

Quality changes of 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) packaged with functional film and stored at different temperature

Dae-Sung Chung^{1*}, Yong-Joon Yang², Hea-Sung Hwang¹, Jung-Soo Lee¹, Jung-Eun Bae¹

¹National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Department of Plant Science and Technology, Sangmyung University, Cheonan 330-720, Korea

기능성 필름 포장 및 저장온도에 따른 '부유' 단감의 품질 변화

정대성^{1*} · 양용준² · 황해성¹ · 이정수¹ · 배정은¹

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원, ²상명대학교 식물식품공학과

Abstract

The effect of storage temperatures (0°C and 20°C) and packing functional film for fruit quality were examined in 'Fuyu' persimmon. The fresh weight loss was delayed more effectively by the inhibition of transpiration when functional film was used. The firmness was effectively maintained in functional film packages at low temperature (0°C), which might result from the beneficial combination of CO₂ and O₂. The soluble solid contents were higher with packing of functional film at 0°C than at room temperature (20°C). Highest CO₂ production in functional film bags was observed in room temperature storage after one week and thereafter declined sharply whereas lowest in 8 weeks. CO₂ concentration regardless of packing slowly increased to 5.2 μL~10.2 mL·kg⁻¹·h⁻¹ until 8 weeks of low temperature due to persimmon respiration. Hunter 'b' value changed greatly yellowness according to temperature of storage but there were no significant differences among packaging treatments. Effects of functional film and low temperature in slower softening were consistent. This result suggested that the packing functional film at low temperature resulted in the best retention of quality market.

Key words : persimmon fruit, firmness, packing, functional film, storage temperature

서 론

'부유' 단감(*Diospyros kaki* Thunb.)은 한국, 일본, 이스라엘 등에서 재배되어 이용되고 있다. 단감의 국내 재배면적은 2006년 전체 감 생산면적은 약 2만 8천 ha로 생산량은 35만 2천 톤 정도이고 이 중 단감의 재배면적은 약 1만 7천 ha로 생산량은 20만 6천 톤 생산되어 이용되었으며, 2012년 현재 단감의 재배면적은 1만 4천 ha로 주요 재배지역은 경남 지역이다(1).

단감은 수확 후의 문제는 연화 등에 의해 빠르게 품질이 저하된다는 점이다. 단감 수확 후의 적정 저장조건은 0°C에서 저장하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있으며(2), 단감의 저장성을 증진시키기 위하여 많은 연구가 진행되어 왔

다.

감 과실의 수확 후 저장성 향상을 위한 연구로는 성숙과정에서의 수확 후 에틸렌 발생을 유기하는 요인 및 억제기술(3-5), 1-methylcyclopropene(1-MCP)에 의한 단감의 연화를 억제하기 위한 에틸렌 제거기술(6,7) 등이 보고된 바 있다. 그 외에 MAP 기술을 이용하거나(8), 유통센터에서의 열처리(5,9), CA 저장에 의한 갈변 억제 및 장기저장(10), 또는 부분적으로 polyethylene(PE) 필름 내 에틸렌 흡착제를 처리하는 기능성 필름을 '부유' 단감의 저장 및 유통에 이용하고는 있으나(11) 과육의 연화를 효과적으로 억제하지는 못하고 있는 실정이다.

국내에서도 단감의 효율적 저장 수명을 유지하고자 0°C에서의 저온저장과 PE 필름 밀봉 저장방식으로 저장이 가능한 것으로 보고되어 상용화 되고 있는데(12), 이는 과일의 호흡에 의해 산소농도의 감소와 이산화탄소의 증가로 호흡이 억제되고 이에 따라 노화가 지연됨으로 과일의 저장수명

*Corresponding author. E-mail : cdsung@korea.kr
Phone : 82-31-240-3687, Fax : 82-31-240-3668

을 증가시키는 방식이다(13,14). 그 외에도 과육갈변 및 갈로현상을 억제하는 기능성 필름의 개발 및 산업적 적용이 진행되고 있다(15).

본 연구에서는 '부유' 단감의 수확 후 품질유지의 효과를 검증하고 적절한 포장방법 구명을 위해, 유통현장에서 관행적인 방법과 비교하여 적절한 포장 재료의 개발을 위한 자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 단감은 11월경 주산지인 진주 농가에서 '부유' 품종으로 수확 후 저온냉장차로 수송하여 외관상 태 이상이 없고 크기가 균일한 것으로 선택하여 포장 처리하여 사용하였다.

포장 및 저장조건

상온 및 저온 저장 중 무포장, PE 필름 포장, 기능성 필름 포장에 따른 품질의 변화를 관찰하였다. 온도처리는 저온 처리구(LT, low temperature)와 상온 처리구(RT, room temperature)를 두었다. 포장방법은 무포장, 0.05 mm PE 필름(PE film, RDA, Suwon, Korea), 기능성 필름(ethylene absorption film, ARTS, Yangsan, Korea)으로 3가지 처리하였다. 기능성 포장재는 UV 차단 및 에틸렌 흡착과 방담 처리된 기능성 필름으로 두께 0.05 mm PE에 과망간산칼륨(KMnO₄)와 zolite를 코팅하여 제작한 필름을 이용하였다. 온도에 따라서 저온 처리구는 소포장한 단감을 0±1℃로 유지되는 저온 저장고에 입고한 후 8주 동안 저장하면서 2주일 간격으로 분석하였고 대조구인 상온 처리구(20±2℃)에서는 3주 저장동안 1주일 간격으로 품질을 조사하였다. 소포장은 중량 190±10 g 정도의 크기로 상품성이 균일하고 흠집이 없는 단감 300과를 사용하여 5개 단위로 소포장하여 3반복하였다.

중량 감소율

단감의 저장 중 중량 감소율은 저장 초기의 중량에 대한 감소량을 백분율로 환산하여 표시하였다.

가용성 고형물 함량 및 경도

가용성 고형물 함량은 굴절당도계(PAL-1, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix 농도로 나타내었고 단감 과육의 경도는 texture analyser(TA-XT2 Stable Micro System, Haslemere, England)를 이용하여 측정하였다. 측정 조건은 Sakurai 등(16)의 방법을 참고하여 과피를 눌러 저항하는 힘을 측정하는 'Elasticity'(탄성도) 방법으로 직경 5 mm probe를 사용하여 5.0 mm/s 속도로 깊이 10 mm 까지

관입시킬 때 얻어지는 최대값을 측정하여 N 값으로 표시하였다.

포장내 O₂ 및 CO₂ 농도 변화

포장 후 내부의 측정은 포장내 필름 표면에 septum을 부착한 후 헤드스페이스 가스분석기(Checkmate 9900, PBI Dainsensor Co., Ringsted, Denmark)를 이용하여 7일 간격으로 측정하였다.

호흡(CO₂)과 에틸렌(C₂H₄) 측정

저장 중 단감의 CO₂ 및 C₂H₄ 가스 발생량은 1 L의 밀폐된 용기에 과실을 넣고 1시간 동안 용기 내에 축적된 CO₂ 및 C₂H₄ 가스를 각각 1 mL 씩 포집하여 가스크로마토그래프(HP 6890A, HP, California, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. CO₂ 가스 측정조건은 thermal conductivity detector로 active carbon 60~80 mesh column을 이용하였고 이 때 주입 온도는 110℃ 그리고 column온도는 250℃로 측정하였다. C₂H₄ 가스 측정조건은 flam ionization detector로 active alumina 60~80 mesh column을 이용하였고 이 때 주입 온도는 110℃ 그리고 검출기의 온도는 150℃로 측정하였다.

Hunter 'b'값

저장 중의 단감 표면의 색의 변화는 color meter(CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 Hunter 'b'값을 측정하였다.

연화도

과육의 연화도는 다음의 객관적 지표로 조사하였는데 연화가 진행된 정도에 따라 점수를 등급화 하였다(5 : 0%, 4 : 1~5%, 3 : 6~20%, 2 : 21~40%, 1 : 41~100%). 품질평가 방법은 5인으로 고정된 패널요원을 구성하여 수행하였다.

결과 및 고찰

중량변화

단감의 중량변화는 저장온도와 포장재에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다. '부유' 단감의 중량감소율은 저장온도에 따라서 저온(0℃)이 상온(20℃)보다 증가폭이 작은 것으로 나타났고, 포장재에 따라서 기능성 필름과 PE 필름 포장재를 이용하여 포장하는 것이 무포장보다 증가폭이 작은 것으로 나타났다(Fig. 1). 단감 중량감소는 상온저장과 저온저장을 비교했을 때 비슷한 패턴을 보였으나, 중량 감소정도는 상온에서 저온보다 더 빨리 진행되었다. 저장온도에 따라서 2주째 저온저장에서 중량변화는 0.1~2.1%인 반면에 상온저장에서 중량변화는 0.1~6.2%이었다. 포장재에 따른 중량 변화는 온도에 따라 영향을 받아 2주째 기능성

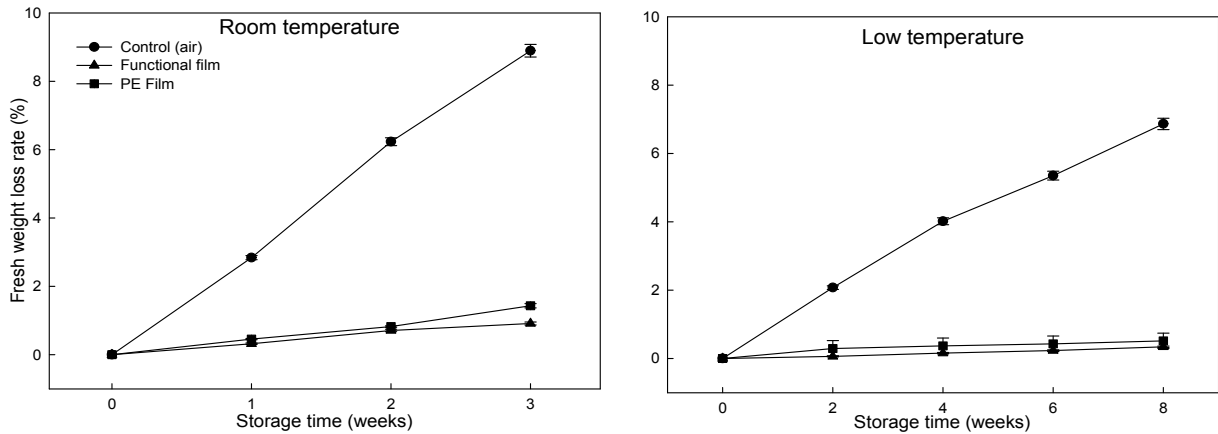


Fig. 1. Changes in fresh weight loss according to storage temperatures and packaging films of 'Fuju' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

필름 포장 처리구는 0.1~0.7%였고, 무포장 처리구는 2.1~6.2%였다. 이후 저장기간이 길어질수록 변화폭이 더 커지는 경향을 보여 저온저장에서 8주가 지났을 때에 기능성 필름 포장재를 이용한 포장 처리구에서는 0.3%, PE 필름 포장재를 이용한 포장 처리구는 0.4%로 나타났고, 무포장 처리구는 6.9%였다. 이는 Lee와 Yang(17)의 결과와 같이 저장온도가 0°C에서 온도가 높아짐에 따라 중량은 감소하는데, 저장기간이 증가할수록 중량감소가 뚜렷하게 나타나는 결과와 일치하였다. 또한 Kim 등(18)은 중량 감소가 증산 작용에 의해 일어나는 수분 방출에 의한 것으로 온도가 상승함에 따라 증가하고, 온도 상승에 따른 호흡작용의 증가 때문이라고 하였다. '부유' 단감의 중량 변화를 줄이기 위해서는 저온저장하여 필름 포장재를 이용해 포장하여 저장하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

경도변화

단감의 경도 변화도 저장온도와 필름 포장재에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 단감은 저장시 경도가 낮아지는데, 온도에 따라서는 저온저장이 상온저장보다 변화 정도가 작은 것으로 나타났으며, 포장을 하더라도 저온저장에서 기능성 필름 포장재를 이용해 포장한 것이 경도 변화가 작은 것으로 나타났다.

'부유' 단감의 저장온도에 따라 2주째에 경도변화 비교에서 상온저장한 단감의 경도는 1.9~8.4 N로 낮아진데 비하여 저온저장한 단감은 17.1~18.5 N로 높게 유지가 되었으며, 8주 후에는 1.7~11.9 N으로 감소되었다. 포장재에 따라서는 기능성 필름 포장재를 이용한 포장 처리구에서 경도가 가장 높게 유지가 되었다. 기능성 필름 포장재를 이용한 포장 처리구에서는 7.8 N로 높게 유지된 반면에 상온저장된 단감의 경도는 초기 19.1 N에서 저장 3주째 PE 필름 포장재를 이용한 포장 처리구는 5.8 N이었고, 무포장은 1.4 N로 가장 낮아졌다. 또한 저온저장에서는 초기 29.1 N이었

던 것이 기능성 필름 포장재구와 PE 필름 포장재구는 높게 유지되었지만 무포장 단감의 저장 8주째는 매우 낮아지는 결과를 얻었다(Fig. 2). Fisher와 Bennett(19), Lieberman(20)에 따르면 저장 중에 발생하는 경도의 감소는 에틸렌 작용에 의해서 활성화된 효소들에 의해 세포벽 구성성분의 변화와 밀접하게 관련되어 있는 것으로 추측할 수 있다. 본 실험에서도 단감의 경도는 저온저장과 포장재에 의해서 속도가 지연되는 것으로 나타났으며, 기능성 필름 포장재 처리하였을 때 가장 높게 유지되었다. 따라서 저온저장과 기능성 필름 포장재를 이용한 포장으로 경도변화를 지연시키는 것으로 생각되며 단감의 경도는 온도에 영향을 받아 저장온도에 따라 포장효과가 다르게 보이는 것으로 나타났다.

가용성 고형물 함량 변화

단감 저장 중 가용성 고형물 함량이 감소하는데, 저장온도에 따라 큰 유의관계를 보이지 않았으며, 포장재에 따라서도 큰 유의관계를 나타나지 않았다. '부유' 단감의 가용성 고형물 함량의 변화는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 저장 2주 후의 온도에 따라서는 저온저장에서는 17.4~17.7 °Brix로 나타났고, 상온저장에서는 저온저장보다 가용성 고형물 함량이 약 1 °Brix정도 감소한 16.2~17.0 °Brix로 나타났다. 저장 시 저장기간이 길어질수록 가용성 고형물 함량은 계속적으로 감소하였는데 저온에서는 감소정도가 천천히 진행이 되었다. 또한 포장재에 따른 가용성 고형물 함량 변화는 저장 2주째에는 상온보다 포장재를 이용한 포장 처리구에서 무포장 처리구보다 초반 2주 정도까지 급격하게 감소하나, 4주 정도가 지났을 때에는 PE 필름 포장구가 약간 높았지만 대체적으로 감소정도가 둔화되었으며 8주가 지났을 때에는 비슷한 것으로 나타났다. 포장재에 따른 가용성 고형물 함량 변화는 저장온도 조건에 따라 달리 나타났는데, 저온에서 저장한 단감이 가용성 고형물 함량 변화가 작았으며, 상온에서는 대조구인 무처리에서 적은 것으로 나타났

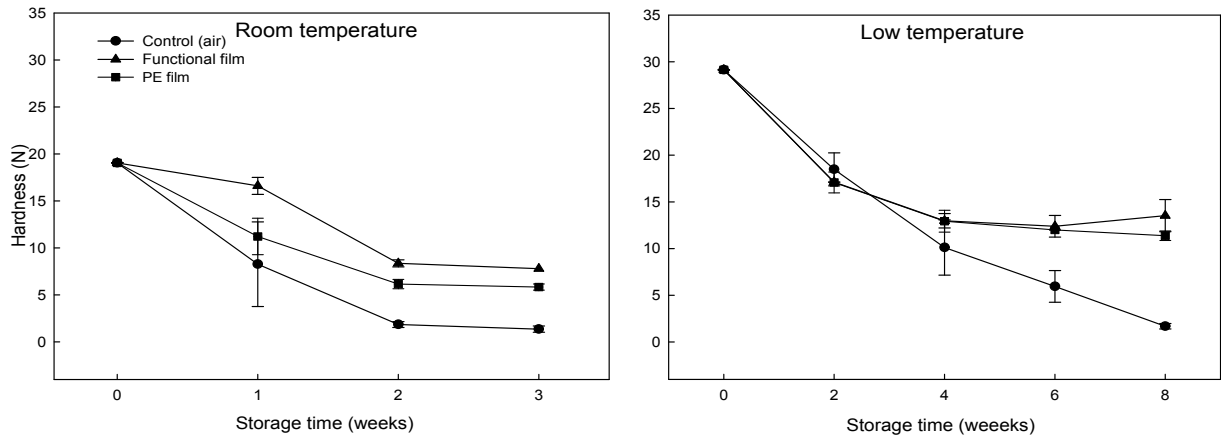


Fig. 2. Changes in firmness according to storage temperatures and packaging films of 'Fuyu' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

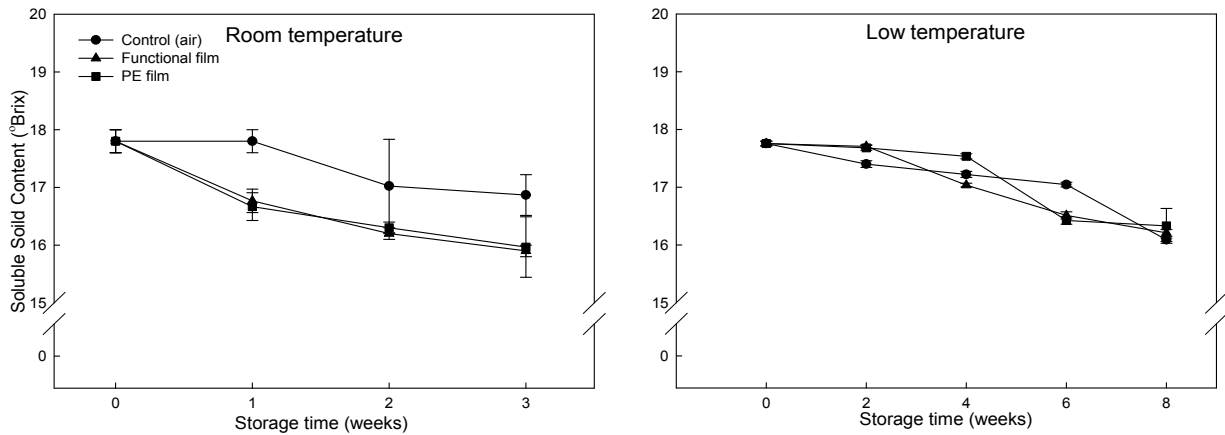


Fig. 3. Changes in soluble solids content according to storage temperatures and packaging films of 'Fuyu' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

다. An 등(14)은 PE 필름 내 형성된 가스 조성에 따라 단감의 당도는 수확 후 크게 영향을 받는 것으로 보고하였는데 본 실험 결과에서도 상온저장의 무포장 처리구에서 당도가 높게 유지가 되는 것으로 나타났다. 기능성 필름 포장재를 이용한 포장 처리구에서 기능성 필름 내에 형성된 가스 조성에 의하여 변화가 빨리 진행되어 나타나는 현상으로 추측된다. 단감의 가용성 고형물 함량 변화는 저장온도 및 필름 포장재에 따라서도 달라 질 수 있는 것으로 나타났으며, 저장온도가 중요한 영향을 미치는 것으로 보인다. 이와 같은 결과로 단감의 상품성 유지에는 저온유지가 필수적이고 저장전의 당도 값의 유지를 위해서는 기능성 포장재를 이용한 처리가 매우 효과적인 것으로 판단되었다.

포장 내 CO₂와 O₂의 함량변화

단감 저장 시 CO₂ 와 O₂ 의 함량변화는 저장온도와 포장재에 따라 차이를 나타냈다. Fig. 4와 같이 '부유' 단감은

필름으로 포장한 처리구에서 CO₂의 함량은 증가하고 O₂의 함량은 감소하는 혐기성 상태를 보이는 것으로 나타났다.

기능성 필름 포장 후 저장온도에 따라 CO₂ 함량 차이를 보였는데, 상온저장에서는 초기 0%에서 저장 2주째에 기능성 포장재에서는 9.5%인데 반해, 저온저장에서는 저장 2주째 기능성 필름 포장재를 이용한 포장 처리구에서는 5.4%로 저장 8주째에는 4.5%로 나왔다. PE 필름 포장재를 이용한 포장 처리구에서는 상온저장 2주째 8.2%이고, 저온저장에서는 2주째는 9.4%로 저장 8주째는 6.5%로 나와 PE 필름 포장 후 상온저장에서가 CO₂ 농도의 축적이 높게 나타났다. 그러나 대조구인 무포장의 CO₂ 농도는 대기와 동일한 가스 조성을 보였다. An 등(21)에 따르면 MA 저장에서 PE 필름 봉지 내의 CO₂ 농도는 저장 4주까지는 과실의 호흡량에 영향을 받지만 4주 이후부터는 필름의 투과성에 영향을 받는다고 한다. 본 실험에서는 CO₂ 농도변화는 저장온도에

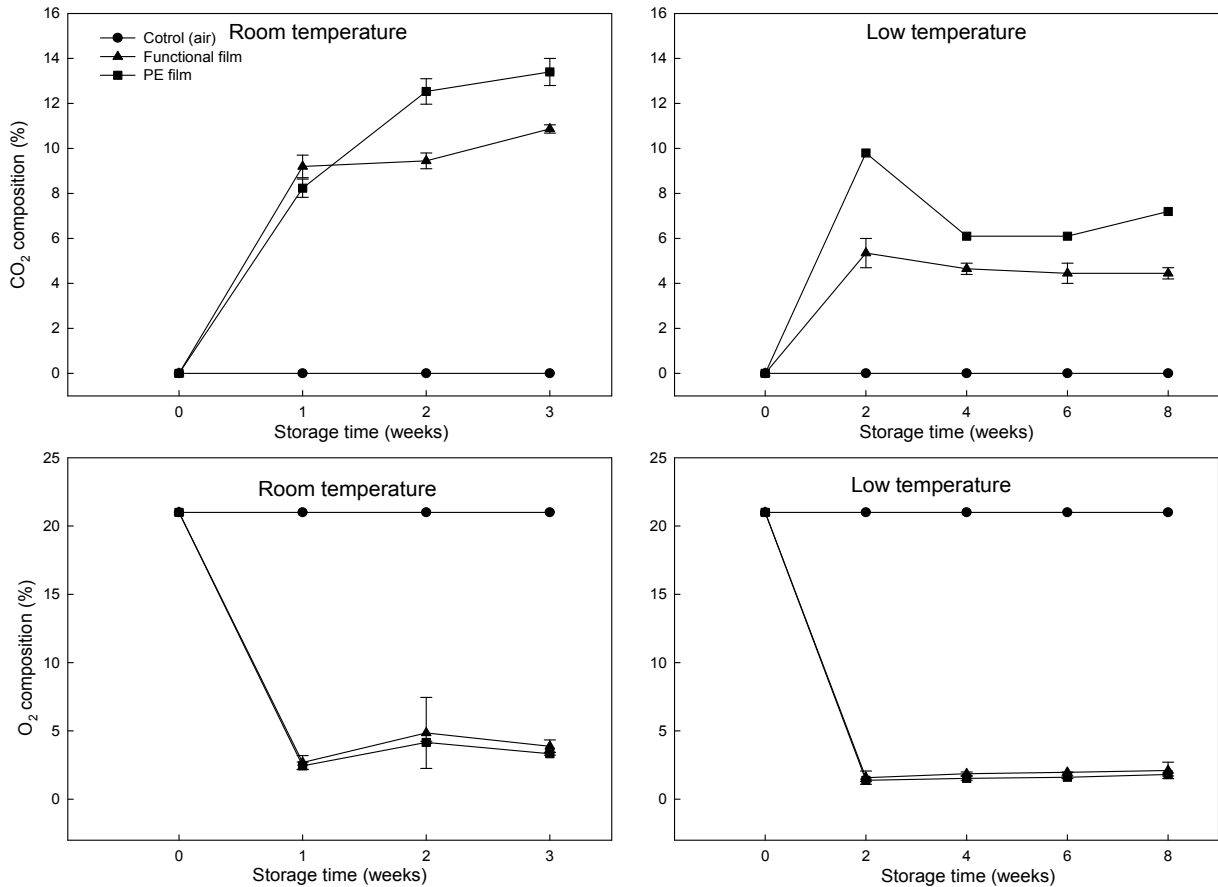


Fig. 4. Changes in gas composition (CO₂ and O₂) within different films according to storage temperatures of 'Fuju' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

따라 차이를 보면, An 등(21)과 같이 저장온도에 따라 호흡량에 영향을 받아 과실의 호흡이 높게 유지되어 저온보다 높은 CO₂ 농도로 보이는 것으로 추측된다. O₂ 함량변화는 포장 후 저장 1~2주내 급격히 감소하고, 낮은 농도를 유지하는 것으로 나타났다. O₂의 함량은 기능성 필름과 PE 필름 처리구가 거의 비슷하게 나타났으며, 저온저장에서는 과실의 호흡에 의해 지속적으로 감소되어 저장 2주째 1.6%로 저장 8주째가 되었을 때에는 2.1%로 나타났다. Ben-Arie와 Zutki(2)에 의하면 단감 PE 필름포장 내 가스 조성은 저장 60일 후 O₂는 3%내외, CO₂는 5%내외로 나타난다는 결과와, 본 실험에서의 저온저장에서 단감 포장내 CO₂와 O₂의 함량은 거의 일치하는 것을 나타냈다. 이를 통해 단감의 저장 시 저온저장에서 MA 효과를 높이기 위하여 기능성 필름을 이용하는 것이 효과적인 것으로 나타났으며 기능성 필름을 사용한 저온유통 방법으로 단감의 고품질 유지를 위한 적정 CO₂ 함량은 유지되는 것으로 나타났다.

호흡 및 에틸렌 발생

단감의 호흡률은 기능성 필름 포장 후 저온저장으로 다소 낮출 수 있는 것으로 나타났다. 기능성 필름 포장한 처리

구의 단감 CO₂ 가스 발생량이 저장 후에 감소되는 것으로 나타났으나, 저장온도에 따라서는 일정한 경향을 보이지 못하였다. 저온저장에서 반응이 지연되고, 발생량은 저장 8주째 기능성 포장재를 이용한 처리구에서 무포장과 PE 필름 포장재를 이용한 처리구보다 약간의 낮은 것으로 나타났다. 단감의 CO₂ 가스 발생은 저장 중 저장온도에 따른 반응 패턴이 저온저장이 상온저장보다 적게 발생되며, 포장재에 따라서는 저장온도에 상관없이 초기에는 무처리에서 발생량이 낮은 것으로 나타났다. 저장 종료 시에는 기능성 포장재를 이용한 처리구에서 발생량이 약간 낮은 것으로 나타났지만 처리구들 사이에는 큰 차이를 보이지 않았다. Fig. 5에서와 같이 '부유' 단감의 온도별 CO₂ 가스 발생량은 상온저장에서는 초기 1.9 mL·kg⁻¹·h⁻¹에서 저장 1주째 급격히 증가하여 3.8~10.2 mL·kg⁻¹·h⁻¹이었으나, 2주째는 감소되어 1.6~2.8 mL·kg⁻¹·h⁻¹이었으며, 저장 종료 시는 7.1~8.7 mL·kg⁻¹·h⁻¹까지 증가하는 것으로 나타났다. 저온저장에서는 상온저장과 변화 형태에서는 비슷하나 느리게 지연되는 양상으로 저장 2주째에서는 2.9~8.4 mL·kg⁻¹·h⁻¹이었으며 저장 4주째에는 3.4~9.8 mL·kg⁻¹·h⁻¹까지 증가하다가 저장 6주째에 2.5~6.8 mL·kg⁻¹·h⁻¹까지 감소하다가, 저장

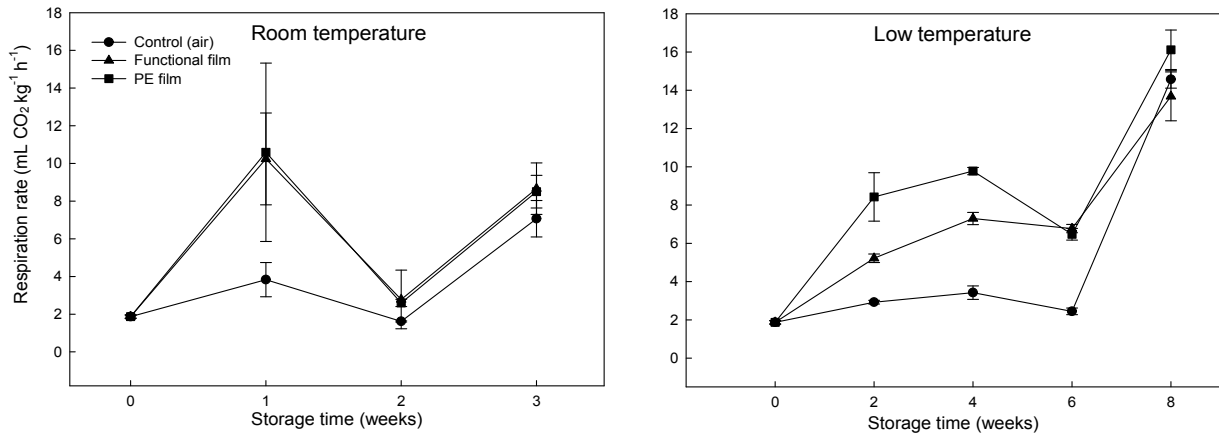


Fig. 5. Changes in respiration rate according to storage temperatures and packaging films of 'Fuyu' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

종료 시에는 $13.7\sim 16.1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 증가하는 것으로 나타났다. 포장재에 따라서는 CO_2 가스 발생은 기능성 포장재를 이용한 처리구와 PE 필름 포장재를 이용한 처리구가 무포장보다 높아 상온 2주째에는 포장재 처리구들에서는 $5.2\sim 10.2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 인데 반해 무포장 처리구는 $2.9\sim 3.8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 으로 나타났다. 그러나 저장 3주째부터 저장 종료시까지 포장조건에 따라 CO_2 가스 발생이 증가하지만 차이는 불분명해지는 것으로 나타났다.

단감의 에틸렌(C_2H_4) 가스 발생은 저장 후 감소하다 증가 후 다시 감소하는 형태로, 온도에 따라 변화 정도에 차이를 보였다. '부유' 단감의 에틸렌 발생 변화를 보면(Fig. 6), 온도에 따라서 상온저장에서 초기 $0.5 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 에서 저장 2주째에는 $0.0\sim 0.2 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 낮아졌다가 저장 3주째에는 $1.1\sim 1.6 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 으로 높아지는 것으로 나타났다. 저온저장에서 저장 2주째 $0.2\sim 0.3 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 까지 감소하였다가, 저장 4주째 $0.4\sim 0.6 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 까지 증가했다가, 6주 이후에 저장기간이 지속되면서 다시 감소하는 것으로 나타났

다. 포장재에 따라서는 기능성 포장재를 이용한 처리구에서 2주째는 $0.0\sim 0.2 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 무포장 처리구에서는 $0.1\sim 0.2 \mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 로 두 처리구 모두 초기보다 감소하였지만 저장기간이 길어질수록 발생량은 점점 감소하는 것으로 나타났다. 상온저장에 비해 저온저장이 에틸렌 발생 정도가 적은 것으로 나타났으며, 포장재 처리에 따른 차이는 기능성 필름 포장 처리구가 PE 필름 처리구보다 에틸렌 발생이 약간 적은 것으로 나타났다. 큰 차이는 나지 않지만 기능성 포장재를 이용한 처리구가 에틸렌 흡착 기능이 있어 포장지내의 에틸렌량을 감소시키는데 약간의 영향을 미쳤을 것이라고 생각된다. Leng 등(22)의 결과에 의하면 단감에서 저장온도에 따라 수확 후 호흡 활동에 크게 영향 받는 것으로 보고하였는데, 본 실험에서도 저장온도에 따라 호흡 활동이 영향을 받는 것으로 나타났으며, 또한 포장재에 따라서는 약간의 영향을 받는 것으로 보여 진다. 이는 단감의 장기저장을 위해서는 저장온도 뿐만 아니라 포장재에 따라서는 수확 후 유통 중 저장 수명유지에 영향을 미칠

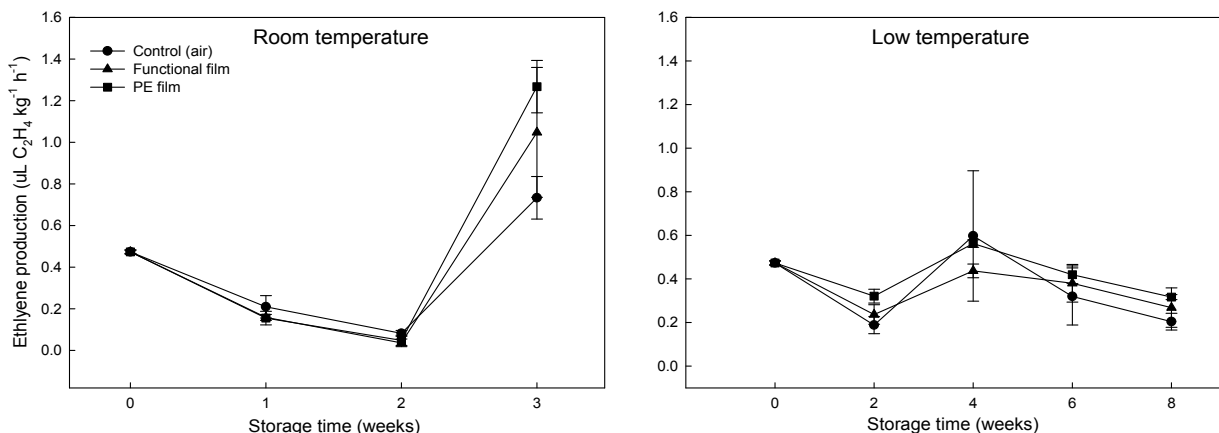


Fig. 6. Changes in ethylene production according to storage temperatures and packaging films of 'Fuyu' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

것으로 판단된다.

Hunter 'b'값

단감의 저장기간 동안에 황색도는 감소하는데, 저장온도에 따라 포장효과가 다르게 나타났다. Fig. 7과 같이 '부유' 단감 저장기간 동안에 Hunter 'b' 값의 황색도는 포장재보다는 저장온도에 따른 차이가 큰 것으로 나타났다. 온도에 따른 차이는 상온저장에서 초기 39.0에서 2주 후 23.1~30.3으로 크게 감소한 반면에, 저온에서는 47.4에서 2주 후에 43.6~47.0으로 감소폭이 작은 것으로 나타났다. 포장재 처리는 저장온도에 따라 차이가 달라 상온에서는 포장재에 따라 Hunter 'b' 값에 차이를 보인 반면에 저온에서는 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 상온에서는 초기 39.0에서 3주후 기능성 포장재를 이용한 처리구와 PE필름 포장재를 이용한 처리구는 28.3으로 나타났지만 무포장 처리구에

서는 20.5로 나타났다. 단감의 기능성 필름 포장은 저온저장에서 색상변화 억제에 큰 효과를 보이지 못하였으나, 상온저장에서는 색상변화를 억제하여 PE 필름보다 효과가 있는 것으로 나타났다. 상온저장 후 무포장 처리구에서 감소 정도가 기능성 필름 포장재를 이용한 포장처리구보다 큰 반면에, 저온저장에서는 PE필름 포장재를 이용한 처리구에서 가장 많이 감소하였다. 기능성 필름 포장재를 이용한 처리구는 무포장 처리구보다 다소 높은 경향을 나타냈지만 저장기간이 길어질수록 모든 처리구에서는 계속적으로 감소를 하는 것으로 나타났다. Lee(8)는 단감의 MAP저장에서 PE필름의 밀봉방법으로 기체의 이동에 영향을 끼쳐 과피변색 생리장해가 발생할 수 있다고 하였다. 본 실험에서도 저장 중 과피의 색상변화 발생하나, Lee(8)와 같이 변색이 발생되지는 않았으나, 저장기간이 길어질수록 Hunter 'b'값이 낮아지는 것으로 보아, 변색과 품질저하가

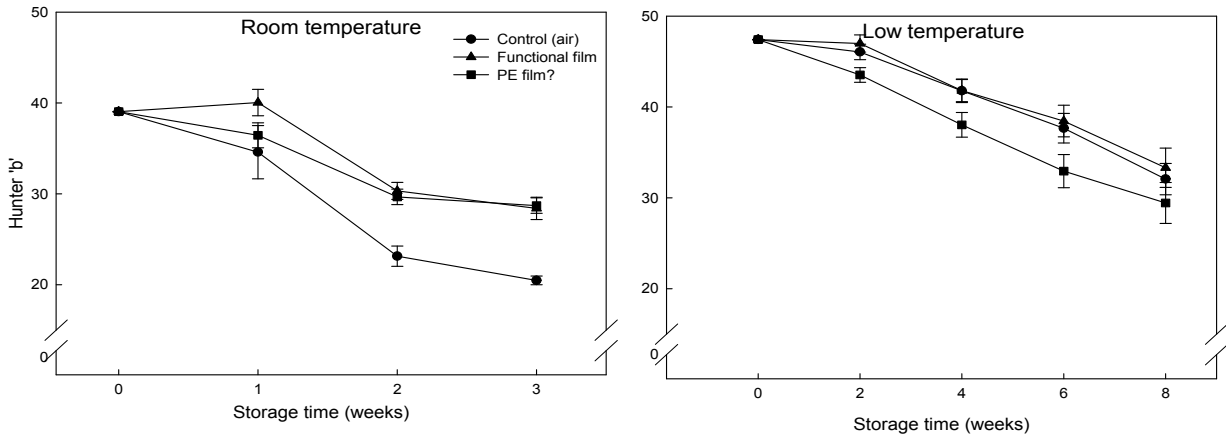


Fig. 7. Changes in Hunter 'b' values of the skin color according to storage temperatures and packaging films of 'Fuju' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

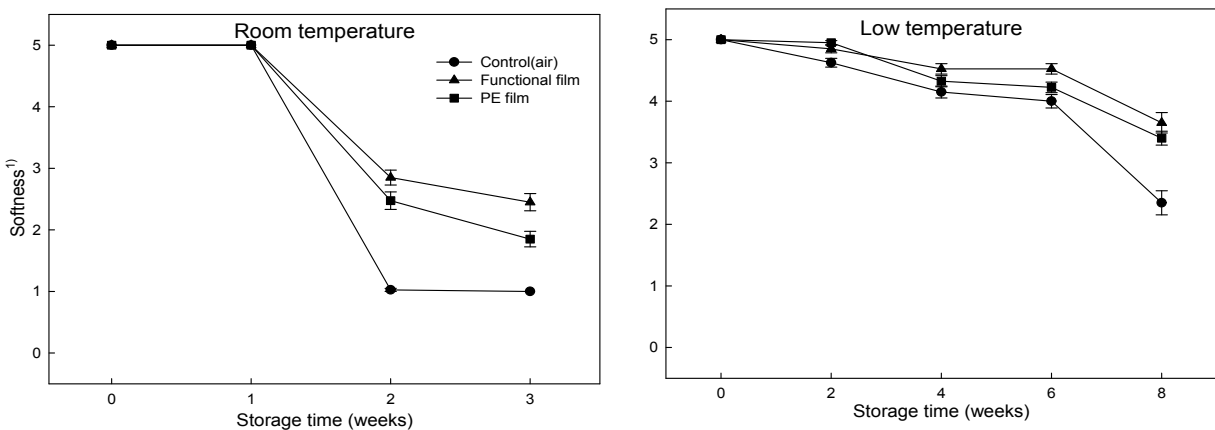


Fig. 8. Changes in softness according to storage temperatures and packaging films of 'Fuju' persimmon fruit. Bars represent standard errors.

¹⁾Softness index : 5 : 0%, 4 : 1~5%, 3 : 6~20%, 2 : 21~40%, 1 : 41~100%.

우려되는 것으로 나타났다. '부유' 단감 고유의 색을 유지하기 위해서는 저온에 저장하는 것이 필요한 것으로 보이나, 상온에서 저장한다면 기능성 필름 포장재를 이용하는 것이 색상변화를 억제 시킬 수 있을 것으로 보인다.

연화도

단감의 연화는 저장온도를 낮추고, 부가적으로 필름포장을 하여 지연시켰다. '부유' 단감 저장시 연화는 저장온도를 낮춤으로써 억제되며, 기능성 필름 포장재를 이용하여 저장함으로써 연화가 지연시키는데 효과적인 것으로 나타났다. Fig. 8과 같이 단감은 저장온도 차이에 따라 연화정도에 크게 영향을 미쳐, 저장 2주째에 상온저장의 무포장 처리구에서의 연화도 지수로 폐기해야 되는 1.0으로써 상품성이 없었으나, 저온저장은 2.9로써 상온저장보다 높아 상품성을 유지하였다. 기능성 필름의 포장은 단감의 연화를 억제시켜, 상온저장 2주째에 기능성 필름포장재를 이용한 처리구의 연화도가 4.9로 무포장 처리구의 연화도 1.0보다 높았으며, 저온저장에서는 2주째에 기능성 필름 포장재 처리구의 연화도가 4.9로 무포장 처리구의 연화도 4.6보다 높았으며, 저장기간이 증가할수록 차이가 커져 저장 8주째에 기능성 필름 포장 처리구는 3.7, PE필름 포장재 처리구는 3.4이고 무포장이 2.4이었다.

'부유' 단감의 수출과 국내 유통시장에서 소비자는 단단한 육질을 원하고 있어, 단감의 연화억제가 상품성을 유지하기 위한 중요한 문제인데, 이를 억제하고자 1-MCP 처리(6), CA저장(10)과 열처리법(23) 등에 대한 보고가 있다. 본 실험에서는 단감의 연화억제는 저장온도를 낮춤으로써 쉽게 억제 시킬 수 있는 것으로 나타났으며, 기능성 필름 포장만으로도 연화를 지연시킬 수 있을 것으로 나타났다. 따라서 소규모의 유통규모에서는 필름 처리만으로도 연화를 쉽게 지연시킬 수 있는 것으로 판단된다.

요 약

'부유' 단감의 상품성 유지를 위한 저장온도(상온과 저온)와 포장재(기능성 필름)효과를 구명하기 위해 본 연구를 수행하였다. 단감의 중량 감소는 포장재에 따른 차이가 커서 기능성 필름 포장처리 한 것이 무포장보다 매우 작았으며, 온도에 따라서는 저온저장이 중량감소 정도를 줄이는 것으로 나타났다. 단감의 경도는 온도의 영향을 받아 저온에서 변화 정도가 적었으며, 저온에서 기능성 필름 포장재를 이용한 처리구에서 가장 적게 변하는 것으로 나타났다. 포장 내 가스조성 변화는 CO₂ 농도가 저장온도 및 포장재에 따라 차이를 보여, 저온저장에서 기능성 필름을 이용한 처리구에서 적정 CO₂ 농도에 근접하는 것으로 나타났다. 단감의 호흡율(CO₂ 발생량)은 저장 후 온도에 영향을 받으며,

포장재에 따라 달라졌는데, 저온저장에서 낮아지고 기능성 필름 포장재를 이용한 처리구에서 약간 낮아지는 경향을 보였다. 에틸렌 발생은 온도의 영향이 커서 저온저장에서 감소하였다. Hunter 'b' 값의 황색도는 포장재처리보다는 저장온도에 따른 차이가 큰 것으로 나타났으며, 저온에 저장하는 것이 변색을 지연시켰으나 저장기간이 길어질수록 단감의 변색과 품질저하가 우려되는 것으로 보인다. 따라서 '부유' 단감의 효과적인 상품성 유지를 위하여 저온조건에서 기능성 필름을 이용하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

References

- Han JH, Chae SH, Jang DH (2012) Agriculture and rural economic trend (spring) Korea Rural Economics Institute. p 51
- Ben-Arie R, Zutkhi Y (1992) Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packaging. Korean J Hort Sci Technol, 27, 811-813
- Brackmann A, Freitas ST, Mello AM, Steffens CA (2003) Application of 1-MCP to 'Quioto' persimmon stored under refrigeration and controlled atmosphere. Revista Brasileira de Fruticultura, 25, 42
- Lee YJ (2001) Browning disorders of 'Fuyu' persimmon fruit caused by low oxygen and low temperature in modified atmosphere storage. Korean J Soc Hort Sci Technol, 42, 725-731
- Park HJ, Yang YJ (2010) Effect of 1-MCP concentration on postharvest quality of persimmon 'Fuyu' during cold storage. Korean J Hort Sci Technol, 28, 97
- Ahn GH, Choi SJ (2010) The practical 1-methylcyclopropene treatment method for preventing post-storage softening of 'Fuyu' persimmon fruits. Korean J Hort Sci Technol, 28, 254-258
- Qrtiz GI, Sugaya S, Sekozawa Y, Ito H, Wada, Gemma H (2005) Efficacy of 1-methylcyclopropene in prolonging the shelf-life of 'Rendaiji' persimmon fruits previously subjected to astringency treatment. J Japan Soc Hort Sci, 74, 248
- Lee YJ (2001) Discoloration disorder as influenced by sealing methods of PE film bag in MAP storage of 'Fuyu' persimmon fruit. Hort Environ Biotechnol, 42, 721-724
- Lee YJ, Park YH, Kim KK, Lee HS (2010) Insect disinfestation and quality change of 'Fuyu' persimmon fruit influenced by hot-water treatment methods and MAP storage. Korean J Hort Sci Technol, 28, 234-241

10. Hong SS, Hong YP, Choi SJ, Kim YB (1996) The effect of CA storage of 'Fuyu' persimmon. *Korean J Hort Sci Technol*, 14, 156-157
11. Kurahashi T, Matsumoto T, Itamura H (2005) Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene absorbent on softening and shelf life of dry ice-treated Japanese persimmon 'Saijo' harvested at various maturation stages. *J Japan Soc Hort Sci*, 74, 63
12. Kawada K (1982) Use of polymeric films to extend postharvest life and improve marketability of fruits and vegetables-Unipack: Individually wrapped storage of tomatoes, oriental persimmons and grapefruit. In: D.G. Richardson DG and Meheriuk M (eds.). *Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities. Sym. 1, Corvallis Ore Timber Press Beaverton Ore. USA*, p 87-99
13. Chung DS, Hong YP, Lim BS, Cho MA, Kweon HJ (2009) Improvement of storage and packaging method for freshness on sweet persimmon fruits. *Korean J Hort Sci Technol*, 27, 115
14. An JH, Kang SM, Cho JL, Lim JM (2001) Effect of gas composition in polyethylene film bags on storability of 'Fuyu' (*Diospyros kaki* Thunb.) persimmon fruit. *Korean J Hort Sci Technol*, 19, 550-554
15. Li C, Rao J (2004) Effect of film packaging on several physiological and qualitative changes of persimmon (*Diospyros kaki*) in cold storage. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 24, 1604
16. Sakurai N, Iwatani S, Terasaki S, Yamamoto R (2005) Evaluation of 'Fuyu' persimmon texture by a new parameter, 'Sharpness index'. *J Japan Soc Hort Sci Technol*, 74, 150-158
17. Lee EJ, Yang YJ (1997) Postharvest physiology and storage disorders affected by temperature and PE film thickness in 'Fuyu' persimmon fruit. *Korean J Soc Hort Sci Technol*, 38, 516-519
18. Kim BS, Lee HJ, Park HW, Cha HS (2003) Effect of respiration and transpiration on the weight loss of various fruit (peach, apple, pear, persimmon, mandarin). *Korean J Food Preserv*, 10, 142-146
19. Fisher RB, Bennett AB (1991) Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Ann Rev Plant Mol Biol*, 42, 675-703
20. Lieberman M (1979) Biosynthesis and action of ethylene. *Ahn Rev Plant*, 30, 533-536
21. An JH, Kang SM, Cho JL, Lim JM (2001) Effect of gas composition in polyethylene film bags on storability of 'Fuyu' (*Diospyros kaki* Thunb.) persimmon fruit. *Korean J Hort Sci Technol*, 19, 550-554
22. Leng P, Li B, Gao Q, Zheng Z, Liang X (2004) Influence of storage temperature and polyethylene wrap on the shelf life of persimmon fruits. *J China Agricultural University*, 9, 22
23. Yang YJ, Park HJ (2009) Effect of hot water treatment on inhibiting softening and extending storability of persimmon 'Fuyu' during cold storage. *Korean J Hort Sci Technol*, 27, 120

(접수 2013년 9월 16일 수정 2013년 11월 8일 채택 2013년 12월 23일)