

복숭아(*Prunus persica* Batsch) '홍백'의 유통 중 품질에 미치는 수확 후 처리 효과

서정석¹ · 황용수² · 천종필^{2*}

Effect of Postharvest Treatments on Fruit Quality of 'Hong Bak' Peach during Shelf Life

Jeong-Seok Seo¹ · Yong-Soo Hwang² · Jong-Pil Chun^{2*}

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of 1-MCP, market temperature and combination treatment of freshening agent with 1-MCP on fruit quality of 'Hong Bak' peach (*Prunus persica* Batsch). The 1-MCP treatment at the rate of 1000ppb showed the best results in delaying the firmness loss and skin color development during shelf life without any detrimental effects on fruit quality. Moreover, positive effects of 1-MCP on fruit quality parameters were more significant in the fruits stored at 30°C of high temperature shelf life than those of 20°C. The combination treatment of carbon ceramic with 1-MCP showed a beneficial effects including a prevention of firmness loss and maintaining external appearance during the five days of room temperature storage of 'Hong Bak' peach.

Key words : carbon ceramic, ethylene, 1-MCP, respiration, ripening

2009년 09월 30일, 접수: 2009년 10월 23일, 수정: 2009년 12월 08일 채택

¹ 충남농업기술원(Chungnam Agricultural Research Station, Yesan 365-503, Korea)

² 충남대학교 식물자원학부 원예학전공(Dept. of Horticulture, Chungnam Nat'l University, Daejeon, 305-764, Korea)

* 교신저자: 천종필(E-mail: jpchun@cnu.ac.kr, Tel: +82-42-821-5733)

I. 서 언

우리나라에서 복숭아는 주로 여름철에 생산되어 단기간 소비되는 조·중생종과 10월 초순까지 생산되는 만생종 등 다양한 품종들이 재배되고 있는데 성숙한 과실은 연화가 빨라 보구력이 약하므로 수확 후 관리가 까다로운 과종 중의 하나이다.

복숭아는 전형적인 클라이맥터릭형 과실로 성숙이 시작됨과 더불어 뚜렷하게 에틸렌 생합성 증가하며 내생에틸렌에 대한 감응성 변화가 일어난다(Rasori 등, 2002), 더불어 과색, 향 및 기타 품질과 관련된 생화학적 변화가 발생한다(Mathooko 등, 2001; Ruperti 등, 2001).

본 실험에 공시한 '홍백' 품종은 과육연화 패턴이 melting형 품종으로 조직의 연화가 빠르게 진행되는 특성을 보인다. Haji 등(2005)에 의하면 복숭아 수확 후 에틸렌 처리에 따른 연화 반응을 보았을 때 에틸렌 처리로 연화가 촉진되는 종은 조직이 쉽게 물러지는 유형에 속하고 에틸렌 처리에 대한 반응이 둔감한 종은 조직이 단단하고 쉽게 물러지지 않는다고 보고하였다.

에틸렌은 식물 조직의 노화를 유도하는 강력한 요인으로 이를 제어하여 노화 억제를 통한 보구력 증진 기술은 원예 산업에서 매우 중요한 부분이며 이를 위한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 최근에는 1-methylcyclopropene(1-MCP)를 이용하여 에틸렌 작용을 억제함으로써 다양한 작물에서 긍정적인 보구력 증진 효과를 얻고 있다(Sisler와 Serek, 1997). 1-MCP 처리 효과는 작물의 성숙유형은 물론 성숙 단계 및 유전적 조성 등 내적 및 외적 요인의 영향을 받는 것으로 알려졌다(Blankenship과 Dole, 2003). 특히 클라이맥터릭으로 구분된 사과와 복숭아에 대한 연구에

서 사과에서는 1-MCP 처리 효과가 뚜렷하지만(Fan과 Mattheis, 2002; Watkins 등, 2000; Jiang과 Joyce, 2002; Bai 등, 2005) 복숭아의 경우 처리 효과가 제한적이며(Mathooko 등, 2001; Fan과 Mattheis, 2002; Ziliotto 등, 2003) 에틸렌 합성 억제 효과도 제한적인 것으로 보고되었는데 그 이유로 복숭아는 호흡 속도가 빠르기 때문에 처리시 용기 내부의 CO₂ 농도가 높아져 에틸렌 수용체 합성을 억제하며 이 과정에서 1-MCP 처리 효과를 낮출 것으로 추정되었다(Dal Cin 등, 2006).

따라서 '홍백' 복숭아를 대상으로 수확 후 보구력 향상을 위한 1-MCP 농도별 처리 효과를 살펴보고 실용적 측면에서 이 외의 대안을 모색할 필요가 있어 활성탄 소재로 개발된 에틸렌 흡착제 및 선도유지제와 1-MCP 병행처리 효과를 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

과실 재료 및 처리

본 실험에서 사용한 과실재료는 2006년과 2007년 충남 연기군 지역농가에서 재배된 중생종 복숭아인 '홍백'을 농가 관행 수확기에 수확하였으며 수확 후 크기, 착색정도, 과실무게 등 일정한 것을 선발하여 실험대상으로 삼았다.

처리 내용은 1년차 실험에서는 과실 수확 즉시 1-MCP를 농도별로 0, 250, 500, 1000 및 2000ppb로 밀폐용기에 넣고 처리(30과)한 후 8일간 농가 관행저장 방법에 따라 플라스틱 컨테이너 박스 넣어 25°C에서 저장하였으며 2일마다 경시적으로 품질분석을 실시하였다. 2년차 실험에서는 예냉 후 1-MCP 처리 효과를 살피기 위

해 수확 후 3일간 15°C에서 예냉한 후 1-MCP를 0, 250, 500 및 1000ppb의 농도로 처리(30과)하였다.

한편 '홍백'의 수확 후 일반 상온 유통온도에 따른 1-MCP처리와 에틸렌 제거제(카본세라믹)의 과실선도유지 효과를 측정하기 위해 1-MCP를 1000ppb 농도로 처리한 과실을 두 그룹으로 나누어 각각 20°C와 30°C에서 5일간 유통시키면서 품질변화를 조사하였다. 마지막으로 1-MCP와 선도유지제의 복합처리 효과를 살피기 위하여 1-MCP를 1000ppb 농도로 처리 후 제오라이트(Wako, Japan), 활성탄(Dae Jung, Korea), 카본세라믹제제(Kavotech, Korea) 각각 8g 씩을 포장한 팩을 종이상자에 넣어 5일간 상온 저장하고 경시적으로 품질변화를 측정하였다. 모든 1-MCP 처리는 20°C에서 SmartFresh™(AgroFresh Inc, USA)를 이용하여 16시간동안 처리하였다.

경도, 당도와 적정 산도의 분석

과실의 경도는 측정 과실의 적도부위의 과피를 제거한 후 8mm probe를 장착한 과실 물성 측정계(SUN Rheometer Compac-100, Japan)를 5mm 깊이로 최외표면 중앙부에서 처리당 10반복 측정하였으며 측정값은 N으로 표기하였다. 당도는 복숭아의 신선과육으로부터 착즙한 juice sample을 디지털 굴절 당도계(ATAGO digital refractometer, Japan)로 측정하였고 처리당 3반복으로 하였으며 °Brix로 나타내었다. 적정 산도는 착즙한 5ml의 과즙에 증류수 35ml를 혼합한 후 0.1N 수산화나트륨용액으로 pH 8.3까지 적정하고 malic acid로 환산하여 %로 표시하였으며 3반복으로 수행하였다.

에틸렌 및 CO₂ 생성량 분석

각각의 처리구에서 과형, 착색정도, 성숙정도와 무게가 비슷한 6개의 과실을 선택하여 처리당 3반복으로 에틸렌 발생량과 호흡량을 측정하였다.

에틸렌 측정은 과실을 2L의 밀폐용기에 2시간 동안 넣고 20°C에서 저장한 후에 밀폐된 용기로부터 1ml의 가스를 주사기를 사용하여 채취한 후 gas chromatograph (Shimadzu 14B-PE, Japan, 2m active alumina SUS column, FID)를 이용하여 에틸렌 에틸렌을 측정하였고 측정된 결과를 $\mu\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 표기하였다. CO₂ 측정은 에틸렌 측정방법과 동일하게 채취된 시료를 gas chromatograph (Shimadzu 14B, Japan, 2m active carbon SUS column, TCD)를 이용하여 CO₂ 발생량을 측정하였으며 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ 로 나타내었다(Tamura 등, 2003).

통계 분석

통계는 SPSS (Package v. 13.0 for windows)를 이용하여 Duncan's multiple range test(5% level)를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1-MCP 농도별 처리가 저장 유통 중 복숭아의 품질에 미치는 영향

복숭아는 수확 후 과육이 쉽게 물러지는 특성을 가진 과실로써 이러한 특성 때문에 수확 시기가 경도에 미치는 영향이 큰 과실이다. 즉 복숭아의 보구력 약화는 과실의 연화정도와 밀접한 관련이 있으며 과실의 연화는 세포벽이 붕괴되어 세포 간 결속력이 약화됨으로서 나타나는 현상으로 알려져 있다. 1차년도 실험에서 '홍백' 복숭아

의 1-MCP 농도별 처리에 따른 과실 경도를 조사한 결과, 저장 2일에 1-MCP 1000ppb 처리구의 경도가 가장 높게 유지되었고 500, 2000, 250ppb 순으로 경도가 높게 유지되는 것으로 조사되었다(Fig. 1).

1000ppb와 2000ppb 처리구의 경우 저장 4일까지 다른 처리구에 비하여 비교적 높은 수준의 경도를 유지하였고, 6일째에는 모든 처리구에서 무처리 대비 경도의 차이를 보이지 않았다. 결국 2000ppb 처리구의 경우 1000ppb 처리구에 비하여 유의한 경도유지 효과를 보여주지 않았고 500ppb 이하 처리구의 경우 저장 4일째 효과가 크게 떨어지는 것으로 나타나 '홍백' 품종의 수확 후 경도유지를 위한 적합 1-MCP 처리 농도는 1000ppb인 것으로 조사되었다(Fig. 1).

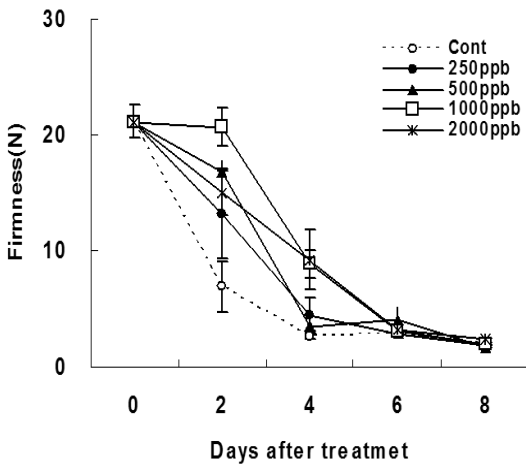


Fig. 1. Effect of 1-MCP treatment on the changes in firmness during eight days of room temperature storage in 'Hong Bak' peach.

2차년도 3일간 예냉처리한 '홍백'을 대상으로 1-MCP를 처리하여 5일간 상온 저장 유통하였던

실험결과를 보면 1차년도와 마찬가지로 1-MCP 1000ppb 처리구에서 저장 1일까지 다른 처리구에 비하여 높은 수준의 경도를 나타내었으며 저장 3일후에는 다른 처리구와 비슷한 수준의 경도를 나타내어 1차년도 실험과 같은 경향을 보는데 예냉을 하지 않고 바로 1-MCP처리 하였을 경우 500ppb에서도 좋은 결과를 보여주었으나 처리 전 3일간의 예냉 기간을 주었을 때 무처리구와 차이를 보여주지 못했다(Fig. 2).

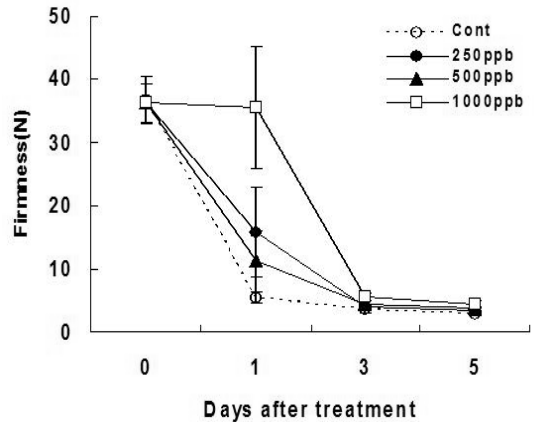


Fig. 2. Effect of 1-MCP treatment on the changes in firmness during five days of room temperature storage after three days of pre-cooling periods at 15°C in 'Hong Bak' peach.

1년차 실험에서 '홍백' 복숭아는 1-MCP 1000ppb를 제외한 모든 처리구에서 처리 후 4일까지 당도의 상승을 보여주었고 처리 후 6일에서 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 1000ppb처리에서 처리 후 8일까지 지속적으로 증가를 나타내었다. 적정 산도의 변화를 보면 처리간의 큰 변화는 보여주지 않았지만 처리 후 4일에 1000ppb와 2000ppb의 고농도 처리에서 다른 처리구에 비하

여 높은 경향을 나타내었고 처리 후 6일 이후에는 처리간의 유의할 만한 차이는 보여주지 않았다. 색도 변화에 있어서 모든 처리구에서 공통적으로 1-MCP 처리 후 Hue 값이 감소하는 경향을 보여주었다. 이것은 처리 후 초기 저장기간 동안 과실의 착색이 진행된 것을 의미하고 있다 (Table 1).

'홍백' 복숭아의 2년차 실험에서 1-MCP를 처리한 모든 실험 구에서 공통적으로 상온 저장 기간 중 가용성 고형물의 상승이 나타났다(Table 2). 무처리구의 가용성 고형물 상승은 처리 후 1일에 급격히 증가하였으며 3일 이후 완만한 증가를 보였다. 250ppb처리는 처리 후 1일 후에 급격한 가용성 고형물의 증가를 보여주었으며 처리

Table 1. Effect of 1-MCP treatments on fruit quality during eight days of room temperature storage in 'Hong Bak' peach.

| 1-MCP (ppb) | Soluble solids (°Brix) | Titrateable acidity (%) | Hue |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-------|
| <i>Before treatment</i> | | | |
| - | 10.8 | 0.30 | 92 |
| <i>2 days after treatment</i> | | | |
| 0 | 11.5 a ^z | 0.31 a | 43 ab |
| 250 | 12.0 a | 0.32 a | 33 c |
| 500 | 11.2 a | 0.31 a | 35 bc |
| 1000 | 11.1 a | 0.34 a | 31 c |
| 2000 | 11.2 a | 0.30 a | 46 a |
| <i>4 days after treatment</i> | | | |
| 0 | 11.6 bc | 0.30 b | 38 a |
| 250 | 12.3 a | 0.26 c | 34 a |
| 500 | 12.0 ab | 0.30 b | 32 a |
| 1000 | 11.1 c | 0.33 ab | 30 a |
| 2000 | 12.2 ab | 0.34 a | 38 a |
| <i>6 days after treatment</i> | | | |
| 0 | 10.8 b | 0.24 ab | 36 a |
| 250 | 11.1 ab | 0.24 ab | 37 a |
| 500 | 11.2 ab | 0.22 b | 34 a |
| 1000 | 11.5 a | 0.26 ab | 41 a |
| 2000 | 11.5 a | 0.26 a | 39 a |
| <i>8 days after treatment</i> | | | |
| 0 | 10.9 b | 0.23 b | 35 a |
| 250 | 11.1 b | 0.21 b | 36 a |
| 500 | 10.9 b | 0.27 a | 32 a |
| 1000 | 11.6 a | 0.23 b | 31 a |
| 2000 | 11.4 ab | 0.23 b | 35 a |

^zMean separation within columns and each shelf life by Duncan's multiple range test at 5% level.

후 5일까지 지속적으로 증가하였다. 500ppb처리
는 처리 후 3일에 급격한 가용성 고형물의 상승
을 보여주었다. 1000ppb처리의 경우, 처리 후 3
일까지 가용성 고형물의 변화는 나타나지 않았으
나 5일째에 급격하게 증가하는 결과를 보여주었
다. 이와 같은 결과는 과실의 성숙이 진행되며
전분이 분해되어 당이 형성되었기 때문에 당도의
상승이 일어난 것으로 추측되며 처리한 1-MCP
의 농도가 높을수록 가용성 고형물의 증가 시기
가 지연되는 경향을 보여주었다.

적정 산도의 변화에 있어서 처리 후 저장 기간
동안 전체적으로 하락하는 경향을 보여주었으나
처리간의 통계적인 차이는 인정되지 않았다. 착
색의 변화에서 500ppb와 1000ppb의 고농도 처리

에서 무처리와 250ppb처리에 비하여 착색이 지
연되는 효과를 보여주었다. 과실의 착색정도를
나타내는 Hue값이 500ppb와 1000ppb에서 처리
후 저장 초기에 상승하였고 그 후 감소하는 경향
을 보여주었다. 무처리구와 250ppb처리구에서 처
리 후 저장 초기에 하락하는 경향을 나타내었다.
이와 같은 결과는 과실의 과피 밝기를 나타내는
'L' value에서도 같은 경향을 보여주었는데 500ppb
와 1000ppb처리에서 처리 후 과실 착색을 지연
시켜 준 것으로 보인다.

에틸렌은 climacteric 과실에서 에틸렌 수용체와
반응하여 에틸렌 발생을 triggering 함으로서 호
흡률의 상승과 에틸렌 발생량을 증가시키고 과실
의 성숙과 노화를 촉진시킨다(Rasori 등, 2002).

Table 2. Effect of 1-MCP treatment on fruit quality during five days of room temperature storage after three days of pre-cooling in 'Hong Bak' peach.

| 1-MCP (ppb) | Soluble solids (°Brix) | Titratable acidity (%) | Hue | L* |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------|------|
| <i>Before treatment</i> | | | | |
| - | 10.1 | 0.28 | 41 | 54 |
| <i>1 days after treatment</i> | | | | |
| 0 | 10.8 a ² | 0.20 b | 32 c | 45 b |
| 250 | 10.5 a | 0.20 b | 35 bc | 49 a |
| 500 | 10.2 a | 0.20 b | 45 ab | 59 a |
| 1000 | 10.1 a | 0.28 a | 48 a | 62 b |
| <i>3 days after treatment</i> | | | | |
| 0 | 11.1 a | 0.24 a | 37 b | 49 c |
| 250 | 11.3 a | 0.21 a | 30 b | 41 b |
| 500 | 11.3 a | 0.25 a | 49 a | 60 a |
| 1000 | 10.3 b | 0.23 a | 39 ab | 57 a |
| <i>5 days after treatment</i> | | | | |
| 0 | 11.0 b | 0.18 b | 39 a | 52 b |
| 250 | 11.9 a | 0.22 b | 35 a | 48 c |
| 500 | 11.2 ab | 0.29 a | 43 a | 55 a |
| 1000 | 11.4 ab | 0.18 b | 37 a | 51 b |

²Mean separation within columns and each shelf life by Duncan's multiple range test at 5% level.

이러한 반응을 억제하기 위해 1년차 시험으로 '홍백' 복숭아에 1-MCP를 농도별로 처리하고 에틸렌 발생량을 측정하였다. 그 결과 1-MCP 1000ppb의 경우 에틸렌 발생량은 무처리와 비슷한 양상으로 발생하였으나 250ppb와 500ppb 처리구에서는 무처리에 비하여 오히려 에틸렌 발생이 더욱 증가하였다(Fig. 3). 이는 처리를 위해 밀폐하였던 박스내의 환경이 과실에 스트레스로 작용한 결과로 해석된다.

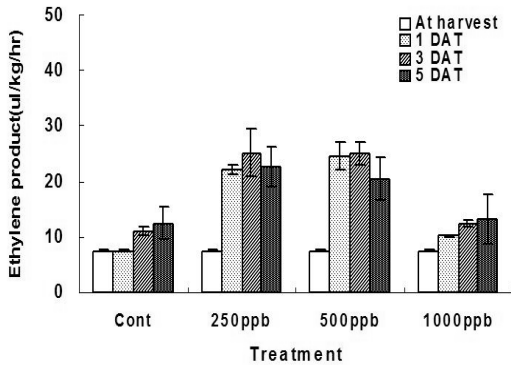


Fig. 3. Effect of 1-MCP treatment on the changes in ethylene production during five days of room temperature storage in 'Hong Bak' peach.

1-MCP 처리 후 저장 유통 중 온도가 복숭아의 품질에 미치는 영향

한여름에 유통되는 복숭아의 특성을 기반으로 저장 유통 중 온도가 1-MCP처리와 에틸렌 제거 처리 과실의 품질 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 15℃에서 4일 예냉 후 1-MCP와 에틸렌 제거제를 처리한 후 20℃에서 5일간 저장하여 경시적으로 측정된 결과를 보면 온도에서 저장 기간 중 모든 처리구에서 공통적으로 감소하는 경향을 보여주었다. 또한 처리구 간의 경도의 차이

는 보이지 않았다.

30℃ 유통처리구에서는 저장 기간 동안 공통적인 경도의 감소를 보여주었다. 처리구 간의 경도의 유의성 차이는 없었으나 1-MCP 처리구에서 저장 1일과 3일에 경도의 우위를 나타내었으며 에틸렌 제거제 처리와 무처리구의 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 1-MCP가 저장 후 유통과정 중 고온에 노출되었을 때 2차적으로 발생하는 과실의 품질 하락을 다소간 지연시키는 것으로 판단된다.

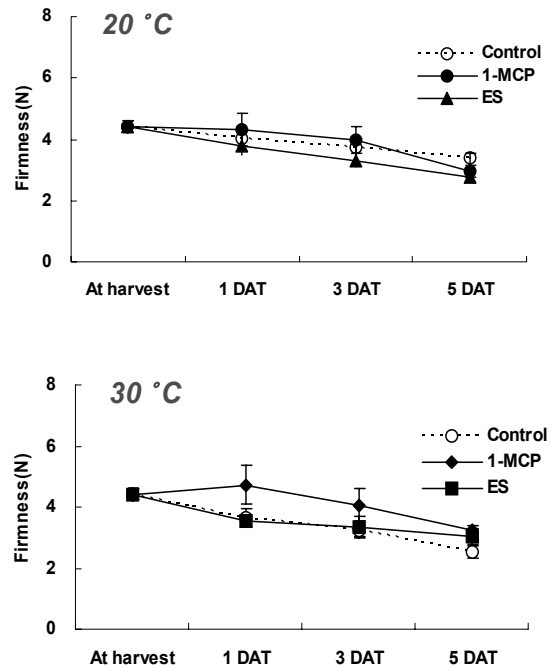


Fig. 4. Effect of storage temperature on the changes in flesh firmness during five days of simulated marketing in 'Hong Bak' peach.

20℃ 저장 유통 중 가용성 고형물은 공통적으로 증가하는 경향을 보여주었으나 처리간의 차이는 보이지 않았다. 적정 산도 또한 저장 기간 중 유의할 만한 차이는 보이지 않았다. 과피의 착색도를 조사한 L* 값과 Hue 값을 측정된 결과에서도 저장 기간 중 감소를 보여주었으나 처리간의 차이는 보이지 않았다(Table 3).

30℃ 저장 유통 중 과실 품질의 변화는 Table 4의 결과와 같이 가용성 고형물의 증가는 모든 처리구에서 공통적으로 발생하였다. 1-MCP처리구의 경우 모든 처리구 중 가장 낮은 증가를 보였으며 에틸렌 제거 처리는 무처리에 비하여 낮은 가용성 고형물 상승을 보여주었다. 적정산도의 측정 결과에 있어서 저장 유통 중 변화를 나타내지 않았다. 과실의 착색을 측정된 결과 L* 값과 Hue 값이 공통적으로 감소하였으나 처리간의 차이가 나타나지 않았다.

1-MCP 처리 후 선도보존제 처리가 복숭아의 품질에 미치는 영향

1000ppb 농도의 1-MCP 처리 후 4종류의 선도보존제 처리가 '홍백' 복숭아의 상온유통 중 경도 유지에 미치는 영향을 측정된 결과 모든 처리구에서 공통적으로 유통 중 감소하는 경향을 보여주었으며 무처리구에 비하여 처리 후 높은 경도를 나타내었다. 1-MCP 처리구들 중 카본세라믹 제제의 효과가 가장 높게 나타났는데 1-MCP 단독 처리구의 경우에도 다른 처리구에 비하여 높은 경도를 보였다. 이는 1-MCP와 카본세라믹 복합처리는 에틸렌을 효과적으로 흡착하여 경도 유지에 효과를 나타낸 것으로 보여진다. 이외의 다른 처리구들은 1-MCP 단독 처리에 비하여 경도가 낮았는데 이는 선도 유지제의 원료인 제오라이트와 활성탄, 숯이 저장 중 포장 박스 내부의 수분을 지속적으로 흡착하여 박스 내부의 습도를

Table 3. Effect of storage temperature on fruit quality during five days of 20℃ storage in mature 'Hong Bak' peach.

| Treatment | Soluble solids (°Brix) | Titrateable acidity (%) | L* | Hue |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|--------|--------|
| <i>Before treatment</i> | | | | |
| Untreated | 9.6 | 0.21 | 56.3 | 57.7 |
| <i>1 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 9.3 b ² | 0.20 a | 56.2 a | 42.9 a |
| 1-MCP 1000ppb | 10.7 a | 0.21 a | 57.6 a | 39.5 a |
| Ethylene scrubber | 10.0 ab | 0.22 a | 50.7 a | 37.9 a |
| <i>3 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 9.4 b | 0.27 a | 53.9 a | 40.9 a |
| 1-MCP 1000ppb | 10.7 a | 0.23 a | 54.1 a | 37.1 a |
| Ethylene scrubber | 10.2 ab | 0.23 a | 51.5 a | 38.9 a |
| <i>5 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 11.1 a | 0.21 a | 45.0 b | 33.8 a |
| 1-MCP 1000ppb | 11.2 a | 0.20 a | 51.9 a | 38.6 a |
| Ethylene scrubber | 11.2 a | 0.21 a | 52.2 a | 38.6 a |

²Mean separation within columns and each shelf life by Duncan's multiple range test at 5% level.

하락시켜 과실의 수분 손실을 유발한 결과로 추측된다(Fig. 5).

1-MCP 처리 후 4종의 선도 보존제를 처리한 복숭아의 가용성 고형물의 변화의 결과를 보면 모든 처리구에서 당도의 상승을 나타내었으며 처

리구들 사이의 차이는 보이지 않았다(Table 5).

적정 산도의 경우에 저장기간 중 약간의 증감을

나타내었으나 유의할 만한 경향을 나타내지 않았으며 처리간 차이는 과실 개체별 차이인 것으로 추측된다. 과실 착색을 측정할 L* 값과 Hue 값

Table 4. Effect of storage temperature on fruit quality during five days of 30°C storage in mature 'Hong Bak' peach.

| Treatment | Soluble solids (°Brix) | Titratable acidity (%) | L* | Hue |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------|--------|
| <i>Before treatment</i> | | | | |
| Untreated | 9.6 | 0.21 | 56.3 | 57.66 |
| <i>1 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 10.1 a ^z | 0.18 a | 46.7 a | 36.6 a |
| 1-MCP 1000ppb | 10.1 a | 0.19 a | 52.4 a | 43.5 a |
| Ethylene scrubber | 9.8 a | 0.19 a | 44.6 a | 35.2 a |
| <i>3 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 10.4 a | 0.17 b | 57.5 a | 39.4 a |
| 1-MCP 1000ppb | 10.4 a | 0.20 a | 48.0 b | 35.0 a |
| Ethylene scrubber | 10.1 a | 0.17 b | 45.6 a | 35.4 a |
| <i>5 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 11.7 a | 0.17 a | 50.6 a | 36.7 a |
| 1-MCP 1000ppb | 11.2 ab | 0.19 a | 54.3 a | 43.6 a |
| Ethylene scrubber | 9.9 b | 0.18 a | 45.4 a | 38.7 a |

^zMean separation within columns and each shelf life by Duncan's multiple range test at 5% level.

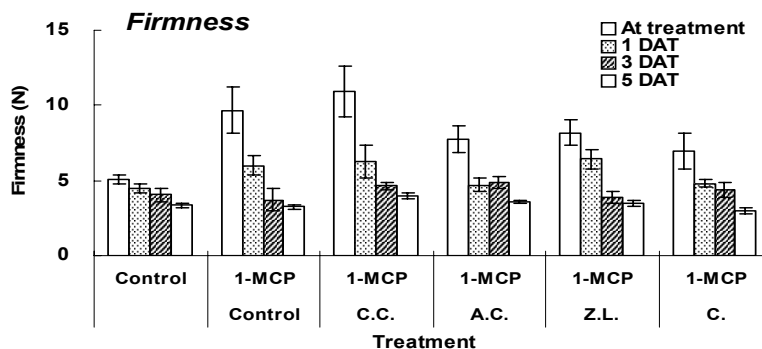


Fig. 5. Effect of freshness keeping agents after 1-MCP treatment on the changes of firmness during five days of room temperature storage in 'Hong Bak' peach. C.C.: carbon ceramic, A.C.: active carbon, Z.L.: zeolite, C: charcoal.

을 측정한 결과에서 제오라이트 처리를 제외한 다른 처리구 사이에서 큰 차이는 나타나지 않았다. 제오라이트 처리의 경우 다른 처리에 비하여 착색지연과 과피의 밝기를 나타내는 L* 값의 유지에 효과적인 것으로 나타났다.

IV. 적 요

‘홍백’ 복숭아를 대상으로 저장 및 유통 중 품질 향상을 위한 1-MCP처리 방법과 4종의 선도 유지제 처리효과를 구명하기 위하여 본 연구를

Table 5. Effect of freshness keeping agents after 1-MCP treatment on the changes of fruit quality during five days of room temperature storage in 'Hong Bak' peach.

| Treatment ^z | Soluble solids (°Brix) | Titrateable acidity (%) | L* | Hue |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------|---------|
| <i>before treatment</i> | | | | |
| Control | 9.5 b ^y | 0.20 b | 56.3 a | 41.2 ab |
| 1-MCP 1000ppb | 10.2 a | 0.20 b | 54.1 a | 37.1 b |
| 1-MCP+C.C. | 10.4 a | 0.22 ab | 61.1 a | 51.3 a |
| 1-MCP+A.C. | 9.0 b | 0.24 a | 53.8 a | 38.6 b |
| 1-MCP+Z.L. | 9.5 b | 0.21 b | 62.9 a | 51.7 a |
| 1-MCP+C. | 9.0 b | 0.22 ab | 57.0 a | 39.2 b |
| <i>1 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 9.7 a | 0.22 a | 56.2 a | 43.0 a |
| 1-MCP 1000ppb | 9.7 a | 0.21 a | 61.0 a | 50.9 a |
| 1-MCP+C.C. | 9.9 a | 0.24 a | 56.6 a | 43.8 a |
| 1-MCP+A.C. | 9.4 a | 0.22 a | 55.7 a | 38.2 a |
| 1-MCP+Z.L. | 9.6 a | 0.24 a | 58.7 a | 41.4 a |
| 1-MCP+C. | 8.9 b | 0.24 a | 58.1 a | 46.1 a |
| <i>3 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 9.1 a | 0.18 c | 59.6 ab | 49.2 ab |
| 1-MCP 1000ppb | 10.2 a | 0.14 d | 56.4 ab | 45.1 ab |
| 1-MCP+C.C. | 9.3 a | 0.28 a | 62.6 a | 53.2 a |
| 1-MCP+A.C. | 9.5 a | 0.24 b | 57.9 ab | 44.4 ab |
| 1-MCP+Z.L. | 9.1 a | 0.19 c | 62.8 a | 51.3 a |
| 1-MCP+C. | 9.9 a | 0.27 ab | 52.5 b | 40.9 b |
| <i>5 days after treatment</i> | | | | |
| Control | 10.2 ab | 0.24 a | 46.2 bc | 34.6 bc |
| 1-MCP 1000ppb | 10.2 ab | 0.17 b | 50.6 abc | 38.2 bc |
| 1-MCP+C.C. | 10.1 ab | 0.24 a | 53.5 ab | 40.3 ab |
| 1-MCP+A.C. | 10.0 b | 0.20 ab | 50.7 abc | 37.2 bc |
| 1-MCP+Z.L. | 10.8 a | 0.23 ab | 58.9 a | 46.9 a |
| 1-MCP+C. | 10.6 ab | 0.17 b | 43.8 c | 32.1 c |

^zC.C.: carbon ceramic, A.C. active carbon, Z.: zeolite, C.: charcoal

^yMean separation within columns and each shelf life by Duncan's multiple range test at 5% level.

수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

'홍백' 복숭아의 적정 1-MCP 농도는 1000ppb였고 경도유지 및 착색지연에 있어서 가장 우수한 효과를 나타내었는데 당도 및 산도의 변화에는 크게 영향을 미치지 않았다. 유통온도에 따른 1-MCP와 에틸렌 제거제의 효과를 보면 20℃ 저장의 경우에 비하여 30℃ 저장의 경우 1-MCP 처리의 긍정적 효과가 더욱 크게 나타났다. 이러한 결과는 1-MCP 처리가 고온에서의 유통과정 중 품질유지가 효과적일 수 있다는 것을 시사한다. 한편 1-MCP와 선도유지를 위한 박스 내 충전물질의 복합처리 효과를 검토하여 본 결과 1-MCP와 카본세라믹 복합처리구의 경우에서 가장 높은 경도유지효과를 나타내어 실용성이 인정되었다.

추가 주요어: 에틸렌, 1-MCP, 연화, 카본세라믹, 호흡

인 용 문 헌

- Bai, J.H., E.A. Baldwin, K.L. Goodner, J.P. Mattheis, and J.K. Brecht. 2005. Response of four apple cultivars to 1-methylcyclopropene treatment and controlled atmosphere storage. *HortScience* 40: 1534-1538.
- Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 1-25.
- Dal Cin, V., F.M. Rizzini, A. Botton, and P. Tonutti. 2006. The ethylene biosynthetic and signal transduction pathways are differently affected by 1-MCP in apple and peach fruit. *Postharvest Biology and Technology* 42:125-133.
- Fan, X. and J.P. Mattheis. 2002. Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *J. Agric. Food Chem.* 47:2847-2853.
- Haji, T., H. Yaegaki, and M. Yamaguchi. 2005. Inheritance and expression of fruit texture melting, non-melting and stony hard in peach. *Scientia Horticulturae* 105:241-248
- Jiang, Y. and D.C. Joyce. 2002. 1-Methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 77: 19-21.
- Mathooko, F.M., Y. Tsunasima, W. Owino, Y. Kubo, and A. Inaba. 2001. Regulation of genes encoding ethylene biosynthesis in peach fruit by carbon dioxide and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 21:265-281.
- 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.
- Ruperti, B., C. Bonghi, A. Rasori, A. Ramina, and P. Tonutti. 2001. Characterization and expression of two members of the peach 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase gene family. *Physiol. Plant.* 111:336-344.
- Sisler, E.C. and M. Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Physiol. Plant.* 100:577 - 582.
- Tamura, F., J.P. Chun, K. Tanabe, M. Morimoto, and A. Itai. 2003. Effect of summer-pruning and gibberellin on the watercore development in Japanese pear 'Akibae' fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72:372-377.

12. Watkins, C.B., J.F. Nock, and B.D. Whitaker. 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 19:17-32.
13. Ziliotto, F., A. Botton, C. Bonghi, and P. Tonutti. 2003. Effect of 1-MCP on nectarine fruit postharvest physiology, pp. 457-458. In: Vendrell, M., Klee, H., Pech, J.C., Romojaro, F. (Eds.), *Biology and Biotechnology of the Plant hormone Ethylene III*. IOS Press.