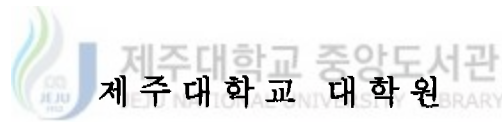


석사학위논문

온주밀감의 수확시기와
저장방법에 따른 품질변화



농화학과

송 상 철

1999년 12월

온주밀감의 수확시기와 저장방법에 따른 품질변화

지도교수 고 정 삼

송 상 철

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함



송상철의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____ 인

위 원 _____ 인

위 원 _____ 인

제주대학교 대학원

1999년 12월

Storage Characteristics of Satsuma Mandarin by Harvest Time and Storage Methods

Sang-Churl Song

(Supervised by professor Jeong-Sam Koh)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL CHEMISTRY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1999. 12

목 차

Summary	5
I. 서 론	7
II. 재료 및 방법	9
1. 감귤시료	9
2. 저장전 처리	9
3. 저장조건	10
4. 분석방법	10
III. 결과 및 고찰	12
1. 수확시기별 성분변화	12
2. 저장감귤의 특성	16
3. 부패율과 중량감소	17
4. 습도에 따른 감귤의 저장성	22
5. 저온저장 중 품질변화	24
6. 수확시기에 따른 영향	27
7. 저장감귤의 출고 후 부패율	29
IV. 요약	31
V. 참고문헌	32

Summary

Changes in fruits quality according to harvest time and storage methods of Satsuma mandarin(*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*) produced in Cheju were investigated.

As the citrus fruits were ripened, soluble solids, total sugar and reducing sugar were increased gradually, and acid content was decreased slightly. Specific gravity and firmness were not changed in great during harvest times. Color index(a/b) was increased sharply till late of November, and remained constant after then.

Compared to the citrus fruits stored at room temperature, the content of soluble solids, total sugar and vitamin C were not changed in great, decay ratio and weight loss were below 10% on keeping freshness relatively till late of March during cold storage. Also, weight loss, decrease of firmness and loss of soluble solids were occurred gradually during cold storage.

Nevertheless citrus fruits seal-packaged with film or wax-coated were effective on weight loss and its appearance, decay ratio was increased for long-term storage. Compared to the citrus fruits stored with humidity control in cold chamber, decay ratio and weight loss were occurred greatly in case of without humidity control.

Because of respiration, moisture loss of fruits peel was increased gradually during storage, and flesh ratio was decreased by moisture movement from flesh to peels. After 60 days of cold storage, firmness was decreased, and tissue of fruits was softened greatly after then. Fully ripened-fruits were effective in decay ratio and weight loss more than those of the fruits harvested early. Therefore, it was recommended that periods of cold storage would be 100 days.

After 4 months' storage, the appearance and taste of the fruits in cold storage were better than those of stored at room temperature. It was needed to notice handling the fruits seal-packaged with film, because decay ratio was increased rapidly after drawn out from cold chamber.



I. 서론

감귤류의 원산지는 인도 동부의 앳삼 지방으로 알려져 있고, 히말라야 남부를 중심으로 동남아시아에 야생상태로 널리 분포되어 있다. 후생감귤아속인 탕자, 금감, 유자 등은 중국 양자강 상류지대가 원산지로 추정된다(한 등, 1994).

우리나라에서 감귤은 오래 전부터 재배되어 왔으나, 1911년 이후 온주밀감이 도입되면서 본격적인 재배가 이루어지기 시작하였다(한 등, 1994). 1960년대 후반부터 고소득 작물로 성장을 계속하여, 현재는 관광산업과 더불어 제주도의 기간산업으로 성장하였다.

계속적인 재배면적의 증가, 수령의 증가, 재배기술의 향상 등으로 감귤 생산량이 연평균 60만톤을 넘어서고 있으며, 생산년도에 따라 품작일 때는 단기간에 다량 출하로 인한 가격하락으로 농가소득이 현저히 감소하기도 하고 있다(고와 강, 1994; 농협중앙회제주지역본부, 1996). 1995년부터 오렌지 할당수입을 시작으로 의무수입 물량의 증가와 더불어 1997년 7월부터는 수입이 자유화되었고, WTO 출범과 함께 소비시장이 완전 개방되면서 여러 가지 문제점들이 일어나고 있다. 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 적정생산과 더불어 생산구조의 개선, 수확 후 고품질을 유지할 수 있는 관리기술, 품질규격화와 더불어 유통구조 개선 등이 필요하다. 따라서 감귤의 출하물량 조절을 위한 수확 후 관리기술, 특히 선도 유지를 위한 저장기술에 대한 연구의 중요성이 대두되고 있다.

현재 주로 이루어지고 있는 저장방법은 간이창고를 이용한 상온저장이 대부분이며, 상온저장에서는 저장고 내의 환경조절이 어렵고, 2월부터는 외기 기온의 상승 등으로 저장감귤이 급격한 생리활성으로 내용성분의 감소, 부패과 발생 등으로 상품성을 유지하기 어려워 품질이 떨어진 상태로 출하되고 있어서 선도유지를 위한 저장기술 개발에 대한 필요성이 요구되고 있다.

伊庭 등(1985)이 온주밀감의 저장 최적온도를 구명하기 위하여 1963~1972

년에 걸쳐서 저온저장 시험을 수행한 결과, 저온저장에서 습도가 높으면 상온 저장보다 부패도가 증가되고, -2°C 에서는 과피가 동결되었으며 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 에서는 미숙과는 저온장해가 발생하였다고 한다. 온주밀감의 최적 저장온도는 3°C 전후이고 최적 저장습도는 $85\sim 90\%$ 라고 하였으나, 고 등(1996)은 제주산 온주밀감을 이용하여 3°C , $87\pm 2\%$ 저장한 결과, 일부 저온장해가 발생한다는 보고가 있다. 이는 원료의 특성 및 저장조건에 따른 차이로 보여져, 제주산 감귤에 알맞은 저장조건을 새로이 구명하는 일이 필요할 것으로 판단된다고 하였다.

이 외에 국내에서 저온저장을 검토한 결과들이 보고(박 등, 1972; 고 등, 1994; 고 등, 1996; 윤, 1991)되었는데, 이를 실용화하기에는 다소 미흡한 실정이며 그 활용도 낮은 실정이다. 수입자유화에 따라 품질이 떨어진 감귤의 소비가 제한된다고 할 때, 장기간 품질을 유지하기 위해서는 수확 후 생리작용을 최소화할 수 있는 저온저장 체계의 확립은 필연적이라고 여겨진다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되는 감귤의 특성에 알맞은 저장기술이 확립되어야 할 것으로 여겨져 저장용 온주밀감의 수확시기 및 처리조건이 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.



II. 재료 및 방법

1. 감귤시료

감귤의 수확시기별 과실특성을 검토하기 위하여 10월 하순에서부터 다음해 1월 하순까지 일주일 간격으로 제주시 화북동에 위치한 과수원에서 수확한 온주밀감을 시료로 사용하였다.

그리고 저장용 감귤시료는 제주시 화북동과 남원읍 신례리에 위치한 과수원에서 수확한 궁천조생 (*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*)을 시료로 사용하였다. 감귤시료는 상품성이 큰 중간 크기인 직경이 55~65 mm인 것으로 가능한 물리적 손상과가 없도록 직접 수확하였다. 수확시기에 따른 감귤의 저장성을 검토하기 위하여 11월 11일에서 각각 10일 간격으로 수확하였으며, 시료처리에 따른 저장효과를 검토하기 위한 저장용 감귤은 11월 22일에 수확하였다.

2. 저장전 처리

저장감귤의 부패율을 줄이기 위하여 항균제인 0.1% 판마시수화제 (동방아그로, 유효성분 thiabendazole 60%)와 0.1% 톱신엠수화제 (전진산업, 유효성분 thiophanate-methyl 70%) 혼합액에 2분간 침지 처리한 다음 풍건하였다. 저장 중에 호흡작용 및 증산작용을 줄이기 위하여 수확 후 7일간 상온저장고에서 감량이 2~3%가 되도록 저장전 처리(豫措)를 하였다. 저온저장고에 입고하기 전에 결점과를 선별하여 각 처리구의 감귤은 용량이 26 L인 플라스틱 컨테이너에 3겹으로 약 6.0 kg씩 담았다.

서귀포시 토평동에 위치한 상온저장고에서 저장한 감귤을 대조구로 비교하였으며, 항균제의 처리효과, wax-coating 효과, film 포장효과 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.

3. 저장조건

내부공간이 180 × 270 × 220 cm가 되는 저장고에 내부온도를 각각 $4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 되도록 조절하였으며, 상대습도를 $87 \pm 2\%$ 가 되도록 습도조절을 위한 분사식 노즐이 설치된 저장고에서 감귤을 저장하였다.

4. 분석방법

1) 부패율 및 중량감소

저장기간 중 발생하는 부패율을 나타내기 위하여 임의로 선정한 3상자에 대한 총과실수에 대한 부패과 발생량을 백분율로 표시하였다. 과실 중량감소는 처리 전에 반복당 20개의 과실을 선정하여 각각의 중량을 20일 간격으로 측정하였고, 초기의 중량에서 매회 측정된 중량을 감한 수치를 초기 중량에 대한 총 감소중량의 백분율로 나타내었다.

2) 경도와 과육율

과실의 경도는 감귤의 측면을 texture analyzer (model TA-XT2, UK)를 사용하여 생과의 서로 다른 3부위를 측정하였으며, 최대값과 최소값을 제외한 평균값 (g-force)으로 나타내었다. 이때 측정조건은 probe 3.0 mm, pre-test speed 10.0 mm/s, test speed 5.0 mm/s, post-speed 10.0 mm/s 및 distance 25.0 mm이었다. 과육율은 조사 시기별로 과피와 과육을 분리한 다음, 각각의 중량을 측정하여 과실 중량에 대한 백분율로 나타내었다(고, 1998).

3) 산 함량

과즙의 산 함량 측정은 100 mesh 체를 통과한 과즙 10 ml를 취하여 페놀프

탈레인을 지시약으로 사용하여, 0.1 N NaOH 용액으로 복숭아 색이 되기까지 적정한 후 다음 식에 의해 구연산으로 환산하였다 (小原, 1973).

$$\frac{\text{Titration volume} \times 0.1 \text{ N} \times 0.064 \times 100}{10 \text{ ml Sample} \times \text{Specific gravity}} = \text{g/100 g}$$

4) 가용성고형물

과즙 중의 가용성고형물 (°Brix)은 착즙된 과즙을 Refractometer (RA-510 Kyoto Electronics, Japan)를 사용하여 실온에서 측정하였다.

5) 총 당

총당은 과육을 homogenizer로 분쇄하여 0.7 N HCl로 가수분해한 용액을 0.7 N NaOH으로 중화한 다음 정용한 후, 여과한 여액을 시료로 하여 Somogyi-Nelson 변법 (Hatanaka and Kabara, 1980)으로 정량 하였다.

6) 비타민 C

비타민 C는 과육 10 g을 5% metaphosphoric acid 50 ml를 가한 후 마쇄하여 감압여과 하였으며, 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출한 후 100 ml로 한 다음 hydrazine 비색법 (주 등, 1989)에 준하여 분석하였다.

7) 일반성분

과육을 분쇄한 다음 예비건조한 시료를 사용하여 수분은 105℃ 상압건조법으로, 조단백질은 micro Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 회분은 450℃ 가열법으로 각각 분석하였다 (小原, 1973).

8) 착색도

감귤 과피의 색도는 Colormeter (JP7200F/C, Japan)를 사용하여, 각 10개의 시료 3부위에 대해 L, a, b, ΔE 값을 측정한 다음 평균값으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 온주밀감의 수확시기별 성분변화

감귤품질에 가장 큰 영향을 주는 것은 당 함량과 산 함량의 비율로서 저장 감귤의 경우는 저장조건에 따라 두 성분의 감소가 상품성에 큰 영향을 주기 때문에 이를 비교하기 위하여 수확시기에 따른 당 함량의 변화관계를 측정한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 가용성고형물($^{\circ}$ Brix)은 수확시기가 늦어질수록 계속하여 증가하여 14.0 $^{\circ}$ Brix까지에 이르렀고, 12월 중순 이후에는 큰 변화를 보이지 않았다. 총당과 환원당도 계속하여 증가하는 경향을 보여 생과로서 품질이 향상됨을 알 수 있었다. 그러나 12월 중순 이후에는 껍질이 두꺼운 보통 온주와는 달리 일부 조생온주의 경우 껍질이 말라 버리는 위조(萎凋)현상(wilting)이 나타나 상품성이 저하되기 시작하였다.

Fig. 2는 수확시기에 따른 산 함량과 pH 변화를 나타내었다. 산 함량은 측정할 때에 다소간 오차에 의해 약간의 변동은 있었으나, 저장기간을 통하여 큰 변화를 보이지는 않았으나 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 pH는 저장기간 동안에 약간 저하하는 경향을 나타냈으며, 수확시기가 늦어짐에 따라 당 함량이 증가로 당산비(Brix/acid)가 증가하였다.

Fig. 3은 수확시기에 따른 감귤의 정도와 비중의 변화를 나타내었다. 감귤의 비중은 거의 변화 없이 일정하게 유지하다가 1월 중순 이후 감소하였다. 이는 수상(樹上)에서 감귤의 위조현상이 심해짐에 따라 정도 증가와 함께 일어남을 알 수 있었다. 감귤이 과숙함에 따라 펙틴분해효소 활성의 증가로 껍질 및 과육이 연화되는 것이 일반적이지만(大和 등, 1978), Fig. 3에서처럼 12월 중의 정도의 증가는 일부 시료가 위조현상에 의한 측정치 변화에 기인하는 것으로 판단되었다. 수상에서의 과숙으로 인한 당산비의 증가와 과육의 연화에 의한 식미는 매우 좋아짐을 알 수 있었으나, 외관에 의한 상품성 저하가 우려되었다.

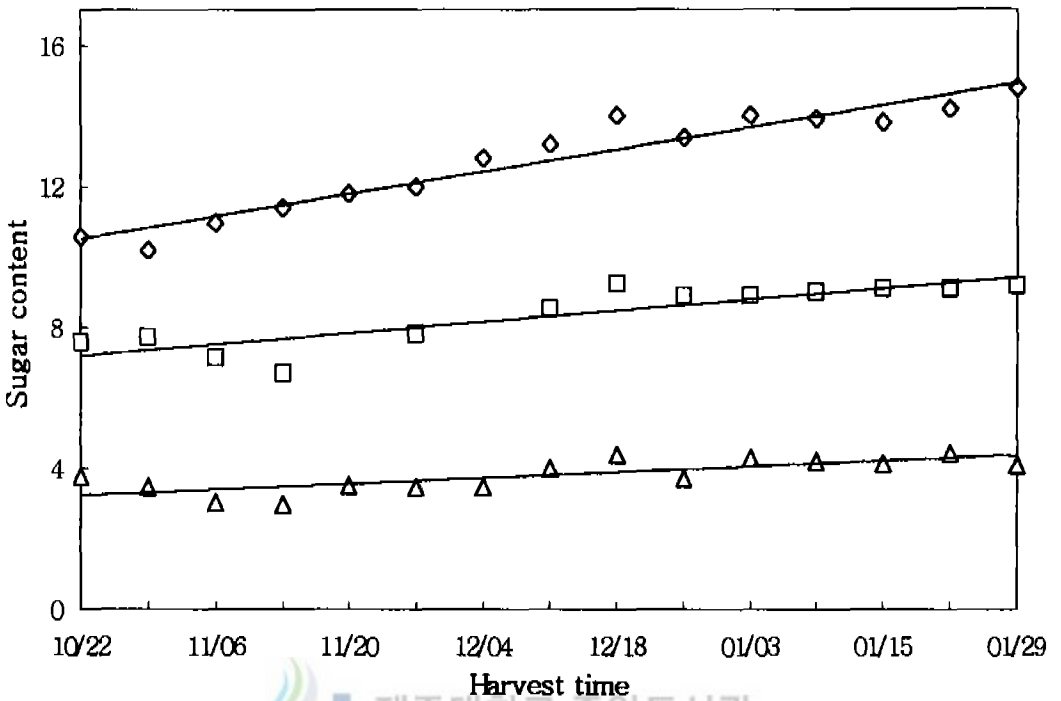
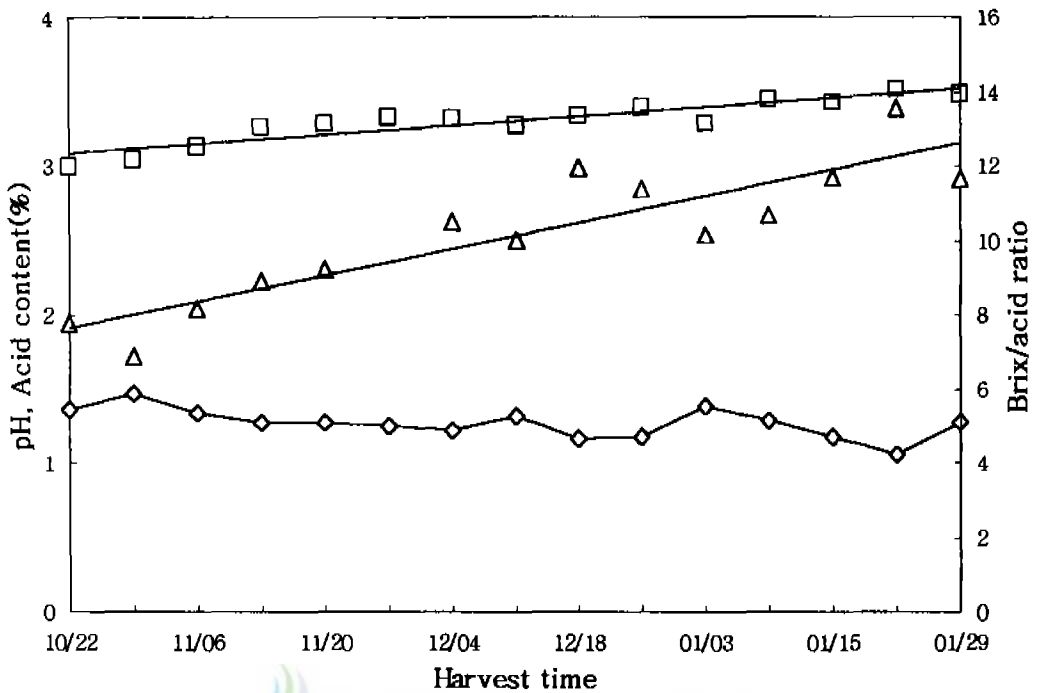


Fig. 1. Changes in soluble solids, total sugar and reducing sugar of Satsuma mandarin according to harvest time.

—◇— Brix, —□— Total sugar, —△— Reducing sugar.




 제주대학교 중앙도서관
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 2. Changes in acid content and pH of Satsuma mandarin according to harvest time.

—◇— Acid content, —□— pH, —△— Brix/acid.

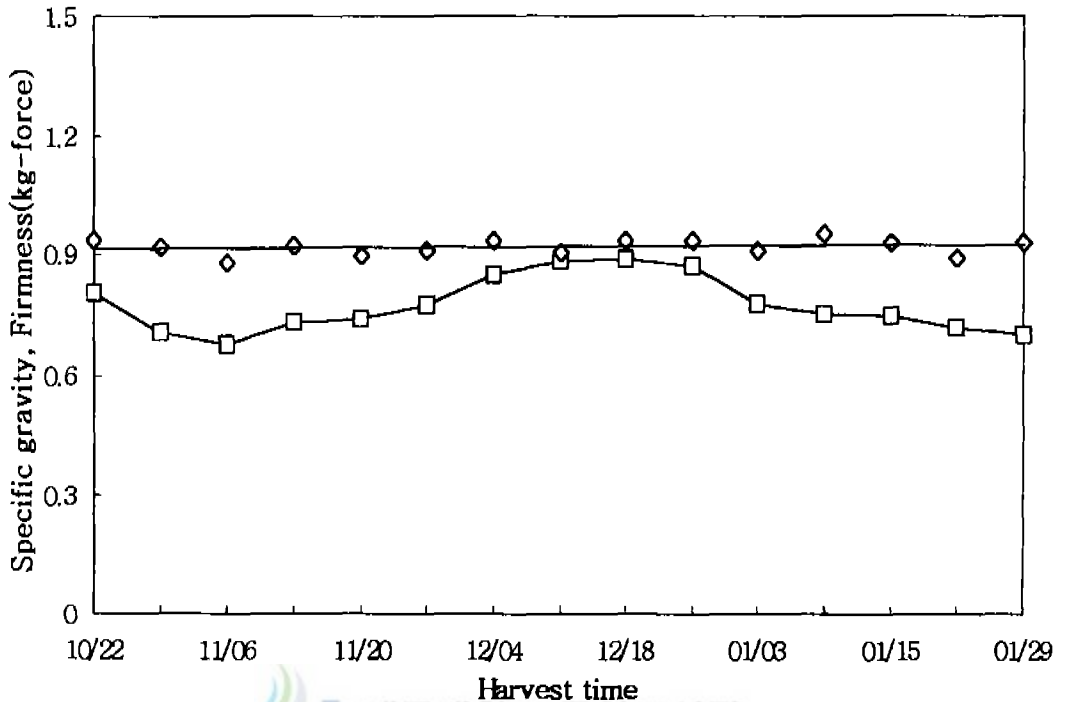


Fig. 3. Changes in firmness and specific gravity of Satsuma mandarin according to harvest time.

—□— Firmness, —◇— Specific gravity.

색차계에 의한 착색도의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 감귤이 성숙함에 따라 chlorophyll의 소실과 함께 carotenoid계 색소의 노출로 인한 황색도의 증가가 외관상 수확시기를 결정하는 지표로 삼고 있다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 a (황색도)값과 color index (a/b)와는 일치된 경향을 보이고 있어서 착색도의 평가는 지금까지 관행적으로 이루어져 왔던 육안에 의한 경험적인 결정보다는 color index를 이용한 객관적인 자료로 나타내는 것이 합리적인 것으로 여겨졌다. 조생은주의 경우 11월 하순 이후에는 색도의 변화가 거의 없는 것으로 보아 완숙한 감귤로 판단되었으며, 가용성고형물이 높아 맛에서도 좋은 것을 알 수 있었다.

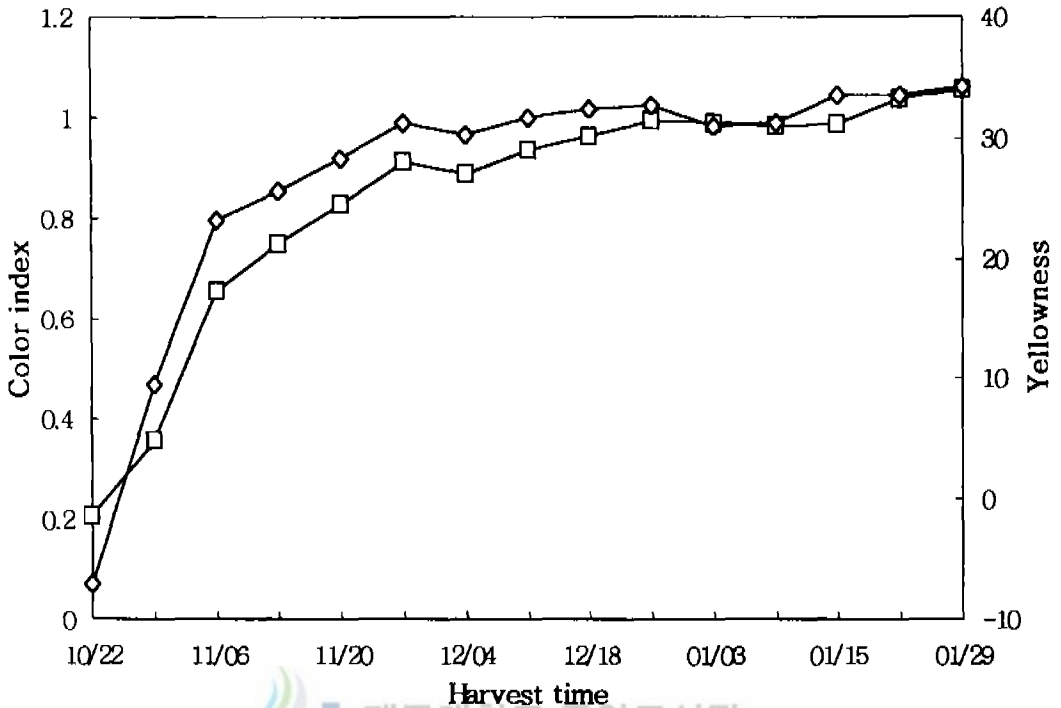


Fig. 4. Changes in peel color of Satsuma mandarin according to harvest time.

—□— Color index, —◇— Yellowness.

2. 저장감귤의 특성

Table 1은 저장용 조생온주의 물리화학적 특성을 분석한 결과이다. 장기저장용 감귤로는 껍질이 두껍고 수확시기가 늦은 보통온주계가 유리하지만, 상품성이 높은 조생온주로의 품종개선을 통한 조생온주의 식재면적이 증가와 생산농가에서도 출하조절을 위한 조생온주 저장이 대부분으로, 이에 대한 저장특성을 검토할 필요가 있었다.

저장감귤의 산 함량은 보통온주에 비하여 낮았으며 (고 등, 1994; 고 등

1995), 다른 성분 함량은 유사하였다. 감귤성분은 품종, 생산년도, 생산지역, 수확시기, 재배환경 등에 따라 다소 차이가 생기며(고 등, 1994; 고 등, 1995), 저장에 영향을 주는 것은 저장감귤의 물리적 특성과 더불어 화학성분으로는 당 함량과 산 함량이라고 할 수 있다. 수확 후 감귤의 생리작용에 의해 산 함량의 감소가 빨리 일어나고, 당의 감소가 서서히 일어나 품질저하를 가져온다(고 등, 1994). 본 실험에 주로 사용한 감귤시료는 극조생은주의 평균값에 비하여 당 함량과 산 함량이 다소 높았다.

Table 1. Physicochemical properties of Satuma mandarin 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/100 g
Crude fat	0.18 %		
Ash	0.42 %		

3. 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 생리 상태, 저장 상태, 습도조절의 불완전, 오염미생물 등이 주요 요인이라고 할 수 있다. 저장 초기 부패과의 발생은 주로 저장고 내의 환경조건에 민감한 감귤에서 먼저 발생되는 것으로 보여졌다. 저장실내 습도를 일정하게 조절한다고 하더라도 실제로 감귤이 저장고에 놓여있는 위치 및

상태에 따라 습도 분포가 다르고, wax-coating이나 필름포장에서, 또는 감귤이 포개져 있는 부위에는 부분적인 과습에 의해 생리적 장애를 일으킬 수 있는 데에 기인하는 것으로 여겨졌다(고 등, 1994).

특히 수확할 때에 육안으로 판별하기 어려운 결점과가 저장 중에 pitting과 같은 생리적 장애를 일으켜 상품성을 저하시키는 것으로 보여졌다(Ryall 등, 1982). 또한, 컨테이너 1개 전체를 1회의 분석시료로 하여 2반복 처리하였기 때문에 처리구에 따라 다소의 차이를 나타내어 같은 결과를 얻기 어려운 점도 있었다.

Fig. 5는 저장기간 중 궁천조생의 부패율을 나타내었다. 처리구에 따라 다소의 차이가 있었으나, 저장 초기에는 미생물에 의한 부패과보다는 상온저장의 경우 상품성이 떨어진 생리적 장애과가 많이 발생하였다. 저장 120일 동안 부패율은 5% 이하를 유지하였으나, 상온저장과 필름 포장한 저장에서는 80일 후부터 부패율이 급격히 증가하였다. 특히 상온저장에서는 위조현상이 심하게 일어나기 시작하였고, 필름 포장한 감귤에서는 포장 내에 응결수가 맺히고, 과습에 의한 부패과가 많이 발생하였다. 이는 저장습도 90% 이상에서는 온주밀감의 부패율이 높아진다는 보고(農林省食品綜合研究所, 1978)와 일치하였다.

또한, 부패미생물 제어를 위한 항균제 처리에 있어서 저장 초기에는 차이가 별로 없었으나, 저장 후기에 이룰수록 점차 부패과가 증가하는 경향을 보였다. 저장 중 감귤의 호흡율을 낮추기 위하여 처리한 wax-coating의 경우도 저장 후기에 생리적 장애로 인한 부패율의 증가를 유발하기 때문에, 실제로는 출하기간을 예측하여 각 처리조건을 검토할 필요가 있을 것으로 보였다. 따라서 저장감귤의 선택 및 저장전 처리에 있어서의 품종, 생산지역은 물론 수확 단계에서부터 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. 6). 그러나 저장감귤의 부패는 1월 하순까지는 거의 없었고, 그 이후 완만한 증가를 보이다가 4월 초순 이후에 급격한 증가를 보였다.

제주산 감귤의 CA 저장에서 저장 한달 후 10% 정도의 중량감소가 있었다

는 보고 (윤, 1991)에 비해, 본 실험에서 약 3%의 중량감소는 저장고 내의 습도를 87%로 유지하였을 경우 상대적으로 저장용기에 밀착한 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 부과과 (puffed fruits)의 발생과 변향과 (off-flavored fruits)의 발생을 촉진시킬 수 있기 때문에 최적 저장기간을 선택할 필요가 있을 것으로 판단된다.



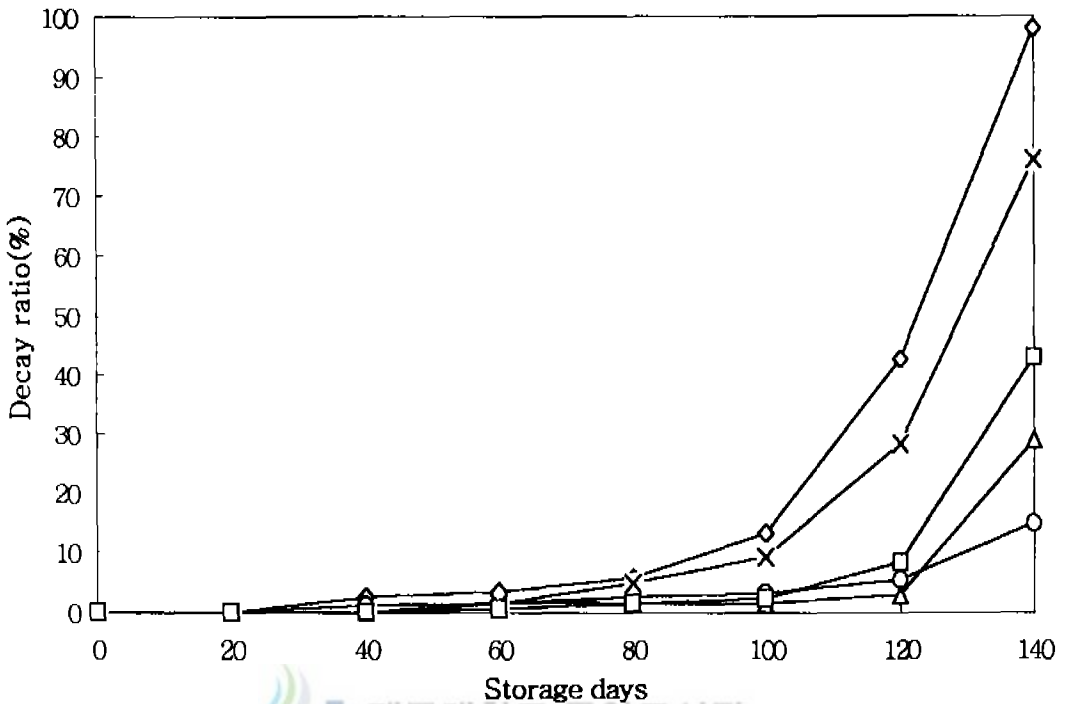


Fig. 5. Changes in decay ratio of Satsuma mandarin during cold storage at 4°C and 87% RH.

—◇— Room Temperature, —×— Cold-film, —○— Cold-nonfungicide,
 —△— Cold-waxing, —□— Cold-fungicide.

Room Temp.; stored at room temperature, Cold-fungicide; treated citrus fruits with 0.1% fungicide after harvest, 'cold' meant 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.

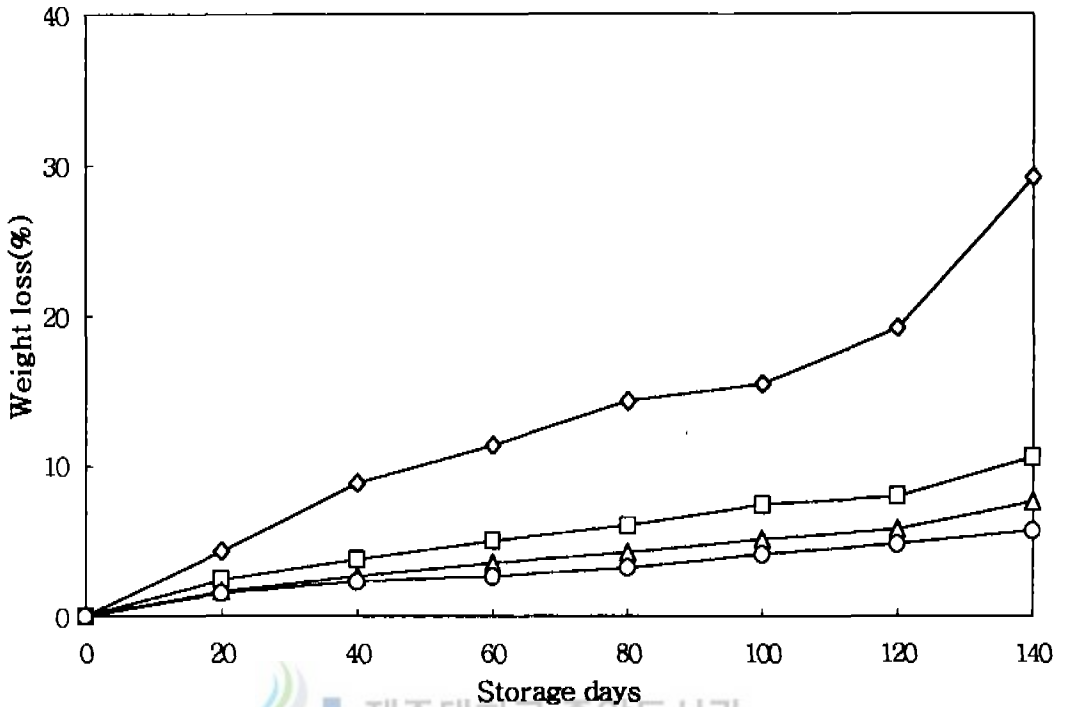


Fig. 6. Changes in weight loss of Satsuma mandarin during cold storage at 4°C and 87% RH.

- ◇— Room Temp., —□— Cold,
- △— Cold-waxing, —○— Cold-film.

습도조절을 위하여 저장용기의 재질을 나무로 만든 캐비닛형으로 하여 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.

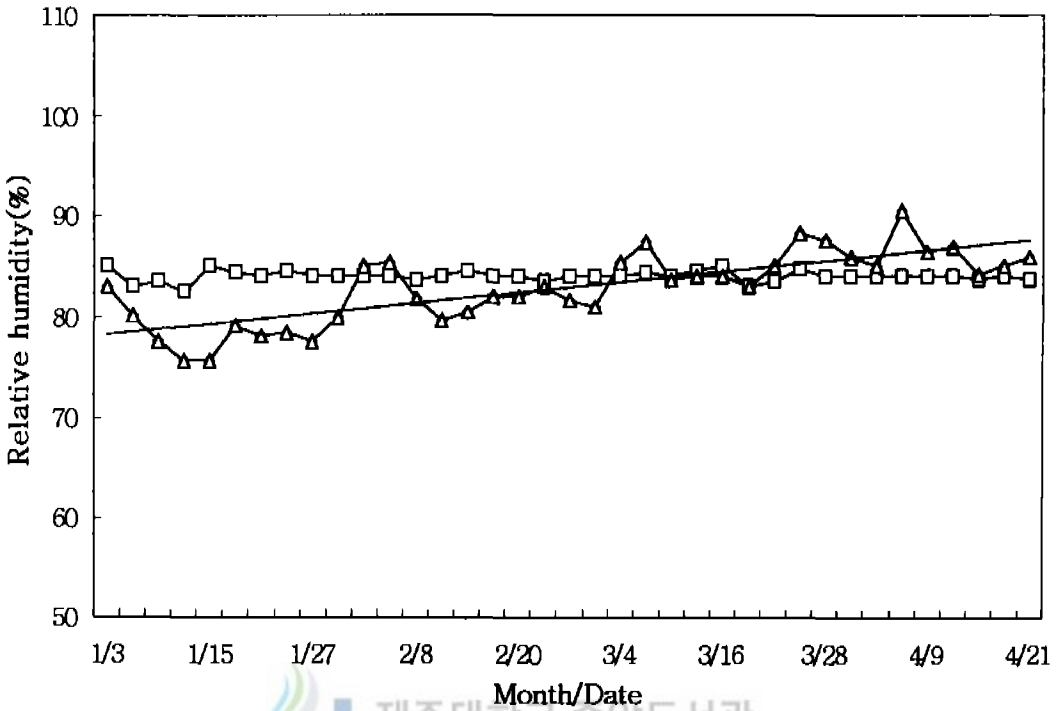
그리고 과피의 흑부 현상은 처음 작은 점으로 나타났다가 점차 커지면서 썩

기 시작하였고, 일부 감귤에는 꼭지 부분에 흑변이 일어나면서 부패가 일어났다. 이와 같은 현상은 3월 중순 이후에 심해졌다. 이 외에도 과피 일부에 주로 발생하는 *Penicillium*속에 의한 부패과의 발생뿐만 아니라 회색곰팡이에 의한 부패현상 (Ryall 등, 1982)이 발생하기도 하였다. 그리고 부분적으로 과피가 검게 변하면서 썩어 가는 현상이 일어나 부패과의 비율이 점차 높아졌다. 일본에서는 온주밀감의 저장은 3℃, 상대습도 85~90%가 최적조건이라는 보고 (農林省食品綜合研究所, 1978)가 있으나, 이는 저장감귤의 특성 및 저장조건에 따라 차이가 있는 것으로 보여져, 제주산 감귤에 알맞은 저장조건을 새로이 구명하는 일이 필요할 것으로 판단되었다.

4. 습도에 따른 감귤의 저장성

현재 제주지역에서의 감귤저장은 주로 상온저장에 의존하고 있어서, 저장고를 개선하기 위한 가장 손쉬운 방법의 하나로 온도조절에 따른 저장성을 검토하였다. Fig. 7에서 보는 바와 같이 85%로 습도조절이 이루어진 저장고는 저장기간 중 약간의 차이는 있었으나, 거의 일정한 습도가 유지되었는데 비하여 온도만을 4℃로 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 습도조절 여부에 따라 차이를 나타내었으며 (Fig. 8), 습도조절이 이루어지지 않을 경우에는 저장 60일 이후에 부패율이 크게 증가하는 것을 알 수 있었다.




 제주대학교 중앙도서관
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 7. Humidity changes of storage chamber during cold storage with or without humidity control.

—□— Humidity Control, —△— Without Humidity control.

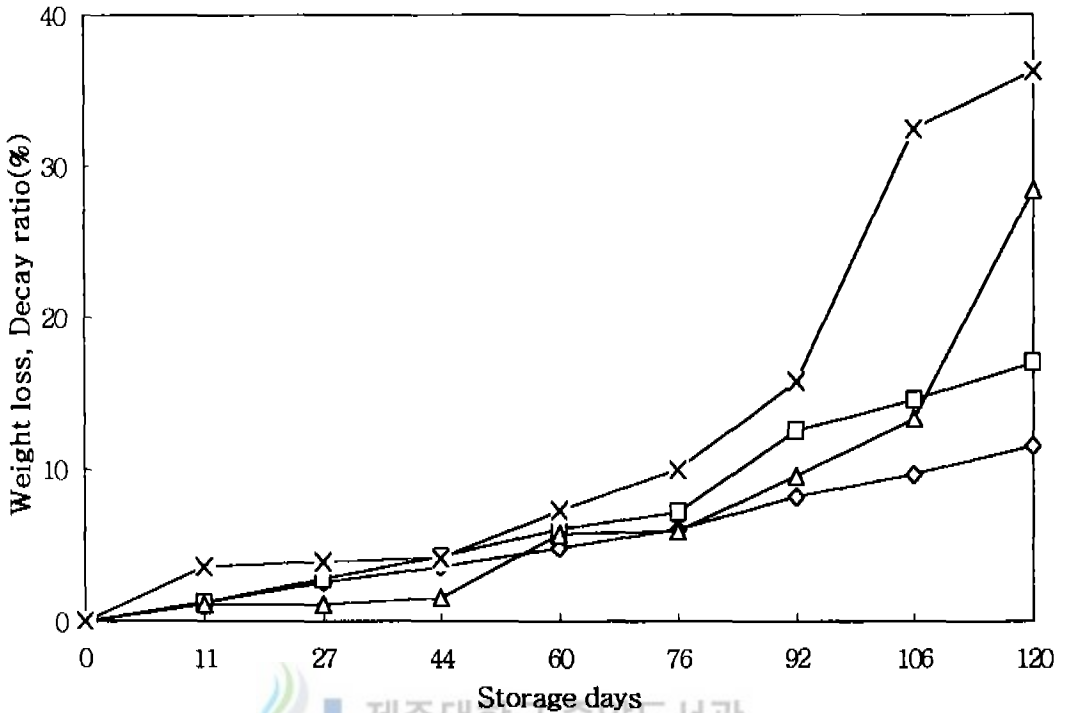


Fig. 8. Changes in decay ratio and weight loss of during cold storage with or without humidity control.

—◇— Weight loss, Humidity control, —□— Weight loss,
 —△— Decay, Humidity control, —×— Decay.

5. 저온저장 중 품질변화

저장감귤의 신선도를 평가하기 위한 방법은 여러 가지가 있으나, 외관에 의한 관능적인 평가보다는 계량화할 수 있는 방법을 알아보기 위하여 껍질 수분 함량의 변화와 경도의 변화를 측정하여 나타내었다(Fig. 9). 외관에 의한 빛깔 소실 등 신선도의 차이는 보는 시점의 차이로 인하여 구분하기 어렵기 때문에 크게 나타나지 않았으나, 저장기간 중 껍질의 수분 함량은 저장 초기에 약간

증가하였으나 저장 40일 이후부터 감소하는 경향을 나타내었다.

이는 감귤의 특성에 의해 과육 부분의 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.

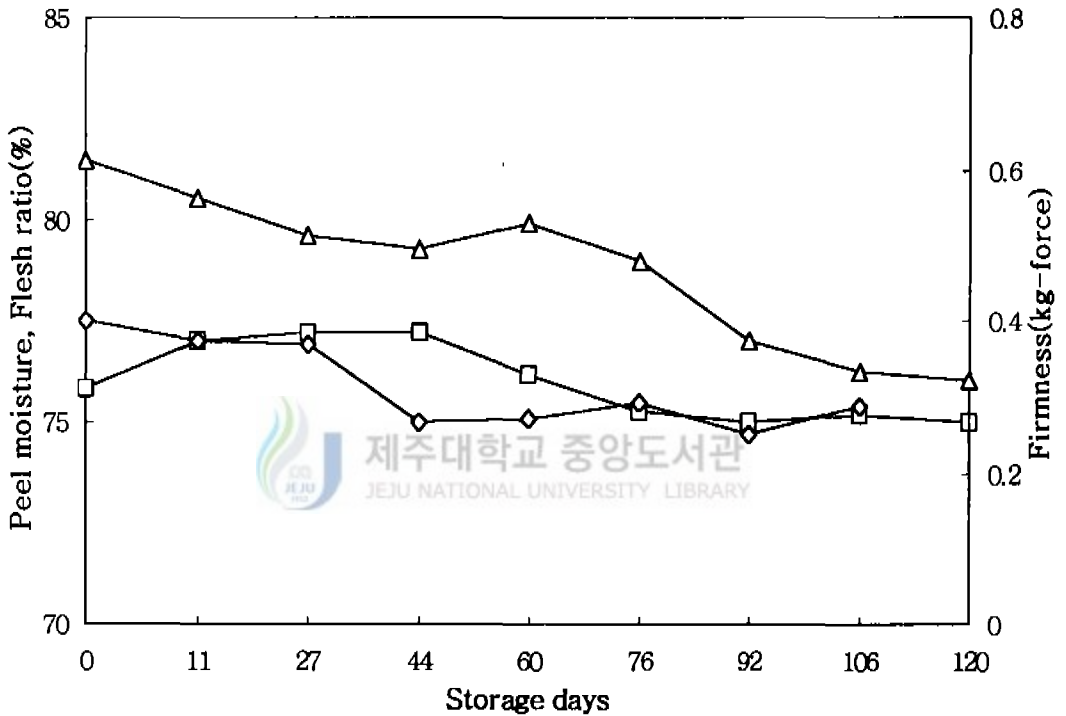


Fig. 9. Changes in peel moisture content, flesh ratio and firmness of Satsuma mandarin during cold storage at 4°C and 85% RH.

—□— Peel moisture, —◇— Flesh ratio, —△— Firmness.

일반농가의 상온저장에서 습도가 낮았을 경우 겉보기에는 상품성은 유지하지만 과육은 말라 버리는 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 (Stanley, 1991), 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 신선도가 다소 떨어지고 있음을 알 수 있었다. 따라서 맛과 품질만을 기준 한다면 60 ~ 80일 정도가 저장한계라고도 생각할 수 있을 것이다.

Fig. 10은 감귤의 내용성분 중에서 맛에 관계가 큰 가용성고형물과 산 함량의 변화를 나타내었다. 가용성고형물과 산 함량은 호흡작용에 의해 저장기간에 따라 조금씩 감소함을 알 수 있었다. 상온저장에서는 장기간 저장에서 호흡작용이 심하여 산 함량의 감소가 심하고 당 함량의 감소는 많지 않아 당산비가 증가하는 경향이 뚜렷한데 비하여, 저온저장에서는 산 함량이 감소가 저장기간에 비하여 그리 크지 않음을 알 수 있었다.

감귤의 경우 개체간의 성분 함량이 차이가 많은 편이며 (고 등, 1995), 저장 실험에서는 같은 시료를 분석할 수 없기 때문에 실제 분석시료가 일정하지 않아 각 시료간의 차이에 의해 분석값은 약간 변화가 있었다. 그 외로 저온저장 중 비중, 총당 및 환원당, 비타민 C 등 감귤성분의 감소 경향이 지속되어 품질 저하가 서서히 진행됨을 알 수 있었다.

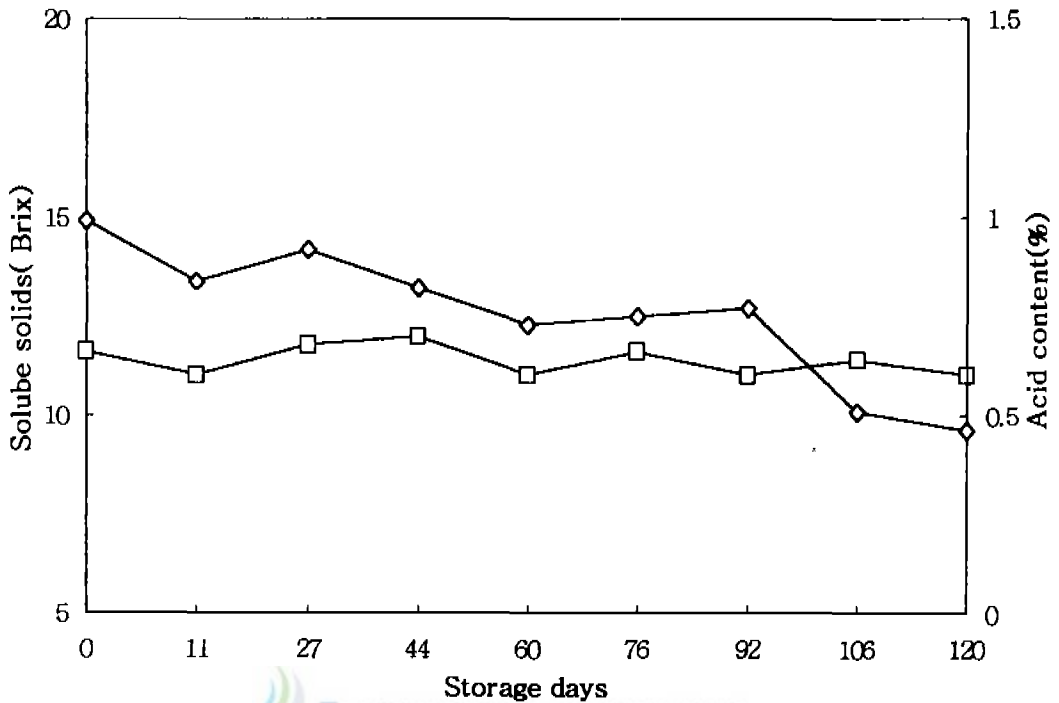


Fig. 10. Changes in soluble solids and acid content of Satsuma mandarin during cold storage at 4°C and 87% RH.

—□— Brix, —◇— Acid.

6. 수확시기에 따른 영향

과피의 착색도를 기준하는 관행수확시기를 중심으로 하여 10일 간격으로 각각 수확시기를 달리하여 수확한 감귤에 대한 저장성을 검토한 결과는 Fig. 11에서 보는 바와 같다. 수확시기가 늦을수록 부패율과 중량감소가 적었으며, 이는 수확 후 저장기간이 차이에 따라 거의 비례하였다. 부패율의 경우 11월 중순에 수확한 감귤은 3월 중순 이후 급격히 증가하였다. 특히 중량감소의 경우 11월 중순과 하순에 각각 수확한 감귤에 비해 12월 초순에 수확한 감귤이 적었

으며 4월초에 6% 수준이었다. 이는 보통은주의 상온저장에서는 조기 수확한 감귤이 후기 수확과에 비해 저장성이 좋았다는 보고(문 등, 1977)와는 다른 결과였다.

생과용으로 출하되는 감귤이 대부분 11월 중순에 수확하고 있으나, 장기간 저온저장을 통하여 선도를 유지하면서 출하시기를 조정하는 경우는 가능한 수확시기를 늦게 하는 일이 필요할 것으로 보여진다. 그러나 조기 수확과에 비하여 저장성이 향상되기는 하였으나, 후기 수확과의 경우도 저장 100일 후부터는 부패율의 증가가 커졌다. 이는 조생은주의 생리적 특성으로 인하여 장기저장에는 알맞지 않은 것으로 판단되며, 완숙과를 수확하여 100일 정도를 저장하면서 필요에 따라 출하하는 방안이 바람직한 것으로 여겨졌다. 일반적으로 조생은주의 경우 수확시기가 보통은주에 비하여 한달 정도 빠르기 때문에 상대적으로 수확 후 저장해야 하는 기간이 길어지며, 또한 다른 품종의 감귤에 비해 저장성이 떨어지는 것으로 알려져 있어서 품질을 기준 하여 상품성을 유지할 수 있는 상온저장의 경우 2월까지의 저장을 최장기간으로 보고 있다.

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

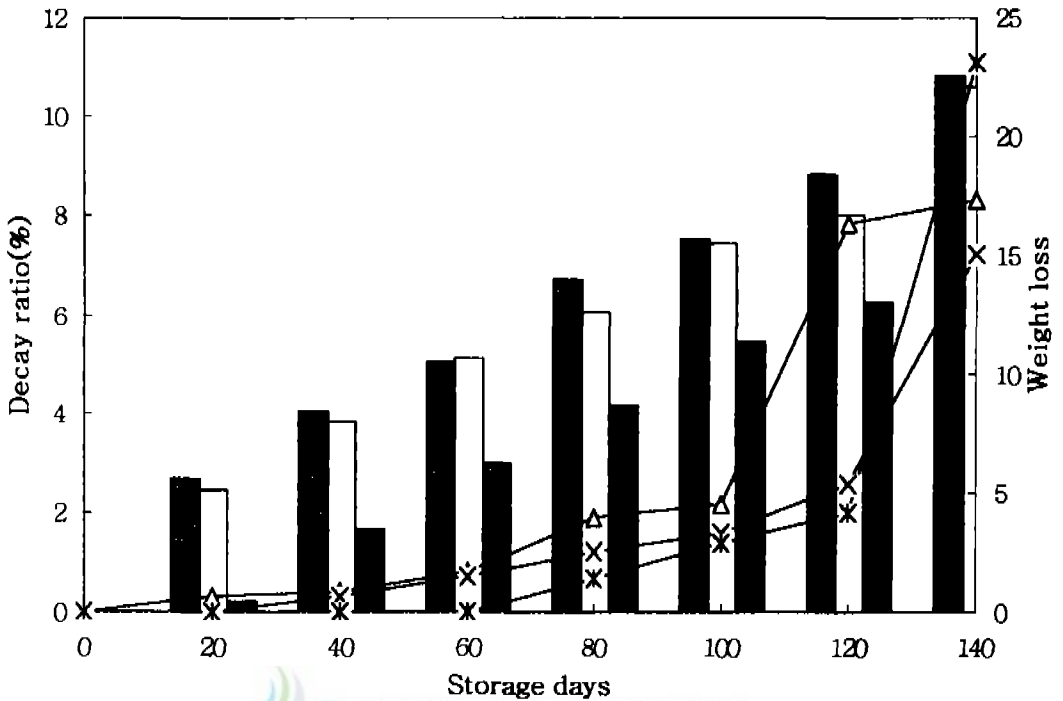


Fig. 11. Changes in decay ratio and weight loss of Satsuma mandarin during cold storage at 4°C and 87% RH according to harvest time.

—△— 11/11 Decay, —×— 11/22 Decay, —*— 12/03 Decay,
 ▨ 11/11 Loss, □ 11/22 Loss, ▩ 12/03 Loss.

7. 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.

저온에서 저장한 감귤은 상온에서 저장한 감귤에 비하여 비교적 상품성을

나타내는 외관과 식미를 나타내는 맛에 있어서 무난한 결과를 보였다. 특히 필름 포장하여 저장한 감귤의 경우 외관적인 상품성을 나타내었으나, 출하 5일 후 부패율은 다른 처리구에 비하여 매우 높아 유통에 문제점을 가지고 있는 것으로 판단되었다. 이는 출고 후 과습과 고온으로 호흡작용이 갑자기 왕성해지며, 생리적으로 약한 상태에서 오염된 미생물의 생육에 의해 일어나는 것으로 보였다. 부패율의 경우 출하할 때의 외기온도가 높은 점도 있으며, 과육 부분의 부패보다는 겉보기에 상품성을 잃은 감귤을 기준 하였기 때문에 비교적 높게 나타난 면도 있으나 출고 후 취급에 특별한 주의가 필요함을 알 수 있었다.

본 실험결과는 조생온주의 최적저장조건을 설정하는데 있어서 저장조건의 설정과 저장고의 운용에 제한적이어서 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.



Table 2. Decay ratio after 5 days drawn 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

IV. 요약

제주산 온주밀감의 특성에 알맞은 저장기술의 확립을 위하여 수확시기와 저장방법에 의한 온주밀감의 저장특성을 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수확시기가 늦어짐에 따라 가용성고형물, 총당 및 환원당이 증가하는 경향을 보였으며, 산 함량은 약간 감소하였다. 비중과 경도는 큰 변화를 보이지 않았으며, color index (a/b)는 11월 하순까지 증가하다가 그 이후에는 변화가 없었다.

2. 상온저장에 비해 저온저장 감귤은 저장기간 중 가용성고형물, 총당, 비타민 C의 변화가 매우 적었으며, 부패율과 중량감소가 각각 10% 이내의 수준에서 비교적 신선도를 유지한 상태로 3월 하순까지 저장이 가능한 것으로 보였다. 또한, 중량감소, 경도의 저하, 당 함량의 감소는 저장기간 중에 계속적으로 서서히 일어났다.

3. 필름포장과 wax-coating은 중량감소와 외관 향상에는 도움을 주었으나, 장기간 저장에는 부패율이 증가하였으며, 항균제처리에 있어 부패율은 저장 초기에는 차이가 없었으나 저장 후기에 이룰수록 무처리구에서 증가하였다.

4. 습도조절을 하지 않은 저온저장은 조절한 경우와 비교하였을 때 부패율과 중량감소, 과육율 감소가 컸으며, 저장 60일 후부터 경도 저하가 많이 일어났다.

5. 조기 수확한 감귤에 비하여 완숙한 감귤이 부패율과 중량감소가 적어 완숙과를 수확한 다음 저장하는 것이 좋을 것으로 판단되었으며, 저장 100일간을 기준 하여 출하하는 것이 바람직하였다.

6. 상온저장한 감귤에 비해 저온저장한 감귤은 저장 4개월 이후 출고하였을 경우 외관 및 맛이 비교적 우수하였으며, 출고 후 필름 포장한 감귤의 부패율은 급속히 증가하여 유통기간중 취급에 주의가 필요하였다.

V. 참고문헌

- 고정삼 (1998) 식품분석실험, 제주대학교 출판부, p. 64~68.
- 고정삼, 강영주 (1994) 제주농업과 감귤가공산업, 광일문화사, p. 88.
- 고정삼, 고정은, 양상호, 안성웅 (1994) 제주산 온주밀감의 특성과 관능평가, 한국농화학회지, 37(3), 161~167.
- 고정삼, 김민 (1996) 제주산 만감류 청견의 저온저장, 한국농산물저장유통학회지, 3(1), 15~21.
- 고정삼, 김성학 (1995) 제주산 감귤류의 성분과 그 특성, 한국농화학회지, 38(6), 541~545
- 고정삼, 양상호, 고정은, 김성학 (1994) 제주산 보통온주의 저온저장, 제주대학교아열대농업연구소, 11, 23~30.
- 고정삼, 양상호, 김성학 (1996) 제주산 홍진조생 온주밀감의 저온저장, 한국농산물저장유통학회지, 3(2), 105~111.
- 고정삼, 양영택 (1994) 제주산 온주밀감의 품질평가에 미치는 요인, 한국농산물저장유통학회지, 1(1), 9~14.
- 김창신, 김성학, 현승원, 고정삼 (1994) 감귤저온저장방법 및 온도가 품질에 미치는 영향, 시험연구보고서, 제주도 농촌진흥원, p. 342~355.
- 농협중앙회 제주도지회 (1996) 감귤유통처리실태분석, p. 17, 72.
- 문덕영 (1997) 제주감귤의 생산기술. 변천과정과 향후전망, 제주 감귤산업의 지속적 생존을 위한 국제 심포지움, 아열대원예산업연구센터, p. 65~85.
- 문두길, 한해룡, 박용봉 (1977) 저장용 온주밀감의 수확적기에 관한 연구, 제주대학교 논문집, 9, 49~55.
- 박노풍, 최언호, 변광의, 백자훈 (1972) 감귤류의 저장에 관한 연구 (I) 온주밀감의 주요생산지별 저장성과 품질의 비교, 한국식품과학회지, 4(4), 285~290.

- 윤창훈 (1991) 제주산 온주밀감의 CA저장에 관한 연구, 한국농화학회지, 34(1), 14~20.
- 제주농협지역본부, 제주감귤협의회 (1999) '98년산 감귤유통처리실태분석, p. 23
- 주현규, 조황연, 박충균, 조규성, 채주규, 마상조 (1995) 식품분석법, 학문사, p. 409~413.
- 한해룡, 권오균 (1994) 감귤원예신서, 선진문화사, p. 5~7, 437~479.
- 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.
- 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.
- 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.
- 小原哲二郎 編 (1973) 食品分析ハンドブック, 建帛社.
- 大和田隆夫, 飯野久榮, 石間紀男, 吉川誠次 (1978) 温州ミカン果汁の糖度及び酸含量と嗜好の關係, 日本食品工業學會誌, 25, 147~152.
- Hatanaka, C. and Y. Kobara (1980) Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method, *Agric. Biol. Chem.*, 44, 2943~1949.
- Kays, S.J. (1991) Postharvest physiology of perishable plant products, Avi, p. 273.
- Ryall A.L. and W.T. Pentzer (1982) Handling, transportation and storage of fruits and vegetables, Vol. 2, p. 553, Avi.
- Stanley, J.K. (1991) Postharvest physiology of perishable plant products, p. 273, Avi.

감사의 글

부족한 저에게 학문의 길로 인도하여 주시고 끝없는 지도와 보살핌을 아끼지 않으신 고정삼 교수님께 진심으로 감사드리고, 바쁘신 가운데에도 세심하게 논문을 심사하고 교정하여 주신 류기중 교수님, 김찬식 교수님과 평소 많은 가르침을 주신 강순선 교수님, 유장걸 교수님, 현해남 교수님께도 깊은 감사드립니다.

아울러 따뜻한 관심과 배려를 아끼지 않으신 남제주군농업기술센터 김종하 소장님, 오태수 과장님, 고성준 과장님을 비롯한 모든 직원 여러분께도 감사드립니다.

농산가공 및 생물공학실험실에서 늘 같이 하면서 많은 도움을 주신 선배님들과 대학원생, 학부생에게도 감사의 뜻을 전합니다.

끝으로 항상 곁에서 사랑으로 돌보아 주신 부모님과 장인, 장모님께 감사의 마음을 드리며, 힘들고 어려울 때 항상 힘이 되어준 아내와 몇 일 후에 태어날 아기에게 이 작은 결실을 전합니다.