

Effect of the ice pack treatment in the corrugated box for improving the storage quality of the oriental melon (*Cucumis melo* var. *makuwa*) at high temperature conditions during summer

Woo Suk Choi¹, Dae-Sung Chung², Youn Suk Lee^{1*}

¹Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

²National Institute of Horticultural and Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

여름철 고온 환경 조건에서 참외(*Cucumis melo* var. *makuwa*)의 저장 중 선도유지를 위한 아이스 팩 처리 포장 박스 적용 연구

최우석¹ · 정대성² · 이윤석^{1*}

¹연세대학교 패키징학과, ²농진청 국립원예특작과학원

Abstract

The effects of the ice pack and aluminum coated board in the corrugated boxes for maintaining the quality of fresh oriental melons (*Cucumis melo* var. *makuwa*) were investigated. The harvested oriental melons were stored at a temperature of 30°C for 21 days after placing them in the corrugated boxes treated with control, including ice pack and aluminum coated board. The treatment with the ice pack and aluminum coated board was identified to have maintained the relative low temperature in the corrugated box against the high temperature from the environment. For the storage study of the oriental melon, the treatments with the ice pack and aluminum coated board reduced the respiration rate, the development of external color, and total weight loss. All treatments were also effective in maintaining the firmness and decreasing the decay ratio of the oriental melon as compared to those that were controlled. However, the value of total soluble solids regarding the fruit was insignificantly affected by the ice pack treatment. The results indicated that the application of the ice pack and aluminum coated board in the corrugated box played an important role in maintaining the quality of oriental melons during storage. The combination with the ice pack and aluminum coated board had more effective values on the storage qualities for oriental melons than that with the ice pack only. Based on the results of this study, the ice pack and aluminum coated board were the useful treatments for reducing the loss of quality of the fresh oriental melons in high temperature storage conditions.

Key words : oriental melon, ice pack, aluminum coated board, packaging, storage quality

서 론

최근 소비자들의 건강기능성과 식품안전에 대한 관심이 증대되고 환경 보전에 대한 의지가 강화됨에 따라 신선·고품질의 과채류에 대한 소비자의 선호도가 급격히 증가하고 있다(1). 전통적으로 여름철 국내 과실로 인기 있는 참외는 독특한 맛과 향 및 색상이 뛰어나고 당도가 높고 칼슘, 인 등의 무기질과 비타민 A, C의 함량이 많으며, 특히 함유되

어 있는 포도당과 과당은 인체의 흡수가 빨라 피로회복에 도움이 되어 식품적인 가치가 높이 평가 되는 생과용 작물로 신선 참외의 소비도 점차 증가하고 있다(2,3). 참외의 생육 적온은 25~28°C이며 최저 생육 온도는 10~12°C로 국내 참외 소비 증가에 따른 시설재배의 확대 생산되고 있으나 저온에서는 생육장애를 받는 고온성 작물로서 주로 수확 시기가 여름철에 집중되어 재배 생산되고 있다(4).

현재 수확된 참외는 농가에서 직접 포장되어 거래되거나 단위농협 및 APC 센터를 통하여 선별 또는 세척과정을 거쳐 주로 15 kg 골판지 상자의 규격으로 포장 밀봉되어 도소매로 유통되고 있다(5). 그러나 주로 기온 및 습도가

*Corresponding author. E-mail : leeyouns@yonsei.ac.kr
Phone : 82-33-760-2395, Fax : 82-33-760-2760

높은 환경 조건에서 수확, 저장, 유통 및 판매가 이루어지기 때문에 과실의 품질 변화가 빠르게 진행되어 장기간 저장 및 유통이 어려울 뿐만 아니라 상품성 손실이 크다(6).

여름철 높은 온도에 쉽게 노출되는 저장 및 유통 환경 조건은 과실의 호흡량 및 에틸렌 발생을 촉진시켜, 과일의 성숙과 노화에 영향을 주기 때문에 관련 대사 과정인 당도 변화, 경도 감소 및 색도 저하 등의 품질 변화가 발생된다(7). 신선한 과실의 생리적 활성은 주로 온도에 지배적으로 영향을 받게 되며 주로 10°C 변화에 대하여 2~4배까지 영향을 받게 되는데, 수확 후 저장 및 유통 기간 동안 후숙 활동이 지속적으로 진행되어 과실의 영양성분 손실 및 신선도 저하의 원인이 된다. 따라서 저온 상태의 환경 조건은 과실의 저장성 증대의 주요 요인 중 하나로 작용되어 진다(8).

신선 참외의 품질 개선을 위하여 세척처리(9)와 최적 환경 조건의 조절을 위한 저온저장(10), CA저장(11) 및 MA포장 처리(12)가 선도 유지 효과가 있는 것으로 보고되었으며, 그 외 1-MCP 처리(13)에 따른 참외의 품질 개선 효과 평가를 위한 저장성 연구가 진행되었다. 그러나 이러한 처리 방법들은 여전히 외부기계 장비 적용에 따른 설치 및 관리 비용 등의 부담과 번거로움이 있으므로 집중적으로 수확되는 기간에 현장 적용이 쉽지 않을 뿐만 아니라 유통 및 저장 기간 동안 외부 환경의 급격한 온도 상승 변화에 대한 신속한 대처에 어려움을 가지고 있다. 따라서 최근 유통 중 저온 유지를 위하여 저렴하고 간편하게 포장 내부의 온도를 낮추기 위한 처리 방법으로 물이 담긴 플라스틱 포장 백을 골판지 유통 박스에 농산물과 함께 적용한 특허(14) 및 신선 채소류를 유통 중 냉동 얼음을 적용한 연구(15)가 있었으나 여름철 높은 온도의 외부 환경 조건에서 과실의 품온 제거 및 외부 온도 차단을 위한 포장 적용을 고려하여 유통 기간 연장을 위한 선도 유지 효과를 평가한 연구는 아직 시도된 적이 없었다.

본 연구는 고온 환경 조건에서 아이스 팩 또는 알루미늄 코팅 보드로 처리된 유통 포장 박스 내부의 온도 유지 및 참외의 선도 유지 개선을 위하여 저장 기간 동안 각 처리된 포장 박스 적용에 따른 참외의 품질변화 관찰을 통한 저장성 효과를 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 참외는 경북 성주군에서 당일 수확한 ‘금싸라기’ 품종을 약 24 시간 내에 실험실로 옮기는 즉시 외관이 상처가 없는 일정한 크기(평균 무게 274.6±9.3 g)로 선별하여 저장성 실험에 사용하였다. 냉각 재료는 외포장의 결로 현상 방지를 위해 부직포로 구성된 아이스 팩(270×180 mm)을 (주)더아이스팩(Gyeonggi-do, Korea)에서

구입하였으며, 골판지 내부에 알루미늄 박막을 적용하기 위하여 3.904 mm 두께의 알루미늄(Al) 코팅 보드를 (주)와일드 두쿨(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 실험용 포장 박스는 표면지/B골/중심지/A골/이면지의 이중양면 골판지(DW)로 구성된 일반 참외 포장 박스로 유통되고 있는 통기공이 없는 15 kg 골판지 박스(450×305×255 mm)를 성주 농협에서 구입하여 사용하였다.

포장 내부의 온도변화

각 실험 골판지 박스에 처리된 아이스 팩 및 알루미늄 코팅 보드의 온도 변화 영향을 보기위하여 디지털 온도계측기(YJ-8600DS series, YuJin Control Technology Co., Daegu, Korea)를 사용하여 측정하였다. 우선 냉동 아이스 팩을 준비하기 위하여 아이스 팩(폴리에틸렌글리콜 10 g + 부직포 팩 15 g)에 물 700 mL을 주입한 후 전체무게가 약 730 g인 팩을 -17°C의 냉동고에서 5 시간 이상 냉동 후 실험에 사용하였으며 알루미늄 코팅 보드는 15 kg 골판지 박스 내면 크기에 맞추어 재단 한 후 핫멜트 접착 글루건을 사용하여 골판지 박스 내면 표면에 접착 고정하였다. 열 온도 센서를 골판지 박스 내부 중앙 부분에 두어 고정 한 후 냉동한 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드를 설치한 빈 골판지 박스와 초기 품온 온도가 23°C 인 참외 외피 단면 일부를 제거하고 샘플 표면에 열 온도 센서를 부착한 다음 각각의 골판지 박스에 두고 30°C 조건을 유지한 저장고에서 24시간 동안 각각 처리된 골판지 박스 내부 온도 변화 및 참외 품온에 대한 변화를 관찰하였다.

저장 방법

일반 15 kg 참외 골판지 박스, 아이스 팩 처리 골판지 박스, 그리고 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드가 처리된 골판지 박스에 각 처리군당 선별한 46개씩의 참외 샘플을 골판지 박스에 두고 필름 접착테이프로 밀봉 포장하여 저장성 실험에 사용하였다 (Fig. 1). 각각의 골판지 상자에 저장된 참외는 항온 항습 저장고에서 저장 온도 30±2°C 습도 70±5%의 조건으로 유지하여 21일 동안 각각의 시료를 취하여 저장 중 이화학적 품질 변화를 조사하였다.

호흡률

저장 중 참외의 호흡 작용에 의한 CO₂발생량을 측정하기 위하여 900 mL 크기의 유리 용기에 각각의 골판지 박스에서 미리 라벨로 선정한 참외를 옮겨 넣고 고무 셉터가 설치된 알루미늄 뚜껑으로 밀폐하였다. 저장성 실험과 같은 온도 조건인 30°C 저장고에서 1시간 동안 용기 내에 생성된 가스를 0.5 mL 플라스틱 주사기를 이용하여 각각 0.2 mL 씩 채취한 후 가스크로마토그래피 시스템(Agilent 6890, Atlanta, GA, USA)의 주입구에 주입한 다음 이로부터 얻어진 크로마토그램으로 기체조성을 계산하였다. 각 단위 시

간 당 발생한 CO₂ 가스 량을 구하여 단위 중량 및 용기 부피를 고려한 값으로 참외의 호흡률로 계산하였다. 표준 분석 CO₂ 가스는 (주) 대성 산업 가스(99%, Ansan, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 분석조건으로 60/80 Carboxen-1000 SS packed column (4.57 m×0.32 m×2.1 mm ID)을 이용하였고 이때 주입 온도는 70°C, 검출기 온도는 220°C로 초기 5분 동안 35°C의 칼럼 온도 조건에서 10°C/min 비율로 각각 분리된 가스를 thermal conductivity detector(TCD) 검출기로 측정하였다.

중량감소율

저장 중 각 처리군의 중량 변화는 디지털 전자저울(MW-II series, CAS, Fullerton, CA, USA)을 사용하여 참외의 저장 초기의 중량에서 측정 시의 중량을 뺀 변화량을 백분율(%)로 환산하여 나타내었다.

색 도

참외의 색도 변화는 참외 과피 중 골이 진 흰색 부분의 가장 선명한 일정부위를 colorimeter(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 색차계 광조사 부분에 밀착시켜 Hunter 값의 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)를 측정하였다.

경 도

과육경도는 Tangwongchai 등(11)의 경도측정 방법을 기준으로 직경 5 mm의 probe를 장착한 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Surry, UK)로 분석하였으며, 한 과실 당 적도부분의 껍질을 깊이 2 mm정도로

단면으로 깎아내고 내부 쪽으로 측정하여 평균값을 구하였다. 경도 측정 조건은 probe가 깊이 10 mm까지 2 mm/sec의 측정 속도로 적용시킬 때 얻어지는 최대값을 측정하고 이를 경도 값으로 나타내었다.

가용성 고형분

가용성 고형분의 함량은 참외 시료의 과육 부분을 마쇄기로 마쇄한 후 얻은 액 일부를 굴절 당도계(Mater-M, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었다.

외관 품질 및 부패율

각 실험군에 대한 외관품질 변화는 참외의 외관상 변색, 부패, 이취 등을 관찰한 후 5점 척도 기준(5=아주 좋음, 4=좋음, 3=보통, 2=나쁨, 1=아주 나쁨)으로 평가하였으며, 평가 점수 기준의 3점 까지를 저장 수명의 한계성을 설정하여 그 이하는 상품성을 잃은 것으로 판정하였다(12). 또한 부패과 발생을 측정은 참외 과피에 수침증상, 진한 적갈색 반점, 혹은 곰팡이가 조금이라도 발생되면 부패과로 보았으며 조사된 과실에 대하여 부패과를 전체 과실에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복으로 실험하였으며 평균치간의 유의성은 SPSS program version 18(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용하여 p<0.05 수준으로 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.



Fig. 1. The storage arrangement of oriental melon packaged in the different treated containers with ① only corrugated box (control), ② corrugated box with ice pack, ③ corrugated box with ice pack and aluminum coated board.

결과 및 고찰

포장 내부의 온도변화

외부 열 차단을 위하여 처리된 포장 박스는 외부 환경 온도 변화의 차단 및 증가를 제어하는 효과를 얻음으로써 참외의 열적 손상에 따른 품질 저하를 막아 유통 기간을 증대 시키고자 하였다. Fig. 2에 나타난 각 처리된 포장에서 24시간 동안의 온도 변화 관찰을 통하여 아이스 팩을 적용한 포장 박스의 내부 온도는 1시간 내에 약 22°C로 감소함을 확인 할 수 있었고 이후 서서히 다시 온도가 상승하는 결과를 나타내었다. 2개의 아이스 팩의 사용은 보다 효과적으로 낮은 온도를 유지됨을 확인하였으며 그 상승 속도가 상대적으로 1개의 아이스 팩을 적용 하였을 때 보다 낮음을 확인할 수 있었다. 반면에 대조구로 사용한 아이스 팩이 없는 골판지 박스의 경우 큰 변화 없이 박스 내부 온도가 약 30°C로 지속적으로 나타내어 골판지 박스 자체로는 열차단의 효과를 보지 못한다고 판단되며 특히 주요 참외 수확기인 여름철 고온 시기에 참외가 포장 및 유통되어 출하과정에서 밀폐된 골판지 박스는 외부 저장 및 유통 환경 조건에 따라 쉽게 포장된 참외가 환경 온도 또는 그 이상의 온도에 노출된다고 예상된다.

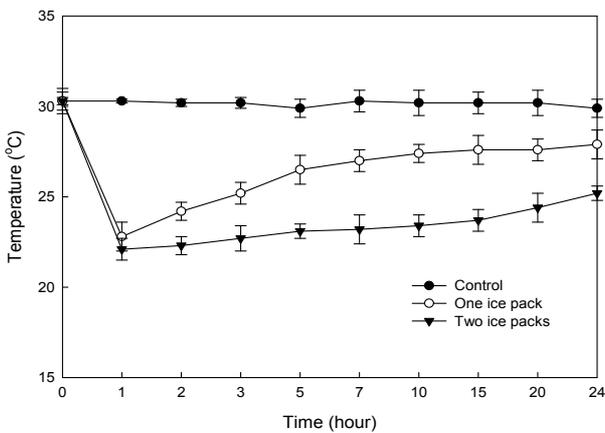


Fig. 2. Change of headspace temperature in the corrugated box according to the treatment of the ice pack.

Values are mean±SD (n=3)

포장 박스 처리에 따른 참외에 대한 온도 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 23°C인 참외를 포장한 대조구 일반 골판지는 30°C 외부 환경조건에서 저장 초기부터 지속적으로 온도가 상승하여 7시간 이후에는 저장 온도까지 도달하였으며 알루미늄 코팅 보드로 처리된 골판지 박스의 참외는 저장 초기 5시간 전까지는 외부 온도의 차단 및 참외 내부 온도로 인하여 대조구보다 상대적으로 온도 상승이 낮음이 관찰되었으나 10시간 이후에는 외부 온도까지 증가되었다. 이에 반하여 아이스 팩을 첨가한 골판지 박스의 참외는 5시간 까지 온도를 낮추는 역할을 하며 이후부터 서서히

증가하나 20시간 동안 23°C를 유지함을 확인 할 수 있었다. 또한 저장 기간 동안 아이스 팩을 담은 부직포 부분에는 결로 현상이 발생하지 않음을 확인하였다. 그리고 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드를 적용한 포장 박스의 참외는 24시간 동안 약 21°C를 지속적으로 유지하는 효과를 나타냈다. 이는 알루미늄 코팅 보드의 외부 온도를 차단하는 기능과 함께 아이스 팩이 어느 일정 기간 낮은 온도를 유지하는데 중요한 역할을 한다고 볼 수 있으며 포장된 참외의 온도 상승 억제 효과에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 것으로 판단되어진다.

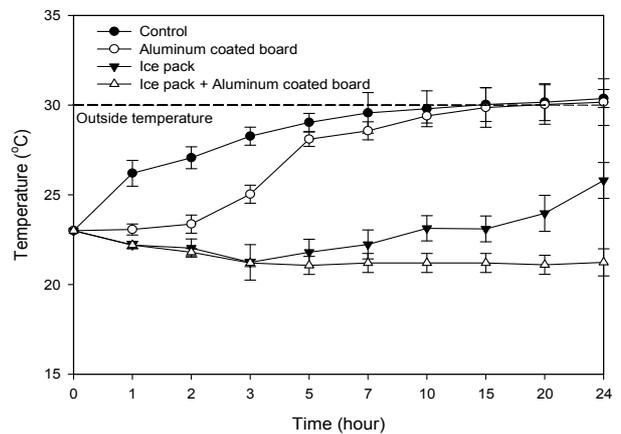


Fig. 3. Change of temperature in the oriental melon packaged with the treated corrugated boxes for 24 hrs.

Values are mean±SD (n=3)

호흡률

저장 중 호흡률은 과실류의 저장 중 호흡 대사과정에서 이산화탄소(CO₂) 생성량이 많을수록 품질 변화가 증가되는 현상을 고려하여(7), 저장 기간 동안 용기내의 참외의 CO₂의 생성량을 관찰하였으며 GC 크로마토그램의 그래프로 분리된 CO₂ 가스 피크(13.1 min)를 알려진 CO₂ 표준 가스를 기준으로 정량화하였다. 아이스 팩을 가진 포장박스에 21일 동안 저장한 시험 참외는 저장 시간이 증가함에 도 불구하고도 비교적 낮은 호흡률을 유지하였다(Fig. 4). 이는 아이스 팩의 낮은 온도 조건이 포장된 참외의 호흡률에 영향을 끼쳤다고 예상되며 아이스 팩과 알루미늄 박막을 포장한 저장구도 시간에 따른 두드러진 호흡률 변화를 보지 못했다. 아이스 팩과 알루미늄 박막을 적용한 실험군은 저장기간 21일 제 4.16 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹으로 낮은 이산화탄소 생성량(p<0.05)을 보였지만, 저장기간 5일째 까지는 아이스 팩 실험군 참외의 이산화탄소 생성량과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면에 무처리 골판지 박스로 저장한 참외의 CO₂ 호흡률은 저장 시간이 증가함에 따라 급격히 증가되는 것을 관찰되었다. 저장기간 21일 동안 대조구의 CO₂ 생성량은 4.32 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹에서 8.68 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹으로 증가하면서 수확 후 대사 작용이 활발해짐을 확인 할 수

있다. 따라서 아이스 팩 및 알루미늄 코팅 보드 적용은 포장 내부의 낮은 온도 상태를 유지 및 포장 박스가 노출된 높은 온도 환경으로부터 열차단하여 참외의 호흡 및 대사 작용을 늦추는 역할을 하였다고 판단된다. Bett-Garber 등(16)은 각기 다른 온도 조건에서 저장한 cantaloupe 의 품질 평가에서 온도변화에 따른 cantaloupe의 호흡률 변화는 4°C에서 저장한 시료가 10°C에 저장한 포장시스템 보다 낮은 호흡률을 가지는 것으로 나타났으며, 또한 Liplap 등(17)은 저장 온도가 20°C에서 13°C로 감소하였을 때 토마토의 호흡량이 감소하는 효과를 보였다. 이는 저온장해를 받지 않은 온도 범위 내에서 저온 저장 조건은 과실의 특성에 따라 호흡률 변화에 직접적인 영향을 끼친다고 볼 수 있다.

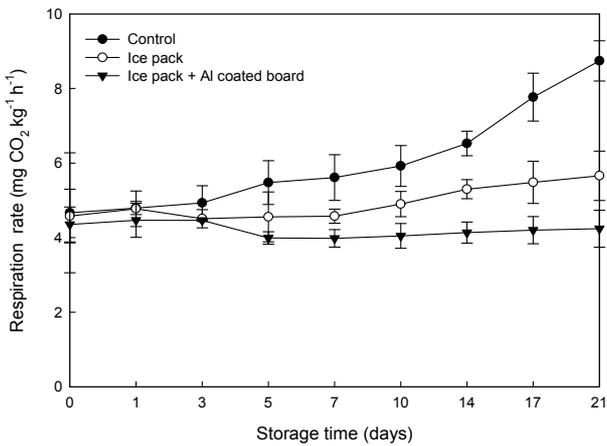


Fig. 4. Changes of respiration rate (CO₂) of oriental melon according to the different packaging systems for storage.

Values are mean±SD (n=3)

중량감소율

저장 중 각각 다른 포장 박스 적용에 따른 참외의 중량 감소 변화율은 Fig. 5에 나타냈다. 저장 동안 모든 실험구에서 저장 기간이 길어질수록 참외의 중량감소율은 증가하는 경향을 보였다. 저장 5일째부터 대조구인 일반 골판지 박스에 적용한 참외에서 다른 처리 포장구들과 차이를 가지는 중량감소 변화를 보이기 시작하였으며(p<0.05), 저장 21일째 일반 골판지 포장 박스로 처리된 참외는 8.98%의 중량감소율을 보였다. 반면, 아이스 팩을 넣은 포장 박스 그리고 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드를 적용한 포장 박스로 처리한 참외의 중량감소율은 각각 7.62 및 3.80%로 대조구보다 5% 정도로 낮은 감소율을 보였다. 저장 5일째 일반 포장 대조구는 3.04%로 높은 반면, 각 처리된 포장구는 2% 이하로 낮았으며 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드로 처리한 저장구는 21일간 저장 이후에도 96% 중량을 유지하였다. 이 결과는 낮은 온도의 아이스 팩이 참외의 증산 대사 작용을 늦출 뿐만 아니라 골판지박스 내부 습도 증가에 영향을 끼치는 것으로 판단되며 알루미늄 코팅 보드 처리된 골판지 박스 또한 외부 환경 조건의 차단 또한 중량 변화율

에 영향을 준다고 예상할 수 있다. Miccolis 등 (18)의 7, 12, 15°C의 각각 다른 온도 조건에서 저장한 멜론의 품질 변화 결과에서도 저장 기간 동안 중량감소율이 증가되었으며 저장 3주 동안 7, 12°C 조건에서는 3% 내외 그리고 15°C에서는 4%의 중량 감소를 보였다.

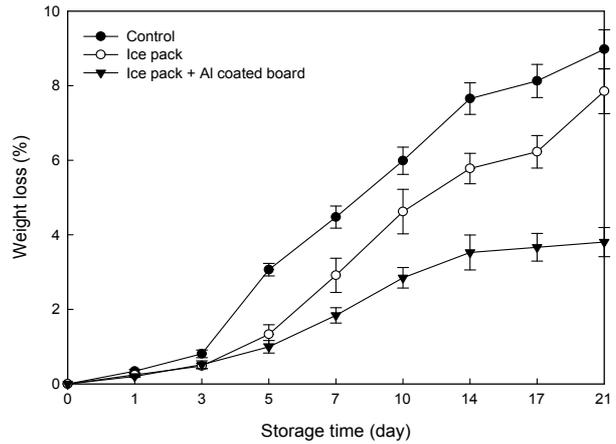


Fig. 5. Change in the weight loss of oriental melon according to the different packaging systems during storage.

Values are mean±SD (n=3)

색도

저장 초기의 참외 표피의 평균 색도는 L, a, b 값은 각각 72.57, -8.22, 60.95를 나타냈으며, 저장 기간이 길어질수록 참외의 'L' 값은 감소하는 경향을 나타냈다(Table 1). 그러나 저장기간 7일까지는 무처리군, 아이스 팩 처리 포장구, 그리고 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드를 적용한 포장구에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 저장 10일째 대조구인 일반 골판지 박스에 적용한 참외에서 다른 처리 포장구들과 비교되는 색변화의 차이를 보였다(p<0.05). 또한 참외의 'b' 값은 무처리구에서 저장 7일째 대조구에서 다른 포장구에 비교하여 두드러진 감소를 나타냄을 확인할 수 있었다. 이 결과는 Joo 등(10)이 보고한 유통 중 예냉 처리구와 관계없이 모든 시험구에서 L 값과 b 값의 감소를 보이며, 상대적으로 무예냉 처리 참외에 비교하여 감소폭이 적게 나타났다는 평가 내용과 비교하여 본 실험의 L 값과 b 값의 감소되는 경향과 함께 아이스 팩 처리구가 색변화 감소율이 낮은 결과와 일치함을 확인할 수 있었다. 반면 'a' 값도 저장 기간이 증가함에 따라 감소되는 값을 보여주었으나 비교적 적은 값의 변화를 보여 주었다(p>0.05). 저장 기간 동안 참외 표피의 색변화는 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드로 처리한 골판지 박스에서 가장 적음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드로 인한 저온 유지가 참외의 색도 변화에 영향을 준다고 판단된다. 특히 어느 정도 저장 시간이 경과함에 따라 과피 골의 흰 부분을 중심으로 적갈색 내지는 갈색의 작은 반점들이 나타내 보이기 시작했는데, 과피 색

Table 1. Changes in skin color of oriental melon according to the different packaging systems during storage

Parameters		Storage time (day) ⁴⁾									
		0	1	3	5	7	10	14	17	21	
Hunter 'L' value	Control ¹⁾	72.64±0.09 ⁵⁾	72.23±0.03 ^a	72.16±0.02 ^a	69.52±0.17 ^a	69.16±0.06 ^a	68.08±0.14 ^b	68.02±0.53 ^b	67.63±0.23 ^b	67.59±0.58 ^b	
	Ice pack ²⁾	72.43±0.10 ^a	72.36±0.02 ^a	72.17±0.09 ^a	72.03±0.10 ^a	71.67±0.11 ^a	71.45±0.19 ^{ab}	71.15±0.23 ^{ab}	70.67±0.07 ^{ab}	70.62±0.10 ^{ab}	
	Ice pack+Al board ³⁾	72.65±0.12 ^a	72.46±0.03 ^a	72.43±0.02 ^a	72.44±0.11 ^a	72.41±0.09 ^a	72.35±0.18 ^a	72.32±0.19 ^a	71.43±0.03 ^a	71.26±0.16 ^a	
Hunter 'a' value	Control	-8.22±0.01 ^c	-8.34±0.03 ^c	-8.66±0.09 ^c	-8.68±0.01 ^c	-8.73±0.01 ^c	-8.76±0.03 ^c	-8.83±0.03 ^c	-8.92±0.04 ^c	-8.96±0.14 ^c	
	Ice pack	-8.23±0.01 ^c	-8.25±0.02 ^c	-8.33±0.05 ^c	-8.37±0.03 ^c	-8.42±0.04 ^c	-8.45±0.02 ^c	-8.51±0.05 ^c	-8.53±0.03 ^c	-8.57±0.15 ^c	
	Ice pack+Al board	-8.22±0.06 ^c	-8.22±0.03 ^c	-8.26±0.02 ^c	-8.37±0.10 ^c	-8.38±0.07 ^c	-8.43±0.01 ^c	-8.43±0.04 ^c	-8.45±0.03 ^c	-8.47±0.12 ^c	
Hunter 'b' value	Control	61.05±0.04 ^d	60.26±0.16 ^d	58.83±0.19 ^d	57.37±0.18 ^d	55.02±0.23 ^c	54.24±0.22 ^c	53.96±0.05 ^c	53.34±0.12 ^c	52.71±0.16 ^c	
	Ice pack	60.74±0.22 ^d	60.15±0.11 ^d	59.86±0.02 ^d	59.23±0.34 ^d	58.32±0.12 ^d	58.02±0.01 ^{de}	57.22±0.18 ^{de}	56.73±0.22 ^{de}	55.54±0.18 ^d	
	Ice pack+Al board	61.02±0.13 ^d	60.54±0.12 ^d	60.15±0.09 ^d	59.89±0.08 ^d	59.83±0.08 ^d	59.63±0.03 ^d	58.92±0.07 ^d	58.01±0.11 ^d	57.95±0.05 ^d	

¹⁾Oriental melons packaged in the corrugated box only

²⁾Oriental melons packaged in the corrugated box with ice pack

³⁾Oriental melons packaged in the corrugated box with ice pack and aluminum coated board

⁴⁾Evaluation was conducted by the respective sample sizes (n=10) at each treatment.

⁵⁾Mean values with different letters within a column indicates significant differences for each group by Duncan's multiple range test (p<0.05).

변화와 함께 이러한 증상은 상품성 저하를 일으키는 요인이 되며 상품 가치의 판별 기준의 하나로 품질 평가에 크게 영향을 미칠 수 있다.

경도

저장 기간 중 모든 실험군 참외의 경도 값은 감소하는 경향을 보여주었다 (Fig. 6). 저장 7일째까지는 무처리군, 아이스 팩 포장, 아이스 팩과 알루미늄 박막을 사용한 포장 참외의 경도 값은 각각 1.90, 2.01, 2.14 kgf로 포장 처리군 간에 유의적으로 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 반면, 저장 10일째부터 무처리군은 아이스 팩 첨가된 포장군과 아이스 팩 및 알루미늄 코팅 보드로 처리된 포장군의 경도 값의 차이를 보였다(p<0.05). 저장 21일째에 무처리 폴판지 박스에 포장된 참외의 경도 값은 1.44 kgf로 나타났으며, 아이스

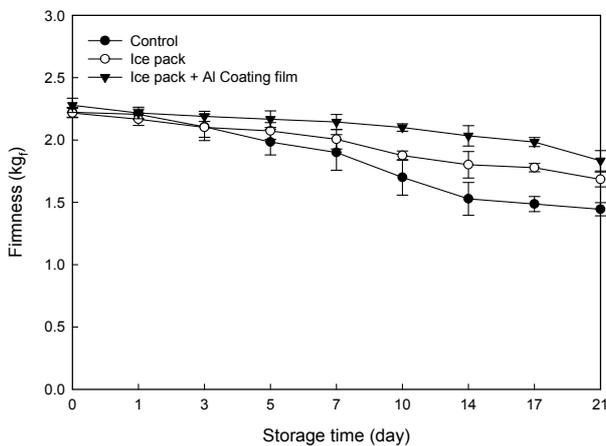


Fig. 6. Change in the firmness of oriental melon during storage.

Values are mean±SD (n=3)

팩이 첨가된 폴판지 박스 그리고 아이스 팩 및 알루미늄코팅 보드가 첨가된 폴판지 박스로 포장된 참외는 각각 1.68와 1.83 kgf의 경도 값을 나타냈다. 이 결과는 아이스 팩과 알루미늄 박막 보드를 적용한 포장은 참외의 경도를 유지시키는 데 효과가 있는 것으로 나타났다. 참외의 호흡률, 중량감소율, 색도의 실험 결과와 유사하게 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드 적용으로 인하여 포장 박스 내의 일정 기간 저온으로 유지하여 참외 품온 상승을 억제하여, 참외의 후숙을 지연시켰기 때문으로 판단된다. 일반적으로 저장 기간이 길어질수록 참외의 후숙 대사 과정으로 인하여 경도 값이 감소하게 되는데, 이는 멜론과 같은 조직의 연화는 세포벽과 lamella 층에 polyurines와 xyloglucans과 같은 다당류 분해에 의한 펙틴 세포 접착층 감소로 발생된다고 보고되었다(19). 또한 모든 저장구에서 장기간 저장에도 불구하고 경도 변화가 다른 작물에 비교하여 급격한 변화가 적은 것은 참외의 과피 부분에 왁스 층이 영향을 끼쳤다고 예상된다. 참외와 같은 종으로 분류되는 머스크멜론을 각각 초기 2°C와 7°C의 온도 조건으로 30일 동안 저장 평가한 연구에서 7°C 조건에서 저장된 머스크멜론의 경도 값이 2°C에 저장된 머스크멜론의 경도 값보다 유의적으로 크게 감소하는 것을 확인 하였으며, 이러한 결과는 저장 온도 조건은 머스크멜론 조직연화를 지연시키는 중요한 요인으로 작용된다고 보고하였다(20).

가용성 고형분

저장 초기의 참외의 가용성 고형분 값은 11.54 °Brix를 나타냈으며, 모든 포장 처리군에서 저장 기간이 길어질수록 가용성 고형분 함량이 서서히 감소되었다(data not shown). 이러한 결과는 참외의 가용성 고형분 함량이 숙성 대사과정에서 생성된 당성분 함량이 다른 분해 물질로 빠르

게 소모되어 감소되는 것으로 판단되어진다. Augustin 등(21)의 연구에서 멜론의 저장성 기간 동안 가용성 고형분 및 전체 당 성분 함량이 감소를 나타냈으며, 이러한 현상은 glucose 같은 주요 성분이 호흡 대사과정 동안 소모에 사용되었다고 보고 하였다. Park 등(12)은 5% zeolite 물질을 첨가한 0.036 mm 기능성 포장 필름으로 포장구와 무포장 대조구의 연구 결과에서 저장 6일까지 참외의 가용성 고형분이 감소됨을 확인 할 수 있었다. Lee 등(22)은 저온 처리한 참외의 가용성 고형분 함량이 CA 처리한 참외보다 높은 함량을 유지하는데 이는 수분 손실에 따른 가용성 고형분의 농축에 기여한 것으로 후속 과정에서 수분감소가 호흡속도보다 빠르면 당 함량이 높아진다고 보고하였다. 그러나 Miccolis 등(18)은 6 품종의 멜론을 각각 7, 12, 15°C에서 3주 동안 저장과 이후 20°C에서 3일 동안 추가 저장 실험에서 저장 기간 동안 가용성 고형분 함량의 큰 변화를 보지 못했을 뿐만 아니라 각각 다른 저장 온도 조건에도 큰 유의적 차이를 없었다고 보고하였다. 본 실험 결과 저장 21일째 무처리군, 아이스 팩 포장, 아이스 팩과 알루미늄 박막을 사용한 포장 참외의 당성분은 각각 10.37, 10.31, 10.34 °Brix로 실험군마다 참외의 당성분 함량은 처리군에 따라 유의적 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 따라서 아이스 팩 처리 적용이 참외의 가용성 고형분 함량 변화에 영향을 미치지 않은 것으로 관찰되었다.

외관 품질 및 부패율

21일 동안의 저장 중 참외 보통 품질의 3점 기준으로 30°C 조건에서 저장한 일반 골판지 박스의 무처리군 참외의 외관 품질 변화는 저장 5일째 상품성 손실이 되었다고 평가되었으며 무처리 대조구와 아이스 팩 처리구간의 외관 품질의 두드러진 차이점을 보였다(Table 2). 아이스 팩만 적용한 포장구의 경우도 대조구에 비해 저장 초기에 상품성이 유지 되었으나 저장 7일 이후로 상품성이 떨어지는 것으로 확인되었다. 반면 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드로 처리한 포장구의 경우 저장 10일 후에도 상품성이 유지됨을 확인 할 수 있었다. 또한 아이스 팩 적용으로 인한 과실의 저온 장해 영향에 따른 외관 품질 저하는 관찰되지 않았다. 이는 아이스 팩 처리 기간이 저장 초기에 효과적으로 저온 환경 조건을 만들어 비교적 짧은 시간에 참외의 품온을

낮추는 기능으로 작용되었다고 판단되어진다. 따라서 외부 고온 환경으로부터 포장 내부의 온도 조절 효과는 참외의 앞서 수행한 외관 품질 변화 지연의 결과 내용과 유사한 경향으로 상품성 유지에 직접적인 영향을 준다고 볼 수 있으며 미처리구는 저장 초기에 외관 품질 변화에 의한 상품성이 쉽게 낮아지는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 Kang 등(23)은 참외의 포장 필름 적용에 따른 저장성 연구에서 유사한 품질 유지 효과를 나타냈으며, 필름으로 포장된 참외의 경우 3°C 저온 조건은 10°C에서 보다 품질 개선 및 2배나 긴 저장 수명을 보였다고 보고하였다. 또한 예냉 처리에 따른 유통 중 참외의 상품성 평가한 Joo 등(10)의 연구에서 예냉 처리한 참외는 약 9%의 상품성 저하를 나타냈으나 반면 대조구는 23%로 상품성 손실이 2배 정도 큰 것으로 나타났다.

아이스 팩 처리에 따른 저장 기간 중 참외의 부패율은 무처리구는 5일 이후부터 부패를 보이기 시작해서 10일 이후에는 40% 이상 증가되는데 비하여 아이스 팩 처리구에는 25.0%로 상대적으로 낮음을 확인하였다(Table 2). 아이스 팩 및 알루미늄 코팅 보드로 처리한 포장 박스에 저장한 참외는 저장 10일째 16.7%로 상대적으로 아이스 팩으로만 처리한 포장구보다 저장 중 낮은 부패율을 나타냄을 확인 할 수 있었다. 그러나 21일째 저장된 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드로 처리하여 포장된 참외의 경우도 36.1%의 높은 부패율을 보였는데, 이는 밀폐된 참외 골판지 박스 내부가 오히려 곰팡이 발생으로 인한 부패 문제를 유발하는 것으로 판단되어진다. 따라서 장기간 저장 기간의 경우 현재 주로 유통 중인 통기구 없는 참외 골판지 박스 형태도 참외의 선도유지에 큰 영향을 끼치리라 생각된다.

요 약

본 연구는 저장 중 참외(*Cucumis melo* var. *makuwa*)의 품질 개선 효과를 보기 위하여 일반 골판지 박스로 포장한 무처리 대조구, 아이스 팩을 첨가하여 포장한 시험구, 및 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드로 처리된 박스로 포장한 시험구를 각각 사용하여 실험을 수행하였다. 참외의 품질

Table 2. Changes in visual quality and decay ratio of oriental melon during storage

Types	Storage time (days)	Visual quality score ¹⁾					Decay ratio (%) ²⁾				
		0	5	7	10	21	0	5	7	10	21
Control		5.03)	2.1	1.6	1.4	1.2	0.0	8.3	22.2	41.7	63.9
Ice pack		5.0	3.4	3.2	2.7	2.4	0.0	0.0	8.3	25.0	47.2
Ice pack + Al board		5.0	4.2	3.6	3.2	2.8	0.0	0.0	5.6	16.7	36.1

¹⁾Visual quality score of 3 represented the shelf life limitation of oriental melon for storage.

²⁾Evaluation was conducted by the respective sample sizes (n=46) at each treatment.

변화는 30°C의 저장 조건에서 21일 동안 저장 기간에 따른 참외의 호흡률, 중량감소율, 색도, 경도, 당도, 외관 품질 및 부패과 발생율로 관찰하였다. 저장 21일째 아이스 팩을 첨가한 포장 그리고 아이스 팩 및 알루미늄 코팅 보드를 적용한 포장으로 저장한 참외는 호흡률, 중량감소율, 및 색도, 및 경도 값의 지연으로 뛰어난 선도 유지 효과를 나타냈을 뿐만 아니라 특히 외관품질, 부패과 발생율을 감소시켜 상품성이 유지 효과를 보였다. 반면 참외의 가용성 고형분 함량 값은 각각 다른 형태로 적용한 포장에 의해 큰 영향을 받지 않았다. 아이스 팩과 알루미늄 코팅 보드를 적용한 박스로 포장한 참외는 아이스 팩으로 만 포장한 참외 보다 상대적으로 품질이 개선되는 것을 확인 할 수 있었다. 골판지 박스 내부에 아이스 팩의 적용은 참외 과실이 썩고 있는 온도를 낮출 뿐만 아니라 알루미늄 코팅 보드는 외부 고온 환경으로 부터 온도 차단 효과로 포장 내부의 온도 상승에 따른 빠른 품질 변화를 막을 수 있는 역할을 한다고 판단된다.

References

- Cook RL (2007) Trends in the marketing of fresh produce and fresh-cut products. Report of the Agricultural Marketing Resource Center, University of California Press. Davis, USA, p 5-39
- Kang HM, Park KW, Kim IS (2005) Effects of postharvest heat treatment on alleviation chilling injury and improvement storability of oriental melon. *J Bio-Env Con*, 14, 137-143
- Kim JS, Choi HR, Chung DS, Lee YS (2010) Current research status of postharvest and packaging technology of oriental melon (*Cucumis melo* var. *makuwa*) in Korea. *Korean J Hort Sci Technol*, 28, 902-911
- Shin YS, Yeon IK, Seo YJ, Do HW, Lee JE, Choi CD, Park SD (2006) Selection of oriental melon (*Cucumis melo* var. *makuwa*) cultivars for second cropping in summer season. *J Bio-Env Con*, 15, 270-276
- Ha YS, Lee JH, Kim SI, Park, NH (2000) Studies on linerboard compositions of corrugated fiberboard boxes for oriental melons. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 7, 160-165
- Kim BS, Kim HT, Lee HC (1998) Oriental melon: successful culture and distribution. Nongmin News Publishing Co, Seoul, Korea
- Pech JC, Bouzayen M, Latche A (2008) Climacteric fruit ripening: Ethylene-dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit. *Plant Sci*, 175, 114-120
- Brosnan T, Sun DW (2001) Precooling techniques and applications for horticultural products-a review. *Int J Refrigeration*, 24, 154-170
- Hwang TY, Park YJ, Moon KD (2005) Effects of ozone-water washing on the quality of melon. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 12, 252-256
- Joo, JH, Kim BS, Oh JT (2002) Freshness prolongation of oriental melon by pressure cooling. *Refrigeration Conference 2002*, p 46-51
- Lee SH, Kim CB, Seo YJ, Kim CY, Yoon JT (1999) Effects of different carbon dioxide and oxygen concentration on the quality of oriental melon during CA storage. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, 386-391
- Park JD, Hong SI, Park HW, Kim DM (2000) Extending shelf-life of oriental melon (*Cucumis melo* L.) by modified atmosphere packaging. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 481-490
- Lee HE, Kang NY, Choi ST, Lee JW, Lim CI (2004) Effects of 1-MCP on the postharvest life and fruit quality of 'Keumssaragi' oriental melon (*Cucumis melo* var. *makuwa Makino*). *Korean J Hort Sci Technol*, 22, 46-46
- Muise HD, Stanish MA (1995) Field packing and cooling process for fresh produce. USA Patent No. 5619841
- Perrin PW, Gave MM (1986) Effects of simulated retail display and overnight storage treatments on quality maintenance in fresh broccoli. *J Food Sci*, 51, 146-149
- Bett-Garber KL., Greene JL, Lamikanra O, Ingram DA, Watson MA (2011) Effect of storage temperature variations on sensory quality of fresh-cut cantaloupe melon. *J Food Qual*, 34, 19-29
- Liplap P, Vigneault C, Toivonen P, Charles MT, Raghavan GS (2013) Effect of hyperbaric pressure and temperature on respiration rates and quality attributes of tomato. *Postharvest Biol Tec*, 86, 240-248
- Miccolis V, Saltveit ME (1995) Influence of storage period and temperature on the postharvest characteristics of six melon (*Cucumis melo* L., Inodorus Group) cultivars. *Postharvest Biol Tec*, 5, 211-219
- Simandjuntak V, Barrett DM, Wrolstad RE (1996) Cultivar and maturity effects on muskmelon (*Cucumis melo*) colour, texture and cell wall. *J Sci Food Agric*, 71, 282-290
- Cha HS, Lee SA, Kwon KH, Kim BS, Choi DJ, Youn AR (2013) Effects of the initial storage temperature of a PA film-packaged muskmelon (*Cucumis melo* L.) during its storage. *Korean J Food Preserv*, 20, 14-22

21. Augustin MA, Osman A, Azudin Mohd N, Mohamed S (1988) Physico-chemical changes in muskmelons (*Cucumis melo*, L.) during storage. *Pertanika*, 11, 203-209
22. Lee SH, Kim CB, Seo YI, Kim CY, and Yoon JT (1999) Effect of different carbon dioxide and oxygen concentration on the quality of oriental melon during CA storage. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, 386-391
23. Kang HM, Park KW (2000) Comparison of storability on film sources and storage temperature for oriental melon in modified atmosphere storage. *J Korean Soc Hort Sci*, 41, 143-146

(접수 2013년 11월 25일 수정 2014년 1월 8일 채택 2014년 1월 21일)