

잎상치의 MA 포장

홍석인 · 김윤지 · 박노현

한국식품개발연구원

Modified Atmosphere Packaging of Leaf Lettuce

Seok-In Hong, Yun-Ji Kim and Noh-Hyun Park

Korea Food Research Institute

Abstract

Leaf lettuce (*Lactuca sativa* L., var. *crispa*) packed in 20 μ m LDPE (perforated), 20 μ m LDPE, 30 μ m HDPE, and 40 μ m LDPE pouches was stored at 4°C, 10°C and 20°C. The quality of leaf lettuce during the storage was investigated in terms of weight loss, color, soluble solids content, texture and sensory properties. Leaf lettuce exhibited the highest storage stability at 4°C. Shelf-life of the packed leaf lettuce was prolonged approximately 10~15 times in comparison with that of the unpacked under all temperature conditions. Among the packed leaf lettuce, self-life in 20 μ m LDPE (perforated) and 20 μ m LDPE pouches was relatively short mainly due to discoloration and deterioration. On the other hand, the quality of the leaf lettuce packed in 30 μ m HDPE and 40 μ m LDPE pouches was kept well during the storage. Particularly, 40 μ m LDPE pouches conferred the shelf-life superior to other film pouches.

Key words: MAP, leaf lettuce, PE films

서 론

상치는 조리하지 않고 생식하므로 이용이 간편하고, 비타민과 무기물의 공급원으로서 매우 유리하며, 보건의 채소로서도 가치가 높은 작물이다⁽¹⁾. 그러나 다른 열채류와 마찬가지로 수분의 증산과 호흡으로 인해 수확 후 급격한 품질변화를 동반하기 때문에 오랫동안 저장하지 못하고, 출하량이 급증하는 시기에는 많은 양이 폐기되고 있는 실정이다. 이러한 수확 후 손실을 줄이기 위해서는 수확 후 저장 환경요인을 적절히 조절할 필요가 있다. 결구상치의 품질유지에 영향을 미치는 가장 중요한 인자는 온도로서 최적 저장온도는 0°C로 보고된 바 있으며⁽²⁾, 온도조절시 냉각속도에 의한 영향을 고려하여 가능한 상치의 온도를 신속히 낮출 수 있도록 진공냉각법을 이용하기도 하였다⁽³⁾.

한편 과채류 상품주변의 대기환경을 적절히 조절하여 저장기간을 연장하는 CA(controlled atmosphere) 저장에 대해서 많은 연구가 이루어져 왔으며⁽⁴⁻¹¹⁾, 최근에는 플라스틱 필름을 이용하여 대기환경을 조절하는 MA(modified atmosphere) 포장에도 상당한 관심이 모아지고 있다⁽¹²⁻¹⁹⁾. CA 저장은 과채류의 신선도 유지에 우수한 효과를 갖는 저장법이지만 대기환경을 계속적으로 조절

하기 위해 장치 및 시설은 물론, 저장과 수송 중에도 많은 경비가 소요된다. 이에 비해 MA 포장은 제한적 투과성 필름을 사용하여 과채류 상품주변의 대기환경을 저 O_2 (< 8%)와 고 CO_2 (> 1%)로 조절 유지하는 방법으로서 상품의 개별포장이나 소포장 또는 선적용 컨테이너에도 경제적으로 적용할 수 있다⁽²⁰⁾. MA 포장에서 포장내부의 대기환경은 과채류 개체의 호흡과 포장 필름을 통한 호흡가스의 투과가 서로 상호작용하여 조절유지되며, 이러한 과채류 개체주변의 저농도 O_2 와 고농도 CO_2 에 의해 호흡속도, 에틸렌 생성, 색깔과 조직감의 변화, 저온장해 및 생리학적 이상증세, 병원성균의 오염 등이 감소되어 과채류 상품의 숙성(ripening) 및 노화(senescence)를 지연시킴으로서 수확 후 저장수명을 연장시킬 수 있다⁽²¹⁾. 그러나 각 과채류 품목에 대해 정해진 한계 이상의 저농도 O_2 와 고농도 CO_2 환경이 조성될 경우 여러가지 생리학적 이상증세가 일어나고 이취가 발생하며 부패될 가능성이 높아진다⁽²⁰⁾. 더우기 포장내의 높은 상대습도에 의하여 수분이 응축되면 이로 인해 더욱 부패하기 쉬운 조건이 형성된다.

결구상치의 품질보존에 대한 연구는 비교적 오래 전부터 많이 이루어져 왔으나 잎상치(*lactuca sativa* L., var. *crispa*)에 대해서는 아직까지 연구가 미미한 실정이다. 이에 본 연구에서는 잎상치의 수확 후 손실을 줄이고 저장수명을 연장할 수 있는 방법으로서 플라스틱(PE) 필름 포장을 실시하여 저장기간 중 온도와 필름의 기체투과도에 따라 각각 다르게 조성되는 MA 환경이 있

Corresponding author: Seok-In Hong, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

상치의 품질변화에 미치는 영향을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

상치

상치는 경기도 성남시의 채소 재배농가에서 일반적인 관행법(비닐하우스)으로 재배한 ‘청치마’ 품종으로서 1992년 11월 17일 오후에 수확한 것을 실험에 사용하였다. 수확 즉시 밀폐된 박스에 담아 실험실로 옮겨온 후 0℃의 저온실에서 하룻밤 동안 냉각시킨 다음, 품질이 양호한 것만을 선별하여 수분 및 이물질질을 제거하고 6~7장의 상치잎(약 25g)을 한 포장에 넣어 밀봉하였다. 무포장구의 경우는 필름봉투 대신에 접시형 용기에 담아 실험하였다. 온도에 의한 영향을 비교하기 위하여 4±1℃ (RH=97%), 10±1℃ (RH=96%), 20±1℃ (RH=77%)로 유지되는 저장실에 포장처리구 및 무포장구를 동시에 저장하였다.

포장재

시중에서 판매되고 있는 폴리에틸렌(PE) 필름 4종류를 상치의 포장재로 사용하였다. 필름의 가장자리 양면에 직경 6 mm의 구멍을 뚫어 기체투과성을 높인 저밀도 유공 20 µm LDPE(P 20)과 구멍을 뚫지 않은 20 µm LDPE(L 20), 40 µm LDPE(L 40) 및 고밀도 30 µm HDPE(H 30) 필름을 15 cm×20 cm 크기의 봉투로 만들어 실험에 이용하였다.

포장재의 기본물성

필름의 실제 두께는 Digimatic Indicator(Mitutoyo, #543-515-1, Japan)를 이용하여 측정하였고, 투습도는 KS A 1013법(40℃, 90% RH)에 의거하여 측정하였으며⁽²²⁾, 기체투과도는 공기분압차(Dalton's law) 방법(20℃, 76% RH)을 수정하여 측정하였다⁽¹⁶⁾. 이들 필름의 기본물성 측정결과는 Table 1에 나타난 바와 같다.

중량감소

저장하기 전에 미리 중량을 측정한 각 재질별 상치의 포장단위를 저장 후 일정한 시간 간격으로 2개 단위씩 채취하여 중량을 측정하였다. 저장 전의 생체중량을 기준으로 하여 각 기간별, 처리구별, 온도별 중량감소량을 백분율로 표시하였다.

포장내 기체조성

포장 내부의 O₂와 CO₂ 농도는 GC(Shimadzu GC-14A, Japan)로 측정하였다. GC의 분석조건은 detector : TCD, column : Carbosieve S-II(80/100 mesh), column temp. : 35℃ (6 min)-rate 32℃/min-225℃ (6 min), injection temp. : 230℃, detector temp. : 250℃, carrier gas : He (35 ml/min)로 하였다. Gas-tight 주사기를 이용하여 각 포장시료에서 채취한 공기를 200 µl씩 주입한 다음 이

Table 1. Characteristics of the polyethylene films used

Film type*	Real thickness (µm)	Water Vapor transmission rate (g/m ² ·day)	Gas Permeability (ml/m ² ·day·atm)	
			O ₂	CO ₂
P 20	15	—	—	—
L 20	15	104.9	53928	173754
H 30	25	29.3	28761	70108
L 40	36	27.6	5435	18153

*P: perforated low density polyethylene
L: low density polyethylene
H: high density polyethylene

로부터 얻은 크로마토그램으로 기체조성을 분석하였다.

색깔

한 포장구에서 3장씩의 상치를 꺼내어 시료표면 3곳의 색을 Chroma Meter(Minolta CR-200, Japan)로 3회 반복하여 측정하였다. 상치잎의 최외각으로부터 2 cm 가량의 위치에 광조사(light projection) 부분을 밀착시켜 측정하였으며, L(lightness factor), a, b(chromaticity coordinates) 값으로 표시하였다.

가용성고형분

상치에 함유되어 있는 가용성 고형분의 함량을 측정하기 위해 각 포장구에서 3~4장의 상치잎을 채취하여 압착기로 착즙하고 여과포로 여과한 후 그 여과액을 7500g로 5분간 원심분리한 다음, 상등액 0.3 ml를 취하여 Digital Refractometer(Atago PR-1, Japan)로 용액의 굴절율을 측정하고 그 농도를 brix %로써 나타내었다.

조직감

조직감 측정을 위한 상치 시료는 줄기를 제외한 부위를 골라 상치잎의 최외각에서 2~3 cm 떨어진 부분을 선택하였다. 상치잎의 조직감은 Rheometer(Sun Scientific Co. CR-200D, Japan)를 이용하여 puncture test로 측정하였다. Puncture test에 사용된 probe는 ϕ 5 mm의 stainless steel rod형이며, 선반 이동속도는 50 mm/min, 이동거리는 10 mm로 고정하였고, 측정시 시료가 움직이지 않도록 경첩형 시료 지지대를 사용하였다. 측정결과는 probe가 접촉한 상치잎의 단위면적에 가해진 힘인 rupture strength(kg/cm²)로 표시하였으며 한 포장구에서 3개의 상치 시료를 무작위로 추출하여 각 시료에 대해 3회 반복 측정 후 평균치로 나타내었다.

관능검사

각 포장구에 대한 관능검사는 5~7명으로 구성된 평가요원이 Kader 등⁽²³⁾의 방법에 따라 실행하였다. 즉, 변색, 시늉, 조직감, 부패 등을 종합적으로 관찰하여 5 점척도(5=우수, 4=야호, 3=보통, 2=불량, 1=열악)로

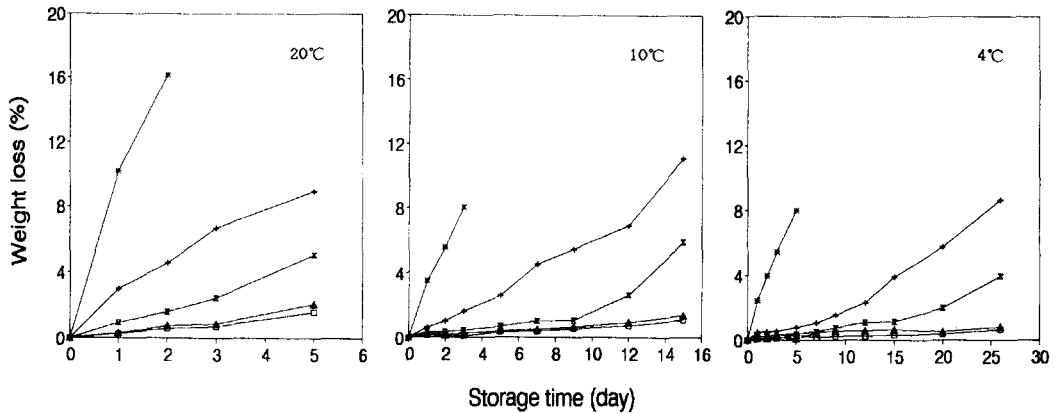


Fig. 1. Weight loss of leaf lettuce during the storage

—; Unpacked, +—+; P 20, △—△; L 20, □—□; L 40, ▲—▲; H 30

평가하였으며, 종합점수(overall score) 3점까지를 저장 수명의 한계선으로 설정하였다.

결과 및 고찰

중량감소

저장기간중 상치의 중량변화를 각 온도별로 Fig. 1에 나타내었다. 예상했던 바와 같이 저장온도가 높을수록 또한 포장재의 두께가 얇을수록 중량감소가 증가하였다.

잎상치의 중량감소는 증산과 호흡, 이 두 가지 요인에 의한 것으로 주로 증산에 의해 크게 영향을 받는다⁽¹¹⁾. 증산은 상치 표면과 주변공기의 증기압차에 의해 수분이 손실되는 것으로서, 이 기작의 원동력인 증기압차는 온도, 압력, 주변공기의 상대습도 등에 의해 달라지며, 호흡에 따른 발열, 주변공기의 움직임에 의한 대류효과에 의해서도 영향을 받는다. 호흡은 생체내의 탄소원과 외기에서 흡수한 산소를 반응시켜 대사활동에 필요한 에너지를 얻는 과정으로, 호흡계수(RQ)가 1인 정상상태의 호흡반응시 탄소원과 산소의 반응으로 물분자가 생성되고 이것이 증발하면서 중량감소가 일어난다. 결과적으로 저장온도가 높을수록 상치의 증산과 호흡작용이 활발해지고 또한 포장재의 두께가 얇을수록 수증기의 투과도가 증가하여 중량 감소량이 커지게 된다.

과채류의 저장중 중량감소는 저장방법의 효과를 판단할 수 있는 지표로서 일반적으로 저장기간 동안 그 감소율이 5%를 넘지 않아야 효과가 있는 것으로 알려져 있는데⁽²⁴⁾, 본 실험에서는 H 30과 L 40 포장구에서의 중량감소가 1~2%를 넘지 않는 범위에서 유지되었으므로 이들 재질을 이용한 상치의 포장이 더욱 효과적이라고 생각된다.

포장내 기체조성

포장내 O₂와 CO₂ 농도의 경시적 변화를 저장온도별로

Fig. 2에 나타내었다. 산소농도는 저장개시 후 서서히 감소하다가 평형에 이르렀으나 이산화탄소의 농도는 저장초기에 증가하여 최고점에 도달한 다음 그 이후로 약간 감소하여 유지되었는데, 이러한 경향은 3가지 포장재가 각 저장온도에서 모두 동일하였다. 전반적으로 포장내 기체조성은 결구상치나 브로콜리의 필름포장시 기체조성보다 비교적 O₂ 농도가 높고 CO₂ 농도가 낮은 편이었다^(14,15). 이는 필름의 기체투과도 차이에 의한 O₂, CO₂ 가스의 투과속도 차이와 다른 채소류에 비해 상대적으로 낮은 잎상치의 호흡속도 때문인 것으로 생각된다.

사용한 필름 포장재의 종류에 따라 포장내 O₂와 CO₂의 평형농도가 달라지며, 이러한 농도차이는 저장온도가 높을수록 더 확실하게 구별된다. 즉 4°C에서 저장한 각 포장구는 포장재의 종류별로 L 20은 1%, H 30은 1.2%, L 40은 1.5%에서 이산화탄소 농도를 유지하여 그 농도차가 약 0.5%에 불과하지만, 30°C에서 저장한 것은 이산화탄소의 농도차가 약 1.5%로 포장재의 차이가 상대적으로 구분되었다. 결과적으로 기체 투과성이 낮은 필름 포장구에서는 O₂ 농도가 낮고 CO₂ 농도가 높은 양상을 볼 수 있는데, 이는 Table 1에 표시한 필름의 기체투과도로부터 예측할 수 있는 경향과 일치하며, Kader 등⁽²⁰⁾의 여러 학자들이 이미 보고한 결과와도 일치한다.

과채류를 필름으로 포장하는 목적 중의 하나는 포장내에 MA 조건을 만들어 내는데 있으므로, 결구상치나 브로콜리 등의 다른 채소류와 비교하여 호흡율이 상당히 낮은 잎상치는 구멍이 뚫려 있는 P 20이나 H 30과 L 40에 비해 상대적으로 기체투과성이 높은 L 20으로 포장할 경우에 저 O₂(<15%)와 고 CO₂(>3%)의 MA 조건이 형성되지 않아 이들 필름은 잎상치의 포장에 부적합하다고 볼 수 있다.

색깔

포장한 상치잎의 색깔변화를 L·(b/-a)값으로 표시하

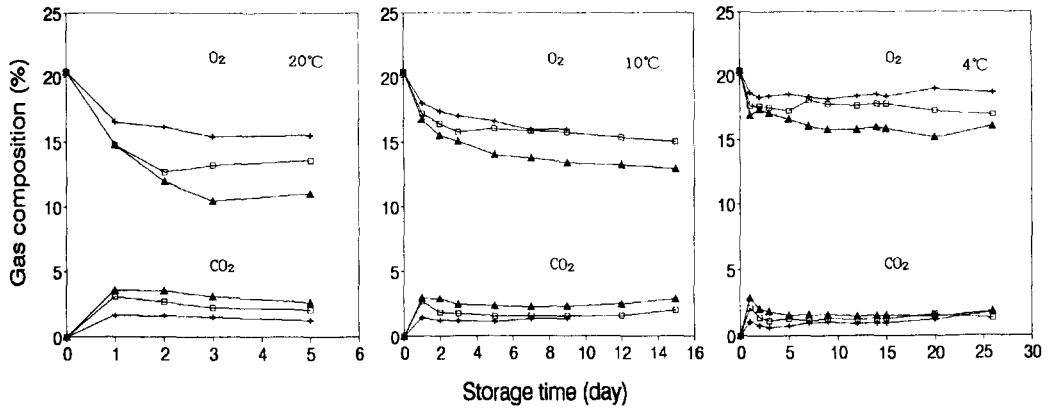


Fig. 2. Changes in O₂ and CO₂ concentrations within modified atmosphere package of leaf lettuce
 +—+; L 20, □—□; H 30, ▲—▲; L 40

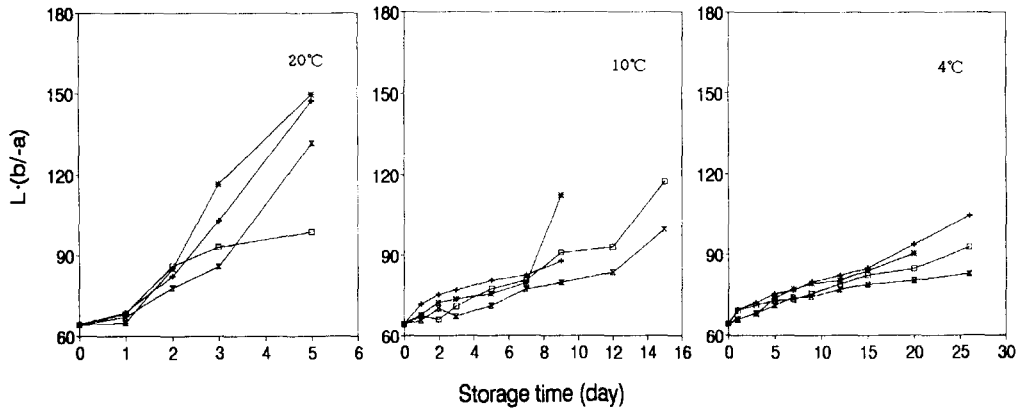


Fig. 3. Color changes of leaf lettuce during the storage
 —; P 20, +—+; L 20, △—△; L 40, □—□; H 30

여 Fig.3에 나타내었다. L은 명도, a는 녹색-적색, b는 청색-황색의 색깔영역을 나타내므로 L값과 b값이 증가할수록 또한 -a 값이 감소할수록 L·(b/-a)값이 증가하여 상치잎의 황화 정도가 증가함을 의미한다.

20°C에서는 H 30을 제외한 모든 포장구에서 저장 5일 후 전반적으로 L·(b/-a)값이 급격히 증가하므로서 상당한 정도의 색깔변화가 일어난 것으로 나타났다. 즉, H 30 포장구는 L·(b/-a)값이 초기치에 비해 1.5배 증가하였으나, L 40 포장구에서는 2배, P 20과 L 20 포장구는 2.3배 증가하였다. 10°C에서는 20°C에서 보다 L·(b/-a)값의 증가가 둔화되어 저장 15일 후 초기값에 비해 1.5~1.8배 증가하였다. 포장구별 색깔변화는 P 20에서 가장 변화가 큰 것으로 나타났으며, L 20과 H 30은 거의 비슷하게 증가하였고, L 40에서 가장 변화가 적은 것으로 밝혀졌다. 4°C에서 20일 이상 저장한 각 포장구는 초기에 비해 L·(b/-a) 수치가 1.3~1.6배 증가한 것으로 나타났으며 포장재의 기체투과성이 작을수록 L·(b/-a)

값의 증가도 감소하였다.

가용성고형분

저장중 상치의 가용성 고형분 함량은 Fig.4에 나타난 것과 같이 변화가 심하였으나, 전체적으로 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 각 포장재별로는 거의 차이를 구분할 수 없었으며, 저장온도에 따라서는 온도가 낮은 4°C와 10°C에서 가용성 고형분 함량의 증가가 매우 완만한 것으로 나타났다. 가용성 고형분 함량은 상치 조직내의 당은 물론 수용성 섬유질 등의 농도를 의미하므로 (1) 저장기간 중 생체의 호흡대사 및 조직의 노화에 의해 점차 감소할 것으로 예상되었다. 그러나 실제로는 약간 증가하는 결과를 나타내었는데, 이러한 결과는 저장기간 동안 상치가 포장내의 MA 조건에 의해 호흡과 노화가 억제되므로서 당의 소비 및 섬유질의 파괴가 감소되는 것과 상치의 증산작용에 의한 수분증발로 인해 당과 수용성 섬유질이 농축되는 것에 기인한다고 사료된다.

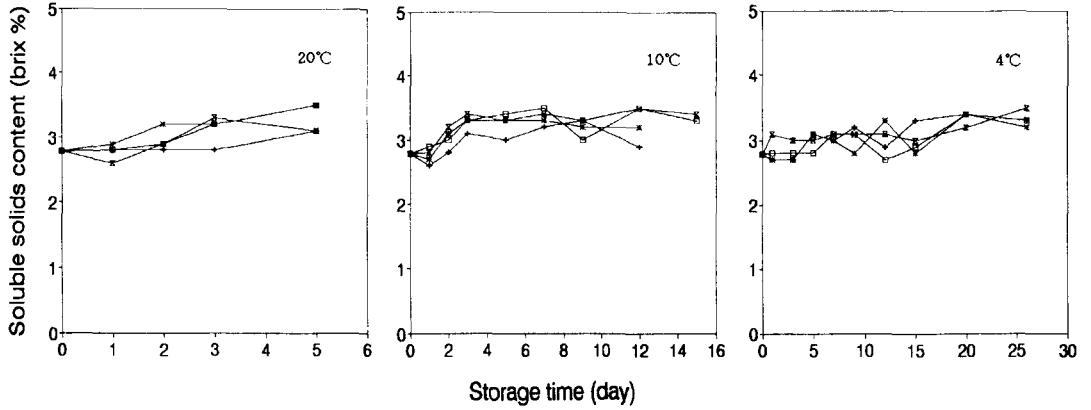


Fig. 4. Changes in soluble solids content of leaf lettuce during the storage
 —; P 20, +—+; L 20, △—△; L 40, □—□; H 30

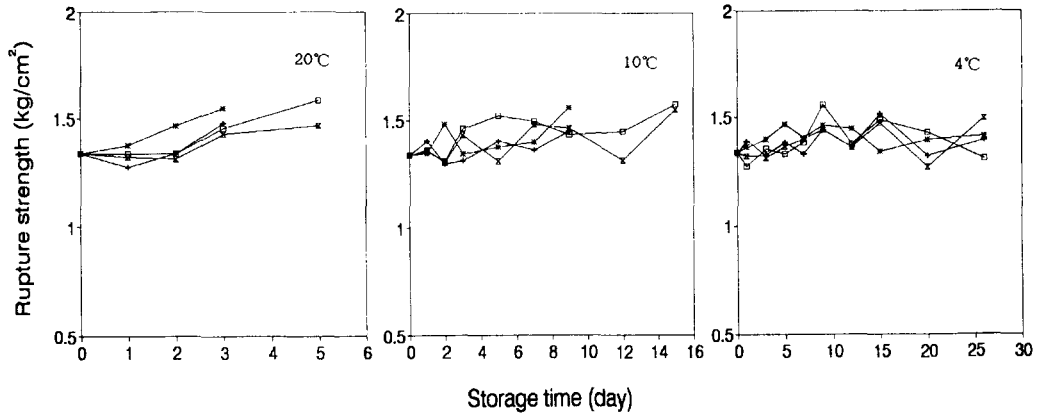


Fig. 5. Changes in rupture strength of leaf lettuce during the storage
 —; P 20, +—+; L 20, △—△; L 40, □—□; H 30

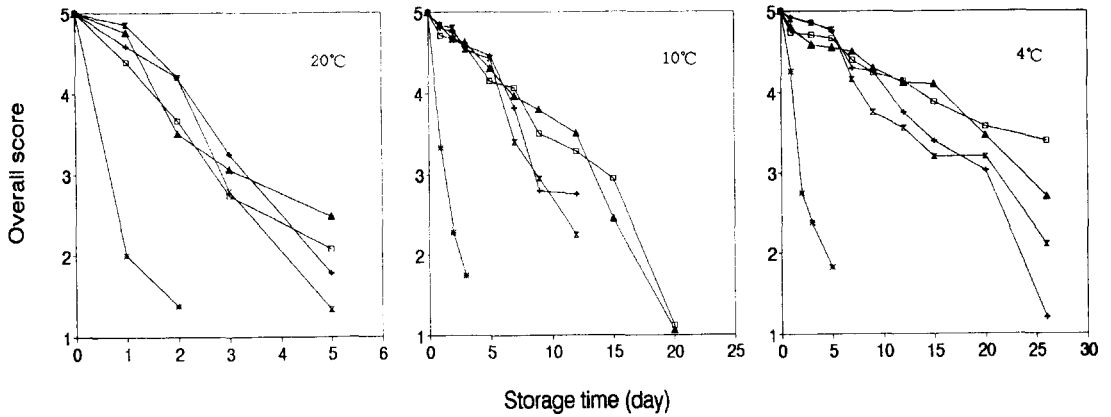


Fig. 6. Changes in overall score of leaf lettuce by sensory evaluation during the storage
 —; Unpacked, +—+; P 20, △—△; L 20, □—□; L 40, ▲—▲; H 30

조직감

상치잎의 조직감을 측정된 결과 Fig. 5에 나타냈듯이 가용성 고형분 함량에서와 마찬가지로 측정값의 변화가 불규칙하여 4℃와 10℃에서는 일정한 경향을 찾을 수 없었으나, 20℃에서는 전체적으로 조금씩 증가하는 경향을 나타내었다.

저장중 상치의 조직감 변화, 즉 초기에 적당한 탄력과 함께 조직감이 양호했던 상치가 저장시간이 경과함에 따라 질겨지면서 조직감이 떨어지는 것은 상치의 수분이 증산에 의해 제거되므로서 식물 세포조직이 붕괴되기 때문으로 알려져 있다^(25,26). 결과적으로 4℃와 10℃보다 20℃에서 이러한 상치 세포조직의 변화가 활발하여 식물조직의 경도를 간접적으로 나타내는 인자인 rupture strength 값이 증가하는 것으로 이해된다.

관능검사

각 포장구의 저장중 외관품질에 대해 종합적으로 평가한 관능검사 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 각 저장온도 모두에서 무포장구의 외관품질은 포장구에 비해 매우 급속히 저하되었다. 즉, 무포장구의 상치는 20℃에서 1일, 10℃는 1.5일, 4℃에서는 2일의 저장수명을 갖는다. 이에 반해 포장구의 상치는 포장재의 종류에 따라 20℃에서 2~3일, 10℃에서 8~13일 동안 외관품질을 비교적 양호하게 유지하였으며, 4℃에서는 저장 20일 이후에도 상치의 품질이 양호하여 상당히 오랫동안 외관품질을 유지하는 것으로 나타났다.

저장온도가 높은 경우에는 포장재의 종류에 따른 외관품질의 차이가 잘 구분되지 않았으나, 온도가 낮아질수록 그 차이가 분명하게 구별되었다. 20℃에서는 저장 3일째에 모든 포장구의 종합점수가 2.7~3.2점으로 기록되므로서 각 포장재별 차이를 구분할 수 없었다. 한편, 10℃에서 저장한 P 20과 L 20 포장구의 상치는 저장수명이 약 8일, H 30과 L 40은 약 13일로 각각 평가되므로서, 포장재질에 따라 상치의 저장수명이 다르게 나타났다. 4℃에서는 포장재에 따른 차이가 더욱 확실하게 구별되어 P 20은 20일, L 20은 21일, H 30은 23일, L 40에서는 26일 이상 잎상치의 외관품질이 유지되는 것으로 확인되었다.

이러한 관능검사 결과는 중량감소, 포장내 기체조성, 색깔, 조직감 등 앞의 실험항목 결과와도 일치하는 것으로서, L 40 포장구에서 잎상치의 중량감소가 가장 적었고, 포장내 기체조성도 다른 포장재에 비해 비교적 고농도 CO₂(1.5~3.0%)를 유지하였으며, 색깔 및 조직감 등도 가장 양호한 것으로 밝혀졌다.

요 약

잎상치를 20 μm LDPE(perforated), 20 μm LDPE, 30 μm HDPE, 40 μm LDPE 필름으로 포장하여 4℃, 10℃ 및 20℃에서 저장 중 품질변화를 관찰하였다. 상치의

저장수명에 가장 크게 영향을 미치는 인자는 온도로서 저장온도 4℃에서 상치 품질이 가장 양호하게 보존되었으며, 무포장구와 비교하여 필름 포장구의 저장수명이 10~15배 가량 더 연장되었다. 포장재질별로는 20 μm LDPE(perforated)와 20 μm LDPE 포장구에서 부패 및 변색이 발생하여 상치의 상품적 가치가 비교적 단기간에 저하되었다. 이에 반해 30 μm HDPE와 40 μm LDPE 포장구에서는 중량감소, 변색, 고형분 함량, 조직감, 부패 등 모든 상치의 품질면에서 우수한 결과를 나타내었으며, 특히 40 μm LDPE 포장구에서 더 우수한 결과를 나타내었다.

문 헌

1. 강호윤, 박승중, 신연표, 여인호, 유근배, 정연규: 菜蔬園藝學-農學全書(22). 학문사, 서울, p.267(1979)
2. Pratt, H.K., Morris, L.L. and Tucker, C.L.: Temperature and lettuce deterioration. Proc. Conf. Transport Perishables, Davis, Calif. p.77(1954)
3. Aharoni, N., Ben-Yehoshua, S. and Barger, W.R.: Market quality of head lettuce in relation to delays between harvest and precooling and temperature after cooling. USDA, Agr. Res. Serv. p.51(1965)
4. Singh, B., Yang, C.C., Salunkhe, K. and Rahman, A.R.: Controlled atmosphere storage of lettuce. 1. Effects of quality and the respiration rate of lettuce heads. *J. Food Sci.*, 37, 48(1972)
5. Singh, B., Wang, D.J., Salunkhe, K. and Rahmam, A.R.: Controlled atmosphere storage of lettuce. 2. Effects on biochemical composition of the leaves. *J. Food Sci.*, 37, 52(1972)
6. Kader, A.A., Moris, L.L., Cheyney, C. and Janecke, D.: Brown stain susceptibility of selected lettuce cultivars under controlled atmospheres and temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 98, 261(1973)
7. Kader, A.A., Brecht, P.E., Woodruff, R. and Morris, L.L.: Influence of carbon monoxide, carbon dioxide, and oxygen levels on brown stain, respiration rate, and visual quality of lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 98, 485(1973)
8. Adamicki, F. and Kepta, A.K.: Storage of cauliflowers in CA and plastic bags. *Acta Hort.*, 62, 29(1977)
9. Burton, W.G.: Some biophysical principles underlying the controlled atmosphere storage of plant material. *Ann. Appl. Biol.*, 781, 149(1974)
10. Brecht, P.E.: Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. *Food Technol.*, 34, 45(1980)
11. Bhowmik, S.R. and Jung, C.P.: Shelf life of green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *J. Food Sci.*, 57, 948(1992)
12. Aharoni, N. and Ben-Yehoshua, S.: Delaying deterioration of romaine lettuce by vacuum cooling and modified atmosphere produced in polyethylene packages. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 98, 464(1973)
13. Ben-Yehoshua, S., Kobiler, I. and Shapiro, B.: Some physiological effects of delaying deterioration of citrus fruit by individual seal-packaging in high-density polyethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 104, 868(1979)

14. Ballantyne, A., Stark, R. and Selman, J.D.: Modified atmosphere packaging of shredded lettuce. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **23**, 267(1988)
15. Ballantyne, A., Stark, R. and Selman, J.D.: Modified atmosphere packaging of broccoli florets. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **23**, 353(1988)
16. Kazuhiko, I., Junichi, H., Li, T.L. and Li, P.H.: Storage of green asparagus packaged in plastic films. *J. Jap. Soc. Cold Preserv. Food*, **18**, 98(1992)
17. Yoza, K.I., Hideaki, O., Yoichi, N. and Takasuke, I.: Effect of film packaging on quality of broccoli during storage at ambient temperature. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **39**, 800(1992)
18. Elhadi, M.Y. and Marisela, R.: Modified katmosphere packaging of muskmelon. *Lebensm. Wiss. U. Technol.*, **25**, 38(1992)
19. Gariepy, Y. and Roghavan, G.S.V.: Precooling and modified atmosphere storage of green asparagus. *J. Food Process. Preserv.*, **15**, 215(1991)
20. Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L.: Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.*, **28**, 1(1989)
21. Kader, A.A.: Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.*, **40**, 99(1986)
22. 한국공업규격 A 1013 : 방습포장 재료의 투습도 시험 방법(투습컵법), 포장기술편람. 한국디자인포장센터, p. 1642(1988)
23. Kader, A.A., Lipton, W.J. and Morris, L.L.: Systems for scoring quality of harvested lettuce. *Hort Science*, **8**, 408(1973)
24. 川嶋和子 : 青果物の包装による鮮度保持. *食品と 科學*, **33**, 83(1991)
25. Burton, W.G.: The physiological implications of structure: water movement, loss and uptake. In *Post-harvest physiology of food crops*, Longman Inc., New York, p.43(1982)
26. Antony, B., Harris, P.J. and Stone, B.A.: Structure and function of plant cell walls. In *The Biochemistry of Plants*, Academic Press, New York, Vol.14, p.328(1988)

(1993년 3월 11일 접수)