

제주산 보통온주의 저온저장*

高正三 · 梁相互** · 高正殷** · 金聖學***

Cold Storage of *Citrus aoshima unshiu* Produced in Cheju

Koh, Jeong-Sam · Yang, Sang-Ho · Koh, Jeong-Eun and Kim, Seong-Hak

Summary

The conditions of cold storage of *Citrus aoshima unshiu* produced in Cheju were investigated. The changes of peel moisture content, soluble solids, total sugar, vitamin C and density were slightly occurred, and decay ratio was below 20% on keeping freshness relatively till late of March during cold storage. After that, decayed citrus fruits were increased from cold injury with lower temperature. The loss of fruit weight, decrease of fruit hardness, and decrease of acid content were occurred gradually during cold storage. Because of the difficulty of long term storage for *Citrus unshiu*, the conditions and periods of cold storage would be determined after considering the physicochemical properties of fruits every year.

서 론

제주지역 농업에서 차지하는 비중이 가장 큰 감귤산업은 최근 년평균 생산량이 60만톤을 넘어서면서¹⁾ 생산년도에 따라서는 심각한 처리난을 겪고 있으며, 생산량이 많을수록 이로 인한 가격하락으로 개별 농가소득이 오히려 감소하였다²⁾. 1992년산 감귤생산은 1989년에 이어 70만톤을 넘어서면서 원활한 처리가

이루어지지 않아 적정가격 유지에 어려움이 있었으며, 생산농가에 미친 영향은 매우 커서 영농의욕을 크게 저하시켰다.

감귤의 물량조절 효과가 큰 저장분야에 대한 국내연구는 매우 미흡한 실정이며, 특히 저온저장 기술은 일본에서 이루어진 연구결과³⁾를 제외하고는 국내에서 연구보고가 없어서 일본산과 감귤특성이 다른 상태에서 외국에서 수행된 연구결과를 그대로 적용하는데는 많은

* 이 논문은 1994년도 과학기술처 특정연구개발과제인 '감귤 품질향상을 위한 조사연구'의 지원에 의해 수행된 내용의 일부임.

** 공동실험실습관

*** 제주도 농촌진흥원

문제점이 제기되었을 뿐만 아니라 기존 저온저장고에서의 응용에 시행착오를 겪어 많은 손실을 가져오기도 하였다. 1993년말 현재 제주지역에서의 저온저장고는 114동에 9,820㎡에 이르고 있고, 최근 제주지역에는 생산자 단체인 단위농업협동조합을 중심으로 많은 저온저장고의 신축뿐만 아니라 장기적으로 더 많은 저장고를 확충하려는 계획이 되어 있어서⁴⁾, 이를 적극적으로 활용해야 할 시점에 와 있는데도 불구하고 농산물 저장기술이 확립되어 있지 않은 실정이다.

지금까지의 감귤저장은 주로 생산농가의 간이창고에서 상온저장을 하여 왔으며, 상온저장은 저장고의 환경과 저장조건에 따라 다소 차이가 있지만 2월 중순까지는 어느 정도 상품성을 유지할 수 있으나, 그 이후 외기 온도의 상승으로 인하여 호흡작용, 증산작용 등 감귤의 생리활성이 급격히 증가하면서 상품성을 유지하기 어려워 품질이 저하된 상태에서 출하되고 있다. 이에 따라 일본의 경우 과일의 경우 감귤의 선호도가 매우 높는데 비하여⁵⁾ 국내산 감귤은 상대적으로 매우 떨어져 소비에 제한요소로 지적되고 있다. 또한, 지금까지 감귤저장에 대한 국내연구가 습도유지가 안된 매우 작은 실험실 규모에서 이루어진 점을 감안할 때, 본 연구에서는 온습도가 유지된 저장고에서 보통온주의 저온저장을 수행하여 몇 가지 결과를 얻었다.

재료 및 방법

감귤시료

1993년 12월 초순 서귀포시 토평동에 위치한 과수원에서 수확한 청도온주(*Citrus aoshima unshiu*)을 시료로 하였다. 감귤시료는 상품성이 큰 중간 크기의 직경이 54~64mm인 것으로 하였다.

저장전처리

저장 중에 호흡작용 및 증산작용을 줄이기 위하여 수확 후 20일간 7℃, 상대습도 75%가 되는 서귀포시 토평동에 위치한 상온 저장고에서 전처리(豫措)하였으며, 저온저장고에 넣은 다음 12월 27일에서 3일동안 하루에 1℃씩 낮추어 저장온도인 3℃와 5℃로 각각 조절하여 가능한 감귤의 생리적 장애에 영향이 없도록 하였다. 무게 1.8kg이 되는 플라스틱 컨테이너에 저장용 감귤을 15.2kg씩 담았다.

저장조건

내부공간이 180×270×220cm가 되는 저장고에 내부온도를 각각 3±0.5℃와 5±0.5℃가 되도록 조절하였으며, 상대습도를 항상 87±2%가 되도록 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 3mm(No 17)을 사용하여 생과와 상이한 3부위를 측정된 다음 평균치로 나타내었다. 감귤을 박피한 다음 과즙의 당도는 Abbe굴절계(Attago, 일본)에 의한 가용성 고형물(Brix 당도)로, 그리고 100 mesh 체를 통과한 과즙의 산함량은 0.1N NaOH용액으로 적정하여 정량한 다음 구연산으로 환산하였다⁶⁾. 총산함량과 당도와의 관계인 당산비(Brix/Acid ratio)에 따른 기호도를 나타내었다. 총당은 과육을 mixer로 분쇄하여 여과한 다음 0.1N HCl로 가수분해하여 여과한 여액을 Somogyi-Nelson변법으로 정량하였다⁷⁾.

일반성분은 과육을 분쇄한 다음 예비 건조한 시료를 사용하여 수분은 105C 상압건조법으로, 조단백질은 Micro-Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet추출법으로, 회분은 450C 가열법으로 각각 분석하였다¹⁾. 비타민 C는 시료 10g을 5% meta phosphoric acid 50ml를 가한 후 마쇄하여 감압여과하고, 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출한 후 100ml로 한 다음 hydrazine비색법²⁾에 준하여 분석하였다.

결과 및 고찰

Table 1은 저장용 청도온주의 물리화학적 특성을 분석한 결과이다. 성분 함량은 감귤의 크기에 등에 따라 다소 차이가 있었으며, 본 실험에서는 비교적 상품성이 큰 중간 크기를 표준시료로 하여 분석하였다. 산함량은 조생 온주에 비하여 높았으며³⁾, 다른 성분은 유사하였다.

Table 1. Physicochemical properties of *Citrus aoshima unshiu* for cold storage in this experiments

Moisture	89.84%	Total acid	1.40%
Total sugar	8.24	Volatile acid	0.01
Reducing sugar	3.49	Extract	10.61
Crude fibre	0.34	Density(14C)	1.042
Crude protein	0.75	Hardness	0.671 kg/cm
Crude fat	0.20	Vitamin C	46.54 mg/100g
Ash	0.30		

12월 하순에 저장한 감귤은 2월 하순부터 극히 일부의 부패과가 발생하기 시작하였다. 이는 주로 약간 미숙한 상태에서 수확한 일부 감귤이 내용성분이 충실하지 못하여 저온 중에서 생리적 장애로 인하여 일어나는 경우 (aging 현상)⁴⁾ 와, 수확 및 전처리과정 중에 기계적인 충격 등에 의해 영향을 받은 감수성이 예민한 감귤로 보였다.

Fig. 1은 저장기간 중 청도온주의 부패율과 중량감소를 나타내었다. 저장기간 중 중량감소는 완만하게 진행되어 3월 초순에 3C 저장에서는 약 6%, 그리고 5C 저장에서는 약 10%에 이르렀다. 저장감귤의 부패는 2월 하순까지는 거의 없었고, 그 이후 완만한 증가를 보이다가 3C 저장의 경우 3월 하순 이후에 급격한 증가를 보였다.

3월 초순 이후에는 5C 저장고에 비하여 3C 저장고에서 저장한 감귤이 냉해 (brown

staining)로 보이는 증상이 일부 발생하기 시작하였으며, 껍질이 부분적으로 흑변하는 변질과가 발생하기 시작하였다. 이와 같은 감귤은 저장기간이 연장되면서 3월 중순부터는 5C 저장에서도 점차 나타나기 시작하였으며, 낮은 온도일수록 이 현상은 심해지는 것으로 나타났다. 과피의 흑변현상은 처음 작은 점으로 나타났다가 점차 커지면서 썩기 시작하였고, 일부 감귤에서는 꼭지 부분이 흑변하면서 부패가 일어났다. 이와 같은 현상은 3월 하순 이후에 심해졌고, 일부는 쭈그러드는 위조현상도 발생하였다. 5C 저장에 비하여 3C 저장에서 부패율이 높은 것은 주로 냉해에 의해 일어나는 생리적 현상으로 보였으며, 이는 특히 저장용 감귤의 생산시기에 장기간 저온현상으로 인하여 내용성분의 충실도가 떨어지는데서 오는 결과로 판단되었다.

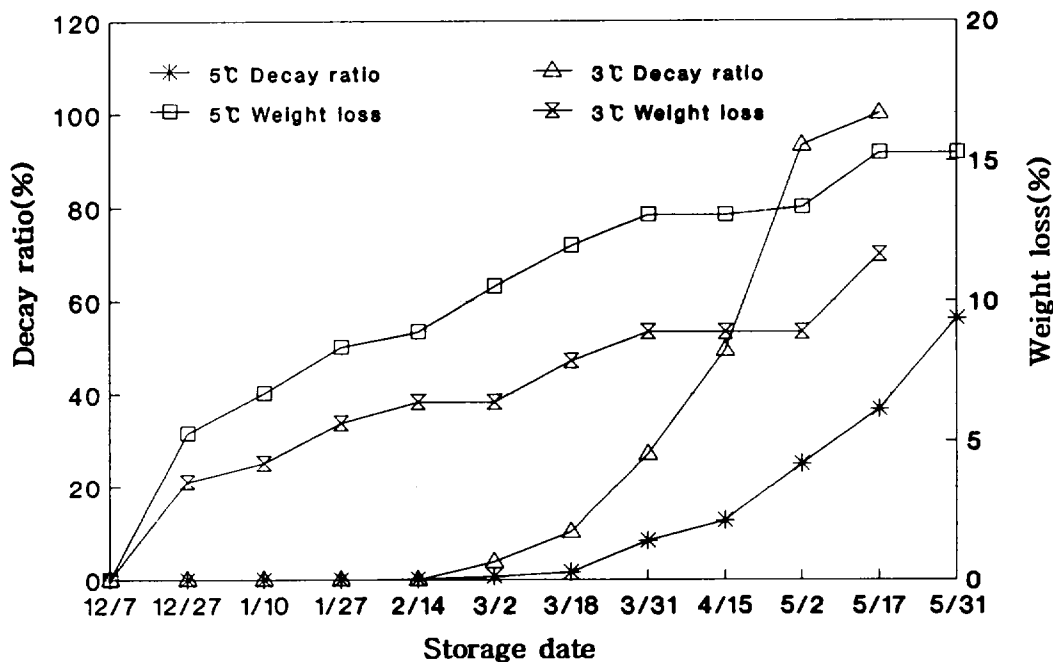


Fig. 1. Decay ratio and weight loss changes of *Citrus aoshima unshiu* during cold storage at 87% RH.

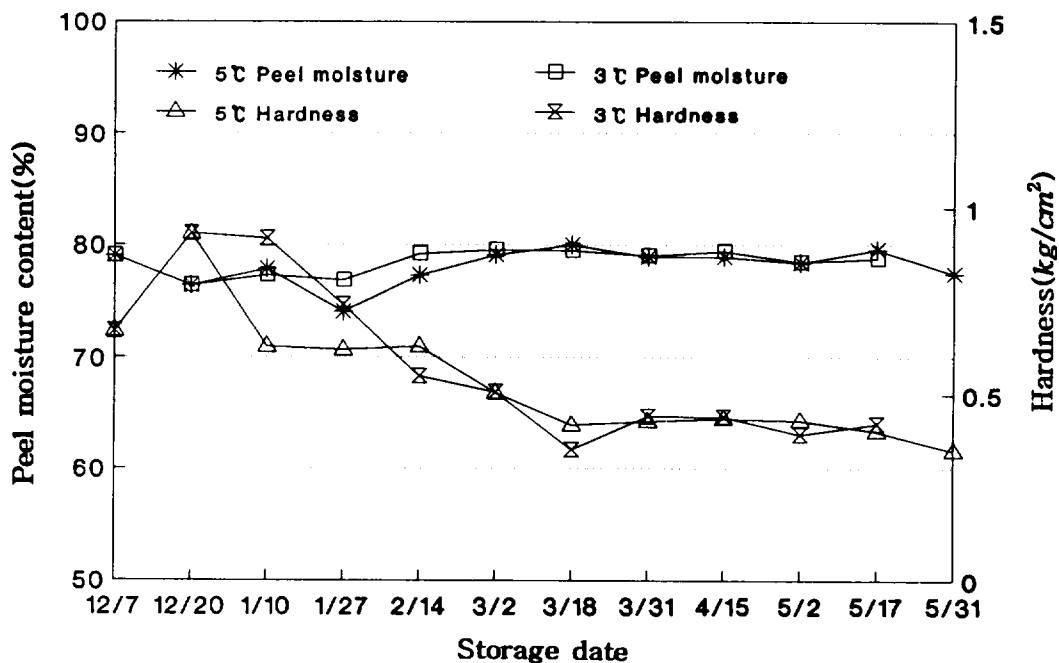


Fig. 2. Peel moisture content and hardness changes of *Citrus aoshima unshiu* during cold storage at 87% RH.

4월 중순에는 이와 같은 현상이 점차 심해졌으며, 이외에도 과피 일부에 *Penicillium* 속 (green mold)에 의한 부패과의 발생뿐만 아니라 회색곰팡이(gray mold)에 의한 부패현상이 발생하기도 하였다. 그리고 부분적으로 과피가 검게 변하면서 썩어가는 현상이 일어나 부패과의 비율이 높아졌다.

Fig. 2는 저장감귤의 신선도를 평가하기 위하여 껍질의 수분함량의 변화와 경도의 변화를 나타내었다. 저장용 감귤의 전처리로 인하여 약간 감소되었던 과피 수분이 저장 후 평형

을 유지하면서 저장기간 중에 껍질의 수분함량은 거의 일정하게 유지하고 있어서 상온저장과는 달리 외관상으로는 신선한 것으로 보였다. 그러나 경도는 저장기간이 길어질수록 완만하게 낮아지고 있어 감귤의 생리적 작용에 의해 껍질조직의 유연화가 일어났으며, 이러한 현상은 2월 중순 이후부터 심해지는 것을 알 수 있었다. 부패과의 발생이 일어나기 시작하는 기간과 거의 일치하고 있어서 저온에서의 일부 감귤의 생리적 장애와 더불어 신선도가 다소 떨어지고 있음을 알 수 있었다.

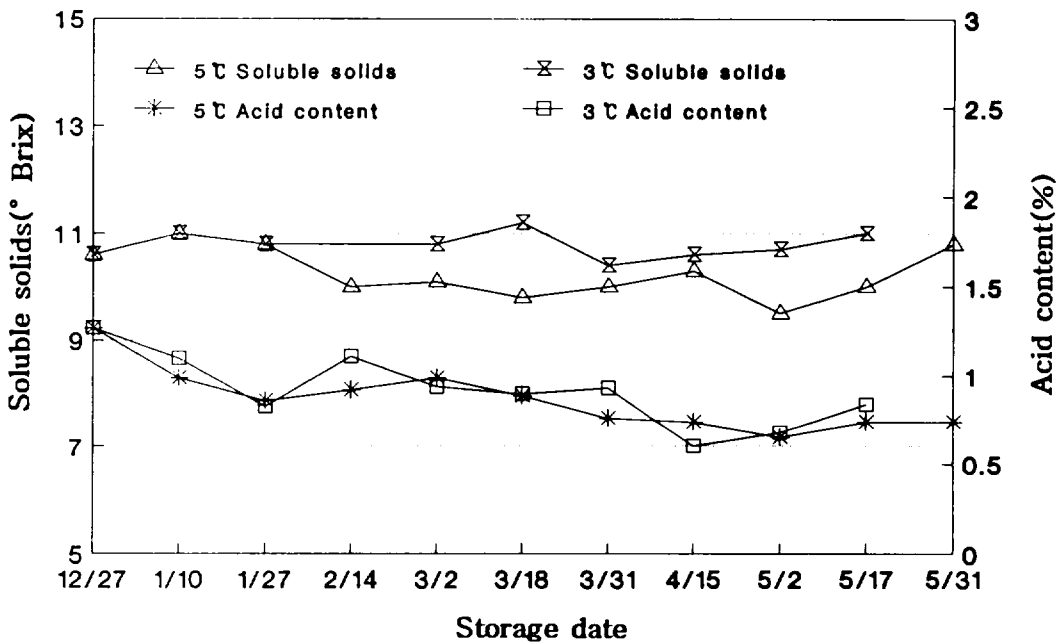


Fig. 3. Soluble solids and acid content changes of *Citrus aoshima unshiu* during cold storage at 87% RH.

Fig. 3은 감귤의 내용성분인 가용성고형물과 산함량의 변화를, 그리고 Fig. 4는 총당과 비타민 C의 변화를 나타내었다. 가용성고형물과 산함량은 호흡작용에 의해 저장기간에 따라 조금씩 감소함을 알 수 있었으며, 온도에

따라 큰 차이를 인정하기 어렵지만 5°C에 비하여 3°C의 경우가 가용성고형물 및 산함량의 경우가 약간 적은 것을 알 수 있었다. 분석시료가 일정하지 않기 때문에 시료간의 차이에 의해 분석값은 약간 변화가 있었다. 총당의 변

화는 약간 감소하는 경향을 보였으나 저장기간을 통하여 큰 변화를 나타내지는 않았다. 비타민 C는 저장기간 중에 약간씩 감소하는 것을 알 수 있었으며, 3월부터 크게 감소함을

알 수 있었다. 그러나 내용성분의 변화가 저온에서 온도에 따른 차이는 많지 않은 것을 알 수 있었다.

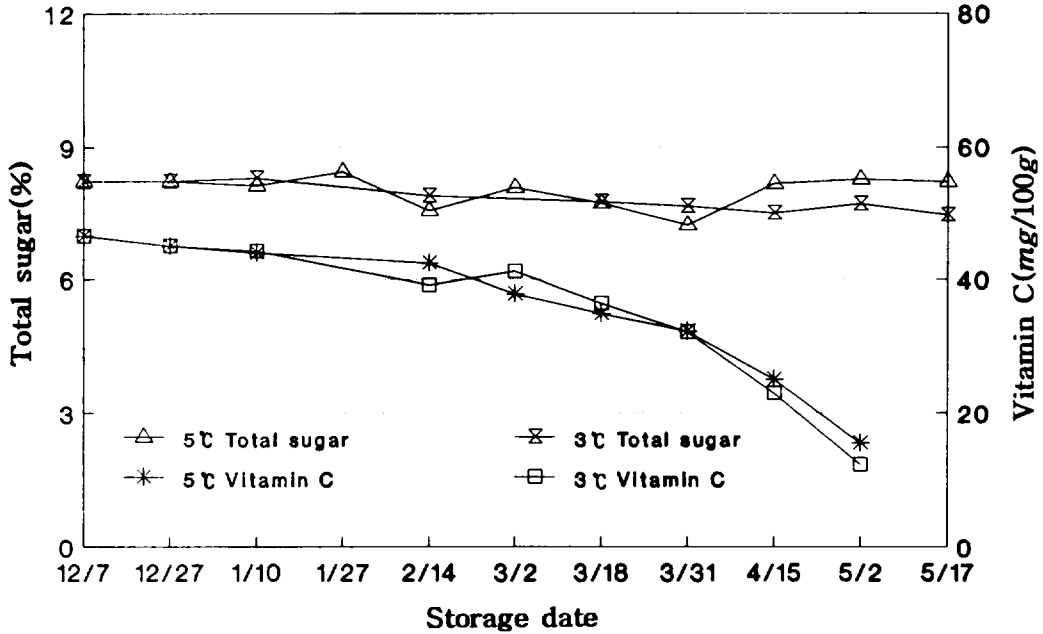


Fig. 4. Total sugar and vitamin C changes of *Citrus aoshima unshiu* during cold storage at 87% RH.

Fig. 5는 저장기간 중 과즙의 pH변화와 감귤의 비중변화를 나타내었다. 감귤비중은 저장기간 중 큰 변화를 보이지는 않고 거의 일정하였으며, 과즙의 pH는 저장기간 중 약간씩 증가하였다.

감귤 생산년도의 기상조건에 따라 과일의 성숙도가 달라지고, 이에 따라 저장성에도 영향을 주는 것으로 보여졌다. 특히 1993년산은 감귤의 생육기간 중에 저온현상이 길어져 저장성이 예년에 비하여 약간 떨어지는 것으로 보였으며, 저장용 감귤의 상태에 따라 저장조

건과 저장조건을 결정하는 일이 필요할 것으로 여겨졌다. 일반적으로 감귤의 저장성은 조생온주에 비하여 보통온주가 좋은 것으로 알려져 있으나, 본 실험에서는 주로 저온에서 생리적 작용의 저해로 인한 냉해 발생으로 저장성이 떨어진 것으로 보였다. 이는 생산년도에 따라 감귤성분의 총실도에도 영향을 받을 것으로 보여져 최적저온저장조건을 구명하기 위해서는 보다 구체적인 여러가지 조건하에서의 실험결과가 필요할 것으로 판단된다.

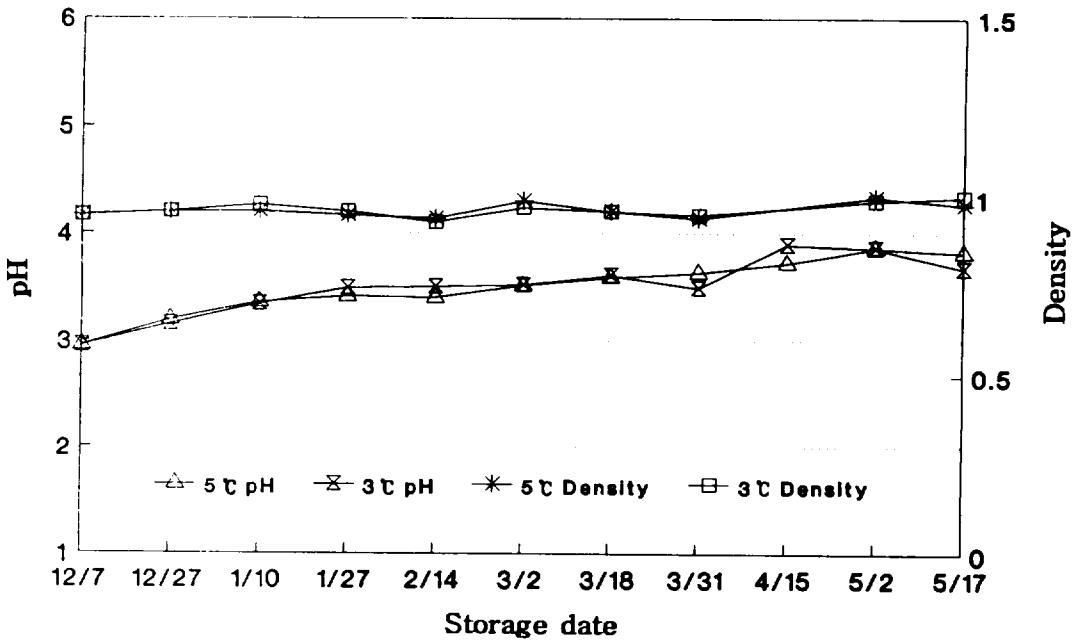


Fig. 5. pH and density changes of *Citrus aoshima unshiu* during storage at low temperature, 87% RH.

본 실험결과는 최적저장조건을 설정하는데 있어서 저장조건의 설정과 저장고의 운용에 제한적이어서 완전하다고는 볼 수 없지만 저장기간 중에 감귤의 성분변화를 비롯하여 저장장해를 검토하였기 때문에 이를 토대로 하여 구체적인 조건을 검토해 나간다면 실용화 기술개발이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 본 실험은 감귤의 신선도를 유지하기 위한 저온저장에 대한 구체적인 최초의 시도로서 기초적인 실험의 성격으로서의 의의가 있다고 여겨진다.

요 약

제주산 청도온주의 저온저장조건을 검토하

였다. 저장기간 중 3월 하순까지는 과피수분, 가용성고형물, 총당, 비타민 C, 비중의 변화가 매우 적었으며, 부패율이 20% 수준으로서 비교적 신선도를 유지한 상태에서 저장이 가능한 것으로 보였다. 그러나 그 이후에는 온도가 낮을수록 냉해증상이 심하게 일어나 부패과의 발생이 많아지면서 저장이 어려웠다. 또한, 중량감소, 경도의 저하, 산함량의 감소는 저장기간 중에 계속하여 서서히 일어났다. 온주밀감의 경우 저온에서 장기간 저장이 어려움을 알 수 있어서 저장용 감귤의 특성을 고려하여 저장조건을 설정할 필요가 있었다.

참 고 문 헌

1. 고정삼, 강영주. 1994. 제주농업과 감귤 가공산업, 88, 광일문화사.
2. 농협중앙회 제주도지회. 1994. 감귤유통 처리실태분석.. 16.
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, 1~103.
4. 제주도. 1994. 감귤수입개방대책 협의회 자료.
5. 日本園藝農業協同組合連合會. 1985. 果樹農業の中長期振興指針 調査研究報告. 233.
6. 小原 哲二郎 編. 1973. 食品分析ハンドブック, 17~256. 建帛社.
7. Hatanaka, C. and Y. Kobara. 1980. Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method, Agric. Biol. Chem., 44, 2943~2949.
8. 주현규. 1989. 식품분석법, 355~359. 유림문화사.
9. 고정삼, 고정은, 안성웅. 1994. 제주산 온주밀감의 특성과 관능평가. 한국농화학회지. 27(3), 161~167.
10. Ryall A. L. and W. T. Pentzer. 1982. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables, Vol. 2. 553. Avi.