

포장재 처리에 따른 한라봉 감귤의 저장 중 품질변화

이상협 · 김종현 · 정희찬 · 고정삼[†]
제주대학교 생명공학부

Changes in Fruit Quality of Hallabong Tangor (*Citrus kiyomi* × *ponkan*) by Film Packaging during Storage

Sang-Hyup Lee, Jong-Hyun Kim, Hee-Chan Jeong and Jeong-Sam Koh[†]
Faculty of Biotechnology, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract

We investigated changes in fruit quality of *Hallabong tangor* (*Citrus Kiyomi* × *ponkan*) that was packaged with Si+CaO and LDPE film. The flesh ratio during storage was 74.33% (±3.66) to 81.56% (±1.38). Firmness of M16A, a variant of *Hallabong tangor*, was higher 100g-force than that of *Hallabong tangor*, changes of firmness was not shown among film packages. A fruit juice was 12-14°Brix, and this increased somewhat at the end of storage without film packaging. The titratable acidity of the M16A variety was 0.2% lower than that of the *Hallabong tangor*. *Hallabong* and M16A maintained freshness and taste for 120 and 60 days, respectively. The level of reducing sugars in the *Hallabong tangor* was 1% higher than that of the M16A variety. Reducing sugars increased at room temperature storage without film packaging. Total sugar content was 9.19% (±2.03) to 12.78% (±0.75). The content of vitamin C declined slowly after 105 days of storage. In conclusion, storage of *Hallabong tangor* with film packaging coated with Si+CaO was effective for maintaining freshness and quality.

Key words : *Hallabong tangor*, citrus, storage, quality change, film packaging

서 론

한라봉 감귤(*Hallabong Tangor*, *Citrus kiyomi* × *ponkan*)은 다른 감귤류에 비하여 재배가 까다롭고 품질이 항상 일정하지 않아 출하과정에 문제가 되는 경우가 많다(1). 재배면적은 2001년에 486 ha에서 2006년에는 1,128 ha로, 그리고 생산량도 2001년에 3,901톤에서 2006년에는 18,280톤으로 매년 70% 이상 급속히 증가하였다(2). 제주감귤산업에서 온주밀감 다음으로 생산량과 소득이 많으며, 조기 출하를 위한 일부 가온재배와 더불어 주로 비가림 시설에서 재배되고 있다. 한라봉감귤의 가장 큰 결점은 수확시기에 산 함량이 높아 강한 신맛으로 상품성이 떨어진다는 점이다. 일본에서는 한라봉 감귤인 부지화(不知火)의 결점을 보완하기 위한 품종육종이 이루어져, 바이러스 감염이 잘 안 되며 산

함량의 감소가 빠른 한라봉 우량품종인 M16A로 점차 대체되고 있다. M16A는 한라봉에 비하여 당도에는 차이가 없으나 산 함량이 감소가 쉬운 특징이 있다(3). 감귤의 상품성은 외관 및 신선도, 그리고 산과 당 함량에 따라서 좌우된다. 한라봉의 경우 생산농가에서는 수확시기에 산 함량이 높아 대부분 간이창고에서 보관하면서 감산을 유도하고 있다. 그러나 저장고 내의 환경조절이 어려워 기온이 상승하는 2월 하순부터는 생리활성의 증가로 내용성분의 감소, 수분 손실, 부패과의 발생과 중량감소 등으로 품질유지가 어려운 실정이다(4). 온주밀감인 경우 1963년부터 10년간 저온저장을 실시한 결과 저온저장에서 습도가 높으면 상온저장보다 부패과가 증가하고, -2°C에서는 과피가 동결되었으며, 1~2°C의 경우 미숙과에서 저온장해가 발생하였다고 보고되었다(5). 온주밀감의 최적 저장온도는 3°C 전후이며, 최적 저장습도는 85~90%라고 하였으나, 저장감귤의 특성과 저장조건에 따라 차이가 있다. 그리고 저장 중에 polyethylene, polyester 필름 등을 이용한 MA저장 연구가 이루어졌다(3).

[†]Corresponding author. E-mail : jskoh@cheju.ac.kr,
Phone : 82-64-754-3343, Fax : 82-64-756-3351

Badran 등(6)도 저밀도 polyethylene 필름에 의한 밀봉저장이 감량을 줄이고 신선도를 유지할 수 있으며 저장기간을 연장시킬 수 있다고 하였다. 국내에서는 온주밀감의 저장에 대한 많은 연구가 보고되고 있으나, 포장재를 이용한 한라봉 감귤의 저장에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 수확 후 산 함량이 높아 바로 출하할 수 없어서 일정 기간을 저장해야 하는 한라봉 감귤의 특성을 고려하여, 저장 중의 선도 및 품질을 유지하기 위하여 포장재 처리에 따른 저장 중에 한라봉 감귤의 품질 변화를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

제주특별자치도 서귀포시 남원읍 수망리에 소재하는 재배관리가 우수한 대표적인 농가에서 보조가온으로 재배하여, 2007년 1월 중순에 수확한 한라봉과 바이러스 내성품종으로 육종하여 보급되고 있는 M16A 품종을 각각 200~400g의 중간 크기만을 선별하여 사용하였다. 시료로 이용한 한라봉나무는 14년생이며, M16A나무는 6년생으로 각 품종이 보급된 시기에 차이가 있었다. 저장 후 150일까지 상온과 저온에서 품질변화를 분석하였고, 한라봉의 품질특성을 고려하여 평균값을 나타내고자 시료과일에서 일부씩을 골고루 혼합하여 분쇄한 다음 분석시료로 사용하였다.

저장 전처리 및 저장조건

수확 후에 한라봉과 M16A를 각각 Si+CaO를 혼합한 필름포장과 LDPE(low density polyethylene) 필름으로 포장한 후 각각 상온과 저온에서 150일간 저장하면서 품질변화를 검토하였다. 한라봉은 다른 감귤류에 비하여 저온에서 냉해를 받기 쉬워 일반적으로 다소 높은 온도에서 저장이 이루어진다. 저온저장은 일반적으로 농가에서 이루어지고 있는 7°C, 그리고 상대습도 85%로 조절된 저장고에서 저장하였다(3).

분석방법

한라봉의 과중, 경도는 각각 3~5회 측정 후 평균값을 나타내었다. 경도는 직경 3 mm probe가 부착된 Rheometer (CR-500DX, Japan)를 이용하여 서로 다른 부위를 3~5회 측정 후 최대값과 최소값을 제외한 평균값(g-force)으로 나타내었다. 한라봉의 물리화학적 특성은 과육이 손상되지 않게 껍질을 벗긴 후 착즙기(DH-850, Kaiso, Korea)를 이용하여 지름이 0.4~0.6 mm인 체망을 통과시켜 착즙한 후 분석시료로 사용하였다. 저장 중의 중량감소는 시료 한라봉의 무게를 측정하여 저장기간에 따른 손실량을 백분율로 환산하였고, 과즙의 가용성고형물과 산 함량은 당산분석장

치(NH-2000, Horiba, Japan)을 이용하여 측정하였다. 산 함량은 0.1N NaOH 적정법으로도 측정하여 당산분석장치와의 값을 비교하여 보정하였다. pH는 pH meter (A102-0031, Sentron, Netherlands)로, 가용성고형물과 산 함량의 비를 당산비(Brix/Acid ratio)로 나타내었다. 총당은 시료를 0.1N HCl로 3시간 동안 비등육에 가수분해 시킨 후 0.1N NaOH로 중화하여 여과시킨 여액을 Somogy-Nelson법으로 정량하였다(7). 비타민 C는 시료 10 g을 5% metaphosphoric acid 50 ml를 가한 후 마쇄하여 감압여과하고, 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출하여 여과지(Whatman No. 6)로 여과한 후 hydrazine 비색법(8)에 따라 500nm에서 흡광도 (UV-1601 Spectrophotometer, Shimadzu, Japan)를 측정하였다. 표준품은 ascorbic acid(Sigma Co., USA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

과육율

한라봉은 다른 감귤류에 비하여 재배조건에 따라 당도와 산 함량이 차이가 크게 발생할 뿐만 아니라 같은 나무에서도 달려있는 위치나 크기에 따라서도 성분 함량이 다른 특이한 품질특성을 가지고 있다. 특히 수확시기에 산 함량

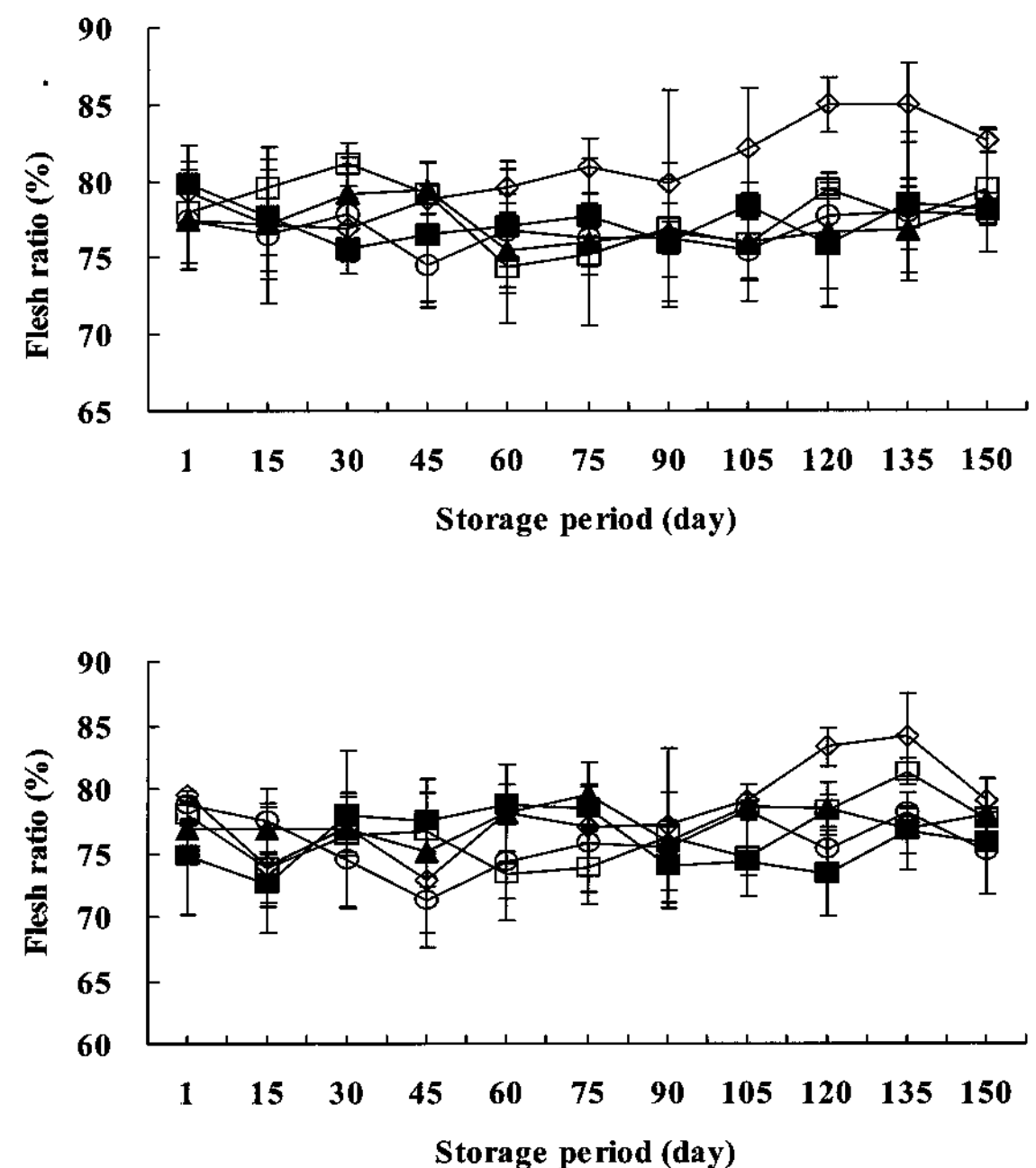


Fig. 1. Changes of flesh ratio of Hallabong(upper) and M16A(lower) by film packaging during storage.

-■- : LDPE film packaging at room temperature storage, -○- : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, -▲- : LDPE film packaging at cold storage, -□- : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, -◇- non-treated at cold storage.

이 높아 상품성이 떨어지기 때문에 일정 기간 동안 간이창고에 보관함으로써 산 함량을 낮추어 출하를 하고 있다(3). 따라서 저장기간 중에 외기온도의 변화와 저장고 내의 습도가 품질변화에 많은 영향을 준다. 저장기간에 따른 경시적인 한라봉 감귤의 과육율은 Fig. 1에서와 같다. 한라봉의 과육율은 상온저장 Si+CaO 혼합필름포장에서 $75.53 \pm 0.5 \sim 79.80 \pm 2.50\%$, LDPE 포장처리에서는 $75.47 \pm 2.00 \sim 77.97 \pm 1.12\%$ 로서 상온저장에서는 과육율이 거의 일정한 함량을 유지하였다. 저온저장에서의 과육율은 포장재 처리는 $74.33 \pm 2.37 \sim 79.56 \pm 1.19\%$ 로 큰 변화는 없었으나, 저온저장 중 무처리에서는 저장 60일 이후부터 과육율의 서서히 증가하는 경향을 보였다. 60일 이후의 과육율은 $76.78 \pm 1.82 \sim 84.20 \pm 2.59\%$ 였다. M16A의 과육율인 경우도 저장기간 중에 일정한 함량을 유지하였으며, 한라봉과 마찬가지로 저온 무포장처리에서 저장 60일 이후에 함량이 증가하는 경향을 보였다. 포장처리에서는 $71.29 \pm 7.31 \sim 79.49 \pm 5.41\%$ 였으며, 포장처리에 따른 과육율은 큰 변화를 보이지 않았다. 저장 중에 호흡작용과 증산작용에 의한 중량감소가 포장재 처리보다는 무포장처리에서 영향이 컸다.

경도

한라봉과 M16A의 경도변화는 Fig. 2에서와 같다. 경도는 저장기간이 길어질수록 완만하게 낮아지는 것으로 보아,

감귤의 생리적 작용에 의한 껍질의 유연화가 일어나면서 경도가 낮아졌다(3). 한라봉과 M16A 모두 저장기간이 길수록 감소하는 경향이 있었으며, 저장 후기에는 거의 일정한 값이 유지되었다. 상온저장에서는 한라봉의 경도는 포장재 처리에서 $408.3 \pm 102.3 \sim 791.0 \pm 52.3$ g-force, 저온저장 중에는 $471.8 \pm 62.3 \sim 806.9 \pm 94.1$ g-force로 저온저장보다는 상온저장에서 수분증발에 따라 껍질이 단단해져 경도가 높았다. 저온저장 무포장에서는 저장 30일 이후에는 경도가 높아지는 경향을 보였다. LDPE포장과 Si+CaO 혼합필름으로 포장하였을 때는 큰 영향을 미치지 않는 않았으나, Si+CaO 혼합필름포장이 더 효과적이라 여겨진다. 온주밀감의 필름포장에서와 마찬가지로 경도의 변화와 유사한 경향을 보였으며(10), 이는 포장에 의해 수분 증발억제로 과습이 유지되어 껍질의 유연화가 촉진된 것으로 판단된다.

가용성고형물

저장기간에 따른 한라봉과 M16A의 가용성고형물의 변화는 Fig. 3과 같다. 한라봉인 경우 포장처리에서 $12.5 \pm 0.05 \sim 13.5 \pm 0.25^\circ\text{Brix}$ 로 LDPE포장과 Si+CaO 혼합필름포장 모두 저장 60일까지 약간의 증가를 보였으나, 그 이후에는 큰 변화를 보이지 않았다. 저온저장 무포장에서 저장 90일이 경과한 후부터 가용성고형물 함량이 증가하였다. M16A는 한라봉과 마찬가지로 저장기간 중에는 큰 변화가 없었으

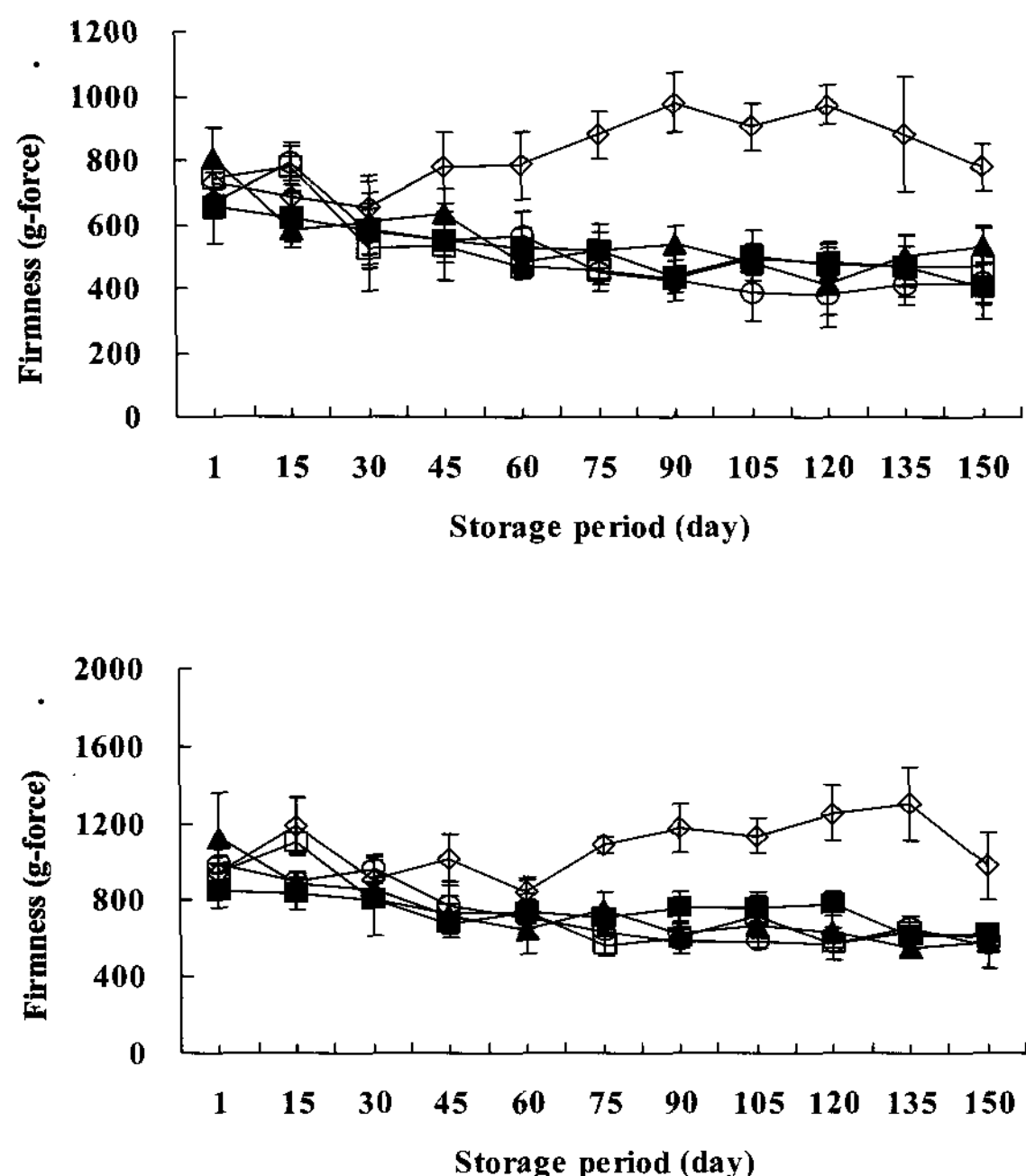


Fig. 2. Changes of firmness of *Hallabong*(upper) and *M16A*(lower) at film packaging during storage.

■ : LDPE film packaging at room temperature storage, ○ : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, ▲ : LDPE film packaging at cold storage, □ : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, ◇ : non-treated at cold storage.

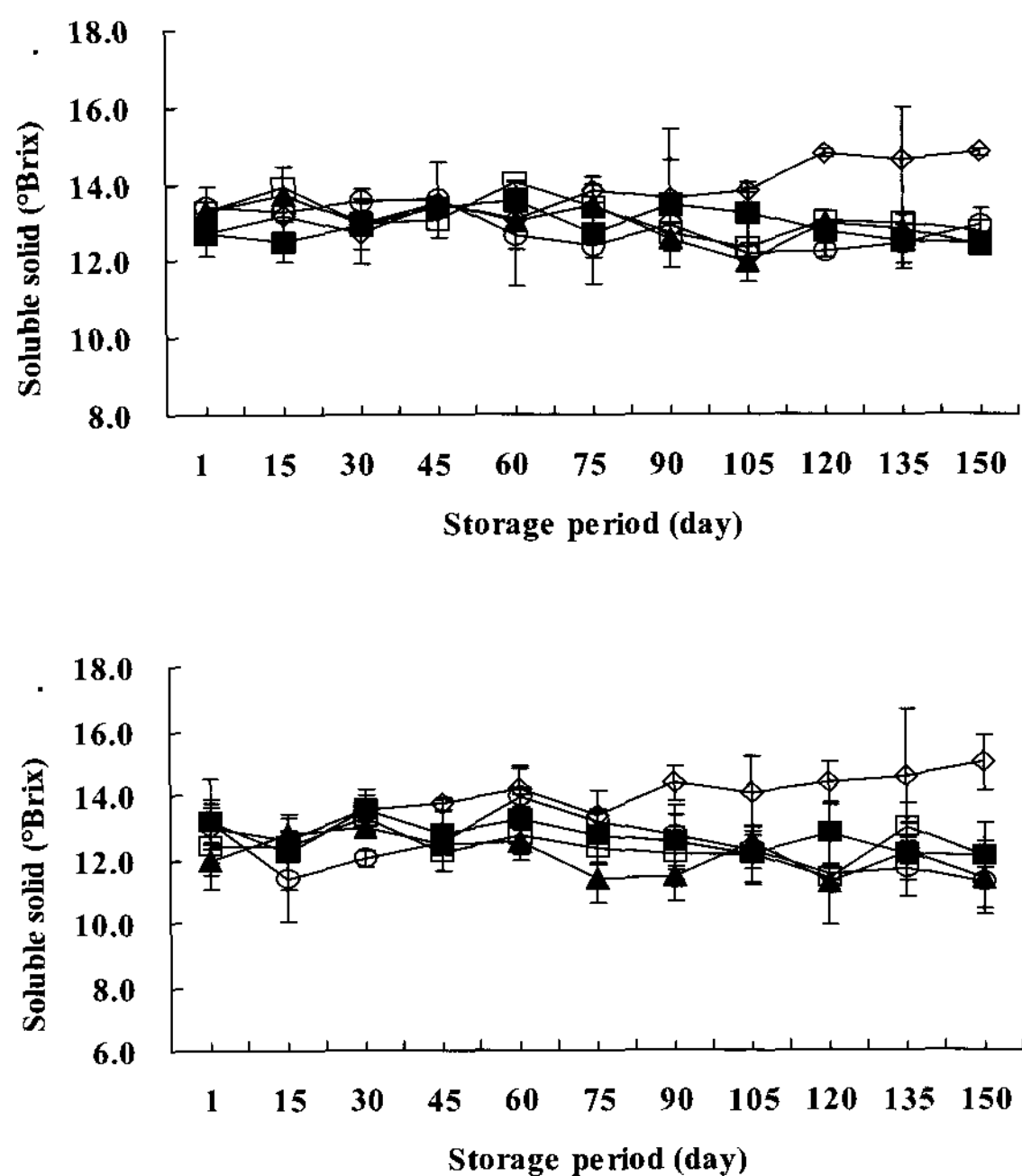


Fig. 3. Changes of soluble solid(°Brix) of *Hallabong*(upper) and *M16A*(lower) at film packaging during storage.

■ : LDPE film packaging at room temperature storage, ○ : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, ▲ : LDPE film packaging at cold storage, □ : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, ◇ : non-treated at cold storage.

며, 무포장처리에서 저장 90일 후 가용성고형물이 증가하는 경향이였다. 한라봉과 M16A와의 가용성고형물 함량에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 6월 이후부터는 외부기온이 올라가기 때문에 과피수분의 급속히 건조되어 부패과의 발생이 많아지는 경향으로 저온저장이 필요함을 알 수 있었다.

산 함량

산 함량의 변화는 Fig. 4와 같다. 한라봉인 경우 저장기간이 길어질수록 산 함량이 서서히 감소하는 것을 알 수 있었으며, 포장처리에 따른 산 함량의 변화는 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 포장 여부에 따라 포장재처리에서 0.2~0.5% 정도의 차이를 보였으며, M16A가 초기 저장에서 한라봉보다 0.3~0.5% 낮았다. 저장 중 성분변화와 소비자의 기호적 식미를 조사한 결과 산 함량 0.7~0.8%인 상태에서 소비자의 기호성이 높으며, 0.7% 이하에서는 당 함량이 많더라도 기호성이 낮다고 하였다(11). 한라봉인 경우 포장재처리에서 0.9~0.8%였으며, M16A인 경우 저장 60일에서 0.7% 정도로 한라봉인 경우는 저장 100일, M16A인 경우는 저장 60일전까지 저장하는 것이 소비자의 기호에 알맞을 것이라 판단된다.

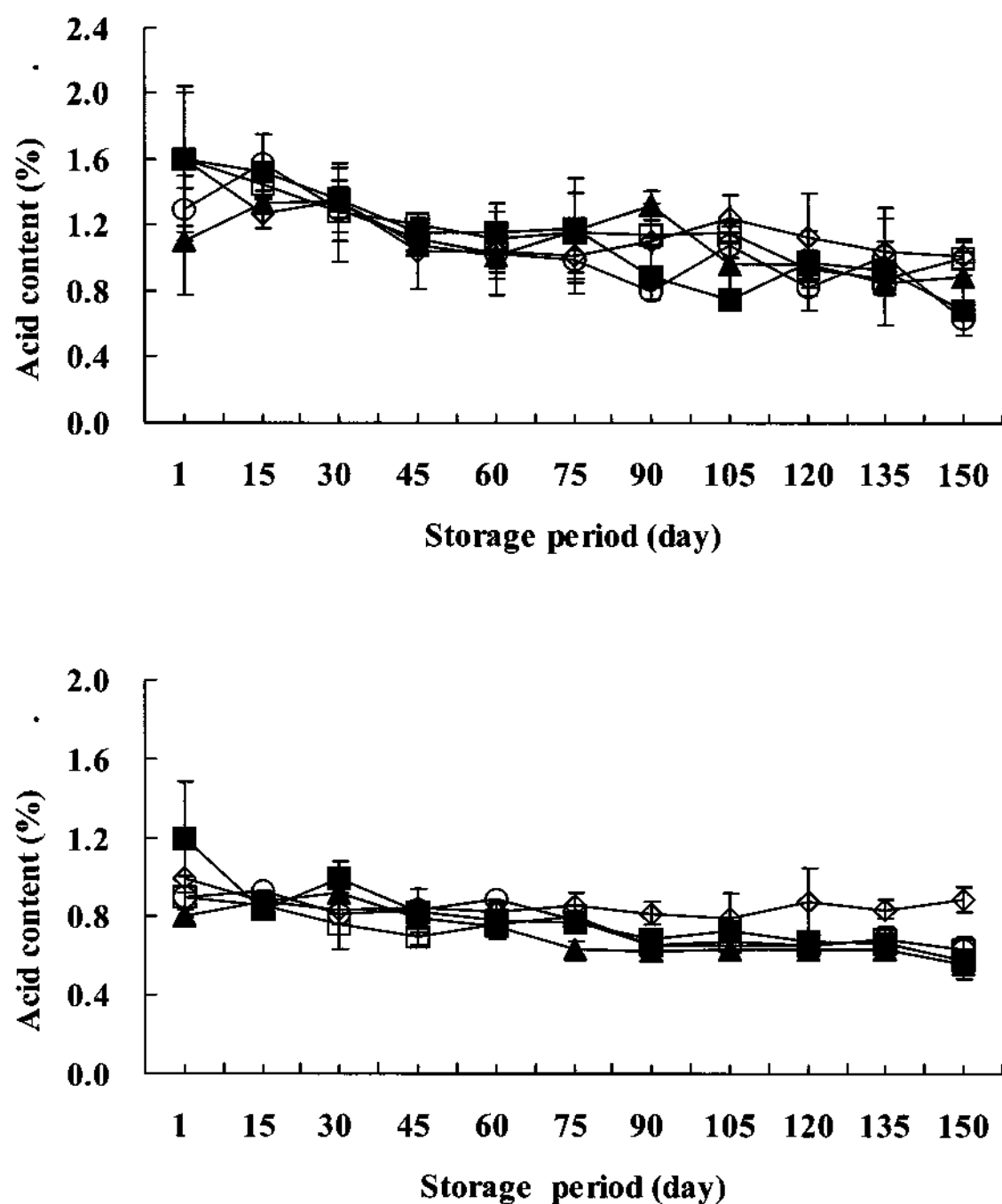


Fig. 4. Changes of acid content of Hallabong(upper) and M16A (lower) at film packaging during storage.

■ : LDPE film packaging at room temperature storage, ○ : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, ▲ : LDPE film packaging at cold storage, □ : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, ◇ : non-treated at cold storage.

당산비

저장 중 당산비의 변화는 Fig. 5와 같다. 한라봉인 경우 저장기간이 길어질수록 당산비값이 증가하는 것을 알 수 있었으며, 상온저장에서 저온저장보다 비교적 높았다. 이는 가용성고형물 함량과 산 함량에 비례하여 나타났으며, 저장기간을 늘리고 과실의 신선도를 유지하기 위하여 저온저장이 더 효과적이라 여겨진다. 당산비는 $7.94 \pm 0.68 \sim 18.56 \pm 0.93$ 였다. M16A인 경우 산 함량이 한라봉에 비해 낮은 함량을 보이기 때문에 비교적 높은 값을 나타내어 $11.00 \pm 1.09 \sim 20.90 \pm 0.57$ 였다.

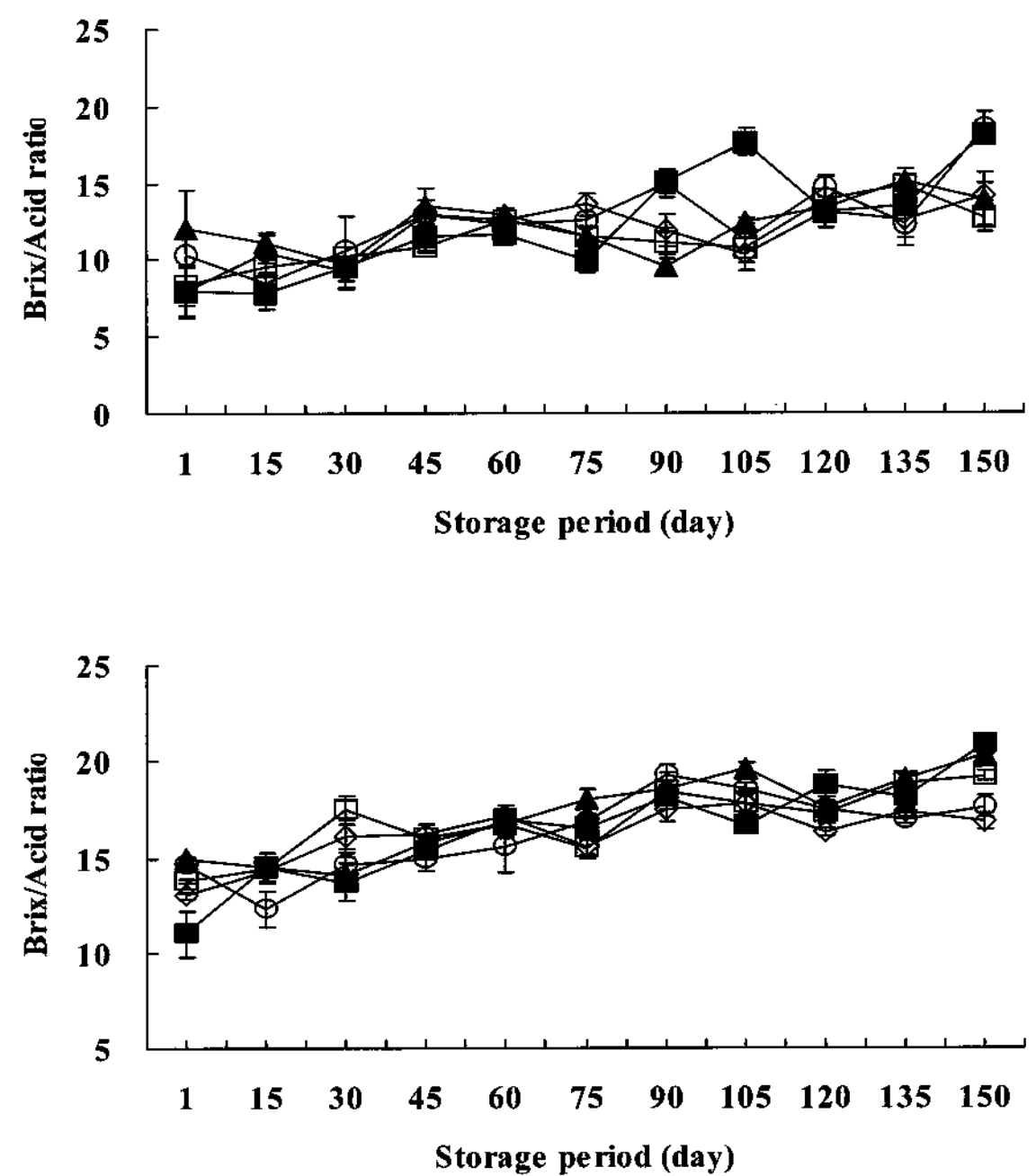


Fig. 5. Changes of Brix/Acid ratio of Hallabong(upper) and M16A (lower) at film packaging during storage.

■ : LDPE film packaging at room temperature storage, ○ : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, ▲ : LDPE film packaging at cold storage, □ : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, ◇ : non-treated at cold storage.

환원당

한라봉감귤의 포장재 처리별 환원당의 변화는 Fig. 6과 같다. 상온저장에서의 환원당은 $5.02 \pm 0.50 \sim 6.32 \pm 1.11$ 로 포장재처리에 따른 변화는 없었다. 저장 60일까지 환원당 함량의 감소를 보이다가 일정한 함량을 나타냈다. 저온저장에서는 상온저장에 비해 환원당의 감소가 적었으며, 무포장처리가 포장재처리보다는 비교적 함량이 높았다. 저온저장에서의 환원당 함량은 무처리에서 $3.75 \pm 0.58 \sim 6.88 \pm 0.64$ 로 LDPE포장재처리나 Si+CaO 혼합필름포장재 처리보다는 높았다. M16A의 환원당 함량은 한라봉에 비해 약 1% 낮은 함량을 보였다. 상온저장보다는 저온저장에서 비교적 함량이 높았으며, 저장기간이 길어질수록 함량이

서서히 감소하는 경향이였다.

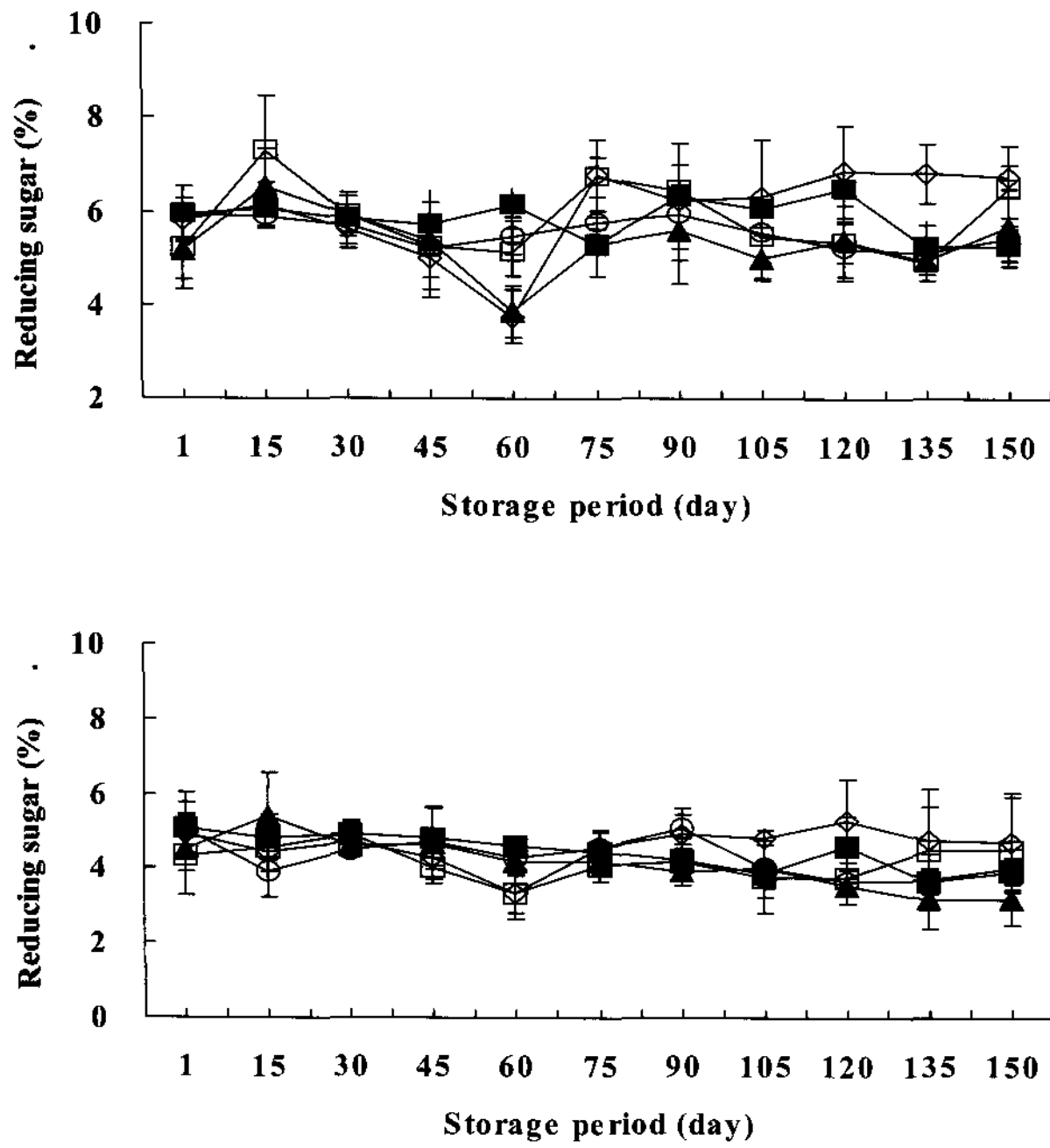


Fig. 6. Changes of reducing sugar of *Hallabong*(upper) and *M16A* (lower) at film packaging during storage.

■ : LDPE film packaging at room temperature storage, ○ : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, ▲ : LDPE film packaging at cold storage, □ : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, ◇ : non-treated at cold storage.

총 당

한라봉감귤의 포장재 처리별 총당의 변화는 Fig. 7과 같다. 상온저장에서의 총당은 $10.41 \pm 1.97 \sim 11.96 \pm 1.31\%$ 로 포장재처리에 따른 함량의 차이는 없었다. 저온저장인 경우 상온저장에 비해 총당 함량이 높았으나, 저장 90일 이후부터는 그 함량이 서서히 감소하는 경향이였지만 분석시료의 개체간의 오차로 따른 것으로 판단된다. 총당인 경우 과육으로부터 과피에 수분이동에 의한 중량감소를 유발하여 내용성분의 농축효과로 변화 폭이 크지 않는데 비하여 유기산은 호흡작용의 기질로 사용되는데 기인한 것으로 보인다 (12). 온주밀감이 8~9% 사이의 총당 함량을 보인 반면 크기가 크고(10), 중량이 많이 나가는 한라봉감귤이 비교적 총당 함량이 높게 나타났다.

비타민 C

한라봉감귤의 비타민 C 함량의 변화는 Fig. 8과 같다. 한라봉인 경우 $43.41 \pm 2.09 \sim 67.09 \pm 6.88$ mg/100 g으로 포장재에 따른 함량의 변화에는 크게 영향을 주지 못하였다. 저장 60일까지 일정한 함량을 보이다가, 저장 후기에 비타민 C 함량이 서서히 감소하는 경향을 보였다. 저온저장인 경우 $45.67 \pm 2.37 \sim 68.35 \pm 4.73$ mg/100 g으로 상온저장에 비

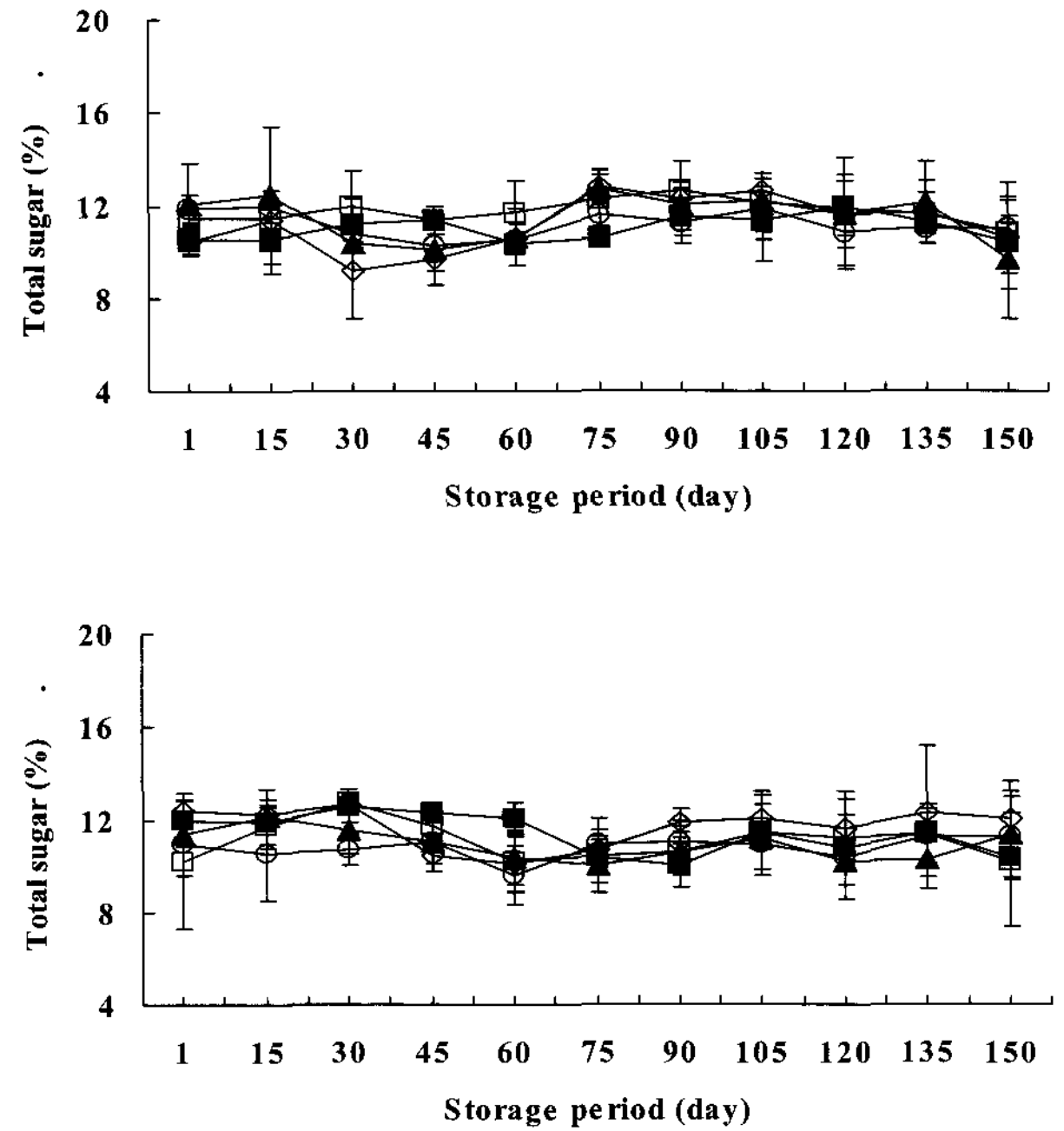


Fig. 7. Changes of total sugar of *Hallabong*(upper) and *M16A* (lower) at film packaging during storage.

■ : LDPE film packaging at room temperature storage, ○ : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, ▲ : LDPE film packaging at cold storage, □ : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, ◇ : non-treated at cold storage.

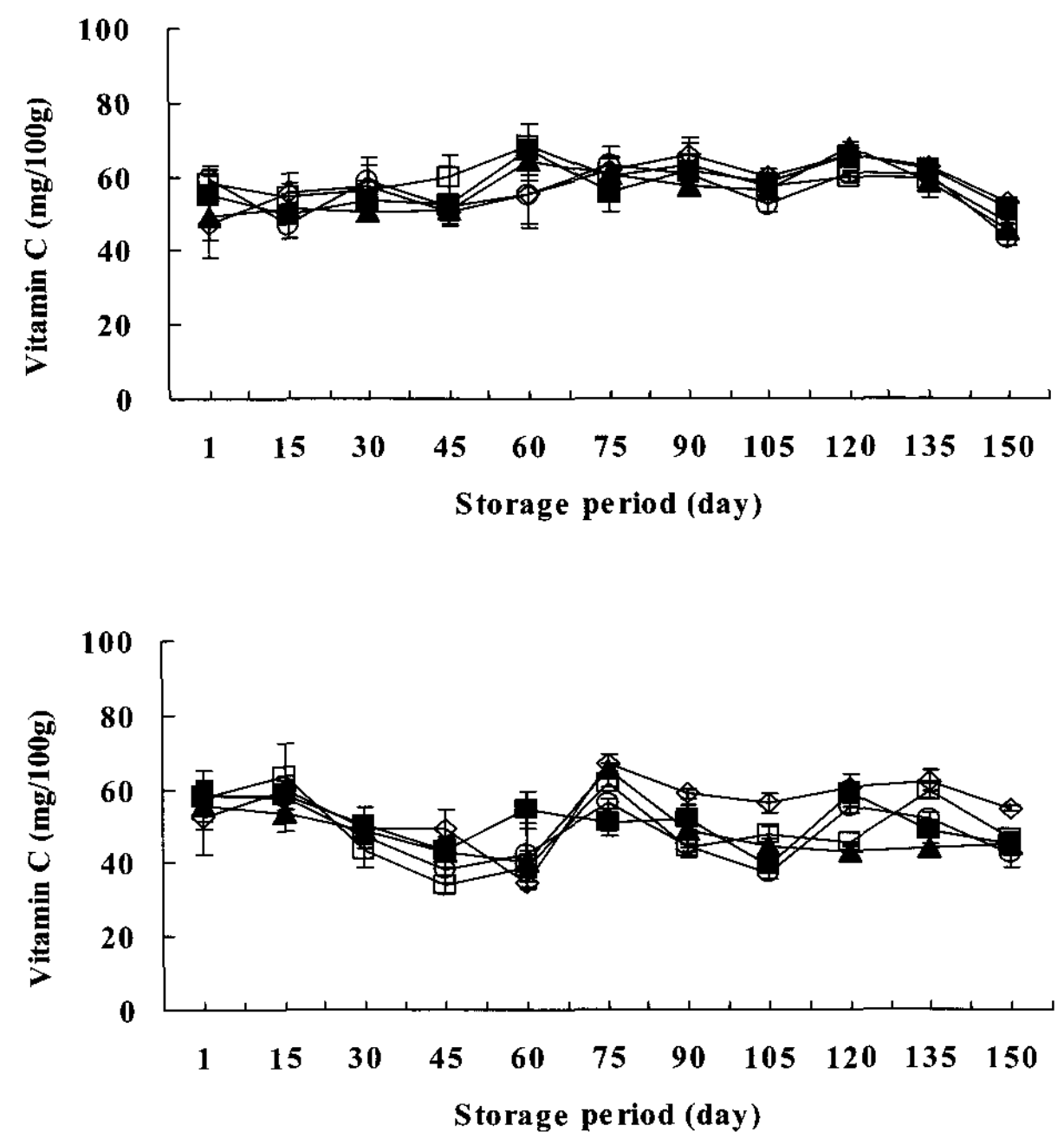


Fig. 8. Changes of vitamin C of *Hallabong*(upper) and *M16A*(lower) at film packaging during storage.

■ : LDPE film packaging at room temperature storage, ○ : film coated with Si+CaO packaging at room temperature storage, ▲ : LDPE film packaging at cold storage, □ : film coated with Si+CaO packaging at cold storage, ◇ : non-treated at cold storage.

해 큰 차이가 없었으나, 상온저장과 마찬가지로 저장 후기에 서서히 감소하는 경향을 보였다. 포장재에 따른 변화는 상온저장보다는 저온저장에서 개체간의 함량 차이가 비교적 적었다. 따라서 한라봉인 경우 포장재처리를 한 후 저온저장에서 120일 이내로 저장하는 것이 비타민 C 손실이 적을 것이라 판단된다. M16A의 비타민 C 함량의 변화는 저장 75일에 함량이 증가를 보였다. 그러나 이는 저장 중에 개체간의 오차로 보이며, 상온저장에서 $39.04 \pm 1.28 \sim 58.55 \pm 3.39$ mg/100 g로 포장재처리에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 저온저장인 경우 상온저장과 마찬가지로 저장기간이 길어질수록 함량이 감소하는 경향이 있었다. 저장 후기에 함량이 감소하는 것을 알 수 있었으며 한라봉감귤 사이에는 한라봉보다 M16A가 비교적 함량이 높았다.

요 약

한라봉감귤의 Si+CaO 혼합필름포장과 LDPE 필름포장에 따른 저장 중에 품질변화를 검토하였다. 과육율은 포장처리와 무처리에서 $74.33 \pm 3.66 \sim 81.56 \pm 1.38\%$ 로 저장기간에 따른 한라봉과 M16A의 과육율의 변화가 없었으며, 무처리에서 저장 후기 약간의 증가를 보였다. 경도는 M16A가 한라봉보다 100 g-force 정도 높은 값을 보였으며, 포장재처리에 따른 큰 변화는 보이지 않았다. 가용성고형물은 한라봉과 M16A 모두 $12 \sim 14^\circ$ Brix였으며, 무포장처리에서 저장 후기에 약간의 증가를 보였다. 산 함량은 M16A가 한라봉보다 0.2% 정도 낮은 함량을 보였다. 소비자의 기호에 알맞은 저장을 하기 위해서는 한라봉은 120일, M16A는 60일 이내로 저장하는 것이 알맞다고 판단된다. 환원당은 한라봉이 M16A보다 1% 정도 높은 함량을 보였으며, 저장기간에 따른 큰 변화는 없었다. 상온저장에서 비교적 높은 환원당 함량을 나타냈고, 포장처리보다는 무포장처리에서 비교적 높은 함량을 나타내었다. 총당은 한라봉과 M16A 모두 포장재처리와 저장조건에 관계없이 $9.19 \pm 2.03 \sim 12.78 \pm 0.75\%$ 였으며, 한라봉이 M16A보다 함량이 비교적 높은 편이었다. 비타민 C 변화는 포장처리에 관계없이 저장 초기에는 일정한 함량을 보이다가 저장 105일 이후에서 서서히 감소하였다. 따라서 한라봉감귤의 저장은 성분의 변화가 적은 저온저장에서 LDPE포장처리보다는 Si+CaO 혼합필름 포장처리를 함으로써 한라봉은 120일, M16A는 90일 이내로 저장하는 것이 신선도와 품질유지에 알맞을 것이라 판단된다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 지역개발과제 지원에 의해 연구된 결과로, 이에 감사드린다.

참고문헌

1. Lee, S.H., Kim, H.S., Cho, S.W., Lee, J.S. and Koh,

- J.S. (2006) Quality properties of *Hallabong tangor*(*Citrus kiyomi* × *ponkan*) cultivated with heating, *Korean J. Food Preserv.*, 13, 538-542
2. Nonghyup, Jeju District Center (2007) Analysis of Citrus Distribution and Marketing, p.9, 77
3. Koh, J.S. (2007) Post-harvest science and technology of Jeju citrus. Jeju-Munhwa, p87-92, 333-338
4. Iba, Y., Yamada, Y., Nishimura, M., Kakiuchi, N. and Ito, S. (1976) Studies on the cold storage of Satsuma mandarin by the pretreatment at various temperature. *Agric. Biol. Chem.*, 41, 57-92
5. Koh, J.S., Yang Y.T., Kim, S.H, and Kim, J.Y. (1997) Cold storage characteristics of early variety of *Citrus unshiu* produced in Cheju. *Agirc. Chem. Biotechnol.*, 40, 117-122
6. Badran, A.M., Woodruff, R.E. and Wilson, L.G. (1969) Method of packaging perishable plant foods to prolong storage life. *United States Patent*. No.3. 450-543
7. Hatanaka, C. and Kobara, Y. (1980) Determination of glucose by a modification of Somogy-Nelson method. *Agric. Biol. Chem.*, 44, 2943-2949
8. A.O.A.C. (1995) Official methods of analysis. 16th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., Chapter 4, p7, 18, Chapter 37, p4-7
9. Koh, J.S., Lee, S.Y. (1999) Effects of humidity on the storage life of Satsuma mandarin. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 42, 223-228
10. Kim, S.H., Koh, J.S (1998) Storage life of Satsuma mandarin as affected by storage temperature and seal packing films. *Food Engineer. Prog.*, 2, 42-48
11. Iwasaki, N., Oogaki, C., Iwamasa, M. and Ishihata, K. (1986) Adaptability of citrus species based on the relationships between climatic parameters and fruit quality characteristics. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, 55, 153-168
12. Kubo, N. and Haginuma, S. (1980) Effects of storage conditions on the quality and some components of Satsuma mandarin. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, 49, 260-268.
13. Koh, J.S., Kim, J.Y., Kang, M.J and Choi, J.U. (1998) Effects on storage life of Satsuma mandarin as affected by wax-coating, paper packing and film packing. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 141-146
14. Kim, S.H., Koh, J.S., Kim, B.C., Yang, Y.T., Han, W.T and Kim, K.H. (2001) Effects of chitosan and calcium treatments on the quality of Satsuma mandarin during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 279-285