

# CA 저장이 온주밀감의 수확 후 품질에 미치는 효과

양용준

상명대학교 원예과학과

## Postharvest Quality of *Satsuma Mandarin* Fruit Affected by Controlled Atmosphere

Yong-Joon Yang

Dept. of Horticultural Science, Sangmyung University, Chonan 330-180, Korea

\*corresponding author

**ABSTRACT** This research was conducted to find out whether controlled atmosphere(CA) can maintain *Satsuma Mandarin* fruit fresh longer compared to cold storage. Fruit harvested in Nov. 1998 at Jeju Province were stored in three different CA condition including cold storage. The CA treatments consisted of combinations of 3%, 5% and 10.9% CO<sub>2</sub> with 1% and 3-3.9% O<sub>2</sub>, respectively. Weight and firmness were maintained higher in static CA chambers than in the cold storage. Soluble solid content in fruit of cold storage increased until 2 months of storage and thereafter sharply decreased, whereas that of CA-stored fruit increased slowly throughout the storage period of 120 days. Citric acid decreased obviously in all the treatments with a partially longer retention in CA chambers during storage. Sensory evaluation clearly showed that CA could extend market period of *Satsuma Mandarin* fruit.

**Additional key words:** citric acid, fruit firmness, market quality, soluble solid content

### 서 언

감귤류는 우리나라의 경우 재배 면적이 25,400ha(1996년)로써 전체 과수 재배 면적의 14.7%를 차지하여 사과(29.5%) 다음으로 높고 그 생산량 기준으로도 두 번째 규모의 과수이다. 감귤은 국민 1인당 소비량이 13.7kg으로 사과 14.7kg 다음으로 선호되고 있으나 소비증가 추세는 다른 과일에 비해 떨어지고 있는데, 특히 '90년대 이후 감귤의 소비증가율은 0.7%로 떨어져 국내 감귤의 소비량의 한계성을 보여주고 있다(고와 강, 1999). 국내 감귤류의 재배종의 대부분은 조생온주와 보통온주로 전체의 90% 이상의 높은 비중을 차지하고 있다. 온주밀감(*Satsuma Mandarin*)은 과피가 전 과실의 23-26%를 차지하며 가식부는 수분 함량이 88% 정도로서 다른 과실에 비하여 비타민 A·C가 특히 많이 함유되어 있고 칼슘, 나트륨, 칼륨 등의 함량도 많은 알칼리성 식품이므로 보건 식품으로서뿐만 아니라 박피가 용이하며 수분 함량이 많고 당, 산 함량이 적당하여 기호도가 높은 과실이다(고 등, 1997). 대부분 생식용으로 소비되는 감귤류는 1998년도 이래 60만톤을 넘는 과잉생산과 일시적 출하에 따른 공급과잉으로 가격이 폭락하는 상황이다.

따라서 과일을 장기간 저장하면서 수요에 맞는 공급이 필요한 시점이며 또한 고품질을 중심으로 선별된 감귤 위주의 판매전략이 매우 중요하다. 시장의 가격 조절을 위하여 농가마다 개별적으로 감귤을 상온에서 저장하고 있으나 저장 2개월 후부터 대략 30-40% 정도의 높은 부패율이 나타나 장기간 저장이 되지 않는 이유로 물량조절이 어려워 이에 따라 부득이 홍수출하에 따른 경제적인 손실이 크게 나타나고 있다. 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 과실의 품질을 높여 소비 확대에 힘쓰고 저장 시설 및 저장 방법의 개발에 의한 출하기간 연장, 새로운 가공방법의 확장 등 활발한 연구가 필요하다. 감귤저장 시 저온의 효과에 관한 기초적 연구(박 등, 1972)가 수행된 이래, 저온(고 등, 1998)과 저장습도(고와 이, 1999) 그리고 저장 전 예조처리(고 등, 1998)에 따른 품질변화가 보고되었다. 최근에는 감귤의 저장수명 연장을 위하여 저장 중 발생하는 곰팡이에 대한 항진균성 미생물을 이용한 천연활성제의 적용(이 등, 2000), 저장 중의 호흡생리를 조절하는 기능성 파막코팅제의 개발(박 등, 2000) 등이 보고되었다. 국외 문헌에서는 날개 포장에 따른 품질연구(Saucedo-Veloz 등, 1997)와 저온과 상대습도의 복합적 역할이나 저온과 CA 환경에 따른 감귤류의 저장 중 품질변화

※ Received for publication 15 March 2001. Accepted for publication 9 May 2001. This research was financially supported by a research grant from Sangmyung University in 1999.

및 생리적 특성에 관한 보고 등이 알려져 있으나 연구재료가 레몬과 오렌지에 국한되어 있다(Davis 등, 1973; Ben-Yehoshua 등, 1983; Ben-Yehoshua, 1985; Ke와 Kader, 1990; Shaw 등, 1991). 따라서 본 연구는 온주밀감에 대한 장기저장법 확립의 기초 자료를 얻기 위하여 Controlled Atmosphere(CA) 저장이 온주밀감의 수확 후 품질에 미치는 효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

제주도에서 1998년 11월 수확한 비닐하우스 재배용 온주밀감을 공시재료로 실험에 이용하였다. 소독처리를 위하여 sodium dichloroisocyanurate 수용액에 30분간 침지하여 소독한 과일을 실온에서 fan을 이용하여 2시간 정도 건조시킨 다음 CA처리를 위하여 7L 아크릴 용기에 20개씩의 과일을 담고 밀폐하였다. 저장은 4°C의 저온에서 저장하였으며, 저장기간은 4개월로 하였다. CA 농도 조성은 가스 혼합 펌프를 사용하여 %CO<sub>2</sub>+%O<sub>2</sub>가 3+1(CA I), 5+3(CA II), 및 10.5+3.9(CA III)가 되도록 하였다. 대기와 같은 0+21(%CO<sub>2</sub>+%O<sub>2</sub>)의 농도 조성을 해준 처리가 대조구로서 이용되었으며, 각 처리당 3반복하였다. 무게감량은 저장 전의 무게를 기준하여 저장 중 감소된 무게를 백분율로 환산하여 표시하였다. 경도는 과일 과피를 제거한 후 11mm plunger를 장착한 간이경도계를 이용하여 과실의 상단 부위에서 일정한 압력을 가하여 측정된 뒤 평균값을 kg으로 표시하였다. 당도(SSC)는 Refractometer를 사용하여 % 단위로 나타내었고 유기산 함량은 과육 50g과 증류수 25ml를 섞고 마쇄, 여과한 후 0.1N NaOH로 pH 8.1까지 적정하였으며, citric acid로 환산하여 나타내었다. 시장성 평가는 5명의 평가요원들이 온주밀감의 전체적인 외관적 가치로서 나타낸 시장성 정도를 5개의 등급; 5=excellent, 4=good, 3=moderate, 2=poor 그리고 1=very poor으로 나누어 평가하였는데, 시장성 유지

기간은 2.5-3.0으로 판정된 기간까지를 기준으로 하였다.

## 결과 및 고찰

과실저장 중 온주 밀감의 품질 변화로서는 첫째 과실 내의 수분 증산에 의한 과실중량의 감소, 둘째 외관(꼭지마름, 과피의 주름살, 변색 손실) 손실, 셋째 식미(주로 당, 산 함량)의 변화, 넷째, 부패과가 발생하는 것으로 보고되고 있다(고 등, 1997). CA 처리에 따른 품질변화를 조사한 결과 무게감량은 100일 저장기간 동안 전체 처리구에서 8% 미만을 나타냈으며, 대조구에서의 무게감량이 모든 처리 중 가장 크게 나타났다(Fig. 1). CA 처리에 따른 비교에서 CA II 처리구의 무게감량이 가장 적었다. 경도는 저장기간 경과에 따라 감소하였는데 CA I과 CA II 처리에서 비교적 경도값이 높게 유지된 반면 CO<sub>2</sub>가 10.5%로 증가된 처리인 CA III 처리에서 대조구와 비슷한 경향을 보여 감귤의 저장에 10% 이상의 이산화탄소 처리는 오히려 부정적인 경향을 보여주었다. 이것은 고농도 이산화탄소는 오렌지의 저온저장 중 발효과정을 촉진하는 결과를 초래하여 품질을 떨어뜨린다는 보고와 일치하는 것이다(Ke와 Kader, 1990; Shaw 등, 1991). 당도는 저장 60일째까지 저장초기에 비하여 저온저장구에서 가장 높은 증가율을 보였으며, 이후 저장 120일까지 지속적으로 감소하였다(Fig. 2). 이와는 대조적으로 CA 처리구에서는 저장 4개월까지 지속적인 완만한 증가를 보였다. 이것은 CA 조건으로 작물 내 탄수화물대사가 지연되는 것을 입증하는 것으로 Davis 등(1973)과 Shaw 등(1991)의 보고와 같은 결과였다. 감귤의 유기산 함량은 저장 중 모든 처리구에서 감소하였다(Fig. 3). 처리간 비교에서 저장 60일째 저온저장에 비하여 CA 조건에서 유기산이 비교적 높게 유지되었고, 저장 120일째에는 처리 간의 큰 유의차는 없었다. 이것은 CA 조건이 저장 2개월까지 호흡을 감소시켜, 이 결과 기질로 사용되는 유기산을 상대적으로 높게 유지시켰기 때문으

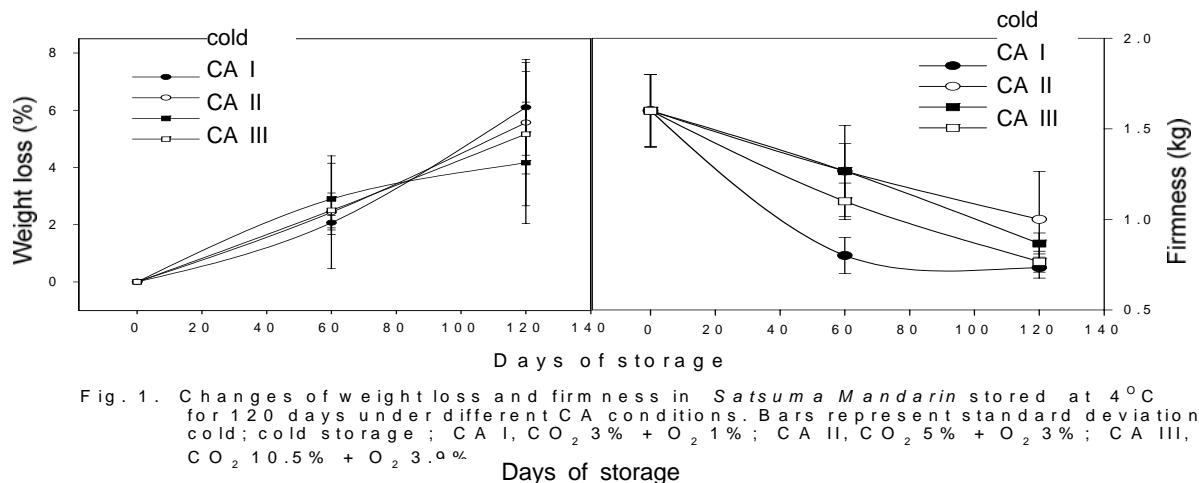


Fig. 1. Changes of weight loss and firmness in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Bars represent standard deviation. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3% + O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5% + O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5% + O<sub>2</sub> 3.9%.

**Fig. 1.** Changes of weight loss and firmness in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Bars represent standard deviation. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3%+O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5%+O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5%+O<sub>2</sub> 3.9%.

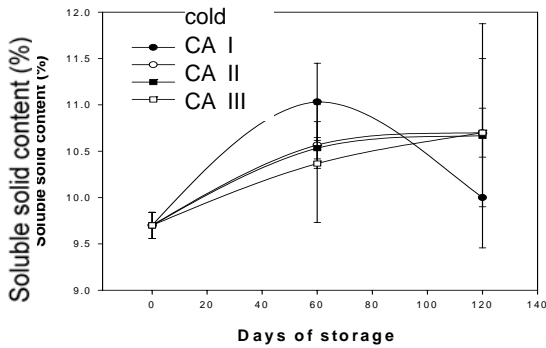


Fig. 2. Changes of soluble solid content in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Bars represent standard deviation. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3% + O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5% + O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5% + O<sub>2</sub> 3.9%

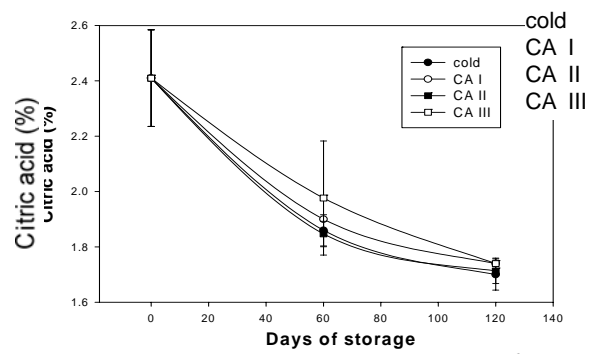


Fig. 3. Changes of citric acid in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Bars represent standard deviation. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3% + O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5% + O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5% + O<sub>2</sub> 3.9%

Fig. 2. Changes of soluble of solid content in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Bars represent standard deviation. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3% + O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5% + O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5% + O<sub>2</sub> 3.9%.

Fig. 3. Changes of citric acid in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Bars represent standard deviation. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3% + O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5% + O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5% + O<sub>2</sub> 3.9%.

로 판단되었다. 감귤의 장기저장에서 부패과외의 주요 원인균은 과피의 상처로부터 침입하는 청색곰팡이병과 녹색곰팡이병이다(고와 김, 1996). 감귤을 상온저장할 때 저장 2개월 후부터 30% - 40% 이상 부패과가 발생하고 있는 상황(이 등, 2000)을 고려할 때 저장 중 부패과 발생을 줄이는 것은 장기저장의 경우 필수적이다. 외관품질과 내부품질(신맛, 단맛, 경도) 그리고 부패율을 기준으로 종합한 결과를 시장성으로 평가한 결과(Fig. 4), 대조구에 비해 CA 처리구의 품질이 높게 평가되었고, CA 처리 중 CA II의 품질이 저장 120일 후 가장 높게 평가되었다. 한편 CA I과 CA III 처리구 간의 뚜렷한 차이는 없었다. 본 결과에 포함되지는 않았으나 정기적인 품질판정(10일 간격)을 수행하여 등급이 2.5 - 3.0으로 판정된 기간까지를 조

사한 결과, 저온저장에서는 70일 정도에 비하여 CA 저장에서는 90일 정도 시장성이 유지된 것으로 판정되었다. 제주산 온주밀감을 대상으로 한 고와 이의 보고(1999)에서는 3°C 저온에서 87%로 저장고 내 상대습도를 유지할 경우 100일까지를 저장가능 기간으로 평가한 반면 상대습도를 조절하지 않는 경우 60일 이후 정도 저하가 많이 일어나 조적이 연화되었다고 하였는데 본 연구에서의 처리조건(4°C, 상대습도 > 95%)이 달라 직접적인 비교는 어렵다고 사료되었다. 국외에서의 오렌지와 감귤을 이용한 연구(Ben-Yehoshua, 1969, 1985; Saucedo-Veloz 등, 1997)에서 이미 입증된 날개 포장의 효과는 저장 작물의 가스교환에 의한 포장 내 이산화탄소와 산소의 적절한 농도 조절이 시장성 연장으로 기인한 것이다. 따라서 감귤의 높은 이산화탄소와 낮은 산소 농도에 대한 내성을 먼저 밝혀내는 일이 수확 후 처리 신기술의 적용을 위하여 무엇보다 매우 중요하다고 판단된다.

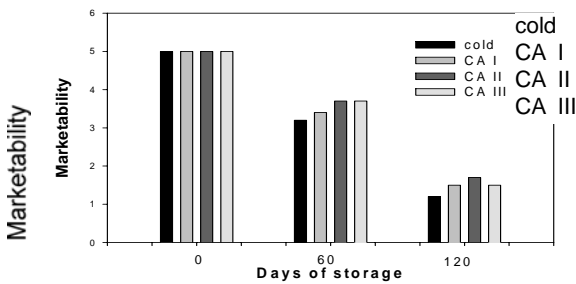


Fig. 4. Changes of marketability in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Marketability was assessed by sensory evaluation. 5=excellent, 3=moderate, 1=very poor. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3% + O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5% + O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5% + O<sub>2</sub> 3.9%.

## 초 록

감귤의 품질에 미치는 CA 저장의 효과를 알아보기 위하여 본 실험을 수행하였다. 1998년 11월 제주도에서 수확된 온주밀감을 공시재료로 사용하였다. 무게감량과 경도는 저온저장구보다 CA 처리에서 저장기간 동안 높게 유지되었고 SSC 값은 저온저장 2개월까지 뚜렷이 증가하다가 그 이후 급격하게 감소한 반면 CA 처리에서는 저장 4개월까지 지속적으로 증가하는 양상을 나타내었다. 유기산은 CA 처리에서 저온저장에서 보다 약간 높게 유지되는 형태로 저장 중 모든 처리에서 크게 감소하였다. 시장성 판정을 위한 품질평가 결과에서도 CA 조건이 저온저장에 비하여 품질유지에 비교적 효과적이었다.

Fig. 4. Changes of marketability in *Satsuma Mandarin* stored at 4°C for 120 days under different CA conditions. Bars represent standard deviation. cold; cold storage; CA I, CO<sub>2</sub> 3% + O<sub>2</sub> 1%; CA II, CO<sub>2</sub> 5% + O<sub>2</sub> 3%; CA III, CO<sub>2</sub> 10.5% + O<sub>2</sub> 3.9%.

## 인용문헌

- Ben-Yehoshua, S. 1969. Gas exchange, transportation, and the commercial deterioration in storage of orange fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:524-528.
- Ben-Yehoshua, S. 1985. Individual seal packaging of fruit and vegetables in plastic film: A new postharvest technique. *Hort-Science* 20:32-37.
- Ben-Yehoshua, S., B. Shapiro, Z. Chen, and S. Lurie. 1983. Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruit by alleviation of water stress. *Plant Physiol.* 73:87-91.
- Davis, P.L., B. Roe, and J.H. Bruemner. 1973. Biochemical changes in citrus fruits during controlled-atmosphere storage. *J. Food Sci.* 38:225-229.
- Ke, D. and A.A. Kader. 1990. Tolerance of 'Valencia' oranges to controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:779-783.
- 고성보, 강지용. 1999. 과일류의 선호분석과 수요전망. *식품유통연구* 16(1):192.
- 고정삼, 이상용. 1999. 저장습도가 온주밀감의 저장에 미치는 영향. *한국농화학회지* 42:223-228.
- 고정삼, 김원택, 이상용, 김지용, 강창희. 1998. 저장전 전처리가 온주밀감의 저장에 미치는 영향. *한국농화학회지* 41:228-233.
- 고정삼, 양영택, 송상철, 김성학, 김지용. 1997. 처리조건에 따른 조생온주밀감의 저온저장특성. *한국농화학회지* 40:117-122.
- 고영환, 김세재. 1996. 온주밀감 부패 곰팡이의 분리 및 동정. *한국식품과학회지*. 28:1142-1145.
- 박노풍, 최언호, 변과의, 백지훈. 1972. 감귤류의 저장에 관한 연구. *한국식품과학회지* 4:285-290.
- 박현진, 양용준, 목일진, 정순경. 2000. 새로운 기능성 피막코팅제를 이용한 주요 과수류의 저장성 향상 및 수출효율 증대에 관한 연구. *농림부 연구보고서*. p. 69-97.
- 이창후, 최성원, 최영훈. 2000. 감귤수확 후 장기 선도 유지를 위한 산소계 개발에 관한 연구. *농림부 연구보고서*. p. 107-110.
- Saucedo-Veloz, C, R. Arana-Errasquin, S. Chavez-Franco, A. Perez, and M.I. Reyes. 1997. Effect of individual film wrapping on quality and storage time of mandarin's fruit 'Dancy'. *CA '97 Conference Proceeding*. p. 238-243.
- Shaw, P.E., M.G. Moshonas, and E. Pesis. 1991. Changes during storage of oranges pretreated with nitrogen, carbon dioxide and acetaldehyde in air. *J. Food Sci.* 56:469-474.