

제주산 흥진조생 온주밀감의 저온저장

고 정 삼 · 양 상 호* · 김 성 학*

제주대학교 농과대학 농화학과, *제주도 농촌진흥원

Cold stroage of *Citrus unshiu* Marc. var. *okitsu* produced in Cheju

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

Department of Agricultural Chemistry, Cheju National University, *Cheju RDA

Abstract

The conditions of cold stroage of *Citrus unshiu* Marc. var. *okitsu* produced in Cheju were investigated. The changes of peel moisture content, soluble solids, total sugar, vitamin C and density were slightly occured, and decay ratio was below 20% on keeping freshness relatively till late of March during cold storage. After that, decayed citrus fruits were increased gradually mainly from cold injury with lower temperature and high humidity. The loss of fruit weight, decrease of fruit hardness, and decrease of acid content were occured gradually during cold stroage. 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.

Key words : *Citrus unshiu*, cold storage

서 론

최근 제주지역 농업생산에서 65% 이상을 차지하는 감귤산업은 년평균 생산량이 60만톤을 넘어서면서, 예외적으로 생육시기에 심한 가뭄으로 수확량이 감소하였던 1994년을 제외하고는 생산년도에 따라서는 심각한 처리난을 겪고 있다 [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 농가소득

의 감소가 두드러졌다[2].

지속적인 감귤산업의 유지는 물량조절을 통하여 가능할 것으로 여겨지고 있어서 생산량 조절 뿐만 아니라 저장분야에 대한 관심이 커지고 있다. 온주밀감의 저온저장기술은 일본에서 주로 이루어졌으나[3-5], 국내에서는 저차 등을 포함한 일부 연구보고[6-10]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 1994년말 현재 제주지역에 저온저장고

를 114동에 16,220cm²에서[11] 생산자단체인 단
위농업협동조합을 중심으로 장기적으로 더 많은
저온저장고가 신축하려는 계획이 되어 있다[12].
그러나 농산물 저온저장기술이 아직 제대로 확립
되어 있지 않는 실정으로서 현재 그 활용도는 매
우 저조한 형편이다. 수입자유화에 따라 품질이
떨어진 감귤의 소비가 제한된다고 할 때, 장기간
품질유지를 위해서는 수확후 생리작용을 최
소화할 수 있는 저온저장체계의 확립은 필연적
이라고 여겨지며 국내에서 생산되는 감귤의 특성에
맞는 저장기술이 확립되어야 할 것이다. 본 연구
에서는 온습도의 유지된 저장고에서 조생온주의
저온저장을 수행하여 몇 가지 결과를 얻었다.

재료 및 방법

감귤시료

11월 중순 서귀포시 토평동에 위치한 과수원
에서 수확한 홍진조생(*Citrus unshiu* Marc. var.
okitsu)을 시료로 하였다. 감귤시료는 상품성이
큰 중간 크기인 직경이 53.0~60.2mm인 것으로
하였다.

저장전처리

수확 일주일전에 평균계로서 0.2% 톱신을 분
무하였으며, 저장 중에 호흡작용 및 증산작용을
줄이기 위하여 수확 후 18일간 7°C, 상대습도 75
% 정도가 되는 서귀포시 토평동에 위치한 일반
농가의 상온저장고에서 전처리(豫措)하였다. 저
장저장고에 넣은 다음 저장고의 온도를 12월 7
일에서 3일동안 하루에 1~2°C씩 낮추어 저장온
도를 조절하여 감귤의 생리적 장해에 대한 영향
이 가능한 없도록 하였다. 감귤은 무게 1.8kg이 되
는 플라스틱 컨테이너에 감귤은 14.2kg씩 담았다.

저장조건

내부공간이 180×270×220cm가 되는 저장고에
내부온도를 각각 3±0.5°C와 5±0.5°C가 되도록
조절하였으며, 상대습도를 항상 87±2%가 되도록

습도조절을 위한 분사식 노즐이 설치된 저장
고에서 감귤을 저장하였다.

감귤의 성분분석

감귤의 상품성에 미치는 요인인 과경, 과중, 과
일의 경도, 과육율, 당도, 산함량, pH 등을 측정
하여 평균값으로 나타내었다. 과일의 경도는 tex-
ture analyzer(model TA-XT2, 영국)로 probe 3mm
(No17)을 사용하여 생과의 상이한 3부위를 측정
한 다음 평균치로 나타내었다. 감귤을 박피한 다음
착즙한 다음 과즙의 당도는 Abbe굴절계
(Attago, 일본)에 의한 가용성 고형물(Brix 당
도)로, 그리고 100mesh 체를 통과한 과즙의 산함
량은 0.1N NaOH용액으로 적정하여 정량한 다음
구연산으로 환산하였다[13]. 총산함량과 당도와
의 관계인 당산비(Brix/Acid ratio)에 따른 기호
도를 나타내었다. 총당은 과육을 mixer로 분쇄한
시료를 0.1N HCl로 가수분해하여 여과한 여액을
Somogyi-Nelson변법[14]으로 정량하였다.

일반성분은 과육을 분쇄한 다음 예비건조한 시
료를 사용하여 수분은 105°C 상압건조법으로, 조
단백질은 Micro-Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet
추출법으로, 회분은 450°C 가열법으로 각각 분석
하였다[13]. 무기물 분석은 atomic absorption
spectroscopy(Pye Unicam SP9-800, 영국)으로 정
량하였다. 비타민 C는 시료 10g을 5% meta
phosphoric acid 50ml를 가한 후 마쇄하여 감압여
과하고, 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로
추출한 후 100ml로 한 다음 hydrazine비색법[15]
에 준하여 분석하였다.

결과 및 고찰

Table 1은 저장용 홍진조생의 물리화학적 특성
을 분석한 결과이다. 성분함량은 감귤의 크기 등
에 따라 차이가 있었으며, 본 실험에서는 비교적
상품성이 큰 중간 크기의 감귤을 분석하였다. 산
함량은 보통온주에 비하여 낮았으며[6], 다른 성
분은 유사하였다.

저장감귤은 저장후 약 20일 정도가 경과한 12월 하순부터 극히 일부의 부패과가 발생하기 시작하였다. 부패과의 발생원인은 여러 가지가 있으나, 그 중에서 저장용 감귤 및 저장상태, 습도 조절, 오염미생물 등이 주요 요인이라고 할 수 있다. 저장초기 부패과의 발생은 주로 저장고내의 환경조건에 민감한 감귤에서 발생하는 것으로 보여진다. 즉, 실내습도를 일정하게 조절한다고 하더라도 감귤이 저장고에 놓여있는 위치에 따라 습도분포가 다르고, 감귤이 포개져 있는 부위에는 부분적인 과습에 의한 생리적 장애를 이룰 수 있는데 기인하는 것으로 여겨졌다. 약간 미숙한 상태에서 수확한 일부 감귤이 저온 중 생리적 장애로 인하여 일어나는 경우(aging현상)[16]와, 수확 및 전처리과정 중에 기계적인 상처나 충격 등에 의해 영향을 받은 감수성이 예민한 감귤로 보였다.

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

| | | | |
|----------------|--------|---------------|--------------|
| Moisture | 88.90% | Total acid | 1.04% |
| Total sugar | 8.79 | Volatile acid | 0.01 |
| Reducing sugar | 3.82 | Extract | 10.63 |
| Crude fibre | 0.22 | Density(14℃) | 0.970 |
| Crude protein | 0.44 | Firmness | 0.621kg |
| Crude fat | 0.23 | Vitamin C | 44.97mg/100g |
| Ash | 0.23 | | |

Fig. 1은 저장기간 중 홍진조생의 부패율과 중량감소를 나타내었다. 저장기간 중 중량감소는 상온저장에 비해 매우 완만하게 진행되어 3월 초순에 약 10%에 이르렀다. 그러나 저장감귤의 부패는 1월 하순까지는 거의 없었고, 그 이후 완만한 증가를 보이다가 3월 하순 이후에 급격한 증가를 보였다.

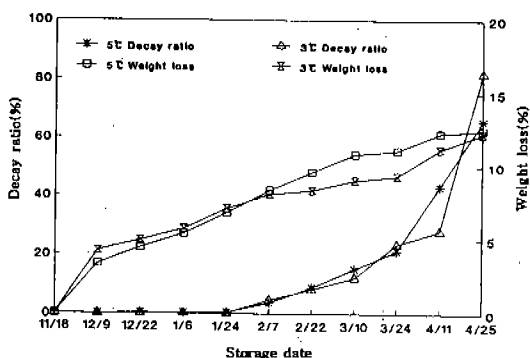


Fig. 1. Decay ratio and weight loss changes of *Citrus unshiu* Marc. var. *okitsu* during cold storage at 87% RH.

제주산 감귤의 CA저장에서 저장 한달후 10% 정도의 중량감소가 있었다는 보고[9]에 비해, 본 실험에서 약 4%의 중량감소는 상대적으로 저장 용기에 밀집한 감귤의 증산작용에 의해 부분적으로 과습한 조건을 형성한데 기인한 것으로 보여진다. 특히 1월 하순 이후에는 저장 중 습도조절이 정확하지 않아 5℃ 저장고에 비하여 3℃ 저장고에서 저장한 감귤이 고습도 저온에서의 냉해(brown staining)로 보이는 증상[16]이 일부 발생하기 시작하였으며, 껍질이 부분적으로 흑변하는 변질과가 발생하기 시작하였다.

일본에서 실시하는 바와 같이 장기저장을 위해서는 저장용기의 재질을 나무로 하며 습도조절을 위해 캐비닛형으로 감귤을 한 층으로 쌓지 않아야 하지만, 본 실험에서는 농가에서의 실용적인 면을 고려하여 플라스틱 컨테이너에 여러 층으로 쌓았기 때문에 과습에 따른 결로(結露)가 3℃에서도 저온장애를 유발한 것으로 여겨졌다. 일본산 감귤저장에서 보고[3]한 최적저장온도에서도 일부 저온장애현상이 일어나는 것은 저장조건뿐만 아니라 생산년도에 따라서도 감귤성분의 총실도가 차이가 나기 때문으로 보이며[17], 감귤의 저장성에도 영향을 주는 것으로 판단된다. 이와 같은 현상은 저장기간이 연장되면서 2월 초순부터 5℃ 저장에서도 점차 나타나기 시작하였으며,

낮은 온도일수록 이 현상은 심해지는 것을 알 수 있었다. 과피의 흑변현상은 처음 작은 점으로 나타났다가 점차 커지면서 썩기 시작하였고, 일부 감귤에는 꼭지 부분에 흑변하면서 부패가 일어났다. 이와 같은 현상은 3월 중순 이후에 심해졌고, 일부 감귤의 경우는 증산작용이 심하여 쭈그러드는 위조현상도 발생하였다.

4월 중순 이후에는 이와 같은 현상이 점차 심해졌으며, 경제성을 고려할 때 저장이 어려움을 알 수 있었다. 이외에도 과피 일부에 주로 발생하는 *Penicillium*속(green mold)에 의한 부패과외 발생뿐만 아니라 회색곰팡이(gray mold)에 의한 부패현상이 발생하기도 하였다. 그리고 부분적으로 과피가 겹게 변하면서 썩어가는 현상이 일어나 부패과의 비율이 점차 높아졌다. 일본에서 이루어지고 있는 3°C, 상대습도 85~90%가 최적조건이라는 보고[3]와는 상이하였으며, 이는 원료의 특성 및 저장조건에 따른 차이로 보여져 제주 산 감귤에 알맞는 저장조건을 새로이 구명하는 일이 필요할 것으로 판단되었다.

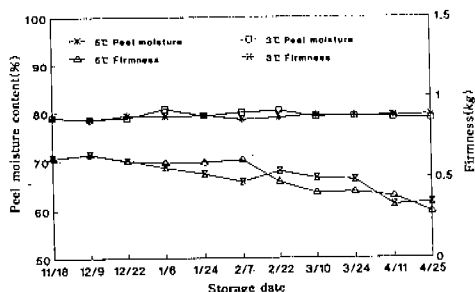


Fig. 2. Peel moisture content and firmness changes of *Citrus unshiu* Marc. var. *dkitsu* during cold storage at 87% RH.

Fig. 2는 저장감귤의 신선도를 평가하기 위하여 껍질의 수분함량의 변화와 경도의 변화를 나타내었다. 저장기간 중에 껍질의 수분함량은 거의 일정하게 유지하고 있어서 상온저장에서 나타나는 위조현상과는 달리 외관상으로는 신선한 것으로 보였다. 감귤의 특성상 과육부분의 수분이

과피로 이동하여 평형을 유지함으로써 과피수분 함량에는 차이를 보이지 않는 것으로 여겨져 과피수분만으로 신선도를 평가하는 일은 어려운 것으로 판단되었다.

그러나 경도는 저장기간이 길어질수록 완만하게 낮아지고 있어 감귤의 생리적 작용에 의해 껍질조직이 유연화가 일어났으며, 이러한 현상은 2월 초순 이후부터 심해지는 것을 알 수 있었다. 부패과가 많이 발생하기 시작하는 기간과 거의 일치하고 있어서 저온에서의 일부 감귤의 생리적 장애와 더불어 신선도가 다소 떨어지고 있음을 알 수 있었다.

Fig. 3은 감귤의 내용성분인 가용성고형물과 산함량의 변화를, 그리고 Fig. 4는 종당과 비타민 C의 변화를 나타내었다. 가용성고형물과 산함량은 호흡작용에 의해 저장기간에 따라 조금씩 감소함을 알 수 있었으며, 온도에 따라 큰 차이는 인정하기 어렵지만 5°C에 비하여 3°C의 경우가 가용성고형물 및 산함량의 감소가 약간 적은 것을 알 수 있었다. 상온저장에서는 장기저장시에 증산작용이 심하여 산함량의 감소가 심하고 당함량의 감소는 많지 않아 당산비가 증가하는 경향이 뚜렷한데 비하여, 저온저장에서는 산함량이 감소가 저장기간에 비하여 그리 크지 않음을 알 수 있었다.

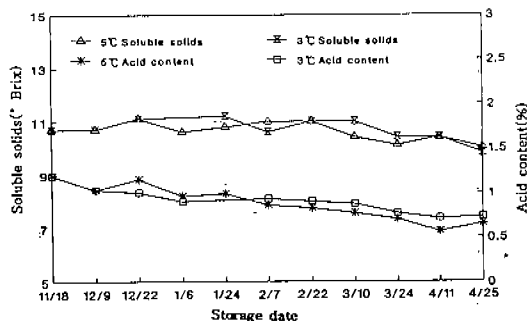


Fig. 3. Soluble solids and acid content changes of *Citrus unshiu* Marc. var. *dkitsu* during cold storage at 87% RH.

감귤의 경우 개체간의 성분함량이 차이가 많은 편이며[18], 동일시료를 분석할 수 없기 때문에 실제 분석시료가 일정하지 않아 각 시료간의 차이에 의해 분석값은 약간 변화가 있었다. 종당의 변화는 3월 초순까지 거의 일정하게 유지하다가 그 이후에 약간 감소하는 형태를 나타내었고, 비타민 C는 저장기간 중에 약간씩 감소하는 것을 알 수 있었다. 그러나 내용성분의 변화가 저온에서 온도에 따른 차이는 많지 않는 것을 알 수 있었다.

약간씩 증가함을 알 수 있었다.

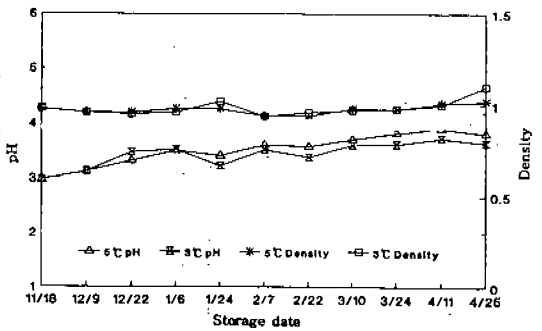


Fig. 5. pH and density changes of *Citrus unshiu* Marc. var. *okitsu* during storage at low temperature, 87% RH.

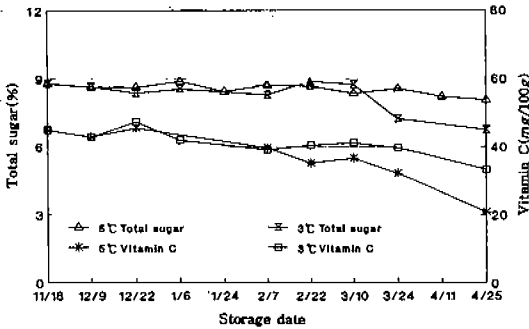


Fig. 4. Total sugar and vitamin C changes of *Citrus unshiu* Marc. var. *okitsu* during cold storage at 87% RH.

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

Table 2는 저장기간 중 상온저장한 감귤의 특성을 나타내었다. 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 기증하여 상품성을 유지할 수 있는 상온저장의 경우 2월까지의 저장을 최장기간으로 보고 있다. 특히 상온저장의 경우 겨울철 외기온도에 많은 영향을 받지만 일반적으로 호흡 및 증산작용으로 인하여 내용성분의 소모가 심하여 기호성이 떨어져 상품성이 상대적으로 낮아지는 것으로 보고 있다.

Table 2. Physicochemical properties changes of *Citrus unshiu* Marc. var. *okitsu* during storage at room temperature.

| Storage Date | Density | Firmness (kg) | Soluble solids | Acid content (%) | pH | Edible part ratio(%) | Brix Acid |
|--------------|---------|---------------|----------------|------------------|------|----------------------|-----------|
| 11/18 | 0.97 | 0.621 | 10.7 | 1.19 | 3.01 | 80.43 | 8.99 |
| 12/27 | 0.95 | 0.548 | 10.3 | 1.10 | 3.20 | 82.62 | 9.36 |
| 1/28 | 0.82 | 0.548 | 10.7 | 0.84 | 3.46 | 81.77 | 12.74 |
| 3/ 2 | 0.98 | 0.536 | 10.7 | 0.81 | 3.53 | 80.42 | 13.21 |

감귤의 생산년도의 기상조건에 따라 과일의 성숙도가 달라지고, 이에 따라 저장성에도 영향을

주는 것으로 보여졌다. 특히 1993년산은 감귤의 생육기간 중에 저온현상이 길어져 저장성이 예년

에 비하여 약간 떨어지는 것으로 보였으며, 저장용 감귤의 상태에 따라 저장조건과 저장기간을 결정하는 일이 필요할 것으로 여겨졌다.

본 실험결과는 최적저장조건을 설정하는데 저장조건의 설정과 저장고의 운용에 제한적이어서 완전하다고는 볼 수 없지만 저장기간 중에 감귤의 성분변화를 비롯하여 저장장해 등을 검토하였기 때문에 이를 토대로 하여 구체적인 조건을 검토해 나간다면 실용화 기술개발이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 지금까지는 감귤의 장기저장을 위해 보통온주만을 이용한데 대하여 본 실험은 조생온주의 신선도를 유지하기 위하여 저온저장에 대한 구체적인 최초의 시도로서 기초적인 실험의 성격으로서 의의가 있다고 여겨진다.

감사의 글

이 논문은 1995년도 교육부 학술연구조성비(농업과학)에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

요 약

제주산 홍진조생의 저온저장조건을 검토하였다. 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 저온에서의 생리적 장해인 냉해증상이 심하게 일어나 부패과의 발생이 많아지면서 저장이 어려웠다. 또한, 총량감소, 경도의 저하, 산함량의 감소는 저장기간 중에 계속하여 서서히 일어났으며, 조생온주의 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 감귤가공 산업, pp. 88, 광일문화사.
2. 농협중앙회 제주도지회 (1995) 감귤유통처리 실태분석, pp. 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 (1996) 제주산 만감류 청견의 저온저장, 농산물저장유통학회지, 3(1), 15-21.
8. 박노풍, 최언호, 변광의, 백자훈 (1972) 감귤류의 저장에 관한 연구, I. 온주밀감의 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) 감귤 저온저장방법 및 온도가 품질에 미치는 영향, 시험연구보고서, pp. 342-355, 제주도 농촌진흥원.
11. 농협중앙회 제주도지회 (1995) 감귤유통처리 실태분석, pp. 68.
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. Ryall A.L. and W.T. Pentzer (1982) Handling, transportation and storage of fruits and vegetables, Vol. 2, pp. 553, Avi.
17. 고정삼 (1995) 생산년도에 따른 조생온주의 품질특성, 미발표자료.
18. 고정삼, 고정은, 양상호, 안성웅 (1994) 제주산 온주밀감의 특성과 관능평가, 한국농화학회지, 37(3), 161-167.