

혼합 싹채소의 MAP를 위한 포장재 비교

강호민* · 최인이 · 김일섭
강원대학교 원예학과

Comparison Packing Materials for Proper MAP of Mixed Sprout Vegetables.

Ho-Min Kang*, In Lee Choi, and Il Seop Kim

Dept. of Horticulture, Kangwon Natl. Univ., Chunchon 200-701, Korea

Abstract. A comparison was made of the effect of different packaging materials on storability of mixed sprout vegetables (alfalfa, broccoli, cabbage, radish, and red radish) stored at 8°C. They were packaged by several kinds of films that were 50 µm thickness low-density polyethylene film (PE 50), 50 µm thickness polypropylene film (PP 50), 50 µm thickness ceramic film (CE 50), 25 µm thickness ceramic film (CE 25), 10~13 µm thickness polyethylene film (wrap), and polyethylene terephthalate box with ventilation hole (box). The fresh weight of mixed sprouts packaged with different materials decreased below to 2% except box packages that decreased around 7% compared with initial weight. The atmospheres that were developed inside the different materials during storage differed significantly. The carbon dioxide and oxygen concentration of packages were kept properly with 5% in CE 25, but the PE 50 and CE 50 treatments showed higher carbon dioxide and lower oxygen concentration. So the off-flavor of mixed sprouts was more severe in the PE 50 and CE 50 treatment. The ethylene concentration of packages showed lowest in box treatment, followed by PP 50, wrap and CE 25 treatment. The overall quality of mixed sprouts was lower in PE 50 and CE 50 than CE 25 treatment after 10 days storage, supposed to be resulted from highest ethylene concentration and lowest oxygen concentration. Conclusively, the CE 25 film that showed below 1% fresh weight loss, 5% carbon dioxide, 5% oxygen and below 4 ppm ethylene concentration in package may be a proper packaging material for mixed sprout vegetables.

Key words : carbon dioxide, ethylene, off-flavor, overall quality, oxygen

서 언

1980년대까지 싹채소는 콩나물과 숙주나물이 전부였으나, 일본의 무순과 유럽의 크레스 미국의 알팔파 등이 국내에 소개되면서 일부 농가에서 싹채소의 생산이 이루어졌다. 특히 21세기 들어 무공해, 건강 등에 대해 관심이 커져가면서 다양한 종류의 싹채소가 생산되고 있다(Meyerowitz, 1999; Ryu, 2003). 이들 싹채소는 단일 품목 뿐만 아니라 혼합상태로 유공 및 박스 포장 상태로 샐러드나 비빔밥의 재료로 판매하고 있으나 작물마다 다른 저장성을 무시하고 혼합된 상태

로 포장되고 있다. 또한 현재 유통 중인 대부분의 싹채소는 유공포장상태인데 2008년부터 싹채소와 같은 최소가공 농산물은 식품으로 관리되어 무공의 포장상태로 유통되어야 하는 실정이다. 농산물의 유통 및 저장성 향상을 위한 MAP에 대한 연구는 국외에서 다양하게 수행되어 왔으며 국내에서도 조식이 연하여 저장성이 낮은 상추(Jeong 등, 1990), 신선편이 결구상추(Kim 등, 2005) 등 여러 작물을 대상으로 실시되었고 치커리의 숙근에서 싹을 틔운 치콘에 대한 연구(Bae 등, 2005)는 있었으나, 싹채소의 저장성 향상에 대한 연구는 미비하여 싹채소의 종류별 저장성을 비교한 보고(Kang과 Kim, 2007) 정도만 있었다. 이에 본 연구는 현재 유통 중인 혼합 싹채소 저장 및 유통성 향상

*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr
Received August 9, 2008; accepted September 12, 2008

을 위해 기존의 유통방법과 기존의 발표에서 원예산물 저장에 우수한 결과를 보인 몇 가지 무공필름을 이용하여 MAP에 적당한 포장재를 선별하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

브로콜리, 무, 적무, 알팔파, 양배추를 5~10일간 25°C에서 재배하여 각 작물을 동일량으로 취하여 50 μ m 두께의 LDPE (Low-density polyethylene) 필름(PE 50), 25 μ m와 50 μ m 두께의 ceramic 필름(CE 25, CE 50), 50 μ m 두께의 polypropylene 필름(PP 50), 10~13 μ m 두께의 polyethylene film (wrap), 그리고 18×12×3.5cm 규격의 통기가 되는 polyethylene terephthalate 박스(box)를 사용하여 8°C(판매장)의 저장온도에서 저장성을 비교하였다. 처리구간의 외적품질을 알아보기 위해 생체중 감소 정도와 외관품질을 조사하였다. 생체중 감소는 저장 전 중량을 100%로 하여 저장 중 감소 정도를 백분율로 나타내었고 외관 품질은 패널테스트를 통해 조사하였다. 또한 포장재 내부의 이산화탄소와 산소 가스 농도는 포장재 외부에 실리콘을 접착시켜 측정기의 바늘을 수 차례 관통하여도 가스누출이 없게 처리한 후 infrared sensor (checkmate, PMB, Demark)로 측정하였다. 저장 최종일에 포장재 내부의 에틸렌가스 농도는 gas chromatography (HP 5890, Hewlett-Packard, USA)로 측정하였고(Park 등, 2000), 이취정도는 패널테스트를 통해 조사하였다. 모든 실험은 4반복으로 진행하였으며 통계처리는 Microsoft Excel 2002 program을 이용하여 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

원예작물의 저장 중 생체중 감소는 직접적인 상품성 저하를 초래하며, 내적, 외적 품질의 변화에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 일반적으로 원예산물의 저장 및 유통 중 생체중 감소 허용범위는 5~10%인데(Kays, 1991), 이는 위조에 의한 외형 변화와 연화로 인한 질감의 변화와 함께 영양적 품질의 변화를 초래하기 때문이다(Kader, 1983). 특히 열채류에서 생체중 감소는 품질 저하를 의미하는 중요한 항목으로 생체중이 3%

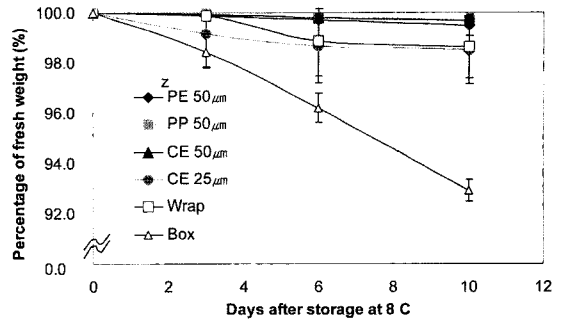


Fig. 1. The change of weight loss of 5 sprout vegetable crops (alfalfa, broccoli, radish, red cabbage, and red radish) packaged with 6 different packaging materials during 8°C storage. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=4).

¹ PE 50: 50 μ m thickness low-density polyethylene film, PP 50: 50 μ m thickness polyethylene film, CE 50: 50 μ m thickness ceramic film, CE 25: 25 μ m thickness ceramic film, Wrap: 10~13 μ m thickness polyethylene film, Box: Polystyren box with ventilation hole.

이상 감소하면 상품성이 손실된다(Kays, 1991). 본 실험에서 polyethylene terephthalate 박스(box)의 경우 8°C에서 저장 10일째 7% 이상의 가장 많이 생체중이 감소하였는데, 이러한 생체중 감소는 저장 수명을 단축시킨 것으로 보인다. 원예작물의 저장 중 중량 감소는 증산과 호흡, 이 두 가지 요인에 의한 것으로 주로 증산의 영향을 받는데(Bhowmik와 Pan, 1992), 특히 싹 채소에는 연하고 큐티클층의 발달이 적어 저장 중 증산량이 타 채소에 비해 많았던 것으로 보인다. Box를 제외한 포장재들은 1~2%의 감소율을 보여 생체중 변화가 적었으며 처리구간 차이는 없었다(Fig. 1).

MA 저장은 필름의 가스 투과도와 산물의 호흡에 의해 자연스럽게 조성된 대기 조건을 통해 저장 기간을 연장시키는 방법으로 산물의 호흡에 영향을 미치는 환경적 요소에 따라 대기 조성이 크게 변화될 수 있다(Lee, 1996). 본 실험에서도 저장 중 포장재에 따라 이산화탄소와 에틸렌의 농도 차이가 나타났다. 저장 중 포장재 내 이산화탄소 농도를 보면 두께가 가장 두꺼웠던 50 μ m 두께의 PE 필름(PE 50), ceramic 필름(CE 50)은 4~6%의 높았고 다음으로 ceramic 25 μ m 필름(CE 25)이 높았다. 그러나 50 μ m polypropylene 필름(PP 50)은 wrap (wrap)과 같은 수준이었는데, 이중 PP 50은 완전 밀봉이 아니고 자체 접착부분을 이용하여 공기의 유동이 있었던 것으로 보인다(Fig. 2).

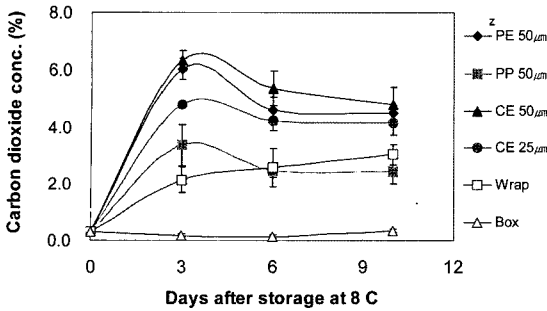


Fig. 2. The change of carbon dioxide concentration (%) in 6 different packaging materials packed with 5 sprout vegetable crops (alfalfa, broccoli, radish, red cabbage, and red radish) during 8°C storage. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=4). ^z See fig. 1.

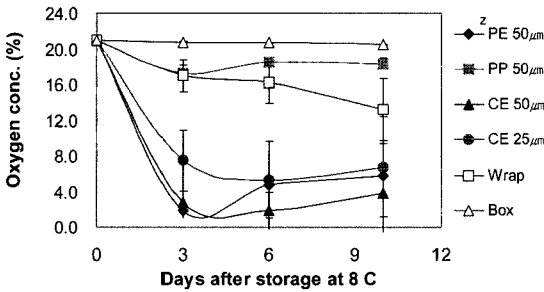


Fig. 3. The change of oxygen concentration (%) in 6 different packaging materials packed with 5 sprout vegetable crops (alfalfa, broccoli, radish, red cabbage, and red radish) during 8°C storage. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=4). ^z See fig. 1.

필름내 산소 농도는 이산화탄소와 정반대의 결과를 보여 PE 50과 CE 50은 저장 3일째 3%수준으로 저산소에 의한 무기호흡이 우려되었다(Fig. 3). 저장 중 이산화탄소의 적정농도는 저장 대상 작물에 따라 그 정도의 차이가 큰데 고농도의 이산화탄소는 저장 중 이취의 원인이 되는 아세트알데히드의 발생을 증가시킨다고 알려져 있다(Kays, 1991). 기존에 발표된 싹채소의 적정 CA 조건은 mung bean의 경우 5% 산소와 15% 이산화탄소로 알려져 있어(DeEll 등, 2000; Varoquaux 등, 1996) 본 실험에서 포장재 내 이산화탄소 농도는 안전한 수준이었던 것으로 생각된다. 그러나 산소 농도의 경우 PE 50에서 저장 중 3% 수준을 보여 무기호흡으로 인한 이취가 예상되었으며, 실제로 저장 최종일 관능검사서 가장 높은 이취를 나타내었다(Fig. 4). 에틸렌 함량도 이산화탄소와 산소와 같은 경향으로 PE 50과 CE 50에서 4ppm 이상으로 가장

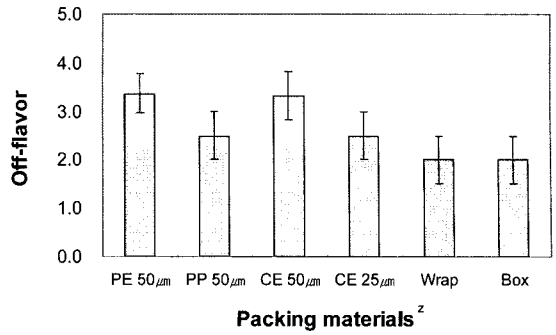


Fig. 4. The degree of off-flavor of 5 sprout vegetable crops (alfalfa, broccoli, radish, red cabbage, and red radish) packaged with 6 different kinds packaging materials after 10 days storage at 8°C storage. The degree of off-flavor was measured that 5 was most severe; unmarketable, 4 was severe, 3 was moderate, 2 was traceable, 1 was little, 0 was fresh condition. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=4). ^z See fig. 1.

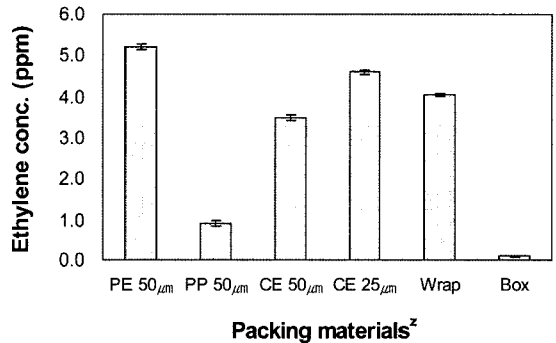


Fig. 5. Ethylene concentration (ppm) in 6 different packaging materials packed with 5 sprout vegetable crops (alfalfa, broccoli, radish, red cabbage, and red radish) after 10 days storage at 8°C storage. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=4). ^z See fig. 1.

높았고 다음으로 CE 25와 wrap이 높은 농도를 보였다. 이에 반해 box에서는 거의 검출되지 않았고, PP 50은 0.1ppm 수준이었다(Fig. 5). 에틸렌은 일반적으로 저장산물의 염색소 및 경도 감소 등의 여러 노화적 형태들을 유발하거나 가속화시켜 제거 대상이 되지만(Kader, 1980; Watada, 1986), 싹채소의 경우 1ppm 수준의 에틸렌을 재배 중 처리하여 배축의 두께를 굵게 하는 등 품질을 향상시키는데 이용하고 있다(Bae 등, 2004). 저장 중 에틸렌에 의한 싹채소의 품질 저하에 관한 보고는 없으나, 가장 높은 에틸렌 농도를 보인 PE 50과 CE 50은 품질저하가 의심되었다. 실제로 이들 두 필름 포장 처리구는 생체중 감소가 가장

혼합 싹채소의 MAP를 위한 포장재 비교

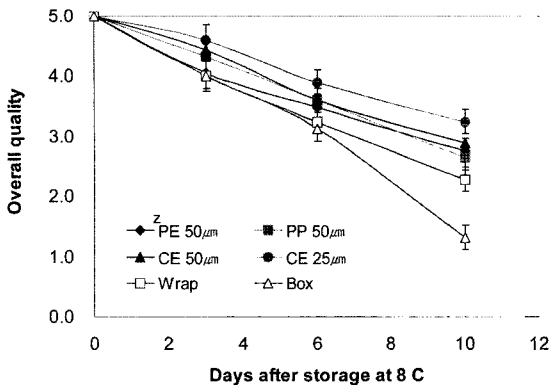


Fig. 6. The change of overall quality of 5 sprout vegetable crops (alfalfa, broccoli, radish, red cabbage, and red radish) packaged with 6 different packaging materials during 8°C storage. The overall quality was measured that 5 was fresh condition, 4 was good, 3 was moderate, 2 was bad, 1 was most severe; unmarketable. Vertical bars represent \pm SD of the means ($n=4$). ² See fig. 1.

적었으며, 이산화탄소 농도도 적정 범위였으나, 가장 낮은 외관상 품질을 보였다. 외관 품질이 가장 우수했던 필름처리구는 CE 25로 저장 10일째에 판매 가능한 3점 이상의 높은 외관상 품질을 보였다(Fig. 6). 외관상 품질이 낮았던 box는 7% 수준까지 감소한 생체중 감소가 원인이었던 것으로 생각된다. 혼합 싹채소 외관상 품질저하의 대표적인 증상은 조직이 물러지는 것이었는데, 무와 적무 그리고 양배추는 이러한 증상이 거의 나타나지 않는데 반해 알팔파, 브로콜리는 6일 이후부터 발생하여 포장단위 전체의 품질저하를 유도하였다. 기존의 보고에서 싹채소간 서로 다른 저장성이 보고된 바(Kang과 Kim, 2007)와 같이 작물의 종류에 따라 저장성의 차이가 발생하고 이로 인해 전체 포장의 품질이 저하되므로 혼합 싹채소 포장시 각 작물의 저장성을 반드시 고려해야 할 것이라 생각된다.

이상을 종합하면 혼합 싹채소의 MA저장에 적합한 포장재는 8°C 조건에서 10일 동안 저장 중에 1% 미만의 생체중 감소와 포장 내 5% 수준의 이산화탄소와 산소, 그리고 4ppm 이하의 에틸렌 농도를 보인 CE 25가 가장 적합한 것으로 나타났다.

적 요

혼합 싹채소의 MAP에 적합한 포장재를 선별하기 위해 알팔파, 브로콜리, 양배추, 무, 그리고 적무의 혼

합 싹채소를 50µm 두께의 low-density polyethylene 필름(PE 50), 50µm 두께의 polypropylene 필름(PP 50), 50µm 두께의 ceramic 필름(CE 50), 25µm 두께 ceramic 필름(CE 25), 10~13µm 두께의 polyethylene film(wrap), 그리고 통기구가 있는 polyethylene terephthalate 박스(box)로 포장하여 8°C에서 저장 비교하였다. 저장 중 혼합 싹채소의 생체중은 7%의 감소를 보인 box처리구를 제외한 모든 처리구에서 2% 미만의 감소만을 보였다. 포장재 내부 대기는 필름 종류에 따라 차이를 보였다. CE 25는 산소와 이산화탄소 모두 5% 수준이었으나, PE 50과 CE 50은 이보다 높은 이산화탄소와 낮은 산소 농도를 보였는데, 이러한 대기 조성 변화가 이들 처리구에서 가장 이취가 가장 심했던 원인이라 생각된다. 저장 10일째 포장재 내 에틸렌 농도는 box가 가장 낮았고, 다음으로 PP 50, wrap, CE 25의 순서로 높았으며 외관상 품질이 저하가 가장 심하였던 PE 50과 CE 50에서 가장 높았다. 이상의 결과를 종합할 때, 1% 미만의 생체중 감소와 5% 수준의 이산화탄소와 산소 농도, 그리고 4ppm 이하의 에틸렌 농도를 보인 CE 25가 혼합 싹채소에 가장 적합한 포장재인 것으로 나타났다.

주제어 : 산소, 에틸렌, 외관상 품질, 이산화탄소, 이취

사 사

본 연구는 강원대학교 농업생명과학연구소의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

1. Bae, J.H., K.W. Park, and H.M. Kang. 2005. Effects of packing materials, light condition and storage temperature on MAP storage of chicon. *J. Bio-Environ. Cont.* 14:69-75.
2. Bae, K.G., S.W. Nam, K.N. Kim, and Y.H. Hwang. 2004. Difference in freshness of soybean sprouts as affected by CO₂ concentration and postharvest storage temperature. *Korean Journal of Crop Science* 49:172-178.
3. Bhowmik, S., and J.C. Pan. 1992. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *Journal of Food Science* 57:948-953.
4. DeEll, J., C. Vigneault, F. Favre, T. Rennie, and S.

- Khanizadeh. 2000. Vacuum cooling and storage temperature Influence the quality of stored mung bean sprouts. HortScience 35: 891-893.
5. Kader, A.A. 1980. Prevention for ripening in fruits by use of controlled atmospheres. Food Technol. 34:51-54.
 6. Kader, A.A. 1983. Postharvest quality maintenance of fruits and vegetables in developing countries. P. 455-470. In: Postharvest physiology and crop preservation. M. Liebermann (Ed.), Technomic Publishing Co. Inc. Pennsylvania. USA.
 7. Kang, H.M. and I.S. Kim. 2007. Comparison of storability of some sprout vegetables in MA storage. J. Bio-Environ. Cont. 16:415-419 (in Korean).
 8. Kays, J.S. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, New York. USA.
 9. Lee, S.K. 1996. Postharvest physiology of horticultural crops. Sungkunsu, Suwon. Korea (in Korean).
 10. Park. K.W., H.M. Kang, and C.H. Kim. 2000. Comparison of storability on film sources and storage temperature for fresh Japanese mint in MA storage. J. Bio-Environ. Con. 9(1):40-46 (in Korean).
 11. Jeong, J.C., K.W. Park, and Y.J. Yang. 1990 Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Cheongchima) during low temperature storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31:219-225 (in Korean).
 12. Kim, J.G, S.T. Choi, and C.I. Lim. 2005. Effect of delayed modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut iceberg lettuce. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 23:140-145 (in Korean).
 13. Meyerowitz, S. 1999. Sprout the miracle food: the complete guide to sprouting. 6th ed. Book Publishing Company, USA.
 14. Watada, A.E. 1986. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. Food Technol. 40(5): 82-85.
 15. Ryu, K.H. 2003. Sprouts the miracle food. 1st ed. Herb World. Seoul. Korea (in Korean).
 16. Varoquaux, P., G. Albagnac, C. Nguyen-The and F. Varoquaux. 1996. Modified atmosphere packaging of fresh bean sprouts. J. Sci. Food Agr. 70:224-230.