

최소가공된 절단 마늘의 환경기체조절포장

권민지¹ · 신용재² · 이동선¹ · 안덕순^{1,†}

¹경남대학교 식품생명학과

²뉴그린푸드(주)

Modified Atmosphere Packaging of Minimally Processed Cut Garlic

Min-Ji Kwon¹, Yong Jae Shin², Dong Sun Lee¹ and Duck Soon An^{1,†}

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

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

Abstract There is a need in food industry to store minimally processed garlic for long time to have it be used just at the time of demand for final product processing. Optimal modified atmosphere packaging is expected to slow down the quality change extending its storage life. In order to find optimal packaging conditions, plastic films of different gas permeability properties (low density polyethylene (LDPE) 30 μm , polyolefin 50 μm (PD 900), polyolefin 20 μm (PD 941)) were used for packaging 400 g of minimally processed garlic. Perforated LDPE packages were prepared as control. The packaged products were stored at $1 \pm 1^\circ\text{C}$ for 52 days. Package treatments were compared in weight loss, decay, surface color, hardness and soluble solid content. While control package had normal atmosphere of air, LDPE, PD 900 and PD 941 packages attained internal concentration of O_2 4.6% / CO_2 12%, O_2 0.9% / CO_2 21% and O_2 0.5% / CO_2 13% after 45 days, respectively. Control packaging had rapid weight loss with high mold decay and great surface color change in 45 days. In PD 900 film packages of lowest gas permeability, the fresh-cut garlic could be stored without mold decay for 52 days. Except control packaging, there were no significant differences in surface color, hardness and soluble solid content among package treatments.

Keywords Fresh-cut garlic, Gas permeability, Package atmosphere, Quality change

서 론

마늘은 우리나라의 대표적인 향신료 중의 하나이며, 모든 식품의 기본 조미료로 첨가되는 재료이다. 최근, 점차 바빠지는 현대 사회 속에서 편의 제품을 요구하는 소비자가 늘어나고 그로 인해 최소가공 마늘의 수요도 증가하고 있다. 또한, 소스 등의 식품 가공 공장에서는 가공 공정의 편리함 때문에 반가공 상태의 중간 제품을 필요로 한다. 소스 등의 완제품 가공 시 반가공 제품을 활용할 경우 반가공 제품은 좋은 품질 상태로 저장해야 될 필요가 있다. 하지만 반가공된 제품은 품질변화의 속도가 매우 빨라서 신선한 상태로 장기간 저장하는 데 어려움이 있다. 마늘의 경우 박피하기

전의 저장기간은 매우 길지만¹⁾, 박피하고 절단했을 경우 부패의 속도가 빨라져 장기간 저장이 어려운 실정이다.

신선한 상태의 과채류를 장기간 저장하기 위해서 흔히 환경기체조절포장법(MAP, Modified Atmosphere Packaging)을 사용하고 있다^{2,3)}. MAP는 과채류를 고분자 film으로 포장했을 때 호흡에 의해서 공기 조성이 낮은 O_2 와 높은 CO_2 의 상태로 바뀌는 것인데, 이 공기 조성은 과채류의 부패를 지연시키고, 저장기간을 연장시킨다.

현재, 마늘 등의 과채류를 장기간 저장하기 위한 시도들을 많이 하고 있다⁴⁻⁶⁾. 하지만, 신선한 상태의 박피 절단 마늘을 장기간 저장할 수 있는 방법에 대한 충분한 정보가 아직 없는 형편이다. 그러므로, 신선한 상태의 박피 절단 마늘을 장기간 저장할 수 있는 적정 포장조건을 찾을 필요가 있다. 본 연구는 식품 가공 공장에서 마늘을 반가공 상태로 저온에서 저장할 수 있는 방법을 제시하고 그 가능성을 확인하고자 한다.

[†]Corresponding Author : Duck Soon An
Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, 449 Woryeong-dong, Masanhappo-gu, Changwon 631-701, Korea
E-mail : <ads2004@kyungnam.ac.kr>

재료 및 방법

1. 재료

경남 창원시 내서 농산물도매시장에서 구입한 통마늘을 박피하여 반으로 절단한 후 실험에 사용하였다.

2. 포장 및 저장

박피 절단 마늘의 포장은 LDPE(30 μm , low density polyethylene)필름, polyolefin계 PD 900(50 μm ,)필름과 PD 941 (20 μm)필름을 16 \times 25 cm의 크기로 제작하여 실험에 사용하였으며, 30 μm LDPE 필름에 4개의 구멍을 뚫은 통기성 포장은 대조구로 사용하였다. 본 연구에 사용된 포장 필름은 Table 1과 같은 기체투과도를 가지며, PD 900 필름이 가장 기체투과도가 낮으며, PD 941 필름이 가장 기체투과도가 높다. O₂ 투과도 25.7~122.9 mL/(m² h atm)과 CO₂ 투과도 145.7~652.2 mL/(m² h atm)의 넓은 범위의 투과도 값을 가져서 현실적으로 가능한 필름의 선정에 위한 본 연구의 목적에 적당한 것으로 생각된다. 각 포장재에 박피 절단 마늘을 400 g씩 담고, 1 \pm 1°C의 저장고에 저장하였으며, 저장고 내 습도는 70~80%로 유지하였다.

3. 품질 측정

저장 중 박피절단 마늘의 포장 내 가스농도를 측정하기 위해 CTR I column (Alltech Associates Inc., Deerfield, IL, USA)과 TCD가 장착된 gas chromatograph (Model 3800, Varian Inc., Palo Alto, CA, USA)를 사용하였으며, column 온도 50°C, injection 온도 80°C, detector 온도 95°C 조건을 유지하고 carrier gas는 He를 사용하였다. 중량감소는 각 시료의 중량을 측정하여 초기 무게의 비율로 나타내었고, 곰팡이 부패율은 육안적으로 보이는 곰팡이로 부패된 마늘의 개수로 전체 시료에 대해 곰팡이가 생긴 비율로 표현하였다. 표면 색택의 변화를 측정하기 위해 절단된 마늘의 바깥쪽 부분을 골라서 L, a, b값으로 색차계(JC801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)에 의하여 측정하였다. 색택의 변화를 보다 단순화시켜 보기 위하여 필요에 따라 적절한 L, a, b값의 변환을 통하여 지수를 유도하여 비교하였는데, 초기 색 값으로부터 색 입체에서의 직선거리를 나타내는 $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ 를 사용하

여 경시적 변화를 살펴보았다. 박피 절단 마늘의 경도는 절단된 마늘의 바깥쪽 등근 부분을 평평하게 절단하여 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co., LTD, Japan)을 이용해 직경 3 mm의 plunger를 60 mm/min의 속력으로 침투시킨 후 항복점에서의 저항값을 경도로 표현하였다. 가용성 고형분은 시료 10 g과 같은 양의 증류수와 합하여 균질화 시킨 후 디지털 당도계 (PR-32, Atago Co., Japan)에 의하여 Brix 농도로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 포장 내 기체 조성

포장 필름의 가스투과도 특성과 박피 절단 마늘의 호흡 특성의 상호작용 결과로 나타난 저장 중 포장 내 기체조성 변화를 Fig. 1에 제시하였다. 통기성 포장(대조구)은 외기의 공기조성을 보이는 반면, LDPE 필름 포장은 저장 후 13일째부터 12~17%의 CO₂, 5~7%의 O₂농도를 안정적으로 유지하였고, PD 941 필름 포장은 시간이 지날수록 서서히 CO₂농도는 증가하고, O₂농도는 감소하다가 저장 45일째에 13%의 CO₂와 0.5%의 O₂농도로 유지되었다. 폴리에틸렌 필름으로 포장하여 20°C에 저장된 박피 마늘의 경우 O₂ 농도와 CO₂ 농도가 각각 2일째, 1일째부터 평형상태에 도달하였지만⁹⁾, 본 연구에서는 낮은 온도로 인해 평형에 도달하는 기간의 차이는 있지만 비슷한 경향을 보이는 것으로 알 수 있다. 박피 마늘을 PD 900 필름에 포장하여 5°C에 저장했을 경우 약 0%의 O₂ 농도와 약 24%의 CO₂ 농도가 저장 7일부터 안정적으로 유지된 것으로 보고되었다¹⁰⁾. 마찬가지로, 본 연구에서도 PD 900 포장 필름에 포장하여 0°C에 저장된 박피 후 절단한 마늘의 경우도 저장 45일째부터 약 0.9%의 O₂와 약 21%의 CO₂농도로써 비슷한 가스농도 범위로 유지되었다. 특히적으로, 저장 13일째에 CO₂농도는 급격히 증가 했다가 저장 26일째에 다시 감소하여 10~20%의 농도로 유지하였고, O₂농도는 낮아졌다가 저장 26일째에 증가하고 다시 감소하여 0.9%의 농도로 유지되었다. 이는 저장 중 너무 높은 CO₂로 인해 마늘이 생리장해를 받아 일시적으로 호흡이 억제되었다가 다시 재개되었다고 판단된다. PD 900 필름 포장이 저장 기간 동안 가장 높은 CO₂ 농도와 가장 낮은 O₂ 농도를 보이는데, 이

Table 1. O₂ and CO₂ permeabilities of experimental 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 PD 900	50	25.7	145.7	Cryovac, USA
Polyolefin PD 941	20	122.9	652.2	Cryovac, USA

*Values reported by An et al.⁷⁾ and Cho et al.⁸⁾.

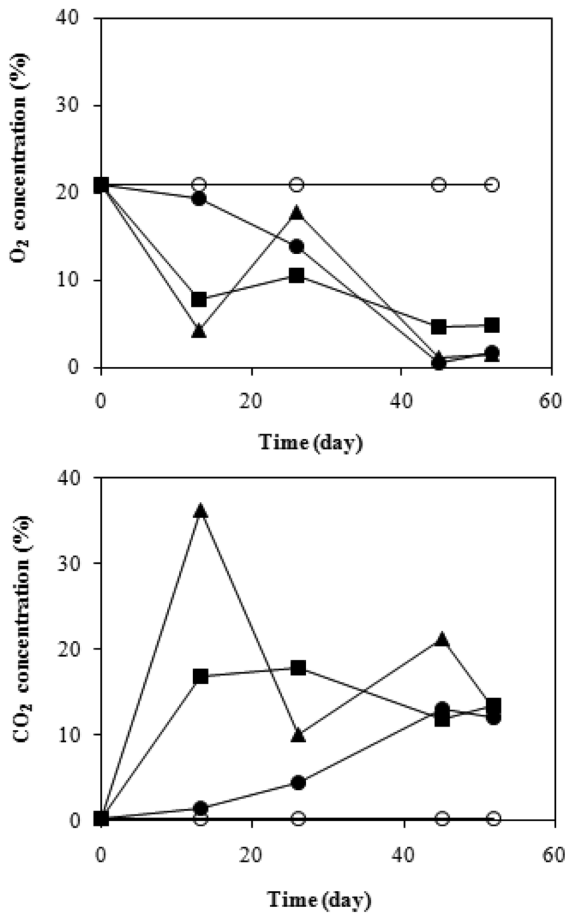


Fig. 1. O₂ and CO₂ concentrations for packages of fresh-cut garlic during storage at 1 ± 1°C. ○: control; ■: LDPE 30 μm; ▲: PD 900; ●: PD 941.

는 필름의 낮은 투과도와 연관이 있다고 볼 수 있다.

2. 품질변화

Fig. 2 와 Fig. 3은 박피 절단 마늘의 저장 중 발생한 중량감소와 경도의 변화를 경시적으로 나타내고 있다. 중량 감소는 통기성 포장(대조구)을 제외한 3개의 포장 처리구 간에 큰 차이가 없었다. 통기성 포장은 10% 이상의 중량감소로 인해 마늘 표면에 곰팡이가 생기고, 과도한 수분 손실로 오그라드는 현상이 나타났다. Shin 등¹¹⁾은 냉동 마늘의 경우 15개월까지 수분 손실과 경도에서 큰 변화가 없다고 보고했다. 하지만, 본 연구에서는 냉장 저장의 조건으로 45 일째부터 통기성 포장에서 높은 중량손실과 함께 낮은 경도를 보였다. 대조구의 경우 외기의 공기조성과 같기 때문에 포장 필름에 의해 기체의 흐름이 차단된 다른 필름 포장 처리구보다 훨씬 큰 수분의 손실이 있었던 것으로 판단된다. 수분 손실이 커지면 조직이 퍼석해져서 경도가 감소하는 현상이 나타날 수 있다. 반면에 LDPE, PD 900, PD 941 필름 포장 처리구들 사이에서는 중량 손실과 경도에서

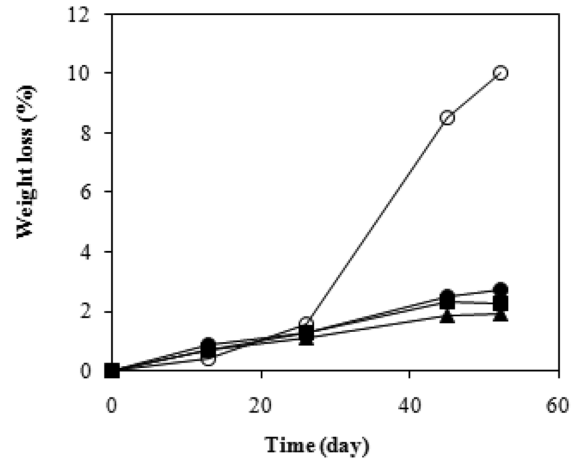


Fig. 2. Weight loss of fresh-cut garlic during storage at 1 ± 1°C. ○: control; ■: LDPE 30 μm; ▲: PD 900; ●: PD 941.

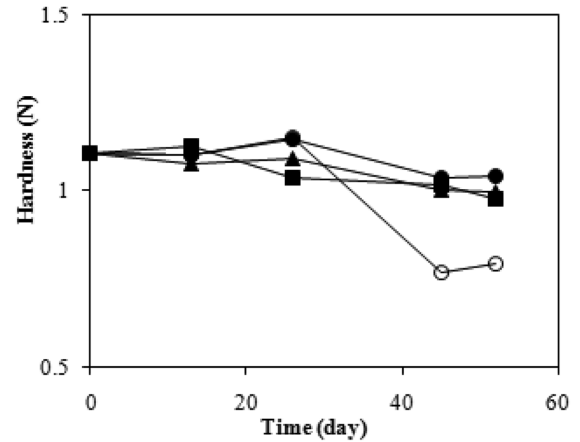


Fig. 3. Hardness of fresh-cut garlic during storage at 1 ± 1°C. ○: control; ■: LDPE 30 μm; ▲: PD 900; ●: PD 941.

큰 차이가 없었다. Fig. 4와 Fig. 5는 절단마늘의 표면 색택의 변화와 곰팡이 부패율을 각각 나타낸 것이다. 통기성의 대조구 포장에서는 저장 26일째까지는 표면 색택의 변화가 완만하여 다른 밀봉 필름 포장 처리구와 큰 차이가 없었으나(Fig. 4), 45일째에 높은 곰팡이 발생과 함께 표면 색택의 변화도 심했다(Fig. 6). 이는 외기와 동일한 기체 조성으로 인해 높은 산소 농도가 곰팡이 발생을 촉진시켰기 때문으로 생각된다. 곰팡이의 색깔이 주로 녹색이었는데, 마늘의 절단처리로 인하여 부패변질에 취약하여져서 녹변과 함께 곰팡이가 발생한 것으로 판단된다. PD 941 필름 포장은 52일째 곰팡이의 발생이 있었으나 저장 동안 가장 적은 색택의 변화를 보였고, LDPE 필름 포장에서는 저장 중 곰팡이의 발생이 거의 없었다. PD 900 필름 포장에서는 전체 저장기간 동안 곰팡이의 발생이 억제되었는데, 이는 높은 CO₂ 농도의 효과로 판단된다. 즉, 비교적 높은 CO₂ 농

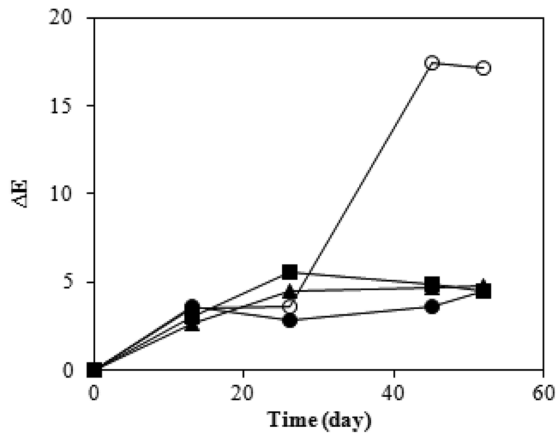


Fig. 4. Surface color change (ΔE) of the packaged fresh-cut garlic stored at $1 \pm 1^\circ\text{C}$. ○: control; ■: LDPE 30 μm ; ▲: PD 900; ●: PD 941.

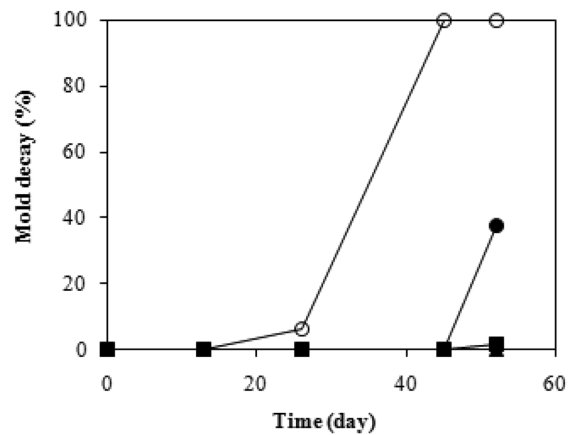


Fig. 5. Mold decay of the packaged fresh-cut garlic stored at $1 \pm 1^\circ\text{C}$. ○: Control; ■: LDPE 30 μm ; ▲: PD 900; ●: PD 941.

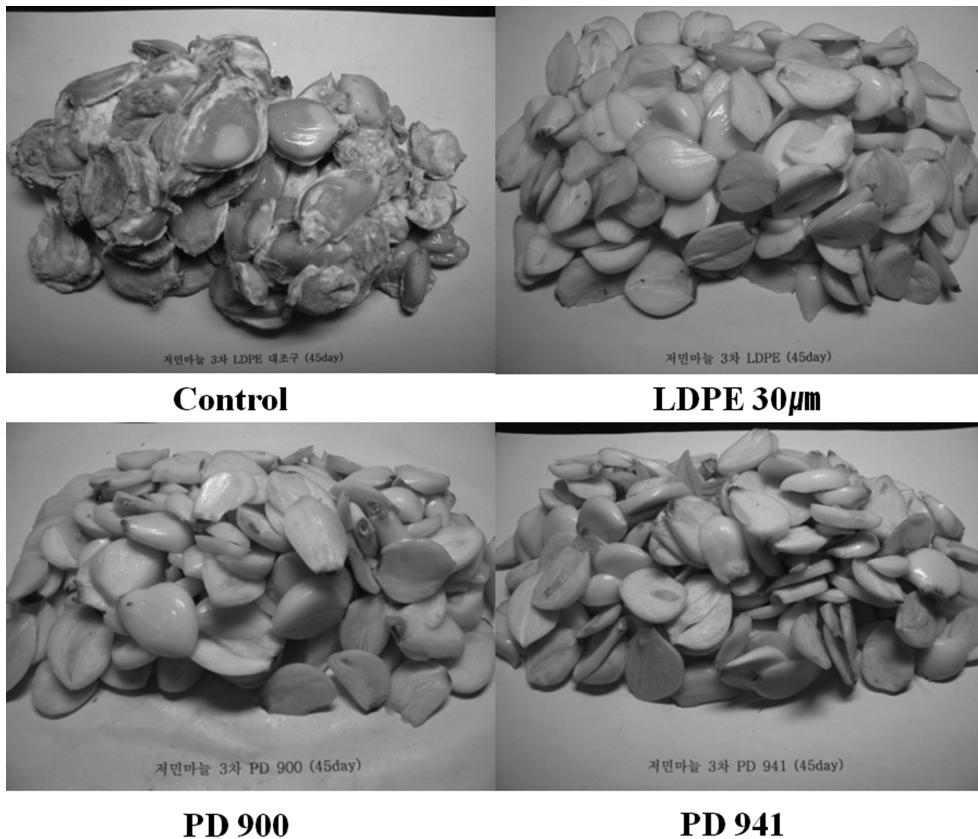


Fig. 6. Appearance of fresh-cut garlic stored for 45 days in different packages.

도를 유지하였던 PD 941 및 PD 900 필름 처리구에서는 곰팡이 부패가 효과적으로 억제되었다. 가용성 고형분의 함량에서는 저장기간 동안 모든 포장 필름간에 유의적인 차이가 없었다. 색택변화와 곰팡이 부패, 육안적 품질을 종합적으로 고려할 때, 다른 포장 필름 처리구와 비교하여 PD 900 필름 포장에서 마늘이 가장 우수한 상태로 보존된 것

을 알 수 있었다.

요 약

반가공 상태의 절단마늘의 저장성을 향상시키는 적정 포장 조건을 찾기 위하여 기체 투과도가 다른 필름으로 밀착

포장하고 저장 중 품질을 비교하였다. 박피 후 2등분 절단한 마늘을 400 g 단위로 통기성 포장(대조구), 30 μm 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 50 μm 폴리올레핀 PD 900, 20 μm 폴리올레핀 PD 941 필름으로 밀착포장하고 $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 52일 동안 저장하면서 포장 내 기체조성과 함께 마늘의 중량감소, 표면색도, 경도, 가용성 고형분 함량, 부패율을 측정하였다. 외기의 공기 조성인 통기성 포장을 제외한 밀봉 필름 포장에서는 저장 45일 후에 대체적으로 O_2 농도는 1~5%로, CO_2 농도는 12~21%로 형성되었다. 통기성 포장에서는 저장 45일째에 높은 곰팡이 부패 발생과 함께 급격한 중량감소가 나타났고 색택 변화도 심하였다. 모든 포장에서 저장 중, 경도는 감소하고 가용성 고형분 함량은 큰 변화가 없었다. 낮은 기체투과도로 인하여 포장 내에 낮은 O_2 농도와 높은 CO_2 농도를 보였던 PD 900 포장에서 짓무름 현상과 곰팡이 성장이 없이 52일 동안 저장될 수 있어서 가장 우수한 저장성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 지원 고부가 식품산업 전문인력 양성 사업에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Bae, R.N., Choi, S.Y. and Hong, Y.P. 2008. The qualities of northern and southern ecotype garlic bulbs at different storage temperature. Korean J. Food Preserv. 15: 635-641.
- Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. LWT - Food Sci. Technol. 43: 381-392.
- Park, H.W., Kim, S.H., Cha, H.S., Kim, Y.H. and Kim, M.R. 2004. Effect of MA packaging on quality of 'Fuji' apple. Korean J. Food Preserv. 11: 468-471.
- Choi, D.J., Lee, S.H., Kim, C.B., Yoon, J.T. and Choi, S.K. 2002. Effect of CA and MA storage on the quality of garlic (*Allium sativum*). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43: 703-706.
- 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.
- Park, H.W., Cha, H.S., Kim, Y.H., Lee, S.A. and Yoon, J.Y. 2007. Change in quality of 'Fuji' apples by using functional MA(modified atmosphere) film. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25: 37-41.
- 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.
- 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.
- Hong, S.I., Kim, Y.J. and Park, N.H. 1994. Changes of gas composition in package of fresh peeled garlic by packing materials. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 713-717.
- Kang, J.S. and Lee, D.S. 1999. Modified atmosphere packaging of peeled garlic cloves. Food Sci. Biotechnol. 8: 68-71.
- Shin, D.B., Lee, Y.C. and Kim, J.H. 2000. Changes in quality of garlic during frozen storage. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 102-110.