

에틸렌 흡착제와 활성탄 처리에 의한 저장 포도의 품질 특성

장금일¹·이제홍²·김광업¹·정현상¹·이희봉^{1†}

¹충북대학교 식품공학과

²충북농업기술원

Quality of Stored Grape (*Vitis labruscana*) Treated with Ethylene-Absorbent and Activated Charcoal

Keum-Il Jang¹, JeHong Lee², Kwang-Yup Kim¹, HeonSang Jeong¹ and Hee-Bong Lee^{1†}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

²Chungbuk Provincial Agricultural Research and Extension Services, Chungbuk 361-883, Korea

Abstract

In order to ensure a stable supply of grapes for consumers and to extend grape storage, we investigated changes in the quality of grapes (*Vitis labruscana*) stored after treatment with ethylene-absorbent (EA) or activated charcoal (AC). We treated harvested 'Sheridan' and 'Muscat Bailey A' grapes with EA and with 0.1, 0.5, 1.0, and 2.0% (w/w) AC, and stored them at $0\pm 1^\circ\text{C}$, $90\pm 2\%$ humidity for 60 days. After the EA or AC treatment, the storability of the 'Sheridan' and 'Muscat Bailey A' grapes was increased, as compared with non-treatment, and 'Sheridan' kept better than 'Muscat Bailey A'. The quality of the stored grapes maintained with EA or the amount of AC, which decreased the rate of weight loss, abnormal fruit development, berry abscission, saccharinity, and growth of fungi. The free sugar and anthocyanin contents in the pericarp increased gradually in both 'Sheridan' and 'Muscat Bailey A', and increased more in 'Sheridan'. Conversely, the total acidity of 'Sheridan' and 'Muscat Bailey A' decreased with storage, and decreased less in 'Sheridan'. There were no differences in the free sugar content, anthocyanin content, and total acidity among treatments. The changes in grape quality with storage were delayed in the order of EA, 2% AC, 1% AC, 0.5% AC, and 0.1% AC. Ultimately, we postulate that EA and 2% AC best maintain the qualities of grape, and extend the grape storage period.

Key words: grape, quality, storage, ethylene absorbent, activated charcoal

서 론

포도 속 식물은 북반구의 온대 및 아열대 지역에 40~50종이 분포되어 있으며 현재 재배 품종과 관계있는 것은 10여종이다. 원생지별로 보면 아시아 서부 원생, 동부 원생, 북미대륙 원생으로 분류되며 이 중 북미대륙의 것이 가장 많다. 그러나 재배품종은 대부분 서부원생인 유럽종으로 세계포도 생산에 98.5%를 차지하고 있으며 나머지는 미국종 포도로써 북미대륙 원생종으로부터 선발된 품종과 이들과 유럽종을 교잡하여 얻은 품종들이다(1).

포도의 수확 시기는 9~10월에 집중되어 단경기에 출하됨으로 비수확 시기에도 포도를 공급하기 위해서는 장기저장이 필요한데, 포도 저장온도가 -2°C 이하로 내려가면 동결되어 조직이 파괴되므로 해동과 동시에 곧 부패되는 등 장기저장이 실용화되기는 어려운 실정이다.

포도 저장시 발생하는 주된 장애로는 탈립, 갈변, 건조현

상, 병원균 감염, 열과 등이 있는데, 그 중 탈립에 의한 장애가 품질 저하의 주요 원인이다. 탈립은 품종에 따라 현저하게 다르고, 같은 품종이라도 재배환경, 수확시기, 수확 후 예냉조건에 따라 달라지며, 예냉이 지연된 과실에서 탈립이 많이 발생한다. 특히 씨를 없애기 위하여 지베렐린을 처리한 과실의 경우 탈립이 더 심해진다(1). 그리고 저장 중 저장고 안에 고농도의 에틸렌가스, *Botrytis cinerea*에 의한 과실자루의 곰팡이 감염, 동해, 저습도에 의한 과실자루 건조의 경우에서 탈립이 많이 발생되어진다(2).

또한 연화현상은 포도 고유의 식미를 저하시켜 상품성을 떨어뜨리는 주요한 원인이 되며, 이런 현상은 식물의 성숙과 노화를 촉진하는 gas상의 호르몬인 에틸렌의 작용과 밀접한 관련이 있으며, 생체 내 에틸렌 농도의 증가로 연화 관련 효소의 mRNA합성이 증진된다고 보고되어 있다(3). 또한 포도내에서 물리 및 화학적 자극에 의하여 에틸렌이 생합성 되는데, 이는 에틸렌 생합성 과정 중 SAM(S-adenosylmethionine)

†Corresponding author. E-mail: leehb@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2569, Fax: 82-43-271-4412

에서 ACC(1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid)로 전환되는 과정이 촉진되어 발생하는 것으로 알려져 있다(4,5). 따라서 과실 저장 중 식물 성장조절 물질이면서 성숙과 노화 촉진, 탈리촉진 등의 작용을 일으키는 에틸렌을 제거하는 것이 포도의 저장력 향상에 관건으로 볼 수 있다. 이에 에틸렌을 제거시키기 위한 많은 연구가 진행되고 있는데, 'Delaware'와 '거봉' 품종에 에틸렌 흡수제를 처리하면 polyamine이 에틸렌 생합성계와 결합적으로 작용하여 노화를 억제시키며, 에틸렌 발생도 억제시켰다고 보고되었다(6).

에틸렌을 제거하기 위해 사용되는 에틸렌 흡착제는 0.1~12 mm의 작은 pallette, beads 또는 granule형태로, 흡착제 입자는 수많은 미세 구멍을 가진 다공성 구조이며 세공(pore)의 부피가 총 입자 부피의 50%를 차지한다. 이러한 에틸렌 흡착제는 포도의 품종, 중량변화 및 부패의 발생 등의 여러 가지 복합적인 요인 그리고 KMnO₄방법의 경우 과실 포장안으로의 KMnO₄ 첨가 방법 및 KMnO₄의 포장방법에 따라 에틸렌 제거 효율이 달라진다고 보고하였다(1,7).

또한, 활성탄은 에틸렌 흡착제 원료로서, 나무의 세포벽이 그대로 탄화되어 높은 다공성을 가지고 있으며, 1 g의 내부 표면적이 250~400 m²에 달하고 가스 흡착성이 높은 특징을 나타내는 것으로 알려져 있다(8). 그리고 활성탄이 지니고 있는 저장 형성능이나 음이온 방출 등의 생리활성 기능이 보고되면서, 최근에는 '후지' 사과나 뽕은 감 과실 저장 중 품질 유지를 위해 활성탄을 사용하는 연구가 진행되고 있으나 구체적인 효과에 관한 연구는 미흡한 실정이다(8).

따라서, 본 연구에서는 에틸렌 흡착제와 활성탄을 첨가하여 수확된 포도의 저장 중 포도의 중량, 당도, 유리당, 총산, anthocyanin, 진균수 등에 대한 품질변화를 비교 관찰하여, 포도의 저장 효율을 향상시키기 위한 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 포도는 2003년 9~10월경에 옥천포도시험장에서 재배된 두 품종('Sheridan' and 'Muscat Bailey A (MBA)')으로 모두 수확 직후 저온저장고로 옮긴 후 품종별로 중량과 알맹이수가 비교적 균일한 시료를 선발하여 사용하였다.

에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리

에틸렌 흡착제는 10 g 팩 ER 시스템(ethylene removal system, CORETech Co., Korea)을 사용하였으며, 활성탄은 activated charcoal powder(Shinyo Pure Chemicals Co., Japan) 제품을 사용하였다. 에틸렌 흡착제 처리는 포도 10 kg을 한송이씩 포도 보관용지로 포장한 후 비닐필름(0.05 mm)이 깔린 10 kg 스티로폼 박스에 넣고, 동시에 에틸렌

흡착제 10 g팩 1봉을 넣은 후 습기가 증발하지 않을 정도로 비닐로 덮어 처리하였고, 활성탄 처리는 포도 중량에 대하여 0.1, 0.5, 1.0 및 2.0%(w/w)에 해당하는 활성탄을 티백으로 포장하여 넣은 후 습기가 증발하지 않을 정도로 비닐로 덮어 처리한 다음 0±1°C에서 90±2%의 습도로 조절된 저온저장고에 저장하면서 저장기간에 따른 다양한 품질변화를 관찰하였다. 그리고 무처리를 대조구로 하여 비교 관찰하였다.

중량 및 비정상과 발생률, 탈립율, 당도 변화

저장조건 및 저장기간에 따른 품질변화는 농촌진흥청의 농사시험연구조사기(9)과 AOAC법(10)을 이용하여 분석하였다. 즉, 저장기간 중 중량 감모율은 저장 전 포도송이의 무게와 저장 10일 간격으로 무게를 측정하여 무게비로 계산하였으며, 비정상과 발생률은 저장 기간에 따른 포도알이 찌그러지는 측과, 포도알이 포도송이에서 떨어지는 탈립과, 포도 표면이 갈라지는 열과, 병충해 발생한 이병과 등과 같은 비정상과를 제거한 후 제거된 포도 중량을 측정하여 저장 초기의 무게비율로 측정하였다. 탈립율은 처리조건별 시료를 진탕배양기(Vision Scientific Co. LTD, Korea)에 올려놓고, 150 rpm으로 1분간 흔들어 떨어지는 탈립과 중량을 측정하여 무게비로 나타내었으며, 당도는 굴절당도계(Atago hand refractometer, N1, Japan)로 매회 3회 반복으로 측정하였다.

유리당 함량 변화

유리당 함량 변화는 처리조건에 따른 포도의 씨와 과피를 제외한 과육을 초순수 증류수로 5배 희석하여 착즙한 후 0.45 µm membrane filter로 여과한 여액을 HPLC(Waters Co, LC Module, USA)에서 분석하였다. Column은 Zorbax Carbohydrate Analysis Column(4.6×250 mm, Agilent Co., USA)을 사용했고, 검출기는 RI(Refractive Index)를 이용하였으며, 이동상으로 acetonitrile과 water(75:25%, v/v)를 사용하였고 유속은 1.5 mL/min으로 용출시켜 유리당 함량의 변화를 관찰하였다(11).

총산 변화

총산 변화는 저장한 포도를 10일 간격으로 포도씨를 제거하고, 과육부를 마쇄한 후 10배 증류수로 희석한 다음 0.1 N NaOH로 pH 8.2(핑크색으로 변할 때)까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH량을 tartaric acid로 환산하여 %로 나타내었다(12).

Anthocyanin 함량 변화

Anthocyanin 함량은 저장한 포도 과육을 제거시킨 후 과피 2 g에 추출 용매(에탄올:증류수:HCl=85:13:2) 40 mL를 넣고 상온에서 1시간 동안 추출하였다. 추출액을 여과지(Waterman No. 2)로 여과하고, 여과액을 200 mL로 희석하여 실온의 암소에서 1시간 동안 방치한 후 비색계(UV-1601IPC, UV-Visible Spectrophotometer, Shimadzu)로 파

장 530 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 다음과 같은 방법으로 총 anthocyanin을 계산하여 변화를 관찰하였다(13).

총 anthocyanin 함량(% w/w) = $OD \times 200 / W \times 100 \times 1 / 65.1$
(OD: 흡광도, W: 시료량, 200: 정용량, 65.1: 흡광계수)

진균수 변화

처리방법 및 저장기간에 따른 진균수 변화를 측정하기 위하여 potato dextrose agar(Oxoid, England) 진균배지를 사용하여 37°C에서 48시간동안 정지 배양하여 발생한 colony를 colony counter(IPI Inc., USA)를 사용하여 진균수를 계산하였다(14).

통계 분석

시험결과는 통계프로그램(SAS program)을 사용하여 분산분석 하였으며, 시료간 유의성 유무는 Duncan's multiple range test와 Student's t-test(p<0.05)를 이용하여 비교 분석하였다(15).

결과 및 고찰

중량 감모율, 비정상과 발생률, 탈립을 및 당도 변화

에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장 중 중량변화를 조사한 결과, 'Sheridan'과 'MBA' 두 품종 모두 저장기간이 경과됨에 따라 중량은 전체적으로 감소하였으나, 활성탄 첨가량이 많을수록 중량 감모율은 적게 나타났고, 저장 60일 후 에틸렌 흡착제 처리구에서는 중량감모율이 'Sheridan'과 'MBA' 두 품종에서 각각 1.3% 및 2.2%로 최소 중량감모율을 나타내었다. 그러나 활성탄 처리의 경우 'Sheridan'은 1% 및 2% 활성탄 처리구에서 중량감모율이 각각 1.5% 및 1.2%를 보여 에틸렌 흡착제 처리의 결과와 유사한 반면, 'MBA'

에서는 2% 활성탄 처리에서만 2%의 중량감모율을 보여 에틸렌 흡착제와 유사한 결과를 나타내었고(Fig. 1), 두 품종 모두에서 에틸렌 흡착제와 2%의 활성탄 처리에 의한 중량감모율의 감소 효과간의 유의적인 차이는 나타나지 않아 두 결과가 매우 유사함을 확인할 수 있었다.

따라서 포도 저장시 중량 감모율을 줄이기 위해서 활성탄을 1%이상 처리하거나, 에틸렌 흡착제를 처리함으로써 저장 중 포도 중량 감모율을 줄일 수 있었는데, 이는 Cho와 Ha(16)가 상온에서 느타리버섯이 저장 유지되면서 중량감모율이 증가되었다는 보고와 유사한 경향이었으며, Kim 등(17)도 복숭아 저장시험에서 활성탄 처리량에 관계없이 중량감모율이 상온저장에서 10%, 저온저장은 6.5~7.8%, MA저장에서 1.0~1.4%로 시간이 경과됨에 따라 적어졌다고 하였으며, 또한, Kim 등(18)도 포도 저장성 연구에서 저장기간이 경과할수록 대조구와 처리구 모두 중량감모가 많았다고 하였는데, 이는 Nam 등(19)이 포도 저장 80일 후 포도 품종별로 다소 차이가 있지만, 중량감소율이 0.5~1.5% 정도 감소되었다는 결과로 미루어 볼 때 활성탄 및 에틸렌 흡착제의 처리로 중량감모율을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

그리고 에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장 중 비정상과 발생률 변화를 조사한 결과, 두 품종 모두 저장기간이 경과됨에 따라 비정상과 발생률이 증가하였으나, 포도 저장 60일 후 'Sheridan'과 'MBA' 두 품종에서 가장 낮은 1.5% 및 2.2%의 비정상과 발생률을 나타내는 에틸렌 흡착제가 가장 우수하였고, 2% 활성탄의 경우에서도 각각 1.9% 및 2.5%의 비정상과 발생률로 우수한 저장 효과를 보였으며, 두 품종 모두에서 두 처리 방법 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다(Fig. 2). 이는 포도 저장 중 열과, 탈립과, 이병과 등 비정상과 발생은 저장기간이 경과될수록 많아지고, 저장 80일 이후 급격히 증가되어 상품성이 저하되었다는 Nam

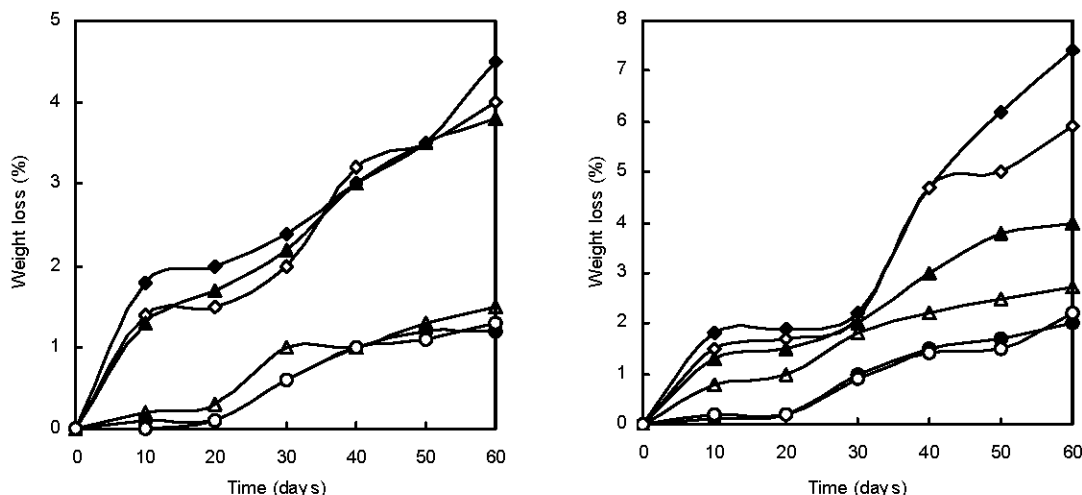


Fig. 1. Changes of weight loss on Sheridan (left) and Muscat Bailey A (right) by treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbents) during MA storage at 0°C for 60 days.

◆ Control, ◇ 0.1% (w/w) AC, ▲ 0.5% (w/w) AC, △ 1.0% (w/w) AC, ● 2.0% (w/w) AC, ○ EA.

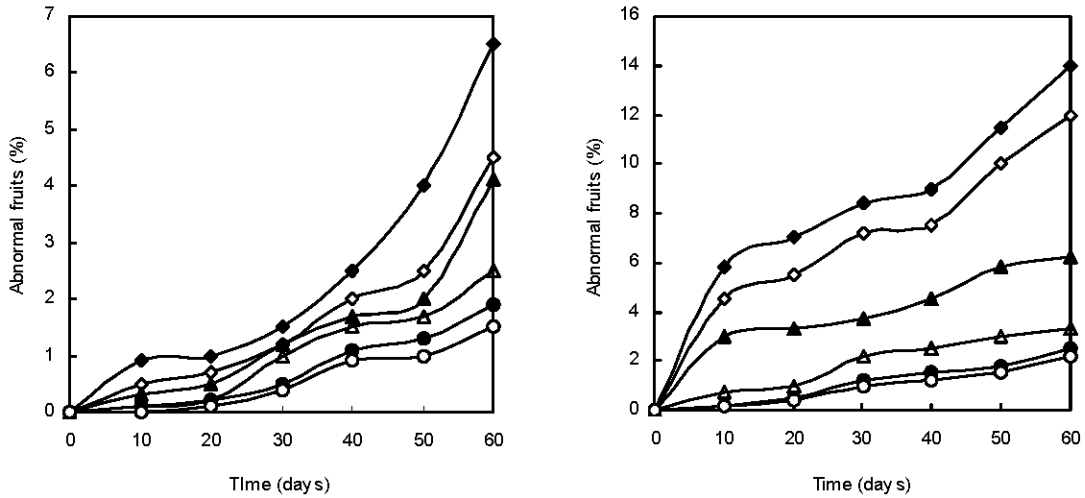


Fig. 2. Changes of abnormal fruit on Sheridan (left) and Muscat Bailey A (right) by treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbers) during MA storage at 0°C for 60 days.
 ◆ Control, ◇ 0.1% (w/w) AC, ▲ 0.5% (w/w) AC, △ 1.0% (w/w) AC, ● 2.0% (w/w) AC, ○ EA.

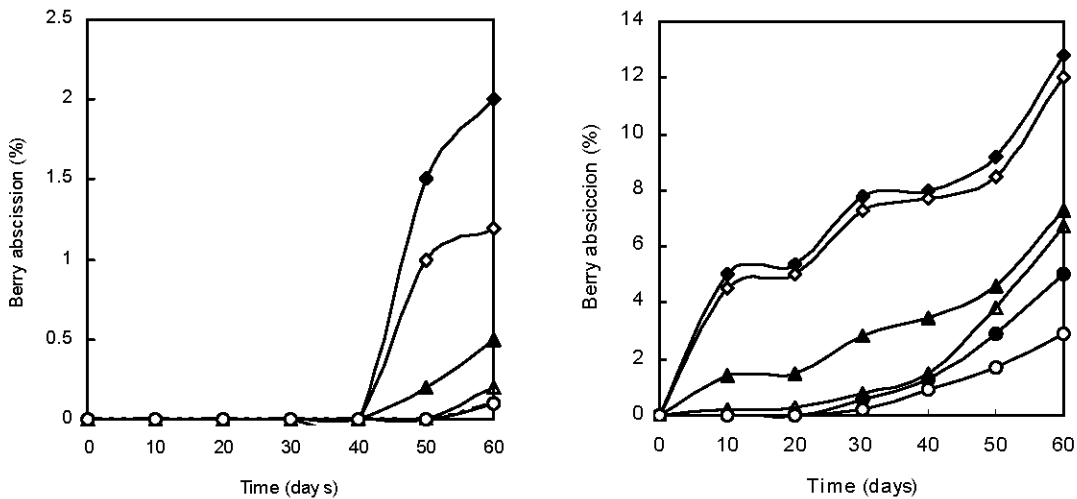


Fig. 3. Changes of berry abscission on Sheridan (left) and Muscat Bailey A (right) by treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbers) during MA storage at 0°C for 60 days.
 ◆ Control, ◇ 0.1% (w/w) AC, ▲ 0.5% (w/w) AC, △ 1.0% (w/w) AC, ● 2.0% (w/w) AC, ○ EA.

등(18)의 내용과 일치하였으며, Yun과 Lee(7)도 목초액 및 활성탄 처리로 세균 및 곰팡이 방제 효과가 있어 세균 및 곰팡이수가 적어져 비정상과가 적게 발생하였다는 보고와 유사하였다.

또한 에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장 중 포도의 탈립을 변화는 Fig. 3과 같이 두 품종 모두 저장기간이 경과됨에 따라 탈립율이 증가하였으나, 에틸렌 흡착제는 두 품종에서 0.1%(‘Sheridan’) 및 2.9%(‘MBA’)의 탈립율로 매우 적은 탈립율을 보였으며, 2% 활성탄 처리구에서는 ‘Sheridan’의 경우 0.1%의 탈립율로 에틸렌 흡착제과 유사한 탈립율을 나타낸 반면, ‘MBA’에서는 5%의 탈립율로 에틸렌 흡착제보다는 약간 높은 탈립율을 나타내었다. 그러나 두 처리구간의 유의적인 차이를 나타내지 않아 에틸렌 흡착제 및 2% 활성탄 처리 방법 모두 비정상과 발생률과 유사하게 탈립율의

억제 효과면에서도 우수한 결과를 나타내었다. 이는 활성탄이 포도 에틸렌을 흡착하여 탈립율을 줄였으며, 활성탄의 세균이나 곰팡이 등의 방제 효과로 세균수가 적어져 탈립율이 감소했다는 보고와 일치하는 경향을 나타내었다(7,17).

Fig. 4에서 보듯이 에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장기간 중 당도는 두 품종 모두 저장기간이 경과됨에 따라 당도가 증가하였다. 그러나 저장기간 중 에틸렌 흡착제 및 활성탄 첨가량이 많을수록 무처리에 비하여 당도 증가율이 낮아 높은 유의성(p<0.05)을 나타내었다. 그리고 저장 60일 후 당함량은 품종별로 ‘Sheridan’이 18.4°Brix로 16.5°Brix를 나타낸 ‘MBA’보다 당도가 높았고 ‘Sheridan’의 경우 에틸렌 흡착제 처리에서 17.7°Brix로 당함량이 제일 적었으며, ‘MBA’의 경우 2% 활성탄처리에서 15.9°Brix로 제일 적은 당함량을 나타내었다. 이는 Kim 등(20)이 활성탄 및 에틸렌

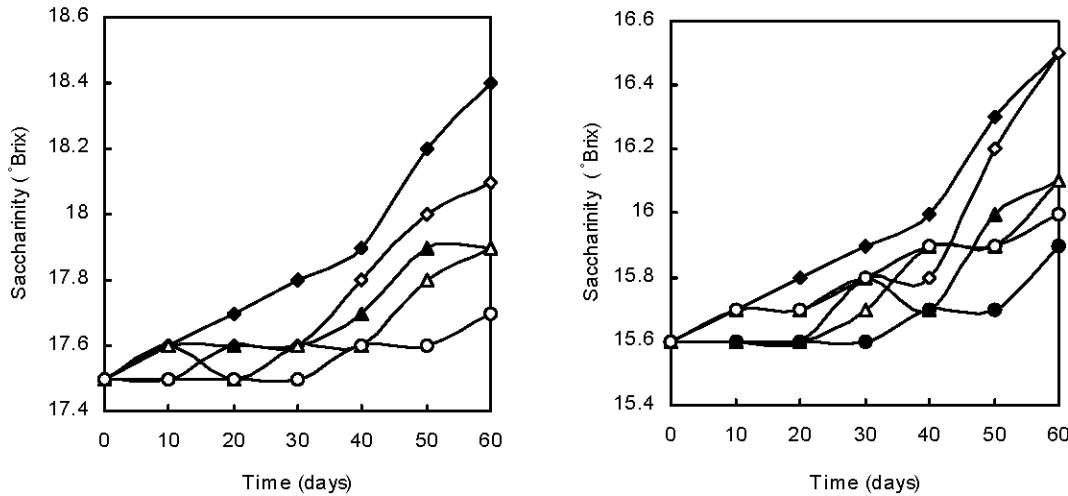


Fig. 4. Changes of saccharinity on Sheridan (left) and Muscat Bailey A (right) by treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbents) during MA storage at 0°C for 60 days.

◆ Control, ◇ 0.1% (w/w) AC, ▲ 0.5% (w/w) AC, △ 1.0% (w/w) AC, ● 2.0% (w/w) AC, ○ EA.

흡착제가 알칼리보다 산을 더 흡수시켜 총산이 줄어들고 당도는 서서히 증가되었다는 결과와 유사하였다.

종합적으로 살펴보면 저장 중 좋은 포도를 유지하기 위해서는 송이에서 알이 떨어지는 탈립, 표면이 갈라지는 열과 병충해가 있는 이병과, 건조로 포도알이 찌그러지는 축과 같은 것이 없는 정상과가 많아 함으로, 중량변화, 비정상과 발생률, 탈립율 및 당도변화가 낮은 에틸렌 흡착제 및 활성탄을 적용시킴으로써 저장 중 포도의 정상과 유지 효과를 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

유리당 및 총산 함량 변화

에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장 중 유리당 함량의 변화는 Table 1과 같이 저장 60일 후 유리당 함량은 2% 활성

탄 처리에서 전체적으로 가장 적게 감소하였다. 이는 유리당이 포도의 색깔을 나타내는 anthocyanin 색소를 구성하는 물질이라는 Lee(1)의 보고를 통해 포도의 저장 중 유리당은 anthocyanin 색소로 변하기 때문에 감소되는 것으로 생각되며, 에틸렌 흡착제 및 활성탄을 이용함으로써 유리당의 소모가 더 많아지는 것으로 사료된다.

에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장 중 총산의 품질 변화를 조사한 결과 Fig. 5에서 보는 바와 같이 ‘Sheridan’과 ‘MBA’ 두 품종 모두 저장기간이 경과됨에 따라 총산이 감소하였고, 에틸렌 흡착제 및 활성탄 수준을 높일수록 총산의 변화는 적었으나, 각각의 처리구간 총산 변화의 유의적인 차이는 없었다(p<0.05). 저장 60일 후 총산변화는 0.4%가 감소한 에틸렌 흡착제 처리가 가장 적었고, ‘MBA’에서 활성

Table 1. Changes of free sugar on Sheridan and Muscat Bailey A after 60 days at 0°C in MA storage using treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbents)

Variety	Treatment	Soluble solids (g/100 g)		
		Fructose	Glucose	Sucrose
Sheridan	Control	6.20±0.02 ^{a1)}	6.17±0.1 ^a	2.79±0.1 ^a
	0.1% AC	6.13±0.02 ^{ab}	5.93±0.1 ^{ab}	2.55±0.1 ^{ab}
	0.5% AC	6.10±0.2 ^{ab}	5.92±0.2 ^{ab}	2.50±0.1 ^{ab}
	1.0% AC	5.95±0.1 ^{ab}	5.70±0.2 ^b	2.32±0.1 ^b
	2.0% AC	5.77±0.2 ^b	5.52±0.1 ^b	2.30±0.1 ^b
	EA	5.90 ^{ab}	5.54 ^b	2.54 ^{ab}
F-Value		7.22 [*]	29.27 ^{**}	30.05 ^{**}
Muscat Bailey A	Control	8.86±0.1 ^a	8.08±0.1 ^a	trace
	0.1% AC	8.68±0.1 ^a	8.03±0.1 ^a	trace
	0.5% AC	8.29±0.1 ^{ab}	7.70±0.2 ^{ab}	trace
	1.0% AC	8.03±0.1 ^{ab}	7.42±0.2 ^b	trace
	2.0% AC	7.10±0.2 ^b	6.82±0.1 ^c	trace
	EA	8.71 ^a	7.80 ^{ab}	trace
F-Value		33.35 ^{**}	118.36 ^{**}	

¹⁾Means with the same letter are not significantly different. *p<0.05, **p<0.01.

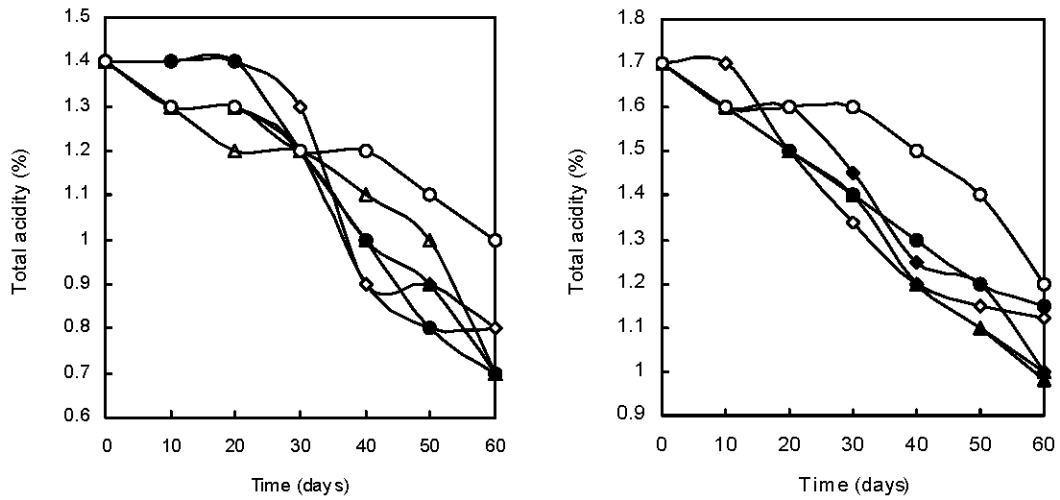


Fig. 5. Changes of total acidity on Sheridan (left) and Muscat Bailey A (right) by treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbers) during MA storage at 0°C for 60 days.
 ◆ Control, ◇ 0.1% (w/w) AC, ▲ 0.5% (w/w) AC, △ 1.0% (w/w) AC, ● 2.0% (w/w) AC, ○ EA.

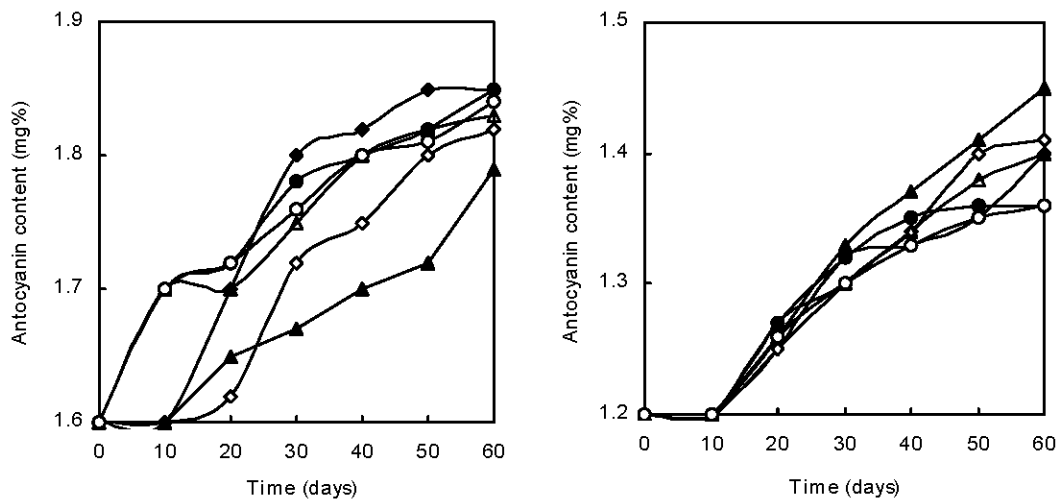


Fig. 6. Changes of anthocyanin content on Sheridan (left) and Muscat Bailey A (right) by treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbers) during MA storage at 0°C for 60 days.
 ◆ Control, ◇ 0.1% (w/w) AC, ▲ 0.5% (w/w) AC, △ 1.0% (w/w) AC, ● 2.0% (w/w) AC, ○ EA.

탄의 경우 2% 처리시 0.55%의 총산이 감소하여 0.5%가 감소한 에틸렌 흡착제 처리와 유사한 결과를 나타내었다.

포도의 주요 산은 tataric acid와 malic acid로 산도 함량의 90%이상을 차지하는데, malic acid와 tataric acid는 잎과 과실에서 합성되고, 잎에서 합성된 산은 과실로 전이된다. 그리고 생육이 진전됨에 따라 tataric acid 및 malic acid와 같은 유기산 함량은 감소하게 되고 성숙이 진전됨에 따라 protopectin이 pectin으로 변하며, 세포의 중간 박막층(middle lamella)내의 펙트산염(pectate)이 소실되어 과육이 연화되어진다. 그리고 사과 저장시험에서 저장사과의 초산 함량은 기간이 경과함에 따라 상당량 감소하는데, 상온 저장시 감소폭이 더욱 컸다고 보고하였다(21). 따라서 저장 중 총산 함량의 변화를 적게 유도함으로써 과육의 연화를 지연시킬 필요

가 있는데, 포도 저장에 있어 에틸렌 흡착제 및 활성탄의 처리가 총산의 감소를 지연시킬 수 있을 것으로 사료된다.

Anthocyanin 함량 변화

에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장 중 anthocyanin 함량 변화를 조사한 경과 Fig. 6에서 보는 바와 같이 ‘Sheridan’ 과 ‘MBA’ 두 품종의 저장기간이 경과됨에 따라 anthocyanin 함량이 증가하는 경향을 나타내었는데, ‘Sheridan’이 60일 후 1.85%로 1.4%인 ‘MBA’보다 높았으나 처리간 유의적 차이는 없었다. 이는 Kim 등(20)이 anthocyanin은 수용성이고 불안정하고, 효소에 의한 가수분해가 쉽게 되어 anthocyanin이 용출되며, anthocyanin은 저장 초기부터 서서히 증가된다는 보고와 유사하였다. 그리고 저장 60일 후 ‘Sheridan’

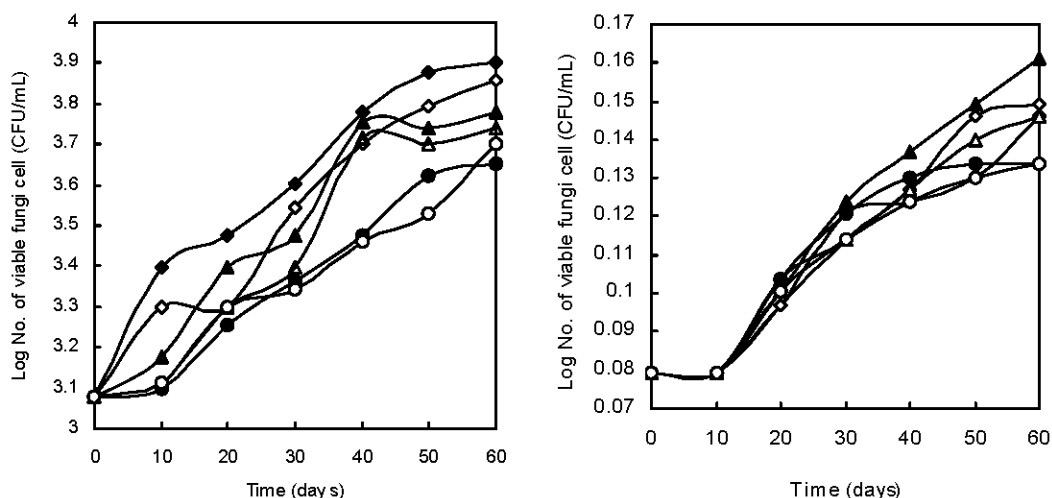


Fig. 7. Changes of fungi density on Sheridan (left) and Muscat Bailey A (right) by treatment of AC (activated charcoal) and EA (ethylene absorbers) during MA storage at 0°C for 60 days.

◆ Control, ◇ 0.1% (w/w) AC, ▲ 0.5% (w/w) AC, △ 1.0% (w/w) AC, ● 2.0% (w/w) AC, ○ EA.

의 경우 anthocyanin 함량의 변화가 에틸렌 흡착제 및 2% 활성탄 처리에서 가장 높게 나타내었는데, 이는 당 함량과 착색은 밀접한 관계가 있어 당 함량이 일정 수준으로 올라가야 착색이 시작되고 당 함량이 높을수록 착색이 잘 된다 (22)는 보고를 통해 anthocyanin 색소의 증가는 포도내의 유리당 함량 감소와 직접적인 관계를 나타내는 것으로 생각된다. 그러나 'MBA'의 경우 'Sheridan'의 결과와 반대로 에틸렌 흡착제 및 2% 활성탄 처리에서 anthocyanin 함량의 변화를 가장 낮게 나타내 포도내의 유리당 함량 감소와 의 총산과 같은 다른 변수에 영향을 받는 것으로 사료된다.

진균수의 변화

에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리 후 저장 중 진균수의 변화를 조사한 결과를 Fig. 7에 나타내었는데, 'Sheridan'과 'MBA' 두 품종 모두 저장기간이 경과됨에 따라 진균수가 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 품종간에는 'Sheridan'이 'MBA'보다 진균수가 많이 증가하였다. 또한 60일간 저장 후 에틸렌 흡착제 및 2% 활성탄 처리구는 'Sheridan'과 'MBA' 품종에서 각각 4.5×10^3 CFU/mL와 1.36×10^0 CFU/mL 및 5.0×10^3 CFU/mL와 1.36×10^0 CFU/mL의 진균류가 생존하였는데, 이는 무처리한 대조구에 비해 매우 적은 균수로 높은 유의성($p < 0.05$)을 나타내었으나, 활성탄 첨가량이 감소할수록 유의적인 차이도 감소하였다. 따라서 에틸렌 흡착제 및 활성탄 첨가량이 많을수록 두 품종 모두에서 높은 진균류 생육 억제 효과를 나타냄을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 'Sheridan' 품종은 육질이 질기며 종자와 과육이 잘 분리되지 않아 세균 및 곰팡이가 생육하기 어렵다는 Lee(1)의 보고와 활성탄 및 에틸렌 흡착제 처리에 의해 세균이나 곰팡이 발생을 억제시켜 포도 저장에서 세균이나 곰팡이를 방제할 수 있었다는 Yun과 Lee(7)의 보고와 유사한

결과를 나타내었다.

따라서 포도의 저장 중 에틸렌 흡착제 및 활성탄 처리가 포도의 품질변화에 미치는 영향을 미루어 볼 때, 저장 중 2% 활성탄 처리에 의한 포도의 품질변화가 에틸렌 흡착제 처리에 의한 결과와 유사함을 확인할 수 있었고, 또한 수확한 포도에 에틸렌 흡착제 또는 활성탄을 처리함으로써 포도의 저장성을 향상시킬 수 있었으며, 이는 포도저장의 효율을 향상시키기 위한 자료로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

포도의 저장성을 향상시킬 수 있는 방법을 모색하기 위하여 'Sheridan'과 'Muscat Bailey A' 품종을 에틸렌 흡착제 및 0.1, 0.5, 1.0 및 2.0%의 활성탄을 처리하여 $0 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 $90 \pm 2\%$ 의 습도상태에서 60일간 저장하면서 중량감모율, 비정상과 발생률, 탈립율, 당도, 유리당함량, 총산, anthocyanin 색소 함량, 진균수를 조사하였다. 전체적으로 'Sheridan', 'Muscat Bailey A' 두 품종 모두 무처리에 비하여 에틸렌 흡착제 및 활성탄을 처리하였을 때 저장성이 증가하였다. 품종별로는 'Sheridan'이 'Muscat Bailey A'보다 저장성이 우수하였으며, 처리구별로 무처리구에 비하여 에틸렌 흡착제, 활성탄 수준이 높을수록 중량감모율, 비정상과 발생률, 탈립율, 당도 및 진균수의 증가에 대한 억제 효과가 높게 나타났다. 그리고 유리당 함량 및 포도과피의 anthocyanin 함량을 조사한 결과 'Sheridan', 'Muscat Bailey A' 두 품종 모두 저장 기간 중 유리당 함량 및 포도과피의 anthocyanin 함량이 조금 증가하였고, 품종별로는 'Sheridan'이 'Muscat Bailey A'보다 증가율이 높게 나타났지만, 처리구간 유의적인 차이는 적었다. 또한, 총산은 'Sheridan'과 'Muscat Bailey A' 두 품종 모두 저장 기간 중 감소하는 경향을 나타낸 반면,

처리구별 차이는 적었고 품종별로는 'Sheridan'이 'Muscat Bailey A'보다 적게 감소하였다. 전체적인 결과를 종합해보면 포도 저장 중 활성탄 처리 효과가 에틸렌 흡착제에 의한 효과와 유사하게 저장성을 향상시키는 결과를 나타내었으며, 처리구별로는 에틸렌 흡착제, 2% 활성탄>1% 활성탄>0.5% 활성탄 처리 순으로 저장성이 우수하게 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

문헌

- Lee JC. 1999. *Cultivation technique of grape*. Sunjin Press Co., Korea.
- Jeong JW, Kim JH, Kim BS, Jeong SW. 2003. Characteristics of electrolyzed water manufactured from various electrolytic diaphragm and electrolyte. *Korean J Food Preserv* 10: 99-105.
- Park SW, Lee SK. 1996. Effect of ethephon treatment on cell wall release and softening in *rin*-tomato fruits during postharvest ripening. *J Kor Soc Hort Sci* 37: 671-674.
- Gross KC. 1985. Promotion of ethylene evolution and ripening of tomato fruit by galactose. *Plant Physiol* 79: 306-307.
- Brecht JK, Huber DJ. 1988. Products released from enzymically active cell wall stimulate ethylene production and ripening in preclimacteric tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. *Plant Physiol* 88: 1037-1041.
- Son KC, Chae Y. 1993. The effect of polyamine treatment on the senescence of carnation petals. *J Kor Soc Hort Sci* 34: 75-80.
- Yun SD, Lee SK. 1996. Effect of ethylene removal and sulfur dioxide fumigation on grape quality during MA storage. *J Kor Soc Hort Sci* 37: 696-699.
- Park YM, Ha HT. 2001. Gas absorption potential of oak charcoal and modelling for practical application. *Kor J Hort Sci Technol* 19: 174-178.
- Rural Development Administration. 1995. *The standard for research and investigation of agricultural tests*. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA, USA. p 2.
- Kim JY, Koh JS. 2004. Fermentation characteristics of Jeju foxtail millet-wine by isolated alcoholic yeast and saccharifying mold. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 47: 85-91.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA, USA. p 9-10.
- Shim KH, Kang KS, Chio JS, Seo KI, Moon JS. 1994. Isolation and stability of anthocyanin pigments in grape peels. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 279-286.
- KFDA. 2002. *Food code: A supplement volume*. Korea Food and Drug Administration, Korea. p 105.
- SAS. 1998. *SAS/STAT User Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
- Cho SS, Ha TM. 1988. The effect of supplementary package materials keeping freshness of fresh mushroom at ambient temperature. *RDA J Industrial Crop Sci* 40: 52-57.
- Kim YH, Kim SK, Lim SC, Youn CK, Yoon T, Kim TS, Lee BA. 2002. Effects of storage method and active charcoal treatment on the storability in 'Changhoweong Hwangdo' peach. *Kor J Hort Sci Technol* 20 (suppl.1): 89.
- Kim JY, Han MR, Chang MJ, Kim BY, Kim MH. 2002. Study on the extending storage life of grape by applying edible coating materials. *Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 207-211.
- Nam SY, Kim KM, Lee YS, Jong SK. 1998. Effect of PE film packing on storage of "kyoho" grape. *RDA J Hort Sci (II)* 40: 7-12.
- Kim KY, Kim JH, Yie JE. 1998. Adsorption of ethylene on activated carbon at controlled-atmosphere storage. *Applied Chem* 2: 258-261.
- Lee KY, Ko KC, Lee JC, Yoo YS, Kim SK. 1985. *The cultivation of grape for future*. Daehan Printing & Publishing Co., Seoul, Korea.
- Park SJ, Kim CC. 2002. Influence of ethylene generator on fruit color in 'Cheongdobansi' persimmon (*Diospyros kaki*) *J Kor Soc Hort Sci* 43: 725-727.

(2006년 6월 13일 접수; 2006년 11월 2일 채택)