

온수처리와 MAP 저장이 '후지' 사과의 신선도에 미치는 영향

이선아 · 박형우[†] · 김상희 · 박종대 · 김윤호
한국식품연구원

Hot Water Treatment and Modified Atmosphere Packaging Affect the Freshness Extension of 'Fuji' Apples

Seon-Ah Lee, Hyung-Woo Park[†], Sang-Hee Kim, Jong-Dae Park and Yoon-Ho Kim
Korean Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

To investigate the effects of hot water treatment and modified atmosphere packaging (MAP), compared with non-packaging, of 'Fuji' apples during 18 weeks of storage at 0°C, apple weight loss, firmness, titratable acidity, total ascorbic acid and sensory characteristics were measured. After 18 weeks of storage, the weight loss of MAP-treated apples was 1%, while untreated controls lost 22% of weight. Weight loss reduction film packaging was more effective than that afforded by hot water treatment. The firmness reductions in control apples, those receiving hot water treatment, those receiving packaging only, and those receiving both hot water treatment and packaging, were 37%, 22%, 10% and 6%, respectively. The titratable acidity was 40% in control apples and respectively, 37%, 32% and 27% in the three groups mentioned above. The total ascorbic acid content of untreated control apples decreased by 70% after 18 weeks of storage. The total ascorbic acid content of apples receiving both hot water treatment and packaging decreased by 56% and, in general, this group of apples was the best preserved in storage. The sensory qualities of these apples received high scores from an evaluation panel. It is recommended to make use of both packaging and hot water treatment to preserve 'Fuji' apple quality.

Key words : 'Fuji' apple, hot water, modified atmosphere packaging

서 론

전 세계적으로 많이 수확되는 과실 중 하나인 사과는 우리나라에서 많이 생산되는 과실이며(1), 주산지는 경북, 충남, 충북이고 이중 경북에서 가장 많이 생산되고 있다. 사과는 8월경부터 11월초까지 수확을 하며, 바로 출하해서 소비자에게 판매하기도 하고 저장하여 다음해 6월경까지 계속 출하하고 있다(2). 사과는 다른 과실에 비해 저장성이 우수하며(3), 수확시기에 따라 조생종, 중생종, 만생종으로 구분되고 지역에 따라 조금 다르다(4). 사과는 수분이 많고, 당, 식이섬유, 비타민 C 등이 풍부한 과실로 알려져 있다(5). 과실은 저장 중 생리적 장애가 많이 발생하여 품질의 저하를 가져오게 되는데 이를 방지하여 신선한 상태로 유지

해야 하는 것이 중요하다. 과실의 저장성에 미치는 요인은 여러 가지가 있겠지만, 칼슘함량의 저하(6)와 pectin의 결합력 감소와 비효소적인 변화와 세포벽 분해효소에 의한 효소적 변화(7), 경도의 저하, 수분손실, 갈변 등이 있다. 사과는 다른 과실에 비해 비교적 저장성이 우수하지만, 수확 후 생리장애나, 저장 중 온도 및 습도 등의 영향으로 상품성이 떨어지게 된다.

이를 방지하고 사과의 신선도를 유지하기 위한 여러 가지 방법이 있는데 저온상태에서의 CA (Controlled Atmosphere Storage) 저장(8), 피막제에 의한 코팅처리(9), MAP (Modified Atmosphere Packaging)(10-12), 열수처리 등의 전처리 방법이 있다. 그 중 MAP법은 많은 과채류의 적용에 그 효과가 있었으며, CA저장법과 함께 저장수명을 보존하는 기술 중 하나이다(13). MAP 저장 방법은 포장 안에 공기의 조성을 조절해주어 호흡 작용을 억제시키는데 일반적으로 산소의 농도는 줄여주고 이산화탄소의 농도를 높여 주는 방법이

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

다. MAP 저장법은 ethylene 발생의 저하(14)와 과실의 저장 시 고농도 CO₂ 와 저농도 O₂ 가 유지되어(15) 저호흡 상태를 만들게 되어 품질변화의 억제 효과가 있으며, 많이 사용되고 있는 저장 방법이다. MAP 저장방법은 PE 필름 등의 간단한 포장으로도 MAP 효과를 볼 수 있으며(16), CA저장법에 비해 상대적으로 적은 비용이 들어 경제적이다.

본 실험은 저장 기간 동안 후지 사과의 품질을 유지하기 위한 목적으로 온수처리와 함께 MAP 저장방법을 이용하여 사과의 품질에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

재료

사과의 품종은 후지(Fuji)이며, 경남 거창 원예협동조합에서 2004년 12월에 구입하여 사용하였다.

전처리 및 포장방법

'후지' 사과의 전처리인 열수처리는 30 L 물의 온도를 45°C로 맞춘 다음 사과 70과를 10분간 침지시킨 후 완전한 물기제거를 위해 24시간 동안 건조시켰다(H-N). 물기가 완전히 제거된 다음 바로 저온 저장고로 옮겨 25 µm 두께의 LDPE(Low Density Polyethylene) 필름에 포장(H-MAP)하여 52.3×36.3×30.5 cm 규격의 플라스틱 컨테이너 박스에 담았으며, 대조구(control)는 기존 방법대로 컨테이너 박스에 담았고, 처리구와 동일한 조건을 위해 다른 컨테이너 박스에 한번 더 옮겨 담았다. 또한 무처리 포장구(C-MAP)도 25 µm 두께의 LDPE 필름에 포장하였다. 이를 내부의 가스가 새지 않도록 단단히 묶어서 6개월 동안 0±1°C, RH 85%에서 저장하면서 3주 간격으로 품질을 분석하였다.

전처리 및 포장방법에 따른 각 처리구는 Table 1과 같다.

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

| Pre-treatment | MAP* | Remark |
|---------------|-----------------|--------|
| No | No | C |
| Hot water | No | H-N |
| No | 25 µm LDPE film | C-MAP |
| Hot water | 25 µm LDPE film | H-MAP |

* MAP : Modified Atmosphere Packaging

중량 변화율

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

과육 경도

과육의 경도는 시료를 중심으로 약 1 cm 정도 위치를 종단면으로 절단한 다음 과피를 깎아낸 후 Reometer (CR-

200D, SUN, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 과육 쪽으로 probe를 50 mm/min 속도로 1 cm 삽입하여 그 저항값 (kg)으로 나타내었다(17).

적정 산도

산도측정은 각 처리구당 동일한 조건의 시료 10개를 개당 1/8조각씩 취한 후 마쇄하여 여과한 후 일정량을 취해 0.1 N-NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 소비된 양을 malic acid로 환산하여 나타내었다.

Vitamin C 함량

사과의 Vitamin C 함량은 Hydrazine 비색법 (2,6-Dichlorophenol indolphenol method)으로 측정하였다(18).

기호도 조사

기호도 조사는 9점 척도법(19)을 사용하여 온수처리와 MA포장에 기호도에 대해서 조사하였다. 훈련된 15명의 패널을 대상으로 외관 (appearance), 신선도 (freshness), 단맛 (sweetness), 신맛 (sour), 향미 (flavor), 아삭거림 (chewiness), 종합적기호도 (overall acceptability) 에 대해 실시하였으며, 기호도는 9점: 매우 좋음, 5점: 보통, 1점: 매우 나쁨으로 하였다. 통계분석 처리는 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

중량 감소율

전처리와 포장방법에 따른 사과의 중량 감소율은 Fig. 1과 같이 저장기간이 지날수록 모든 처리구에서 중량 감소 경향을 보였다. 각 처리구별로 살펴보면 초기 값에서 18주 후 대조구는 22%로 가장 많이 감소하였고, 온수처리구는 대조구에 비해 적은 감소율을 보였으나 5%에 가까운 감소율을 나타내어 LDPE 필름 포장구들에 비해 많은 감소율을 보였다. 과실은 5% 이상의 중량감소가 일어나면 상품으로의 가치가 떨어지는데(20), 이는 수분손실로 인한 것으로 보인다. 하지만 포장구는 1% 이하의 감소율을 나타내 필름 포장이 중량 감소율에 월등히 효과적인 것으로 나타났으며, 처리구에 따른 차이는 거의 없었다. 이는 전처리에 따른 효과 보다는 필름 포장으로 적은 중량 감소율을 나타낸 것으로 사료된다. Hong 등(21)은 양파의 온도별 열수처리 후 LDPE 필름으로 포장하여 저장한 결과 중량 감소율이 1.5% 미만을 유지하였다고 보고하였다. Park 등(2)은 '후지' 사과를 PE(Polyethylene) 필름으로 20, 40 µm와 30, 50 µm 두께로 필름 포장하여 저장한 결과 0.5, 0.6%와 0.2%의 적은 감소율을 보였다고 하였다.

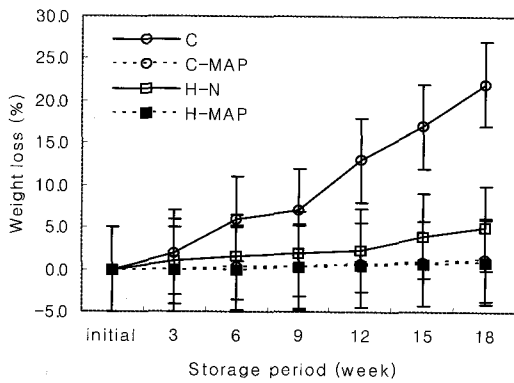


Fig. 1 Changes in weight loss of 'Fuji' apples treated to hot water pretreatment and MAP methods during storage at 0°C.

C : control, H-N : hot water-non packaging, C-MAP : non treatment-packaging, H-MAP : hot water-packaging.

경도

온수처리와 필름포장에 따른 과육의 경도 변화율은 Fig. 2와 같다. 모든 처리구에서 저장기간이 지날수록 감소하는 경향을 보였으며, 처리구간에도 차이가 나타났다. 모든 처리구의 초기 경도는 0.97 kgf 이었는데 저장 18주 후 대조구는 0.73, H-N 처리구 0.76, C-MAP 처리구 0.87, H-MAP 처리구 0.92 kgf로 각각 25, 22, 10, 6%의 감소율을 보였다. 필름 포장을 하지 않은 처리구보다 필름포장구가 경도변화가 적었으며, 그 중에서도 온수처리와 포장을 병행한 H-MAP 처리구가 가장 높게 유지하고 있었다. Fallik 등(22)의 실험에서 유사한 결과를 보였는데 온수처리 한 사과 중에서 55°C에서 처리한 경우 대조구 보다 다소 높은 값을 보였다고 하였으며, 이는 열처리로 인해 생리작용 저해의 효과를 본 것으로 생각된다. Park 등(23)은 필름 포장구가 무포장구인 대조구 보다 경도 감소율이 낮아 과실의 경도를 유지시켜 주었다고 한 보고와 같은 경향을 보였다.

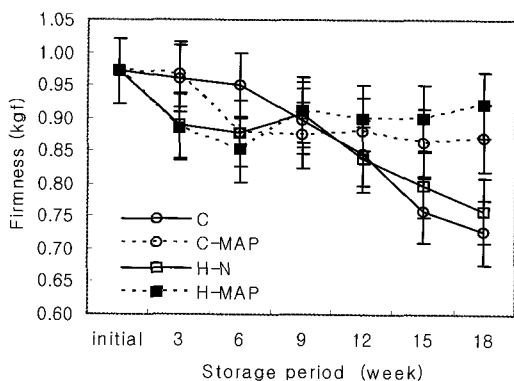


Fig. 2 Changes in weight loss of 'Fuji' apples treated to hot water pretreatment and MAP methods during storage at 0°C.

Abbreviations : See Fig. 1.

적정 산도

사과의 산도는 가용성 고형분 함량과 함께 사과의 맛을 결정하는 주요 인자로 수확 직후에는 산도와 당도의 적정 비율로 신선한 맛을 느끼게 하지만 저장 중에 비율의 감소로 맛이 떨어진다고 한다. 저온저장 중인 후지 사과의 온수처리와 LDPE 필름포장에 따른 산도 변화는 Fig. 3과 같다. 모든 처리구에서 저장기간이 지날수록 감소하는 경향을 보였으며, Seo 등(24)도 '후지' 사과의 온도별 열수처리시 저장 기간이 지날수록 적정산도가 감소하는 결과를 보였다고 하였다. 초기 산도는 0.271 g malic acid/ 100 g F. W. 이었는데 저장 18주 후 대조구는 0.162, C-MAP 처리구는 0.1715, H-N 처리구는 0.1836, H-MAP 처리구는 0.1969 g malic acid/ 100 g F. W.로 각각 40, 37, 32, 27 %로 나타났다. 온수처리를 한 처리구가 무처리구 보다 높게 유지하고 있었으며, 특히 열수처리와 MA 포장을 함께한 H-MAP 처리구는 대조구보다 13 %정도 높게 유지하고 있었다. 이는 열수처리가 산도 유지에 효과적이었으며, 포장을 병행했을 때 더 큰 효과를 볼 수 있었다. Park 등(25)의 실험과 유사한 결과를 보였는데 쓰가루 사과 저장 중 산도 값은 전체적으로 조금씩 감소하는 경향을 보였으며, 30일 후부터 포장구와 대조구의 차이가 나타나 포장구가 대조구에 비해 적은 변화를 나타냈다고 한다.

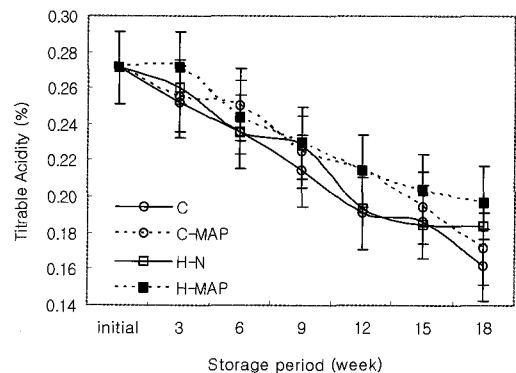


Fig. 3 Changes in weight loss of 'Fuji' apples treated to hot water pretreatment and MAP methods during storage at 0°C.

Abbreviations : See Fig. 1.

Vitamin C 함량

전처리와 포장방법에 따른 '후지' 사과의 Vitamin C 함량은 Fig. 5와 같다. 저장기간이 지날수록 전반적으로 감소하는 경향을 보였으며, 대조구를 제외한 처리구간에 차이는 거의 없었다. 대조구의 경우 초기 vitamin C 함량보다 저장 18주 후에 70%의 큰 감소율을 나타내었으며, 온수처

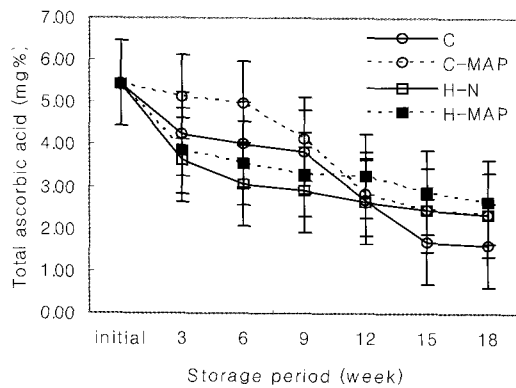


Fig. 4 Changes in weight loss of 'Fuji' apples treated to hot water pretreatment and MAP methods during storage at 0 °C.

Abbreviations : See Fig. 1.

리와 MAP를 병행한 처리구가 대조구 보다 14% 정도 높게 유지되고 있었고, 또한 전처리에 따른 효과보다는 MAP에 따른 효과로 보인다. Bratlyeh(26)의 연구보고에서도 필름 포장구가 무포장구인 대조구 보다 vitamin C 함량이 높게 유지되고 있었다고 보고하였다.

기호도 조사

18주 동안 저온 저장한 '후지' 사과의 각 처리별 기호도 조사 결과를 Table 2와 같다. 무처리보다는 처리구가 모든 항목에서 점수를 높게 받았으나 처리구간에 큰 점수의 차이는 보이지 않았다. 그중에서 온수처리와 MAP를 병행하였을 때 단맛을 제외한 모든 항목에서 높은 점수를 받았다. 특히 hardness는 전처리에 의한 효과보다는 포장 유무에 따라 점수가 달랐으며, 무포장구보다 포장구에서 높은 점수를 받았다. Park 등(27)도 '후지' 사과를 LDPE 필름에 포장하여 저장하면서 대조구와 비교 하였을때 포장구가 높은 기호도를 보였다고 보고하였다.

Table 2. Effects of hot water pretreatment and MAP method on sensory characteristics of 'Fuji' apple after 18 weeks of storage at 0°C

| Condition ²⁾ | Sensory characteristics ¹⁾ | | | | | | Overall acceptability |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| | Appearance | Hardness | Sweetness | Sourness | Flavor | Chewiness | |
| C | 4.5 ^{ab} | 4.5 ^a | 4.9 ^{ab} | 4.2 ^{ab} | 4.7 ^a | 4.3 ^c | 4.3 ^a |
| H-N | 4.0 ^b | 4.5 ^a | 5.0 ^{ab} | 4.3 ^{ab} | 5.3 ^{ab} | 5.0 ^{ab} | 4.8 ^a |
| C-MAP | 4.9 ^{ab} | 6.6 ^b | 5.0 ^{ab} | 3.9 ^b | 4.7 ^a | 4.9 ^b | 4.3 ^a |
| H-MAP | 5.3 ^a | 6.7 ^b | 4.9 ^a | 5.7 ^a | 5.6 ^{ab} | 5.4 ^a | 5.1 ^b |

¹⁾Sensory evaluation was conducted by fifteen members of panel using a 9-point scale.

²⁾C: control, H-N: hot water-non packaging, C-MAP: non-treatment packaging, H-MAP: hot water packaging

요 약

온수처리와 MAP에 의한 '후지' 사과의 저장 후 품질의 변화를 알아보기 위해 기존의 방법과 비교하여 18주 동안 중량감소율, 경도, 적정산도, 비타민 C 함량, 기호도 조사를 실시하였다. 그 결과 저장 18주후 중량 감소율은 대조구 22%, 포장구는 1% 이하의 중량 감소율을 보였으며, 온수처리에 의한 효과보다는 필름 포장으로 적은 중량 감소율이 나타났다. 경도는 초기값에 비해 대조구는 25%, H-N구는 22%, C-MAP구는 10%, H-MAP구는 6%의 감소율을 나타내어 온수처리와 포장을 병행 하였을 때 적은 감소율을 보였으며, 적정 산도 또한 대조구, H-N구, C-MAP구, H-MAP구 각각 40%, 37%, 32%, 27%로 H-MAP 처리구가 가장 좋은 결과를 보였다. Vitamin C 함량의 경우 대조구는 초기보다 70%의 가장 큰 감소율을 나타내었고 H-MAP구는 56%로 대조구 보다 14%의 적은 감소율을 나타내었다. 기호도 조사에서는 모든 항목에서 H-MAP구가 다른 처리구보다 높은 점수를 받았다. 이상의 결과로 볼 때 '후지' 사과 저장 시 온수처리와 MAP 저장을 병행 하였을 때 가장 좋은 효과를 나타내었다.

참고문헌

1. 농수산물저장유통기술핸드북 (1999) 한국농산물저장유통학회, p.574
2. 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
3. Chung, H.S., Chung, S.K. and Choi, J.U. (1999) Low oxygen CA storage of 'Fuji' apples. J. Korean Food Sci. Technol., 31, 1275-1282
4. Lee, J.B. and Choi, J.U. (1997) Effect of CA Storage conditions on the internal breakdown of 'Fuji' apple fruits under CA storage. J. Korean Postharvest Sci. Tech., 4, 227-235
5. Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J. (1993) In Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition, Academic Press, New York, USA Apples. 1, 242-247
6. In, 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. J. Korean Hort Sci. Tech., 23, 181-187
7. Park, S.H. and Lee, C.U. (1996) Effect of postharvest calcium infiltration on firmness, pectin content and occurrence of *Botryosphaeria dothidea* in apple fruits. J. Korean Hort. Sci. Tech., 37, 81-86

8. Chung, H.S. and Choi, J.U. (1999) Suitability judgment of storage conditions by internal gas concentration of 'Fuji' apples under CA storage. *J. Korean Food Sci. Technol.*, 31, 1295-1299
9. 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 'Tsugaru' apples. *J. Korean Hort. Sci. Tech.*, 39, 579-582
10. 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. *J. Korean Postharvest Sci. Tech.*, 11, 468-471
11. Park, K.W., Kang, H.M., Kim, D.M. and Park, H.W. (1999) Effects of the packaging films and storage temperatures on modified atmosphere storage of ripe tomato. *J. Korean Hort. Sci. Tech.*, 40, 643-646
12. Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 28, 1-5
13. James, G. (1998) How food technology covered modified-atmosphere packaging over the years. *Food Technol.*, 51, 76-77
14. 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
15. Danyang, 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
16. Chang-K Ding., Kazuo 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
17. 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, 99-105
18. AOAC (1984) *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., p.844-847
19. 김광욱, 김상숙, 성내경, 이영춘 (1993) 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사. p.250
20. 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
21. Hong, S.I., Lee, H.H., Son, S.M. and Kim, D.M. (2004) Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. *J. Korean Food Sci. Technol.*, 36, 239-245
22. Fallik, E., Sharon, T., Feng, X. and Lurie, S. (2001) Ripening characterization and decay development of stored apple after a short pre-storage g hot water rinsing and brushing. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 2, 127-132
23. Park, N.P., Choi, E.H. and Lee, O.H. (1970) Effect of the treatment of coating materials and gibberellin on the storage of apples. *J. Korean Hort. Sci. Tech.*, 7, 15-19
24. Seo, J.Y., Kim, E.J., Hong, S.I., Park, H.W. and Kim, D.M. (2005) Respiratory characteristics and quality of Fuji apple treated with mild hot water at critical conditions. *J. Korean Food Sci. Technol.*, 37, 372-376
25. Park, J.D., Hong, S.I., Park, H.W. and Kim, D.M. (1999) Modified atmosphere packaging of 'Tsugaru' apple (*Malus domestica* Borkh) for distribution. *Korean J. Postharvest Sci. Tech.*, 6, 357-364
26. Breatly, C.O. (1939) Loss of ascorbic acid from tangerines during storage on the market. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 37, 526-529
27. Park, H.W. and Kim, D.M. (2000) Effect of functional MA packaging film on freshness extension of 'Fuji' apples. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 29, 80-84

(접수 2006년 10월 9일, 채택 2007년 1월 26일)