

MA저장법이 '후지' 사과의 품질에 미치는 영향

박형우[†] · 김상희 · 차환수 · 김윤호 · 김미란
한국식품개발연구원

Effect of MA Packaging on Quality of 'Fuji' Apple

Hyung-Woo Park[†], Sang-Hee Kim, Hwan-Soo Cha, Yoon-Ho Kim and Mi-Ran Kim
Korea Food Research Institute, SungNam 463-420, Korea

Abstract

To investigate the effect of functional MA film 0.3 mm and control(non-pack) during 24 weeks of storage on 'Fuji' apple, the weight loss, firmness, a titratable acidity, soluble solid content(SSC °Brix) and the rate of decay were measured. After 20 week storage, weight loss was 4.65% in control, but 0.31% in 0.03 mm functional MA film. The titratable acidity, soluble solid content and firmness were changed a little. The rate of decay was 4.2% in control, and 1.1% in functional MA film.

Key words : storage, apple, MA film

서 론

최근 우리나라에서도 소득수준이 향상됨에 따라 점차 식생활이 선진화됨으로써 안전하고 우수한 품질의 농산물에 대한 선호도가 증가하고 있다. 이에 부응하기 위하여 농작물의 재배기술이 향상되고 있으며, 또한 수확 후 유통과정에서의 효율적인 관리까지 그 관심이 증가하고 있다. 그러나 사과는 재배 특성상 특정 계절에 다량으로 출하되기 때문에 연중 고품질의 사과를 소비자에게 제공하고, 공급물량 과다로 인한 생산자의 경제적 손실을 방지하기 위해서 저장 이 필수적이다. 그러나 사과는 다른 과실에 비하여 저장 중의 손실 때문에 품질 손상을 최소화하기 위한 조치가 필요하다

최종 소비단계에서 과실의 품질은 수확 당시 성숙도, 수확 후 저장 환경, 그리고 유통과정에서의 관리방법 등에 의해 결정된다(1-3).

일반적으로 과실의 품질은 경도 및 산 함량에 의해 결정되는데, 과실의 연화와 산 함량 감소는 온도의 영향을 가장 크게 받게 된다(4,5). 현재 국내에서는 과실의 수확 후 관리 기술은 저온 저장 방식에만 크게 의존하고 있는 실정이나, 저장 과정에서의 온도 및 기타 환경 조절이 중요한 품질 유

지 수단으로 대두되고 있다.

고품질의 농산물 유통을 위해서는 각 과실 및 채소의 품질조건에 맞는 저장환경내의 온도, 습도의 조절(6), 품질 저하 요인이 되는 ethylene 함량의 저하(7) 및 여러 종류의 품질변화억제제를 사용하는 방법(8)등이 고려되어야 하며, 이러한 품질 보존 효과는 과실 및 채소의 Modified atmosphere packaging(MAP)으로 가능하게 할 수 있다. 따라서 과일의 유통 및 저장시에는 고농도의 이산화탄소와 저농도의 산소가 유지되는 MA저장법이 많이 이용되고 있다(9).

본 실험은 저장 환경조절을 통하여 저장기간 및 내적 품질을 향상시킬 목적으로 기존의 방법과 MA저장법을 이용하여 중량, 경도, 산도, 당도, 부패율등 후지사과의 품질에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험의 공시재료는 경남 거창지역에서 재배된 2003년 11월 중순 수확한 15 kg 상자 당 50-59과, '상'품을 거창 사과원에협동조합을 통하여 후지사과 1,000상자를 구입하였다. 1,000상자 중 500상자는 30 μm 두께의 기능성 필름(Thickness 30 μm, Functional MA film pouch)으로 포장하였

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

으며(포장구), 나머지 500상자는 기존방법(대조구)대로 포장하지 않고 플라스틱 상자에 담았다. 50평 규모의 4℃(RH 85%) 거창 현지 저장고에서 6개월 동안 저장하면서 사과의 품질 변화를 한달 주기로 분석하였다.

중량

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

경도

과육의 경도는 시료를 중심에서 약 1 cm 정도 위치를 종단면으로 절단한 후 Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 과피의 중심부에서 깊이 2 mm 정도로 편편하게 깎아내고 과핵 쪽으로 probe를 50 mm/min 속도로 10 mm 삽입할 때 나타나는 조직의 저항치를 kgf로 나타내었다.

적정 산도(pH)

적정 산도의 측정은 과육 50 g을 Mixer(Osterizer, Philips, U.S.A)로 마쇄, 여과한 후 20 g을 취해 여기에 증류수 30 g을 첨가한 후 stirrer로 교반하면서 pH meter(Metler 340, USA)를 이용하여 pH를 측정하였고, 산도는 0.1 N NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 소비된 량을 malic acid로 환산하여 나타내었다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{산도}(\%) = [0.1 \text{ N NaOH 소비량}(\text{mL}) \times \text{산도계수}(0.0067) \times 100] / \text{시료}(\text{g})$$

가용성 고형물 측정

과육 100 g을 마쇄하여 착즙한 후 과즙을 굴절 당도계 (Atago Co., Ltd. Japan)를 사용하여 측정하여 °Brix로 나타내었다.

부패율

사과 10상자, 약 500개중 썩은 것의 비율을 100분율로 나타냄

결과 및 고찰

중량 변화율

사과는 약 85% 이상의 높은 수분을 함유하고 있는데 수확 후 저장, 유통 중 사과의 표피로부터 주위의 상대 습도가 낮을 경우 수분을 빼앗기게 되는데 이러한 현상이 지속되게 되면 중량이 감소하면서 위조현상과 함께 조직감이 나

빠진다. 사과의 저장기간에 따른 중량변화를 살펴보기 위하여 저장방법별 저장기간에 따른 중량 변화를 측정하였다. 저장기간에 따른 사과의 중량변화를 Fig. 1에 나타내었다.

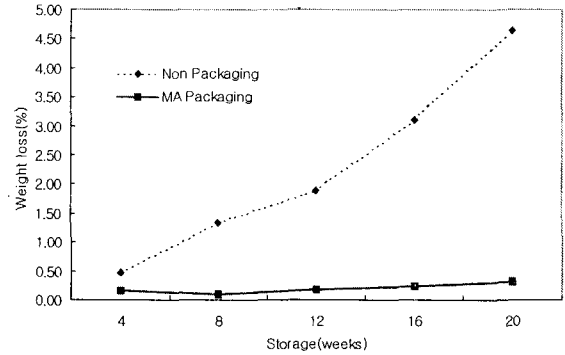


Fig. 1 Change in the weight loss of 'Fuji' apple during storage.

저장 초기에는 중량의 차이가 별로 나타나지 않으나 12주 경과 후부터 중량변화의 차이가 현격하게 나타남을 알 수 있다. 기존 방법의 경우 1.88%의 중량 감소율을 보였으나 MA 저장의 경우 0.18%의 감소율만 나타내었다. 또한 기존 방법의 경우 중량의 감소가 눈에 띄게 나타났으나, MA저장의 경우 중량이 거의 일정하게 유지되었다. 20주후 포장구에서는 0.31%의 중량 감소율을 보였으나 대조구에서는 4.65%의 중량 감소율을 보였다. MA저장의 중량 감소가 적게 나타난 것은 Sastry등(11)의 실험과도 일치하는 결과를 보였는데 이는 MA 포장구내의 높게 조절된 상대습도로 인해 과실 내외의 수증기압 차이가 작아져 사과 내부의 수분이 외기로 증산되는 것이 억제되었기 때문이라 여겨진다.

경도

과실의 연화는 펙틴 물질의 가용화와 세포벽 성분들의 변화 등이 주요 원인으로 작용한다. 이러한 현상들은 polygalacturonase, β-galactosidase, pectinesterase 및 cellulase등과 같은 효소에 의해 유발되며, 이들 효소의 활성화에는 에틸렌과 산소의 농도가 영향을 미친다고 알려져 있다(12,13). 사과 과육의 경도는 중량감소와 함께 사과의 품질을 판정하는데 있어서 중요한 기준이 된다. 경도변화를 기존의 방법과 MA저장하면서 관찰한 결과는 Fig. 2 와 같다.

저장12주까지는 경도의 변화가 MA저장이 기존의 방법보다 더 높게 유지되었으나 16주부터는 MA저장의 경도가 0.79 kgf로 대조구의 0.86 kgf 보다 감소하는 경향을 보였다. 이와 같이 MA저장의 경우 일시적 경도의 감소는 에틸렌의 증가로 인하여 경도가 저장 중 일시적으로 감소한다는 김 등(14)의 보고와도 일치하는 것으로 사료된다. 24주째에

는 대조구 0.64 kg, 포장구 0.61 kg로 모두 비슷한 값으로 감소하였다.

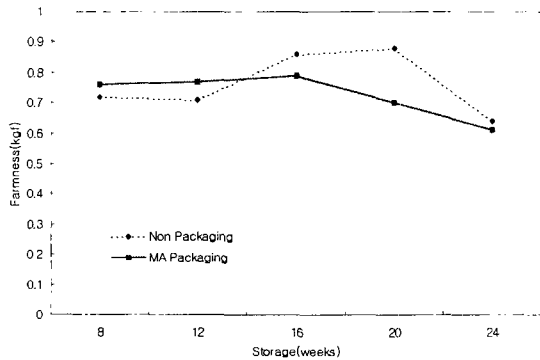


Fig. 2 Change in the firmness of 'Fuji' apple during storage.

산도

저장기간에 따른 산도의 변화를 살펴보면 Fig. 3과 같다. 전반적으로 감소하는 추세를 보이지만 감소율의 정도가 MA에서는 초기치의 40%인데 비해 기존방법에서는 90%로 큰 감소율을 보였다. 저장 후 24주까지 적정 산도의 변화는 기존의 방법 0.10%, MA저장 시 0.15%로, 'Fuji'사과의 적정 산도가 0.2%이하로 감소되면 현격한 식미의 저하가 발생하지만(15), MA저장은 기존의 방법보다 더 높은 산도를 유지하는 것으로 나타났다. 이와 같이 사과의 산도는 Hulme 등(16)의 결과와 같이 저장기간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하는데, 이것은 저장 후 대사기질로 malic acid와 당이 사용되므로 내부 대사과정의 증가에 따른 malic acid의 감소에 의해 나타나는 현상이라고 사료된다.

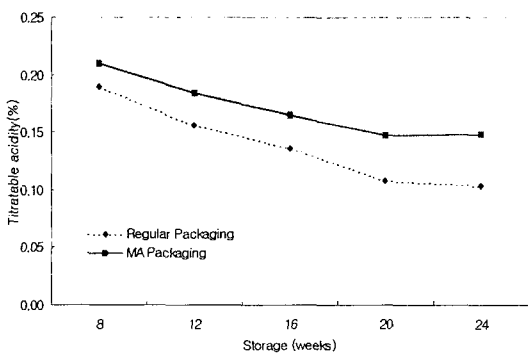


Fig. 3 Change in the titratable acidity of 'Fuji' apple during storage.

당도

사과의 당도는 성숙과정이나 저장 기간 동안 가수분해에

의해 증가되기도 하며 호흡기질로 사용되어 소실되기도 한다(17). 또한 Fomey 와 Austin의 보고(18)에 의하면 당 함량이 높을수록 저장기간이 길어진다고 하였다. 그러므로 당 함량은 식미감 뿐만 아니라 저장 수명에도 많은 영향을 끼치므로 당 함량의 유지 또한 중요하다.

저장기간 동안의 당의 함량 변화는 Fig. 4와 같이 본 실험에서는 뚜렷한 변화수치를 나타내지 않았다. 사과의 MA 저장 중 과일 호흡의 주요기질로 이용되는 가용성 고형물의 변화는 본 실험에서는 별로 뚜렷한 변화 경향을 나타내지 않아 두 처리 구간에 큰 유의성이 없음을 알 수 있다.

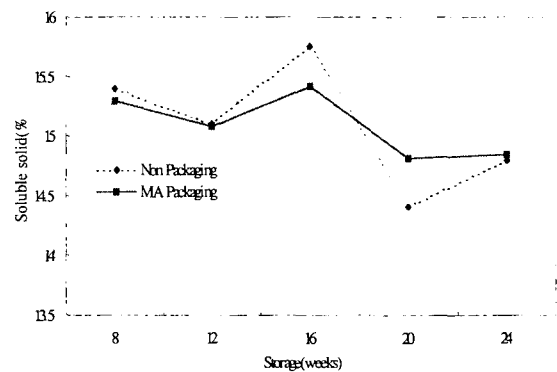


Fig. 4 Change in the soluble solid content of 'Fuji' apple during storage.

부패율

사과의 부패는 식품적 가치를 완전히 상실한 것으로 볼 수 있는데 저장기간에 따른 사과의 부패율을 살펴보면 Fig. 5와 같다.

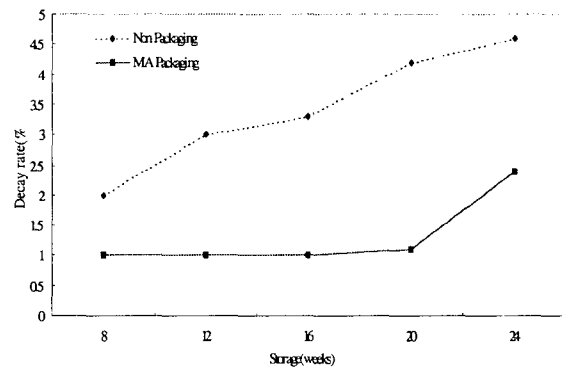


Fig. 5 Change in the overall appearance of 'Fuji' apple during storage.

저장 후 8주부터 20주까지의 결과를 보면 기존 방법에 의한 부패사과 출현율은 기존의 방법에 의한 저장에서는 4.2%, MA 포장구에서는 1.1%로 MA 포장구에서 효과가 높

은 것으로 나타났다. 그러나 24주후에는 MA 포장구에서의 부패율도 2.4%로 증가하는 현상을 보였으나 기존의 방법의 4.6%에 비하면 50%정도 낮게 나타나고 있다.

요 약

기능성 MA 포장에 의한 저장 후 품질의 변화를 기존의 방법과 비교하기 위하여 저장기간별로 24주까지의 중량, 경도, 산도, 당도, 부패율을 비교 분석하였다.

저장 20주후 중량 감소는 대조구는 4.61%, 포장구는 0.31%로 현격한 차이를 나타냈으며, 경도는 저장 24주후 대조구는 0.64 kgf, 포장구는 0.61 kgf로 비슷하게 유지되었으며, 당도는 저장 24주후 대조구는 14.80 °Brix, 포장구는 14.85 °Brix로 유의성을 나타내지 않았으며, 산도 역시 저장 24주후 대조구 0.11%, 포장구 0.15%로 큰 차이가 없었다. 그러나 부패율은 저장 20주 후 대조구 4.2%, 포장구 1.1%로 대조구의 부패율이 포장구에 비해서 3배 이상 진행되었다.

참고문헌

- Huber, D.J (1983) The role of cell wall hydrolases in fruit softening. Horticultural Reviews, 5, 169-219
- Johnson, D.S. (1979) New techniques in the postharvest treatment of apple fruits with calcium salts. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 10, 141-152
- 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
- Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y. (1986) The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA Agricultural Handbook, 66, 29-32
- 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
- Sastry, S.K., Baird, C.D. and Buggington, D.E. (1978) Transpiration rates of certain fruits and vegetables. AHRAE Transactions, 84, 237-255
- Knee, M., Proctor, F.J. and Dover, DJ. (1985) The technology of ethylene control: use and removal in postharvest handling of horticultural commodities. Ann. Appl. Biol., 107, 518-595
- Watada, A.E., Abe, K., and Yamanchi, N. (1990) Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. Food technology, 44, 116-122
- Dangyang, K. and Saltveit, M.E. (1989) Carbon dioxide-induced brown stain development as related to phenolic metabolism in iceberg lettuce. J. Am. Soc. Hort. Sci., 114, 789-794
- Kader, A.A. (1978) Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technol., 40, 99-104
- Sastry, S.K., Baird, C.D. and Buffington, D.E. (1978) Transpiration rates of certain fruits and vegetable. ASHRAE Transactions, 84, 237-255
- 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
- Yoshioka, J., Aoba, K. and Kashimura, Y. (1992) Molecular weight and degree of methoxylation in cell wall polyuronide during softening in pear and apple fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci., 117, 600-606
- 김규식, 서기봉 민병용, 정경근, 최홍식. (1967) Polyethylene film 포장이 사과의 저장성에 미치는 영향, 농진청 농공이용연구소 시험보고, 435-452.
- 農林水産省食品総合研究所. (1985) 果實の品質平價法. 日本, P.1
- Hulme A.C. (1970) The biochemistry of fruits and their products. Academic press, London, p70-90
- Ackeman, J., Ficher M. and Amado, R. (1992) Changes in sugars, amino acids during ripening and storage of apples. J. Agric. Food Chem., 40, 1131-1132
- Forney, C.F., and Austin R.K. (1988) Time of day at harvest influences carbohydrate concentration in crisphead lettuce and its sensitivity to high CO₂ levels after harvest. J. Am. Soc. Hort. Sci., 113, 581-583