

# 칼슘처리와 MA포장의 저장중 '후지'사과의 품질에 미치는 영향

박형우\*, 김윤호

한국식품연구원

## Effects on Quality of 'Fuji' Apple by Dipping of Calcium Solution and MA Packaging

Hyung-Woo Park\*, Yoon-Ho Kim

Korea Food Research Institute

### Abstract

거창사과원예협동조합에서 구입한 사과 600상자를 5% CaCl<sub>2</sub> 용액에 각각 15분간 침지하는 방법으로 전처리 후 24시간 건조시키고 무포장구, 25 $\mu$ m 두께의 기능성 MA 필름으로 포장한 포장구와 무처리 무포장구인 대조구로 나누어 0 $^{\circ}$ C의 저온저장고로 옮겨 7개월 동안 저장하면서 3주 간격으로 품질을 분석하였다.

저장 기간이 증가할수록 중량 감소율은 Control구보다 CaCl<sub>2</sub>구와 CaCl<sub>2</sub>+MA구의 중량 감소율이 월등히 낮았다. 경도변화는 저장 기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 그 중 CaCl<sub>2</sub>구는 초기치 0.97 kgf에서 저장 18주에는 0.95 kgf로 초기치에 비해 2%의 가장 적은 변화를 보였다. 산도는 대조구보다 처리구의 산도가 높게 나타났으나 큰 차이는 나타나지 않았다. 가용성 고형분 함량은 저장 기간 모든 실험구에 따른 큰 차이가 없었다. 비타민 C 함량은 저장기간이 지날수록 모든 실험구에서 감소하는 경향을 보였으며, 기호도 조사에서 CaCl<sub>2</sub>구와 CaCl<sub>2</sub>+MA구가 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다.

### 1. 서론

최근 우리나라의 소득수준이 향상됨에 따라 식생활이 선진화됨으로써 안전하고 우수한 품질의 농산물에 대한 선호도가 증가하고 있어 이에 따라 농작물의 재배기술이 향상되고, 또한 수확 후 유통과정에서의 효율적인 관리까지 그 관심이 증가하고 있다. 수확 후 사과의 집중적인 출하로 인한 경제적 손실을 방지하고, 소비자들에게 신선한 사과를 제공하기 위해서는 저장 중에 발생하는 손실을 최소화하기 위한 조치가 필요하다.

최종 소비단계에서 과실의 품질은 수확 당시 성숙도, 수확 후 저장환경 그리고 유통과정에서의 관리방법 등에 의해 결정된다<sup>1,3)</sup>. 일반적으로 과실의 품질은 경도 및 산 함량에

의해 결정되는데, 과실의 연화와 산 함량 감소는 온도의 영향을 가장 크게 받게 된다<sup>4,5)</sup>. 현재 국내의 과실의 수확 후 관리기술은 저온저장 방식에만 크게 의존하고 있는 실정이나, 저장과정에서의 온도 및 기타 환경 조절이 중요한 품질 유지 수단으로 대두되고 있다.

고품질의 농산물 유통을 위해서는 각 과실 및 채소의 품질조건에 맞는 저장환경내의 온도, 습도조절<sup>6)</sup>, 품질 저하 요인이 되는 ethylene 함량 저하<sup>7)</sup> 및 여러 종류의 품질변화억제제를 사용하는 방법<sup>8)</sup> 등이 고려되어야 하며, 이러한 품질보존 효과는 과실 및 채소의 Modified atmosphere packaging(MAP)으로 가능하며, 많이 이용되고 있다<sup>9)</sup>.

또한 칼슘제제의 사용으로 과실 세포막의 투과성 조절, 저장 과실의 호흡, 에틸렌 발생 및 세포벽 분해효소의 활성 등에도 관여할 뿐만 아니라 병원균에 의한 부패를 감소시키는 효과가 있어 과실의 수확 전후를 기하여 칼슘 처리가 저장력 향상을 목적으로 여러 과수에 효과적으로 이용되고 있다.

본 연구는 칼슘제제를 이용한 전처리와 MAP를 함께 사용하여 저장 중 '후지'사과의 품질에 미치는 영향을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

사과는 거창 사과원예협동조합을 통하여 구입하여 이형과, 흠집과, 병해를 입은 열과를 제외한 600상자를 선별하여 각 200상자씩 무포장구(control), 칼슘제제처리구(CaCl<sub>2</sub>), 칼슘제제처리후 필름포장구(CaCl<sub>2</sub>+MA)로 나누어 18kg용 플라스틱 상자에 담았다. 칼슘제제처리는 5% 염화칼슘(CaCl<sub>2</sub>)수용액에 플라스틱 상자를 15분 동안 침지한 후 저온저장고에서 완전히 건조시켰으며, 필름포장은 두께 25 $\mu$ m의 기능성 필름으로 박스단위 포장한 다음, 50평 규모의 현지 저장고에서 6개월 동안 0°C에 저장하면서 3주 간격으로 중량감모율, 경도, 가용성 고형분, 산도, 비타민 C 함량을 분석하였으며, 저온저장 18주째 패널요원 10명을 선발하여 기호도 검사를 실시하였다. 기호도 검사의 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System)을 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료간의 유의성을 검정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

사과를 비롯한 모든 원예산물의 중량감모는 조직내의 수분이 외부로 증산되거나 원예산물의 호흡에 따른 유기물의 분해로 기인하는 것으로 알려져 있으며<sup>10)</sup>, 청과물의 중량감소가 5%이상 감소하면 외관상 위조(wilting)를 인지할 수 있어 상품성이 저하된다<sup>11)</sup>. 처리구별 중량감모율을 살펴보면 저온저장 18주째 Control구는 22%, CaCl<sub>2</sub>구는 4.8%, CaCl<sub>2</sub>+MA구는 0.8%로 나타났다(Fig. 1).

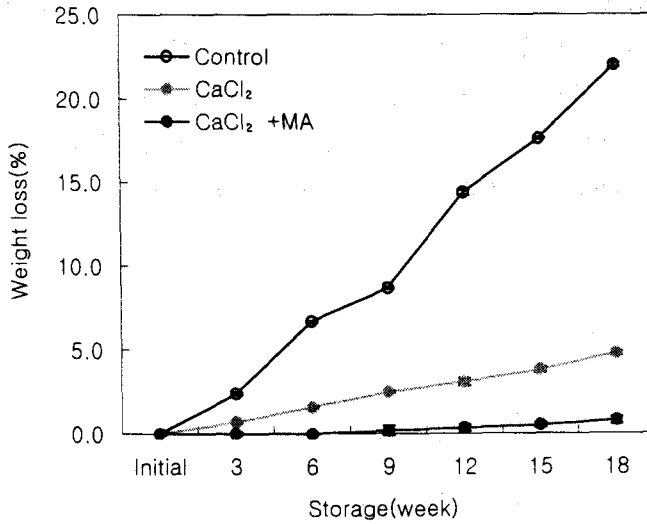


Fig. 1. Change in the weight loss of "Fuji" apple during storage by calcium treatment and packaging.

과실의 연화는 펙틴물질의 가용화와 세포벽 성분의 변화 등이 주요 원인으로 작용한다. 이러한 현상들은 polygalacturonase(PG),  $\beta$ -galactosidase, cellulase 등과 같은 효소에 의해 유발되며, 칼슘제제가 PG의 활성에 영향을 미친다고 알려져 있다<sup>12)</sup>. 처리구별 과육경도 변화를 살펴보면 저장초기 0.97 kgf에서 저장 18주째 Control구는 0.73, CaCl<sub>2</sub>구는 0.79, CaCl<sub>2</sub>+MA구는 0.95 kgf로 나타났다(Fig. 2).

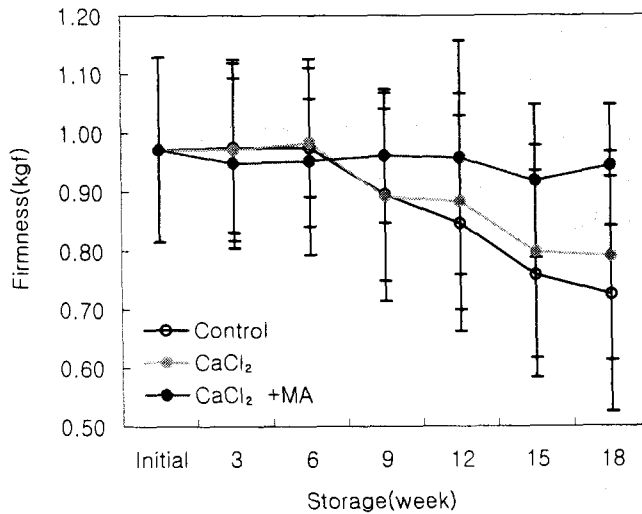


Fig. 2. Change in the firmness of "Fuji" apple during storage by calcium treatment and packaging.

과실의 가용성 고형분은 성숙과정이나 저장기간 동안 가수분해에 의해 증가되기도 하며, 호흡기질로 사용되어 감소되기도 한다. 또한 가용성 고형분 함량이 높을수록 저장기간이 길어진다<sup>13)</sup>. 그러므로 가용성 고형분 함량은 식미감 뿐만 아니라 저장수명에도 많은 영향을 끼치는 중요한 인자이다. 처리구별 가용성 고형분 함량을 살펴보면 초기에 15 °Brix에서 저장 18주째 Control구는 14.2, CaCl<sub>2</sub>구는 14.5, CaCl<sub>2</sub>+MA구는 14.6 °Brix로 나타났다 (Fig. 3).

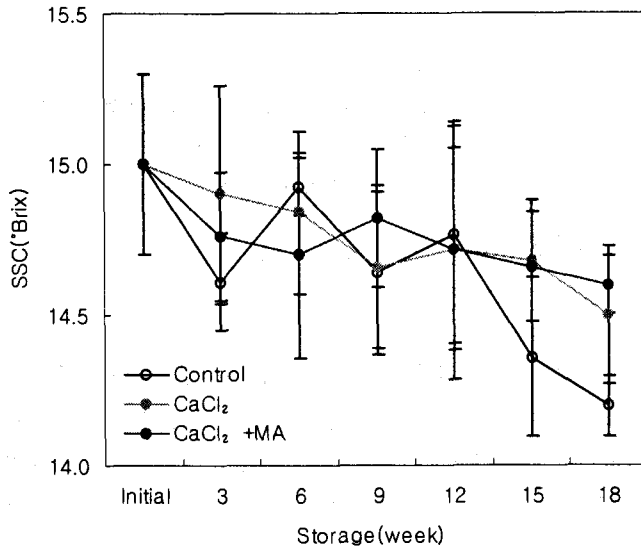


Fig. 3. Change in the SSC of "Fuji" apple during storage by calcium treatment and packaging.

사과에서 산도는 가용성 고형분과 함께 사과의 맛을 결정하는 주요 인자로 수확 직후의 사과는 가용성 고형분과 산도가 적정비율로 존재하여 신선한 맛을 느끼게 되지만, 저장 중에 각각의 감소로 인해 그 비율이 깨어져 맛이 떨어지게 된다. 처리구별 산도의 변화를 살펴보면 저장초기 0.27%에서 저장 18주째 Control구는 0.16, CaCl<sub>2</sub>구는 0.175, CaCl<sub>2</sub>+MA구는 0.20%로 나타났다(Fig. 4).

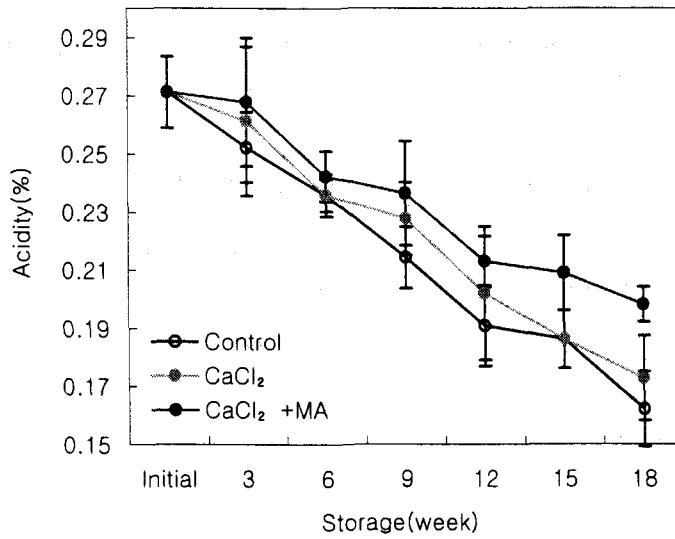


Fig. 4. Change in the acidity of "Fuji" apple during storage by calcium treatment and packaging.

처리구별 저장기간에 따른 비타민 C 함량을 살펴보면 저장초기 5.5mg%에서 저온저장 18주째 Control구는 1.6, CaCl<sub>2</sub>구는 2.4, CaCl<sub>2</sub>+MA구는 3.0 mg%로 나타났다(Fig. 5).

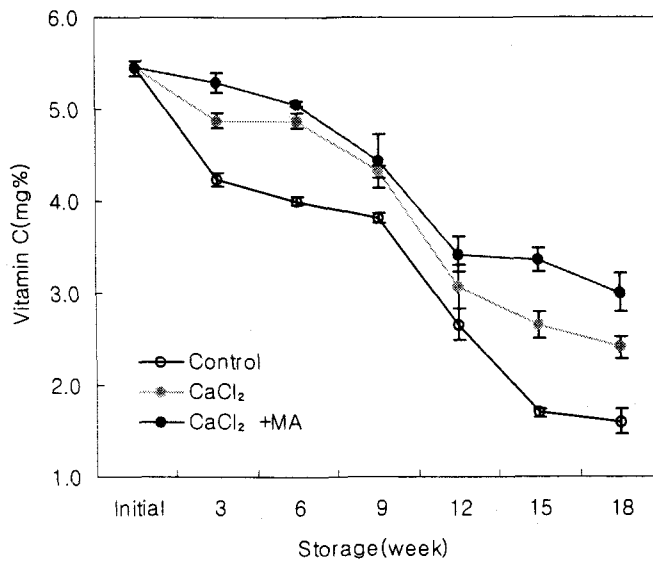


Fig. 5. Change in the ascorbic acid contents of "Fuji" apple during storage by calcium treatment and packaging.

저온저장 18주째 처리구별 ‘후지’사과의 기호도를 조사한 결과를 살펴보면 모든 항목에서 CaCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>+MA구가 Control구 보다 높은 기호도를 보였으며, CaCl<sub>2</sub>구와 CaCl<sub>2</sub>+MA구 간에는 CaCl<sub>2</sub>+MA구가 유의적으로 높게 나타났다.(Table 1).

Table 1. The preference test of ‘Fuji’ apples during storage at 0°C by treatment.

Condition	Appearance	Hardness	Sweetness	Sourness	Flavor	Chewiness	Overall acceptability
Control	4.5 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>
CaCl <sub>2</sub>	7.5 <sup>b</sup>	7.7 <sup>b</sup>	6.3 <sup>b</sup>	4.7 <sup>a</sup>	6.8 <sup>b</sup>	7.2 <sup>b</sup>	6.9 <sup>b</sup>
CaCl <sub>2</sub> +MA	7.5 <sup>b</sup>	7.7 <sup>b</sup>	6.4 <sup>b</sup>	4.7 <sup>a</sup>	7.2 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	7.4 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level

#### 4. 결론

본 연구의 결과 중량 감소율, 경도, 산도, 비타민 C 함량 및 기호도 검사에서 칼슘제제로 사과를 전처리한 후 필름으로 포장하여 저장하는 것이 저장 중 ‘후지’ 사과의 품질유지에 효과가 있음을 한 구가 대조구와 CaCl<sub>2</sub>처리구보다 더 나은 효과를 보여서 CaCl<sub>2</sub> 처리 후 MA film으로 포장한 사과가 유통 과정에서 사과의 선도 유지에 효과가 높을 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. Huber, D.J. (1983) The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Horticultural Reviews*, 5, 169-219.
2. Johnson, D.S. (1979) New techniques in the postharvest treatment of apple fruits with calcium salts. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 10, 141-152.
3. Klein, J.D. (1987) Relationship of harvest date, storage conditions and fruit characteristics to bruise susceptibility of apple. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 112, 113-118.
4. Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y. (1986) The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. *USDA Agricultural Handbook*, 66, 29-32.
5. Smock, R.M. and Blanpied, G.D. (1963) Some effects of temperature and rate of oxygen reduction on the quality of controlled atmosphere stored ‘McIntosh’ apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 83, 135-138.
6. Sastry, S.K., Baird, C.D. and Buggington, D.E. (1978) Transpiration rates of certain fruits and vegetables. *AHRAE Transactions*, 84, 237-255.
7. Knee, M., Proctor, F.J. and Dover, D.J. (1985) The technology of ethylene control: use and removal in postharvest handling of horticultural commodities. *Ann. Appl. Biol.*, 107, 518-595.
8. Watada, A.E., Abe, K. and Yamanchi, N. (1990) Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technology*, 44, 116-122.

9. Park, H.W., Kim, S.H., Cha, H.S., Kim, Y.H. and Kim, M.R. (2004) Effect of MA packaging on quality of 'fuji' Apple. *Korean Journal of Food Preservation*, 11(4), 468-471.
10. Kader, A.A. (1996) Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. *Food Technol.*, 40, 99-102.
11. Kim, B.S. Kim, D.C. Lee, S.E. Nahmgung, B. and Jeong, J.W. (1995) Freshness prolongation of crisphead lettuce by vacuum cooling and cold-chain system. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 546-554.
12. Wu, Q., Szakacs-Dobozi, M., Hemmat, M. and Hrazdina, G. (1993) Endopolygalacturonases in apple (*malus domestica*) and its expression during fruit ripening. *Plant Physiol.*, 102, 219-225.
13. Ackeman, J., Ficher, M. and Amdao, R. (1992) Changes in sugars, amino acids during ripening and storage of apples. *J. Agri. Food Chem.*, 40, 1131-1132.