

포장 방법이 상추 품질에 미치는 영향

이정수 · 이혜은 · 이윤석¹ · 전창후^{2*}

농진청 국립원예특작과학원, ¹연세대학교 패키징학과, ²서울대학교 식물생산과학부

Effect of Packaging Methods on the Quality of Leaf Lettuce

Jung-Soo Lee, Hye-Eun Lee, Youn-Suk Lee¹ and Chang-Hoo Chun^{2*}

National Institute Horticultural & Medicinal Crop, RDA, Suwon 440-706, Korea

¹Packaging Department, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

²Department of Plant Science, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

Abstract

The effect of packaging methods on the quality characteristics of leaf lettuces was studied during storage at low temperature. Using five commercial packaging types: non-perforated PP (polypropylene) film bags, PP film roll, perforated PP film bags, PET (polyethyleneterephthalate) trays, and micro-perforated LDPE film bags, changes in color, respiration rate, and weight loss of leaf lettuces were investigated. Packaging in non-perforated PP film bags minimized color change and weight loss during storage. The leaf lettuces packaged in non-perforated PP film bags, among the five packaging choices, showed good external appearance and offered the greatest sale potential in the domestic market. However, there were no clear differences in the respiration rates of lettuces packed in various ways. The PET tray afforded very good protection of leaf lettuces from physical damage. The results indicate that the marketability of lettuces may be directly affected by the packaging modes employed, and that the optimal packaging may be non-perforated PP film bags; these keep lettuces fresh during low-temperature storage.

Key words : lettuce, packaging method, postharvest quality

서 론

원예 산물 저장에 있어 필름을 이용한 포장은 선도를 유지하는데 매우 효과적인 방법이다(1). 원예 산물은 작물 체내의 수분 함량 감소로 인해 품질 저하가 유발될 수 있는데, 필름 포장은 수분 소모 및 증산을 억제시켜 상품성을 유지하는 효과를 보인다(2). 국내 원예 산물 포장에 대한 연구는 주로 무공 필름을 이용한 저장성 연구가 많이 이루어지고 있는데(3,4), 이들 중 polyethylene(PE) 필름으로 밀봉하여 선도를 보존한 것이 많다(5,6). 밀봉 포장은 수분 손실 이외에 modified atmosphere(MA) 효과에 의해 포장내 가스 조성 변화를 통해 호흡을 낮추어 대사 작용을 억제함으로써 선도를 유지하는 효과를 보인다(7). MAP(modified

atmosphere packaging)에서 가스 환경의 조성 변화는 포장재 안에 들어 있는 농산물의 호흡 작용에 소모되는 O₂ 및 생성되는 CO₂의 양과 포장한 필름의 가스 투과 속도에 의해 결정된다(8). 그러나 국내 원예 산물의 유통 현장에서는 이러한 연구 결과와 다른 다양한 포장용 필름과 포장 방법이 체계적인 검증 결과 없이 유통 주체의 편이에 의해 사용되고 있어, 포장 형태에 따른 선도 유지 효과에 대한 검토가 필요하다고 생각된다. 엽채류 중 소포장 형태로 가장 많이 유통되는 상추는 수확 후의 높은 호흡량과 급격한 품질 저하로 인해 저장성이 매우 약하다(4). 상추의 적절한 저장 조건은 저장 온도 0°C, 상대습도 98-100%로 알려져 있으나(9), 국내의 유통현장은 많은 면에서 온도 및 습도 조절이 어렵기에 수확 후 상추의 품질 저하를 줄이는 방법으로 포장을 해서 유통하는 것이 널리 적용되고 있으나 적절한 포장 방법에 대한 비교 연구 없이 경험에 의해 활용되고 있는 실정이다. 상추의 유통 및 판매 현장에서는 무포장부

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

터 polypropylene(PP) 유공 필름백이나 polyethyleneterephthalate (PET) 용기 등의 다양한 포장 방법이 이용되고 있어, 포장 형태에 따른 선도 유지 효과의 구명이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 상추 등 엽채류의 수확 후 선도 유지를 위한 적절한 포장 방법을 구명하기 위하여, 기존의 PE 밀봉 포장 이외에 국내 유통 현장에서 널리 사용되고 있는 주요 포장 방법에 대한 검증을 실시하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 이용된 상추(‘삼선적측면’, 세미니스코리아)는 경기도 수원 지역 농가에서 2006년 7월 5일에 정식하여 8월 16일에 수확한 것을 구입하였다.

포장 형태와 저장 방법

상추의 소포장 유통 현황을 파악하기 위하여 2005년 10월 수원 지역 소재 대형 유통 매장에서 소포장되어 판매되는 14종을 수집 조사하여 Fig. 1과 같이 포장재의 종류 및 포장 방법에 따라 5가지의 포장 형태로 분류하였다. 이를 근거로 하여 실험에 이용한 포장 형태는 A형(무공)과 C형(유공)은 두께 0.03 mm의 PP필름(삼경화학공업사)을 이용한 봉지 형태(가로: 32 cm, 세로: 22 cm)를 이용하였으며, B형은 0.03 mm의 PP필름을 롤 타입으로 말아서 이용하였으며, D형은 두께 0.18 mm의 PET필름(대일특수포장)을 가로 35 cm, 세로 18.5 cm, 높이 4.2 cm의 상자형 용기를 이용하였으며, E형은 두께 0.01 mm low density polyethylene (LDPE, ㈜크린랩) 필름을 봉지형태(가로: 40 cm, 세로: 22 cm)로 만들어 사용하였다(Table 1). 그 외에 대조구로서 무포장은 필름 포장 대신에 접시형 용기에 담아 실험 하였다. 포장 형태별로 상추를 150 g씩 담아, 일반 매장에서 사용되는 쇼케이스형 냉장고(Zikor, Samsun Inc., Korea)에서 저장 온도 $7 \pm 1^\circ\text{C}$ 와 평균습도 80%의 조건하에서 저장하며 수행하였으며 실험은 3반복으로 하였다.



Fig. 1. Five major packaging types for leaf lettuce in Korean market.

¹⁾Refer to Table 1 for packaging types.

Table 1. Specification of packaging patterns on lettuce

	Packaging type	Materials	Size (cm)	Thickness (mm)
A ¹⁾	Bag type with non-perforated film	Polypropylene	32×22	0.03
B	Roll type	Polypropylene	32×22	0.03
C	Bag type with perforated film	Polypropylene	27×12	0.03
D	Box type	Polyethyleneterephthalate	35×18.5×4.2	0.18
E	Bag type with micro-perforated film	Low density polyethylene	40×22	0.01
Control	Non-packaging	-	-	-

¹⁾Refer to Fig. 1 for packaging types.

중량 감소율

입고 시 초기 중량과 3일 간격으로 측정된 중량의 차이를 조사하여 중량 감소 정도를 백분율로 나타냈다.

호흡률 측정

상추의 호흡률은 Lee 등(10)의 방법을 참고로 하여 7일 간격으로 저장 중인 상추 80 g을 1 L의 밀폐 용기 (Straight-side wide-mouth jar, Nalgene, USA)에 담아 저장 온도 7°C 의 저장고에 1시간 동안 위치시킨 후 가스를 뽑아, CO_2 가스의 축적량을 GC(HP6890, Hewlett-Packard, USA)로 이용하여 측정하고 호흡률을 구하였다. GC 가동 조건은 검출기는 thermal conductivity detector(TCD)에 온도는 150°C 이었으며 주입구 온도는 110°C 이었다. 컬럼은 자체 제작한 stainless steel column(ϕ 1/8in, 2m)에 active carbon(SK-4 carbon, Alltech, USA)을 충전하였으며 carrier가스는 He (30 mL/min)을 이용하였으며 오븐의 온도는 70°C 이었다.

색상 및 색소 함량

색상 변화는 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 7일 간격으로 측정하고, 이 값을 Hunter Lab(11) 보고와 같이 ΔE 값($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$, 0-1.5 = traceable, 1.6-6.0 = appreciable, above 6.1 = noticeable)으로 환산하여 저장 중의 색상 변화 정도를 조사하였다. 또한 엽록소 함량은 Lee 등(8)의 보고를 참조하여 엽록소계(Minolta, SPAD-502, Japan)를 이용하여 7일 간격으로 측정하여 색소 함량의 변이를 추정하는 것을 SPAD 값(Soil & plant analyzer development)으로 표시하였다(12).

외관 품위의 평가

상추의 외관 품위에 대한 조사는 Jeong 등(5), Lee 등(10), Yang(2)의 방법을 참고하여 3명의 평가원들이 색, 형태 변화, 부패 등을 처리당 2일 간격으로 3반복의 시료를 조사하며 평가하였다. 평가는 상등급에서 하등급의 4단계(6 = 수확 당시와 비슷한 정도의 선도, 4 = 선도가 약간 저하되었으

나 유사한 광택 정도, 2 = 변색과 연화가 시작되어 선도가 현저히 저하, 0 = 부패가 시작되어 상품성 상실)로 구분하였다.

결과 및 고찰

중량 감소율

상추 포장 형태별 중량 감소는 포장의 밀폐 정도가 클수록 적었다(Fig. 2). 포장 유·무 및 형태에 따른 중량 감소는 무공 PP필름으로 완전 밀봉한 포장(A형)에서 가장 낮았으며 무포장에서 가장 높아, 저장 12일째에 각각 1.0와 32.3%였다(Fig. 2). 롤 타입의 B형이 12%, 유공 필름 백인 C형과 E형 및 용기 형태인 D형이 1.6-2.1%이었다. Jeong 등(5)과 Jung 등(13)은 원에 산물을 필름으로 포장하여 저장 중의 수분 손실을 줄였다고 보고하였는데, 본 실험에서도 대조구(무포장)와 비교하여 중량 감소를 줄여 저장성을 증진시킬 수 있었다. Lee 등(1)은 상추의 저장 실험에서 PP나 PE와 같은 포장재의 차이보다 천공 여부에 따라 저장성이 좌우되어 무공 필름을 사용하였을 때 저장성이 우수하였다고 보고하여 본 실험의 결과에 부합하였다. 이를 보면 상추의 중량 감소 정도는 포장하는 것만으로도 감소하였으며 밀폐정도가 클수록 더욱 낮아졌다.

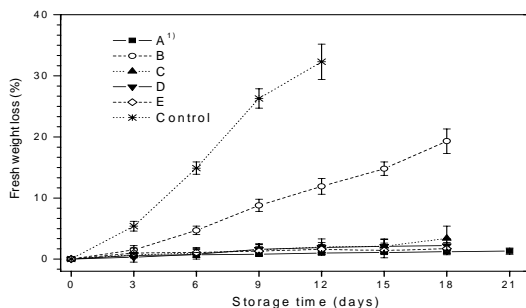


Fig. 2. Fresh weight loss of leaf lettuce as affected by packaging type at 7°C. 1) Refer to Table 1 for packaging types.

Data represent the mean \pm SE of three replicates.

호흡률의 변화

저장 기간 중의 호흡률은 모든 처리구에서 감소하였고 포장 형태에 따른 차이는 크지 않았다(Fig. 3). 저장 7일 후에는 대부분의 처리구에서 초기 호흡률의 약 1/3 수준까지 감소하였으며 특히 대조구가 다른 처리구보다 낮게 나타났는데, 이는 수분 손실에 의한 대사 작용의 저하에 인한 것으로 생각된다. 처리구간 호흡률의 차이는 저장 기간이 경과함에 따라 더욱 적어져서 저장 14일 후에는 포장 형태에 따른 호흡률의 차이는 거의 없어졌다. 포장 형태에 따른 작물의 호흡 정도 측정은 처리구간 차이를 구명하지 못했는데 포장 형태나 재료에 따른 호흡률 차이는 작물체를 직접 측정하여 영향을 살펴보는 것보다는 가스 조성의 변화 측정하여

포장의 효과를 조사하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

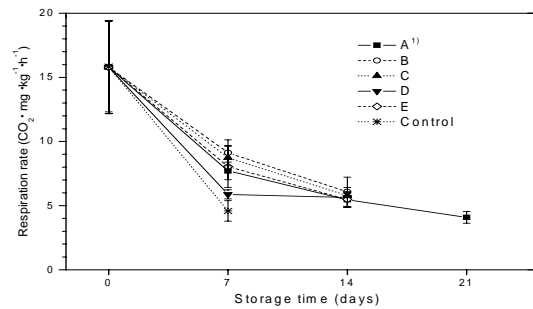


Fig. 3. Changes in respiration rate of lettuces as affected by packaging type at 7°C.

¹⁾ Refer to Table 1 for packaging types.

Data represent the mean \pm SE of three replicates.

색상 및 엽록소 수치의 변화

SPAD 값에 의한 엽록소 수치 변화는 무공 필름을 이용한 밀봉 포장(A형)에서 가장 높게 유지되었다(Fig. 4). 일반적으로 저장 기간이 경과함에 따라 엽록소 손실에 의한 황화가 진행되어 SPAD 값이 감소하는데, 밀폐 정도가 높았던 무공 밀봉 포장에서 SPAD 값이 다른 포장 형태에서보다 높았으며 그 변화폭이 작았다. 이에 반해 무포장과 밀폐 정도가 큰 롤 타입의 포장(B형)에서는 저장 14일 후의 SPAD 값이 초기치의 40%까지 크게 감소하였다. 중량 감소율에서 유사한 결과를 보였던(Fig. 2) C, D 및 E형에서는 SPAD 값의 변화 폭과 감소 정도도 유사한 경향을 나타냈다. Lee 등(14)은 클로로필 함량을 직접 측정하였으나 개체간의 차이로 인해 포장재 종류에 따른 뚜렷한 영향을 구명하지 못하였지만 SPAD 값 측정에 의한 동일 개체의 측정은 엽록소 함량에서 포장 방법에 따른 차이를 보여주었다. 본 연구의 결과로 포장 형태는 저장 기간 중의 수분 손실 뿐 아니라 색소 함량의 변화 등 상추의 품질에 크게 영향을 미치는 것이 확인되었다. 저장 중 상추의 색상차는 포장

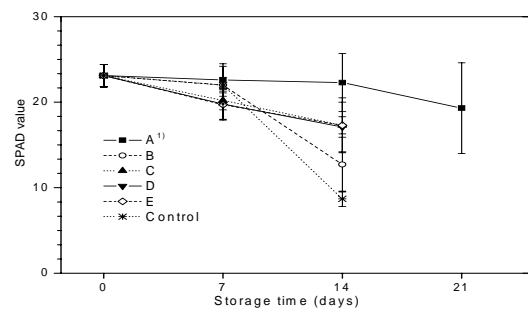


Fig. 4. SPAD value of lettuce leaves as affected by packaging type at 7°C.

¹⁾ Refer to Table 1 for packaging types.

Data represent the mean \pm SE of three replicates.

형태에 따라 차이를 보였다(Fig. 5). 무포장에서의 색상차는 저장 후 7일부터 포장 처리구와 큰 차이를 보였다. 무공의 밀봉 포장(A형)에서 가장 적은 색상차를 나타냈으며 유공 필름 포장과 같이 밀폐되지 않은 것일수록 색상차는 커졌다. 이상의 결과로 포장의 유무 및 포장 형태의 차이는 저장 중의 색상차 증가와 이에 따른 상품성 저하 정도에도 크게 영향이 미치는 것을 알 수 있었다.

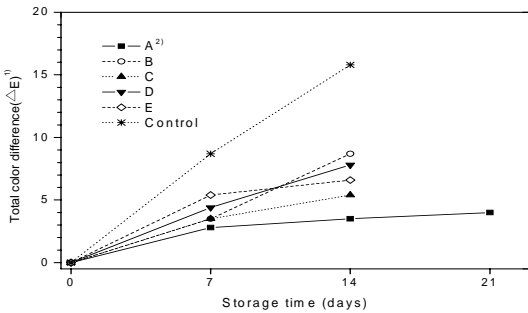


Fig. 5. Total color difference (ΔE) of lettuce in storage as affected by packaging type at 7°C.

¹⁾Total color difference : 0-1.5 = traceable, 1.6-6.0 = appreciable, above 6.1 = noticeable.
²⁾Refer to Table 1 for packaging types.

외관 품위의 평가

밀봉 포장(A형)으로 저장한 상추가 다른 포장 형태로 저장한 것보다 외관의 품위가 더 오래 유지되었다(Fig. 6). 롤 타입 포장(B형)에서의 선도 변화폭은 무포장에서와 비슷하였으며 포장 안의 상추가 급격히 시들었다. 그 외의 포장 형태(C, D 및 E형)에서의 선도에 따른 품위 변화 추세는 유사하였다. 이와 같은 상추의 선도의 변화, 즉 상품성의 감소는 포장 내의 상추 잎이 물러지는 것이 주원인이었다. 그 외에도 상추에 가해진 물리적 압력 역시 상품성에 영향을 미쳤다고 생각되었는데, 경질 필름인 PET로 상자를 만들어 포장한 D형에서 다른 포장 형태에서보다 저장 후 9일까지 선도 변화폭이 작았던 것이 이를 증명한다. 즉, PET용기 포장에서는 연질 필름을 이용한 다른 포장 형태에서보다 포장 안의 상추가 외부 충격에 의한 손실이 적었기에 상품성 유지에 유리하였다고 생각된다. 그러나 이 포장 형태에서도 저장 기간이 경과함에 따라 상추가 짓무르기 시작하고 포장 안에 물이 고이는 등 상품성이 급격히 감소되었다. 이는 연질 필름을 이용하는 포장 형태로 상추 등을 유통, 저장할 경우에는 농산물의 물리적 손상을 줄일 수 있는 방향으로 운반상자의 설계와 매장에서 진열 방법 등이 개선될 필요가 있음을 시사한다. 또한 상품성 유지를 위한 포장재를 포함한 포장 방법에 대해 원예 작물의 특성에 따라 달리 해야 할 것으로 생각된다. 다른 원예작물인 토마토에서 Park 등(15)이 포장재에 따른 선도 차이가 크지 않았고 하였으나 상추는 Jeong 등(5)의 결과와 마찬가지로 저장 중의 신선도는 포장의 유무 및 형태에 따라 크게 달라지는

것으로 나타나 작물별로 포장에 대한 고려가 달라야 할 것이다.

상추의 저장 및 유통 현장에서는 포장 내 결로에 의한 상품성 저하를 방지하려는 목적으로 유공 필름을 이용한 봉지 포장(C형)이 널리 이용되고 있는데(1,16), 본 실험에서는 무공 필름을 이용한 밀봉 포장(A형)에서 상추를 저장하는 것이 상품성 유지에 더 효과적인 것으로 밝혀졌다. 많은 유통 현장에서는 포장한 농작물이 유통 중에 결로 현상으로 인해 상품성 저하를 많이 호소하지만, 본 실험에서의 저장 중 온도 변화의 폭은 현장에서의 그것보다 작아서 포장 내의 결로 발생이 상대적으로 적었다. 따라서 수분 손실 및 호흡 억제에 유리한 포장 형태인 밀봉 포장으로 저장하며 저장 중과 유통 과정 중의 온도 변화를 최소화 시키는 방법을 강구하는 것이 상추의 상품성 유지에 가장 효과적으로 생각된다. 앞으로 포장 방법의 개발 뿐 아니라 실제 저장 및 유통 현장에서의 온도 관리 방법의 개선에 관한 체계적 연구가 함께 이루어져야 한다고 생각된다.

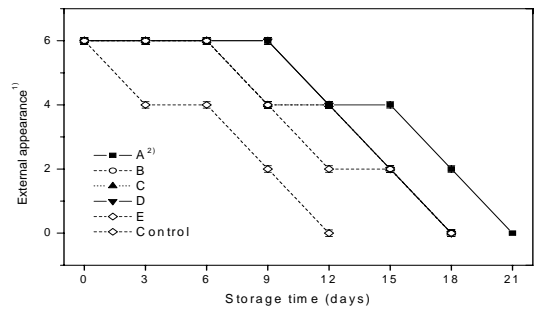


Fig. 6. External appearance of 'Geockchuckmyeon' lettuce in storage as affected by packaging type at 7°C.

¹⁾External appearance : 6 = very good, 4 = good, 2 = poor, 0 = very poor.
²⁾Refer to Table 1 for packaging types.
 Data represent the mean \pm SE of three replicates. Some error bars are masked by the symbol.

요 약

유통현장에서 다양한 포장 형태로 이용되는 상추의 포장 방법별 선도 유지 효과를 구명하고자 하였다. 현장에서 이용되는 상추의 소포장 형태를 포장재 종류 및 천공 여부, 포장 방법 등에 따라 봉지 형태의 PP 필름 무공 밀봉 포장, PP 필름 롤 타입 포장, PP필름 유공 포장, PET 상자형 용기 포장, LDPE 필름 봉지 형태 포장과 같이 5가지로 분류하였다. 포장 형태에 따라 상추를 저온에 저장하면서 중량 변화, 호흡량, 외관의 품위, 색상 변화 등을 측정하였다. 포장 형태에 따른 중량 감소는 봉지 형태의 PP 필름 무공 포장과 같은 밀폐 정도가 큰 무공필름 밀봉 형태에서가 가장 적었으며 저장 중의 엽색, 외관 및 중량의 변화폭도 가장 작아 상품성이 가장 오래 유지되었다. 반면, 롤 형태의 포장과

같이 개방 정도가 큰 포장 형태나 무포장으로 저장한 상추가 중량감소 정도, 색상 변화 및 선도 변화폭이 커 상품성이 크게 떨어졌다. 본 실험의 결과, 개방 정도가 가장 작은 밀봉 포장으로 저장하는 것이 상추 저장 중의 상품성 유지에 가장 효과적이었으며, 포장 형태의 개방 정도가 커짐에 따라 상품성의 저하가 크게 나타났다.

참고문헌

- Lee, J.S., Chung, D.S., Choi, J.W., Jo, M.A., Lee, Y.S., and Chun, C. (2006) Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Kor. J. Food Preserv.*, 13, 8-12
- Yang, Y.J., Park, K.W., and Jeong, J.C. (1991) The influence of pre- and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 23, 133-140
- Hong, S.I., Kim, Y.J., and Park, N.H. (1993) Modified atmosphere packaging of leaf lettuce. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 25, 270-276
- Kim, G.H. (1998) Studies on quality maintenance of fresh fruit and vegetable using modified atmosphere packaging. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 5, 23-28
- Jeong, J.C., Park, K.W., and Yang, Y.J. (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
- Park, J.D., Hong, S.I., Park, H.W., and Kim, D.M. (1999) Modified atmosphere packaging of peaches for distribution at ambient temperature. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 31, 1227-1234
- 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. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 270-275
- Park, H.K., Yoon, J.Y., Kim, Y.H., Lee, S.A., and Cha, H.S. (2007) Customer preferences for 'Fuji' apples stored using functional modified atmosphere film. *Kor. J. Food Preserv.*, 14, 105-108
- Gross, K., Wang, C.Y., and Saltveit, M.E. (2002) The commercial storage of fruit, vegetables, and florist and nursery stocks. *USDA Agr. Hndbk.*, p.66 (<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>)
- Lee, J.S., Chung, D.S., Lee, J.U., Lim, B.S., Lee, Y.S., and Chun, C. (2007) Effects of cultivars and storage temperatures on shelf-life of leaf lettuces. *Kor. J. Food Preserv.*, 14, 345-350
- Hunter Lab. 2001. Hunter L, a, b, versus CIE 1976 L*, a*, b*. Application Note 13, p.1-4 (http://www.hunterlab.com/color_theory.php)
- Publishing committee for experimental method in plant nutrition. (1990) *Experimental method in plant nutrition*. Hakuyusha, Tokyo, Japan, p.371-373
- 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. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 2, 147-154
- Lee, J.S., Choi, J.W., Chung, D.S., Lim, C.I., Seo, T.C., Do, G.L., and Chun, C. (2005) Effect of lettuce cultivars and cultivation methods on growth, quality and shelf-life. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 23, 12-18
- Park, W.P., Cho, S.W., and Kim, C.H. (2002) Change in quality characteristics of cherry tomato packaged with different films. *Kor. J. Food Preserv.* 9, 121-125
- Park, H.W., Park, J.D., Kim, H., Lee, J.Y., and Yang, H.C. (1996) Effect of anti-fogging agent on physical properties of MA films. *J. Kor. Soc. Packaging Sci. Tech.*, 2, 33-38

(접수 2008년 2월 27일, 채택 2008년 8월 29일)