

염화칼슘 처리와 MAP 저장이 '후지' 사과의 품질변화에 미치는 영향

박형우[†] · 이선아 · 김윤희 · 김유미 · 차환수 · 박종대
한국식품연구원

Effects of Calcium Chloride Treatment and Modified Atmosphere Packaging on the Quality Change of 'Fuji' Apple

Hyung-Woo Park[†], Seon-Ah Lee, Yoon-Ho Kim, Yu-Mi Kim,
Hwan-Soo Cha and Jong-Dae Park
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

We investigated the effects of both CaCl_2 treatment and modified atmosphere packaging (MAP) (compared with non-packaging) on 'Fuji' apples from the Young-Joo region of Korea. Apples were dipped into 5% (w/v) CaCl_2 solution for 15 min and then packaged with or without LDPE film (thickness: 0.025 mm) before cold storage at 0°C. Weight loss of apples in film packaging was lower than that of non-packaged apples, and the apple firmness resulting from CaCl_2 treatment and MAP was better than that of apples receiving control treatments. Also, CaCl_2 treatment and MAP resulted in improvements in titratable acidity, soluble solid content (SSC), and decay rate compared to control treatments. However, no significant differences in vitamin C content were found amongst apples receiving various treatments. The results suggest that a combination of postharvest calcium dipping and plastic film packaging may effectively preserve 'Fuji' apples, and that the combined treatments are better than either individual treatment.

Key words : 'Fuji' apple, CaCl_2 treatment, MAP, LDPE film

서 론

사과는 우리나라의 대표적인 과실로 2005년 전체 과실류의 약 14.2%를 차지했으며, 국민 1인당 연간 소비량은 7.5kg에 이르고 있다(1). 사과의 품종에는 '후지', '쓰가루', '홍옥', '홍로' 등이 있는데, 그 중 '후지'는 가장 대표적인 품종으로 국내 생산량의 80%를 차지하고 있으며, 전체의 70% 정도가 경상북도 지역에서 생산되고 있다(2). 사과는 수확 후 대부분 생과실로 유통, 소비되고 있어 유통 중 발생하는 품질저하의 억제, 상품성 유지와 유통기한 연장에 많은 어려움이 있다(3).

사과는 저장 중 칼슘함량의 저하, 세포벽 분해 효소에 의한 효소적 변화, 과육의 연화, 갈변 등의 문제로 품질저하를 가져오는데(4) 이를 방지하고 지연시켜서 신선한 상태로

유지하는 것이 가장 중요하다.

과채류의 수확 후 저장력 증진을 위한 방법으로는 칼슘제를 이용한 처리 방법(5), 키토산 및 왁스처리(6), 예냉(7, 8), CA저장(2), MAP 저장(9) 등이 있다.

칼슘함량은 과실의 저장성과 관련이 깊는데 칼슘함량의 증가는 저장기간 동안 과실의 호흡과 에틸렌 발생을 억제하고 과육의 연화를 지연시킨다고 알려져 있으며, 칼슘처리에 관한 여러 가지 방법들이 연구되고 있다고 한다(10).

Modified atmosphere packaging (MAP)는 포장내의 공기 조성을 조절해서 과채류의 호흡을 억제시켜 저 호흡 상태를 만들며, ethylene 발생 저하를 가져와 품질변화를 억제하는 효과가 있다. 간단한 PE 필름으로도 MA 효과를 볼 수 있으며(11), CA저장법에 비해 경제적이어서 많이 사용되고 있다.

본 실험은 영주산 '후지' 사과의 저온 저장 중 품질을 유지하기 위한 목적으로 CaCl_2 을 이용한 전처리와 MAP 저장법을 이용하여 저장 기간 중 품질변화를 조사하였다.

[†]Corresponding author. E-mail : hwpark@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9147, Fax : 82-31-780-9144

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 사과는 ‘후지’품종으로, 경북 영주지역에서 2005년 10월 수확하여, 영주능금지소의 저온저장고(0°C)에서 저장중인 것을 2005년 12월에 구입하여 시료로 사용하였다.

전처리 및 포장방법

사과의 전처리는 먼저 30 L 물에 5%의 염화칼슘을 녹인 다음 15분간 침지시킨 후 물기제거를 위해 24시간 건조시켰다(10). 물기가 완전히 제거된 사과를 저온 저장고에 옮겨 25 µm 두께의 LDPE (Low Density Polyethylene) 필름에 포장하여 52.3×36.3×30.5 cm 규격의 플라스틱 상자에 담았으며, 대조구는 기존의 방법대로 플라스틱 상자에 담았고 처리구와 동일한 조건을 주기위해 한 번 더 옮겨 담았다. 무처리 포장구도 25 µm 두께의 LDPE 필름에 포장하였으며, 내부의 가스가 새지 않도록 단단히 묶어서 0±1°C에 저장하면서 3주 간격으로 품질 분석을 하였다.

Table 1. Pre-treatment and packaging remark of ‘Fuji’ apple

Pre-treatment	MAP*	Remark
No	No	Control
CaCl ₂	No	Ca
No	25 µm LDPE Film	MA
CaCl ₂	25 µm LDPE Film	Ca-MA

*MAP : Modified Atmosphere Packaging.

중량 변화율

중량 변화율은 초기 값에 대한 중량에서 측정 시 중량을 뺀 값에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

과육 경도

과육의 경도는 시료를 중심에서 약 1 cm 정도 위치를 종단면으로 절단한 다음 Rheometer(CR-200D, SUN, Japan)를 사용하여 과핵 쪽으로 probe를 50 mm/min 속도로 1 cm를 삽입할 때 나타나는 조직의 저항치를 kgf로 나타내었다(12).

적정 산도

각 처리구당 동일한 조건의 시료 10개를 1/8 조각씩 취해서 mixer로 마쇄, 여과한 다음 일정량을 취해 교반기로 교반하면서 pH meter(Mettler 340, USA)로 측정하여 0.1N NaOH로 8.1까지 적정하여 소비된 양을 malic acid로 환산하여 나타내었다.

가용성 고형분 함량

시료 10개를 1/8 조각씩 취해 mixer로 마쇄하여 착즙한 다음 과즙을 디지털당도계를 사용하여 측정하였고, °Bx로 나타내었다.

Vitamin C 함량

사과의 Vitamin C 함량은 Hydrazine 비색법 (2,6-Dichlorophenol indolphenol method)에 준하여 측정하였다(13).

부패율

육안으로 보았을 때 식별이 가능한 것을 부패과로 하여 전체 사과에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

결과 및 고찰

중량 감소율

염화칼슘 전처리와 필름 포장에 따른 영주산 ‘후지’ 사과의 중량 감소율의 변화는 Fig. 1과 같다. 저장기간이 지날수록 모든 처리구에서 중량 감소 경향을 보였으며, 각 처리구 별로 보면 저온저장 24주 후 C(대조구)는 9.6%로 가장 많이 감소하였다. Ca(칼슘처리구)는 C보다 적은 감소율을 보였지만 5.2%의 감소를 보여 MA(필름포장구)에 비해 큰 감소율을 나타냈다. MA는 1.3%, Ca-MA(칼슘포장구)는 1.2%의 감소율을 나타내어 기존의 방법보다 월등히 효과적인 것으로 나타났다. 과실은 5% 이상의 중량감소가 발생하면 상품 가치가 떨어지는데(7) 이는 수분손실이 주원인이고 호흡으로 인한 유기물 분해 등도 원인이라고 할 수 있다(14). Park 등(15)도 PE필름 포장으로 1.0% 이하의 중량감소율을 보였다고 보고하였다.

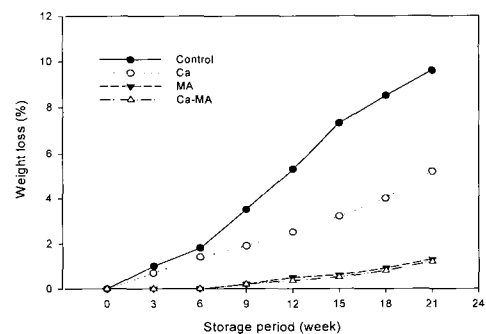


Fig. 1. Changes in weight loss of ‘Fuji’ apple by packaging and treatment method during storage at 0°C.

과육 경도

전처리와 포장방법에 따른 사과 과육의 경도 변화는 Fig. 2와 같다. 저장기간이 지날수록 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보였으며, 사과의 초기 경도는 0.77 kgf에서 C는 저장 6주까지는 0.63 kgf로 높은 경도를 유지하다가 6주

이후에는 다른 처리구보다 낮게 나타나 21주후에는 0.43 kgf로 가장 큰 감소를 보였다. 저장 21주후 Ca는 0.48 kgf, MA는 0.50 kgf, Ca-MA는 0.52 kgf로 감소하였고, 이는 칼슘 처리 후 MA 포장에 칼슘 처리만 하는 것보다 경도 유지에 효과가 높음을 알 수 있다. 칼슘 처리만으로는 저장기간 연장에 대한 기대효과가 없고, 칼슘 처리 후 MA 포장을 하는 것이 높은 경도 유지에 효과적인 것으로 보인다.

이러한 과실의 경도 감소는 에틸렌의 발생과 작용, 과육의 연화로 발생하는데 과육의 연화는 세포벽 분해효소와 펙틴간의 결합력 감소로 인해 일어나는 것으로 생각된다 (4). 칼슘 처리는 저장 중 세포벽의 칼슘과 펙틴 함량이 증가되어 이들이 calcium pectate를 형성함으로써 과실의 경도가 유지되어 세포벽의 결합력을 증대시켜 중층 용해에 영향을 준 것으로 보인다는 Moon 등(16)의 연구 결과와 같이 칼슘 처리가 경도 유지 효과에 영향을 미치는 것으로 보인다.

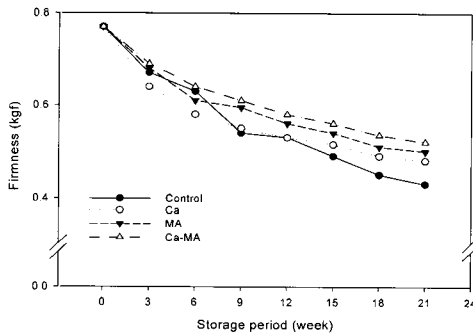


Fig. 2. Changes in firmness of 'Fuji' apple by packaging and treatment method during storage at 0°C.

적정 산도

영주지역 '후지' 사과의 저장기간에 따른 산도 변화는 Fig. 3과 같이 저장 3주에 급격히 감소하다가 저장 6주에 조금 증가했다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 산도의 초기치 0.36%에서 C는 저장 3주 0.24%에서 저장 21주에 0.11%로 감소하였다. Ca는 저장 3주 0.23%에서 저장 18주에 0.19%로 높은 산도를 유지하다가 저장 21주에 0.12%로 급격히 감소하였다. MA는 저장 3주에 0.24%에서 저장 21주에 0.16%로 Ca-MA 다음으로 높은 산도를 유지하였다. Ca-MA는 저장 3주에 0.25%에서 21주에 0.18% 까지 가장 높은 산도를 유지하여 칼슘처리 후 필름포장이 저장 사과의 산도유지에 효과가 있었다. 사과는 저장 기간이 지날수록 산도가 감소하는데 이는 저장기간 중 malic acid와 당이 사과 내부에서 대사산물로 사용되어 발생하는 현상이라고 보고되었다(17). 본 실험에서는 이러한 현상에 의해 저장기간이 길어짐에 따라 산도가 감소하였고, 전처리와 필름포장이 이를 어느 정도 늦추어 주는 역할을 한 것으로 사료된다.

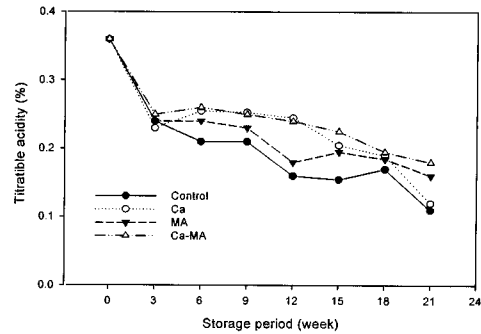


Fig. 3. Changes in titratable acidity of 'Fuji' apple by packaging and treatment method during storage at 0°C.

가용성 고형분 함량

영주와 거창지역 '후지' 사과의 저장기간에 따른 가용성 고형분 함량 변화는 다음과 같다(Fig.4). 사과의 가용성 고형분 함량은 C의 경우 저장 6주 이후로 낮은 수치를 나타내었고, Ca는 저장 3주에 12.3에서 저장 9주에 13.0, 저장 21주에 12.5 °Bx로 비교적 높은 수치를 유지하였다. MA는 저장 3주에 12.5에서 저장 21주에 12.3 °Bx로 저장기간 동안 크게 변화 없이 유지되었다. 또한 Ca-MA는 저장 3주에 12.4, 저장 9주에 13.2, 저장 21주에 13.0 °Bx로 가장 높게 유지되었다. 저장 기간 동안 Ca-MA의 가용성 고형분 함량이 감소하지 않고 높게 유지되고 있는 것으로 나타나 칼슘 전처리 후 MA 포장을 하는 것이 가용성 고형분 함량 유지에 효과적인 것으로 사료된다. Park과 Kim(18)도 LDPE필름으로 포장하여 저장한 사과가 C보다 가용성 고형분 함량이 크게 변하지 않았다고 보고하였다.

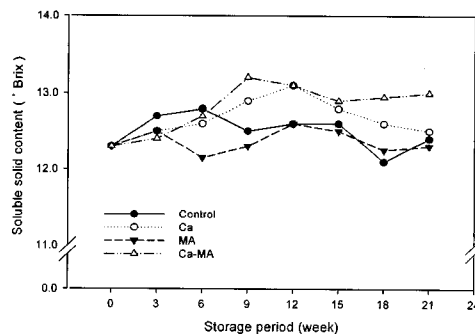


Fig. 4. Changes Changes in soluble solid content of 'Fuji' apple by packaging and treatment method during storage at 0°C.

Vitamin C 함량

전처리와 포장에 따른 영주산 '후지' 사과의 Vitamin C 함량의 변화는 Fig. 5와 같다. Vitamin C 함량은 초기치는 3.613 mg%에서 저장 6주에 C는 3.601 mg%, Ca는 3.369 mg%, MA는 3.603 mg%, Ca-MA는 3.463 mg%로 나타났다. 저장 21주에는 C는 2.369, Ca는 2.382, MA는 2.534, Ca-MA는 2.554 mg%로 나타났다. 모든 처리구에서 저장 기간이

지남에 따라 감소하는 경향을 보였으며, MA보다 C의 감소가 더 많았고, Ca-MA가 가장 적은 감소를 보였다.

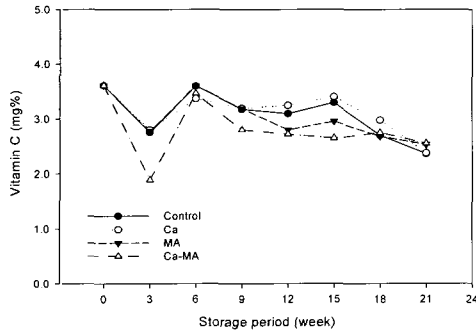


Fig. 5. Changes in vitamin C of 'Fuji' apple by packaging and treatment method during storage at 0°C.

부패율

전처리와 포장방법에 따른 사과와 부패율 변화는 Fig. 6과 같다. 저온저장 21주째 C는 14.3%, Ca는 11.0%, MA는 6.8%, Ca-MA는 6.51%로 나타났다. 칼슘처리만으로도 '후지'사과의 부패억제에 어느 정도 효과가 있었지만, 사과의 장기저장을 위해선 필름 포장이 가장 적합한 것으로 판단되었다. Park과 Kim(18)의 실험에서도 '후지' 사과를 LDPE와 ceramic 필름에 포장하여 5°C에서 75일간 저장하여 본 결과 MA가 무포장구인 C보다 부패율이 적었다고 보고하였다.

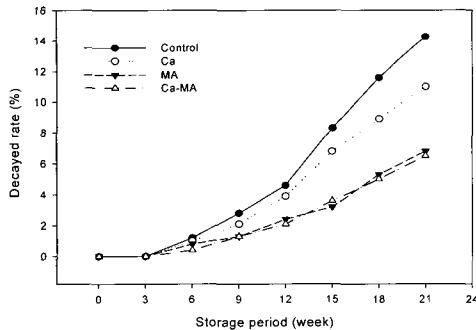


Fig. 6. Changes in decay rate of 'Fuji' apple by packaging and treatment method during storage at 0°C.

요 약

영주산 '후지' 사과의 전처리 및 포장방법별 저장기간 동안 품질변화를 알아보기 위하여 사과를 5% CaCl₂ 용액에 15분 동안 침지한 후 완전히 건조시켜 25 μm 두께의 LDPE 필름으로 박스단위로 포장하여 0°C의 농협 현지저온저장고에서 21주간 중량감소율, 경도, 적정산도, 가용성 고형분 함량, 비타민 C함량, 부패율 조사하였다. 중량감모율, 경도 변화, Vitamin C 변화, 부패율 등에서 칼슘처리과 필름포장을 병행한 처리구(Ca-MA)가 다른 처리구에 비해 저장 중

품질변화가 가정 적은 것으로 나타나 영주산 '후지' 사과 저장시 선도유지에 효과적인 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 농림업 주요통계 (2006), 농림부, p.310-312
2. Chung, H.S., Chung, S.K. and Choi, J.U. (1999) Low Oxygen CA Storage of 'Fuji' Apple. Korean J. Food Sci. Tech., 31, 1275-1282
3. Park, M.H. (1994) The current flow of vegetables and fruits storage. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 1, 67-79
4. Byun, J.K., Her, J.S., Chang, K.H. and Kang, I.K. (1993) Changes in Pectic Substances and Cell Wall Hydrolases during Ripening and Storage of Apple Fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 34, 46-53
5. Chang, K.H., and Byun, J.K. (1997) Storage potential differences of apple cultivars caused by various postharvest calcium infiltration methods. J. Korean Soc. Hort. Sci., 32, 335-339
6. Hwang, Y.S., Kim, Y.A. and Lee, J.C. (1998) Effect of Postharvest Application of Chitosan and Wax, and Ethylene Scrubbing on the Quality Changes in Stored 'Tsuparu' Apples. J. Korean. Soc. Hort. Sci., 39, 579-582
7. Kim, B.S., Kim, D.M., Lee, S.E., Nahmgung, B. and Jeong, J.W. (1995) Freshness prolongation of crisphead lettuce by vacuum cooling and cold-chain system. J. Korean Food Sci. Technol., 27, 546-554
8. Kim, B.S., Kim, M.J., and Choi, J.H. (2003) Effects of Precooling Treatments on the Quality of Peaches (Mibaek). Korean J. Food Sci. Tech., 35, 1233-1236
9. Chapon, J.F., Blanc, C., Varoquaux, P. (2004) A modified atmosphere system using a nitrogen generator. Postharvest Biol. Technol., 31, 24-28
10. Yin, K.K., Moon, B.W., Ahn, Y.J. and Choi, J.S. (2005) Effect of Postharvest Dipping in CaCl₂ Solutions with Some Adjuvants on the Fruit Quality and Calcium Concentration of 'Fuji' Apples during Storage. Kor. J. Hort. Sci. Technol., 23, 181-187
11. Chang K. D., Kauzuo C., Yoshinori U., Yoshihiro I. and Chien Y.W. (2002) Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. Postharvest Biol. Technol., 24, 341-348
12. Robert, L.S. (1993) Measuring quality and maturity. In Post-harvest Handling. Robert, L.S. and Stanley E.P.(eds.), Academic Press, Inc., San Diego, p.99-105

13. AOAC (1984) Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., p.844-947
14. Kader, A.A. (1986) Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technol., 40, 99-104
15. Park, H.W., Park, J.D., Kim, D.M. and Choi, J.S. (2001) Freshness extension of 'Fuji' apple to packaging materials. J. Korean Postharvest Sci. Tech., 8, 345-350
16. Moon, B.W., Choi, J.S. and Kim, K.H. (1999) Effects of pre- or post-harvest application of calcium compound
 compound extracted from oyster shell on the changes in cell wall calcium content, enzyme activity, and cell structure during storage of apple fruits. J. Korean Soc. Hort. Sci., 40, 345-348
17. Hulme A.C. (1970) The biochemistry of fruits and their products. Academic Press, London, p.70-90
18. Park, H.W. and Kim, D.M. (2000) Effect of functional MA packaging film on freshness extension of 'Fuji' apples. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 80-84

(접수 2007년 6월 10일, 채택 2007년 9월 21일)