

## 저장고 형태에 따른 온주밀감의 저장 중 품질변화

김성학\* · 임자훈 · 고정삼

제주대학교 원예생명과학부, \*제주도농업기술원

### Quality Changes of Satsuma Mandarin during Storage by Storage Warehouse

\*Seong-Hak Kim, Lim Ja-Hoon and Jeong-Sam Koh

Faculty of Horticultural and Life Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

\*Jeju Provincial Agricultural Technology Institute, Jeju 690-750, Korea

#### Abstract

Quality changes of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*) during storage by storage warehouse were investigated. Citrus were treated with 2000-folds diluted iminocadime-triacetate solution and 1.5% chitosan with 0.5% CaCl<sub>2</sub> solution, and were at 30°C for 24 hr before storage. The citrus of about 12 kg/26 L plastic container were stored at room temperature, and at 4°C with 87% relative humidity. Decay ratio of citrus with precise temperature and humidity control were lower than the others during storage. *Penicillium italicum*, *Monilia candida*, *Alternaria citri*, *Mucor hiemalis*, *Phomopsis citri*, *Botrytis cinerea*, *Phoma citricarpa*, *Glomerella cingulata*, *Penicillium digitatum* were identified as putrefactive microorganisms in citrus storage. Weight loss, moisture content of peel and flesh were decreased slowly during storage. 24% of original acid content were decreased at room temperature on 120 days' storage, compared to 15~18% loss on cold storage. Total sugar of citrus was decreased rapidly after 90 days, and vitamin C content were also decreased rapidly after 60 days during storage.

Key words : satsuma mandarin, citrus, storage, storage warehouse

## 서 론

제주감귤산업은 온주밀감 중심의 과잉생산구조와 더불어 농산물 개방화에 따라 품질이 좋은 신선과일을 선호하는 소비자의 구매성향의 변화로, 1999년 이후 제주산 온주밀감의 소비부진과 가격하락으로 심한 어려움을 겪고 있다. 현재 온주밀감의 저장은 상온저장에 의해 이루어지고 있으나, 품질유지를 위하여 저온저장체제로 점차 전환되어야 할 것으로 보인다. 제주지역에서의 저온저장고는 144동에 9,584평에 이르고 있으나 (1), 저장고마다 그 형태가 일정하지 않을 뿐만 아니라 온도와 습도 조절이 명확하지 않아 저장효과에 영향을 줄 것으로 예상된다.

본 연구에서는 감귤의 저장최적화를 위하여 선행연구 (2)와 같은 방법에 의해 저장전 처리를 하고, 온도와 습도조절이 비교적 잘 이루어진 제주도농업기술원의 저온저장고와 습도조절이 다소 어려운 농가의 저온저장고 등에서 감귤을

각각 저장하면서 저장고 형태에 따른 저장 중 온주밀감의 품질변화를 측정함으로써 비교실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 감귤은 완전 착색되어 관행수확기로 알려진 11월 26일에 제주도 남원읍 농가 소재 과수원에서 수확한 궁천조생 온주밀감(*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*)을 공시재료를 하였다. 감귤시료는 착색이 90% 이상이고 상품성이 큰 중간 크기인 것으로 가능한 물리적 손상이 없도록 직접 수확하였다.

### 저장조건

항균제로서 농가에서 사용하고 있는 베프란(iminocadime-triacetate) 2,000배 희석액과 키토산(탈아세틸화도 45±5%) 1.5%에 0.5% CaCl<sub>2</sub>를 혼합한 용액에 감귤을 충분히 침지하였다. 풍건시킨 후 26 L인 플라스틱 컨테이너에 감귤을 12 kg 정도씩 담아 30°C에서 24시간동안 처리함으로써 4% 정

Corresponding author : Jeong-Sam Koh, Faculty of Horticultural and Life Science, Cheju National University, Ara-Dong, Jeju, 690-756, Korea  
E-mail : jskoh@cheju.ac.kr

도 감광시키는 저장전 처리를 하였다. 감광저장은 상온저장, 그리고 내부온도 4°C, 상대습도 87%를 기준으로 저온저장을 하면서 저장 중 품질변화를 측정하였다. Table 1과 같은 저장고 형태에 따라 감광을 저장하면서 품질변화를 측정하였다. 농가에서 보유하고 있는 C형 저장고의 경우 B형에 비하여 온도편차가 크며, 습도조절이 어려운 형태로서 각각의 실험결과는 평균값으로 나타내었다. D형은 컨테이너형 저온저장고이다.

Table 1. Type of storage warehouse

Type	Scale (m <sup>2</sup> )	Stored temperature (°C)	Remarks
Warehouse (A)	66	-2~18	without temperature control Namwon, south Jeju, Farmer's
Cold chamber (B)	6.6	3.5~4.5	Aewol, north Jeju, JPATI*
Cold chamber (C)	33~50	3.1~4.7	Aewol, north Jeju, Farmer's Namwon, south Jeju, Farmer's Anduk, south Jeju, Farmer's
Cold chamber (D)	16.5	3.1~4.7	Cheju Nat. Univ., north Jeju

\* Jeju Provincial Agricultural Technology Institute.

### 성분분석

감광의 부패율은 각 처리별로 저장고에 적재된 위치에서 상, 중, 하 3곳에 선정된 감광상자로부터 부패과를 조사하고, 총 과실수로 나누어 백분율로 환산하고 누계로 표시하였다. 중량감소의 경우 부패율 조사와 마찬가지로 3곳을 정하고, 10개 감광의 무게를 측정하여 저장기간에 따른 손실량을 백분율로 환산하였다.

저장 중 성분분석은 가용성고형물, 산 함량, pH, 과피수분율, 비중 등을 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 과피율은 조사시기별로 껍질과 과육을 분리한 다음 각각의 중량을 측정하여 감광 중량에 대한 백분율로 표시하였으며, 과피수분율은 AOAC 방법 (3)에 따라 측정하였다. 감광을 박피하여 착즙한 다음 과즙의 가용성고형물은 Abbe 굴절당도계 (Attago PR-100, 일본)를 사용하여 측정하였으며, 산 함량은 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 정량한 다음 구연산으로 환산하였다 (4).

총당은 0.1 N HCl로 가수분해하여 여과한 여액을 Somogyi-Nelson 변법 (5)으로 정량하였다. 비타민 C는 시료 10 g을 5% metaphosphoric acid 50 mL를 가한 후 마쇄하여 감압여과하고, 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출한 후 100 mL로 하여 hydrazine 비색법에 준하여 분석하였다 (6).

### 부패미생물

부패균의 분리 및 동정은 외관상 부패증상이 나타난 과실의 이병부위의 경계면 0.5 x 0.5 cm를 잘라내었다. 1% sodium

hypochlorite 용액에서 30초간 침지처리한 후 WA(water agar, agar 20 g/water 1 L) 배지에 올려놓고, 25°C의 항온기에서 7일간 배양하였다. 증식한 콜로니를 순수 분리하여 PDA(potato dextrose agar, DIFCO) 배지에 배양하였다.

균사의 격막, 분생자병의 길이 및 분지의 유무, 포자, 정낭, 분생자의 모양과 크기 등 형태적 특성을 현미경 관찰에 의하여 동정하였다. 부패성 검정은 부패미생물을 PDA 배지에 28°C에서 약 2주일동안 배양한 것을 일정량의 멸균수로 희석하여 포자현탁액을 조제하여 이를 균점중액으로 사용하였다. 건전한 감광과 인위적으로 상처를 낸 감광에 포자현탁액을 30 µL씩 접종한 후 25°C, 85±2%의 항온항습기에서 15일간 배양하여 감염여부를 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 부패율

본 실험에 사용한 저장감광의 성분과 그 표준편차는 Table 2에 나타내었다. 그러나 감광시료의 크기가 일정하지 않아 과중, 과육율 등의 표준편차 값이 커서 평균값만을 표시하였다. 감광성분은 품종, 생산연도, 생산지, 생산시기의 환경조건, 수확시기 등에 영향을 받으나, 제주산 온주밀감의 평균값 (7)과 유사하였다.

Table 2. Physicochemical properties of citrus for storage in this experiment

	Average value	Standard Deviation
Fruit weight (g)	96.96	-
Fruit index	1.22	-
Flesh weight (g)	78.52	-
Flesh ratio (%)	81.32	-
Density	0.92	0.04
Peel thickness (mm)	2.21	-
Peel moisture content (%)	86.51	2.15
Soluble solids (oBrix)	9.72	0.54
Acid content (%)	0.92	0.14
PH	3.41	0.17
Vitamin C (mg/100g)	44.80	21.67
Total sugar (%)	5.96	0.84
Reducing sugar (%)	4.34	0.39

- : not determined.

일반농가에서 저장하는 상온저장고, 농가에서 관리하는 저온저장고, 그리고 제주대학교와 제주도농업기술원에 있는 실험용 저온저장고 등에서 각각 부패율의 변화를 조사한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 감광을 저장할 경우 초기에 부패과가 발생하는 것은 저장환경 요인과 미숙감광에서 발생한다고 하였는데 (8), 본 실험에서도 미숙한 감광, 상처과

등이 주로 부패원인이 되었다. 저장기간 중 부패미생물에 의한 부패과 발생은 저장 60일 후에 나타나기 시작하여 이후 빠르게 진행되었다. 상온저장에 비하여 저온저장에서 부패율을 줄일 수 있었다. 그리고 저장고 내의 온습도 편차가 적은 저장고 B형에서 가장 낮은 부패율이 나타났으며, 감귤을 저장할 경우 저장온도뿐만 아니라 저장고 내의 온도편차도 고려하여야 할 것으로 판단되었다.

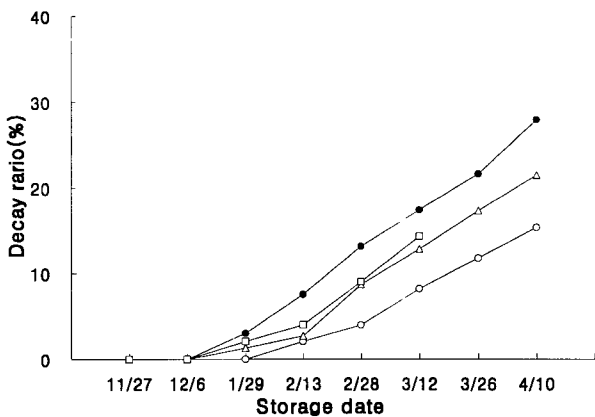


Fig. 1. Changes in decay ratio of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

부패미생물

저장 중 부패감귤로부터 분리한 부패미생물을 동정한 결과 *Penicillium italicum*, *Monilia candida*, *Alternaria citri*, *Mucor hiemalis*, *Phomopsis citri*, *Botrytis cinerea*, *Phoma citricarpa*, *Glomerella cingulata*, *Penicillium digitatum* 등이었다. 감귤껍질에 부착했던 부패미생물, 저장상자에 부착된 부패미생물, 저장고 내에 존재하고 있던 부패미생물이 저장한 감귤의 저장성을 떨어뜨리는 것으로 판단되었다.

*Rhizopus* sp.에 의한 부패과는 저온저장에서 발생하였으며, 저장 중 상처가 심한 감귤이나 *Penicillium* 균의 침해를 받아서 부패된 감귤에서 포자를 형성하였다. 부패균으로 분리된 9종을 건전한 감귤과 상처과로 구분하여 접종한 결과, 건전한 감귤에 접종한 것은 접종 15일 후 *P. italicum*은 부패성이 중간정도로 나타났으나 다른 균은 나타나지 않았다. 상처과에 접종한 것은 접종 15일 후에 *P. digitatum*, *P. italicum*은 심하게 나타났으며, 이외에는 중간정도의 부패성이 있어 감귤에 재접종할 경우 모두 부패성을 확인하였다.

중량감소

Fig. 2는 저장기간에 따른 중량감소를 나타내었다. 저장기간에 따라 중량감소는 완만하게 증가하는 경향이였다. 저장 100일 후 중량감소는 10% 정도이었다. 이는 저장기간 중에

도 계속되는 호흡작용과 증산작용으로 껍질에서 수분증발 등이 일어나 감귤의 신선도와 중량의 변화에 영향을 주기 때문이다.

일본에서 보통온주밀감의 저장에서 11월 10일 수확한 감귤을 135일간 상온저장한 결과 20.2%의 중량감소가 일어났고, 11월 30일 수확하여 115일간 상온저장한 결과 17.8% 감량이 발생하였다(9)고 하였다. 그리고 중량감소는 온주밀감을 5°C에 저장하였을 때 100g의 감귤이 100일간 호흡작용에 의한 감량은 껍질에서 12%, 과육에서 9.5%가 되었으며, 감귤표면에서 증산에 의한 수분의 손실량을 합산하면 약 17~20%까지 자연감량이 되었다(10)고 하였다. 그러나 본 실험에서와 같이 저장성이 떨어지는 조생온주밀감을 저장하는 경우 저장초기인 저장 30일에 감량이 적었고, 그 후에 저장고 내에 고습도를 일정하게 유지하는 일이 어려워 중량감소가 증가되는 경향을 보였다. 저장고 형태별로는 거의 일정한 경향을 나타내었으며, 1일 중량감소율은 0.095%이었다.

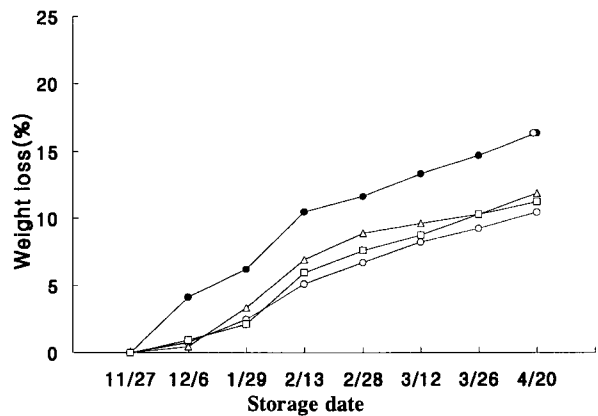


Fig. 2. Changes in weight loss of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

신선도

감귤의 신선도를 평가하기 위하여 저장기간 중 감귤껍질의 수분 함량은 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 저장기간 중 과피수분의 변화는 저장전 처리로 약간 감소되었다가, 저장 중에 거의 일정하게 유지되었다. 12월 6일에서 1월 29일까지 껍질수분이 증가한 것은 저장성을 높이기 위해 실시한 저장전 처리로 낮아진 수분 함량이 저장고 내에서 호흡과 과육에서 껍질로 수분이동이 일어나 평형상태를 이룸으로써 생긴 결과(8)로 보인다. 또한, 이 시기부터 껍보기에 위조(wilting) 현상이 일어나기 시작하였다. 그러나 상온저장과 같이 외부의 상대습도가 매우 낮게 유지되는 경우 껍보기에 껍질이 마르는 현상은 계속되어, 이에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다. 현재 판매되는 감귤의 품질을 판단하

는 기준은 외관에 많이 의존하고 있어서, 장기간 저장하는 경우 습도조절에 유의해야 할 것으로 판단된다.

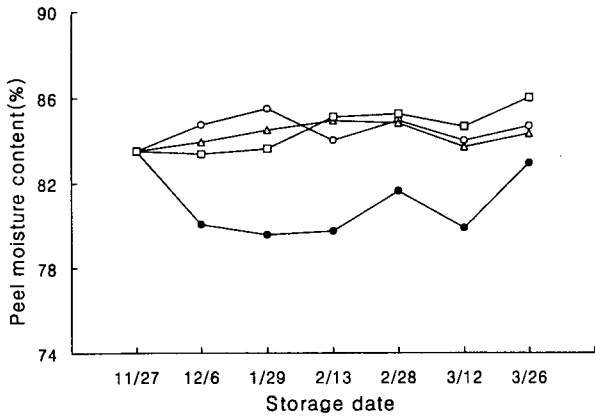


Fig. 3. Changes in peel moisture content of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

Fig. 4는 과육을 변화를 나타내었다. 감귤은 수확 후에도 계속되는 호흡작용으로 내용성분의 변화 및 껍질로부터 수분증발이 일어난다(11)고 하였다. 과육율의 변화를 측정할 결과 모든 처리에서 거의 변화 없이 저장기간이 경과함에 따라 약간씩 감소하는 경향을 보였다. 그러나 상온저장에서는 저장초기부터 감소되는 양은 저온저장보다 낮게 나타나는 경향이였다. 저장 90일 이후부터 과육율이 감소되는 양이 많아지는 변화를 보였는데, 이는 과피수분을 변화와 반대되는 현상을 보였다.

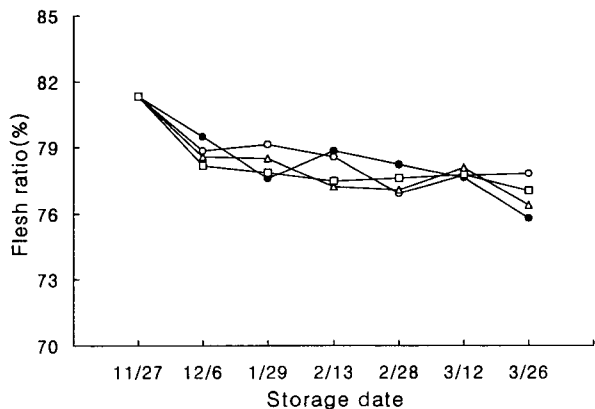


Fig. 4. Changes in flesh ratio of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

가용성 고형물과 산 함량

감귤의 내용성분인 가용성고형물과 산 함량의 변화를 Fig.

5와 Fig. 6에 나타내었다. 가용성고형물은 저장기간에 따른 뚜렷한 변화를 볼 수 없었다. 이는 Table 2에서 나타난 것과 같이, 감귤 개체간 성분 함량의 차이가 저장기간에 따른 변화량보다 많은 경우도 있었다. 이는 저장 중에 가용성고형물이 실제로 조금씩 감소되었지만, 수분의 감소량이 많아 내용성분이 농축됨으로써 오히려 높아지는 경향이 있다(12)고 한 내용과 같았다. 저장형태에 따라 거의 변화 없이 일정한 수준을 유지하여 유의성은 인정할 수 없었다.

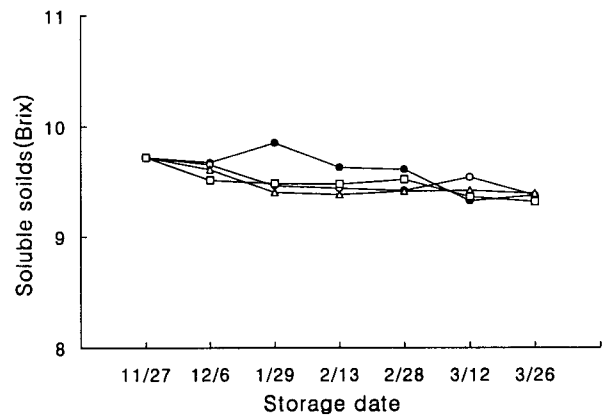


Fig. 5. Changes in soluble solids of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

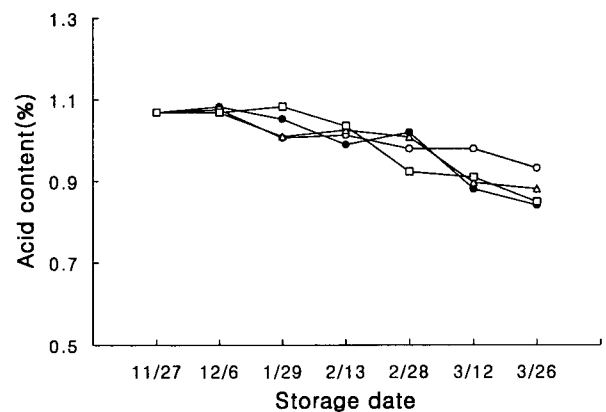


Fig. 6. Changes in acid content of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

감귤은 수확 후에도 계속되는 호흡작용으로 내용성분의 변화 및 껍질로부터 수분증발이 일어난다. 총당의 경우 과육으로부터 껍질로 수분이동에 의한 중량감소를 유발하여 내용성분의 농축효과로 인하여 변화의 폭이 크지 않은데 비하여, 유기산은 호흡작용의 기질로 사용되어 감소한다(13)는 보고와 일치하는 경향을 보였다. 저장습도가 낮은 경우

감귤의 당 함량은 저장기간에 따라 점진적으로 상승하나 큰 변화는 없는데 비하여, 산 함량은 감소하여 120일 후에는 36%가 감소한다(9)고 하였다.

산 함량은 모든 처리에서 저장기간이 길어질수록 현저히 감소하였으며, 이는 유기산이 호흡작용의 기질로 사용되는데 기인한 것으로 보인다. 저장에 따른 산 함량의 감소는 약 4개월 저장 후 0.84~0.9%이었다. 맛을 고려한 저장감귤의 산 함량은 1.0~0.7% 사이로, 저장기간 중에 산 함량의 감소속도가 느릴수록 품질이 좋을 것으로 판단된다. 저장기간이 길어질수록 증산작용이 많고 산 함량의 감소가 심하여, 당산비가 증가되는 경향이 뚜렷하였다. 조생온주밀감의 경우 산 함량의 감소는 상온저장에서 24%에 비하여, 저온저장에서는 15~18%로 감소되는 폭이 적어 저장효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

환원당과 총당

Fig. 7과 Fig. 8은 저장기간에 따른 감귤의 환원당과 총당의 변화를 나타내었다. 감귤은 저장기간 중에도 계속되는 호흡작용으로 내용성분 변화가 일어난다. 저장 중 환원당 함량은 저장기간이 경과할수록 감소되는 경향이였다. 총당 함량은 저장기간이 경과함에 따라 거의 일정하게 유지되었으나, 저장 후기에 감소하는 경향이였다. 총당의 경우 과육으로부터 껍질로 수분이동에 의한 증량감소를 유발하여 내용성분의 농축효과로 인하여 변화의 폭이 크지 않다(13)고 하였다. 그러나 본 실험에서는 저장 3개월 이후부터 감소 폭이 많은 것으로 나타났다. 상온저장과 저온저장 사이에 차이가 거의 없었으나, 변화의 폭은 상온저장에서가 많아 수확 후 생리작용에 의해 소모되는 양과 수분증발로 농축되는 양 또한 변화가 많은 것으로 여겨진다.

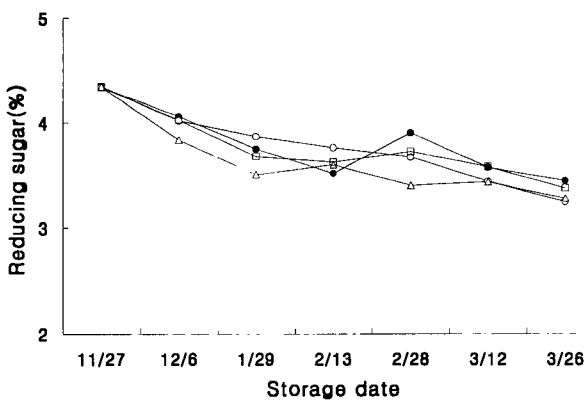


Fig. 7. Changes in acid content of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

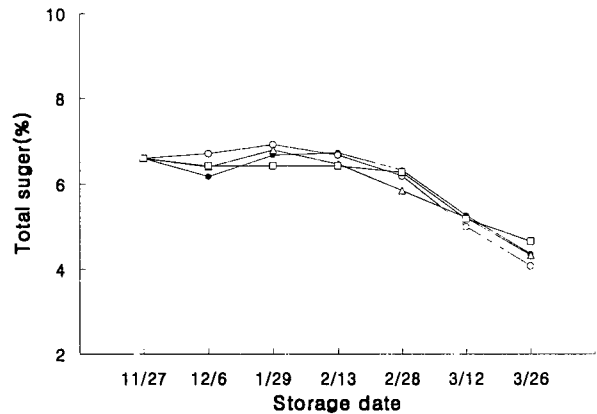


Fig. 8. Changes in acid content of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

비타민 C 함량

Fig. 9는 저장기간에 따른 비타민 C 함량의 변화를 나타내었다. 저장기간에 따라 비타민 C 함량이 약간씩 감소하는 경향이라고 하였는데(14), 본 실험결과와 일치하였다. 비타민 C 함량은 저장 60일 후부터 급속히 감소하였고, 저장고 형태에 따른 차이는 없었다. 과실에서는 환원형 비타민 C는 저장 중에 분해되어 산화형 비타민 C로 변화한다. 특히 2,3-diketogulconic acid로 분해되지만, diketogulconic acid로 되면 비타민 C 활성을 유지할 수 없다. 온주밀감도 저장 중에는 거의 산화형으로 변화한다. 이와 같은 이유로 환원형 비타민 C의 변동을 과실에 있어서 품질열화의 지표로 사용하고 있다. 이것은 저장 중의 온주밀감의 품질의 지표도 되며, 기타 L-ascorbic acid의 변화를 직접 품질변화의 지표로 활용하는 일은 곤란하다.

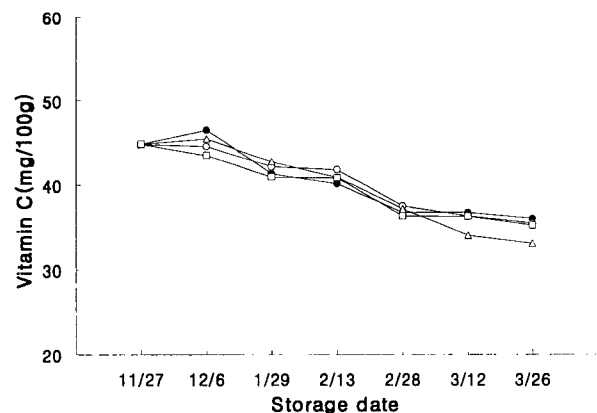


Fig. 9. Changes in acid content of citrus during storage by storage warehouse. Storage warehouse refer to Table 2. ●-●: A type, ○-○: B type, △-△: C type, □-□: D type

## 요 약

저장고 형태에 따른 온주밀감의 저장 중 품질특성을 검토하였다. 항균제로서 베프란(iminoctadime-triacetate) 2,000배 희석액과 키토산 1.5%에 0.5% CaCl<sub>2</sub>를 혼합한 용액에 감귤을 충분히 침지하였다. 풍건시킨 후 26 L인 플라스틱 컨테이너에 감귤을 12 kg 정도씩 담아 30℃에서 24시간동안 저장전처리를 하고, 상온저장과 내부온도 4℃, 상대습도 87%를 기준으로 저장하였다. 저장고내의 온습도 편차가 적은 저장고에서 가장 낮은 부패율이 나타나어, 감귤저장 중 온도관리가 중요함을 알 수 있었다. 감귤저장 중 *Penicillium italicum*, *Monilia candida*, *Alternaria citri*, *Mucor hiemalis*, *Phomopsis citri*, *Botrytis cinerea*, *Phoma citricarpa*, *Glomerella cingulata*, *Penicillium digitatum* 등이 부패미생물로서 동정되었다. 중량감소, 껍질과 과육의 수분 함량은 저장 중 서서히 감소하였다. 산 함량의 감소는 저장 4개월 동안 상온저장에서 24%에 비하여, 저온저장에서는 15~18%로 저장효과가 컸다. 총당 함량은 저장 3개월 이후부터 감소 폭이 많았으며, 비타민 C는 저장 60일 후부터 감소가 많아 장기간 저장으로 감귤품질이 떨어짐을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. 제주도 (2000) 제주도 감귤산업 발전계획, 감귤산업발전 계획수립기획단, p. 10
2. 김성학, 고정삼, 김봉찬, 양영택, 한원탁, 김광호 (2001) 키토산 및 칼슘처리가 온주밀감 저장 중 품질에 미치는 영향, 농산물저장유통학회지, 8, 279-285
3. A.O.A.C. (1990) Official Methods of Analysis, 15th ed., Association Analytical Chemists, Washington, D. C., p. 914-915
4. 小原哲二郎 編 (1973) 食品分析ハンドブック, 建帛社, p. 334-335
5. Hatanaka, C. and Kobara, Y. (1980) Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method, Agric. Biol. Chem., 44, 2943-2949
6. 주현규, 마상조, 조황연, 박충균, 조규성, 채수규 (1995) 식품분석법, 학문사, p. 355-359
7. 고정삼, 김성학 (1995) 제주산 감귤류의 성분과 그 특성, 한국농화학회지, 38, 541-545
8. 고정삼, 양영택, 송상철, 김성학, 김지용 (1997) 처리조건에 따른 조생온주밀감의 저온저장 특성, 한국농화학회지, 40, 117-122
9. 安達義正 (1970) 温州ミカンの貯藏と栽培, 農業圖書, p. 41-42
10. 西浦昌男 伊庭慶昭. 1967 貯藏溫濕度が温州ミカンの果重の減量に及ぼす影響, 日本園藝學會發表要旨(春), 42, p. 400-401
11. 久本直哉, 萩沼之孝. 1980. ウンシュウミカンの品質及び成分に及ぼす貯藏條件の影響, 日本園藝會雜誌, 49, 260-268
12. 한해룡, 권오균 (1994) 감귤원예신서, 선진문화사, p. 475-478
13. 久本直哉, 萩沼之孝 (1983) ウンシュウミカンのCA貯藏における豫措條件とその品質變化, 食品總合研究所 研究報告, p. 42-51
14. 松本和夫 (1973) 柑橘園藝新書, 養賢堂, p. 54-55

(접수 2002년 2월 16일)