

최소가공 단호박 (*Cucurbita maxima* Duchesne) 제품의 저장 중 품질 특성

이진숙 · 박연주 · 황태영 · 김인호* · 김수일** · 문광덕
한국식품개발연구원*, 경북과학대학 포장과**, 경북대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Minimally Processed Sweet-pumpkin during Storage

Jin-Suk Lee, Yoen-Ju Park, Tae-Young Hwang, In-Ho Kim*, Su-Il Kim** and Kwang-Deog Moon

*Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

**Department of Packaging, Kyungpook College of Science, Kyungpook 718-851, Korea

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of browning inhibitor and vacuum packaging on minimally processed sweet pumpkin. The browning inhibitors were 1% of ascorbic acid, citric acid, NaCl, MgCl₂ and their combination. For the minimal processing, sweet pumpkin was sliced and strip-cut followed by dipping in the solution of browning inhibitor. Effective browning inhibitors for slice sweet pumpkin were ascorbic acid, NaCl and MgCl₂, and those for thin strip were combination and ascorbic acid. The hardness of minimally processed sweet-pumpkin repeated increasing and decreasing and decreased in the final of storage. However the change pattern of hardness was different according to cutting method. Magnesium chloride treatment was generally high grade on sensory characteristics. Sweet pumpkin treated with citric acid was distinguished on carbon dioxide generation and oxygen exhaustion.

Key words : Minimal processing, Sweet-pumpkin, browning inhibitors, packaging

서 론

단호박은 고냉지 작물로서 밤호박이라고도 하는데 그 맛이 밤과 고구마를 섞어 놓은 듯하지만 밤보다 당도가 좋으며 고구마보다 속이 알차다. 현재 국내에서는 찌서 먹는 것과 죽으로 만들어 먹는 것으로만 사용되나 일본에서는 각종 찌개, 생선조림 등에 넣거나 절임류로 만드는 등 부식용으로 사용되고 있으며 최근 들어 우리 나라에서도 생산과 소비가 꾸준히 늘고 있어 고구마나 감자의 대체 작물로서 여러 가지 조리법이 개발되어 알려지고 있다. 또한 주목받고 있는 기능성 소재 중 항암 효과와 관련된 성분으로 알려진 β-carotene의 함량이 높아 관심을 끌고 있으며 그 외에도 비타민 A 및 이의 전구물질인 카로티노이드류, 미량원소로서 Ca, Na, P 등의 영양소를 다량 함유하고 있을 뿐 아니라 구성 당류의 높은 소화 흡수성 및 풍부한 섬유질 등 영양학적으로 대단히 중요한 식품이다(1-3).

한편 단호박은 일반 호박에 비해 껍질이 매우 두껍고 단

단하여 소비시 이용에 불편한 단점을 가지고 있는데 이러한 이용의 불편이성은 최근의 소비 경향에 부응하지 못하여 단호박의 소비 증대를 저해하는 요인으로 작용할 수 있다. 이러한 단점은 최근 각종 과일 및 채소류에 대해 응용되고 있는 최소가공 기법의 응용을 통해 해결할 수 있게 되었는데, 단호박을 박피하고 세절하여 소포장 판매하는 형태 등이 바로 그 예이다. 최소가공기술이란 과일 및 채소류의 신선한 품질과 편의성에 대한 소비자들의 욕구를 충족시키고, 이들 신선물의 유통시 충분한 저장수명을 가지도록 하는 최소한의 가공기술을 의미한다(4,5). 따라서 이러한 신선 과채류에 대한 소비증대와 소비자 욕구에 부응하는 제품을 위한 최소가공기술에 관한 연구도 함께 활성화되어, 많은 제품이 유통되고 있으며 이에 관한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 단호박에 적용되는 최소가공의 형태는 주로 박피 후 절단한 것을 진공포장하여 냉장 진열대에서 판매하고 있는 것이 주를 이루는데 현재까지 이러한 단호박의 최소가공 제품에 대한 연구는 전무한 형편이며 저장 중 진공의 풀림 현상, 과육의 변색, 미생물 번식 및 조직의 연화 등이 문제로 지적되고 있다.

따라서 본 연구에서는 수요가 증대하고 있는 단호박에 최소가공 기술을 적용하여 고품질의 신선편이 제품을 제조하고

Corresponding author : Kwang-Deog Moon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University 1370, Sankyuk-Dong, Daegu 702-701, Korea
e-mail : kdmooon@knu.ac.kr

자 하였으며 단호박의 고품질 유지에 적합한 각종 전처리를 행하고 포장하여 저온 저장 중 그 품질 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 단호박은 2001년 수확된 것을 대구의 시장에서 구입 후 4℃ 냉장 보관하면서 시료로 사용하였다.

최소가공 처리

세척한 단호박은 불순물을 제거한 후 박피하고 0.5 cm 두께의 절편으로 절단하였다. 또한 절단한 시료를 다시 두께 0.5 cm로 채썰기 하여 실험에 사용하였다. 준비한 시료는 예비실험을 통해 갈변저해 효과가 인정된 1% ascorbic acid, 1% citric acid, 1% NaCl, 1% MgCl₂, 1% combination 용액(ascorbic acid, citric acid, NaCl 및 MgCl₂를 각각 동량으로 혼합하여 조제)에 각각 3분간 dipping한 후 물기를 제거하였다.

진공포장 및 저장

절단 및 침지 처리 후 drain을 실시한 단호박은 각각 진공포장용 포장지(NY+PE+LLD, 19 cm × 30 cm, 10 μm)에 130 ± 10 g 씩 담고, 진공포장기(Leepack M-1E, 한국전자공업)를 이용, 진공포장을 행하였으며 이를 4℃에서 저장하면서 품질조사 실험에 이용하였다.

중량감소율

중량감소율은 전처리 직후 시료의 중량에서 저장 중인 시료의 중량을 측정 시 중량으로 하여 두 값의 차이를 처리 직후 중량에 대한 백분율로 나타내었다.

갈변도

표준백색판(L = 97.79, a = -0.38, b = 2.05)으로 보정한 colorimeter(Minolta, CR-200, Japan)를 사용하여 시료 표면의 세 부분에 대해 색도를 측정하고 그 결과를 각각 Hunter's value인 L, a 및 b값으로 나타내었다. 또한 L 값을 이용하여 다음의 식과 같이 ΔL값으로 갈변의 정도를 나타내었다.

$$\text{Degree of Browning} = [(L_{\text{initial}} - L_{\text{measurement}}) / L_{\text{initial}}] \times 100$$

과육 경도

과육 경도는 각 처리구에서 임의로 20개씩 취하여 측정 압력이 1 kg인 과실 경도계(日本竹村工業, Hardness Tester FHM-1, Japan)를 사용하여 측정하고 그 결과를 평균값으로 나타내었다.

호흡 특성

최소가공한 단호박 제품의 호흡 특성을 조사하기 위해 전처리 및 진공포장 후 저장 중 포장 내의 이산화탄소와 산소의 방출량 및 소모량을 조사하였다. 이산화탄소와 산소의 변화는 gas analyzer(280 Combo, David Bishop Instruments, England)를 이용하여 측정하였다. 즉, 각 조건별 저장 중 포장 내 공기를 gas tight syringe로 각각 1 ml를 취하여 저장 중 포장지 내부의 CO₂와 O₂의 성분 비율을 조사하였다.

결과 및 고찰

중량감소율

최소가공 처리에 따른 저장 중 중량감소율은 모든 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었으며 전반적으로 중량감소율은 슬라이스 처리 시 보다 채썰기한 경우 더욱 크게 나타났다(Fig. 1). 한편 가장 큰 중량감소율을 보인 ascorbic acid 처리구는 저장 10일경에 가장 현저한 중량감소율을 보였는데 이는 저장 중 즙액 발생과 관련이 있는 것으로 보인다. 본 실험의 결과 citric acid 및 과 NaCl 및 MgCl₂을 처리한 경우 중량감소율이 처리하지 않은 구에 비해 낮게 나타나 이러한 전처리가최소가공 단호박 제품의 중량감소율을 효과적으로 저해하는 것으로 생각되었다.

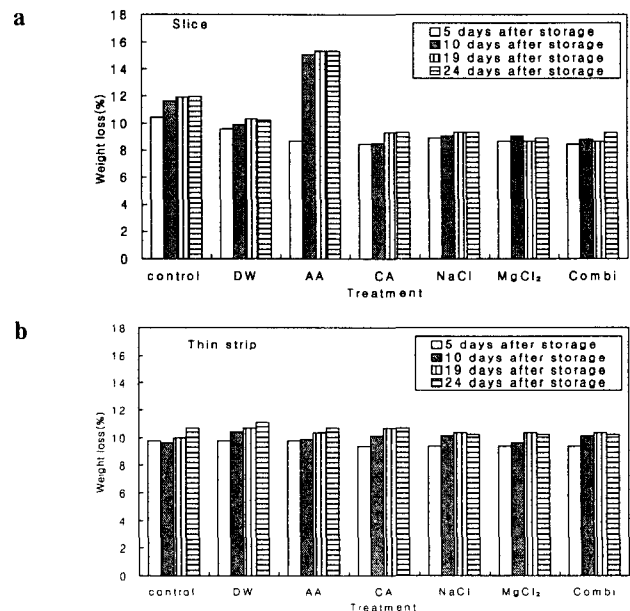


Fig. 1. Weight loss in minimally processed sweet-pumpkin during storage at 4℃.

a: slice, b: thin strip, *DW: distilled water, AA: ascorbic acid, CA: citric acid, NaCl: sodium chloride, MgCl₂: magnesium chloride, Combi: mixture of ascorbic acid, citric acid, sodium chloride and magnesium chloride(1:1:1:1), The concentration of all browning inhibitor was 1%.

갈변도

슬라이스 및 채썰기한 단호박 제품의 저장 중 갈변도의 변화는 Fig. 2와 같다. 저장 기간의 경과에 따라 무처리구 갈변도의 지속적인 증가와 달리 전처리를 행한 다른 구들의 갈변도는 저장 초기 일시적으로 증가하였다가 저장 후기로 갈수록 오히려 감소하였다. 슬라이스의 경우 ascorbic acid와 NaCl 및 MgCl₂로 처리한 구가 가장 좋은 갈변 저해 효과를 나타내었으며 citric acid로 처리한 경우 대조구보다 심한 갈변 현상과 함께 과육의 연화 현상도 관찰되었다. 이러한 현상은 신선절단한 감자에서도 나타나고 있었다(6). 채썰기한 단호박의 저장 기간 중 갈변도의 변화에서는 혼합물의 경우와 ascorbic acid가 가장 효과적인 갈변 저해를 나타내었으며 특이적으로 음의 저해율을 나타내기도 하였다. 이는 각종 저장 시 발생하는 과육 표면의 건조 현상에 의해 일시적으로 백색도가 증가하여 나타나는 현상으로 저장 후기에 두드러졌다. Sulfite 대체물질로 알려진 ascorbic acid는 효소적 갈변에서 quinone을 환원시켜 주기 때문에 갈변반응을 효과적으로 저해한다는 보고(7,8)가 있는데 단호박에서도 같은 결과를 나타내었다. 한편 citric acid의 경우 단호박 표면의 갈변저해 효과가 크지 않은 것으로 나타났다.

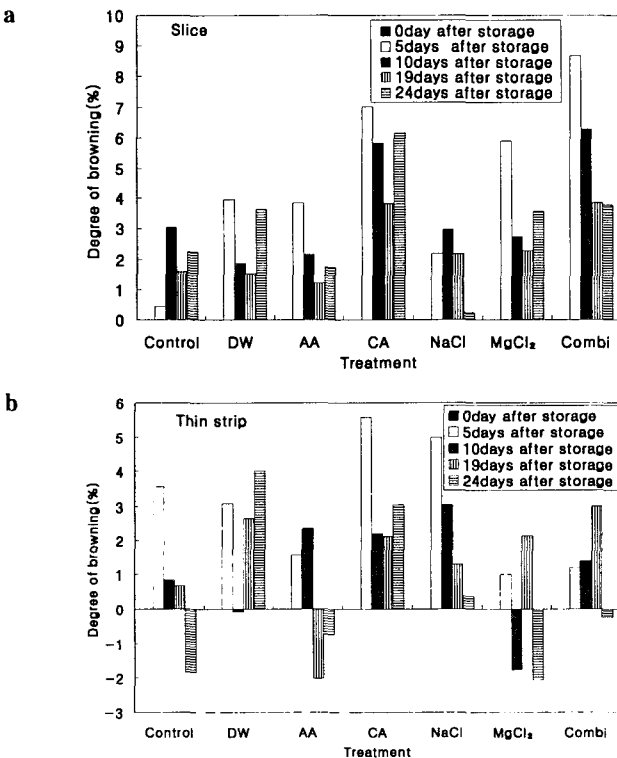


Fig. 2. Degree of browning in minimally processed sweet-pumpkin during storage at 4°C.

a: slice, b: thin strip, *DW: distilled water, AA: ascorbic acid, CA: citric acid, NaCl: sodium chloride, MgCl₂: magnesium chloride, Combi: mixture of ascorbic acid, citric acid, sodium chloride and magnesium chloride(1:1:1:1), The concentration of all browning inhibitor was 1%.

과육 경도

저장 중 과육의 경도는 증감을 반복하고 있으나 결론적으로 저장 후기에는 저장 초기에 비해 경도가 감소하였으며 절단 형태에 따라 다른 양상을 나타내고 있다(Fig. 3). 슬라이스의 경우 전처리를 행한 경우 오히려 경도가 증가하는 것을 볼 수 있으나 채썰기한 경우 전처리를 행할 경우 경도가 감소가 현저하였다. 이는 절단에 따른 과육 조직의 물리적 손상 부위에 전처리 용액의 부가적인 상해로 인한 것으로 사료된다. 특히 채썰기한 경우 저장 후기로 갈수록 현저한 경도의 감소를 나타내었으며 관능적인 관찰 결과에서도 같은 양상을 보여 저장 후기 과육 연화로 인한 짓무름 현상 및 과즙의 용출 현상이 심화되었다.

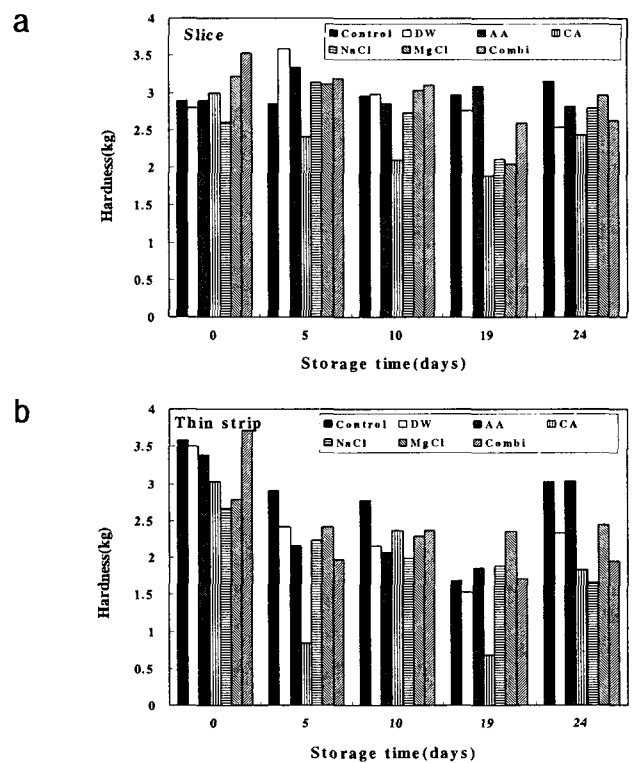


Fig. 3. Changes of hardness in minimally processed sweet-pumpkin during storage at 4°C.

a: slice, b: thin strip, *DW: distilled water, AA: ascorbic acid, CA: citric acid, NaCl: sodium chloride, MgCl₂: magnesium chloride, Combi: mixture of ascorbic acid, citric acid, sodium chloride and magnesium chloride(1:1:1:1), The concentration of all browning inhibitor was 1%.

호흡 특성

최소가공한 단호박의 전처리에 따른 산소 소모량과 이산화탄소의 발생량을 측정된 결과는 Fig. 4 및 Fig. 5와 같다. 전처리 후 단호박의 호흡 양상을 살펴보면 이산화탄소의 발생량은 citric acid를 처리한 경우 가장 많았으며 이는 산소 소모량도 가장 높게 나타났다. 또한 ascorbic acid의 경우 저

장 초기에는 호흡률이 높았으나 저장 후기로 갈수록 오히려 완화되는 경향을 나타내었다. 일반적으로 과육에 손상을 입은 경우 무처리에 비해 호흡률이 증대되며 전처리 방법, 가식성 코팅과 같은 방법을 적용함에 따라 이차적인 호흡을 조절할 수 있는 것으로 보고되고 있다(9-12). 본 연구결과에서도 각 물질의 혼합물(combination)을 처리할 경우 저장 후기로 갈수록 오히려 이산화탄소의 방출량이 가장 낮게 나타나 이러한 원리가 적용될 수 있음을 보여주고 있다. 그러나 신선절단 과채류의 경우 가공정도가 커질수록 손상 및 상처에 의한 호흡과 증산작용이 활발해지고 품질열화가 발생하게 된다(13-16). 한편 과육의 손상이 심화되는 채썰기의 경우 전처리가 과도하게 되어 오히려 이산화탄소의 방출량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 따라서 최소가공한 단호박의 호흡을 적당히 조절하기 위해서는 절단 방법 및 손상 정도에 대한 고려가 선행되어야 할 것이다. 또한 이산화탄소 방출량이 적게 나타난 혼합구의 처리는 가용성 고형분 함량의 변화도 다른 처리구에 비해 작게 나타난 것으로 볼 때 이러한 처리가 절단면의 기체 교환을 제한하여 호흡으로 인한 이산화탄소를 축적시켜 호흡으로 인한 영양성분들의 감소를 제한한 것으로 생각된다.

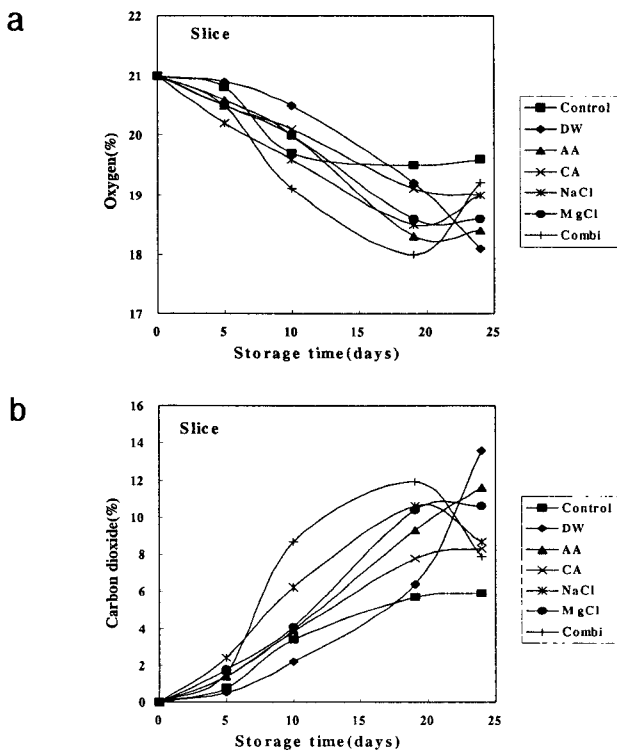


Fig. 4. Changes of gas composition in minimally processed sweet-pumpkin(slice) during storage at 4°C.

a: O₂, b: CO₂, *DW: distilled water, AA: ascorbic acid, CA: citric acid, NaCl: sodium chloride, MgCl₂: magnesium chloride, Combi: mixture of ascorbic acid, citric acid, sodium chloride and magnesium chloride(1:1:1:1), The concentration of all browning inhibitor was 1%.

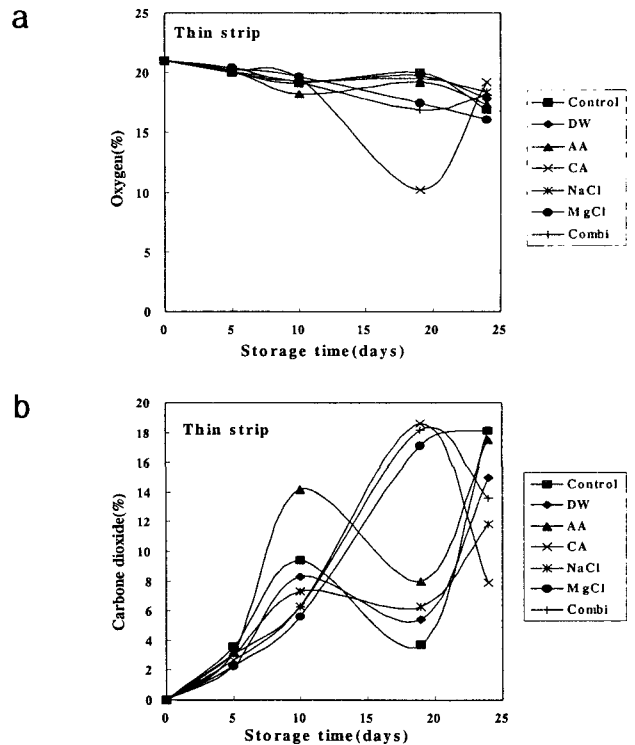


Fig. 5. Changes of gas composition in minimally processed sweet-pumpkin(thin strip) during storage at 4°C.

a: O₂, b: CO₂, *DW: distilled water, AA: ascorbic acid, CA: citric acid, NaCl: sodium chloride, MgCl₂: magnesium chloride, Combi: mixture of ascorbic acid, citric acid, sodium chloride and magnesium chloride(1:1:1:1), The concentration of all browning inhibitor was 1%.

요약

각종 전처리 및 진공포장이 최소가공한 단호박 제품의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 ascorbic acid, citric acid, NaCl, MgCl₂ 및 이들의 혼합조성물(1:1:1:1)을 슬라이스와 채썰기로 최소가공한 단호박에 처리하여 진공 포장한 후 저온저장 하였다. 최소가공 처리에 따른 저장 중 증량감소율은 모든 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었으며 슬라이스 처리 시 보다 채썰기한 경우 더욱 크게 나타났다. 한편 ascorbic acid 처리구는 전 시료 중에서 가장 큰 증량감소율을 나타내었으며 저장 10일경에 가장 현저한 증량감소율을 보였다. 갈변저해 효과는 슬라이스의 경우 ascorbic acid와 NaCl 및 MgCl₂로 처리한 구가, 채썰기의 경우 혼합조성물과 ascorbic acid가 가장 효과적이었다. 저장 중 과육의 경도는 증감을 반복하고 있으나 결론적으로 저장 후기로는 저장 초기에 비해 경도가 감소하였으며 절단 형태에 따라 다른 양상을 나타내어, 슬라이스의 경우 전처리를 행한 경우 오히려 경도가 증가하는 것을 볼 수 있으나 채썰기한 경

우 전처리를 행할 경우 경도가 감소가 현저하였다. 최소가공 단호박의 호흡 양상을 살펴보면 이산화탄소의 발생량은 citric acid를 처리한 경우 가장 많았으며 이는 산소 소모량도 가장 높게 나타났다. 또한 ascorbic acid의 경우 저장 초기에는 호흡률이 높았으나 저장 후기로 갈수록 오히려 완화되는 경향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 2001년 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며 연구비 지원에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 조재선 (1993) 식품재료학, 문운당, p.162
2. 정동효 (1998) 식품의 생리활성, 전진문화사, p.95
3. Heo, S.J., Kim, J.H. and Moon, K.D. (1998) The comparison of food constituents in pumpkin and sweet-pumpkin. *Korean J. Dietary Culture*, 13, 92-96
4. Charles, C.H. and Harold, R.B. (1989) Processing and distribution alternatives for minimally processed fruit and vegetable. *Food Technology*, 43, 124-127
5. Watada, A.E., Abe, K. and Yamauchi, N. (1990) Physiology activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technology*, 44, 116-122
6. Hwang, T.Y., Son, S.M. and Moon, K.D. (2002) Screening of effective browning inhibitors on fresh-cut potatoes. *Food Science and Biotechnology*, 11(4), 397-400
7. Gunes, G. and Lee, C.Y. (1997) Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. *J. Food Sci.* 62, 572-582
8. Weller, A., Sims, C.A., Matthews, R.F., Bates, R.P. and Brecht, J.K. (1997) Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *J. Food Sci.* 62, 256-260
9. Drake, S.R., Fellman, J.K. and Nelson, J.W. (1987) Postharvest use of sucrose polyesters for extending the shelf-life of stored 'Golden Delicious' apples. *J. Food Sci.* 52, 1283-1285
10. Kim, B.S., Hyun, N.U. and Nahmgoog, B. (1999) Effect of pressure cooling for quality of 'Tsugaru' Apple during Storage at different temperature. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6, 371-375
11. Lee, K.S., Lee, J.C., Lee, J.K., Han, K.H. and Oh, M.J. (2000) Shelf-life of red chili pepper on MA and CA storage. *Korean J. Post. Sci. Tech.* 7, 139-144
12. Oh, D.H., Ham, S.S., Lee, S.Y., Kim, S.H. and Hong, J.K. (1997) Effect of organic acids and packaging on the quality of Aster scaber during storage. *Korean J. Food Sci. Tech.* 29, 57-64
13. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30, 278-282
14. Lee, J.B. and Choi, J.U. (1997) Effect of CA storage conditions on the internal breakdown of fuji apple fruits under CA storage. *Korean J. Post. Sci. Tech.* 4, 227-235
15. Sapers, G.M., Cooke, P.H., Heidel, A.E., Martin, S.T. and Miller, R.L. (1997) Structural changes related to texture of pre-peeled potatoes. *J. Food Sci.* 62, 797-803
16. Moon, K.D. (1999) Screening and application of antibrowning agents for minimal processing of apples. *Proceeding in international symposium on storage and distribution of agricultural commodities and their engineering approach by Korean J. Post. Sci. Tech.* 91-108.

(접수 2003년 1월 30일, 채택 2003년 2월 18일)