

포장용 필름에 따른 풋고추의 저장중 품질 변화

박우포, 유재일*, 조성환**

마산대학 식품영양과, *진영농공고등학교, **경상대학교 식품공학과

Plastic Films affect the Storage Quality of Green Chili Pepper

Woo Po Park, Jae Il Yoo* and Sung Hwan Cho**

Department of Foods and Nutrition, Masan College

**Jin Young Agricultural and Technical High School*

***Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University*

Abstract

To prolong the shelf life of green chili pepper, packaging films such as 30 μm low density polyethylene (LDPE), 20 μm perforated polyolefin (SM250), 30 μm cast polypropylene (CPP) and 15 μm polyolefin (MPD) were used. LDPE showed a suitable gas concentration which consisted of 3-5% O_2 and below 5% CO_2 for keeping quality of green chili peppers after 10 days. Though weight loss was 9.3% for SM250 after 5 days, others showed below 2.0% weight loss after 40 days. Green chili peppers inside CPP package revealed a great decrease in ascorbic acid content after 30 days. SM250 showed a less total microbial count among packages, but there was no great differences among packages.

Key words : plastic films, shelf life, keeping quality

서 론

우리나라 사람들 중에는 매운 맛을 즐기는 사람이 많고, 고추가 매운 맛을 내는 채소로 널리 사용되므로 식생활에서 고추가 차지하는 비중은 높은 편이다. 또한 고추는 ascorbic acid의 함량도 비교적 많기 때문에 영양적으로도 중요한 채소 중의 하나이다. 고추는 풋고추의 형태로 된장과 같이 소비되기도 하고, 붉은 고추를 건조한 다음 부수어서 고춧가루의 형태로 소비하기도 한다. 요즘은 겨울철에도 비닐하우스를 이용하여 풋고추가 재배되므로 계절과 관계없이 많은 양이 생산되고 소비된다. 그런데 풋고추는 대부분이 생채의 형태로 소비되기 때문에 신선도가 품질에 결정적인 영향을 미치게 된다(1). 따라서 생산된 풋고추를 저장 및 유통하는 동안에 신선도를 유지할 수가

있다면 이들의 경제적인 가치를 증대시킬 수가 있다.

포장 내부에 있는 과채류의 호흡으로 인하여 저장되는 동안에 포장 내부의 산소의 농도는 낮아지고, 이산화탄소의 농도는 높아지는 환경 기체 조절(modified atmosphere, MA) 저장법은 신선과채류의 저장 수명을 연장시키는 효과적인 방법 중의 하나라고 알려져 있다(2). 또한 MA 저장시에 많이 사용되는 플라스틱 필름은 과채류의 수분 감소에 의한 중량 감소를 현저하게 줄일 수가 있기 때문에 저장 수명이 늘어난다고 보고되고 있다(3, 4). 이러한 연구 중에서도 피망의 환경 기체 조절 저장에 관한 연구는 비교적 많은 편이며(5-7), 고추에 관한 연구도 있다(1, 8). 이들의 결과를 종합해 보면 고추의 MA 저장을 위한 적당한 기체 조성으로는 산소 농도가 3-5%, 이산화탄소 농도는 5% 이하라고 알려져 있다.

본 연구에서는 농가에서 고추를 수확한 다음 출하할 때에 플라스틱 필름을 사용하여 간편하게 포장함으로써 저장·유통중에 풋고추의 신선도를 유지할 수

Corresponding author : Woo Po Park, Department of Foods and Nutrition, Masan College, Masan 630-729, Korea

있는 포장재를 선발하고자 하였다. 이를 위하여 산소 및 이산화탄소에 대한 투과도가 서로 다른 여러 가지 플라스틱 필름을 포장 재료로 사용하여 풋고추를 포장하고 저장하면서 품질 특성의 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

재료

풋고추(*Capsicum annuum* L.)는 실험 당일 마산의 어시장에서 구입하였고, 실험에 사용한 필름은 30 μ m low density polyethylene (LDPE, Daelim Vinyl, Korea), 20 μ m perforated polyolefin (SM250, Cryovac, U. S. A.), 30 μ m cast polypropylene (CPP, STC Co., Korea) 및 15 μ m polyolefin (MPD, Cryovac, U. S. A.)였다. 포장의 크기는 25 × 20 cm 였으며, 여기에 풋고추를 약 200 g씩 넣고 밀봉한 다음 10°C에서 저장하면서 5일, 10일, 20일, 30일 40일에 품질 변화를 측정하였다. 또한 하나의 포장 재료에 대하여 1회에 3 반복씩 실험을 할 수 있도록 준비하였다.

포장 내부의 기체 조성 측정

풋고추의 저장중 포장 내부의 기체 조성 변화를 알아보기 위하여 gas-tight syringe를 사용하여 포장 내부의 기체를 1 mL 취하여 gas chromatography (Model 163, Hitachi, Japan)에 주입하여 산소와 이산화탄소의 농도 변화를 조사하였다. 사용한 column은 CTR 1 (Alltech Associates Inc., U. S. A.)이였으며, 검출기는 TCD였다. 오븐의 온도는 40°C, 인젝터는 70°C, 검출기는 90°C로 하였으며, 운반 기체로 사용한 헬륨의 이동 속도는 40 mL/min로 하였다.

중량 감소율의 측정

풋고추의 중량 감소율은 저장 초기의 중량에 대한 감모량을 백분율로 환산하여 표시하였다.

비타민 C 함량의 측정

비타민 C 측정용 시료액 제조를 위하여 풋고추 5 g에 메타인산과 초산 혼합액 15 mL를 넣고 마쇄한 다음 원심 분리하여 상등액을 분리하였으며, 침전물에 다시 메타인산과 초산 혼합액 10 mL 부어서 원심 분리하여 얻은 상등액을 앞의 것과 합한 후에 50 mL 까지 희석하였다. 이 중에서 20 mL을 취하여 2, 6-dichloroindophenol로 적정한 값을 환원형 vitamin C 함량으로 환산하였다(11).

총균수의 측정

총균수 측정을 위하여 기체 조성을 측정을 마친

풋고추 포장을 개봉하여 50 g을 취한 다음 멸균된 Waring blender에 넣고, 멸균 증류수 150 mL과 함께 마쇄한 후에 500 mL로 하였다. 이 중에서 1 mL을 취하여 0.1% peptone수로써 필요한 만큼 희석하였다. 희석액 0.1 mL을 yeast extract 3 g이 들어 있는 tryptone glucose extract agar 배지에 도말하여 35°C에서 48시간 배양한 다음 형성된 colony의 수를 colony forming unit (CFU/mL)로 표시하였다(9, 10).

결과 및 고찰

포장 내부의 기체 조성 변화

풋고추를 산소와 이산화탄소의 투과성이 다른 필름으로 포장하고 저장하면서 포장 내부의 기체 농도를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 즉 포장 재료에 따라서 서로 다른 기체 조성을 나타내었으며, 포장 재료에 따른 차이는 있으나 저장 20일경에 포장 내부의 기체 조성은 평형 상태에 도달하였다고 생각된다. 이 시점에서 풋고추의 저장에 적합하다고 알려진 산소 농도 3-5%, 이산화탄소 농도 5% 이하를 나타내는 포장 재료는 LDPE였다.

Table 1. Tried packages and their gas composition of green chili pepper during storage at 10°C

Packaging film*	Gas (%)	Storage period (days)				
		5	10	20	30	40
LDPE	O ₂	7.8	3.4	5.1	4.2	5.9
	CO ₂	3.4	4.5	3.5	3.7	3.9
SM250	O ₂	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
	CO ₂	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
CPP	O ₂	2.3	2.1	2.2	2.1	2.0
	CO ₂	9.7	13.7	10.3	9.1	8.6
MPD	O ₂	10.8	14.2	7.7	6.7	3.1
	CO ₂	3.7	4.4	3.5	3.6	2.1

*Abbreviation: LDPE: 30 μ m low density polyethylene; SM250: 20 μ m perforated polyolefin; CPP: 30 μ m cast polypropylene; MPD: 15 μ m polyolefin.

포장지에 구멍이 있는 SM250은 포장 내부의 기체가 비교적 자유롭게 외부와 통할 수 있기 때문에 저장 기간 중에 포장 내부의 기체 조성이 대기 조성과의 비슷하였다. 그러나 CPP로 포장한 시험구는 저장 5일 이후부터 산소의 농도가 2.0% 부근이었으며, 다른 포장의 시험구에 비하여 산소의 농도가 낮았다. 또한 이산화탄소의 농도는 저장 10일에 최고값을 보인 후에 점차로 낮아졌으나 다른 포장재에 비하여 높은 값을 나타내었다. 이것은 CPP 포장재가 산소

및 이산화탄소에 대한 투과도가 다른 포장재에 비하여 낮기 때문이라고 생각된다. 이와같이 산소의 농도가 낮고 이산화탄소의 농도가 높으면 풋고추의 호흡에 영향을 주어 생리적인 변화를 초래하여 품질에 나쁜 영향을 줄 것으로 생각된다. Kader 등(3)은 산소의 농도가 2-3% 이하로 감소하면 혐기적 호흡에 의한 발효가 일어나서 이취가 발생한다고 하였다. MPD로 포장한 시험구의 기체 조성은 저장 30일까지 다른 포장재와 비슷한 경향을 나타내었으나 40일에는 급격한 변화를 나타내었다. 이것은 저장 30일 이후에 풋고추의 생리적인 변화가 급격하게 일어났기 때문이라고 생각된다.

중량 감소율

저장 기간중 SM250으로 포장한 시험구의 중량 변화는 다른 시험구에 비하여 현저하여 저장 5일에 중량 감소가 9.3%에 달하였다(Table 2). 피망의 저장시에 수분 감소가 5% 정도이면 바람직하지 못한 결과가 생긴다고 한 Bussel 등(7)의 결과로 판단해 보면 9.3%의 중량 감소는 상품성에 큰 영향을 줄 것으로 판단된다. 이와 같이 SM250으로 포장한 시험구의 풋고추 무게가 저장 기간 중에 현저하게 줄어든 것은 포장에 있는 구멍을 통하여 풋고추에 있는 수분이 증산 등으로 쉽게 제거될 수 있는 조건이었기 때문이라고 생각된다. 따라서 SM250 포장은 포장 내부의 기체 조성이나 중량 변화면에서 다른 포장 재료를 사용한 시험구에 비하여 현저한 차이를 나타내었으며, 특히 중량 변화를 풋고추의 품질에 나쁜 영향을 줄 것으로 판단된다. 따라서 구멍이 뚫린 포장재를 사용할 때에는 구멍의 크기를 적절하게 조절해야만 증산 등으로 인한 중량 감소가 저하되어 풋고추의 품질을 유지하는 데에 유리할 것으로 생각된다.

Table 2. Weight loss of green chili pepper packaged with plastic films and stored at 10°C

Packaging film*	Storage period (days)				
	5	10	20	30	40
LDPE	0.2	0.3	0.7	1.1	1.4
SM250	9.3	14.6	26.8	42.9	51.5
CPP	0.2	0.3	0.7	1.1	1.4
MPD	0.3	0.4	0.9	1.5	1.8

*Abbreviation is same as in Table 1.

비타민 C 함량의 변화

저장 5일 이후에는 대체적으로 ascorbic acid의 함량이 감소하는 데에 비하면 SM250으로 포장한 시험구는 저장 기간에 따른 큰 감소를 보이지 않았으며,

저장 30일 이후에는 오히려 증가하였다(Table 3). 이것은 SM250으로 포장한 풋고추의 무게가 줄었기 때문에 ascorbic acid를 측정하기 위하여 취한 시료 중에는 고형물의 함량이 많아졌고, 이것이 ascorbic acid 함량의 증가로 나타났다. 따라서 수분 함량까지 고려하면 SM250 시험구의 ascorbic acid의 함량이 다른 시험구에 비하여 낮았다고 생각된다. 즉 저장 40일에 SM250 포장의 풋고추는 무게가 51.5% 줄었는데 비하여 다른 포장의 풋고추는 1% 정도가 감소하였다. 따라서 SM250으로 포장한 풋고추의 ascorbic acid 함량을 다른 포장재에 들어있는 풋고추와 비슷한 수분 함량으로 생각하면 대략 30mg/100g 정도일 것으로 생각된다. 포장한 시험구의 ascorbic acid의 함량이 포장하지 않은 시험구에 비하여 높다는 보고들(1, 6)을 볼 때 SM250은 포장하지 않은 시험구와 비슷한 특성을 지닌다. 저장 10일째에 CPP로 포장한 시험구의 ascorbic acid의 함량이 LDPE 포장 시험구에 비하여 높다는 것은 Lee 등(1)의 결과로 비슷하였다. 또한 이들의 결과에서는 저장 14일까지 CPP 포장의 풋고추가 LDPE 포장에 비하여 ascorbic acid의 함량이 높았는데, 이것은 포장 내부의 산소의 농도가 낮고 이산화탄소의 농도가 높기 때문이라고 하였다. 그러나 본 실험의 저장 30일 이후 결과를 보면 CPP로 포장한 시험구의 ascorbic acid의 함량이 급격하게 줄어들었다. 따라서 포장 내부의 산소 농도가 낮고 이산화탄소 농도가 높은 상태가 지속된다면 풋고추가 호흡을 지속하기 어려운 상태가 되고, 이것이 생리적인 변화를 유발하여 저장 30일 이후에 ascorbic acid의 급격한 감소로 나타났다고 생각된다. 본 실험의 결과로 보면 CPP 포장에 의한 ascorbic acid의 보존 효과는 저장 10일과 20일 사이일 것으로 생각된다.

Table 3. Ascorbic acid content of green chili pepper packaged with plastic films and stored at 10°C

Packaging film*	Storage period (days)					
	0	5	10	20	30	40
LDPE	60.6	51.8	54.0	56.4	47.8	44.3
SM250	60.6	55.5	60.9	56.4	61.9	62.1
CPP	60.6	59.7	58.1	54.6	38.9	21.2
MPD	60.6	51.8	58.4	45.6	46.4	42.6

*Abbreviation is same as in Table 1.

총균수의 변화

저장 기간이 경과함에 따라 풋고추의 총균수는 증가하였는데, SM250으로 포장한 시험구의 총균수가 다른 시험구에 비하여 낮았다(Table 4). Brackett (5)에

의하면 포장하지 않은 피망은 건조에 의한 과피 등이 위축되는 것이 품질 저하의 첫번째 요인으로 나타나는 반면 포장된 피망은 미생물에 의한 변패가 과피의 위축 등보다 먼저 나타나는 품질 저하 요인이라고 하였다. 이것으로 보아 SM250으로 포장한 풋고추는 다른 시험구에 비하여 과피의 위축이 먼저 나타나 포장하지 않은 시험구와 비슷한 특성을 나타내었으며, 포장한 시험구들은 포장 내부의 수분 함량이 SM250에 비하여 높기 때문에 저장 기간이 경과함에 따라 미생물이 증식하기에 용이한 조건이 되어 총균수가 높게 나타났다고 생각된다.

Table 4. Total microbial count of green chili pepper with plastic films and stored at 10°C

Packaging film*	Storage period (days)					
	0	5	10	20	30	40
LDPE	5.40	5.84	5.94	6.35	6.72	7.28
SM250	5.40	5.70	5.75	6.15	6.37	6.05
CPP	5.40	5.81	5.86	6.62	7.25	7.61
MPD	5.40	5.90	5.96	6.36	7.07	7.48

*Abbreviation is same as in Table 1.

이상의 결과를 종합해보면 구멍이 있는 포장 재료인 SM250은 풋고추의 수분을 유지하는 데에 어려움이 많아 사용하기 어려울 것으로 생각된다. 중량 변화, ascorbic acid 함량 및 총균수의 변화 등을 조합해보면 LDPE 포장재가 풋고추의 품질 특성을 유지하는 데에 가장 우수하였다. 또한 이것은 일반적으로 고추의 MA 포장상에 적합하다고 알려진 산소 농도 3-5%, 이산화탄소 농도 5% 이하의 조건도 대체적으로 만족시키는 것으로 나타났다.

요약

풋고추를 수확한 다음 신선도를 유지할 수 있도록 하기 위하여 산소와 이산화탄소의 투과도가 서로 다른 LDPE, SM250, CPP 및 MPD의 4가지 포장재를 사용하여 풋고추를 포장한 다음 10°C에서 저장하면서 품질특성을 측정하였다. LDPE로 포장한 시험구는 일반적으로 고추의 저장에 적합하다고 알려진 산소 농도 3-5%, 이산화탄소 농도 5% 이하의 공기 조성을 유지하였으며, 무게, ascorbic acid 함량 및 총균수에 있어서도 다른 포장재료에 비하여 우수한 특성을 나타내어 풋고추의 신선도를 유지하는 데에 적합한 플라스틱 포장재로 생각되었다.

감사의 글

이 논문은 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사업의 연구결과중 일부이며, 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 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
2. Kramer, A., Solomos, T., Wheaton, F., Puri, A., Sirivichaya, S., Lotem, Y., Fowke, M. and Ehrman, L. (1980) A gas exchange process for extending the shelf life of raw foods. *Food Technol.* **34**, 65-74
3. Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **28**, 1-30
4. Zagory, D. and Kader, A.A. (1988) A modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technol.* **42**, 70-77
5. Brackett, R.E. (1990) Influence of modified atmosphere packaging on the microflora and quality of fresh of fresh bell peppers. *J. Food Prot.*, **53**, 255-257
6. 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**, 1637-1641
7. Bussel, J. and Kenigsberger, Z. (1975) Packaging green bell peppers in selected permeability films. *J. Food Sci.*, **40**, 1300-1303
8. Wall, M.M. and Berghage, R.D. (1996) Prolonging the shelf-life of fresh green chile peppers through modified atmosphere packaging and low temperature storage. *J. Food Qual.* **19**, 467-477
9. King, A.D., Magnuson, J.A., Torok, T. and Goodman, N. (1991) Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. *J. Food Sci.*, **56**, 459-461
10. Pripke, P.E., Wei, L.S. and Nelson, A.I. (1976) Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables. *J. Food Sci.*, **41**, 379-382
11. A.O.A.C. (1984) *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., U. S. A. 844-845

(1998년 7월 29일 접수)