

저장전 온도처리가 온주밀감의 저장에 미치는 영향

고정삼* · 김원택 · 이상용 · 김지용 · 강창희¹

제주대학교 농과대학 원예생명과학부, ¹자연과학대학 화학과

초 록 : 제주산 온주밀감의 저장전 온도처리에 의한 저장효과를 검토하기 위하여 궁천조생을 각각 무처리, 상온 처리, 10, 20, 35°C의 저장전 처리를 한 다음 4°C, 85% 상대습도에서 저온저장하였다. 35°C 고온처리한 감귤의 중량감소가 매우 적었으며 부패율은 저장 초기에 다소 많았으나 저장 후기에는 오히려 떨어졌다. 과육율과 가용성 고형물은 저장기간 중 큰 변화를 보이지 않았으나 경도는 저장 115일 후부터 심하게 감소하였다. 에틸렌 발생은 저장 55~65일 사이에 약간 증가하다가 115일 이후 급격히 증가하여 부패과의 발생 및 생리활성과 연관이 있는 것으로 보인다. 감귤내 CO₂ 함량은 초기에 약간 감소하다가 저장 55~100일 사이에 다소 증가하였으며, 저장 후기에는 감소하는 경향을 나타내었다. 산 및 비타민 C 함량은 호흡작용에 의해 저장기간이 경과함에 따라 계속하여 감소하였다. 저장전 35°C에서 24시간 고온처리는 중량감소와 호흡작용의 억제에 효과가 있었다. 외관 및 내용 성분을 기준한다면 품질 유지를 위해서는 수확후 100일 정도가 조생온주밀감의 최적저장기간으로 판단되었다.

서 론

감귤의 상품성은 외관 및 신선도, 그리고 산과 당 함량에 따라서 좌우된다. 현재 생산농가에서는 간이창고를 이용한 상온저장에 의존하고 있어서 저장고 내의 환경조절이 어려워 기온이 상승하는 2월 하순부터는 저장감귤의 급격한 생리활성으로 내용성분의 감소, 수분손실, 부패과의 발생과 중량감소 등이 증가되면서 품질유지가 어려워 선도유지를 위해 저온저장이 필요한 실정이다. 伊庭 등¹⁾은 1963년부터 10년간 온주밀감의 저온저장을 수행한 결과, 저온저장에서 습도가 높으면 상온저장보다 부패과가 증가되고, -2°C에서는 과피가 동결되었으며 1~2°C의 경우 미숙과에서 저온장해가 발생하였다고 하였다. 저자 등²⁾은 온주밀감의 최적 저장온도는 3°C 전후이고 최적 저장습도는 85~90%라고 하였으나 저장감귤의 특성 및 저장조건에 따라 차이가 있기 때문에 제주산 감귤에 알맞은 저장전 처리조건과 더불어 최적 저장조건을 새로이 구명하는 일이 필요할 것으로 판단된다. 국내에서의 저온저장에 관한 연구결과들이 일부 보고^{2,3)}된 바 있으나 이를 실용화하기에는 다소 미흡하다. 감귤저장에 영향을 주는 요인으로는 저장감귤의 선택에서부터 저장전 처리, 미생물제어, 저장환경의 조절 등을 들 수 있다.

감귤의 저장전 처리는 과피를 건조시켜 기공을 줄여 수확 후 생리활성을 억제함으로써 저장 중 호흡량을 줄이고 부패과 및 내용성분의 변화를 최소화하기 위하여 실시하여 왔다. 일본에서는 7~10°C, 상대습도 75~85%에서 중량감소가 3~4% 되도록 실시한다고 한다.⁷⁾ 제주지역에서는 관례적으로 이에 준하여 농가에서 실시하고 있으나 조생온주밀감의 저장전 처리효과에 대한 연구결과는 아직까지 발표된 바 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 제주지역에서 주

로 생산되고 있는 조생온주 밀감의 신선도 유지와 출하기간을 연장함으로써 물량조절 기능을 향상시키기 위하여 저장전 온도처리 조건이 저온저장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

저장감귤

본 실험에 사용된 온주밀감은 완전 착색되어 관행 수확기로 알려진 11월 28일 남제주군 남원읍 한남리 소재 농가에서 재배되고 있는 궁천조생(*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*)을 사용하였다. 감귤시료는 착색이 90% 이상이고 부피(浮皮)가 없고 상품성이 큰 중간 크기인 직경 55~65 mm인 것으로 가능한 물리적 손상이 없도록 수확하였다.

저장전 처리

저장 감귤은 항곰팡이제인 시판하는 인다센(유효성분 fenbuconazole 1.5%, Manozeb 65%)을 1,300배로 희석한 용액(유효농도 기준 0.05%)에 침지처리한 후 풍건시켰으며, 저장 중 호흡작용과 증산작용을 줄이기 위하여 온도를 달리하여 전처리를 하였다. 전처리 조건은 감귤의 중량감소가 3~4%가 이루어지는 시점을 기준하여 10°C와 20°C에서 각각 48시간, 35°C에서 24시간 처리한 구, 20일간 통풍이 잘 되는 상온 저장고에 입고하여 처리한 구, 그리고 전처리를 하지 않고 바로 저온저장고에 입고한 구로 나누어 실시하였다.

저장조건

내부공간이 360×200×270 cm인 농촌진흥청 제주감귤

찾는말 : cold storage, Satuma mandarin, pretreatment temperature
*연락처

연구소의 저온저장고에 내부온도를 각각 $4 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 가 되도록 조절하였으며, 상대습도를 $85 \pm 2\%$ 가 되도록 분사식 노즐이 설치된 저장고에서 수행하였다. 저온저장고에 입고하기 전에 결점과를 선별한 후 각 처리구의 감귤을 플라스틱 컨테이너(내부면적, $32 \text{ cm} \times 48 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$)에 약 10 kg (100과/상자)씩 넣었다.

분석방법

부패율은 임의로 선정한 3상자(100과/상자)에 대한 총 감귤수 당 부패과 발생량을 백분율로 나타내었다. 감귤의 경도는 직경 3 mm (No. 17) probe가 부착된 texture analyzer (model TA-XT2, U.K.)를 사용하여 측정 후 최대값과 최소값을 제외한 평균값으로 나타내었다. 착즙한 과즙의 산함량 측정은 적정법에 의해 측정하였으며, 과즙의 가용성고형물은 과즙을 refractometer(RA-510, Kyoto Electronics, Japan)를 사용하여 측정하였다. 총당은 과육을 homogenizer로 분쇄한 다음 0.7 N HCl로 가수분해한 용액을 0.7 N NaOH으로 중화한 다음 정용한 후 여과한 여액을 분석액으로 하여 Somogyi-Nelson방법⁸⁾으로 정량하였다. 비타민 C는 시료 10 g를 5% metaphosphoric acid 50 ml를 가한 후 마쇄하여 감압여과하고 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출한 후 100 ml로 한 다음 hydrazine비색법⁹⁾에 준하여 분석하였다.

Ethylene과 CO₂의 분석은 감귤 꼭지부의 정 중앙에 주사바늘(16 gauge)을 꼽아 1 ml 채취하여 GC(Hewlett Packard Model 5890, U.S.A.)에서 에틸렌은 FID 검출기로 분석하였으며, CO₂는 TCD 검출기로 분석하였다. 에틸렌의 경우 GC의 분리관은 내경이 2.4 mm이고 길이가 2 m인 stainless steel tube에 60/80 mesh의 active aluminum oxide를 충전시켜 자체적으로 제작하여 사용하였으며, 운반기체는 질소를 30 ml/min의 유속으로 흘려 주었고, GC의 오븐 온도는 130°C를 유지하였다. Ethylene의 정량분석은 미국 Scott Specialty Gases의 ethylene/helium=105 ppm($\pm 5\%$) 표준가스 1 ml를 주입하여 0 및 105 ppm의 2-point calibration에 의해 정량분석하였다. CO₂의 분석은 sus-2 mm tube에 80 mesh chacoal을 충전시켜 사용하였으며 운반기체는 He을 30 ml/min의 유속으로 흘려 주었고, GC의 오븐 온도는 110°C를 유지하였다. CO₂의 정량분석은 미국 Supelco Gases의 1% 표준기체를 사용하였다.

결과 및 고찰

저장용 감귤의 물리화학적 특성

Table 1은 감귤을 수확한 후 저장전 감귤의 물리화학적 특성을 분석한 결과로서 가용성고형물은 11.81°Brix였으며 산 함량은 1.17%였고, 수분 함량은 89.88%, 경도는 902.7 g-force, 비타민 C는 51.77 mg/100 g으로서 비교적 높은 편이었으나 다른 성분은 고와 김¹⁰⁾이 보고와 유사하였다.

중량감소 및 부패율

Table 1. Physicochemical properties of *Citrus unshiu* Marc. var. miyagawa

Moisture	89.88%	Crude fiber	0.48%
Soluble solids	11.81°Brix	Crude fat	0.30%
Acid content	1.17%	Crude protein	0.51%
pH	3.35	Ash	0.29%
Total sugar	7.17%	Firmness	902.7 g-force
Reducing sugar	3.30%	Fruit index	1.21
Vitamin C	51.77 mg/100 g		

전처리 조건에 따른 저장기간 중 중량감소와 부패율은 Fig. 1과 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 중량감소는 저장 100일 까지 10% 이내를 나타냈으나 전처리를 하지 않는 감귤의 경우 35°C 고온처리구에 비하여 저장기간이 길어질수록 높게 나타났다. 저장 초기에는 20°C 이하에서 처리한 전처리 조건 사이에는 중량감소가 크지 않았으나 저장 후기에는 20°C 이상에서의 고온처리구가 낮게 나타나는 것을 알 수

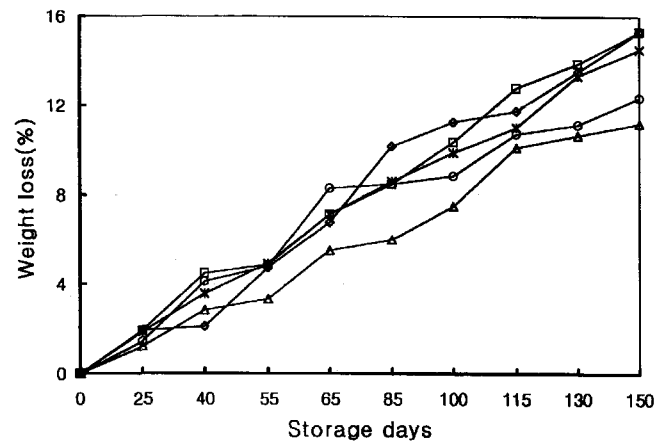


Fig. 1. Changes of weight loss by pretreatment at various temperatures before storage at 4°C, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at *—*: 10°C, ○—○: 20°C, △—△: 35°C, ◇—◇: room temperature, □—□: non-treated, respectively.

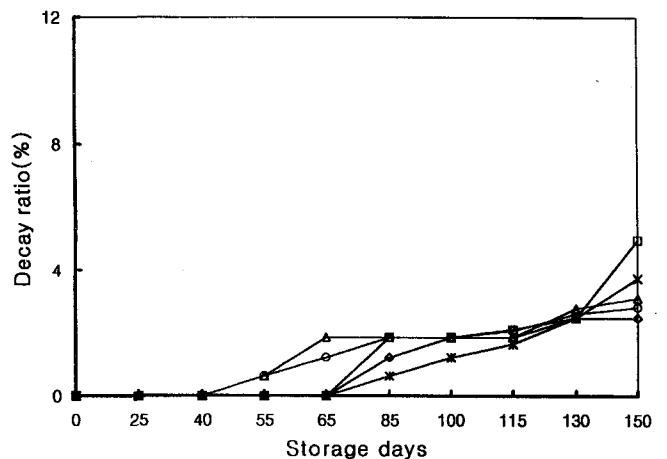


Fig. 2. Changes of decay ratio by pretreatment at various temperatures before storage at 4°C, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at *—*: 10°C, ○—○: 20°C, △—△: 35°C, ◇—◇: room temperature, □—□: non-treated, respectively.

있었다.

부패과의 발생은 처리구에 따라 차이가 있었으나 저장 55일부터 나타나기 시작하였다. 부패과의 발생원인으로는 미숙과, 수확시 상처과, 미생물에 오염된 감굴이나 전처리 과정 중에 기계적인 충격에 의한 영향 등이 주요 요인이라고 할 수 있다. 동일한 처리를 하더라도 반복처리구간에도 차이가 있었으며, 이로 인하여 처리구간의 명확한 차이를 해석하기가 어려웠다. 이는 부패원인이 되는 감굴의 혼입 정도가 전체 부패율에 영향을 주는 것으로 판단되었으며, 정확한 부패율을 측정하는 일은 쉽지 않았다. 전체적인 경향으로 볼 때 100일간 저장에 있어서는 매우 낮은 부패율을 보였으며, 150일 저장에서도 5% 이하로서 이는 저장 전에 건전한 감굴을 선별할 수 있다면 항균제 처리로 부패과의 발생을 어느 정도 방지할 수 있을 것으로 여겨졌다. 저장전 항균제로 인다센을 침지 처리함으로써 감굴부패에 원인균인 *Penicillium digitatum*과 *Alternaria citri*의 발생빈도가 감소하여 부패율이 적은 것으로 보였으며, 특히 저장 후기에는 항균제의 활성의 감소와 더불어 전처리를 하지 않는 구에서 부패균의 발생빈도가 높았다. 長谷川과 伊庭¹¹⁾은 보통은 주계인 청도온주의 저장전 처리온도가 10°C에 비해 20°C의 경우 중량감소와 호흡량이 적고 착색이 잘 이루어진다고 하였으며, 부패율은 저장 초기에 높았으나 저장 후기에는 오히려 낮아졌다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다. Ben-Yehoshua 등¹²⁾은 필름포장한 레몬을 36°C에서 3일간 처리함으로써 항균성이 높아지고 citral 함량이 높게 유지되어 부패율이 감소하여 저장성이 좋아진다고 하였으나, 온주밀감의 경우 레몬에 비해 감굴특성이 다르고 온주밀감의 개별 필름포장 저장은 실용성에 문제가 있어서 이에 대한 검토는 필요하리라 여겨진다. 따라서 온주밀감의 장기저장에서는 지금까지 이루어져 왔던 실온이나 20°C 이하의 저온 처리보다는 35°C에서 24시간 고온처리를 한 다음 저온저장하는 편이 좋은 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

과육율 및 경도 변화

저장감굴의 과육율과 경도의 변화는 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다. 과육율은 초기 신선한 상태에서는 과피가 차지하는 비율이 높아 낮았으나 저장전 처리로 인하여 다소 증가하여 저장기간 중 거의 일정한 수준을 유지하였다. 분석시료의 개체간 오차¹³⁾ 등으로 처리구간에 큰 차이를 나타내지는 않았으나 고온처리구에서 비교적 높게 유지됨을 알 수 있었다. 저장감굴의 크기가 일정하지 않을 경우 크기가 클수록 껍질이 두꺼워지고 이에 따라 경도가 증가하여 측정시료간에 차이를 나타내는 것으로 보인다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 경도변화는 저장기간이 길어질수록 계속하여 완만하게 낮아졌으며, 저온저장 100일 후부터 경도 저하가 커지는 것은 부패율이 증가되는 시점이 거의 일치하고 있어 감굴의 생리적 작용에 의한 껍질조직이 유연화가 일어나고 있음을 알 수 있었다. 저장 150일 후에는 수확직후에 비해 경도가 67% 수준으로 떨어진 것을 알 수 있었다. 감굴 내부의 에틸렌 발생은 100일간 큰 변화를 보이지 않았으나

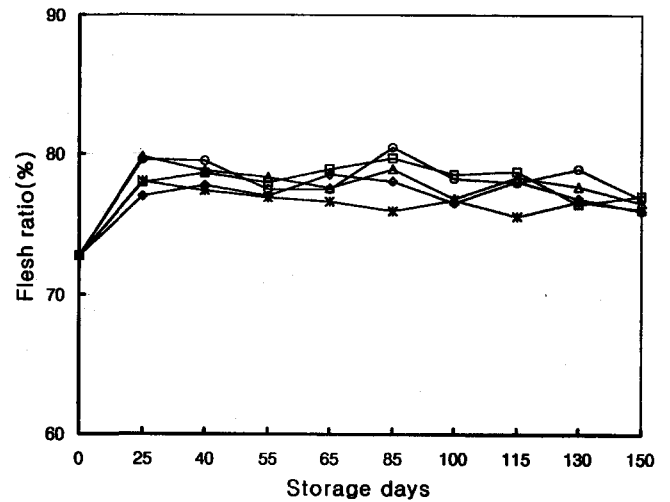


Fig. 3. Changes of flesh ratio by pretreatment at various temperatures before storage at 4°C, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at *—*: 10°C, ○—○: 20°C, △—△: 35°C, ◇—◇: room temperature, □—□: non-treated, respectively.

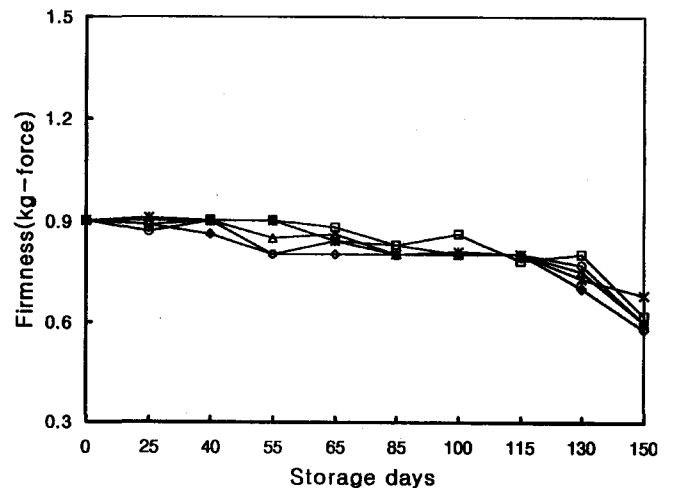


Fig. 4. Changes of firmness by pretreatment at various temperatures before storage at 4°C, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at *—*: 10°C, ○—○: 20°C, △—△: 35°C, ◇—◇: room temperature, □—□: non-treated, respectively.

115일 후부터 급격히 증가하고 있음을 알 수 있었다(Fig. 5). 또한, 감굴내 CO₂ 함량에 있어서 초기에 약간 감소하다가 저장 55~100일 사이에 다소 증가하였으며, 저장 후기에는 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 6). 고온처리가 저온처리에 비해 CO₂ 함량이 높았으며, 이는 기공의 차단으로 인한 산소공급에 영향을 주는 것으로 보여진다. 에틸렌 분석에 있어서도 시료 개체에 따라 약간 차이가 있었으며, 저장 55~65일 사이에 에틸렌 발생이 다소 증가한 것은 부패과의 발생과 연관이 있을 것으로도 여겨진다. 감굴조직의 연화는 저장감굴의 출고 후 외기온도에 대한 영향과 항균성의 저하로 유통과정 중 쉽게 부패할 수 있는 가능성을 나타내어 취급에 주의가 요구된다.

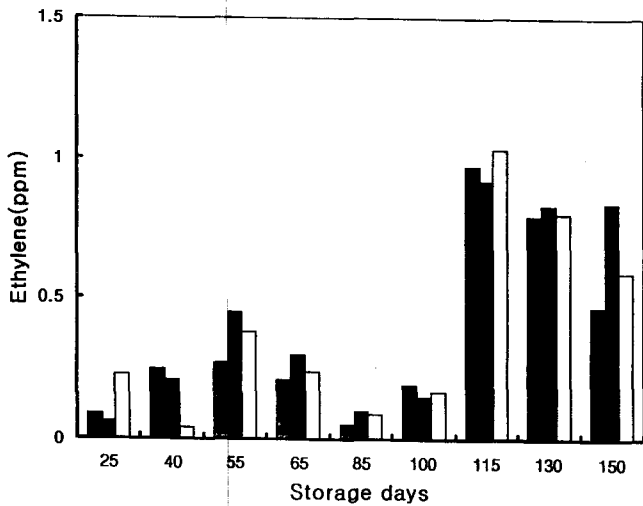


Fig. 5. Changes of ethylene evolution by pretreatment at various temperatures before storage at 4°C, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at ▨ 20°C, ■: 35°C, □: non-treated.

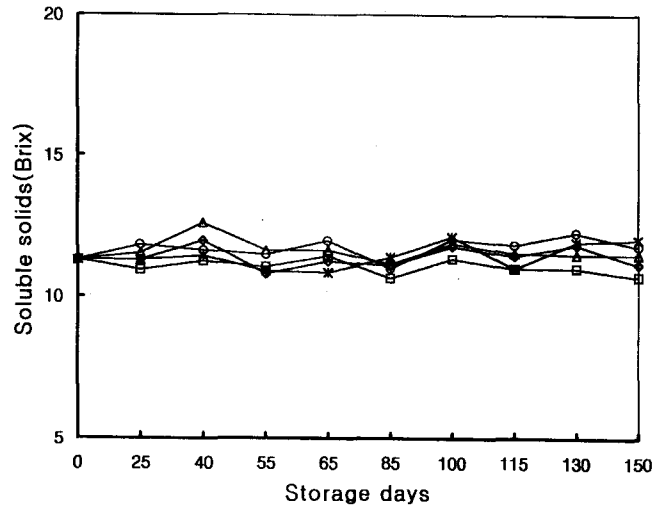


Fig. 7. Changes of soluble solids by pretreatment at various temperatures before storage at 4, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at *-*: 10°C, ○-○: 20°C, △-△: 35°C, ◇-◇: room temperature, □-□: non-treated, respectively.

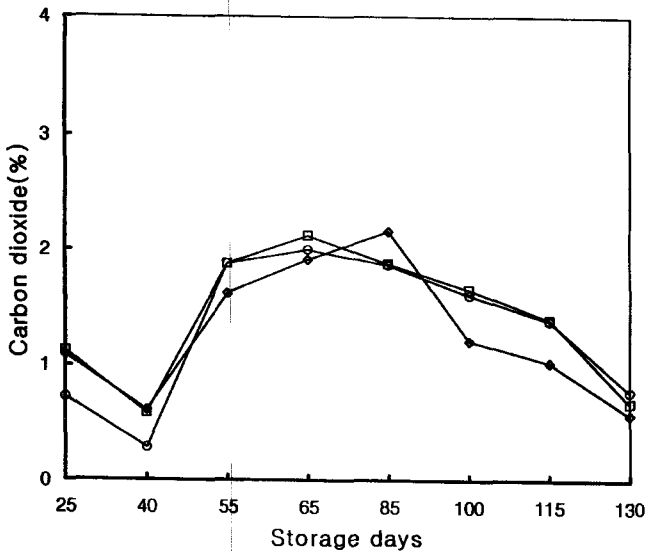


Fig. 6. Changes of CO₂ content in fruit by pretreatment at various temperatures before storage at 4, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at ○-○: 20°C, △-△: 35°C, ◇-◇: room temperature, respectively.

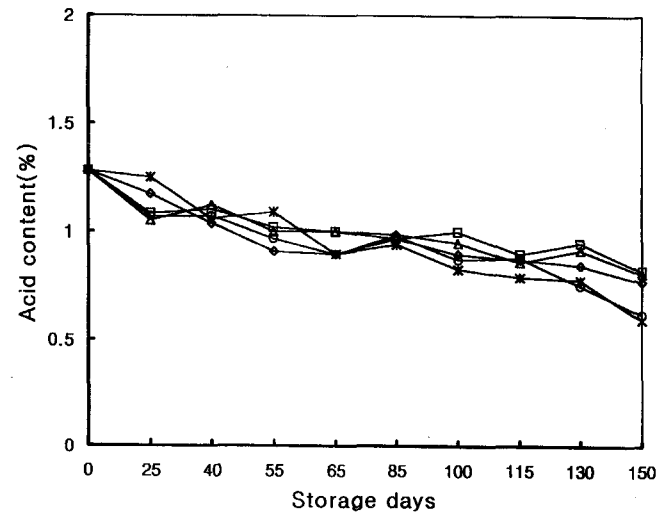


Fig. 8. Changes of acid content by pretreatment at various temperatures before storage at 4°C, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at *-*: 10°C, ○-○: 20°C, △-△: 35°C, ◇-◇: room temperature, □-□: non-treated, respectively.

산 함량 및 가용성고형물 함량 변화

저장기간 중 감귤의 내용성분인 가용성고형물과 산 함량의 변화를 Fig. 7과 Fig. 8에 나타내었다. 가용성고형물은 저장기간 중 큰 변화를 보이지 않았으나 산 함량은 Fig. 8과 같이 온도별 전처리 모두 시간이 경과할수록 현저히 감소하는 경향이였다. 저장 중 총당 함량도 저장기간이 경과함에 따라 거의 일정하게 유지되었으나 약간 증가하는 경향이였다. 久本과 萩沼¹⁰⁾에 의하면 감귤은 수확 후에도 계속되는 호흡작용으로 내용성분의 변화 및 과피로부터 수분증발이 일어난다고 하였다. 고온처리한 감귤이 전처리하지 않은 감귤에 비해 가용성고형물이 높음을 알 수 있었으나 그 차이는 많지 않았다. 총당의 경우 과육으로부터 과피로 수분

이동에 의한 증량감소를 유발하여 내용성분의 농축효과로 인하여 변화 폭이 크지 않는데 비하여 유기산은 호흡작용의 기질로 사용되는데 기인한 것으로 보인다. 岩崎 등¹⁰⁾은 저장 중 성분변화를 조사하고 소비자의 기호적 식미를 조사한 결과 산 함량 0.7~0.8%인 상태에서 소비자의 기호성이 높으며 0.7% 이하에서는 당 함량이 많다고 하더라도 기호성은 낮다고 하였다. 저장 150일 후 산 함량은 0.59~0.77%로 감소하여 맛이 담백해지고 풍미가 감소되는 경향이였다. 소비단계에서 좋은 맛을 느끼게 하는 저장 감귤의 산 함량은 1.0~0.7% 사이로서 저장 전 감귤의 산 함량이 다소 높고 저장기간 중의 산 함량의 감소 속도가 느릴수록 좋은 것으로 판단된다.

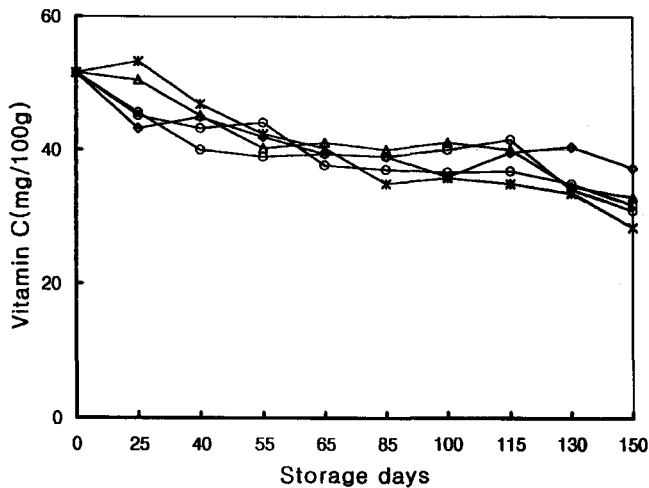


Fig. 9. Changes of vitamin C by pretreatment at various temperatures before storage at 4, 85% relative humidity. Pretreatment before storage was carried out by weight loss of 3~4 level at *—*: 10°C, ○—○: 20°C, △—△: 35°C, ◇—◇: room temperature, □—□: non-treated, respectively.

비타민 C 함량 변화

Fig. 9는 저장기간에 따른 비타민 C 함량의 변화를 나타내었다. 저장기간에 따라 비타민 C 함량은 계속하여 감소되는 경향을 나타내었으며, 이는 저온저장보다 상온저장에서 현저히 감소하였다. 감귤에서는 환원형 비타민 C는 저장 중에 분해되어 산화형 비타민 C로 변화하며, 특히 2,3-diketogulonic acid로 서서히 분해되지만 diketogulonic acid로 되면 비타민 C 활성을 유지할 수 없으며 온주밀감도 저장 중에는 거의 산화형으로 변화한다. 이와 같은 이유로 환원형 비타민 C의 감소율이 저장 과일에 있어서 품질 열화의 지표로 사용하고 있다.

외관 및 내용성분을 기준으로 한 조생온주밀감의 저장의 경우 100일 정도가 알맞을 것으로 판단되지만 지금까지 품질이 다소 떨어진 온주밀감도 장기간 유통되어 왔던 관습으로 인하여 장기저장한 감귤의 소비가 당분간 지속될 것으로 보인다. 그러나 신선 과일을 선호하는 소비자 구매성향의 변화를 고려한다면 온주밀감의 경우 35°C 고온처리에 의한 저장전 처리뿐만 아니라 최적저장조건에서 선도유지를 위한 저온저장의 실용화가 농산물 개방화에 적극 대처할 수 있는 방법으로 여겨진다.

감사의 글

이 논문은 1997년도 교육부 학술연구조성비(농업과학)에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Iba, Y., Y. Yamada, M. Nishimura, N. Kakiuchi and S. Ito (1976) Studies on the cold storage of Satsuma mandarin(in Japanese), *Bulletin of Fruit Tree Research Station, Ser. B (Okitsu)*, 3, 57-92.
- Koh, J.S., Y.T. Yang, S.C. Song, S.H. Kim and J.Y. Kim (1997) Cold storage characteristics of early variety of Citrus unshiu produced in Cheju(in Korean), *Agric. Chem. Biotechnol.*, 40(2), 117-122.
- Koh, J.S. and M. Kim (1996) Cold storage of kiyomi tangor produced in Cheju(in Korean), *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products*, 3(1), 5-21.
- Koh, J.S., S.H. Yang and S.H. Kim (1996) Cold storage of Citrus unshiu Marc. var. okitsu produced in Cheju(in Korean), *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products*, 3(2), 105-111.
- Park, N.P., E.H. Choi, K.E. Byun and J.H. Back (1972) Studies on the storage of citrus fruits(in Korean), *Korean J. Food Sci. Technol.*, 4(4), 285-290.
- Yoon, C.H. (1991) Studies on the controlled atmosphere storage of Unshiu orange (in Korean), *Hanguk Nonghwahak Hoechi*, 34(1), 14-20.
- National Food Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery (1978) Food diffusion series, vol. 10, Storage and transportation of Satsuma mandarin(in Japanese).
- Hatanaka, C. and Y. Kobara (1980) Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method, *Agric. Biol. Chem.*, 44(12), 2943-2949.
- Chu, H.K. et al. (1995) Food analysis(in Korean), Hak Moon Pub. Co., p. 355-359.
- Koh, J.S. and S.H. Kim (1995) Physicochemical properties and chemical compositions of citrus fruits produced in Cheju (in Korean), *Agric. Chem. Biotechnol.*, 38(6), 541-545.
- Hasegawa, Y. and Y. Iba (1984) The effect of storage temperature on the quality of citrus fruit(in Japanese), *Bulletin of Fruit Tree Research Station, Ser. B (Okitsu)*, 11, 53-61.
- 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.
- Koh, J.S. and Y.T. Yang (1994) Factors affecting on the evaluation of Citrus unshiu produced in Cheju(in Korean), *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products*, 1(1), 9-14.
- Kubo, N. and S. Haginuma (1980) Effect of storage conditions on the quality and some components of Satsuma mandarin(in Japanese), *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 49(2), 260-268
- Iwasaki, N., C. Oogaki, M. Iwamasa and K. Ishihata (1986) Adatability of citrus species based on the relationships between climatic parameters and fruit quality characteristics, *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 55(2), 153-168.

Effects on the Storage Life of Satsuma Mandarin by the Pretreatment at various Temperatures

Jeong-Sam Koh*, Wan-Taek Kim, Sang-Yong Lee, Ji-Yong Kim and Chang-Hee Kang¹(Faculty of Horticultural and Life Science and 1Department of Chemistry, Cheju National University)

Abstract : The storage life of satsuma mandarin(*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*) by the various pretreatment of temperatures; non-treated, room temperature, 10, 20°C and 35°C were investigated. The pretreated citrus fruits were stored at 4°C, 85% relative humidity. Weight loss of citrus fruits by the pretreatment at 35°C for 24 hrs was the lowest among that of others. Decay ratio of 35°C pretreated fruits was increased at initial stages of storage; but was maintained low level after that, compared to other treatments. After 115 days storage, firmness of fruits was lowered by the softening, and decayed fruits were occurred increasingly. Ethylene evolution was increased between 55~65 days after storage, and the amount was increasing rapidly after 115 days. It seemed to be derived from decayed fruits and physiological activities. CO₂ content in fruit was decreased at initial stages of storage, but was increased between 55~100 days during storage periods. Acid content, soluble solids, total sugar and vitamin C were reduced gradually during cold storage, but the difference among treatments was not so great. Pretreated fruits at 35°C for 24 hrs before cold storage was effective on preventing from weight loss and respiration ratio. Optimum storage period of early variety of Satsuma mandarin was regarded for 100 days on the basis of appearance and taste.

Key words: cold storage, Satsuma mandarin, pretreatment temperature

*Corresponding author