

상추 저장에 미치는 온도, 포장재료 및 유공 필름의 영향

이정수 · 정대성 · 최지원 · 조미애 · 이윤석² · 전창후^{1*}
원예연구소, ¹서울대학교 농업생명과학대학, ²연세대학교 패키징학과

Effects of Storage Temperature and Packaging Treatment on the Quality of Leaf Lettuce

Jung-Soo Lee, Dae-Sung Chung, Ji-Weon Choi, Mi-Ae Jo, Youn-Suk Lee²
and Chang-Hoo Chun^{1*}

National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Korea

¹Department of Horticultural Science, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

²Packaging Department, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

Abstract

The effects of packaging treatments with either low density polyethylene (LDPE) or polypropylene (PP) films on the quality of leaf lettuce were evaluated. It was also stored within a plastic bag (LDPE and PP films) with 4 perforated holes (6 mm diameter). Changes in weight loss, color difference, anthocyanin, chlorophyll, water content, and general appearance (shape of lettuce) were investigated. Total weight of leaf lettuce packaged within non-perforated films decreased slowly over the storage periods at 5 and 20 °C. The weight loss of leaf lettuce showed no significant difference between non-perforated and perforated films at 20 °C. General appearance in leaf lettuce stored at 20 °C was not significantly affected by packaging treatments with LDPE and PP films. The shelf life of non-packaged leaf lettuce at 5 °C was 8 days, whereas packaging treatments with LDPE and PP films showed freshness in leaf lettuce for 30 days of storage. Total chlorophyll and water contents of leaf lettuce packaged within perforated and non-perforated films decreased gradually during storage. However, no remarkable changes in color difference, levels of chlorophyll and anthocyanin, and water contents were observed in leaf lettuce packaged within perforated and non-perforated films. In this experiment, leaf lettuce packaged within LDPE or PP films without any punching holes at 5 °C was the most desirable for extending the quality. These results suggest that non-perforated packaging treatment in combination with low storage temperature could be effective in prolonging the shelf life of leaf lettuce

Key words : packaging material, perforated film, lettuce, shelf life

서 론

상추와 같은 엽채류는 주년공급이 되는 작물이지만, 수확 후 품질저하가 쉽게 일어나기 때문에 유통 중 선도유지를 위한 방법 및 포장 재료에 대한 연구가 필요하다(1). 상추의 재배면적은 6,791 ha로 작형의 분화가 잘되어 있어 주년적인 공급에 무리가 없는 작물로서(2, 3) 쌈채소로 많이 이용되고 있으며 영양학적으로 비타민 A, 미네랄 및 철분이

풍부한 채소로 알려져 있다(4). 상추 저장은 0°C 온도에서 98~100%의 상대습도가 적절한 조건으로 알려져 있는데(5), 원예 산물의 저장이나 유통 시에 온도 조절 및 습도조절이 어렵고, 수분손실에 의한 품질저하로 이어진다(6). 따라서, 선도유지를 위해 청과물은 필름 등으로 포장을 해서 판매를 한다. 실제 유통현장에서는 채소는 증산량이 많아 필름에 적당한 밀도로 구멍을 뚫어 많이 이용되고 있는데(7) 포장 방법이나 재료에 대한 연구는 주로 무공 필름을 이용한 저장성 연구가 많이 이루어지고 있다(1, 8, 9). 현재 소포장 재료로서 유공필름을 많이 이용하는 이유는 주로 결로로 인한, 포장재 안에 물기가 생겨 소비자가 상품구입

*Corresponding author. E-mail : changhoo@snu.ac.kr,
Phone : 82-02-880-4567, Fax : 82-02-873-2056

을 꺼려하고 물기로 인해 품질저하 및 위생에도 문제가 생길 수 있기 때문이다(10). 또한 농가에서와 같이 세척을 하지 않고 포장하면 상온의 짧은 기간에서 부패할 가능성도 높아지기 때문이다(11). 유공 필름은 소포장 자재로 가장 많이 이용되고 있으나, 이러한 부분에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 저장 조건에 따른 필름 종류별, 유공 및 무공 필름을 이용하여 저장할 경우 이에 따른 품질 변화와 저장성에 미치는 영향을 알아보하고자 하였으며, 이후 포장재의 수분 손실 방지 및 상품성 유지 방법에 대한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 이용된 상추는 경기도 수원지역 농가에서 재배된 '삼선적축면'(홍농)으로 2005년 9월 27일에 정식하여 11월 6일에 수확한 것을 이용하였다. 수확 후 저장온도는 상온(20.2±2.4℃, 평균습도 22%)과 저온(5.0±1.0℃, 평균습도 60%)에 처리별로 4반복씩 저장하였다.

포장방법

포장은 필름 종류(low density polyethylene film과 polypropylene film)와 구멍 천공(Φ 6 mm×4개) 여부에 따라 유·무공 필름으로 나누어 가로 32 cm, 세로 22 cm, 두께 0.05 mm 크기 봉지에 상추를 150 g씩 넣어서 저장고에 입고 하였으며, 대조구로 무포장을 두어 5℃에서 저장하였다.

중량 변화(감모율)

저장중 중량 변화는 증상 및 호흡에 의해 감모가 일어나는데(9), 감모는 입고시 중량에 대한 백분율로 표시하여 감모율을 2일 간격으로 조사하였다.

색상 변화

색차계(CR-300, Minolta)를 이용하여 색상차를 측정하였다. 색상차는 Hunter Lab(12) 보고를 참고로 하여 ΔE를 구해 4일 간격으로 조사하였다.($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$: trace=0~1.5; appreciable=1.5~6.0; much= 6.0~)

색소 함량 측정

안토시아닌은 Tiber 등(13)의 방법에 따라 상추(10 g)를 1% HCl이 들어있는 Methanol(20 mL)에 마쇄해 거름종이(Advantec, No. 2)에 거른 후 1%의 HCl 용액을 사용하여(1%의 HCl)에 25 mL로 정용해서 spectrophotometer(DU650, Beckman coulter)를 이용하여 535 nm에서 흡광도를 측정후 다음 식에 의해 계산 하였다.

Total anthocyanin concentration(mg · L⁻¹)=

$$\frac{Abs_{535} \times mol.wt \times 10^3 \times V}{e}$$

여기에서 Abs₅₃₅ : 535nm에서의 흡광도

mol. wt: cyanidin-3,5-glucoside 의 분자량 664.5 g

V : 희석부피

e : extinction coefficient

클로로필은 Park 등(14)의 방법과 같이 DMSO 10 mL에 신선조직 100 mg을 넣고 65℃ 수조에서 30분간 침출후 spectrophotometer(DU650, Beckman coulter)를 이용하여 흡광도 측정후 다음식에 의해 계산 하였다.

Total chlorophyll concentration(g · L⁻¹)=

$$0.0202 \cdot Abs_{645} + 0.00802 \cdot Abs_{663}$$

여기서 Abs는 흡광도를 의미한다.

수분 함량 측정

상추 엽 10매를 기준으로 4일 간격으로 105℃ 건조법에 의해 생체중과 건물중을 조사하여 수분함유량을 조사하였다.

신선도 평가

상추의 외관에 의한 품위 변화는 정(1)의 방법을 참고로 하여, 실험재료를 상등 급에서 하등 급까지 4단계를 두어 2일 간격으로 조사하였다.(선도 기준 : 6=매우 신선, 수확당 시와 비슷, 4=선도 약간 저하, 광택 비슷, 2= 선도저하, 변색, 연화 시작 0=부패시작, 식용불가, 상품성 상실)

결과 및 고찰

중량 변화(감모율)

상추 저장 중 포장재료 및 저장 조건에 따른 중량 감모율을 Fig. 1에 나타내었다. 상추의 감모율은 무포장(control)이 가장 감모율이 컸으며, 저장온도, 천공 여부, 필름 종류 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다. 중량 감모율은 무포장 상추를 저온(5℃)에서 저장하는 경우 저장 8일후에는 25.5%까지 떨어지는 급격한 변화를 보였다. 온도에 따른 감모율은 상온에 저장이 저온저장(5℃)보다 변화 정도 폭이 더 커서, 상온에서 저장 10일후 감모율이 5.1%(유공필름)이고 저온에서는 1.4%만이 감모하였다. 필름의 구멍 유무에 따른 감모율은 유공 PP필름(상온 저장)이 10일후에 5.1%인데 반해 무공 필름은 1.1%이었으며, 저온 저장에서도 변화 폭이 작으나 상온 저장과 같은 경향을 보여주어서 필름의 천공여부가 중량감소에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 필름 종류에 따라서는 상온저장의 유공 필름에서 PP필름은

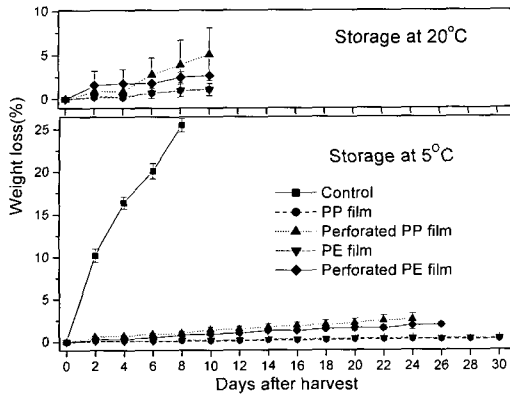


Fig. 1. Weight loss of leaf lettuce as a function of storage time at 20 and 5°C.

Data represent the mean±SE of four replicates.

감모율이 5.1%이고, LDPE필름은 2.7%였으나 무공 필름은 차이가 없었으며, 저온 저장의 경우는 필름 종류에 따른 변화폭이 더 작았다. 따라서, 유공필름일 경우는 PP필름과 LDPE필름간에 다소 차이를 보였으나 무공의 경우는 필름 종류에 따른 감모율의 차이를 보이지 않았다. Jung 등(15)은 토마토 저장시 필름 포장을 하면 수분의 증발이 억제되어 저장력이 향상된다고 하였으며, 포장방법에 따라 진공포장, 수축포장, 유공포장, 무포장 순으로 중량감소가 적었으며 저장력도 향상된다고 보고하였는데, 상추에서도 이와 유사한 결과로 저장 온도의 요인을 제외한 포장방법에 따라서는 무공포장, 유공포장, 무포장순으로 신선도가 유지되는 결과를 보여주었다. 따라서, 상추와 같은 엽채류는 중량감모 면에서 살펴볼 때 유통이나 저장시 무공필름이 유공필름 보다 유리할 것으로 생각된다.

신선도의 변화

상추 저장 중의 신선도는 중량 감모율과 같은 경향으로 무포장 처리를 제외하면 저장온도가 가장 큰 영향을 미치며, 필름 구멍의 유·무 및 필름의 종류순으로 영향이 받은 것으로 나타났다(Fig. 2). 온도별로는 저온 5°C에서 저장하면 상온에서 저장할 경우 보다는 저장성이 좋아 30일이 경과 시까지도 무공 LDPE 및 PP 필름은 어느 정도 상품성이 유지되었다. 그러나, 20°C(RT)에서 저장하는 경우에는 저장 10일후에는 필름의 종류 및 필름의 천공 여부에 상관없이 외관변화 등의 품질이 크게 떨어졌다. 저온에서 저장시 필름의 구멍여부에 따라 신선도의 차이가 나서 유공 LDPE 필름은 26일, 유공 PP필름은 24일까지 저장할 수 있었으나, 무공 필름은 필름의 종류와 관계없이 30일이 경과 시에 비슷한 경향으로 선도가 저하되면서 상품성이 떨어졌다. Jeong 등(1)의 토마토 실험에서 상온에 저장할 경우 무포장이나 유공 필름 포장으로 포장저장을 하여도 대사현

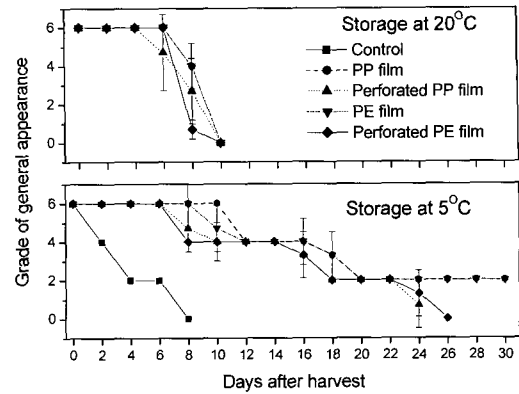


Fig. 2. Changes in general appearance of leaf lettuce as a function of storage time at 20 and 5°C.

Grade from sensory evaluation table : 6(excellent), 4(good), 2(poor) and 0(very poor) Data represent the mean±SE of four replicates.

상이 일어나 선도유지 기간에 차이가 없는 것으로 보고 하였는데, 상추의 경우도 상온에서는 포장 방법 및 필름 처리간의 저장기간별 신선도 차이를 보이지 않았다. 따라서, 상추는 무포장 보다는 필름 저장하는 것이 신선도를 더 유지시킬 수 있었으며, 저온에 저장하는 것이 보다 효과적인 것으로 나타났으며, 무공 필름이 유공 필름보다 신선도가 더 유지되었다. Kim 등(9)은 부추에서 MA 저장에 많이 이용되는 필름으로 밀봉하면 수분감소 및 중량감소가 일어나 필름재료에 따른 저장수명의 차이가 없다고 하였는데 상추도 이와 마찬가지로 필름의 종류에 따라서는 저온에 무공필름을 이용할 경우 PE 나 PP 필름 차이에 의한 외관 차이를 느낄 수 없었다.

색소 함량 변화

저장 중 포장방법 및 저장 온도에 따른 색소 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 안토시아닌의 경우 단위 생체중당 색소 함량이 다소 증가하는 경향이었으나 처리간의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 클로로필도 저장 중에 생체중당 함량이 전체적으로는 감소하는 경향이었으나 처리간의 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았다. 이는 자두에서는 저장 온도가 높아짐에 따라 안토시아닌의 함량이 뚜렷하게 증가한다는 Lee 등(16)의 보고와는 달리 상추는 저장방법이나 포장재에 따른 뚜렷한 차이를 확인할 수 없었으며, Kim(9)등이 부추에서 필름 종류에 따라 클로로필이 감소하는 차이가 다르다고 하였으나, 본 실험에서는 상추의 포장재의 종류나 그 외 포장방법 및 저장온도에 따른 색소 함량의 차이를 확인하기 어려웠다.

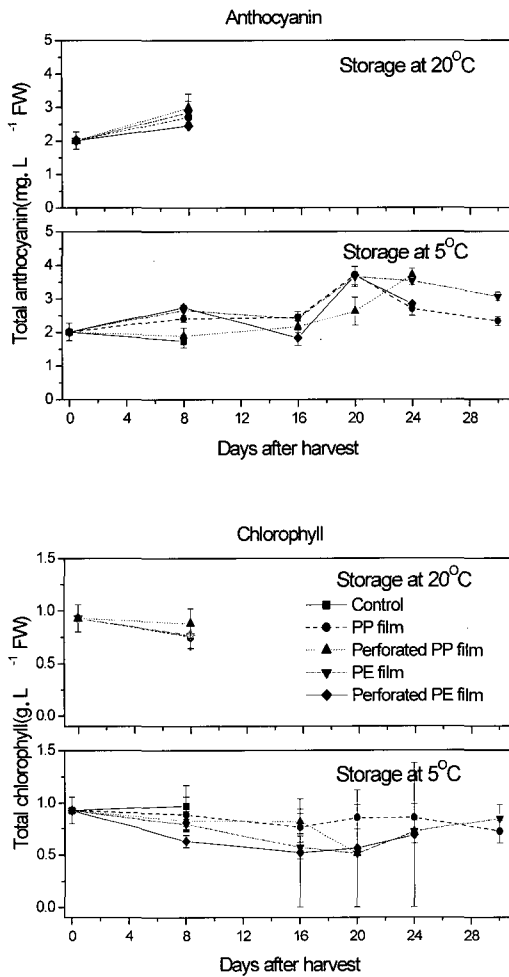


Fig. 3. Changes in anthocyanin and chlorophyll content of leaf lettuce as a function of storage time at 20 and 5°C.

Data represent the mean±SE of four replicates.

색상 변화

Fig. 4는 저장중의 포장방법에 따른 색상차이로서, 상추를 저장할 경우 저장 8일까지는 무포장을 제외한 색상변화가 정도가 비슷한 경향이였으나, 24일 정도에는 저온 저장 시 필름의 유공 필름과 무공 필름간의 색상차이가 나타나기 시작하였으며, 저장 30일에는 LDPE 필름과 PP 필름 간에도 색상차이를 보였다. 상추를 저장할 경우 색상차이의 변화는 저온에서 무공 필름에 저장하는 경우가 가장 변화가 작게 나타나는 좋은 경향을 보여주었다. 상추의 색상 변화는 안토시아닌과 클로로필의 변화에 의한 것으로 Fig. 3의 결과로 볼 때, 색소 함량의 변화가 처리에 따라 명확하지 않아, 색상 변화도 뚜렷하게 나타나지 않은 것으로 생각 된다.

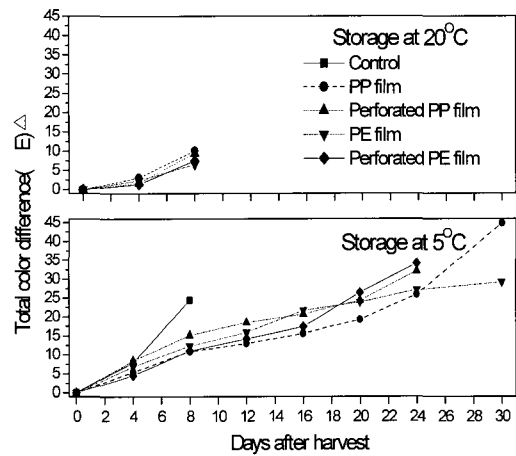


Fig. 4. Total color differences of lettuce as a function of storage time at 20 and 5°C.

Data represent the mean±SE of four replicates.

수분 함량 변화

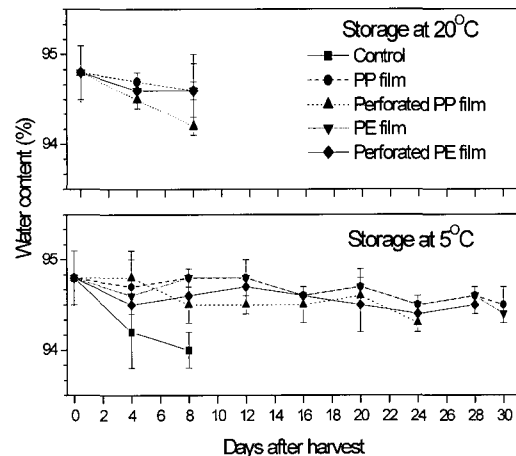


Fig. 5. Changes of water content of leaf lettuce as a function of storage time at 20 and 5°C.

Data represent the mean±SE of four replicates.

상추 저장 중에 수분 함량 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 무포장은 수분함량의 감소가 뚜렷하였으나 상온에 포장을 해서 저장한 경우는 수분 함량이 감소하나 경향이 뚜렷하지 않았으며 저온에 포장해서 저장하는 경우에는 수분함량이 무공 필름보다는 유공 필름에서 수분이 더감소하는 경향을 보여주었으나 필름재료별 LDPE 및 PP 필름 간의 차이는 뚜렷하게 보여주지 못했다. Bac 등의 보고(17)에 따르면 홍고추의 PE 필름에 포장하여 저장할시 천공 여부에 따라 저장성의 변화에 차이가 생기는데 무공 필름에서 수분 증산과 산소투과가 조절뿐만 아니라 유공 필름보다 습도가 유지

되고 증산작용이 억제되어 중량감소의 변화폭이 적고 과실 표면의 색상변화가 억제되고 상품성이 유지되었다고 하였다. 상추에서도 유공필름보다는 무공필름에서가 저장성이 좋았는데, 상추에서의 상품성 유지는 다른 청과물과 같은 색상변화보다는 수분 함량 변화와 같은 중량 감소에 의해서 기인된 것으로 생각된다.

요 약

상추의 포장 방법 및 저장 온도가 저장성에 미치는 영향을 분석하기 위하여, 저장중 감모율, 외관변화, 색상차, 안토시아닌 및 크로로필의 색소함량, 수분 함량을 측정하였다. 중량감모는 저온이라도 무포장(대조구)에서 급격히 일어났으며, 상온에서 저장할 경우, 유공 필름 순으로 중량감모가 나타났으며 LDPE와 PP 필름종류에 따라서는 30일간 저장하여도 차이가 크게 나타나지 않았다. 외관변화도 감모율과 비슷한 경향으로 대조구를 제외하면 온도, 천공 여부, 필름종류 순으로 나타났다. 상추 저장 중 색상 변화는 저장조건 및 포장방법 처리에 의한 차이가 뚜렷이 나타나지는 않았다. 저장 중 안토시아닌은 증가하는 경향이고 클로로필은 감소하는 경향이었으나 저장온도와 포장 방법에 따른 처리간의 차이가 명확히 나타나지는 않았다. 저장 중 상추의 수분 함량 감소는 상온에서는 처리간의 차이 없이 감소하는 경향이었으나 저온에서는 포장 재료에 천공여부가 영향을 미쳐 유공필름에서 수분 감소가 더 일어났으나 LDPE와 PP필름간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 본 실험 결과 상추와 같은 엽채류의 품질 유지를 위해서는 포장하는 것이 가장 효율적이며 저온에서 저장하는 것이 상품성을 유지시키는 데 효과적이며, 필름에 천공을 하면 저장성을 떨어뜨리며, 필름 재료에 따라 크게 선도에 영향을 미치지 않으므로, 천공을 하지 않으면서도 효과적으로 결로를 방지 할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Jeong, J.C., Woo, P.K., and Joon, Y.Y. (1990) Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce during low temperature storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 31, 219-225
2. National agricultural products quality management service. (2005) Agricultural and forestry statistics. at www.naqs.go.kr/statisticsInfo/statisticsInfo_03_1_2.jsp
3. 이정명. (2003) 신고 채소원에 각론, 향문사, p.373-388
4. 윤형권, 홍성식. (2004) 숨어있는 채소·과일의 매력, 원예연구소, p.48-49
5. Gross, K. (2004) The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stock, USDA. ARS. agricultural handbook 66, Washington, U.S.A., p.83
6. Paull, R.E. (1999) Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology*, 15, 263-277
7. 문원, 김종기, 이지원. (2004) 원예작물학 1, 한국 방송통신 대학, p.229-254
8. Shim, K.H., Lindsay, R.C., and Choi, J.S. (2000) Effect of package environment on keeping quality during storage in cabbage and broccoli. *Kor. J. Post-harvest Sci. Tech. Agri. Products*, 7, 33-37
9. Kim, C.B., Lee, S.H., Kim, J.S., Yoon, J.T., and Kim, T. (1999) Effects of packing materials on the keeping freshness of chinese chives at low temperature storage. *Sci. Tech. Agri. Products*, 6, 270-275
10. Wagner, P. (2001) Anti-fog additives give clear advantage. *Plastics, Additives and Compounding*, 3, 18-21
11. Lim B.S., Lee, C.S., Choi, S.T. and Kim, Y.B. (1998) Effect of pretreatment and polyethylene film packaging on storage of carrot. *RDA J. of Hort. Sci.*, 40, 83-88
12. HunterLab. (2001) Hunter L, a, b, versus CIE 1976 L*a*b*. Application note, 13, Virginia., U.S.A., p.1-4
13. Tibor, F. and Francis, F.J. (1968) Quantitative methods for anthocyanin. *J. Food Sci.*, 33, 72-77.
14. Park, J.M., Ro, H.M., Kim, Y.M., and Seong, K.C. (1996) Chlorophyll determination horticultural crops using dimethylsulphoxide. *RDA. J. Agri. Sci.*, 38, 553-557
15. Jung, G.T., Lee, G.J., Ryu, J., Na, J.S., and Ju, I.O. (1995) Effect of packaging methods on the shelf-life of tomato. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products*, 2, 147-154
16. Lee, S.H., Lee, M.S., Lee, Y.W., Yeon, H.J., Sun, N.K., and Song, Z.B. (2004) Effect of packing material and storage temperature on the quality of tomato and plum fruits. *Kor. J. Food Preservation*, 11, 135-141
17. Bae, R.N., Choi, J.H. Mok, I.G., and Jung, D.S. (2003) Effect of perforated PE film packaging and storage temperature on quality of red pepper. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 44, 49-51

(접수 2005년 7월 20일, 채택 2005년 12월 16일)