

최소가공 절단 양파의 MA 포장

김은미¹ · 김남용¹ · 안덕순¹ · 신용재² · 이동선^{1,†}

¹경남대학교 식품생명학과

²뉴그린푸드(주)

Modified Atmosphere Packaging of Fresh-cut Onion

Eun-Mi Kim¹, Nam Yong Kim¹, Duck Soon An¹, Yong Jae Shin and Dong Sun Lee^{1,†}

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

²New-Green Food, Gyeseong-myeon Changnyeong-gun Gyeongsangnam-do, Korea

Abstract The aim of this study was to develop the appropriate packaging method for minimally processed sliced onions. The films of different gas permeabilities (LDPE 30 μ m, PD900 and PD941) were used for packaging 1300g of onion slices cut into octuplicate pieces. Perforated LDPE package was prepared as control for comparison. The package atmosphere and onion quality were measured through storage at 1°C for 38 days. PD900 package of the lowest gas permeability was the best in keeping the fresh-cut onions by maintaining MA conditions of 1-3% O₂ and 4-11% CO₂ concentrations. The benefits were reduced discoloration, decay and soakness.

Keywords Sliced onion, Gas permeability, Modified atmosphere, Quality preservation

서 론

양파는 국내에서 재배 생산되는 대표적인 채소의 하나이고 소스류 등의 주요 원료로도 많이 사용된다. 최근에 현재 양파는 수확 후 예건 처리를 거쳐 그물 망에 담아 저온 저장을 하거나 상온에서 유통 판매되고 있고, 최근에는 박피 등의 일차 처리 공정을 거친 후 단위 포장되거나 또는 적당한 크기로 절단되어 nylon/PE 필름에 진공 포장되어 유통되고 있다^{1,2)}. 이러한 박피 양파나 절단 양파의 가공 유통은 편의성이 필요한 시장의 요구에 따라 진행되어 오고 있다. 양파를 많이 사용하는 소스 공장에서는 양파를 반가공 처리하여 포장 저장하게 되면, 최종 가공에서의 편의성을 제공함과 아울러 가공공장에서는 공정운영에서 유연성을 제공할 수 있는 이점을 가진다. 그리고 일반 채소류 유통 시장에서도 최근에 박피 및 절단 양파가 많이 판매되고 있으며, 이는 편리함을 추구하는 소비자의 요구에 따른 결과로 보인다. 하지만 이러한 절단 양파와 같은 최소가공

채소류는 박피와 절단 처리로 인하여 품질변화가 빠르게 진행되기 때문에 신선도 유지와 저장 수명 연장의 노력이 필요하다. 이를 위한 여러 방안에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 저장 수명 연장을 위하여 많이 시도되는 방법들은 저온저장, CA (controlled atmosphere) 저장, 환경기체조절포장(modified atmosphere packaging) 등이 있다^{3,4)}. 특히 투과성 포장에 의하여 내부의 낮은 산소 농도와 증가된 이산화탄소 농도를 형성시키는 환경기체조절(MA) 포장은 호흡속도와 품질변화속도를 낮추어서 신선도를 유지하고 저장수명을 연장시킬 수 있다.

절단 양파를 포함한 최소가공채소의 적정 MA 포장을 위해서는 기체투과가 양파의 호흡과 조화되는 플라스틱 필름을 사용하여 이산화탄소 농도를 높이고 산소 농도는 낮추어서 생리 대사 작용과 미생물의 성장을 억제시켜야 한다^{5,6)}. 즉, 양파의 호흡과 포장필름을 통한 산소/이산화탄소 투과의 상호작용에 의해서 품질변화를 억제하는 최적 MA 조건을 형성시켜야 한다. 하지만 현재 최소가공 절단 양파의 최적 기체조성이나 이를 유지하기 위한 포장조건에 대한 연구가 부족한 형편이다. 따라서 본 연구에서는 기체투과도가 다른 여러 플라스틱 필름을 사용하여 절단양파를 포장하였을 때, 포장 내부에 형성되는 기체조성과 함께 저장 중 양파의

[†]Corresponding Author : Dong Sun Lee

Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, 449 Woryeong-dong, Masanhappo-gu, Changwon 631-701, Korea
E-mail : <dongsun@kyungnam.ac.kr>

품질을 측정함에 의하여 최적 포장조건을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

경남 창녕에서 생산된 평균 중량 480 g의 양파를 구입하여, 양파 상단의 엽부와 하단의 근부를 절단 제거하고 건조된 표피를 벗겨낸 후 8등분하여 사용하였다.

2. 포장 및 저장

양파의 포장처리구로는 먼저 대조구로서 30 μm 두께의 저밀도 폴리에틸렌(low-density polyethylene, LDPE, Daelim, Korea) 필름에 직경 0.5 cm의 구멍을 4개 뚫은 통기성 포장을 제조하였다. 그리고 실험 포장처리구로서 LDPE 30 μm (low-density polyethylene, LDPE, Daelim, Korea), PD900 (polyolefine계, PD900, Cryovac, USA)과 PD941(polyolefine계, PD941, Cryovac, USA) 플라스틱 필름으로 제조된 봉지에 양파 약 1300 g을 포장하였다. 모든 플라스틱 필름은 27 × 29 cm크기의 파우치로 제작하고 절단된 양파 1,300 ± 50 g을 담아 밀착된 상태로 포장하였다. 본 연구에 사용된 포장 필름은 Table 1과 같은 산소 및 이산화탄소 투과도를 가지며, PD 900 필름의 기체투과도가 가장 낮으며, PD 941 필름의 기체투과도가 가장 높다. 사용된 필름은 비교적 넓은 범위의 기체투과도를 가져서 신선 농산물의 포장에 사용될 수 있는 여러 필름의 조건을 포괄하는 것으로 생각된다. 제작된 양파포장을 1 ± 1°C의 온도로 유지되는 냉장고에 저장하면서 품질변화를 측정하였다⁷⁾.

3. 저장 중 포장기체조성 및 양파품질의 측정

포장내 가스 조성은 gas chromatograph (Varian Model 3800 Inc., Palo Alto, CA, USA)와 가스분석기(Model CheckMate, PBI-Dansensor, Ringsted, Denmark)를 이용하여 측정하였다. 중량변화는 포장내 양파의 무게 변화를 측정하여 그 감소량을 저장 초기값에 대한 백분율(%)로 표시하였다. 짓무름 현상, 곰팡이 부패와 시료의 색 변화를 육안적으로 관찰하여 전체에 대한 개수 비율(%)로 나타내었다. 표면 색도의 측정을 위해 색차계 (JC801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 시료 바깥부분을 측정하였다. 측

Table 1. O₂ and CO₂ permeabilities of used packaging films at 0°C

Film	Thickness (μm)	Gas permeability* (mL m ⁻² h ⁻¹ atm ⁻¹)		Supplier
		O ₂	CO ₂	
LDPE	30	55.5	286.4	Daelim, Korea
Polyolefin PD900	50	25.7	145.7	Cryovac, USA
Polyolefin PD941	20	122.9	652.2	Cryovac, USA

*Values reported by An and Lee⁸⁾ and Cho et al.⁹⁾

Table 2. Effect of packaging on the incidences of discoloration, mold decay and soakness of fresh-cut onions during storage at 1°C

Time (day)	Package	Discoloration (%)	Mold decay (%)	Soakness (%)
7	Control	0	0	1
	LDPE	0	0	0
	PD900	0	0	0
	PD941	0	0	0
20	Control	0	11	58
	LDPE	4	0	19
	PD900	0	0	0
	PD941	4	0	8
38	Control	99	53	100
	LDPE	10	1	39
	PD900	17	0	31
	PD941	99	21	99

정된 L, a, b값을 이용하여 초기 색택 조건과의 변화를 나타내는 색차를 구하였다. 즉, Hunter 색 입체에서의 직선거리를 나타내는 $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ 를 계산하여 ΔE 값을 나타내었다. 양파의 texture는 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co., LTE, Japan)을 이용하여 양파의 경도를 측정하였다. 양파는 제일 겉 부분을 2 × 2 cm로 잘라 시료대에 올려 직경 5 mm의 plunger로 60 mm/min의 속력으로 관입시킬 때 얻어지는 항복력을 측정하였다. 가용성 고형분 함량의 측정에서는 양파의 액즙을 짜서 디지털 굴절당도계 (PR-32, Atago co., Japan)에 의하여 Brix 농도로 측정하였다.

결과 및 고찰

Fig. 1은 저장시간에 따른 포장내의 가스조성 변화를 보여주고 있다. 대조구(통기성 포장)은 외기와 같은 21% 산소농도의 기체조성을 보인다. LDPE 필름 포장에서 O₂ 농도는 7일째 크게 감소하였다가 20일째에 12.2%까지 증가

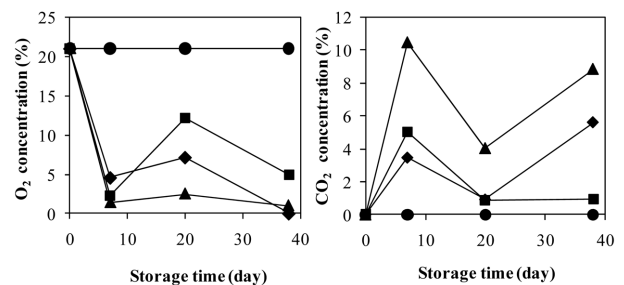


Fig. 1. Internal atmosphere of film packages of fresh-cut onions during storage at 1°C. ●: control; ■: LDPE 30 μm ; ▲: PD900; ◆: PD941.

하고 38일째에 다시 4.9%까지 감소하였으며 CO₂ 농도는 저장 7일째에 5.0%까지 증가하였다가 20일째 0.9%까지 감소하여 38일째까지 같은 수준을 유지하였다. PD900 필름 포장에서 O₂ 농도는 7일째에 1.4%까지 감소하였다가 38일째까지 1.0-2.5% 수준으로 유지하였고 CO₂ 농도는 저장 7일째에 10.5%까지 증가하였다가 20일째에 4.0%로 감소하였고 다시 38일째에 8.8%까지 증가하였다. PD941 필름 포장에서 O₂ 농도는 7일째에 4.6%까지 크게 감소하였다가 20일째 7.2%로 서서히 증가하고 38일째 0.1%까지 감소하였으며 CO₂ 농도는 7일째에 3.5%까지 증가하였다가 20일째에 0.9%까지 감소하고 38일째에 다시 5.6%까지 증가하였다. 이러한 여러 포장 필름 중 PD900 필름이 일반적 박피 양파와최소가공 채소의 적정 MA 조건(1-5% O₂, 5-10% CO₂)에^{1,6,10} 가깝게 접근한 농도를 유지시키는 것을 알 수 있다.

저장 중 발생한 절단 양파의 변색과 곰팡이 부패, 짓무름 정도를 보면, 전체 처리구에서 저장 7일째까지는 별로 변화가 없다가 20일째에 PD900을 제외한 다른 처리구에서 약간의 변화가 보였고 특히 대조구(통기성 포장)는 저장 38일째에 99%의 변색과 100%의 짓무름 현상이 나타났다(Table 2). 외기와 같은 높은 산소 농도가 변색과 짓무름을 촉진시킨 것이라 생각된다. LDPE 필름 포장과 PD900 필름 포장에서 저장 기간 동안 곰팡이 부패 발생은 억제되었고, 변색과 짓무름 또한 다른 처리구에 비하여 적었다. PD900 필름 포장의 경우 다른 처리구에 비하여 곰팡이 부패와 짓무름의 발생이 억제되었는데 이는 저장 중 높은 CO₂ 농도와 낮은 O₂ 농도의 유지에 기인하는 것이라고 생각된다. 높은 CO₂ 농도와 낮은 O₂ 농도로 유지된 MA 조건은 신선 채소 및 과일의 저장에서 호기성 미생물의 생육을 억제하는 것으로 많은 품목에 대해서 보고된 바가 있다¹¹⁻¹⁴.

Fig. 2에서는 절단 양파의 저장 중 발생한 중량감소를 보여주고 있는데, 대조구가 상대적으로 매우 높은 중량손실을 보였고, 다른 필름 포장들은 0.5% 미만의 중량손실을 보이고 처리구 간의 차이는 없었다. 대조구의 경우 외기와 같은

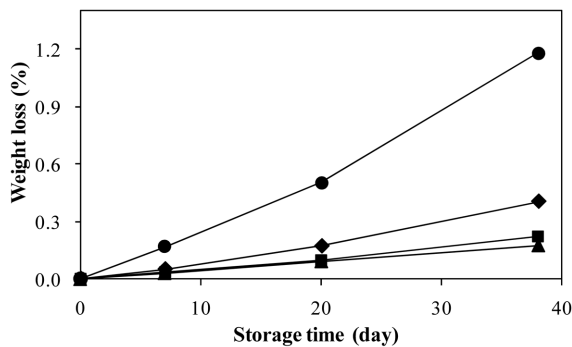


Fig. 2. Weight loss of fresh-cut onions during storage at 1°C. ●: control; ■: LDPE 30 μm; ▲: PD900; ◆: PD941.

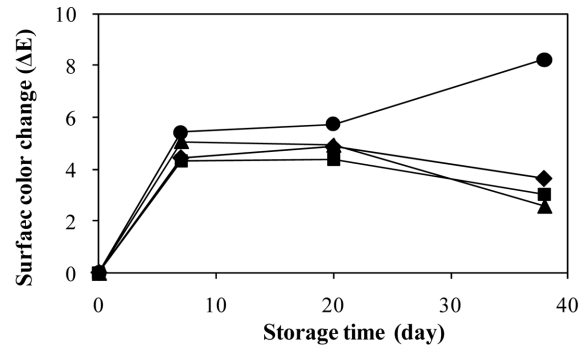


Fig. 3. Change in surface color of packaged fresh-cut onions during storage at 1°C. ●: control; ■: LDPE 30 μm; ▲: PD900; ◆: PD941.

기체 조성으로 호흡과 증산이 활발하고, 외기와의 수증기 이동이 상대적으로 활발하여 다른 처리구보다 큰 수분 손실이 일어난 것으로 생각된다.

Fig. 3은 절단 양파의 저장 중 L, a, b값으로 나타난 색도 변화를 색차인 ΔE로 변환하여 나타낸 결과이다. 저장 20일째까지는 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았으나 38일째에 대조구가 다른 처리구보다 크게 변화하였음을 알 수 있다. 그리고 대조구 외의 여러 처리구 간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 외기 기체 조성과 동일한 대조구가 다른 밀봉된 필름 포장들 보다 높은 O₂ 농도로 인하여 호흡과 생리적 변화가 활발하여 변색과 짓무름 현상이 빠르게 일어난 결과에 기인한 것으로 생각된다. Hong 등⁶)도최소가공 박피 양파의 MA 포장에서 통상적으로 사용되는 필름 포장 사이에는 표면색택의 차이가 없음을 보고한 바 있다.

절단 양파의 저장 중 경도 변화에서는 저장 20일째까지 처리구간 큰 차이가 없다가 38일째에 대조구의 경도가 약간 증가하였다(Fig. 4). 이는 절단 양파가 저장 중 높은 중량손실과 부패 등으로 조직이 질겨지면서 나타난 현상이지만, 절대적인 경도의 차이는 그리 크지 않았다. 대조구를

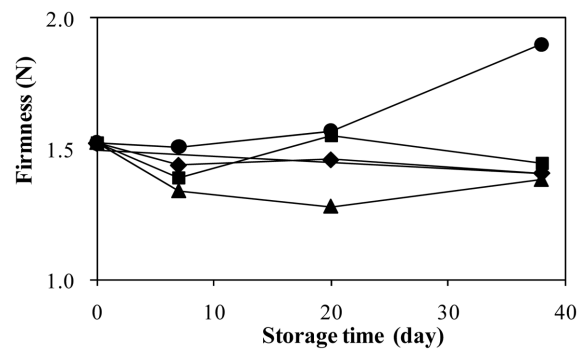


Fig. 4. Change in firmness of packaged fresh-cut onions during storage at 1°C. ●: control; ■: LDPE 30 μm; ▲: PD900; ◆: PD941.

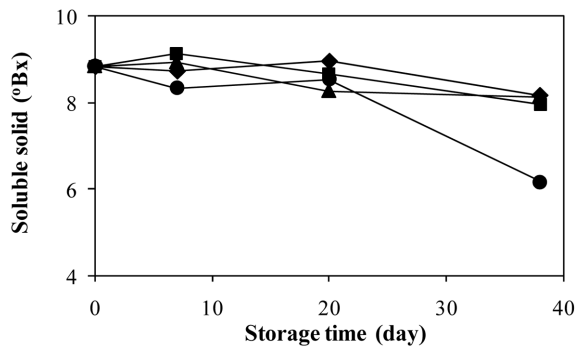


Fig. 5. Change in soluble solid content of packaged fresh-cut onions during storage at 1°C. ●: control; ■: LDPE 30 μm; ▲: PD900; ◆: PD941.

제외한 각 처리구는 저장 38일째까지 초기의 경도값을 유지하고 처리구간에 큰 차이도 없었다.

절단양파의 저장 중 가용성 고형분 함량 변화에서는 저장 38일째에 대조구에서 낮은 가용성 고형분 함량을 보였고(Fig. 5), 이는 부패증가와 동반하여 나타난 것으로 볼 때, 곰팡이 번식에 따른 결과라고 생각된다.

위의 결과 전체적으로 정리하면 기체 투과도가 낮은 PD900포장이 곰팡이 부패나 육안적인 품질손상 없이 38일 동안 저장되는 데에 무리가 없었고, 선택과 가용성 고형분 함량에서도 양호한 상태를 보이는 것으로 나타났다. 하지만 기체투과도가 낮은 필름은 저장 온도가 높아지는 유통조건에서는 산소가 고갈된 상태에서 과도하게 CO₂ 농도가 높아져서 혐기적 호흡에 따른 이취 발생 가능성이 높기 때문에 온도관리에서 주의가 필요하다. 본 연구는 저온인 1°C에서 이루어진 결과이고, MA 포장의 폭넓은 적용을 위해서는 슈퍼마켓에서 사용되는 유통 온도인 8~10°C에 범위에서의 연구가 추가적으로 필요한 것으로 생각된다.

요 약

신선 편의가공된 절단양파제품의 적정 포장방법을 개발하고자 LDPE 30 μm, PD900과 PD941 필름을 이용한 수동형 MA 포장의 적용 가능성을 연구하였다. 포장필름을 달리하여 1°C에서 38일간 저장하면서 포장내의 가스조성, 중량 손실, 부패율, 색도, 경도 등을 측정하였다. 기체 투과도가 낮은 PD900포장이 곰팡이 부패나 육안적인 품질손상 없이 38일 동안 저장되는 데에 무리가 없었고, 선택과 가용성 고형분 함량에서도 비교적 양호하였다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 지원 고부가식품산업전문인력양성사업(610106-1)에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Chung, S.K. and Cho, S.H. 1997. Packaging conditions of peeled onions to preserve their freshness. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 4: 259-264.
2. Suh, J.K. 2002. Effects of pre-drying methods on onion bulb rot during storage. Korean J. Food Preserv. 9: 277-281.
3. Choi, D.J., Lee, S.H., Kim, C.B., Yoon, J.T. and Choi, S.K. 2002. Effects of CA and MA storage on the quality of garlic (*Allium sativum*). J. Kor.Soc. Hort. Sci. 43: 703-706.
4. Kim, G.H. 1998. Studies on quality maintenance of fresh fruit and vegetables using modified atmosphere packaging. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 5: 23-28.
5. Ahn, G.H., Song, W.D., Park, D.S., Lee, Y., Lee, D.S. and Choi, S.J. 2001. Package atmosphere and quality as affected by modified atmosphere conditions of persimmon (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) Fruits. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 200-204.
6. Hong, S.I., Son, S.M., Chung, M.S. and Kim, D.M. 2003. Storage quality of minimally processed onions as affected by seal-packaging methods. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 1110-1116.
7. Kwon, J.H., Lee, G.D. and Byun, M.W. 1999. Quality changes based on storage temperature and humidity of onion. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 143-147.
8. An, D.s. and Lee, D.S. 2006. Effect of packaging conditions on the fruit quality of chinese quince. Food Sci. Biotechnol. 15: 683-687.
9. Cho, S.H., Lee, S.D., Lee, H.U., Kim, N.G., Ryu, J.S. and Lee, D.S. 1998. Effect of sawdust removal on root part enoki mushroom(*Flammulina velutipes*) on quality during storage. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 5: 231-238.
10. Jacxsens, L., Devlieghere, F. and Debevere. 2002. Predictive modeling for packaging design: equilibrium modified atmosphere packaging of fresh-cut vegetables subjected to a simulated distribution chain. Int. J. Food Microbiol. 73: 331-341.
11. Vankerschaver, K., Willocx, F., Smout, C., Hendricks, M. and Tobback, P. 1996. The influence of temperature and gas mixtures on the growth of the intrinsic microorganisms on cut endive: predictive versus actual growth. Food Microbiol. 13: 427-440.
12. Almenar, E., Del-Valle, V., Hernandez-Munoz, P., Lagaron, J.M., Catala, R. and Gavara, R. 2007. Equilibrium modified atmosphere packaging of wild strawberries. J. Sci. Food Agri. 87: 1931-1939.
13. Lee, K.S., Park, I.S., Lee, D.S. 1996. Modified atmosphere packaging of a mixed prepared vegetable salad dish. Int. J. Food Sci. Technol. 31: 7-13.
14. Simon, A., Gonzalez-Fandos, E. and Vazquez, M. 2010. Effect of washing with citric acid and packaging in modified atmosphere on the sensory and microbiological quality of sliced mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). Food Control 21: 851-856.