

농산물 유통과정에서 복숭아의 품질유지를 위한 마스터 포장 시스템

정미진¹ · 안덕순¹ · 박우포² · 이동선^{1,*}

¹경남대학교 식품생명학과

²마산대학교 식품과학부

A Master Packaging System for Preserving Qualities of Peaches in the Fresh Produce Supply Chain

Mijin Jeong¹, Duck Soon An¹, Woo Po Park² and Dong Sun Lee^{1,*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Changwon, 631-701 Korea

²Department of Food Science, Masan University, Changwon, 630-729 Korea

Abstract A packaging system integrated in primary and secondary packages to deliver consumers fresh peach in the produce supply chain was designed and its effectiveness on quality preservation was tested. The master packaging system was designed to contain 6 individual polypropylene film (PP, 30 μm thickness) packages of 300 g peach fruit inside 35 μm thick low density polyethylene (LDPE) bag located in a corrugated paperboard box. As a variable to attain the desired package atmosphere around the fruit during cold storage and subsequent retail display at higher temperature, different numbers (1, 3 and 7) of microperforations in 59 μm diameter were tested on the individual PP packages. As control treatment, six fruits were placed without wrapping in a corrugated paperboard box. During the storage at 5°C, the control and individual packages were periodically separated from the box or master package, moved to the simulated retail shelf conditions of 20°C and then stored for 3 more days with package atmosphere and fruit quality being measured. The package with 7 microperforations was the best in the ability to attain beneficial MA of 6~10% O₂ and 11~19% CO₂ around the fruit during the chilled storage at 5°C and simulated retail display at 20°C. Packages with smaller number of microperforations resulted in anaerobic atmosphere at the low temperature storage and/or the subsequent high temperature display. Compared to control, all the treatments with master packaging system gave better retention of fruit firmness with significantly less weight loss.

Keywords Peach, Master package, Modified atmosphere packaging, Temperature

서 론

복숭아는 수확 시기가 고온 다습한 하절기이고 과피가 연약하여 수확시나 출하시에 상처를 받기 쉬우며, 수확 후 연화되기도 쉽다¹⁾. 또한 매우 부패성이 강한 농산물로서 냉장 조건에서도 저장수명이 매우 짧다. 낮은 산소와 높은 이산화탄소 농도를 사용하는 변형기체포장(modified atmosphere

packaging, MAP)은 복숭아의 생리적 변화와 미생물적 변패를 억제하여 저장수명을 연장시킬 수 있는 것으로 알려져 있다^{2,3)}. 복숭아의 신선도 유지에 적합한 CA 또는 MAP 조건은 0~5°C에서 1~2% O₂, 3~5% CO₂로 알려져 있다⁴⁾. 복숭아 포장에서도 변화하는 유통과정에서의 온도변화에서도 최종 소비자에게까지 높은 신선도의 복숭아를 도달시키기 위해서는 전체 농산물 공급체인에서 작동할 수 있는 MAP 시스템이 필요하다. 비록 한 온도조건에서 적절하게 설계된 MAP 일지라도 유통과정의 온도조건이 달라지면 포장 내 기체조성이 적정범위를 벗어날 수 있다. 1차/2차 포장단위로 결합된 마스터 포장과 유통물류의 적절한 결합을 통하여 이 문제를 접근하고 해결할 수 있는 가능성을 가져

*Corresponding Author : Dong Sun Lee
Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, 449 Woryeong-dong, Changwon 631-701, Korea
Tel : +82-55-249-2687. Fax : +82-505-999-2171
E-mail : dongsun@kyungnam.ac.kr

서 딸기와 버섯에 대해서 적용된 바 있다^{5,6)}.

복숭아의 유통과 포장에서도 이러한 개념의 적용이 포장 내 적정기체조성의 유지와 함께 품질보존의 효과를 가질 수 있는 것으로 생각되어 복숭아의 마스터 포장 시스템을 설계하고 그 효용성을 저온저장과 판매유통단계에서 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 복숭아

2011년 9월에 경북 영천에서 수확된 장호원 황도 품종의 복숭아를 바로 실험실로 이송하여 사용하였다.

2. 포장 및 저장

개체당 무게가 약 300 g으로서 부패하지 않고 완전한 외관을 가진 복숭아를 개별단위로 포장하였다. 개별포장에서 복숭아는 폴리프로필렌 트레이(22×16×4 cm)에 담은 다음에 이 트레이를 두께 30 μm OPP 필름백(15×15 cm)에 넣고 열접착 밀봉하였다. 외부 마스터 포장으로는 6개의 개별 포장단위를 넣은 35 μm LDPE 필름백(50×60 cm)을 기계적 결속으로 밀봉하여 구성하였다. 그리고 저장 중 구조적 안정성을 주기 위하여 이 LDPE 필름백을 골판지 박스(29.5×23.0×10.5 cm)에 담은 다음 5°C 저장고로 입고하여 실험을 시작하였다. 실험변수로서 개별포장에 대해서 기계적으로 뚫은 직경 59 μm 의 미세공을 1, 3, 7개씩을 만들어 두었다. 대조구로서는 골판지 박스(29.5×23.0×10.5 cm)에 6개의 복숭아를 담아서 사용하였다.

제조된 포장들은 5°C의 온도조건과 상대습도 80%의 조건에서 저장하였고, 일정 기간(8, 15, 22 일) 후에 유통판매 단계의 모사를 위하여 20°C, 습도 40% 조건으로 이동하여 추가적으로 3일 동안 저장하였다.

3. 포장내 기체 조성 및 품질 변화 측정

1차 포장과 2차 포장은 저온저장 혹은 모사된 유통판매 단계로부터 제거된 후에는 O₂ 농도와 CO₂ 농도를 기체센서(Model CheckMate 9900, PBI-Dansensor, Ringsted, Denmark)로 측정된 다음 과일을 품질변화 실험에 사용하도록 하였다. 품질변화 항목으로는 중량손실, 경도 및 표면색도를 측정하였다. 중량손실은 초기 무게에 대한 감소된 무게의 비율로 표시하였다. 경도는 3.5×3.5×2.5 cm 크기로 절단체취된 과육시료를 5 mm 원통형 probe로 60 mm/min의 속도로 관입시킬 때의 최대힘으로 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)에 의하여 측정하였다. 표면색도(L, a, b)값은 가장 밝은 과일 둘레 부분을 색차계(Model JC 801, Colour Techno System Corporation, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 포장 내 기체 조성

5°C 저장 시에 마스터 포장의 기체조성은 개별포장에 7개 미세공을 가진 처리구에서 가장 빠른 기체변형을 가져서 저장 8일 후에 10.7%의 O₂ 농도와 5.6%의 CO₂ 농도를 형성한 후에 서서히 O₂ 농도는 증가하고 CO₂ 농도는 감소하였다(Fig. 1). 1개 미세공 처리구와 3개 미세공 처리구는 이보다는 약간 느리게 기체변형을 일으켜서 저장 15일 후에 13~15%의 O₂ 농도와 5~7%의 CO₂ 농도 범위에 도달한 후에 일정 수준을 유지하였다. 저장 22일에 이르러서는 처리구 간에 상대적인 농도차이는 그다지 크지 않았다. 이와는 대조적으로 개별포장은 5°C 저장 중에서도 처리구 간에 내부기체조성에서 뚜렷한 차이를 보여서 작은 미세공 처리구에서 높은 CO₂ 농도와 낮은 O₂ 농도를 보였다. 1개 미세공 처리구에서는 저장 8일 후에 이미 22%의 CO₂ 농도와 2%의 낮은 O₂ 농도로 형성시켜 지속적인 CO₂ 농도 증가를 보여주었다. 이에 비하여 7개 미세공 처리구는 6~10%의 O₂

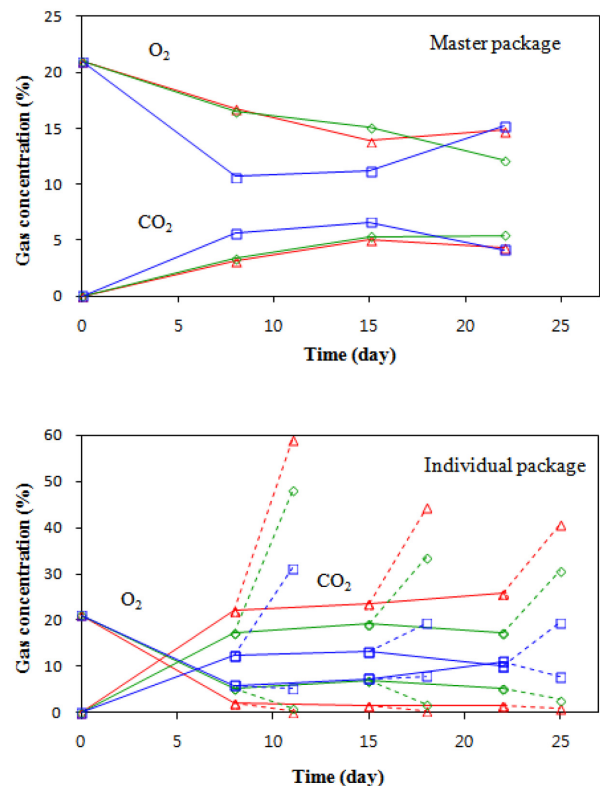


Fig. 1. Gas composition changes of master packages and inner individual packages of different microperforations containing 300 g peach during the chilled storage (5°C) and simulated retail display (20°C). Solid line is for the chilled storage and dotted line for the simulated retail display. \triangle : 1 microperforation; \diamond : 3 microperforations; \square : 7 microperforations.

농도와 11~13%의 CO₂ 농도를 저장 8일 이후에 유지시켰다. 3개 미세공은 8일 후에 5~7%의 O₂ 및 17~19%의 CO₂의 평형 기체조성을 유지하였다. 복숭아 과일의 단기적인 고농도 CO₂ 저항성을 감안한다면, 3개 및 7개 미세공 처리구는 비교적 저장성에 도움이 될 수 있는 기체조성으로 생각된다. 복숭아의 MAP 포장에서는 2°C에서 23% 정도의 고농도의 CO₂ 농도와 2% 부근의 O₂ 농도가 품질유지에 긍정적인 효과를 보인 것으로도 보고된 바 있다⁷⁾.

개별포장으로 분리한 후에 20°C로 옮겨서 이루어진 유통 판매단계의 저장에서는 매우 높은 CO₂ 농도 증가가 관찰되었는데, 특히 1개 미세공 처리구에서는 5°C에서 8일 저장 후 20°C에서 3일 추가 저장 시에 59%에 이르는 CO₂ 농도를 보였다. 이렇게 높은 CO₂ 농도는 생리장해를 유발하는 수준이어서 20°C에서의 유통판매에서는 허용될 수 없는 포장처리로 생각된다. 3개 미세공 처리구도 20°C 저장 시에 CO₂ 농도가 48%에까지 이르기도 해서 역시 20°C에서의 판매유통이 곤란한 것으로 판단된다. 따라서 20°C의 유통판매를 고려한다면, 7개 미세공 포장이 나름대로 유리한 MA 조건을 형성시키는 것으로 판매된다. 일부 시점에서는 20°C에서 30%에 이르는 CO₂ 농도를 보이지만 대부분 20% 정도의 CO₂ 농도와 함께 5~8%의 O₂ 농도는 품질변화에 도움이 될 것으로 기대된다. 한편 대기에 노출되는 특성을 가지는 날개의 골판지 대조구 포장은 20.9% O₂ 농도와 0% CO₂ 농도를 유지하였다.

2. 품질변화

통기성의 골판지 박스의 대조구 포장에 비해서 마스터 포장에서의 개별포장 처리구들은 저온 저장과 이후의 유통판매단계 저장에서 훨씬 낮은 중량손실을 보여주었다(Fig. 2). 5°C 저장과 그 이후의 20°C 저장에서 마스터 포장에서의 미세공을 가진 날개단위 개별포장에서 오직 미미한 중량감소

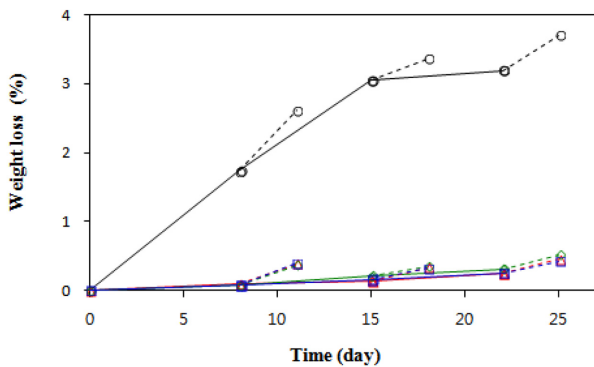


Fig. 2. Weight loss of peach packages with different microperforations through the chilled storage (5°C) and simulated retail display (20°C). Solid line is for the chilled storage and dotted line for the simulated retail display. ○: control; △: 1 microperforation; ◇: 3 microperforations; □: 7 microperforations.

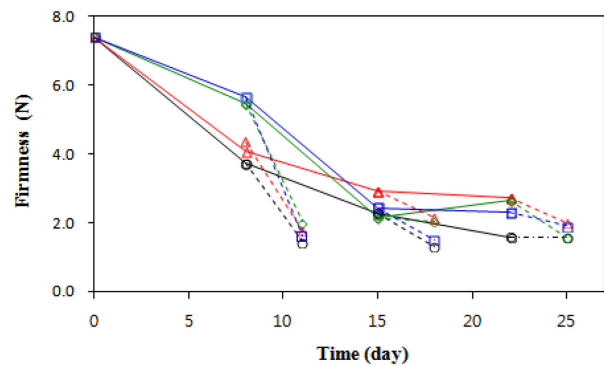


Fig. 3. Firmness of peach in different microperforated packages during the chilled storage (5°C) and simulated retail display (20°C). Solid line is for the chilled storage and dotted line for the simulated retail display. ○: control; △: 1 microperforation; ◇: 3 microperforations; □: 7 microperforations.

만이 있었고, 포장처리구간에도 차이가 없었다. 마스터 포장에 포함되는 미세공 포장의 2단계 포장층의 구조는 저온 단계 저장과 분리된 이후의 유통판매 단계에서 수분손실에 대해서 저항성을 가진 것으로 평가된다.

1, 3, 7개의 미세공을 가진 포장조건은 대조구에 비하여 비교적 양호한 경도 유지를 나타내었다(Fig. 3). 이와 같이 MA 조건하에서 저장 기간 중 복숭아의 경도가 유지되는 것은 기존 연구 결과와 비슷하였다^{8,9)}. 하지만, 처리구 상호간에 크고 일관성 있는 차이를 보이지는 않았다. 5°C에서 저장 8일 후 20°C에서 3일간 저장한 복숭아의 경도와 5°C에서 15일 저장 후 20°C에서 3일간 저장한 것이 비슷하게 나타났다. 온도를 달리하여도 변화가 크지 않았던 복숭아의 중량변화와는 달리 경도의 변화는 복숭아의 품질에 큰 영향을 줄 것으로 보인다.

복숭아의 표면색도는 저장기간 중 뚜렷하면서도 일정한 경향의 변화를 보여주지는 않았고, 밝기에서 마스터 포장에 포함된 복숭아가 약간 어두운 쪽으로 변화하는 것으로 볼 수 있다(Fig. 4).

대체적으로 직경 59 μm의 미세공을 7개 가진 OPP 필름 백 내에 300 g의 복숭아를 담은 개별포장을 6개 담은 LDPE 마스터 포장 시스템은 5°C의 냉장저장과 20°C에서의 유통판매 단계에서 과일 주위에 이로운 MA 기체조성을 형성시켰으며, 1~7개 미세공의 개별포장은 대조구 포장에 비하여 적은 중량손실과 양호한 경도 유지를 하는 것으로 보였다. 20°C에서의 급격한 CO₂ 농도 증가를 피하기 위하여서는 보다 낮은 유통판매 온도를 고려할 필요가 있으며, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 것으로 생각된다.

결론적으로 복숭아를 7개 미세공 함유 플라스틱 필름 백에 담은 개별포장 6개를 LDPE 필름에 포함한 마스터 포장 시스템은 5°C 저온의 냉장저장과 20°C의 증가된 온도

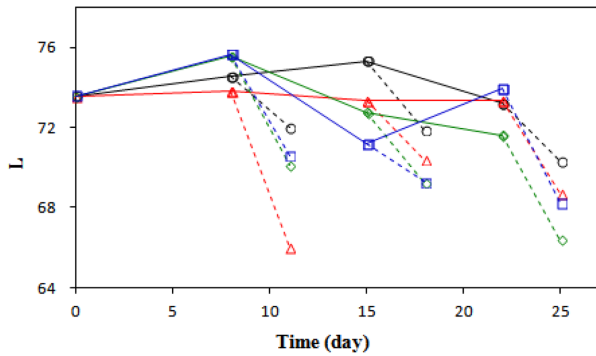


Fig. 4. Lightness of peach in different microperforated packages during the chilled storage (5°C) and simulated retail display (20°C). Solid line is for the chilled storage and dotted line for the simulated retail display. ○: control; △: 1 microperforation; ◇: 3 microperforations; □: 7 microperforations.

의 유통판매단계에서 과일 주위에 비교적 품질에 도움이 되는 MA 기체조성을 형성 유지시킬 수 있으며, 대체적으로 마스터 포장 시스템은 저장성 향상에 기여할 수 있었다. 품질보존의 이점으로는 중량감소의 완화, 경도 보존으로 나타났다. 보다 좋은 MA 조건 유지와 품질 보존을 위해서 판매유통조건과 미세공의 상호관계에 대한 보다 깊은 연구가 필요한 것으로 생각된다.

요 약

신선 농산물 공급체인에서 최종적으로 소비자에게 신선한 복숭아를 공급할 수 있는 통합적 마스터 포장 시스템을 구성하고 그 효과를 실험적으로 검증하고자 하였다. 마스터 포장 시스템은 35 µm 두께의 LDPE 필름 bag에 6개의 300 g 날개 복숭아의 30 µm OPP 개별포장을 포함하는 것으로 구성하였다. 개별포장에 직경 59 µm의 미세공을 1, 3, 7개로 두는 변수조건을 두어서 5°C의 저온단계 저장과 20°C의 유통판매단계에서 포장기체조성과 품질변화를 측정하여 비교하였다. 5°C에서 일정기간 저장한 마스터 포장은 해체하여 20°C 조건으로 옮겨서 3일간 보관하는 조건으로 실험하였다. 대조구로서 필름에 찌지 않고 골판지 상자에 복숭아를 6개씩 담아서 같은 온도조건에서 보관하였다. 7개 미세공을 가진 포장이 5°C의 저온단계 저장과 20°C의 유통판매단계에서 6~10%의 O₂ 농도와 11~19% CO₂ 농도를 유지시켜 가장 적정 MA 조건에 가까운 기체조성을 유지할 수 있는

것으로 판단되었다. 이보다 작은 미세공을 가진 포장은 일련의 연속적인 저장에서 혐기적인 조건을 유발하였다. 대조구와 비교하여 마스터 포장의 모든 처리구는 낮은 중량손실과 양호한 경도 유지를 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농업연구센터 사업의 지원에 의하여 이루어졌으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Oh, S.Y., Shin, S.S., Kim, C.C. and Lim, Y.J. 1996. Effect of packaging films and freshness keeping agents on fruit quality of 'Yumyung' peaches during MA storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37(6): 781-786.
- Akbudak, B. and Eris, A. 2004. Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. *Food Control* 15: 307-313.
- Fernandez-Trujillo, J.P., Martinez, J.A. and Artes, F. 1999. Modified atmosphere packaging affects the incidence of cold storage disorders and keeps 'flat' peach quality. *Food Res. Int.* 31: 571-579.
- Kader, A.A. 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, 2nd ed., Kader, A.A. (ed), University of California, USA, pp. 85-95.
- Jeong, M. An, D.S., Lee, S.J. and Lee, D.S. 2011. A master packaging system for preserving strawberries in the fresh produce supply chain. *J. Food, Agri. Environ.* 9(3&4): 114-117.
- Jeong, M., An, D.S., Lee, S.J. and Lee, D.S. 2012. The quality of king oyster mushrooms stored with a master packaging system consisting of inner individual packs and an outer liner bag to be dismantled at a retail display. *Food Sci. Technol. Res.* 18: 535-541.
- Fernandez-Trujillo, J.P., Cano, A. and Artes, F. 1998. Physiological changes in peaches related to chilling injury and ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 13: 109-119.
- Chung, H.S., Kim, J.K., Kang, W.W., Youn, K.S., Lee, J.B. and Choi, J.U. 2002. Effect of nitric oxide pretreatment on quality of MA packaged peaches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34(6): 1018-1022.
- An, J., Zhang, M. and Zhan, Z. 2007. Effect of packaging film on the quality of 'Chaoyang' honey peach fruit in modified atmosphere packages. *Packag. Technol. Sci.* 20: 71-76.