度는  $T_1$ : 1.01%,  $T_3$ : 1.01%,  $T_4$ : 0.84% 및  $T_2$ : 0.77%로 柑橘系統 및 照射線量間에는 높은( $p < 0.01$ ) 有意差가 認定되었다.

3. 모든 處理區에서 還元糖과 全糖含量은 增加하고 있었으나 統計的 有意性은 없었고 50Krad 照射區에서만은 對照區에 비해 有意的( $p < 0.01$ )으로 減少하고 있었다. 糖度는  $T_1$ ,  $T_4$ 가  $T_2$ ,  $T_3$ 에 비해 높았으며 高線量水準(100, 150Krad)에서 對照에 비해 有意的인 減少가 있었다( $p < 0.01$ ) ascorbic acid의 含量은 모든 處理區에서 貯藏時期가 經過됨에 따라 減少하였으며 高照射線量 水準에서 對照區에 비해 有意的인 減少가 있었다( $P < 0.01$ ).

#### 引用文獻

1. Alabastro Estrella, F, Alicia S. Pineda, Africa C. Pangan, Mercedita J. del Valle: *Food Preservation by Irradiation* 1 283. IAEA., Vienna. (1978)
2. 김광식, 권혁모, 고관달: 柑橘貯藏施設別 貯藏 效果. 農振濟試研報 274 (1977)
3. 小島懋, 堀土郎, 虎谷博一, 藤本弘, 片山直, 鬼頭俊而, 森重之, 汐見信行, 神山康夫: 溫洲ミカンの貯藏に対する電子線照射의 影響. 食品照射 5, 71 (1970)
4. 小島懋, 堀土郎, 上野照雄, 虎谷博一, 片山直, 藤本弘, 鬼頭俊而, 森重之, 吉迫文紀, 西村篤夫, 汐見信行, 井上雅好: 溫洲ミカンの貯藏に対する電子線 照射의 影響(その2), フテスチックフィルム包裝의 檢討. 食品照射 8 (1), 11 (1973)
5. 黒崎敏晴, 緒方邦安: 低線量域의  $\gamma$ 線照射가 溫洲ミカンの貯藏性におよぼす 效果. 園芸学会雜誌 40 (1), 85 (1970)
6. 文斗吉, 韓海龍, 朴庸奉: 貯藏用 溫洲密柑의 收穫適期에 關한 研究. 濟大論文集 第9輯, 49 (1977)
7. 日本藥学会: 衛生試驗法注解. 金原出版社, 216 (1980)
8. 白井敏男: 溫洲ミカンの低溫貯藏技術. 農業及 び園芸 47(2), 65 (1972)
9. Umeda Keiji, Koji Koji Kawashima, Tomotaro Yoshiaki Iba, Masao Nishiura: *Japanese J. of Food Tech.* 16(9), 397 (1969)