

처리조건에 따른 조생온주밀감의 저온저장 특성

고정삼* · 양영택¹ · 송상철² · 김성학¹ · 김지용

제주대학교 농과대학 농화학과, ¹제주도 농촌진흥원, ²남제주군 농촌지도소

초록 : 제주산 궁천조생의 저장조건에 따른 저온저장 특성을 검토하였다. 상온저장에 비해 저온저장 감귤은 저장 기간 중 가용성 고형물, 총당, 비타민 C의 변화가 매우 적었으며, 부패율과 중량감소가 각각 10% 이내 수준에서 비교적 신선도를 유지한 상태에서 3월 하순까지 저장이 가능한 것으로 보였다. 또한, 중량감소, 경도의 저하, 당함량의 감소는 저장기간 중에 계속하여 서서히 일어났다. 필름포장과 wax-coating은 중량감소와 외관향상에는 도움을 주었으나 장기간 저장에는 부패율이 증가하였다. 습도조절을 하지 않은 저온저장은 습도조절한 경우와 비교하였을 때 부패율과 중량감소가 컸다. 증산작용으로 인한 껍질수분의 감소에 따라 과육으로부터 수분이동이 발생하여 저장기간 중 과육율이 감소하였으며, 저장 60일 후부터 경도저하가 많이 일어나 조직이 연화됨을 알 수 있었다. 조기수확한 감귤에 비하여 완숙한 감귤이 부패율과 중량감소가 적어 저장 100일간을 기준하여 출하하는 것이 바람직하였다. 상온저장한 감귤에 비해 저온저장한 감귤은 저장 4개월 이후 출고하였을 경우 외관 및 맛에 비교적 우수하였으며, 출고후 필름포장한 감귤의 부패율은 급속히 증가하여 취급에 주의가 필요하였다. 조생온주의 경우 저온에서 장기간 저장이 어려움을 알 수 있어서 저장용 감귤의 특성을 고려하여 저장조건을 설정할 필요가 있었다. (1997년 1월 4일 접수, 1997년 2월 5일 수리)

서 론

최근 제주지역 농업생산에서 65% 이상을 차지하는 감귤 산업은 년평균 생산량이 60만톤을 넘어서면서, 예외적으로 생육시기에 심한 가뭄으로 수확량이 감소하였던 1994년이나 간벌, 적과 등 생산량 조절이 이루어진 1995년을 제외하고는 생산년도에 따라서는 처리난을 겪기도 하였다.^{1,2)} WTO체제의 출범과 더불어 오렌지 수입이 시작되면서 1997년부터 감귤류 수입자유화가 예정되어, 1차적으로 가공산업은 국제경쟁력을 잃어가고 있어서 생산량이 많을수록 처리난으로 인하여 상대적인 가격하락으로 인한 개별 농가소득의 감소가 두드러졌다.²⁾

지속적인 감귤산업의 유지는 물량조절을 통하여 가능할 것으로 여겨지고 있어서 생산량 조절뿐만 아니라 저장분야에 대한 관심이 커지고 있다. 온주밀감의 저온저장기술은 일본에서 주로 이루어졌으나,³⁻⁵⁾ 국내에서는 저자 등을 포함한 일부 연구보고⁶⁻¹⁰⁾를 제외하고는 매우 미흡한 실정으로 일본산과 감귤특성이 다른 상태에서 외국에서 수행된 연구결과를 그대로 적용하는데 많은 문제점이 제기될 수 있을 것이다.

특히 신선 과채류를 선호하는 소비자의 요구에 부응하여 1995년말 현재 제주지역에 저온저장고를 137동에 29,792 m²에서¹¹⁾ 생산자단체인 단위농업협동조합을 중심으로 장기적으로 더 많은 저온저장고가 신축하려는 계획이 되어 있다.¹²⁾ 그러나 농산물 저온저장기술이 아직 제대로 확립되어 있지 않는 실정으로서 현재 그 활용도는 매우 저조한 형편이다. 수입자유화에 따라 품질이 떨어진 감귤의 소비가 제

한된다고 할 때, 장기간 품질을 유지하기 위해서는 수확후 생리작용을 최소화할 수 있는 저온저장체계의 확립은 필연적이라고 여겨지며 국내에서 생산되는 감귤의 특성에 맞는 저장기술이 확립되어야 할 것이다. 본 연구에서는 온습도가 유지된 저장고에서 조생온주의 저온저장을 수행하여 몇 가지 결과를 얻었다.

재료 및 방법

감귤시료

감귤이 완전착색되어 관행수확기로 알려진 1994년~1995년 11월 중순~12월 상순 제주시 화북동과 남원읍 신레리에 위치한 과수원에서 수확한 궁천조생(*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*)을 시료로 하였다. 감귤시료는 상품성이 큰 중간 크기인 직경이 55~65 mm인 것으로 가능한 기계적 손상과가 없도록 직접 수확하였다. 수확시기에 따른 감귤의 저장성을 검토하기 위하여 11월 11일에서 각각 10일 간격으로 수확하였으며, 시료처리에 따른 저장효과를 검토하기 위한 본 저장용 감귤은 11월 22일 수확하였다.

저장 전처리

저장감귤에 항균제인 0.1% TBZ(thiabendazole)과 0.1% 톱신(dimethylphenylene thioallophanate) 혼합액을 분무처리하였으며, 저장 중에 호흡작용 및 증산작용을 줄이기 위하여 수확 후 7일간 상온저장고에서 감량이 2~3%가 되도록 전처리(豫措)하였다. 저온저장고에 입고하기 전에 결점과를 선별하여 각 처리구의 감귤은 용량이 26 l인 플라스틱

찾는말 : *Citrus unshiu*, cold storage, treatment, seal-packaging
*연락처

컨테이너에 세경으로 약 6.0 kg씩 담았다.

서귀포시 토평동에 위치한 상온저장고에서 저장한 감귤을 대조구로 비교하였으며, 항균제의 처리효과, wax-coating 효과, film포장효과 등을 검토하였다. Wax는 북제주군 와흘리에 소재하는 (주)갑동에서 제조한 carunaba wax와 shellac wax를 주성분으로 한 감귤용을 사용하였고, 필름은 (주)럭키에서 생산한 0.02 mm LDPE제품을 사용하였다.

저장조건

내부공간이 180×270×220 cm가 되는 저장고에 내부온도를 각각 4±0.5°C되도록 조절하였으며, 상대습도를 87±2%가 되도록 습도조절을 위한 분사식 노즐이 설치된 저장고에서 감귤을 저장하였다.

감귤의 성분분석

감귤의 상품성에 미치는 요인인 과경, 과중, 과일의 경도, 과육율, 당도, 산함량, pH 등을 측정하여 평균값으로 나타내었다. 과일의 경도는 texture analyzer (model TA-XT2, 영국)로 probe 3 mm(No 17)을 사용하여 생과의 상이한 3부위를 측정하여 다음 평균치로 나타내었다. 감귤을 박피하여 착즙한 다음 과즙의 당도는 Abbe굴절계(Attago, 일본)에 의한 가용성 고형물(Brix 당도)로, 그리고 100 mesh 체를 통과한 과즙의 산함량은 0.1 N NaOH용액으로 적정하여 정량한 다음 구연산으로 환산하였다.¹³⁾ 총산함량과 당도와 의 관계인 당산비(Brix/acid ratio)에 따른 기호도를 나타내었다. 총당은 과육을 mixer로 분쇄한 시료를 0.7 N HCl로 가수분해하여 여과한 여액을 Somogyi-Nelson변법¹⁴⁾으로 정량하였다.

일반성분은 과육을 분쇄한 다음 예비건조한 시료를 사용하여 수분은 105°C 상압건조법으로, 조단백질은 Micro-Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 회분은 450°C 가열법으로 각각 분석하였다.¹³⁾ 무기물 분석은 atomic absorption spectroscopy(Pye Unicam SP9-800, 영국)으로 정량하였다. 비타민 C는 시료 10 g을 5% meta phosphoric acid 50 ml를 가한 후 마쇄하여 감압여과하고, 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출한 후 100 ml로 한 다음 hydrazine비색법¹⁵⁾에 준하여 분석하였다.

결과 및 고찰

저장감귤의 특성

Table 1은 1995년산 저장용 조생은주의 물리화학적 특성을 분석한 결과이다. 저장감귤의 특성에 따라 저장중 품질 변화의 차이는 물론 저장성이 달라질 수 있기 때문에 1년간의 저장결과로서 산업현장에 적용하는 일이 어려워 각 처리조건에 따른 경향을 검토하기 위하여 본 연구는 2년간의 실험에서 얻어진 결과를 종합하였다. 장기저장용 감귤로는 껍질이 두껍고 수확시기가 늦은 보통은주계가 유리하지만 최근 품종갱신을 통한 조생은주의 식재면적이 증가하고 있고, 생산농가에서도 출하조절을 위한 조생은주의 저장이 점

Table 1. Physicochemical properties of *Citrus unshiu* Marc. var. *mi-yagawa* for cold storage in this experiments

Moisture	88.32%	Total soluble solids	12.04 Brix
Total sugar	9.04%	Total acid	1.12%
Reducing sugar	3.47%	Specific gravity	0.924
Crude fibre	0.62%	Firmness	0.774 kg-force
Crude protein	0.62%	Vitamin C	40.55 mg/100g
Crude fat	0.18%		
Ash	0.42%		

차 늘어나고 있어서 이에 대한 저장특성을 검토할 필요가 있었다.

저장감귤의 산함량은 보통은주에 비하여 낮았으며,^{6,16)} 다른 성분함량은 유사하였다. 감귤성분은 품종, 생산년도, 생산지, 수확시기, 재배환경 등에 따라 다소 차이가 생기며,^{16,17)} 저장에 영향을 주는 것은 저장감귤의 물리적 특성과 더불어 화학성분으로는 당함량과 산함량이라고 할 수 있다. 수확 후 감귤의 생리작용에 의해 산함량의 감소가 빨리 일어나고 당의 소비가 서서히 일어나 품질저하를 가져오며,⁹⁾ 본 실험에 주로 사용한 감귤시료는 1995년산 극조생은주의 평균값¹⁸⁾에 비하여 당 및 산함량이 다소 높았다. 그러나 1994년 남원읍 신레리 소재 감귤원에서 수확한 감귤에 비하여 1995년산 감귤은 비교적 수령이 오래된 성과수로 재배관리가 제대로 안된 제주시 화북동 소재 과수원에서 수확하였기 때문에 껍질 두께가 평균 1.92 mm로서 얇은 편으로 저장용 감귤로서는 좋은 편이라고 볼 수는 없었다.

저온저장 중 부패율과 중량감소

저장감귤은 저장고에 입고한 후 약 60일 경과한 1월 하순부터 극히 일부의 부패과가 발생하기 시작하였다. 부패과의 발생원인은 여러 가지가 있으나, 그 중에서 저장용 감귤의 생리상태, 저장상태, 습도조절의 불완전, 오염미생물 등이 주요 요인이라고 할 수 있다. 저장초기 부패과의 발생은 주로 저장고 내의 환경조건에 민감한 감귤에서 먼저 발생하는 것으로 보여졌다. 저장실내 습도를 일정하게 조절한다고 하더라도 실제로 감귤이 저장고에 놓여있는 위치 및 상태에 따라 습도분포가 다르고, wax-coating이나 필름포장에서, 또는 감귤이 포개져 있는 부위에는 부분적인 과습에 의해 생리적 장애를 이룰 수 있는 데에 기인하는 것으로 여겨졌다.⁹⁾ 특히 수확시에 육안으로 판별하기 어려운 결검과가 저장 중에 pitting과 같은 생리적 장애를 일으켜 상품성을 저하시키는 것으로 보여졌다.¹⁹⁾ 또한, 컨테이너 1개 전체를 1회의 분석시료로 하여 2반복 처리하였기 때문에 처리구에 따라 다소의 차이를 나타내어 동일한 결과를 얻기 어려운 점도 있었다.

Fig. 1은 저장기간 중 궁천조생의 부패율을 나타내었다. 처리구에 따라 다소의 차이가 있었으나 저장초기에는 미생물에 의한 부패과보다는 상온저장의 경우 상품성이 저하된 생리적 장애과가 많이 발생하였다. 저장 120일동안 부패율은 5% 이하를 유지하였으나 상온저장과 필름포장한 저장에서는 80일 후부터 부패율이 급격히 증가하였다. 특히 상

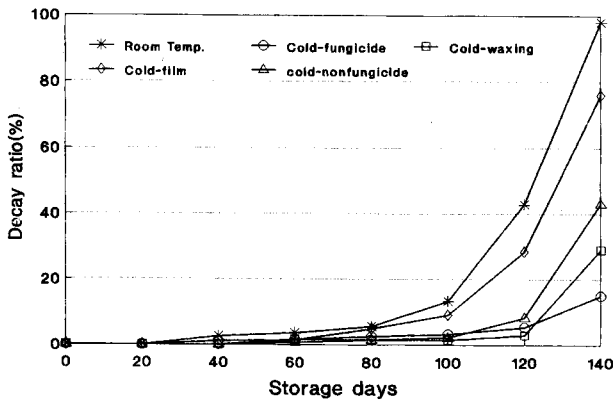


Fig. 1. Decay ratio changes of *Citrus unshiu* during cold storage at 4°C and 87% RH. Room Temp, stored at room temperature; Cold-fungicide, treated citrus fruits with 0.1% fungicide after harvest, 'cold' means that the fruits were stored at cold room; Cold-waxing, treated with carunaba and shellac wax after harvest; Cold-film, treated with 0.02 mm LDPE seal-packaging; Cold-nonfungicide, treated with no fungicide.

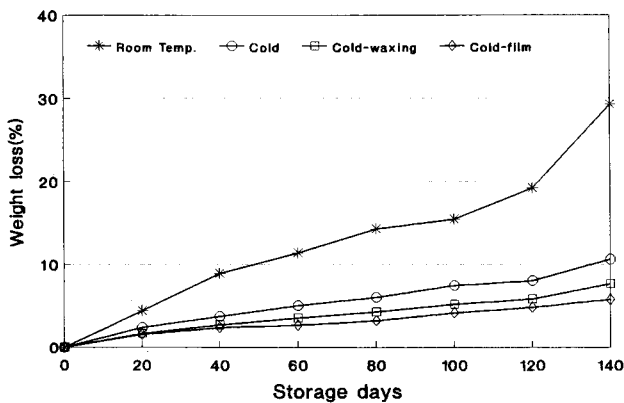


Fig. 2. Weight loss changes of *Citrus unshiu* during cold storage at 4°C and 87% RH.

온저장에서는 위조(wilting)현상이 심하게 일어나기 시작하였고, 필름포장한 감귤에서는 포장내에 응결수가 맺히고 과습에 의한 부패과가 많이 발생하였다.

이는 저장습도 90% 이상에서는 온주밀감의 부패율이 높아진다는 보고³⁾와 일치하였다. 또한, 미생물제어를 위한 항균제 처리에 있어서 저장초기에는 차이가 별로 없었으나 저장후기에 이룰수록 점차 부패과가 증가하는 경향을 보였다. 저장 중 감귤의 호흡율을 낮추기 위하여 처리한 wax-coating의 경우도 저장후기에 생리적 장애로 인한 부패율의 증가를 유발하기 때문에 실제로는 출하기간을 예측하여 각 처리조건을 검토할 필요가 있을 것으로 보였다. 따라서 저장감귤의 선택 및 처리에 있어서의 품종, 생산지역은 물론 수확단계에서부터 각 처리에 따른 여러 가지 조건을 검토할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

저온저장의 경우 저장기간 중 중량감소는 상온저장에 비해 매우 완만하게 진행되어 4월 초순에 약 10%에 이르렀다 (Fig. 2). 그러나 저장감귤의 부패는 1월 하순까지는 거의 없었고, 그 이후 완만한 증가를 보이다가 4월 초순 이후에 급격한 증가를 보였다. 제주산 감귤의 CA저장에서 저장 한

달후 10% 정도의 중량감소가 있었다는 보고⁹⁾에 비해, 본 실험에서 약 3%의 중량감소는 저장고내의 습도를 87%로 유지하였을 경우 상대적으로 저장용기에 밀집한 감귤의 증산작용에 의해 부분적으로 과습한 조건을 형성한데 기인한 것으로 보여진다. 필름포장한 감귤의 경우 중량감소가 가장 낮았고, wax-coating의 경우도 무처리구에 비하여 중량감소가 낮은 것은 상대습도가 비교적 높게 유지되었기 때문으로 판단되었다. 온주밀감 저장에 있어서 과습한 조건은 부패율을 높일 뿐만 아니라 부피과(puffed fruits)의 발생과 변향과(off-flavored fruits)의 발생을 촉진시킬 수 있기 때문에 최적저장기간을 선택할 필요가 있을 것으로 판단된다. 그리고 습도조절을 위하여 저장용기의 재질을 나무로 만든 캐비닛형으로 하며 감귤을 여러 겹으로 쌓지 않아야 좋은 결과를 얻을 수 있으나, 본 실험에서는 농가에서의 실용적인 면을 고려하여 플라스틱 컨테이너에 여러 층으로 쌓았기 때문에 부분적인 과습에 따른 결로(結露)가 일부 감귤에 대해서는 저온장해를 유발한 것으로 여겨졌다. 그리고 과피의 흑부현상은 처음 작은 점으로 나타났다가 점차 커지면서 썩기 시작하였고, 일부 감귤에는 꼭지 부분에 흑변이 일어나면서 부패가 일어났다. 이와 같은 현상은 3월 중순 이후에 심해졌다. 이외에도 과피 일부에 주로 발생하는 *Penicillium*속에 의한 부패과의 발생뿐만 아니라 회색곰팡이에 의한 부패현상¹⁰⁾이 발생하기도 하였다. 그리고 부분적으로 과피가 검게 변하면서 썩어가는 현상이 일어나 부패과의 비율이 점차 높아졌다. 일본에서는 온주밀감의 저장은 3°C, 상대습도 85~90%가 최적조건이라는 보고³⁾가 있으나, 이는 저장감귤의 특성 및 저장조건에 따라 차이가 있는 것으로 보여져 제주산 감귤에 알맞는 저장조건을 새로이 구명하는 일이 필요할 것으로 판단되었다.

습도에 따른 감귤의 저장성

현재 제주지역에서의 감귤저장은 주로 상온저장에 의존하고 있어 저장고를 개선하기 위한 가장 손쉬운 방법의 하나로 온도조절에 따른 저장성을 검토하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 85%로 습도조절이 이루어진 저장고는 저장기간 중 약간의 차이는 있었으나 거의 일정한 습도가 유지되었는데 반하여 온도만을 4°C로 조절한 저장고는 외부의 기상조건에 따라 저장고내 습도의 변화폭이 컸고 전체적으로 점차 상승하는 경향을 나타내었다. 1월에서 2월 중순까지는 대체적으로 상대습도 80%를 밑돌아 비교적 건조한 상태가 유지되어 저장감귤의 위조현상이 발생되었고, 그 이후에는 점차 습도가 높아지는 것을 알 수 있었다.

저장기간 중 부패율과 중량감소에 있어서 저장고내 습도 조절 여부에 따라 차이를 나타내었으며 (Fig. 4), 습도조절을 안할 경우에는 저장 60일 이후에 부패율이 크게 증가하는 것을 알 수 있었다.

저온저장 중 품질변화

저장감귤의 신선도를 평가하기 위한 방법은 여러 가지가 있으나 외관에 의한 관능적인 평가보다는 계량화할 수 있

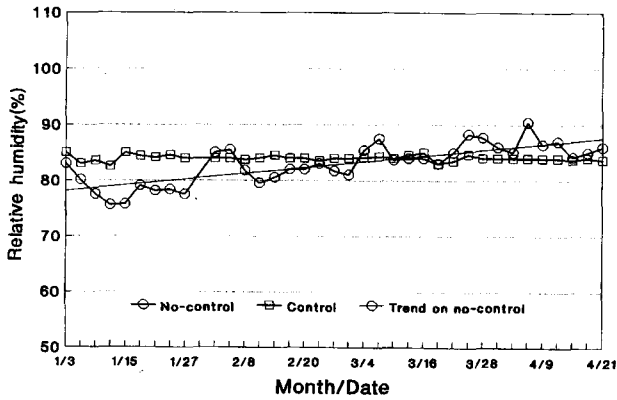


Fig. 3. Humidity changes of storage chamber during cold storage with or without humidity control.

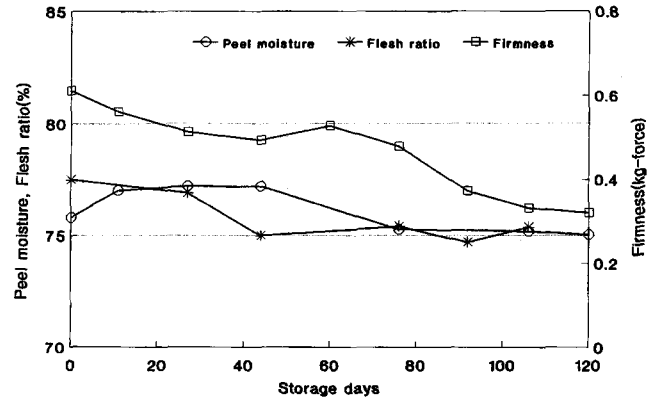


Fig. 5. Peel moisture content, flesh ratio and firmness changes of *Citrus unshiu* during cold storage at 4°C and 85% RH.

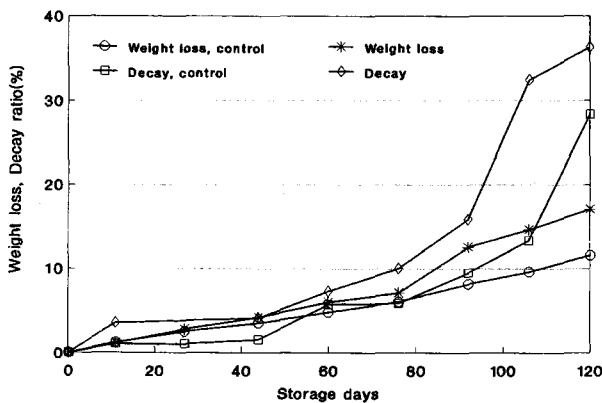


Fig. 4. Decay ratio and weight loss changes of during cold storage with or without humidity control.

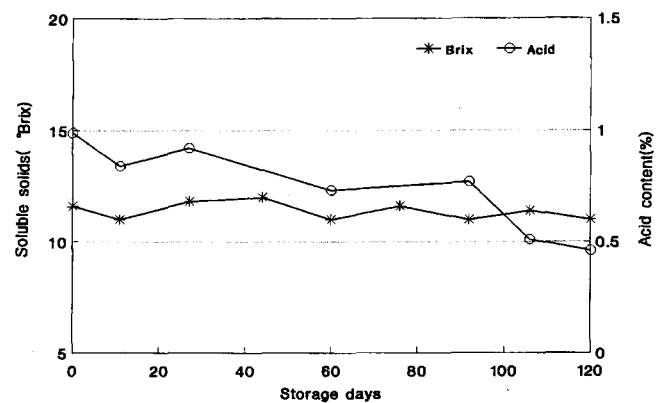


Fig. 6. Soluble solids and acid content changes of *Citrus unshiu* during cold storage at 4°C and 87% RH.

는 방법을 알아보기 위하여 껍질 수분함량의 변화와 경도의 변화를 측정하여 나타내었다(Fig. 5). 외관에 의한 광택 소실 등 신선도의 차이는 보는 시점의 차이로 인하여 구분하기 어렵기 때문에 크게 나타나지 않았으나 저장기간 중 껍질의 수분함량은 저장초기에 약간 증가하였으나 저장 40일 이후부터 감소하는 경향을 나타내었다.

이는 감귤의 특성상 과육부분의 수분이 과피로 이동하여 평형을 유지함으로써 과피수분 함량에는 큰 차이를 보이지 않았지만 과육율의 감소가 저장기간 중에 지속되는 것으로 여겨져 신선도 저하가 저장기간 중 계속하여 발생하는 것으로 판단되었다.

일반농가의 상온저장에서 습도가 낮았을 경우 외관상 상품성은 유지되지만 과육은 말라버리는 현상을 흔히 볼 수 있다. 감귤의 경도는 저장기간이 길어질수록 완만하게 낮아지고 있어 감귤의 생리적 작용에 의해 껍질조직이 연화가 일어났다. 껍질이 연화되는 것은 주로 endopolygalacturonase의 작용으로 알려져 있으며,²⁰⁾ 이는 상온저장에 비해 저온저장에서 효소활성이 낮아져 비교적 신선도 유지에 유리한 것으로 판단된다. 그리고 껍질의 연화뿐 아니라 내과피의 연화는 저장 80일 이후부터 심해졌으며, 부패과가 많이 발생하기 시작하는 기간과 거의 일치하고 있어서 저온에서의 일부 감귤의 생리적 장애와 더불어 신선

도가 다소 떨어지고 있음을 알 수 있었다. 따라서 식미와 품질만을 기준한다면 60~80일 정도가 저장한계라고도 생각할 수 있을 것이다.

Fig. 6은 감귤의 내용성분 중에서 식미에 관계가 큰 가용성 고형물과 산함량의 변화를 나타내었다. 가용성 고형물과 산함량은 호흡작용에 의해 저장기간에 따라 조금씩 감소함을 알 수 있었다. 상온저장에서는 장기저장시 호흡작용이 심하여 산함량의 감소가 심하고 당함량의 감소는 많지 않아 당산비가 증가하는 경향이 뚜렷한데 비하여, 저온저장에서는 산함량이 감소가 저장기간에 비하여 그리 크지 않음을 알 수 있었다.

감귤의 경우 개체간의 성분함량이 차이가 많은 편이며,¹⁶⁾ 저장실험에서는 동일시료를 분석할 수 없기 때문에 실제 분석시료가 일정하지 않아 각 시료간의 차이에 의해 분석값은 약간 변화가 있었다. 그외로 저온저장 중 비중, 총당 및 환원당, 비타민 C 등 감귤성분의 감소경향이 지속되어 품질저하가 서서히 진행됨을 알 수 있었다.

수확시기에 따른 영향

과피의 착색도를 기준하는 관행수확시기를 중심으로 하여 10일 간격으로 각각 수확시기를 달리하여 수확한 감귤에 대한 저장성을 검토한 결과는 Fig. 7에서 보는 바와 같

다. 수확시기가 늦을수록 부패율과 중량감소가 적었으며, 이는 수확후 저장기간이 차이에 따라 거의 비례하였다. 부패율의 경우 11월중순에 수확한 감귤은 3월중순 이후 급격히 증가하였다. 특히 중량감소의 경우 11월중순과 하순에 각각 수확한 감귤에 비해 12월초순에 수확한 감귤이 적었으며 4월초에 6% 수준이었다. 이는 보통온주의 상온저장에서는 조기수확한 감귤이 후기수확과에 비해 저장성이 좋았다는 보고²¹⁾와는 다른 결과였다.

생과용으로 출하되는 감귤이 대부분 11월중순에 수확하고 있으나 장기간 저온저장을 통하여 선도를 유지하면서 출하시기를 조정하는 경우는 가능한 수확시기를 늦게 하는 일이 필요할 것으로 보여진다. 그러나 조기수확과에 비하여 저장성이 향상되기는 하였으나 후기수확과의 경우도 저장 100일후부터는 부패율의 증가가 커졌으며, 이는 조생온주의 생리적 특성으로 인하여 장기저장에는 적합치 못한 것으로 판단되어 완숙과를 수확하여 100일정도를 저장하면서 필요에 따라 출하하는 방안이 바람직한 것으로 여겨졌다. 일반적으로 조생온주의 경우 수확시기가 보통온주에 비하여 한달 정도 빠르기 때문에 상대적으로 수확 후 저장해야 하는 기간이 길어지며, 또한 다른 품종의 감귤에 비해 저장성이 떨어지는 것으로 알려져 있어서 품질을 기준하여 상품성을 유지할 수 있는 상온저장의 경우 2월까지의 저장을 최장기간으로 보고 있다.

감귤의 저장기간은 출하시기의 가격형성과 밀접한 관계가 있어서 저장기간을 단정하는 일은 어렵지만 부패율과 중량감소에 따른 감량과 품질 등을 고려할 때 조생온주의 저온저장에 있어서는 120일간 이내로 판단되었으며 저장조건의 최적화를 통하여 다소 연장이 가능할 것으로 보인다. 그러나 저장후 출하시기에 경쟁이 되는 저장과일과 더불어 시설과채류의 출하를 고려한다면 감귤저장은 신선도 유지에 초점을 맞춰야 할 것으로 여겨진다.

저장감귤의 출고 후 부패율

저장감귤의 유통기간 중 shelf-life를 알아보기 위하여 관능검사자를 20명으로 하여 외관과 맛에 대한 관능검사를 실시하였으며, 출고 5일 후에 부패율을 측정된 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 상온저장한 감귤은 저온저장한 감귤은 비교적 상품성을 나타내는 외관과 식미를 나타내는 맛에 있어서 무난한 결과를 보였다. 특히 필름포장하여 저장한 감귤의 경우 외관적인 상품성을 나타내었으나 출하 5일 후 부패율은 다른 처리구에 비하여 매우 높아 유통상의 문제점을 가지고 있는 것으로 판단되었다. 이는 출고후 고온으로 호흡작용이 갑자기 왕성해지며, 생리적으로 약해있는 상태에서 오염된 미생물의 생육에 의해 일어나는 것으로 보였다. 부패율의 경우 출하시의 외기온도가 높은 점도 있으며 과육부분의 부패보다는 외관상 상품성을 상실한 감귤을 기준하였기 때문에 비교적 높게 나타난 면도 있으나 출고후 취급에 특별한 주의가 필요함을 알 수 있었다.

본 실험결과는 조생온주의 최적저장조건을 설정하는데 있어서 저장조건의 설정과 저장고의 운용에 제한적이어서

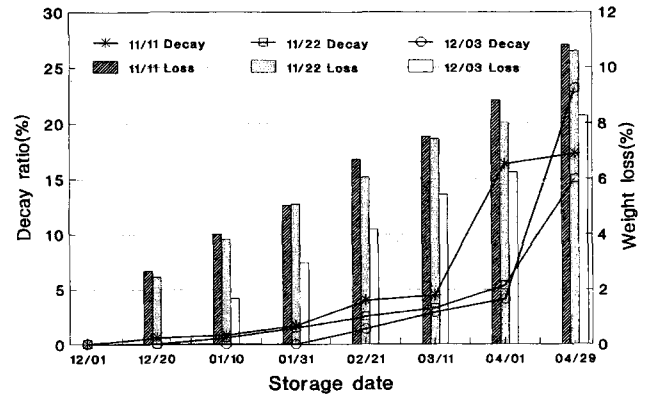


Fig. 7. Decay ratio and weight loss changes of *Citrus unshiu* during cold storage at 4°C and 87% RH according to harvest time.

Table 2. Decay ratio after 5 days put out of cold room(%)

Treatments	Storage time	
	120 days	140 days
Control(non-fungicide)	10.26	18.75
Treated with fungicide	8.11	21.21
wax-coating	8.11	35.38
LDPE film-packaging	39.96	87.50

완전하다고는 볼 수는 없지만 처리조건에 따른 저장감귤의 특성 등을 검토하였기 때문에 이를 토대로 하여 구체적인 조건을 검토해 나간다면 실용화 기술개발이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 지금까지는 감귤의 장기저장을 위해 보통온주만을 이용하는데 대하여 본 실험은 조생온주의 신선도를 유지하기 위하여 저온저장에 대한 구체적인 시도로서 기초적인 실험의 성격으로서 의의가 있다고 여겨진다.

감사의 글

이 논문은 1996년도 교육부 학술연구조성비(농업과학)에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 고정삼, 강영주 (1994) 제주농업과 감귤가공산업, p. 88, 광일문화사.
2. 농협중앙회 제주도지회 (1995) 감귤유통처리실태분석, p. 13-14.
3. 農林省食品綜合研究所 (1978) 食糧普及シリーズ, 第10號, 温州ミカンの貯藏と輸送.
4. 長谷川美典 (1986) 柑橘の高温豫措貯藏技術, 静岡縣柑橘農業協同組合連合會.
5. 静岡縣農業水産部 (1988) 青島温州の高温豫措技術, あたらしい農業技術, No 168.
6. 고정삼, 양상호, 고정은, 김성학 (1994) 제주산 보통온주의 저온저장, 제주대학교 아열대농업연구, 11, 23-30.
7. 고정삼, 김 민 (1996) 제주산 만감류 청견의 저온저장, 농산물저장유통학회지, 3(1), 15-21.
8. 박노풍, 최연호, 변광의, 백자훈 (1972) 감귤류의 저장에 관

- 한 연구 (I). 온주 밀감의 주요생산지별 저장성과 품질의 비교, 한국식품과학회지, **4**(4), 285-290.
9. 윤창훈 (1991) 제주산 온주밀감의 CA저장에 관한 연구, 한국농화학회지, **34**(1), 14-20.
 10. 김창신, 김성학, 현승원, 고정삼 (1994) 감귤저온저장방법 및 온도가 품질에 미치는 영향, 시험연구보고서, p. 342-355, 제주도 농촌진흥원.
 11. 농협중앙회 제주도지회 (1996) 감귤유통처리실태분석, p. 72.
 12. 제주도 (1994) 감귤수입개방대책 협의회 자료.
 13. 小原哲二郎 編 (1973) 食品分析ハンドブック, 建帛社.
 14. Hatanaka, C. and Y. Kobara (1980) Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method, *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 2943-1949.
 15. 주현규 (1989) 식품분석법, 유림문화사, p. 355.
 16. 고정삼, 김성학 (1995) 제주산 감귤류의 성분과 그 특성, 한국농화학회지, **38**(6), 541-545
 17. 고정삼, 양영택 (1994) 제주산 온주밀감의 품질평가에 미치는 요인, 농산물저장유통학회지, **1**(1), 9-14.
 18. 제주도 농촌진흥원 (1996) 분석자료
 19. Ryall A. L. and W. T. Pentzer (1982) Handling, transportation and storage of fruits and vegetables, Vol. 2, p. 553, Avi.
 20. Stanley, J. K (1991) Postharvest physiology of perishable plant products, p. 273, Avi.
 21. 문두길, 한해룡, 박용봉 (1977) 저장용 온주밀감의 수확적기에 관한 연구, 제주대학교 논문집, **9**, 49-55.

Cold Storage Characteristics of Early Variety of *Citrus unshiu* Produced in Cheju with Various Treatments

Jeong-Sam Koh*, Young-Taek Yang¹, Sang-Cherl Song², Seong-Hak Kim¹ and Ji-Yong Kim (Department of Agricultural Chemistry, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea; ¹Cheju RDA, ²South-Branch of Cheju RDA)

Abstract : The conditions of cold storage of *Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa* produced in Cheju were investigated. Compared to the citrus fruits stored at room temperature, the content of soluble solids, total sugar, vitamin C and specific gravity decreased slightly on the fruits stored at 4°C and 87% relative humidity. Decay ratio and weight loss were below 10% on keeping freshness relatively till late of March during cold storage. Weight loss, decrease of firmness and soluble solids occurred gradually during cold storage. Nevertheless seal-packaging with 0.02 mm LDPE film or wax-coating of citrus fruits were effective on weight loss and appearance, decay ratio increased for long-term storage. It was needed to control humidity in cold chamber for preventing from decay and weight loss. Edible part ratio was decreased gradually by respiration, and peel and tissue of fruits were softened slightly by 60 days of cold storage. Decay ratio and weight loss of full-ripened citrus fruits were little during the storage for 100 days, compared to the fruits harvested early. Appearance and taste of citrus fruits stored for 4 month were good relatively, but decay occurred rapidly on seal-packaging fruits putting out of cold room for a few days. Because of the difficulty of long-term storage for early variety of *Citrus unshiu*, the conditions and periods of cold storage would be determined after considering the physicochemical properties of fruits.

Key words : *Citrus unshiu*, cold storage, treatment, seal-packaging

*Corresponding author