

사과 貯藏에 관한 研究

無機營養이 사과의 貯藏에 미치는 영향

朴魯豐 · 金年軫 · 金成器 · 李鍾旭
農村振興廳, 放射線利用研究室 *湖南作物試驗場
(1976년 7월 5일 수리)

Studies on the Preservation of Apple

—Effect of Inorganic Compounds Applied in the Field on the Shelf-life of Apples—

by

Nou-Poung Park, Yun-Jin Kim, Sung-Kih Kim
and Chong-Ouk Rhee

Laboratory of Radiation Agriculture, Office of Rural Development Suweon Korea

(Received July 5, 1976)

Abstract

In order to improve the storage ability of Spur Red Delicious apple, calcium ingredients were applied to the apple tree during the growing period, and then the effects of calcium on appearances and respiratory activity of harvest apples were investigated during the storage period.

The results of this work were summarized as follows:

1. The freshness of apples treated by calcium compounds reached 73~78%, but that of control group was 68% by March of next year.
2. The respiratory rate of the apples that had been applied the high concentration of ammonium sulfate in field during the growing period, was accelerated rather than control group, and that of calcium treatment groups was continuously inhibited during the storage period.
3. The direct foliar application of calcium compounds in the field was more effective than dipping apples in calcium chloride solution for better quality and improving storage ability after harvest.
4. The freshness and hardness relatively not much decreased in calcium treatment groups even after 5 month storage.

序 論

사과의 貯藏性은 收穫前 圃場에서의 栽培管理하는 方法과 收穫후 貯藏管理하는 方法에 따라 크게 영향을 받

는다. 후자의 경우는 근래 低溫貯藏 및 controlled atmosphere 貯藏등 貯藏技術이 크게 발달되어 사과의 品質 保存 및 貯藏기간의 연장을 위한 調整이 어느 정도 해결되고 있으나, 전자의 경우는 이와 달리 사과 自體의 生理現象이 사과의 貯藏性的의 要因이 되고 있어 단순한

* Honam crops Experimental Station

貯藏技術 및 方法의 改善만으로 사과 저장법이 완전히 解決되지 않는다. 즉 사과 저장에서 특히 문제가 되고 있는 生理障害現象은 그 發生原因이 주로 圃場에서의 樹勢, 施肥, 과실과 잎의 滲透壓 및 熱度 등에 깊은 관계가 있는 것으로 보여 지고 있어, 사과의 貯藏性은 그 貯藏技術은 물론 栽培管理面에서부터 적절한 改善策이 동시에 確立되어야 할 것으로 생각한다

사과 저장중에 많이 발생하는 生理障害인 소위 bitter pit 現象은 사과의 呼吸의 增大로 인한 物質消耗代謝에 unbalance가 생겨 部分的으로 사과의 조직이 死滅된 것이라 할 수 있다. 이 bitter pit 發生의 原因은 여러가지 있겠으나 주로 bitter pit 發生部位에 澱粉의 蓄積이 현저한 것으로 보아 ATPase의 活性이 增大하여 ATP와 ADP의 ratio의 저하로 glycolysis가 阻害된 것으로 추측된다. ATPase의 活性을 저하시키기 위해 magnesium과 potassium에 拮抗作用이 있는 calcium을 供給하여 bitter pit의 發生을 抑制시키고저 본 實驗을 試圖하였다. 사과내의 calcium ion 농도를 높이기 위하여 사과의 생산재배관리 중에 calcium hydroxide 및 calcium chloride 용액을 撒布 浸漬한 후 저온저장고에 저장하면서 사과의 呼吸量과 生理障害 및 硬度的 變化를 調査했던 바 몇가지 竊복할만한 結果를 얻었기에 보고한다

材料 및 方法

1. 實驗材料

供試된 사과는 水原 園藝試驗場 圃場에서 사과의 生育期間중에 實驗方法에서 보여준 7년생의 Spur Red Delicious 사과나무에서 수확한 것이다.

2. 實驗方法

가. calcium 및 질소비료 처리

1) 標準區: 樹當 질소비료 ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 300g, 인산 150g, 및 칼리 300g 施肥,

2) 窒素多肥區: 樹當 질소비료를 600g, 인산 및 칼리는 標準區와 同一하게 施肥.

3) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1.5% 撒布區: 8~9월에 걸쳐 2주간격으로 果樹에 4회 직접 撒布.

4) CaCl_2 0.4% 撒布區: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 撒布區와 동일하게 처리

5) CaCl_2 8% 浸漬區: 수확직후 10분간 浸漬하고 風乾.

나. 外觀觀察. 呼吸 및 硬度測定

10월 7일에 사과를 수확하여 5~7°C, RH 85~90%의 低溫貯藏庫에 저장하면서 주로 腐敗와 bitter pit의 發生을 觀察하였다. 呼吸量은 별도 정선한 비교적 균일한 개체의 사과 약 1.5kg을 18.85 l의 진공 desicator에

넣고 20°C에서 24시간 密封 靜置한 후 desicator내에 蓄積된 CO_2 농도를 Orsat gas analyzer로 측정하여 呼吸率로 표시하였으며 사용된 시료는 별도 저장하면서 계속하여 呼吸率을 측정하였다. 硬度는 $110 \pm 10\text{g}$ 의 사과에 임의로 선정한 3部位를 골라 Universal Hardness Meter A형으로 측정, 각 실험구당 5반복의 평균치로 나타내었다.

다. 成分變化의 測定

사과중의 calcium 및 질소함량을 測定하기 위하여 果皮를 제거하고 肉質部에서 일정량을 취하여 calcium은 0.01N~ KMnO_4 滴定法¹⁾으로, 질소는 micro-Kjeldahl법으로 측정하였다.

水分은 常法, 直接還元糖은 alcohol로 추출한 후 Somogyi變法으로 測定하여 glucose로 表示하였고 酸度는 0.1N-NaOH용액으로 滴定하여 소요 ml 수를 malic acid의 백분율로 換算하였으며, pectin은 Carre-Haynes法²⁾에 의하여 測定하였다. 以上の 化學分析은 3반복의 平均値이다.

結果 및 考察

1. 貯藏中 生理障害에 미치는 calcium 및 질소의 效果

수확후 5~7°C의 貯藏庫에서 이듬해 3월말까지 저장하면서 腐敗 및 bitter pit의 發生을 調査한 바(Table 1) 腐敗率은 모든 실험구에서 전 저장기간을 통하여 별 차이가 없었으나, CaCl_2 浸漬區만은 標準區보다 저장말기에 가서 약간 증가되는 경향이 있었다. Bitter pit의 발생은 窒素多肥區와 標準區에서 많이 나타났으며 calcium 처리구에서 발생이 억제되었고 특히 CaCl_2 浸漬區에서 현저하였다.

사과貯藏中 bitter pit의 發生에 關係하는 要因은 수분 및 주야간의 온도차이에 의한 CO_2 毒性이나 virus등에 의한다는 여러가지 說이 있지만, Smock³⁾는 주로 잎과 과실의 滲透壓의 差異라고 하였으며, 이는 無機營養과 밀접한 관계가 있다고 報告한 것으로 보아 calcium 處理가 bitter pit 發生을 抑制한 것으로 생각된다. 山崎⁴⁾는 bitter pit의 발생은 질소비료의 施用으로 인한 질소의 흡수량 및 葉中 질소량에 정비례 관계가 있다고 하였으며, 질소의 영양 뿐만 아니라 calcium의 공급이 부족해도 많이 나타난다고 보고한 것으로 보아, 본 실험에서 특히 질소다비구에서 bitter pit의 발생이 많았고 calcium 化合物의 施用區에서 적었다는 것은 山崎의 연구결과와 說明이 된다. 또 山崎⁵⁾는 질소의 施肥가 적을 경우 사과의 着色이 양호하고 品質은 좋으나

만일 석회의 공급이 적으면 수확직후에 bitter pit의 발생이 4%나 되고, 실온에서 1개월간 저장하면 60%정도 발생한다고 보고하였다.

腐敗와 bitter pit 發生과실을 제외한 健全果率을 보면 calcium을 處理하지 않은 標準區와 窒素多肥區는 68%내외의 健全果率을 보였으나 calcium處理區는 73—78%의 健全果率을 보여 주어 栽培管理期間 중의 calcium處理가 저장 生理障害의 抑制에 效果가 있어 사과의 貯藏性을 크게 向上시키고 있었다. 이와같은 現象은 bitter pit의 發生은 사과의 초기 發育段階의 營養狀

態와 밀접한 관계가 있어 사과의 果肉構成 및 物質代謝의 balance에 필요한 calcium의 결핍에 의하여 일어나는 것으로 생각된다.

지금까지의 사과 栽培方法을 돌이켜 보면 病蟲害를 防除하기 위하여 대량으로 사용되었던 石灰硫黃合劑나 보르도液은 우리가 認識하지 않은사이에 calcium을 공급하여 왔지만, 근래 새로운 農藥의 출현으로 calcium이 缺乏된 狀態로 栽培되고 있는 실정이다. 앞으로 사과의 貯藏性을 고려할 경우 栽培管理期間중 calcium物質의 供給問題를 신중히 고려하여야 될 것으로 생각된다

Table 1. Effects of ammonium sulfate, calcium chloride and calcium hydroxide on the appearance of Spur Red Delicious apple during storage at 5~7°C.

Treatment	Appearance	Storage date					
		27/10	27/11	27/12	27/1	27/2	27/3
Control	Sound	100%	87	83	78	74	68
	Rot		2	3	4	6	9
	Spot		11	14	18	20	23
2X(NH ₄) ₂ SO ₄	Sound	100	93	88	84	83	68
	Rot			1	2	3	6
	Spot		7	11	14	14	26
Ca(OH) ₂ -1.5%	Sound	100	92	89	85	79	73
	Rot		3	3	4	5	7
	Spot		5	8	11	16	20
CaCl ₂ -0.4%	Sound	100	90	89	87	82	76
	Rot		3	3	4	4	6
	Spot		7	8	9	14	18
CaCl ₂ -8%	Sound	100	98	93	86	84	78
	Rot		2	6	8	10	12
	Spot			1	6	6	10

The samples were treated the same as table 2.

다 (Table 1)

2. 窒素 및 calcium施用에 따른 呼吸量의 變化

栽培期間중 calcium및 질소의 施肥가 사과의 呼吸에 미치는 영향은 Fig.1.에서 보여주는 바와 같이 窒素質肥料를 標準區보다 2배 더 施用한 窒素多肥區는 수확 직후부터 呼吸이 증가되어 標準區의 6%보다 약 13% 높은 CO₂ 發生量을 보여 주었으며, calcium處理區는 현저하게 呼吸이 抑制되었고 특히 Ca(OH)₂의 形態보다 CaCl₂의 溶液으로 직접 葉面撒布한 것이 훨씬 더 呼吸이 抑制되는 경향이있다. 그리고 수확직후에 CaCl₂溶液에 浸漬한 후 乾燥시킨 것 보다 사과成熟期중에 CaCl₂溶液으로 撒布한 것이 더욱 사과의 呼吸을 抑制시키고 있었다. 이러한 結果는 田村¹⁾은 사과중의 calcium농도가 높으면 呼吸은 減少하고 calcium농도가 110p.p.m보다 저하하면 呼吸이 증가된다고 하며 사과중에 질소수준

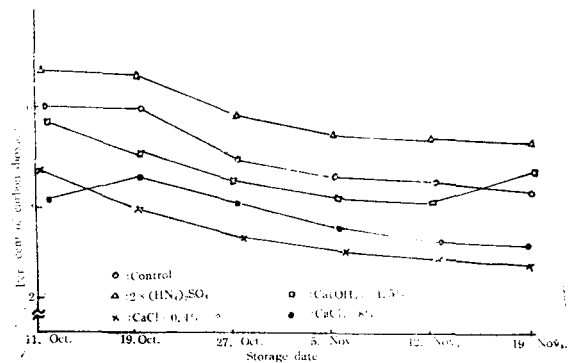


Fig.1. Effects of ammonium sulfate, calcium chloride and calcium hydroxide on the carbon dioxide evolution of 15kg of Spur Red Delicious apple during storage at 20°C for 24 hours. The samples were treated as the same as table 2.

이 높아도 呼吸은 증가하여 calcium 및 질소가 서로 반대의 효과를 나타낸다고 報告한 것과 일치한다. (Fig. 1)

3. 硬度 및 重量의 變化

사과의 硬度는 수확 직후에는 실험구간에 별다른 차이 없이 약 4.38kg의 硬度를 유지하였으나 貯藏期間이 經過함에 따라 窒素多肥區 및 標準區는 calcium處理區

에 비하여 점점 硬度가 낮아져서 貯藏末期인 3월 말에는 窒素多肥區가 3.80kg, 標準區가 3.86kg인 반면 calcium處理區는 4.30 kg으로 calcium處理區에서 사과의 軟化現象을 방지할 수 있었다. 또 사과 저장기간중의 重量減耗率은, 각 실험구간에 큰 差異가 없다가 貯藏末期에는 약 4%의 重量減耗를 보였다. (Table 2, 3)

Table 2. Effects of ammonium sulfate, calcium chloride and calcium hydroxide on the hardness of Spur Red Delicious apple during storage at 5~7°C.

Treatment	Storage date						
	8/10	25/10	27/11	17/12	27/1	27/2	26/3
Control	4.36	4.28	4.20	4.14	3.98	3.90	3.86
2X(NH ₄) ₂ SO ₄ ²⁾	4.38	4.32	4.18	4.12	3.98	3.91	3.80
Ca(OH) ₂ -1.5% ³⁾	4.41	4.35	4.26	4.22	4.17	4.12	4.03
CaCl ₂ -0.4% ⁴⁾	4.40	4.34	4.25	4.21	4.06	4.01	3.95
CaCl ₂ -8% ⁵⁾	4.38	4.29	4.23	4.18	4.01	3.95	3.91

- 1) Kg of mean value by hardness tester described as the experimental method.
- 2) 2-fold fertilizing of ammonium sulfate to control.
- 3) Spraying calcium hydroxide solution at 4 times during growing period.
- 4) Spraying calcium chloride solution at 4 times during growing period.
- 5) Immersing harvested apples into calcium chloride solution.

Table 3. Effects of ammonium sulfate, calcium chloride and calcium hydroxide on change of the weight of Spur Red Delicious apple during storage at 5~7°C.

Treatment	Storage date						
	7/10	25/10	27/11	27/12	27/1	27/2	26/3
Control	100%	99.38	98.27	97.48	96.85	96.21	95.67
2X(NH ₄) ₂ SO ₄	100	99.35	98.26	97.63	97.01	96.39	95.78
Ca(OH) ₂ -1.5%	100	99.36	98.34	97.68	97.10	96.54	95.83
CaCl ₂ -0.4%	100	99.44	98.51	97.80	97.22	96.70	96.09
CaCl ₂ -8%	100	99.40	98.42	97.65	97.13	96.62	95.94

The samples were treated the same as table 2.

4. 成分의 變化

저장중 사과의 주요성분의 변화를 조사하기 위하여 수확직후와 貯藏末期에 水分, 還元糖, 酸度, pectin, calcium 및 질소의 含量을 測定하였던 바, 그 결과는 Table 4, Fig. 2 및 3과 같다. 즉 水分은 평균 88%내외를 유지하며 저장말기에 가서도 약 1~1.5%정도 감소하였을 뿐 各區간에 差異는 별로 없었다. 酸度は 標準區보다 處理區에서 높았으며 저장초기보다 말기에 약 10%정도 감소하는 경향이었는데 이는 사과중의 malic acid와 citric acid가 酸化의 脫炭酸化에 의하여 pyruvate로 되어 점점 분해되었기 때문으로 생각된다.

直接還元糖은 標準區의 6.53%에 비하여 calcium處理區는 평균 5.84%로 낮았으며 저장말기에 가서도 각

실험구 모두 糖量이 증가하였으나 역시 CaCl₂處理區는 標準區에 비하여 낮은 含量을 보였다. 또 pectin含量은 貯藏期間에 따라 약간 減少하는 경향이였으나 處理區간에 큰 차이는 없었다. Tomada⁷⁾는 Janathan사과의 저장중에 直接還元糖의 含量이 6.93%에서 8.92%로 증가하였고, total pectin은 0.51%에서 0.35%로 감소하였다고 보고한 것과 비교할 때 본 실험 결과는 다소 적은 것 같으나 이는 비교적 貯藏성이 낮은 Spur型의新品种으로 인한 差異로 생각된다.

사과의 저장초기의 calcium 및 질소含量은 Fig. 2 및 3에서 보는 바와 같이 標準區의 calcium은 窒素多肥區보다 약 20% 많았으며 calcium處理區는 control보다 50~100% 많았다. calcium處理區중에서는 CaCl₂용액 撒布

Table 4. Effects of ammonium sulfate, calcium chloride and calcium hydroxide on the chemical composition of Spur Red Delicious apple during storage at 5~7°C.

Treatment	Moisture		Reducing sugar		Acidity		Total pectin	
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
Control	88.33%	86.67	6.53	8.41	0.37	0.35	0.29	0.24
2X(NH ₄) ₂ SO ₄	87.81	87.50	4.97	8.12	0.43	0.40	0.26	0.20
Ca(OH) ₂ -1.5%	87.19	86.18	5.96	8.55	0.51	0.43	0.29	0.23
CaCl ₂ -0.4%	88.45	86.09	5.82	7.68	0.46	0.40	0.22	0.21
CaCl ₂ -8%	87.17	86.62	5.75	7.46	0.49	0.42	0.25	0.21

The sample were treated the same as table 2, and analyzing dates were October 8, 1974 and March 26, 1975.

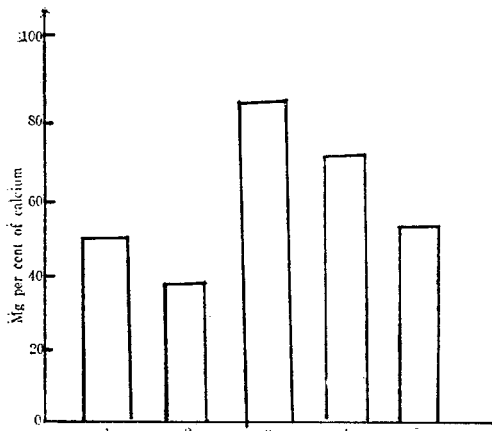


Fig. 2. Effects of applied ammonium sulfate, calcium chloride and calcium hydroxide on calcium content of Spur Red Delicious apple immediate after harvest

- 1 : Control
- 2 : 2X(NH₄)₂SO₄
- 3 : Ca(OH)₂ 1.5%
- 4 : CaCl₂ 0.4%
- 5 : CaCl₂ 8%

區가 Ca(OH)₂ 용액 撒布區보다 크게 많았으나 CaCl₂ 용액 浸漬區는 標準區와 비슷하였다. 또 總窒素含量은 窒素多肥區에서 46.8 mg%로 가장 많았고 標準區 및 CaCl₂ 용액 浸漬區는 비슷하였으나 CaCl₂ 용액 및 Ca(OH)₂ 용액 撒布區는 標準區보다 질소含量이 많았다. 따라서 栽培期間중에 calcium의 撒布는 질소의 吸收를 확실히 증가시켰다. (Table 4. Fig. 2, 3)

要 約

Spur Red Delicious의 貯藏性を 높이기 위하여 栽培管理期間중 calcium物質을 施用하고 수확후 그 貯藏性を 調査하였던 바 結果는 다음과 같다.

1. 사과의 貯藏성은 calcium을 施用하지 않은 標準區와 窒素多肥區는 貯藏末期에 68%정도의 健全果率을 보

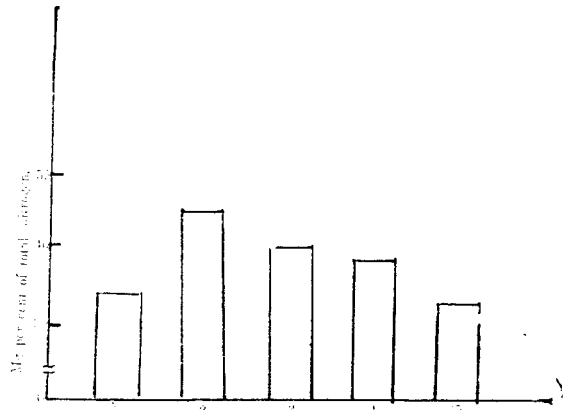


Fig. 3. Effects of applied ammonium sulfate, calcium chloride and calcium hydroxide on total nitrogen content of Spur Red Delicious apple immediate after harvest.

- 1 : Control
- 2 : 2X(NH₄)₂SO₄
- 3 : Ca(OH)₂ 1.5%
- 4 : CaCl₂ 0.4%
- 5 : CaCl₂ 8%

였으나 calcium處理區는 73~78%의 健全果率을 나타냈다.

2. 窒素多肥區는 標準區에 비하여 呼吸이 증가되었으나 calcium處理區는 貯藏중 계속 呼吸抑制效果를 나타내었다.

3. 수확후 사과를 calcium溶液에 浸漬한 것보다 직접 果實에 葉面撒布한 것이 더 좋은 結果를 보였다.

4. calcium處理區는 無處理區보다 硬度가 높아 軟化現象이 적었다.

參 考 文 獻

1. Fisher, R. B. and Peters, D. G.: *Quantitative Chemical Analysis*, (Saunders) p.184, (1968).
2. Carre, M.H. and Haynes, D.: *Chemical methods for*

- Analysis of Fruit and Vegetable products*, Research Branch, Canada Dept. of Agriculture, (1969).
3. Smock, R. M.: Cornell Univ., *Agr. Exp. Sta. Memor.* p. 234 (1941).
 4. 山崎利彦 : 東北農試報告(日本) p. 23(1962).
 5. 山崎利彦 : 農業及園藝 38(7), 1077(1963).
 6. 田村勉 : 農業及園藝 48(3), 431(1973).
 7. Tomada, T. : *J. Japanese Soc. Hort. Sci.*, 30, 23, (1960).