

## NaCl을 이용한 홍고추 및 홍피망의 MA저장 효과

이귀현 · 정천순\*

강원대학교 농업공학부, \*강원대학교 식물응용과학부

### Effects of MA Storage with NaCl for Red Chili Pepper and Red Bell Pepper Fruits

Gwi-Hyun Lee and \*Cheon-Soon Jeong

Division of Agricultural Engineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

\*Division of Applied Plant Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

#### Abstract

The effects of modified atmosphere (MA) storage for fresh red pepper and red bell pepper fruits were investigated with storing in high and low density polyethylene films (HDPE, LDPE) with various NaCl contents(0 g, 15 g, 20 g, 25 g). During the storage of pepper fruits, the weight loss, color change, mold emergence, and firmness were evaluated. The weight loss of pepper fruits packaged in HDPE and LDPE without NaCl was 3~5%, even though it was 6~19% in pepper fruits packaged with NaCl. The rates of mold emergence of red pepper and red bell pepper fruits were lowered to 20~45% as stored in HDPE and LDPE with NaCl, but those of fruits stored in films without NaCl were high as 55~65%. The color and firmness of pepper fruits were not much changed in comparison with those of non-packaged fruits as stored in HDPE and LDPE with or without NaCl.

Key words : red peppers, red bell peppers, modified atmosphere storage, NaCl

## 서 론

고추는 비타민A와 비타민C의 함유량이 풍부하며, 매운맛을 내는 향신료의 일종인 채소로 건강에 관한 국민의 관심이 높아지면서 생물소비가 점차 증가하고 있는 실정이다. 고추는 용도면에서 건과용 고추, 풋고추용 및 서양고추 등으로 나눌 수 있다. 풋고추는 생식용 생채, 고추튀김, 무침, 장조림, 물김치 등에 이용되며, 홍고추는 성숙되면 고춧가루 대신 김치에 이용되거나 다진 양념, 장담금, 양념장 제조에 이용된다. 최근 매운맛이 없는 서양고추인 피망이 샐러드용으로 수요가 크게 증가하고 있는 추세이다.

고추는 처음에 엷록소에 의해 진한 녹색을 띠지만 점차 익어감에 따라 연한 붉은 색, 진한 붉은 색으로 변해간다. 특히 고추의 적색색소는 여러 가지 카로테노이드로 구성되어 있는데 capsanthin, capsorubin, violaxanthin 등의 적색색소와  $\alpha$  및  $\beta$  carotene, cryptoxanthin, zeaxanthin, xanthophyll과 같은 황색색소의 혼합체로 되어 있으며, 이중 capsanthin이 34% 이상을 차지하는 주요 색소로 알려져 있다(1).

요즈음 시설재배의 보급으로 인하여 계절에 관계없이 생홍고추 및 생홍피망의 주년생산이 가능하나, 유통 가격의 상승과 함께 과도한 난방비에 따른 재배비용의 상승으로 겨울철 재배는 현실적으로 매우 어려운 실정이다. 생홍고추와 생홍피망은 계절에 따른 가격 변동이 매우 심한 품목으로, 1998년 기준으로 생홍고추의 연간 최대 및 최소가의 진폭율이 500.5%나되는 가격변동이 제일 큰 작물로 보고되었다(2). 그러므로, 현재 농가에서는 늦가을에 수확된 생홍고추 및 생홍피망의 겨울 동안 출하를 목표로 저장기간 연장을 위해 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다.

생홍고추 및 생홍피망은 수확 후 호흡작용이 매우 왕성한 작물의 하나로 장기저장을 위해서는 포장방법, 저장 온도 및 습도, 포장내의 공기 조성 등이 매우 중요한 요인이며, 특히 과도한 습도에 저장하면 부패율이 크게 증가하게 된다. 장기저장 방법으로 잘 알려져 있는 방법에는 CA 및 MA 저장이 있다. 이중 CA저장은 호흡작용의 감소(3), 부패율 저하(4, 5), 노화증상 발현의 지연, 저장력의 증대(6, 7), 조직의 경도보존(8), 높은 팽윤성, 영양 및 기호적 품질의 우수성과 같은 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 장기저장을 위한 생홍고추 및 생홍피망의 CA저장 효과가 보고된바 있다(2, 9). 또한, 피망의 CA 저장시 부패와 수분증발의 관점에서 적절한 온습도 조건은 8℃와 90%~95%의 상대습도

Corresponding author : Gwi-Hyun Lee, Division of Agricultural Engineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

E-mail : ghlee@kangwon.ac.kr

라는 결과도 보고되었다(10). MA저장 연구로는 포장 유무와 온도변화에 따른 피망의 저장 특성이 보고된 바 있고(11), 포장재질이 피망의 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 수행되었으며(12), PE필름 포장이 생홍고추의 저장성에 미치는 영향이 보고된 바 있다(2). 또한, 생홍고추 생홍피망의 미세공 MA 저장 효과(13) 및 MA 저장이 풋고추의 선도유지에 미치는 영향이 보고되었다(14, 15). 그러나, MA 포장내의 습도는 보통 98~100%에 이르며, 낮은 온도에서 저장할 경우 포장내에 응축현상이 일어나 물방울이 맺히게 된다. 이러한 MA저장 중 과습에 의한 부패율을 줄이는데 포장내의 NaCl이 수분조절제 역할을 할 수 있는 것으로 알려져 있다(16).

따라서, 본 연구에서는 생홍고추 및 생홍피망의 장기저장 방법으로 고밀도 폴리에틸렌 필름(HDPE) 및 저밀도 폴리에틸렌 필름(LDPE) 포장재내에 시료와 함께 서로 다른 양의 NaCl을 삽입함으로써 MA저장 효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

경남 진주에서 수확된 생홍고추(품종: 녹광) 및 생홍피망(품종: 뉴에이스) 중 착색이 균일한 시료를 선발하여 실험재료로 사용하였다.

### 저장

MA저장실험을 위한 포장재는 0.004 m<sup>2</sup>의 포장 단위용량을 갖는 HDPE(두께 30 μm) 및 LDPE(두께 60 μm)의 두 종류를 사용하였다. 처리구별 MA저장에 사용된 홍고추 및 홍피망의 개체수는 각 20개(평균중량 484 g) 및 6개(평균중량 566 g)였다. 포장내의 수분조절을 위해 천연필프로 제조된 여과지에 감싼 15, 20, 25 g의 NaCl을 각 필름내에 시료와 함께 포장하였다. 여기서 NaCl은 필름내에 포장하기 전에 60°C에서 24시간 건조하여 사용하였다. 포장내의 NaCl은 홍고추 및 홍피망 저장에 있어 각각 10일 및 5일 마다 교체되었다. NaCl을 포함한 MA저장효과를 비교하기 위해 각 필름마다 NaCl을 포함하지 않는 처리구와 무포장으로 저장된 대조구가 사용되었다. 실험기간 동안 포장 및 무포장된 홍고추와 홍피망은 7°C에서 83%의 상대습도로 고정된 항온항습기에 저장하였다. MA저장동안 포장재내의 상대습도는 습도센서가 부착된 습도측정기(Model DP989, Protimeter Inc., England)로 측정하였으며, 처리구별 상대습도를 Table 1에 나타내었다. 처리구별 포장내의 상대습도는 NaCl 함유량이 많을수록 낮았으며, 대체로 90%에서 96%의 범위에 있었다.

Table 1. Relative humidity (RH) inside the packaging according to NaCl content

Treatment	HDPE (NaCl, g)				LDPE (NaCl, g)				Control
	0	15	20	25	0	15	20	25	
Red chili pepper									
RH (%)	98.0	93.5	92.1	90.3	98.3	94.8	93.2	91.2	83
Red bell pepper									
RH (%)	98.3	94.6	92.7	90.6	98.8	95.8	93.4	91.1	83

### 품질변화

각 처리구별 홍고추 및 홍피망의 중량 변화와 곰팡이 발생여부를 일정한 간격으로 측정·조사하였다. 저장기간 동안 처리구별 중량손실 정도를 구명하기 위해 홍고추는 10일, 홍피망은 5일 간격으로 0.001 g의 정확도를 갖는 전자저울(FA300 KV, Japan)을 사용하여 무게를 측정하였다. MA저장 방법에 따른 홍고추 및 홍피망의 저장기간 동안 곰팡이의 발생정도를 조사하여 대조구와 비교하였고, 곰팡이 발생율은 전체 과실에 대한 백분율로 나타내었다. 저장 전후 홍고추 및 홍피망의 색도변화를 조사하기 위해 색도계(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였으며, 각 처리구별 저장실험 전후의 색도차(ΔE)를,  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ 의 식으로 계산하였다. 또한, 경도의 변화를 조사하기 위해 저장 첫날 및 마지막 날에 홍고추 및 홍피망의 경도를 측정하였다. 홍고추는 20개 시료중 무작위로 선별된 10개의 시료에 대해 경도를 측정하였고, 홍피망은 실험에 사용된 6개의 전 시료에 대해 측정하였다. 경도의 측정 부분은 과실의 중간부위였으며, 시료를 유리판 위에 고정시킨 후 직경 5 mm의 붓을 장착한 휴대용 과실경도계(FHM-5, Japan)의 붓 끝 부분을 시료의 표면에 밀착시킨 후 압축하여 최대 압축강도를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 중량 감소율

홍고추 및 홍피망의 각각 50일 및 35일 저장동안 일정한 간격으로 중량 감소율을 조사한 결과를 Fig. 1, 2에 나타내었다. NaCl을 포함하지 않은 HDPE와 LDPE 포장에 있어 홍고추 및 홍피망의 중량 감소율은 각각 4~5% 및 3~4%의 범위로 매우 낮았다. 이와 같이 중량 감소율이 낮게 나타난 것은 포장내의 저장습도가 98% 이상으로 높아 대기중으로의 수분손실이 매우 작았기 때문인 것으로 판단된다(13). 대조구인 무포장 저장의 경우 중량 감소율이 저장 말기에 홍고추 및 홍피망 각각 45%와 22%로 높게 나타났으며, 이는 저장습도가 83%로 낮아 수분증발이 컸기 때문인 것으로 사료된다. 포장재 내에 NaCl을 포함한 경우 홍고추 및 홍피망

의 중량 감소율은 각각 20% 및 6% 이하로 무포장에 비해 매우 낮게 나타났다. 특히 포장내에 NaCl 함유량이 적을수록 상대습도가 다소 커서 중량 감소율이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 또한, NaCl 함유량이 같더라도 HDPE에 비해 LDPE 포장내에 저장된 홍고추 및 홍피망의 중량 감소율이 다소 낮았던 것은 HDPE 포장내의 상대습도가 LDPE에 비해 다소 낮았던 결과로 보여진다. 전체적으로 NaCl을 함유한 HDPE 및 LDPE 포장에 있어 저장 말기에 홍고추 및 홍피망의 중량 감소율은 각각 16~19% 및 5~6%의 범위인 것으로 나타났다.

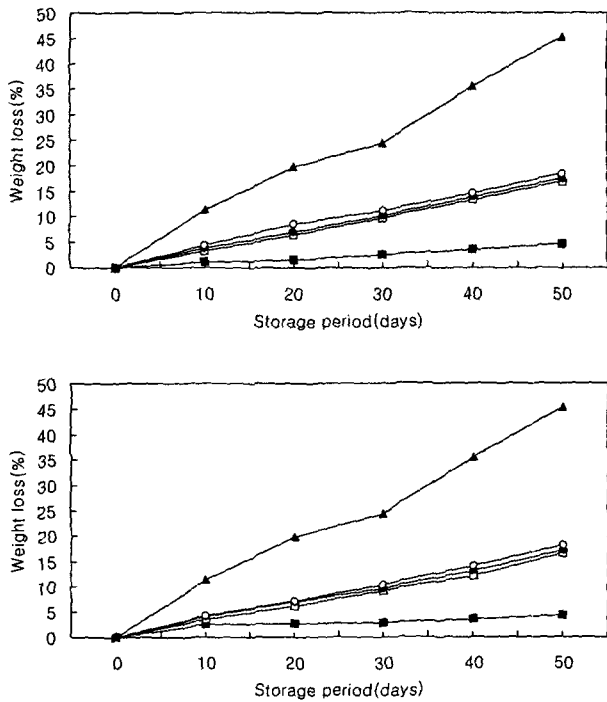


Fig. 1. Weight loss of red chili pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

■ LDPE(0g) □ LDPE(15g) ● LDPE(20g) ○ LDPE(25g) ▲ Control

곰팡이 발생율

포장재 종류 및 NaCl 함유량에 따른 홍고추와 홍피망의 MA저장 동안 곰팡이 발생율을 조사한 결과를 각각 Fig. 3, 4에 나타내었다. 홍고추의 저장에 있어 무포장인 경우 상대적으로 낮은 습도조건에 저장된 결과로 곰팡이의 발생율이 5%로 매우 낮게 나타났다. 그러나, NaCl을 포함하지 않는 HDPE 및 LDPE 저장에 있어서 높은 습도 환경으로 인해 저장 말기에 홍고추의 곰팡이 발생율이 55~60%로 매우 높게 나타났다. NaCl 함유량이 15 g 및 20 g 일 때 HDPE 및 LDPE 포장에 저장된 홍고추의 경우에는 NaCl을 포함하지 않는 MA저장에 비해서는 낮지만 비교적 높은 상대습도 환

경으로 인해 저장 20일 후부터 곰팡이가 발생하기 시작하여 저장 50일 후에는 곰팡이 발생율이 35~45%의 범위에 도달하였다. 반면 25 g의 NaCl을 포함하는 홍고추 MA저장의 경우는 상대습도가 비교적 낮아 곰팡이 발생율이 20~25%로 낮은 편이었다. 또한, 같은 양의 NaCl을 포함하는 MA저장에 있어서 대체적으로 HDPE에 비해 LDPE에 저장된 홍고추의 곰팡이 발생율이 약간 낮게 나타난 것은 HDPE 포장이 LDPE에 비해 약간 낮은 상대습도를 유지한 결과로 사료된다.

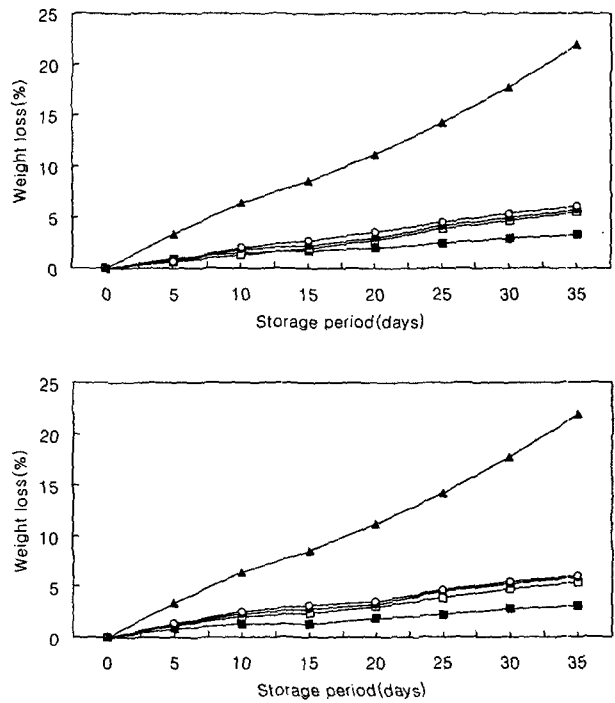


Fig. 2. Weight loss of red bell pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

■ LDPE(0g) □ LDPE(15g) ● LDPE(20g) ○ LDPE(25g) ▲ Control

홍피망의 저장에 있어서도 비교적 낮은 상대습도 조건인 무포장의 경우 35일간의 저장 후에 곰팡이 발생율이 12.5%로 낮았다. 그러나, NaCl을 포함하지 않는 HDPE 및 LDPE 포장에 있어 높은 상대습도로 인해 저장 20일 후부터 홍피망에 곰팡이가 발생하기 시작하여 저장 말기에는 곰팡이 발생율이 50% 이상으로 크게 증가하였다. 대체로 20 g 및 25 g의 NaCl을 포함하는 HDPE와 LDPE 포장의 경우 낮은 습도 환경으로 인해 홍피망의 곰팡이 발생율이 25%로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 높은 습도 환경에 저장된 홍피망의 부패율이 습도가 다소 낮은 MA 저장된 홍피망의 부패율보다 높다는 보고와도 일치한다(16, 17).

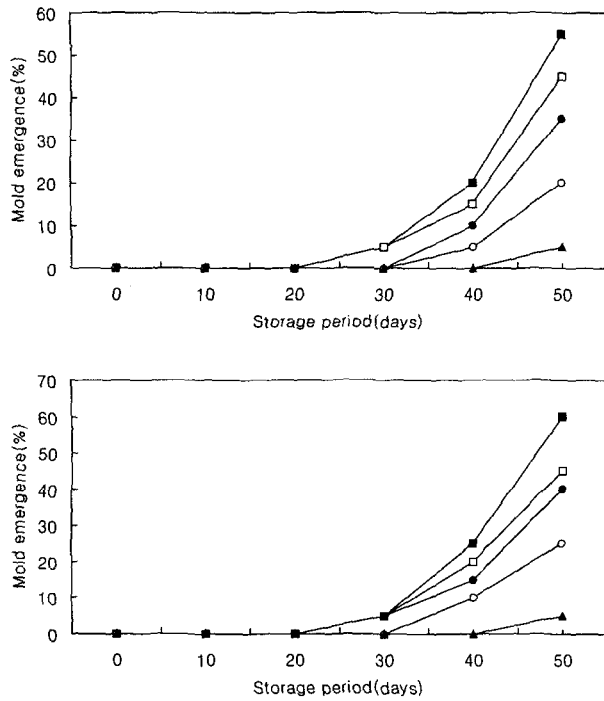


Fig. 3. Mold emergence of red chili pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

■ LDPE(0g) □ LDPE(15g) ● LDPE(20g) ○ LDPE(25g) ▲ Control

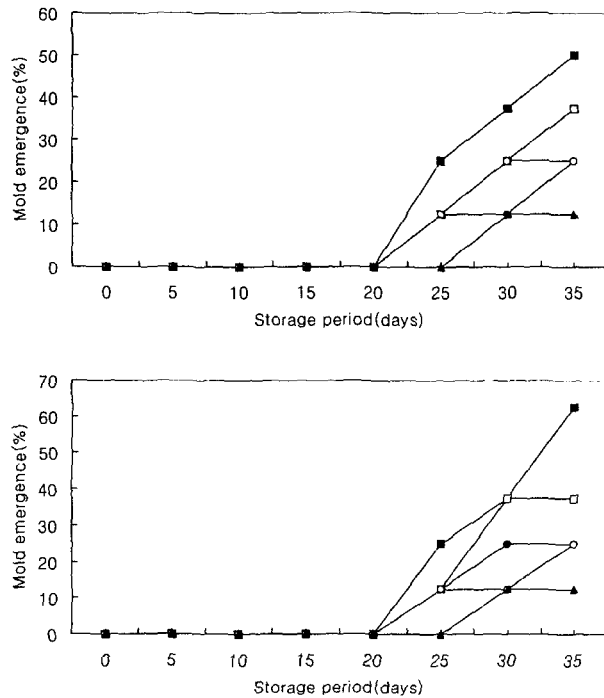


Fig. 4. Mold emergence of red bell pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

■ LDPE(0g) □ LDPE(15g) ● LDPE(20g) ○ LDPE(25g) ▲ Control

색도 변화

MA저장 방법에 따른 홍고추와 홍피망의 저장실험 전후의 색도차,  $\Delta E$ 를 Table 2에 나타내었다. 비교적 높은 저장습도를 유지하는 NaCl을 포함하지 않는 HDPE와 LDPE 포장내에 저장된 홍고추 및 홍피망의 색도차는 각각 0.74와 1.50 이하로 매우 낮았다. 또한, 15~25 g의 NaCl을 포함하는 HDPE와 LDPE 포장내에 저장된 홍고추 및 홍피망의 색도차도 각각 0.85~0.88 및 1.56~1.61의 범위에 있었으며, 상대적으로 낮은 색도 변화를 나타내었다. 그러나, 저장습도가 낮은 무포장의 경우 홍고추 및 홍피망의 색도차가 각각 1.15 및 1.78로 다른 처리구보다 컸으며, 이러한 결과는 이와 정(13)이 보고한 바와 같이 낮은 습도에 저장되어 과실의 표면으로부터 수분손실이 커 전체적인 색도변화가 컸기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2. Color change( $\Delta E$ ) of red chili pepper and red bell pepper fruits stored with HDPE and LDPE for 50 or 35 days

Treatment	HDPE (NaCl, g)				LDPE (NaCl, g)				Control
	0	15	20	25	0	15	20	25	
Red chili pepper ( $\Delta E$ )	0.75	0.86	0.87	0.88	0.74	0.85	0.86	0.87	1.15
Red bell pepper ( $\Delta E$ )	1.51	1.58	1.59	1.61	1.50	1.56	1.59	1.60	1.78

경도변화

처리구별 홍고추 및 홍피망의 각각 50일과 35일간 저장 전후의 경도 변화를 비교한 결과를 Fig. 5와 6에 나타내었다. 저장 초기에 홍고추 및 홍피망의 경도는 각각 3.60 kg 및 2.27 kg이었으며, 저장 말기에 모든 처리구에서 경도는 대체로 감소하였다. 무포장의 경도 감소는 홍고추 및 홍피망이 각각 1.70 kg 및 0.71 kg으로 크게 나타났다. 그러나, 무포장에 비해 NaCl을 함유한 HDPE 및 LDPE 포장의 경우 홍고추 및 홍피망의 경도 감소는 각각 0.75~1.02 kg 및 0.15~0.49 kg의 범위로 낮았다. 특히, 홍고추에 비해 상대적으로 짧은 기간동안 HDPE 및 LDPE에 저장된 홍피망이 낮은 경도의 감소를 나타내었다. 그러나, 같은 HDPE 및 LDPE 포장이라도 적은 양의 NaCl을 포함하는 경우가 포장내의 높은 습도로 인해 홍고추 및 홍피망의 경도 감소가 더 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 포장내의 습도조건이 홍고추 및 홍피망의 경도유지에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다(13).

요 약

생홍고추 및 생홍피망의 장기저장 방법으로 HDPE 및 LDPE 포장내에 시료와 함께 서로 다른 양의 NaCl을 삽입함으로써 MA저장 효과를 조사하였다. HDPE 및 LDPE 포장내의 NaCl 함량은 0 g, 15 g, 20 g, 25 g이었으며, 대조구로 무포장이 사용되었다. 홍고추 및 홍피망의 각각 50일 및 35일간 MA저장 동안 주기적으로 중량 변화와 곰팡이 발생율을 조사하였고, 저장 초기와 말기에는 색도와 경도를 측정·비교하였다.

NaCl을 포함하지 않은 처리구에 있어 HDPE와 LDPE 포장 모두 홍고추 및 홍피망의 중량 감소율은 각각 4~5% 및 3~4%의 범위로 매우 낮았다. 그러나, 대조구인 무포장의 경우 중량 감소율이 저장 말기에 홍고추 및 홍피망 각각 45%와 22%로 높게 나타났다. 또한, 포장 내에 NaCl을 포함한 경우 홍고추 및 홍피망의 중량 감소율은 각각 19% 및 6% 이하로 무포장에 비해 매우 낮게 나타났다. 무포장인 홍고추 및 홍피망의 저장에 있어 곰팡이 발생율이 각각 5% 및 12.5%로 매우 낮았으나, NaCl을 포함하지 않는 HDPE 및 LDPE 저장에 있어서는 55~65%로 매우 높게 나타났다. NaCl 함유량이 15 g, 20 g 및 25 g 일 때 HDPE 및 LDPE 포장에 저장된 홍고추 및 홍고추의 곰팡이 발생율은 20~45%의 범위로 나타났다. NaCl을 포함하지 않는 HDPE와 LDPE 포장내에 저장된 홍고추 및 홍피망의 색도차는 각각 0.74와 1.50 이하로 매우 낮았다. 또한, 15~25 g의 NaCl을 포함하는 MA 저장된 홍고추 및 홍피망의 색도차도 각각 0.85~0.88 및 1.56~1.61의 범위에 있었다. 그러나, 저장습도가 낮은 무포장의 경우 홍고추 및 홍피망의 색도차는 각각 1.15 및 1.78로 다른 처리구보다 매우 컸다. 무포장의 경도 감소는 홍고추 및 홍피망이 각각 1.70 kg 및 0.71 kg으로 크게 나타났으나, 무포장에 비해 NaCl을 함유한 HDPE 및 LDPE 포장의 경우 홍고추 및 홍피망의 경도 감소는 각각 0.75~1.02 kg 및 0.15~0.49 kg의 범위로 낮게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과 중 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 한응수 (1997) 최신 청과물 저장과 가공기술. 유림문화사, p.230-250
2. 이가순, 이주찬, 이종국, 한규홍, 오만진 (2000) MA 및

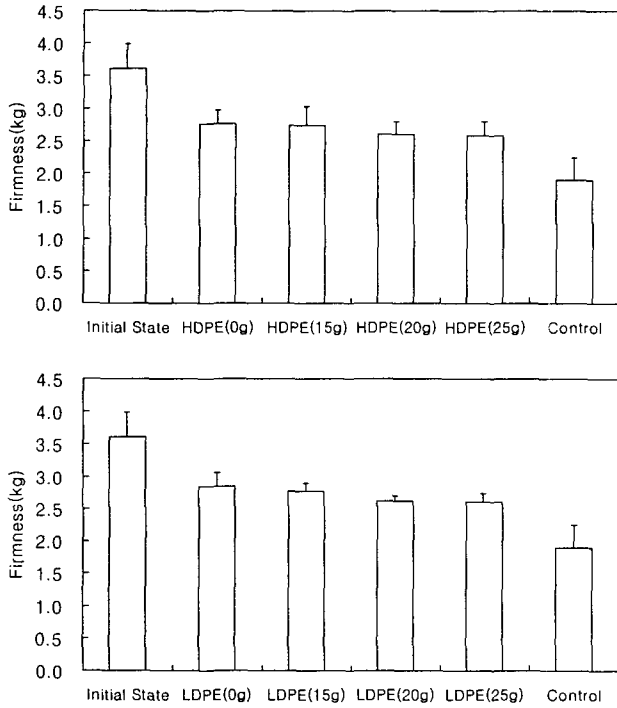


Fig. 5. Firmness change of red chili pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

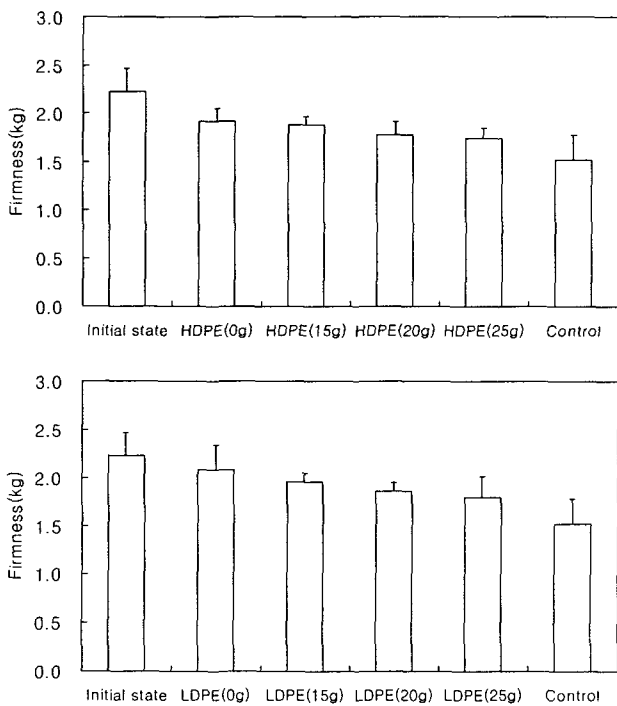


Fig. 6. Firmness change of red bell pepper fruits during storage with HDPE and LDPE.

- CA저장에 의한 생홍고추의 저장성. 농산물저장유통학회지, 7, 139-144
3. Kubo, Y., Inaba, A. and Nakamura, R. (1990) Respiration and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> production in various harvested crops held in CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 115, 975-978
  4. Zong, R., Morris, L. and Cantwell, M. (1994) Postharvest physiology and quality of bitter melon (*Momordica charantia* L.). Postharvest Biology and Technology, 6, 65-72
  5. 이숙희, 서영진, 박선도, 정은호 (1998) 복숭아 CA 저장 시 CO<sub>2</sub> 농도의 영향. 원예논문집, 40, 134-139
  6. 김영태, Y. Kubo, A. Inaba and R. Nakamura (1992) 저농도 O<sub>2</sub> 또는 CO<sub>2</sub>가 딸기와 토마토 품질에 미치는 생리적 반응 연구. 농시논문집(원예편), 34, 57-61
  7. Kader, A.A., Morris, L.L. Stevens M.A. and Albright-Holton M. (1978) Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 103, 6-12
  8. Wang, C.Y. (1977) Effect of CO<sub>2</sub> treatment on storage and self life of sweet peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 102, 808-815
  9. 이귀현, 정천순 (2001) 장기저장을 위한 홍고추 및 홍피망의 CA저장 효과. 산업식품공학, 5, 52-57
  10. Janssens, M.F.M. (1993) Sea transportation of bell peppers by a controlled atmosphere container. 6th Intl. Controlled Atmosphere Res. Conf. Cornell Univ., Ithaca, N.Y.(abstr.), p.18
  11. Watada, A.E., Kim, S.D., Kim, K.S. and Harris, T.C. (1987) Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. J. Food Sci., 52, 1637-1642
  12. Bussel, J. and Kenigsberger, Z. (1977) Packaging green bell peppers in selected permeability films. J. Food Sci., 40, 1300-1306
  13. 이귀현, 정천순 (2001) 홍고추 및 홍피망의 미세공 MA 저장 효과. 농산물저장유통학회지, 8, 125-130
  14. Lee, K.S., Woo, K.L. and Lee, D.S. (1994) Modified atmosphere packaging for green chili peppers. Packaging Technol. and Sci., 7, 51-58
  15. Wall, M.M. and Berghage, R.D. (1996) Prolonging the shelf-life of fresh green chilli peppers through modified atmosphere packing and low temperature storage. J. Food Qual., 19, 467-477
  16. Rodov, S., Ben-Yehoshua, S., Fireman, T., and Fang, D. (1995) Modified-humidity packaging reduces decay of harvested red bell pepper fruit. HortScience, 30, 299-302
  17. Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Chen, E.Z., and Lurie, S. (1983) Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. Plant Physiol., 73, 87-93

---

(접수 2002년 1월 20일)