

홍고추 및 홍파망의 미세공 MA저장 효과

이귀현 · 정천순*

강원대학교 농업공학부, *강원대학교 식물응용과학부

Effects of MA Storage with Fine Holes 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 chili pepper and red bell pepper fruits were investigated with storing in polyethylene film with various fine holes. During the storage of the both pepper fruits, the weight loss, color change, mold emergence, and firmness were evaluated. The weight loss of pepper fruits packaged without holes on film was less than 3%, even though it was each 50% and 25% for non packaged red chili pepper and red bell pepper fruits. The rates of mold emergence of red chili pepper and red bell pepper fruits were reached to each 60% and 50% at the end of storage period as stored in film without holes. However, the rate of mold emergence of pepper fruits was lowered when fruits were stored in MA with low relative humidity (70~80%). The color and firmness of pepper fruits were not much changed when fruits were stored in MA with high humidity.

Key words : red chili peppers, red bell peppers, modified atmosphere storage, weight loss, mold

서 론

국내 홍고추 및 홍파망의 수요 증가와 함께 재배 면적도 크게 증가하고 있다. 최근 시설하우스의 보급과 더불어 생홍고추 및 생홍파망의 주년재배가 가능하여졌으나, 난방비용의 상승으로 홍고추 및 홍파망의 겨울철 재배는 매우 어려운 실정이다. 그러므로, 겨울동안 소비용으로 늦가을에 수확된 홍고추 및 홍파망을 장기 저장하여 시기 적절하게 출하함으로서 겨울철 시설재배를 위한 난방비

용을 절감 할 수 있을 뿐만 아니라, 농가의 소득증대를 위해 경제적 가치가 매우 클 것으로 기대된다.

과채류 저장방법 중 MA 포장이 널리 이용되고 있으며, 필름류를 이용한 MA 포장시 포장내 환경가스 조성은 포장안에 들어있는 과채류의 호흡작용에 의해 소모되는 산소 및 발산되는 탄산가스의 양과 포장에 사용한 필름의 산소와 탄산가스의 투과속도에 의해 결정된다. 그러므로 포장내의 환경가스 조성을 과채류 저장에 적합한 수준으로 유지시키기 위해서 사용하는 포장용 필름류는 최소한의 호기적 호흡을 유지하기 위한 산소가 포장 밖으로부터 안으로 일정하게 투과되어야 하며 이에 반해 발생하는 탄산가스는 포장 안에서부터 밖으로 배출 될 수 있어야 한다. MA포장내의 산소가 저장산물의 호흡작용에 의해 저

Corresponding author : Gwi-Hyun Lee, Division of Agricultural Engineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea
E-mail : ghlee@kangwon.ac.kr

장초기에 비해 낮아지고, 탄산가스농도는 높아지게 되면 이러한 고농도의 탄산가스는 저장물에 해를 끼칠 수 있으므로 포장에 사용할 수 있는 필름류는 밖으로부터 안으로 투과되는 산소의 양보다 포장내에서 생성된 탄산가스를 포장 밖으로 배출시키는 능력이 커야한다.

고추에 대한 MA저장 연구로 포장 유무와 온도변화에 따른 피망의 저장 특성이 보고되었고(1), 포장재질이 피망의 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 수행되었으며(2), PE필름 포장이 생홍고추의 저장성에 미치는 영향이 보고된 바 있다(3). 또한, MA 저장이 풋고추의 선도유지에 미치는 영향이 보고되었다(4, 5). MA 포장내의 습도는 보통 98~100%에 이르며, 낮은 온도에서 저장할 경우는 포장내에 응축현상이 일어나 물방울이 맷하게 된다. 이와 같이 저장 중 과습에 의한 홍피망의 부패율을 줄이기 위해 포장내부에 NaCl을 삽입하여 습도를 적정수준으로 낮추는 MA저장 방법이 보고된 바도 있다(6). 그러나, 간편한 습도유지 방법은 포장재 표면을 적당하게 마이크로 편평하여 미세공을 통한 최소한의 포장내외 공기 순환을 유도함으로 포장내의 습도를 적절하게 유지하는 것이며, 또한 이로 인한 과채류의 최소한 호기적 호흡을 유지하기 위한 산소가 포장 밖으로부터 안으로 일정하게 투과되게 하고, 포장 내부에서 발생하는 탄산가스를 밖으로 배출하게 하는 것이다.

따라서, 본 연구에서는 늦가을에 수확된 생홍고추 및 생홍피망을 장기 저장하여 겨울 동안 마켓에 출하할 수 있는 홍고추 및 홍피망의 장기저장 방법으로 마이크로 편평된 미세공을 갖는 PE 필름을 이용한 MA저장 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

수확된 생홍고추(품종: 녹광) 및 생홍피망(품종: 뉴에이스) 중에서 착색이 균일한 시료를 선별하여 실험에 사용하였다.

저장

MA저장실험을 위한 포장재는 과채류 저장 및 포장을 위해 (주)태방파텍에서 생산하는 미세공이 마이크로 편평된 여러 종류의 폴리에틸렌 필름을 사용하였다. MA저장

실험을 위해 사용된 폴리에틸렌 필름의 종류와 이에 따른 총 면적에 대한 기공이 차지하는 면적비 및 저장시 필름 내부의 습도를 Table 1에 나타내었다. 대조구로서 무포장 및 CA저장조건인 O₂ 1%, CO₂ 1%, N₂ 98%의 가스조성에 저장된 홍고추 및 홍피망의 저장실험 결과를 MA저장 실험결과와 비교하였다. 여기서, CA저장 방법은 4.5 l의 용기에 시료를 넣고 진공펌프(MDA-015, SINKU KIKO, Japan)로 용기 내부를 진공으로 만든 후 용기에서 시료가 차지하는 체적을 빼고 나머지 체적에 대해 O₂, CO₂, N₂가 차지하는 체적을 산정한 후 가스공급장치로부터 각각의 가스를 적정 시간동안 용기 내부로 주입하여 O₂ 1%, CO₂ 1%, N₂ 98%의 가스를 조성하였다.

품질변화

각 처리구에 대해 홍고추 및 홍피망의 색도, 중량 변화, 곰팡이 발생여부를 주기적으로 측정·조사하였다. 저장동안 중량손실 정도를 구명하기 위해 홍고추는 10일 간격으로, 홍피망은 5일 간격으로 0.001g의 정확도를 갖는 전자저울(FA300KV, Japan)을 사용하여 홍고추 및 홍피망의 무게를 측정하였다. 또한, 각 각의 저장방법에 따른 홍고추 및 홍피망의 저장기간 동안 발생된 곰팡이의 발생여부를 조사하였고, 곰팡이 발생율을 전체 과실에 대한 백분율로 나타내었다. 저장 전후 홍고추 및 홍피망의 색도변화를 조사하기 위해 색도계(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하여, 저장 실험 전의 색도에 대한 저장실험 마지막날 측정된 색도의 차(ΔE)를 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

또한, 경도의 변화를 조사하기 위해 저장 첫날 및 마지막 날에 홍고추 및 홍피망의 경도를 측정하였으며, 경도는 Rheo Meter(Compac-100, Sun Scientific Co., LTD., Japan)에 압축을 가하는 장치로 감압축 No 4(축정: 3mm)를 장착한 후 분당 60mm의 속도로 압축하여 최대 강도를 측정하였다.

Table 1. Fine holes of film and relative humidity (RH) inside packaging used for MA and CA storage at 7°C

Treatment	CA	MA(A)	MA(B)	MA(C)	MA(D)	MA(E)	Control
Air hole(%)	0	1.2	0.5	0.7	1.3	0	100
RH(%)	98	78	92	86	75	98	65

결과 및 고찰

중량 감소율

무세공 MA(E) 처리구 및 CA저장이 홍고추 및 홍파망의 저장 중 중량손실을 최소로 할 수 있었으며, 홍고추 및 홍파망의 각각 50일 및 35일 저장 후에도 단지 3%이하의 중량손실을 나타내었다(Figs. 1, 2). 이것은 저장 환경내의 습도가 98%로 높아 대기중으로의 수분 손실이 매우 작았기 때문인 것으로 사료된다. 그러나, 상대습도가 65%인 항온항습기에 저장된 무포장인 대조구의 경우는 저장 마지막날에 홍고추는 약 50%, 홍파망은 약 25%의 중량손실을 나타냈으며, 이는 수분손실의 주요 원인인 과실표면과 대기의 수증기압 차에 의한 발산작용이 크게 일어났기 때문인 것으로 사료된다(7, 8).

미세공 포장된 처리구의 경우는 기공이 전체 면적 중에 차지하는 정도에 따라 저장동안 홍고추 및 홍파망의 중량손실 정도가 달랐다. 즉, 기공이 전체면적의 0.5%인 MA(B)를 예로 볼 때 홍고추는 50일 저장 후 중량손실이 15%정도였으며, 홍파망은 저장 35일 후 중량손실이 7.8%로 낮았으나, 기공이 1.3%로 증가(MA(D)) 했을 때 중량손실이 홍고추는 30%, 홍파망은 13.5%로 두 배 정도 증가했다(Figs. 3, 4). 그러므로, 전체 표면적에 대한 포장재의 기공이 차지하는 비율에 따라 포장재 내부의 습도는 크게 달랐으며, 이로 인해 홍고추 및 홍파망의 저장동안 중량손실은 저장환경내의 습도에 따라 큰 차이를 나타냈다(9).

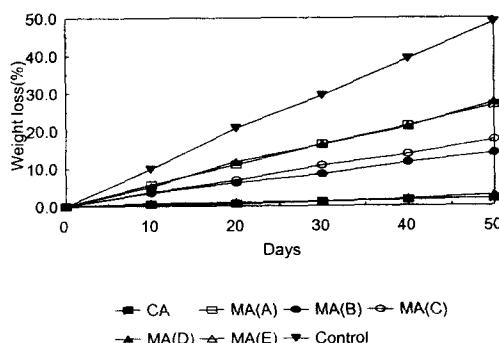


Fig. 1. Weight loss of red chili pepper fruits during storage at 7°C.

곰팡이 발생율

MA저장 방법 및 CA저장에 따른 홍고추 50일 및 홍

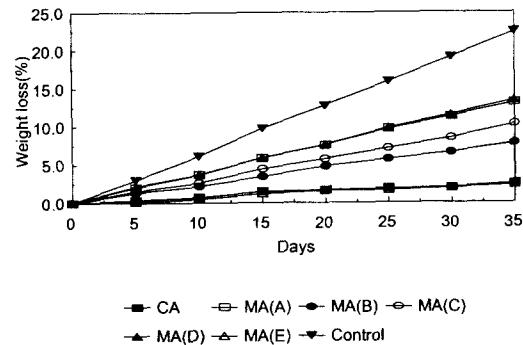


Fig. 2. Weight loss of red bell pepper fruits during storage at 7°C.

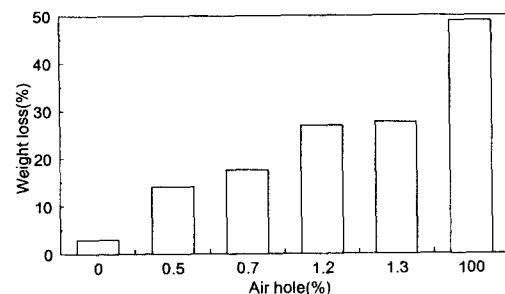


Fig. 3. Weight loss of red chili pepper fruits during MA storage of 50 days with the degree of air holes on film.

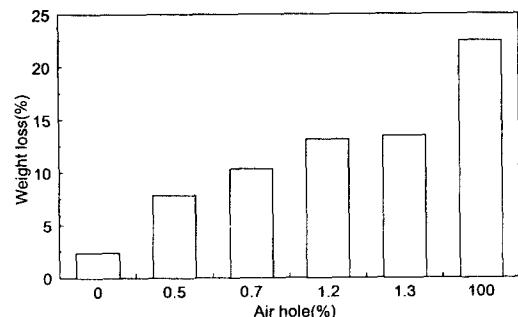


Fig. 4. Weight loss of red bell pepper fruits during MA storage of 35 days with the degree of air holes on film.

파망의 35일간 저장동안 곰팡이 발생율을 조사한 결과를 각각 Figs. 5, 6에 나타내었다. 홍고추의 저장에 있어 무포장인 경우 낮은 습도조건에서 저장된 결과로 곰팡이의 발생이 전혀 없었으나, 높은 습도를 유지하는 환경에 저장된 MA(E) 및 CA저장에서는 저장 20일 후부터 곰팡이가 발생하기 시작하여 50일간 저장 후 곰팡이

발생율이 각각 60%와 50%로 크게 증가하였다. 또한, 비교적 포장재내의 낮은 습도환경(70~80%)에 저장된 홍고추의 경우는 곰팡이가 저장 30일 이후부터 발생하기 시작하여 50일간의 저장 후에도 20%이하의 곰팡이 발생율을 보였다. 또한 92%의 상대습도를 갖는 MA(B)의 경우도 저장 50일 후에 약 35%의 곰팡이 발생율을 보였다.

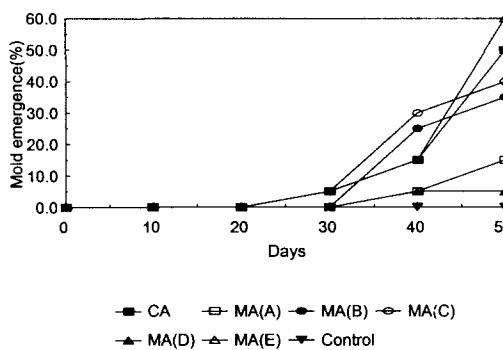


Fig. 5. Mold emergence of red chili pepper during MA and CA storage.

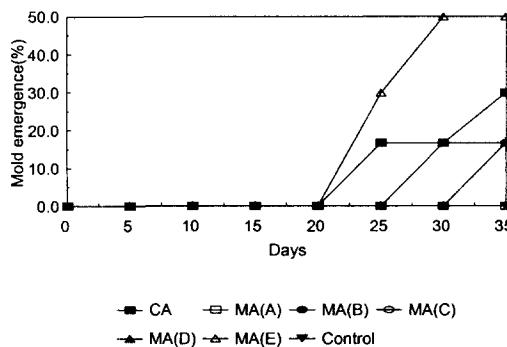


Fig. 6. Mold emergence of red bell pepper during MA and CA storage.

홍피망의 저장에 있어서도 무포장 및 비교적 낮은 습도 조건에서 저장된 MA(A)의 경우 35일간의 저장 후에 곰팡이가 전혀 발생되지 않았으나, 높은 습도의 저장환경을 갖는 MA(E) 및 CA저장에서는 저장 20일 후부터 곰팡이가 발생하기 시작하여 저장 35일 후에 MA(E) 저장인 경우 곰팡이 발생율이 50%로 크게 증가하였고, CA저장인 경우는 30%로 증가하였다. 또한, 비교적 포장재내의 낮은 습도환경에 홍피망을 저장한 MA(D)는 곰팡이 발생이 30일 이후에나 나타나기 시작하였다. 상대습도가 92%인 MA(B)의 경우 저장 35일 후에 15%의

곰팡이 발생율을 보였다. 이러한 결과로 볼 때 곰팡이의 발생율은 홍고추 및 홍피망의 저장환경 중 습도가 가장 중요한 역할을 하고 있다고 사료된다. 이러한 결과는 무세공 포장된 홍피망의 부폐율이 습도가 다소 낮은 MA 저장된 홍피망의 부폐율 보다 높다는 보고와 일치한다(6, 10).

색도 변화

여러 MA저장 방법 및 CA저장에 따른 홍고추와 홍피망의 저장실험 전후 색도차, ΔE 를 Table 2에 나타내었다. 다른 처리구에 비해 높은 저장습도의 포장재 내에 저장된 MA(E) 및 CA저장된 홍고추 및 홍피망의 색도차는 각각 0.8 및 1.4 이하로 매우 낮았다. 또한, 포장재내의 수분이 92% 였던 MA(B)에 저장된 홍고추 및 홍피망도 각각 0.85 및 1.54 였으며, 상대적으로 낮은 색도차를 나타내었다. 그러나, 저장습도가 매우 낮은 무포장의 경우 색도차가 매우 커졌으며, 여기서 색도차는 대체로 저장 초기에 비해 저장 말기에 적색도(a)가 낮아진 결과에 큰 영향을 받은 것 같다(3). 특히, 낮은 습도에 저장된 과실은 표면으로부터 수분손실이 커 전체적으로 색도가 크게 변하였기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2. Color change (ΔE) of red chili pepper and red bell pepper fruits stored at 7°C for 50 or 35 days

Treatment	CA	MA(A)	MA(B)	MA(C)	MA(D)	MA(E)	Control
Red pepper (ΔE)	0.73	0.92	0.85	0.87	0.99	0.78	1.28
Red bell pepper (ΔE)	1.22	1.63	1.54	1.84	1.72	1.36	2.13

경도변화

실험초기에 비해 MA(E) 및 CA저장된 홍고추 및 홍피망의 경도가 저장 말기에 다소 낮아졌지만, 다른 MA 및 무포장 처리구에 비해서 큰 경도를 유지하는 것으로 나타났다(Figs. 7, 8). 기공 포장된 MA처리구 중에서도 홍고추는 습도가 클수록 경도변화가 작았으나, 홍고추에 비해 상대적으로 짙은 기간동안 저장된 홍피망의 경우에는 처리간에 큰 차이가 없었다. 대체로 높은 습도를 유지했던 MA(E) 및 CA 저장된 홍고추 및 홍피망의 경도변화가 매우 낮았던 이유는 포장내 조성된 O₂, CO₂, C₂H₄ 농도의 영향 때문인 것으로 사료된다.

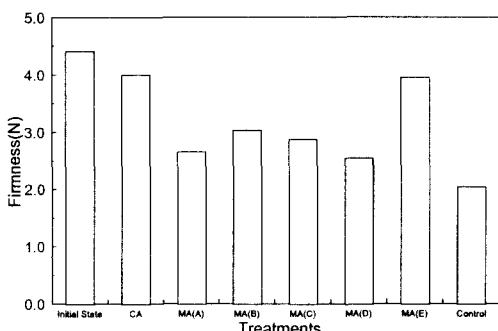


Fig. 7. Firmness change of red chili pepper during MA and CA storage of 50 days.

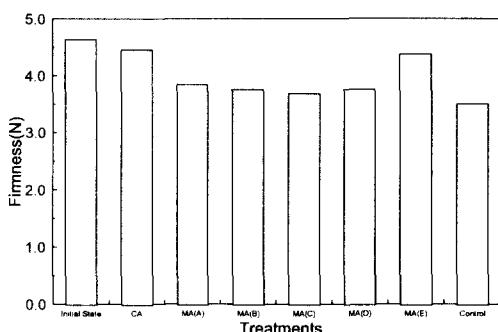


Fig. 8. Firmness change of red bell pepper during MA and CA storage of 35 days.

요 약

생홍고추 및 생홍피망의 장기저장 방법으로 마이크로 편침된 미세공을 갖는 PE 필름을 이용한 MA저장 효과를 조사하였다. 대조구로 무포장 및 CA저장조건인 O₂ 1%, CO₂ 1%, N₂ 98%의 가스조성에 저장된 홍고추 및 홍피망의 저장실험 결과를 MA저장 실험결과와 비교하였다. 홍고추 및 홍피망 각각 50일 및 35일의 저장기간 동안 주기적으로 색도, 중량 변화 및 곰팡이 발생율을 조사하였고, 저장 마지막 날에는 경도를 측정하였다.

무세공 포장된 MA(E)와 CA저장된 홍고추 및 홍피망의 중량손실은 단지 3%이하였으며, 상대습도 65%에 저장된 무포장인 경우 홍고추는 약 50%, 홍피망은 약 25%의 중량손실을 나타내었다. 높은 상대습도인 MA(E) 및 CA저장된 홍고추는 50일간의 저장 후 곰팡이 발생율이 각각 60%와 50%로 크게 증가하였다. 비교적 포장

재내의 낮은 습도환경(70~80%)에 저장된 홍고추는 50일간의 저장 후에 20%이하의 곰팡이 발생율을 보였다. 다른 처리구에 비해 높은 저장습도의 포장재 내에 저장된 MA와 CA저장된 홍고추 및 홍피망의 색도변화는 낮았으나, 저장습도가 낮은 무포장의 경우 색도변화가 매우 큰 것으로 나타났다. 실험초기에 비해 MA(E)와 CA저장된 홍고추 및 홍피망의 경도가 저장 말기에 다소 낮아졌지만, 다른 MA 및 무포장 처리구에 비해서 큰 경도를 유지하는 것으로 나타났다.

감사의 글

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

참고문헌

- 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
- Bussel, J. and Kenigsberger, Z. (1977) Packaging green bell peppers in selected permeability films. *J. Food Sci.*, 40, 1300
- 이가순, 이주찬, 이종국, 한규홍, 오만진. (2000) MA 및 CA저장에 의한 생홍고추의 저장성. 농산물저장 유통학회지, 7(2), 139-144
- 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
- Wall, M.M. and Berghage, R.D. (1996) Prolonging the shelf-life of fresh green chili peppers though modified atmosphere packing and low temperature storage. *J. Food Qual.*, 19, 467-477
- Rodov, S., Ben-Yehoshua, S., Firerman, T. and Fang, D. (1995) Modified-humidity packaging reduces decay of harvested red bell pepper fruit. *HortScience*, 30, 299-302

7. Ben-Yehoshua, S. (1987) Transpiration, water stress and gas exchange. In Postharvest physiology of vegetables, Weichmann, J.(Editor), Marcel Dekker, Basel, N.Y. p.113-170.
8. Lipton, W.J. (1993) Relative humidity may not be enough. ASHS Nwsl. 9, 12
9. Polderdijk, J.J., Boerrigter, H.A.M., Wilkinson, E.B., and Meijer, J.G. (1993) The effects of controlled atmosphere storage at varying levels of relative humidity on weight loss, softening and decay of red bell peppers. *Scientia Horticulturae*, 55, 315-321
10. 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 2001년 2월 28일)