

## 저장전 Ca 처리가 온주밀감의 저장성에 미치는 영향

고 정 삼\* · 김 완 택\* · 이 상 용\* · 김 지 용\*

### Effects of Calcium Treatment on Storage Life of Satsuma Mandarin

Koh, Jeong-Sam\* · Kim, Wan-Taek\* · Lee, Sang-Yong\* · Kim, Ji-Yong\*

#### ABSTRACT

The storage effects of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc. cv. Miyagawa Wase) by immersion in 4%  $\text{CaCl}_2$  and 1,300 folds diluted solution of Indasen (fungicide) were investigated. The pretreated citrus fruits at 35°C for 24 hrs were stored at 3°C, 85% relative humidity, and at room temperature without humidity control. Soluble solids, acid content, firmness and vitamin C content of fruits were 11.41° Brix, 1.28%, 945.0 g-force and 45.61mg/100g, respectively. The pretreated fruits with  $\text{CaCl}_2$  did not affect weight loss, but was effective on reduction of decay ratio and retention of firmness in some degree. Ca treatment did not affect the change of soluble solids, acid content and vitamin C, compared to non-treatment. Coloration of stored fruits was improved with Ca treatment in a degree, furthermore coloration was progressed continuously on room temperature.

#### 서 론

고 등(1997)은 온주밀감의 최적 저장온도는 3°C 전후이고 최적 저장습도는 85~90%

라고 하였으나, 저장 감귤의 특성 및 저장조건에 따라 차이가 있기 때문에 제주산 감귤에 알맞은 저장전 처리조건과 더불어 최적 저장조건을 새로이 구명하는 일이 필요하다. 국내에서의 저온저장에 관한 연구결과들이 일부 보고(고와 김, 1996a ; 고 등, 1996b ; 고

이 논문은 1997년 교육부 학술연구조성비(농업과학)에 의해 이루어진 연구결과와 일부임.  
\* 제주대학교 농과대학 원예생명과학부

등, 1997 : 박 등, 1972 : 윤, 1991)된 바 있으나 이를 실용화하기에는 다소 미흡한 실정이다. 감귤저장에 영향을 주는 요인으로는 저장감귤의 선택에서부터 저장전 처리(豫措), 부패미생물의 제어, 저장 환경의 조절 등을 들 수 있다. 저장전 Ca 처리는 사과와 같은 경도 유지, 비타민 C의 증가, CO<sub>2</sub>와 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>의 발생 억제, 냉해방지 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있어서(Poovaiah, 1986) 이를 감귤에 적용하고자 이루어졌다. 본 연구는 제주지역에서 주로 생산되고 있는 조생은주 밀감의 신선도 유지와 출하기간을 연장함으로써 물량조절 기능을 향상시키기 위하여 저장전 CaCl<sub>2</sub> 처리가 저온저장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 저장감귤

본 실험에 사용된 은주밀감은 관행 수확기로 알려진 11월 28일 남제주군 남원읍 한남리 소재 농가에서 재배되고 있는 궁천조생 (*Citrus unshiu* Marc. cv. Miyagawa Wase)을 사용하였다. 감귤시료는 착색이 95% 이상이고 부피(浮皮)가 없고 상품성이 큰 중간 크기인 직경 55~65mm인 것으로 가능한 기계적 손상이 없도록 수확하였다.

### 저장전 처리

저장감귤을 4% CaCl<sub>2</sub>와 항곰팡이제인 시판하는 인다센(유효성분 4-chlorophenylbuty nitrile 1.5%와 ethylene bis dithiocarbamate 65%)을 1,300배로 희석한 용액(인다센 유효농도 기준 0.05%)에 침지 처리

한 후 풍건시켰으며, 저장 중 호흡작용과 증산작용을 줄이기 위하여 35℃에서 중량감소가 3~4%가 되도록 24시간 전처리한 다음 저온저장고에 입고시켰다.

### 저장조건

내부공간이 360 x 200 x 270cm인 농촌진흥청 제주감귤연구소의 저온저장고에 내부온도를 각각 3±0.5℃가 되도록 조절하였으며, 상대습도를 85±2%가 되도록 분사식 노즐이 설치된 저장고에서 수행하였다. 저온저장고에 입고하기 전에 결점과를 선별한 후 각 처리구의 감귤을 플라스틱 컨테이너(내부면적, 32cm x 48cm x 16cm)에 약 10kg(100과/상자)씩 넣었다. 상온저장은 남제주군 남원읍 한남리 소재 농가의 일반 저장고에서 실시하였다.

### 분석방법

부패율은 임의로 선정한 3상자(100과/상자)에 대한 총감귤수당 부패과 발생량을 백분율로 나타내었다. 감귤의 경도는 직경 3mm (No. 17) probe가 부착된 texture analyzer (model TA-XT2, U.K.)을 사용하여 측정된 후 최대값과 최소값을 제외한 평균값으로 나타내었다. 착즙한 과즙의 산 함량 측정은 적정법에 의해 측정하였으며, 과즙의 가용성고형물은 과즙을 refractometer(RA-510, Kyoto Electronics, Japan)를 사용하여 측정하였다. 총당은 과육을 homogenizer로 분쇄한 다음 0.7N HCl로 가수분해한 용액을 0.7N NaOH으로 중화한 다음 정용한 후 여과한 여액을 분석액으로 하여 Somogyi-Nelson방법 (Hatanaka and Kobara, 1980)으로 정량하였다. 비타민 C는 시료 10g를 5% metaphosphoric acid 50ml를 가한 후 마쇄하여 감압

여과하고 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출한 후 100ml로 한 다음 hydrazine 비색법(주 등, 1995)에 준하여 분석하였다. 감귤의 색도는 색차계(Color Techno System, JPT200F, Japan)에 의해 L, a, b값을 측정하였으며, a/b값을 color index로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

#### 저장용 감귤의 물리화학적 특성

Table 1은 감귤을 수확한 후 저장전 감귤의 물리화학적 특성을 분석한 결과로서 가용성고형물은 11.41 °Brix였으며 산 함량은 1.28%였고, 수분 함량은 90.06%, 경도는 945.0 g-force, 비타민 C는 45.61mg/100g으로서 비교적 높은 편이었으나 다른 성분은 고와 김(1995)이 보고와 유사하였다.

#### 중량감소 및 부패율

CaCl<sub>2</sub> 처리조건에 따른 저장기간 중 중량감소와 부패율은 Fig. 1과 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 중량감소는 저장 100일까지 10% 수준을 나타냈으나 상온저장에서는 저온저장

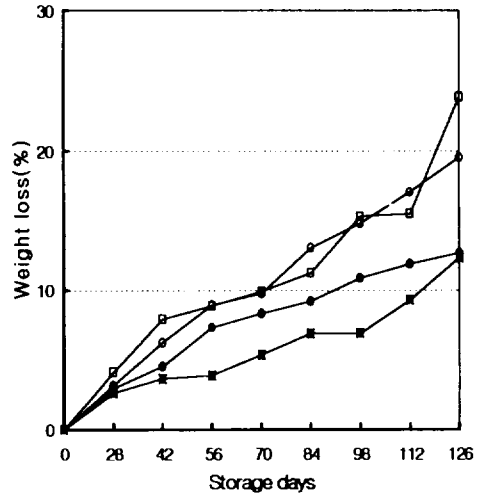


Fig. 1. Changes of weight loss by CaCl<sub>2</sub> treated before storage. ●-C-Ca, ■-C-N, ○-R-Ca, □-R-N: Abbreviation C represents cold storage was carried out at 3°C, 85% relative humidity, R represents room temperature storage, Ca represents 4% CaCl<sub>2</sub> immersion treated before storage, and N represents non-treated, respectively.

에 비해 저장기간이 길어질수록 높게 나타났다. 그러나 CaCl<sub>2</sub> 처리조건에 따른 중량감소의 차이는 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다. 부패율에 있어서 56일 후에 Ca 처리구에서 1.9% 발생하였으나 저장 후기에는 무처

Table 1. Physicochemical properties of *Citrus unshiu* Marc. cv. Miyagawa Wase before storage.

Moisture	90.06	%	Crude fibre	0.33	%
Soluble solids	11.41	°Brix	Crude fat	0.49	%
Acid content	1.28	%	Crude protein	0.61	%
pH	3.11		Ash	0.28	%
Total sugar	7.51	%	Firmness	945.0	g-force
Reducing sugar	2.94	%	Specific gravity	0.85	
Vitamin C	45.61	mg/100g	Fruit index	1.21	

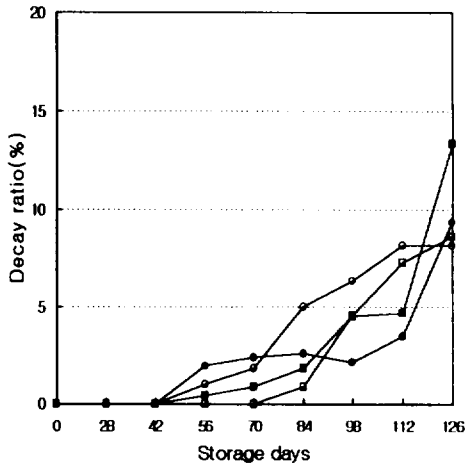


Fig. 2. Changes of decay ratio by CaCl<sub>2</sub> treated before storage.

●- C-Ca, ■- C-N, ○- R-Ca, □- R-N: Abbreviation refer to Fig. 1

리구에 비하여 낮았다. 부패과의 주요 발생원인으로서 미숙과, 수확시 상처과, 미생물에 오염된 감귤이나 전처리 과정 중에 기계적인 충격에 의한 영향 등이라고 할 수 있다. 동일한 처리를 하더라도 반복 처리구간에 차이가 있었으며, 이로 인하여 처리구간의 명확한 차이를 해석하기가 어려웠다. 이는 부패원인이 되는 감귤의 혼입 정도가 전체 부패율에 영향을 주는 것으로 판단되었으며, 정확한 부패율을 측정하는 일은 쉽지 않았다. 저장 감귤에 대한 저장 전 35℃에서의 고온처리로 인한 부패율의 감소(Ben-Yehoshua, 1995)와 항균제로서 인다센을 침지 처리함으로써 감귤부패에 주로 발생하는 원인균인 *Penicillium digitatum*과 *Alternaria citri*의 발생빈도가 감소하여 부패율이 적은 것으로 보였다. 그러나 저장 후기에는 항균제 활성의 감소와 부패된 감귤이 인접해 있는 감귤을 오염시켜 부패율을 급격히 상승시키는 것으로 보여진다.

### 성분 함량의 변화

저장기간 중 감귤의 내용성분인 가용성고형물과 산 함량의 변화를 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다. 가용성고형물은 처리구간에 따라 약간의 차이는 있었으나 저장기간 중 큰 변화를 보이지 않았다. 산 함량은 Fig. 4와 같이 모든 처리구에서 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향이었다. 저온저장에 비해 상온저장에서 산 함량의 감소가 큰 것을 알 수 있었다. 저장 중 총당 함량도 저장기간이 경과함에 따라 거의 일정하게 유지되었다. 野呂(1970)는 저장에 따른 산 함량의 감소는 약 4개월 저장 후 0.8~0.9% 정도로 떨어졌다고 하였는데, 본 실험에서도 이와 유사한 결과를 나타내었다. 총당의 경우 과육으로부터 과피로 수분이동에 의한 중량감소를 유발하여 내용성분의 농축 효과로 인하여 변화 폭이 크지 않는데 비하여 유기산은 호흡작용의 기질로 사용되는데 기인한 것으로 보인다. Fig. 5는 저장기간에 따른 비타민 C 함량의 변화를 나타내었다. 저장기간에 따라 비타민 C 함량은 계속하여 약간 감소되는 경향을 나타내었다.

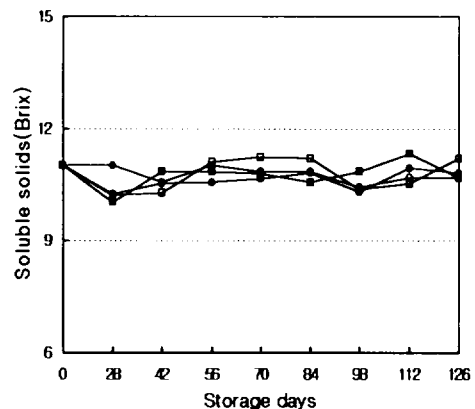


Fig. 3. Changes of soluble solids by CaCl<sub>2</sub> treated before storage.

●- C-Ca, ■- C-N, ○- R-Ca, □- R-N: Abbreviation refer to Fig. 1.

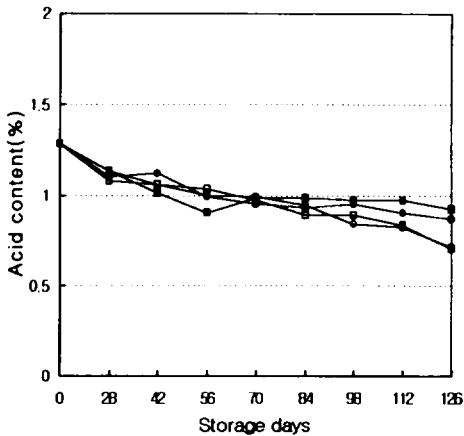


Fig. 4. Changes of acid content by CaCl<sub>2</sub> treated before storage. ●- C-Ca, ■- C-N, ○- R-Ca, □- R-N: Abbreviation refer to Fig.1

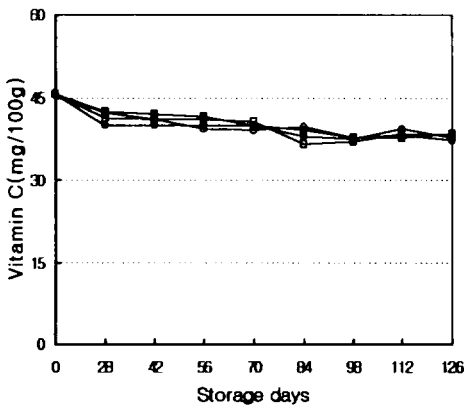


Fig. 5. Changes of vitamin C by CaCl<sub>2</sub> treated before storage. ●- C-Ca, ■- C-N, ○- R-Ca, □- R-N: Abbreviation refer to Fig. 1.

물리적 특성 변화

저장감귤의 경도 변화는 Fig. 6에 나타내

었다. 과육율은 초기 신선한 상태에서는 과피가 차지하는 비율이 높아 낮았으나, 저장전 처리로 인하여 다소 증가하여 저장기간 중 거의 일정한 수준을 유지하였다. 저온저장이 상온저장에 비해 과육율이 약간 높게 유지되었다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 경도 변화는 저장기간이 길어질수록 계속하여 완만하게 낮아졌다. 저장 감귤의 크기가 일정하지 않을 경우 크기가 클수록 껍질이 두꺼워지고(고와양, 1994), 이에 따라 경도가 증가하여 측정 시료간에 차이를 나타내는 것으로 보인다. Ca 처리구에서 경도가 다소 높았으며, 저장 112일 후 수확 직후 경도에 비해 75% 수준으로 낮아져 점차 껍질이 연화되고 있음을 알 수 있었다. 상온저장에서는 65% 수준으로 저온저장에 비해 경도 저하가 빨리 일어났다.

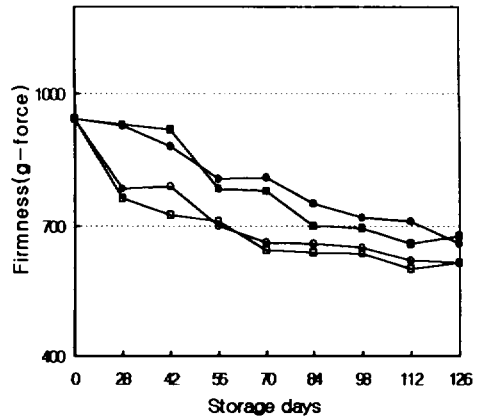


Fig. 6. Changes of firmness by CaCl<sub>2</sub> treated before storage. ●- C-Ca, ■- C-N, ○- R-Ca, □- R-N: Abbreviation refer to Fig. 1.

저장기간 중 비중의 변화는 Fig. 7에서 보는 바와 같다. 상온저장에서는 계속하여 완만한 감소를 나타냈으며, 저온저장에서는 저장 70일까지 큰 변화없이 유지됨을 알 수 있었다. 상온저장에서는 과육 중의 수분이 과피로 이

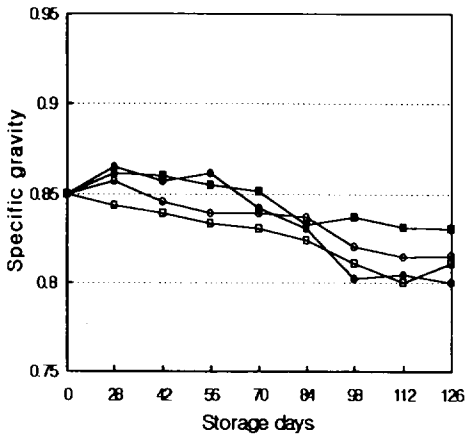


Fig. 7. Changes of specific gravity by  $\text{CaCl}_2$  treated before storage.  
 -●- C-Ca, -■- C-N, -○- R-Ca, -□- R-N; Abbreviation refer to Fig. 1.

동되어 증발함에 따라 비중 감소가 일어나는 것으로 보인다. 저장기간 중 색도의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. color index (a/b)를 기준할 때 저온저장에서는 저장 초기에 다소 증가하여 큰 변화를 보이지 않았으나, 상온저장에서는 저온저장에 비해 저장기간 중 착색이 진행되는 것을 알 수 있었다.

또한, Ca 처리구에서는 무처리구에 비해 착색 정도가 좋아졌다. 따라서 저온저장에서는 완전 착색과를 이용하는 편이 바람직한 것으로 판단된다.

외관 및 내용성분을 기준으로 한 조생온주밀감의 저장의 경우 100일 정도가 알맞을 것으로 판단되지만 지금까지 품질이 다소 떨어진 온주밀감도 장기간 유통되어 왔던 관습으로 인하여 장기 저장한 감귤의 소비가 당분간 지속될 것으로 보인다. 그러나 신선한 과일을 선호는 소비자 구매성향의 변화를 고려한다면 온주밀감의 경우 Ca 처리를 비롯한 35℃ 고온처리(고 등, 1998)에 의한 저장전 처리뿐만 아니라 최적 저장조건에서 선도 유지를 위한 저온저장의 실용화가 농산물 개방화에 적극 대처할 수 있는 방법으로 여겨진다.

### 적 요

제주산 온주밀감인 궁천조생의 저장전 Ca 처리에 의한 상온저장 및 저온저장 효과를 검토하였다. 저장 감귤은 4%  $\text{CaCl}_2$ 와 1,300 배 희석한 인다센 용액에 침지 처리한 다음

Table 2. Changes of peel color during storage.

Storage days	Cold storage with non-treated				Cold storage with $\text{CaCl}_2$ treated				Room temperature storage with non-treated				Room temperature storage with $\text{CaCl}_2$ treated			
	L	a	b	a/b	L	a	b	a/b	L	a	b	a/b	L	a	b	a/b
0	60.07	24.65	67.33	0.36	60.07	24.65	67.33	0.36	60.07	24.65	67.33	0.36	60.07	24.65	67.33	0.36
28	62.52	23.57	65.07	0.36	60.51	25.46	63.72	0.40	60.10	26.83	63.43	0.42	60.64	26.92	64.60	0.42
42	66.65	25.88	66.28	0.39	65.91	25.94	65.40	0.40	66.22	27.53	65.92	0.42	64.87	27.41	64.88	0.42
56	62.07	25.44	64.00	0.40	60.98	26.28	60.71	0.43	61.53	26.97	62.89	0.43	59.74	26.93	61.88	0.43
70	61.54	26.36	64.04	0.41	61.69	25.35	63.41	0.40	60.93	26.79	63.85	0.42	59.31	27.68	62.41	0.44
84	60.71	25.73	61.66	0.42	60.41	26.73	62.63	0.43	60.74	27.41	62.17	0.44	60.47	26.78	61.44	0.44
98	60.39	25.37	64.16	0.40	59.09	25.95	61.15	0.42	59.44	27.52	60.86	0.45	58.76	26.90	59.69	0.45
112	61.19	26.09	61.98	0.42	60.62	25.61	62.48	0.41	60.17	28.52	61.74	0.46	59.92	27.22	60.95	0.45
126	60.75	25.32	62.82	0.40	60.12	26.82	60.38	0.44	50.08	28.56	60.52	0.47	58.81	27.64	58.83	0.47

\* L: lightness, a: red-green, b: yellow-blue.

35℃에서 24시간 전처리하였으며, 상온저장고와 3℃, 85% 상대습도를 유지한 저온저장고에 저장하였다. 저장 감귤의 성분은 가용성고형물은 11.41 °Brix였으며 산 함량은 1.28%였고, 경도는 945.0 g-force, 비타민 C는 45.61mg/100g이었다. Ca 처리가 무처리구에 비하여 중량 감소에는 큰 영향을 주지 않았으나 부패 방지와 경도 유지에 다소 효과적이었다. 또한, 내용성분인 가용성고형물, 산 함량, 비타민 C의 변화에도 큰 영향을 주지 않았다. 저장 감귤의 착색은 Ca 처리구에서 다소 향상되었으며, 상온저장은 저온저장에 비해 착색이 계속 진행됨을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 고정삼, 양영택. 1994. 제주산 온주밀감의 품질평가에 미치는 요인. 농산물저장유통학회지, 1(1): 9~14.
- 고정삼, 김성학. 1995. 제주산 감귤류의 성분과 그 특성. 한국농화학회지, 38(6): 541~545.
- 고정삼, 김민. 1996a. 제주산 만감류 청건의 저온저장. 농산물저장유통학회지, 3(1): 5~21.
- 고정삼, 양상호, 김성학. 1996b. 제주산 홍진조생의 저온저장. 농산물저장유통학회지, 3(2): 105~111.
- 고정삼, 양영택, 송상철, 김성학, 김지용. 1997. 처리조건에 따른 조생온주밀감의 저온저장 특성. 한국농화학회지, 40(2): 117~122.
- 고정삼, 김완택, 이상용, 김지용, 강창희. 1998. 저장전 온도처리가 온주밀감의 저장에 미치는 영향. 한국농화학회지, 41(3): 228~233.
- 박노풍, 최언호, 변광의, 백자훈. 1972. 감귤류의 저장에 관한 연구. 한국식품과학회지, 4(4): 285~290.
- 윤창훈. 1991. 제주산 온주밀감의 CA저장에 관한 연구. 한국농화학회지, 34(1): 14~20.
- 주현규. 1995. 식품분석법, 학문사, p. 355~359.
- Ben-Yehoshua, S., V. Rodov, D.Q. Fang and J.J. Kim (1995) Performed antifungal compounds of citrus fruit: Effect of postharvest treatments with heat and growth regulators. *J. Agric. Food Chem.*, 43(4): 1062-1066.
- Hatanaka, C. and Y. Kobara. 1980. Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method. *Agric. Biol. Chem.*, 44(12): 2943-2949.
- Poovaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolong storage life of fruits and vegetables. *Food Technol.*, 40(5): 86~89.
- 野呂徳男 (1970) 柑橘, 22, p. 50.