

# 플럼코트 ‘하모니’ 과실의 수확 후 품질에 미치는 저장온도 및 1-MCP 처리의 영향

임병선<sup>1\*</sup> · 윤석규<sup>1</sup> · 남은영<sup>1</sup> · 천종필<sup>2</sup> · 조미애<sup>1</sup> · 정대성<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 과수과, <sup>2</sup>충남대학교 원예학과

## Effects of Storage Temperature and 1-MCP Treatment on Postharvest Quality in Plumcot Hybrid cv. Harmony

Byung-Seon Lim<sup>1\*</sup>, Seok-Kyu Yun<sup>1</sup>, Eun-Young Nam<sup>1</sup>, Jong-Pil Chun<sup>2</sup>, Mi-Ae Cho<sup>1</sup>, and Dae-Sung Chung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Korea

<sup>2</sup>Division of Plant Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

**Abstract.** This study was conducted to investigate the optimum storage temperature and the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the postharvest physiology and quality of plumcot (*Prunus salicina* Lindl. × *Prunus armeniaca* L.) ‘Harmony’ fruits. plumcot fruits were stored at 0, 5, 10, and 20°C, respectively, with three different ripeness stages grouped by skin color development. Furthermore, we treated 1 μL·L<sup>-1</sup> 1-MCP was treated at 10°C for 17 hours and stored at 10°C for 12 days to evaluate the effectiveness for better shelf-life. The results indicated that lower storage temperature than room temperature effectively reduced the respiration rate with delaying quality changes. While, the fruits showed worse fruit taste than the fruits stored at 10 and 20°C. Reversely, the fruits stored at 20°C showed more respiration rate and ethylene production. 1-MCP treatment effectively reduced the skin red color development, ethylene production, CO<sub>2</sub> and softening of plumcot ‘Harmony’ fruits. Overall data indicated that the optimum harvest time and storage temperature could be 30-50% red color and near 10°C. Postharvest 1-MCP application at the level of 1.0 μL·L<sup>-1</sup> could maintain fruit quality well in plumcot fruits.

**Additional key words:** decay, ethylene, ripening, shelf-life, taste

## 서 언

플럼코트는 국내에서 자두(*P. salicina* Lindl.)와 살구(*P. armeniaca* L.)를 교배하여 얻어진 새로운 과실로 그 맛과 향기가 뛰어나 소비자들에게 호감을 줄 수 있는 과실로 평가된다. 그러나 플럼코트 과실에 대한 수확 후 품질변화에 대한 연구에 대해 보고된 바가 없어 수확 후 품질요인의 변화 및 호흡과 에틸렌발생 등과 같은 생리적 특성에 관한 연구가 필요한 상황이다. 대부분의 핵과류 과실은 클라이맥터릭형 과실로 성숙과 더불어 에틸렌 생합성이 증가하고 연화 과정이 급속히 진행되는 특징을 보인다(Brummell et al., 2004; Chun et al., 2010; Dong et al., 2002; Rasori et al.,

2002). 특히, 여름철에 수확하는 경우 고온에 따른 높은 호흡작용으로 인해 과실은 상온에서 매우 빠르게 물러지고 수확시기가 늦어질수록 부패과의 발생이 증가하여 저장 수명이 단축되므로 핵과류의 보구력 증진 기술개발이 절실하다(Abdi et al., 1997; Chun et al., 2010). 과실은 온도가 높을수록 호흡량이 많아지므로, 과실류에 있어 연화과정을 지연하고 고유의 정도와 품질을 유지하기 위해, 호흡의 증가를 낮출 수 있는 적절한 저온이 필요하다(Dong et al., 2001; Lim et al., 2007; Selvarajah et al., 2001). 그러나 자두를 5°C 이하의 온도에 저장할 때 자두 ‘대석조생’에서 과육의 갈변 및 투명화가 발생하며(Oh et al., 2007), 만생종 자두는 갈변 및 투명화와 더불어 과즙이 없어지는 증상, 그리고 품

\*Corresponding author: limbsw@korea.kr

※ Received 24 May 2012; Revised 9 November 2012; Accepted 15 November 2012.

종에 따라 과육색이 붉게 변하는 적변, 섬유질화 또는 스폰지화가 나타나 상품성이 떨어지기도 한다. Crisosto et al.(1999)은 이 증상을 저온장해(chilling injury) 또는 internal breakdown로 보고하였고, 품종, 저장온도, 과실의 숙기, 생육기간 동안 나무에서의 위치가 저온장해 발생 양상에 영향을 미친다고 하였으며(Cha et al., 2006; Woolf et al., 2005), 살구의 경우에도 2.2-7.6°C에서 저온 저장할 때 자두와 유사하게 수침 발생과 갈변을 유기하는 등 저온장해 증상을 보인다고 보고된 바 있다(Crisosto et al., 2012). 품종에 따라 저온에 노출된 기간에 의해서도 저온 장해과 발생 양상이 달라지며, 자두의 숙성 및 저온장해 등 에틸렌과 연관된 장해를 조절하는 주요 조절 인자라고 밝혔다(Moran and McManus, 2005). 에틸렌의 생합성은 S-adenosylmethionine(SAM)으로부터 에틸렌의 전구물질인 ACC를 거쳐 에틸렌으로 생성되는 과정을 거치게 되는데, 외부에서 처리된 에틸렌은 ACC의 합성과 아울러 ACC로부터 에틸렌으로 전환하는 과정을 촉진한다(Riov and Yang, 1982). 반면, 1-Methylcyclopropene(1-MCP)는 에틸렌 작용억제제로, 바나나, 사과, 토마토 그리고 자두 등에서 과실의 노화를 지연시키는 효과가 보고된 바 있으며, 이는 에틸렌에 의한 신호전달체계를 차단한 결과로 보고되고 있다(Choi and Bae, 2007; Lim et al., 2009; Oh et al., 2007; Sisler and Serek et al., 1997; Watkins, 2006). 이에 따라 여러 작물에서 에틸렌 작용 억제 효과를 보이는 1-methylcyclopropene을 자두에 처리하는 경우, 저온 저장 시 성숙 지연 효과를 보이고 경도유지에 효과적인 것으로 보고된 바 있다(Abdi et al., 1998; Blankenship and Dole, 2003; Skog et al., 2001; Valero et al., 2003). 또한 자두는 수확 후 주로 상온에서 유통되면서 경도 저하와 표피색 변화, 단맛과 신맛이 떨어져 소비자 기호도가 감소하는 원인이 되므로 단기 저장 또는 유통기간 연장에 관심이 높다(Cho et al., 2011).

이에 본 실험에서는 플럼코트 과실의 보급을 위한 과실의 품질특성을 구명하고 저장성 향상을 위한 적정온도 및 유통기간 확대를 위한 유통조건과 1-MCP 처리효과를 구명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험재료 및 처리

본 실험에 사용한 플럼코트 ‘하모니(Harmony)’는 자두 ‘Soldam’과 살구 ‘Harcot’를 교배하여 육성한 품종으로 국립원예특작과학원의 재배 포장에서 재배되었으며 관행수확기인 2011년 7월 7일 일괄 수확하여 실험에 이용하였다. 수확 직후 기형과 및 상처과실을 배제하고 크기와 착색도에

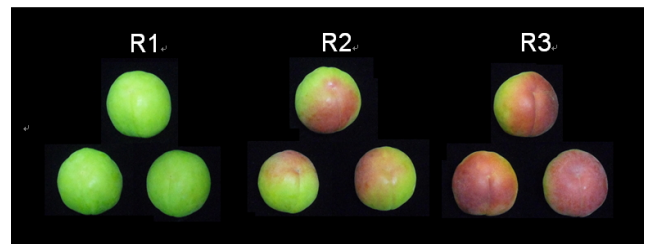


Fig. 1. Different ripeness stage of plumcot ‘Harmony’ fruits. Fruits were grouped by skin color development (redness 0% = R1, 30-50% = R2, 50-80% = R3).

따라 3숙기(과피의 붉은색 비율 0%:R1, 30-50%:R2, 50-80%:R3)로 각각 구분(Fig. 1)한 후 0, 5, 10 및 20°C에 12일간 저장하였다. 1-Methylcyclopropene(1-MCP, SmartFresh™, AgroFresh Inc., USA) 처리는 R2 과실만을 대상으로 1μL·L<sup>-1</sup> 농도로 17시간 10°C에서 처리한 후 동일온도에서 12일간 저장하면서 품질변화를 비교하였다.

### 호흡 및 에틸렌 측정

호흡량과 에틸렌 생성량의 조사를 위하여 처리구별로 9개의 과일을 1L의 밀폐용기에 3개씩 넣어 3반복으로 1시간 경과 후 용기내부에 축적된 공기를 1mL 주사기로 채취하여 GC(HP6890, Hewlett Packard, USA)로 분석하였다. 이산화탄소 분석은 Porapak 컬럼을 TCD가 장착된 GC를 이용하여, injection 온도는 110°C, oven 온도는 70°C 조정하였으며, Detector는 150°C로 하였다. 에틸렌 분석은 alumina 컬럼을 이용하여, detector는 250°C로 설정하여 측정하였다. 이때 flow rate는 모두 30mL·min<sup>-1</sup>로 설정하였다. 에틸렌과 CO<sub>2</sub>의 standard gas 농도는 각각 10μL·L<sup>-1</sup>과 0.5%를 사용하였고, 시료의 이산화탄소 및 에틸렌 발생량은 측정할 때마다 standard gas 농도를 측정하여 보정하였다.

### 품질조사

경도는 과실의 적도면 과피를 제거 후 TA-XT2 Texture Analyzer(25kg load cell, 5mm cylindrical probe, Surrey, U.K.)를 이용하여 변형 깊이 10mm, 속도 2mm·s<sup>-1</sup>로 측정하였으며, 단위는 Newton(N)으로 표현하였다. 가용성 고형물의 함량은 20°C로 자동 보정되는 digital refractometer(RA-520N, Kyoto Electronic, Japan)를 사용하여 측정하였다. 이때 사용된 과즙은 과육을 채취하여 착즙한 즙액을 이용하였다. 산도는 5배 희석한 과즙을 0.1N-sodium hydroxide를 이용하여 pH 8.2로 적정한 후 malic acid 함량으로 환산하였다. 색도는 적도면의 과피를 색도계(CR-300, Minolta Corp., Japan)를 사용하여 한 과실 당 붉은색이 있는 부위와 없는 부위 두 곳을 측정 후 평균값으로 하였다. 모든 실험구는 완전임의배치법 3반복으로 하였고

통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.1, SAS Institute Inc., USA)을 이용하여 Duncan 다중범위검정으로 분석하였다. 식미도는 3명의 분석요원이 신맛, 단맛, 종합식미도를 평가하여 평균한 후 매우 높음(5)-매우 낮음(1)로 표현하였다.

## 결과 및 고찰

### 저장 온도별 품질변화

플럼코트 ‘하모니’의 숙도별 저장온도에 따른 과실의 품질변화를 조사한 결과는 다음과 같다. 수확 당시에 숙기가 진행된 과실일수록 경도가 낮았고, 저장온도에 관계 없이 저장 전 숙도가 높은 과실일수록 저장기간의 경과와 더불어 경도가 낮게 조사되어 가장 숙도가 높았던 R3(착색 50-80%) 시기의 과실의 경도가 유의하게 낮았다(Fig. 2). 저장온도별로 보면 5, 10 및 20°C에서는 각 숙도별 과실의 경도는 저장기간이 경과될수록 낮아지는 경향이었던 반면 0°C에서는 경도가 쉽게 저하하지 않고, 오히려 약간 올라가는 경향을 보였는데 이는 저온상태에서의 저온장해로 인한 과육이 질겨지는 현상 때문인 것으로 생각되며, 이는 보고된 결과(Crisosto et al., 2012)와 유사하다. 또한, 20°C에서는 R3 숙기의 과실은 저장 5일만에 경도가 심하게 저하함과 동시에 부패가 진행되어 상품성을 상실하였다. 이러한 결과를 종합할 때 경도만을 고려한 과실의 적정수확시기는 R1 또

는 R2 범위가 적정한 것으로 생각되었다.

플럼코트 ‘하모니’ 과실의 가용성고형물 함량은 과실의 숙도가 높을수록 높은 경향을 보였다(Fig. 3). 아울러, 숙도별 가용성고형물 함량은 0, 5 및 10°C에서 저장기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보였는데 이는 플럼코트 과실(R1, R2, R3)의 성숙으로 인한 요인이 큰 것으로 생각된다. 반면, 과실은 0 및 5°C에서 저장된 R1 숙기의 과실이 저장 12일 경에 다른 숙기과실보다 약간 높은 경향을 보인 것은 개체간의 차이가 영향을 미친 것으로 생각된다. 플럼코트 ‘하모니’ 과실을 20°C에 저장하였던 경우에는 숙도에 관계 없이 가용성고형물 함량이 저장기간에 따라 낮아지는 경향을 보였는데 이는 상대적 고온에서의 호흡량 증가(Fig. 4)에 의한 노화과정의 촉진으로 가용성고형물함량에 영향을 미치는 호흡기질이 소모되었기 때문으로 생각된다. 한편 산 함량은 10 및 20°C 저장구에서 수확 후 저장기간이 경과할수록 감소하였는데, 0 및 5°C 저장구에서 산 함량변화가 일정하지 않았다(자료 미제시).

플럼코트 ‘하모니’ 과실의 저장기간 중 호흡의 급등현상은 5, 10, 20°C에서 저장 6일째에 관찰되어 전형적인 클라이막터릭형 과실로 확인되었으며, 이는 기존의 결과와 유사하다(Brummell et al., 2004; Chun et al., 2010; Dong et al., 2002; Rasori et al., 2002). 저장 온도별 호흡량을 조사한 결과 저장온도가 높을수록 호흡량이 높은 것으로 조사되었다

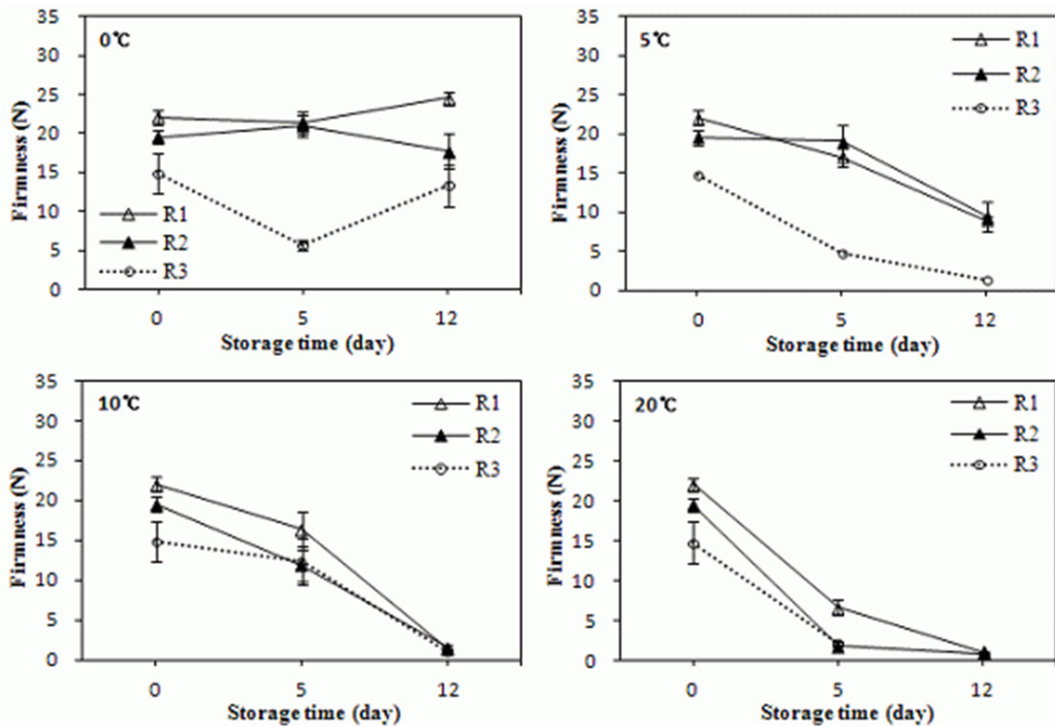


Fig. 2. Effect of fruit ripeness on the changes of flesh firmness during storage at different temperature in plumcot ‘Harmony’ fruit (redness 0% = R1, 30-50% = R2, 50-80% = R3).

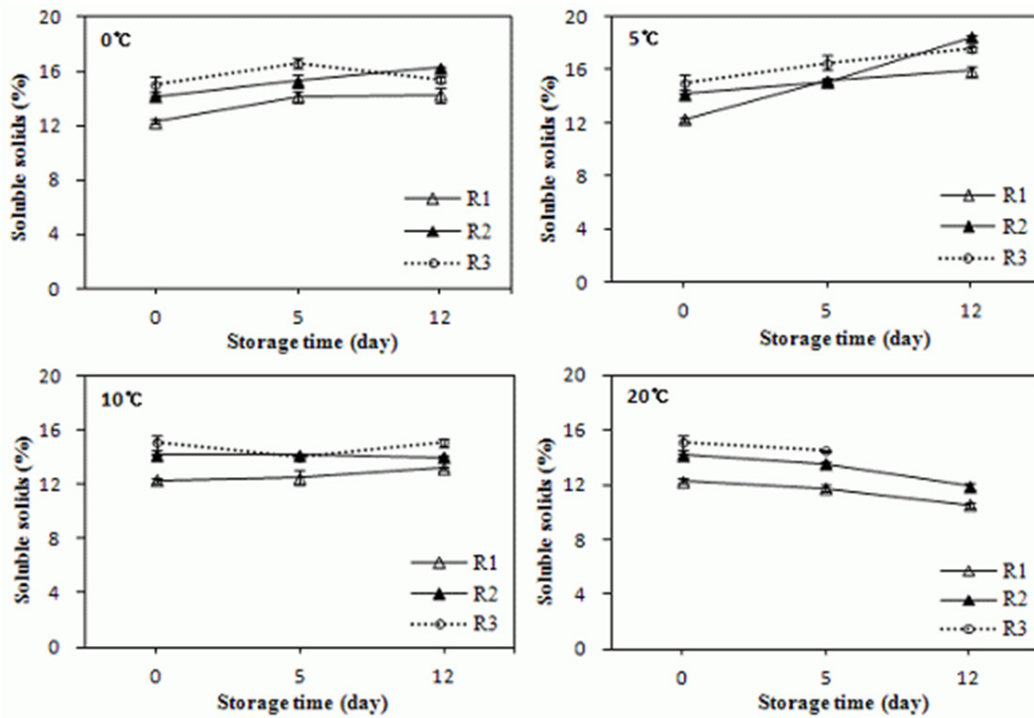


Fig. 3. Effect of fruit ripeness on the changes of soluble solids during storage at different temperature in plumcot 'Harmony' fruit (redness 0% = R1, 30-50% = R2, 50-80% = R3).

(Fig. 4). 특히 20°C에서의 호흡량은 0°C에서의 호흡량보다 저장 6일째 약 5배 이상 높게 나타남으로써 상대적 고온에서의 유통은 플럼코트 '하모니' 과실의 호흡량을 증가시켜 품질을 악화시키는 주요인 중의 하나로 확인되었다. 속도별 호흡량은 차이가 명확하지 않았는데, 이는 선택으로만 선별한 육안으로의 숙기구분과 생리적인 숙기와와의 차이가 작용한 것으로 생각되나 이는 좀 더 연구가 필요할 것으로 생각된다. 플럼코트 '하모니' 과실의 저장온도별 에틸렌 발생량을 조사한 결과 호흡량과 마찬가지로 저장온도가 높을수록 에틸렌 발생량이 많은 것이 관찰되었으며(Fig. 4), 특히 20°C에서의 에틸렌 발생량은 10°C 이하의 저장온도에 비해 유의하게 높게 나타남으로써 20°C 이상의 온도에서의 저장 및 유통하는 경우 높은 에틸렌 발생으로 인한 플럼코트 '하모니' 과실의 품질이 급격하게 악화될 수 있음을 시사한다. 아울러, 속도가 높을수록 에틸렌발생량이 많은 편이었으나, 20°C에서는 속도가 높은 R3 처리구에서 저장 6일만에 다른 처리구보다 낮게 나타났는데 이는 상대적으로 높은 온도에서 조사시점 전에 많은 에틸렌의 발생으로 인한 정점이 지난 후였기 때문으로 생각된다. 이처럼 플럼코트 과실은 수확 후 성숙 및 노화에 관여하는 에틸렌이 많이 작용하므로 수확 후 에틸렌을 제거하거나 에틸렌 발생 가능 물질의 접촉을 피해야 할 것으로 판단된다.

과피의 색도차를 조사한 결과, 음수일수록 녹색, 양수일

수록 적색의 증가를 표시하는 Hunter 'a' 값이 속도별로 차이가 뚜렷한 경향을 보였는데, 속도가 높은 과실일수록 'a' 값이 높게 나타나고 아울러, 저장기간이 길어지고 저장온도가 높아질수록 그 값이 증가하여 과피적색의 발현 증가가 뚜렷하였다(Fig. 5). 그러나 10°C 이하의 온도에서는 R1 속도의 과실에서는 저장 12일에도 음수값을 유지하여 착색 진행 속도가 매우 느리게 진행되었다. 플럼코트 '하모니' 과실의 저장기간 중 착색도를 원활하게 증가시키기 위해서는 속도를 R2 즉 과피가 30-50% 착색된 상태에서 수확하고 저장 최저 온도를 10°C 이상으로 설정해야 할 것으로 판단되었다(Fig. 5). 한편 플럼코트 '하모니' 과실의 저장 12일 후 외관 및 관능평가를 조사한 결과 대부분의 과실이 포장재 접촉부위(과실꼭지부위)에 압상이 관찰됨으로 상품성을 떨어뜨리는 요인으로 지적되었는데 속도가 높고 저장온도가 높을수록 물리적 장애가 크게 나타났으므로(Table 1) 추후 이를 해결하기 위한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

저장온도가 식미에 미치는 영향을 종합하면 20°C 저장구에서는 저장 12일 후 신맛이 거의 없어지고, 단맛도 약하여 품질이 쉽게 떨어졌으며, 0 및 5°C에서는 신맛이 유지되고 단맛이 약한 경향을 보였다. 과실의 속도에 따라서는 R3 속도의 과숙한 과실은 신맛이 매우 적고 단맛이 강하여 플럼코트 과실의 고유한 식미를 보이지 못하였고 저장기간 중 쉽게 부패 하는 것을 볼 수 있었다(Table 1). 반면, R2 과실

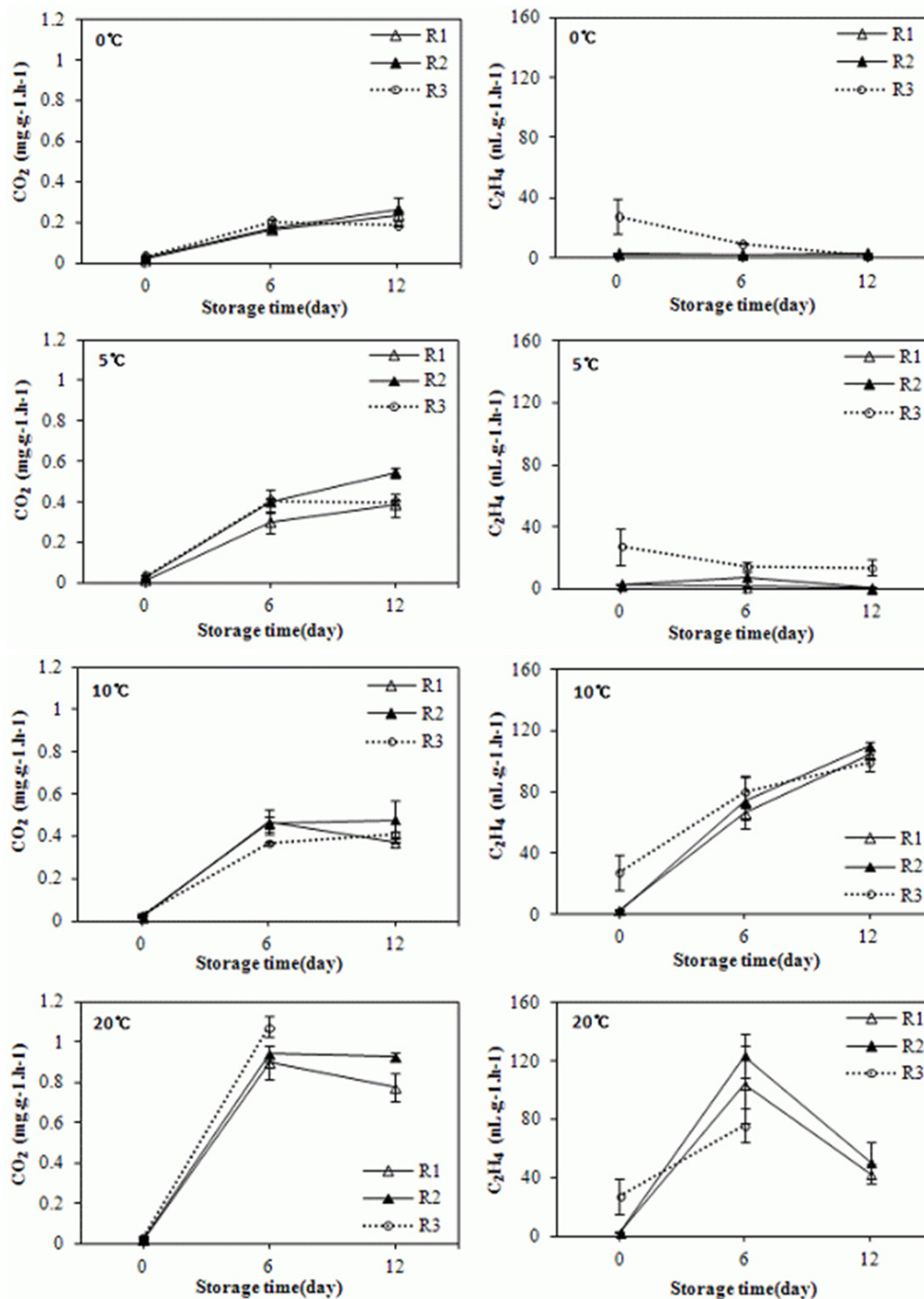


Fig. 4. Effect of fruit ripeness on the changes of respiration and ethylene production during storage at different temperature in plumcot 'Harmony' fruit (redness 0% = R1, 30-50% = R2, 50-80% = R3).

의 경우 대체적으로 단맛과 신맛의 조화롭음이 양호하였으며, 10°C에 저장하였을 경우 가장 양호한 맛을 보임으로써, 품질유지를 위한 플럼코트 '하모니' 과실의 적정 유통온도는 10°C가 적절한 것으로 생각되었다.

#### 1-MCP 처리에 따른 품질변화

R2 숙기의 '플럼코트' 과실에 대한 1-MCP 처리는 10°C 저장조건에서 에틸렌 발생량을 유의하게 감소시켰다(Fig.

6). 10°C 저장조건에서 최대 에틸렌 생성량이 1-MCP 처리 과실은 약 70nL·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> 이하였던 반면, 무처리구의 경우 약 100nL·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> 이상이였다. 호흡량도 에틸렌 생성 결과와 유사하게 무처리구 과실의 호흡량이 저장 5일에 급격히 증가한 반면 1-MCP 처리구에서는 저장 12일에 급격히 증가하는 등 플럼코트 '하모니' 과실에 대한 1-MCP 처리는 자두에서 보고된 바와 유사하게 에틸렌 발생 억제와 호흡저해 작용을 확인할 수 있었다(Martínez-Romero et al., 2003). 아울

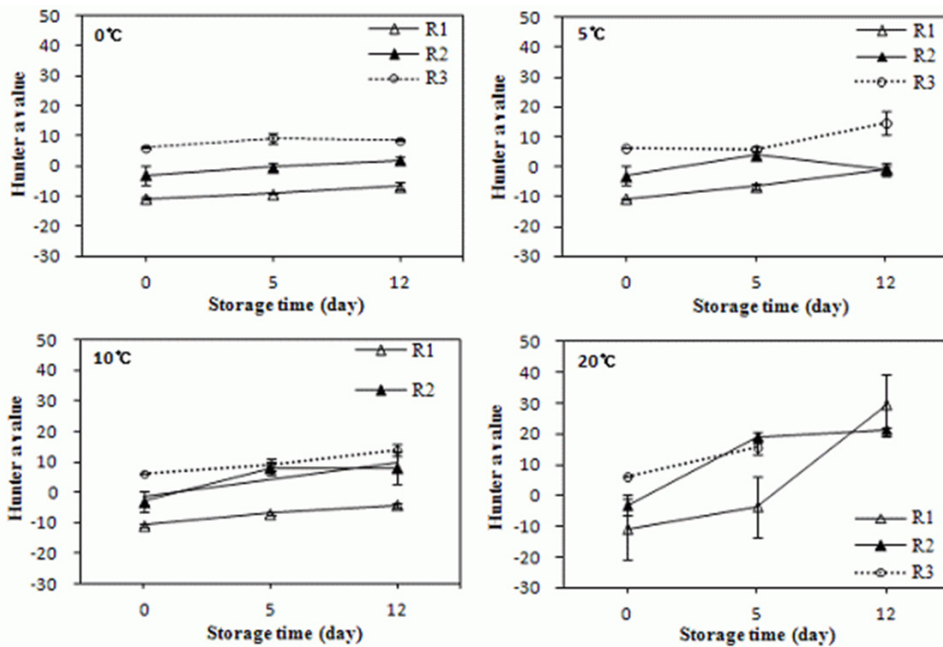


Fig. 5. Effect of fruit ripeness on the changes of Hunter a value during storage at different temperature in plumcot 'Harmony' fruit (redness 0% = R1, 30-50% = R2, 50-80% = R3).

Table 1. Panel test of plumcot 'Harmony' fruits with different ripeness stages after 12 days storage (redness 0% = R1, 30-50% = R2, 50-80% = R3).

Temperature	Ripening stage	Sourness	Sweetness	Overall quality
0°C	R1	5.0 a <sup>z</sup>	1.3 b	1.0 b
	R2	3.3 b	2.3 b	2.6 a
	R3	1.0 c	4.3 a	0.6 b
5°C	R1	5.0 a	1.3 b	0.6 b
	R2	2.3 b	4.6 a	4.3 a
	R3	1.3 c	5.0 a	0.6 b
10°C	R1	1.0 b	3.0 a	0.6 b
	R2	2.6 a	4.0 a	5.0 a
	R3	0.6 b	3.6 a	4.3 a
20°C	R1	0.6 a	0.6 a	0.6 a
	R2	0.3 a	1.0 a	0.6 a
	R3	decay	decay	decay

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

러 1-MCP 처리는 과피색차 중 a 값의 증가를 지연시켰는데 이는 과실의 성숙진행과 연화로 인해 무처리구의 경우 과피색이 빠르게 붉게 변하는데 비해 1-MCP 처리가 노화를 억제하였기 때문으로 판단된다(Fig. 6). 자두의 색도 변화는 에틸렌 생성 전에 시작되므로, 자두에서 에틸렌의 역할은 색소 생성과 클로로필 감소를 동시에 촉진시키는 촉매제라고 보고된 바 있다(Abdi et al., 1997). 최근 보고에 의하면 1-MCP에 의한 색도 변화 억제 효과는 에틸렌 조절 외에 강력한 에틸렌 생성 억제 효과 때문이라고 하였다(Dong et al., 2002). 따라서 자두의 과피색 변화는 매우 적은 양의 에틸렌

에 의해서도 급격히 변화하거나, 과피색 변화에 에틸렌 이외의 요인이 존재할 수 있다고 추측되었다. 아울러, 1-MCP 처리는 정도의 저하속도를 현저히 낮추었으며(Fig. 6), 이런 결과는 Dong et al.(2002) 과 Skog et al.(2001)이 다른 품종의 자두에서 효과를 보고한 것과 일치한다. 산함량 또한 무처리구보다 높게 유지되었다(Moran and McManus, 2005). 결과적으로 1-MCP 처리는 플럼코트 '하모니' 과실의 노화에 영향을 미치는 에틸렌 발생을 억제하여 호흡량을 제어하고(Martínez-Romero et al., 2003; Moran and McManus, 2005), 결과적으로 품질을 유지시키는 것으로 생각된다.

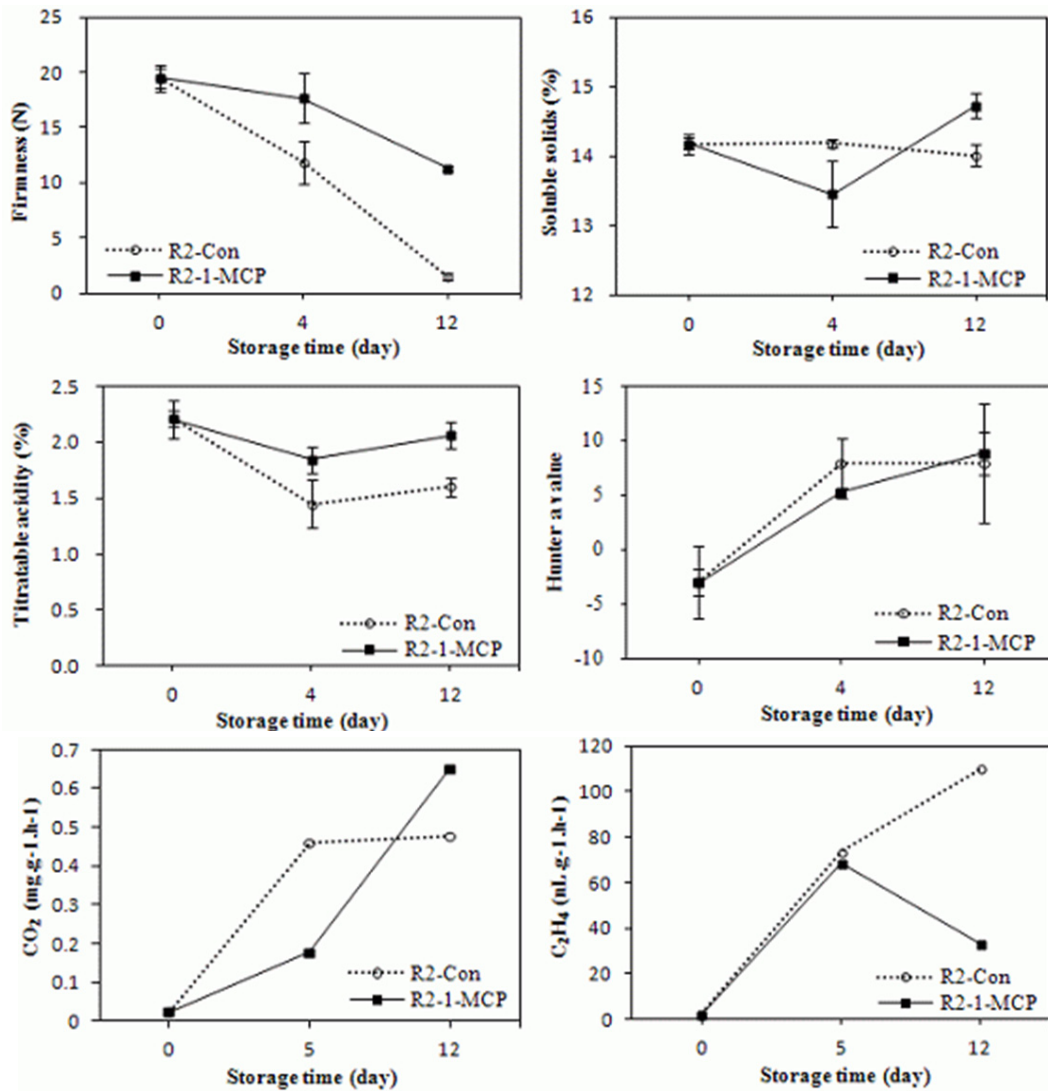


Fig. 6. Effect of 1-MCP treatment on the changes of fruit quality indices in R2 stage fruit (redness 30-50%) of plumcot 'Harmony' stored at 10°C.

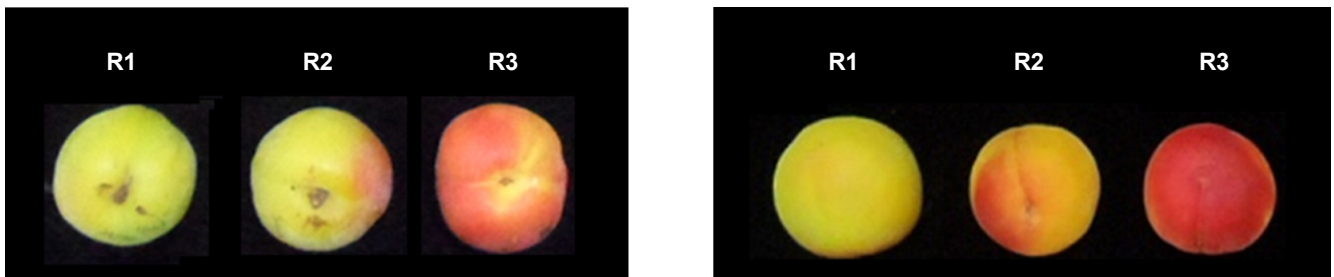


Fig. 7. External appearance of plumcot 'Harmony' fruits stored at 10°C for 6 days (redness 0% = R1, 30-50% = R2, 50-80% = R3).

## 초 록

본 실험은 자두와 살구의 중간잡종인 플럼코트 '하모니' 과실의 수확 후 적정저장 온도를 구명하고 에틸렌작용 억제제인 1-MCP 처리효과를 알아보기 위하여 수행되었다. 과실은 숙기를 3가지로 구분하여 수확 후 각각 0, 5, 10 및 20°C의 온도

에 저장하였고, 1-MCP(1 $\mu$ L·L<sup>-1</sup>) 처리는 10°C에서 24시간 처리 후 10°C에 저장하였다. 온도가 낮은 저장조건일수록 플럼코트 '하모니' 과실의 호흡량을 현저히 낮추었고 온도가 높을수록 호흡량의 증가와 함께 품질이 빨리 저하되었다. 저장온도 20°C는 과실의 부패가 빠르게 촉진되어 유통조건으로 부

적합하였다. 숙기에 따른 품질은 30-50% 정도의 붉은 착색 과실이 양호하였는데 특히, 10°C에 저장할 때, 식미가 가장 양호하였다. 1-MCP는 플럼코트 ‘하모니’ 과실의 연화, 색도 변화, 산도 변화 등 전체적인 품질의 변화를 지연시키는데 효과적이었다.

**추가 주요어 :** 부패, 에틸렌, 연화, 저장성, 식미

## 인용문헌

- Abdi, N., P. Holford, W.B. McGlasson, and Y. Mizrahi. 1997. Ripening behavior and responses to propylene in four cultivars of Japanese type plums. *Postharvest Biol. Technol.* 12:21-34.
- Abdi, N., W.B. McGlasson, P. Holford, M. Williams, and Y. Misrahi. 1998. Response of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 14:29-39.
- Blackenship, S.M. and J.M. Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biol. Technol.* 15:293-303.
- Brummell, D.A., V. Dal Cin, C.H. Crisosto, and J.M. Labavitch. 2004. Cell wall metabolism during maturation, ripening and senescence of peach fruit. *J. Exp. Bot.* 55:2029-2039.
- Cha, J.H., B.H. Hwang., E.J. Lee., G.P. Lee, and J.K. Kim. 2006. Effect of 1-Methylcyclopropene treatment on quality and ethylene production of muskmelon (*Cucumis melo* L. cv. Reticulatus) fruit. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24:452-458.
- Cho, M.A., Y.P. Hong, S.Y. Choi, D.S. Jung, B.S. Lim, S.J. Park, and S.K. Lee. 2011. The chilling injury development and quality characteristics of ‘Ooishiwase’ plums (*Prunus salicina* L.) according to ripening stages and cold storage temperature. *Kor. J. Food Preserv.* 18:1-6.
- Choi, S.T. and R.N. Bae. 2007. Extending the postharvest quality of tomato fruit by 1-methylcyclopropene application. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:6-11.
- Chun, J.P., J.S. Seo, M.S. Kim, B.S. Lim, Y.J. Ahn, and Y.S. Hwang. 2010. Effects of 1-MCP and storage condition on shelf life and quality of ‘Changhowon Hwangdo’ peach (*P. persica* Batsch). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28:585-592.
- Crisosto, C.H., F. Gordon Mitchell, and Z. Ju. 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. *Hort Science* 34:1116-1118.
- Crisosto, C.H., E.J. Mitcham, and A.A. Kadar. 2012. Apricot: Recommendations for maintaining postharvest quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/apricot/>.
- Dong, L., H.W. Zhou, L. Sonogo, A. Lers, and S. Lurie. 2001. Ripening of ‘Red Rosa’ plums: Effect of ethylene and 1-methylcyclopropene. *Aust. J. Plant Physiol.* 28:1039-1045.
- Dong, L., S. Lurie, and H.W. Zhou. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of ‘Canino’ apricots and Royal Zee plums. *Postharvest Biol. Technol.* 24:135-145.
- Lim, B.S., S.Y. Oh, J.W. Lee, and Y.S. Hwang. 2007. Influence of 1-methylcyclopropene treatment time on the fruit quality in the ‘Fuji’ apple (*Malus domestica*). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:191-195.
- Lim, B.S., Y.M. Park, Y.S. Hwang, G.R. Do, and K.H. Kim. 2009. Influence of ethylene and 1-methylcyclopropene treatment on the storage quality of ‘Hongro’ apples. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:607-611.
- Martinez-Romero, D., E. Dupille, F. Guillén, J.M. Valverde, M. Serrano, and D. Valero. 2003. 1-methylcyclopropene increases storage ability and shelf life in climacteric and nonclimacteric plums. *J. Agric. Food Chem.* 51:4680-4686.
- Moran R.E. and P. McManus. 2005. Firmness retention, and prevention of core line browning and senescence in ‘Macoun’ apples with 1-methylcyclopropene. *Hort Sci.* 40:161-163.
- Oh, S.Y., B.S. Lim, J.W. Lee, and K.L. Do. 2007. 1-methylcyclopropene increases the shelf-life of ‘Ooishiwase’ plum (*Prunus salicina* L.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:369-374.
- Rasori, A., B. Ruperti, C. Bonghi, P. Tonutti, and A. Ramina. 2002. Characterization of two putative ethylene receptor genes expressed during peach fruit development and abscission. *J. Exp. Bot.* 53:2333-2339.
- Riov, J. and S.F. Yang. 1982. Effects of exogenous ethylene on ethylene production in citrus leaf tissue. *Plant Physiol.* 70:136-141.
- Selvarajah, S., A.D. Bauchot, and P. John. 2001. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest of 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 23:167-170.
- Sisler, E.C and M. Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiol. Plant.* 100:577-582.
- Skog, L.J., B.H. Schaefer, and P.G. Smith. 2001. 1-Methylcyclopropene preserves the firmness of plums during postharvest storage and ripening. *Acta Hort.* 553:171-172.
- Valero, D., D. Martines-Romero, J.M. Valverde, F. Guillen, and M. Serrano. 2003. Quality improvement and extension of self life by 1-methylcyclopropene in plum as affected by ripening stage at harvest. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 4:339-348.
- Wang, C.Y., W.M. Mellenthin, and E. Hansen. 1972. Maturation of ‘Anjou’ pears in relation to chemical composition and reaction to ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:9-12.
- Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Research review paper. *Biotechnol. Adv.* 24:389-409.
- Woolf, A.B., C. Requejo-Tapia, K.A. Cox, R.C. Jackman, A. Gunson, M.L. Arpia, and A. White. 2005. 1-MCP reduced physiological storage disorders of ‘Hass’ avocados. *Postharvest Biol. Technol.* 35:43-60.