

## 개발 PLA 필름으로 포장한 파프리카의 신선도

박형우<sup>†</sup> · 김상희 · 이선아

한국식품연구원

## Freshness of Paprika Packed with PLA Films

Hyung Woo Park<sup>†</sup>, Sang Hee Kim and Sun Ah Lee

Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea

**Abstract** This research was conducted to compare the quality of paprika (*Capsicum annuum* L.) packed with PLA film and OPP/PE film pouches during storage at 6°C. Weight loss of paprika fruit was higher in OPP/PE film pouches, mold decay was shown in OPP/PE pouches after 6 days, but was not yet shown in PLA pouches. Hardness decreased in all packages. Soluble solid content was highest in PLA1 film pouch, vitamin C content was also highest in PLA2. Mold decay was not shown in PLA pouches after 9 day, but shown at calyx of paprika fruit in OPP/PE pouches. Off-flavor was strong in the OPP/PE pouches when the pouches were opened, decay was also serious in the same pouches after 15 days and thus quality was inadequate for sale in market.

**Keywords** PLA film, Storage, Quality, Paprika, Packaging

### 서 론

1990년대 초반부터 파프리카 재배를 시작하여 2000년 이후 수출되기 시작한 파프리카는 우리 신선 농산물 중 가장 많이 수출되는 원예작물로 일본 시장의 60~70%를 점하고 있다. 농산무역을 중심으로 일본 수출이 본격화 되었으나 기상조건 등에 따라서 착색, 작황 등이 일정하지 않아 일본의 까다로운 소비자를 만족시키는데 많은 시행착오를 거쳐 현재의 수출이 되고 있다. 여름작형은 수출 등 장기간 유통을 위해 과실의 성숙도가 완숙과보다 빠른 상태에서 수확하고 있다. 미성숙한 파프리카 과실은 상온에서는 일정기간 후에 착색이 이루어지면서 추숙 후의 품질의 적절한 유지 관리가 중요하다<sup>1)</sup>.

같은 가지과(Solanaceae) 고추속(Capsicum) 고추종(Annuum)에 속하는 한해살이 식물로 6개의 아종이 있으며, 파프리카란 말은 희랍어로 현재 유럽에서 모든 고추를 통칭하고 있다<sup>2)</sup>. 우리나라의 경우 중국 고문헌에는 고추로 추정되는 용어가 우리나라에서 당초, 번초, 호초 등으로 불렸다고 한다. 고추의 어원은 산림경제에 나오는 남초, 남(만)초, 당초, 왜

초와 성호사설에 나오는 번초 등으로 불린다. 또 이성우의 지봉유설을 근거로 한 왜개자가 한국 고추인가에 대해 의문을 제기한 학자<sup>3)</sup> 있으며, 임진왜란전에는 당초, 호초로 불리던 것이 왜 갑자기 왜개자로 불렸는지 등의 의문이 있다는 것이다. 고추과의 파프리카는 토마토나 고추보다 에테폰 등을 이용한 인위적 착색이 어려운 작물로 알려져<sup>4)</sup> 미숙상태의 파프리카 유통은 상품성을 떨어뜨릴 수 있다. 이 파프리카는 열대지방에서는 다년생; 온대지방에서는 1년생 작물에 속하는 향신료이다<sup>5)</sup>. 고추는 전세계인이 즐겨먹는 향신료로 450~500년전 원산지인 중남미에서 인도와 인도네시아 및 중아시 지역으로 전파되었고 오늘날 세계인구의 1/4이 즐기는 식재료로 많은 나라에서 재배되고 있다<sup>6)</sup>. 기존 파프리카 저장에 관련된 연구는 완숙과의 수확 후 생리<sup>7)</sup>, 저장온도와 습도의 영향<sup>8)</sup>, 착과 촉진을 위한 에틸렌 처리<sup>9)</sup>, 품종별 저장성<sup>10)</sup>, 그리고 수확 후 생리양상<sup>11)</sup> 등이 보고 되었다. 따라서 본 연구는 biobased 고분자의 일종인 PLA 필름을 개발하여 파프리카의 신선도 효과를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 재료

본 실험에 사용한 시료는 파프리카를 가락시장에서 구입하여 크기와 색이 일정한 것으로 선별하여 사용하였다.

<sup>†</sup>Corresponding Author : Hyung Woo Park  
516 Baekhyeon-dong, Bundang-gu, Gyeonggi-do, 463-420 R.O.K  
E-mail : <hwpark@kfri.re.kr>

## 2. 필름

파프리카의 포장용 폴리스이텐텍(경기도 화성소재)에서 개발한 PLA 필름과 수입되어 사용중인 OPP 필름을 사용하였다. 개발한 PLA 필름 3종과 기존에 사용중인 OPP 2종을 포장재로 사용하였다. PLA1은 펀칭하지 않은 필름이며, PLA2는 8.5 mm 간격으로 레이저 펀칭, PLA3는 12.5 mm 간격으로 레이저 펀칭한 필름이다. OPP1은 펀칭하지 않은 것이며, OPP2는 레이저 펀칭되었고 영국 A사 수입제품이다. 필름의 두께는 0.05 mm이다.

## 3. 저장방법

파프리카는 각각의 필름에 포장하여 상온에서 20일간 (3, 6, 9, 15, 20)일 간격으로 품질을 측정하였다.

## 4. 분석방법

### 1) 중량감소율

중량감소율은 포장 후 초기 값에 대한 중량에서 측정시 중량을 뺀 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

### 2) 경도

경도는 Rheometer(CR-200D, SUN, Japan)를 사용하여 포장구당 3반복하여 시료의 어깨, 중간, 하단부분을 과핵쪽으로 probe를 50 mm/min 속도로 10 mm 삽입할 때 나타나는 조직의 저항치를 kgf로 나타내었다.

### 3) 수분함량 측정 및 외관변화

수분함량은 무작위로 시료 5 g씩 취하여 105°C에 가열하는 상압가열건조법으로 측정하였다.

### 4) 가용성 고형분 함량

가용성 고형분(soluble solid contents; SSC)은 미쇄액의 일부를 5분간 원심분리하고 상등액을 취하여 굴절당도계(Atago Co., Ltd. Japan)를 사용하여 측정하여 °Brix로 나타내었다.

### 5) 비타민 C 함량

2,4-DNP 비색법에 준하여 측정하였으며, 일정량을 시료를 5% metaphosphoric acid 용액과 혼합하여 여과 후 여과액을 각각 희석하여 2 ml씩 시험관에 취한 후 indophenol 용액을 첨가하고, DNP 용액을 가해 osaxone을 형성, 용해, 흡광도 측정의 순서로 조작하여 spectrophotometer(V-530, Jasco, Japan)을 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 6) 색도

색도는 어깨, 중간, 하단부분을 색도계(CR-200, Japan)을 이용하여 처리구당 3반복하여 측정하였다. 사용한 표준 색

판은 백색판( $Y = 94.3$ ,  $x = 0.3129$ ,  $y = 3200$ )이었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 중량변화

파프리카의 포장재에 따른 중량 감소율은 Fig. 1과 같다. 저장기간이 지날수록 모든 처리구에서 중량감소를 나타냈으며, OPP 필름에 포장한 처리구 보다 PLA 필름 처리구의 감소율이 더 높은 것으로 나타났으나 0.16% 미만으로 유의적인 차이는 없었다. 저장15일 후 PLA 포장구에서 OPP 포장구들 보다 0.15% 중량감소가 더 크게 나타났다. 0.03 mm, 0.06 mm 두께의 MA 필름에 대추를 포장하여 6주간 저장한 결과 필름두께가 얇은 포장구에서 저장중 중량감도가 크다는 보고<sup>12)</sup>와 같은 경향을 나타내고 있다.

### 2. 수분변화

포장재 종류에 따라 포장한 파프리카의 저장 중 수분함량 변화는 Fig. 2와 같다. 저장 초기 92.5% 수분함량에서 저장 9일째 PLA1포장구는 92.0, PLA2포장구는 91.9, PLA3포장구는 91.0, OPP1 포장구는 90.9, OPP2구는 90.4%로 나타났다. 저장 15일 후 PLA포장구들은 91.2에서 90.2였으며 OPP 포장구들은 89.6에서 89.8로 개발포장구가 다소 높게 유지되고 있었다. PLA1, PLA2 포장구가 감소율이 적었으나 포장재 종류에 따른 뚜렷하게 큰 차이는 보이지 않았고, 모든 포장구가 파프리카의 수분손실을 방지해주는 것으로 나타났다. 저장 6일 후 외관변화를 살펴보면 Fig. 3과 같다. OPP/PE 포장구에서 과육의 경우 색의 변화나 부패는 발생하지 않았으나 파프리카의 꼭지(Fig. 3)에서는 OPP 포장구에서 곰팡이가 발생하고 부패가 발생하여 포장 개봉 시 곰팡이와 부패취가 발생하였으며, PLA 포장구

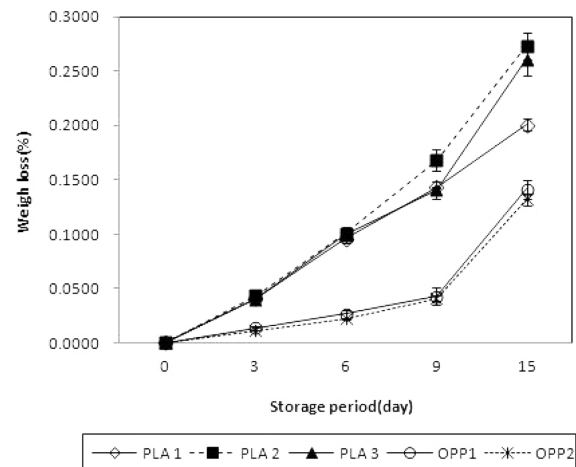


Fig. 1. Weight loss of paprika packed with PLA and OPP/PE pouches.

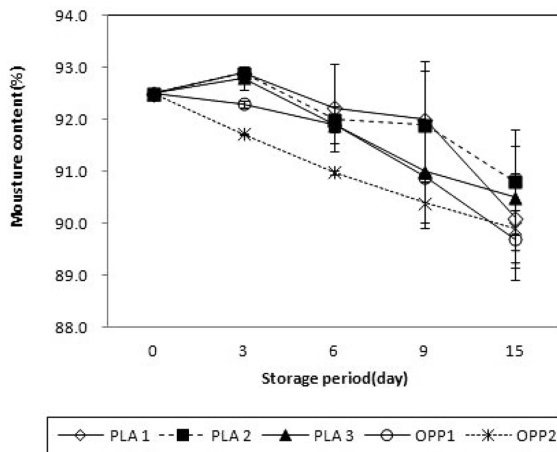


Fig. 2. Moisture content of paprika packed with PLA and OPP/PE pouches.

는 저장 9일째까지 발생하지 않았다.

3. 경도 변화

파프리카의 저장기간에 따른 경도 변화는 Fig. 4와 같다. 저장 초기 0.94 kgf에서 저장 9일째 PLA1 포장구는 0.68, PLA2 포장구는 0.70, PLA3 포장구는 0.70, OPP1 포장구는 0.79, OPP2 포장구는 0.77kgf로 나타났다. 저장 15일 후 모든 처리구에서 0.65에서 0.71 정도로 포장구간에 차이가 적었다. OPP 포장구가 PLA 포장구 보다 다소 높은 경도 수치를 나타내었다. 과실의 연화는 펙틴물질의 가용화와 세포벽 성분들의 변화 등이 주요 원인으로 작용한다. 박 등<sup>13)</sup>은 사과를 대조구와 MA 포장하여 저장한 결과 경도가 저

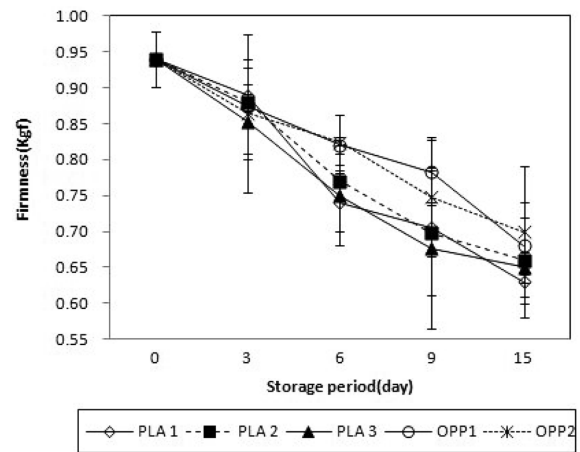


Fig. 4. Firmness of paprika packed with PLA and OPP/PE pouches.

장기간이 지남에 따라 감소했다는 보고와 일치하고 있다.

4. 가용성 고형분 함량

포장재에 따른 파프리카의 저장 중 가용성 고형분 함량 변화는 Fig. 5와 같다. 저장 기간이 지남에 따라서 점차 감소하였으며, 저장 초기 8.07 °Brix에서 저장 9일째 PLA1 포장구는 7.77, PLA2 포장구는 7.50, PLA3 포장구는 7.57, OPP1 포장구는 7.10, OPP2 포장구는 7.27 °Bx로 나타났다. 저장15일 후 PLA 포장구들은 7.33에서 7.40을 나타냈으며 OPP1은 7.09 OPP2는 7.18을 나타내었다. PLA2, PLA3 포장구도 완만하게 감소하는 경향을 보여 PLA 포장구에서 가용성 고형분 함량 변화가 적게 나타났다. 초기치는

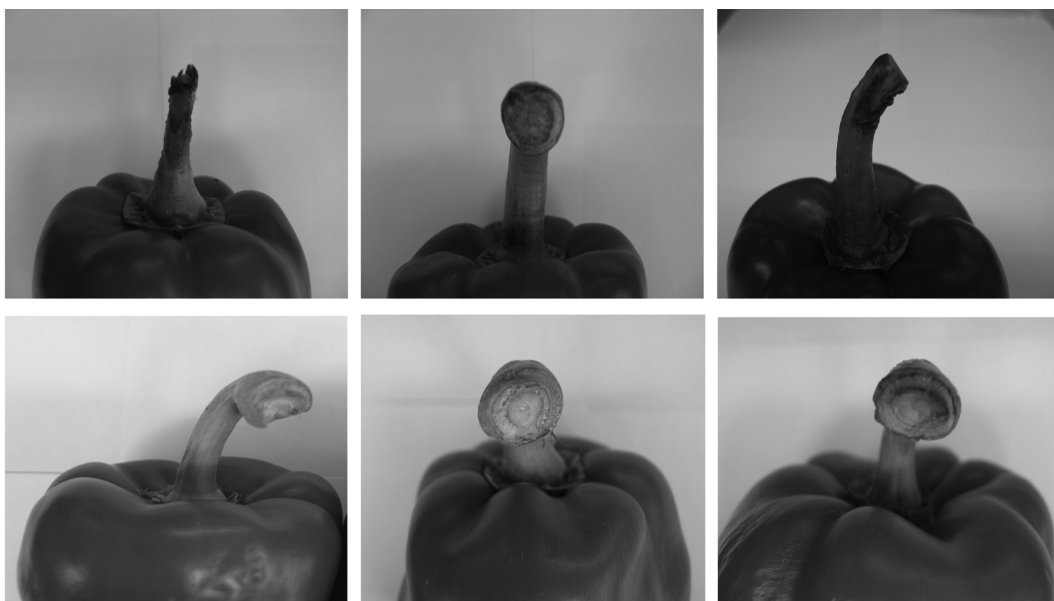


Fig. 3. Appearance of calyx of paprika packed with OPP/PE and PLA pouches (Above: Control, OPP1, OPP2, Below; PLA1, PLA2, PLA3 from left).

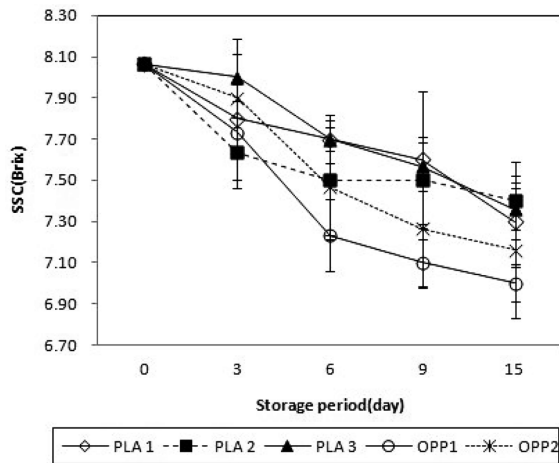


Fig. 5. Soluble solid content of paprika packed with PLA and OPP/PE pouches.

강 등<sup>11)</sup>의 보고 보다 다소 높게 나타났는데 이는 생산지역별 차이에 기인 한 것으로 사료되었다. 박 등이 사과를 저장 중 저장기간이 지남에 따라 가용성 고형분 함량이 감소한다는 보고<sup>13)</sup>와 일치하였다. 과실의 가용성 고형분은 가수분해에 의해 증가되기도 하며 호흡기질로 사용되어 소실되기도 한다<sup>14)</sup>. 또한 Forney와 Austin의 보고<sup>15)</sup>에 의하면 당 함량이 높을수록 저장기간이 길어진다고 하였다. 그러므로 당 함량은 식미 감 뿐 만아니라 저장수명에도 많은 영향을 끼치므로 당 함량의 유지 또한 중요하다.

5. 색차

저장 중 파프리카의 L값의 변화는 Fig. 6과 같다. 저장 초기 32.16에서 저장 9일째 PLA1 포장구는 29.64, PLA2 포장구는 29.24, PLA3 포장구는 29.51, OPP1 포장구는

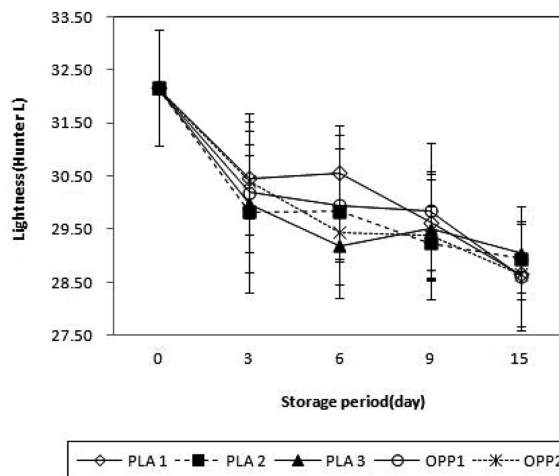


Fig. 6. L Value of paprika packed with PLA and OPP/PE pouches.

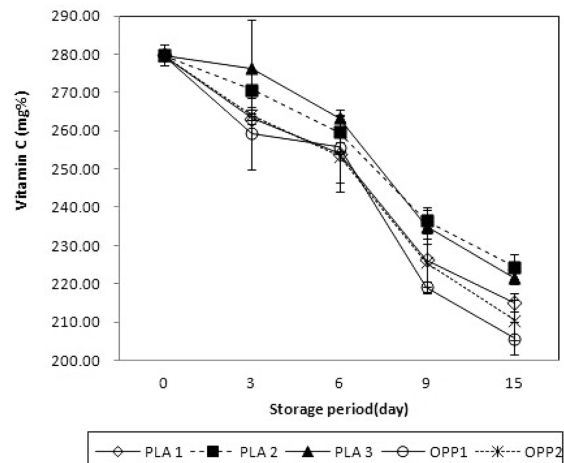


Fig. 7. Vitamin C content of paprika packed with PLA and OPP/PE pouches.

29.85, OPP2 포장구는 29.38로 나타났으며 저장 15일 후 28.5에서 29.0사이로 나타났다. 저장기간이 지날수록 감소하여 저장 마지막 날에 모두 29.0 이하로 감소하였고, 포장구간에 큰 차이는 없었다. 파프리카는 일반적으로 완숙과 상태로 유통되지만 여름작형이나 장기 유통 기간이 요구되는 경우 70% 착색된 반숙과 상태에서 수확 유통되기도 한다.

6. 비타민 C 함량

포장재별 파프리카의 저장기간에 따른 비타민 함량 변화는 Fig. 7과 같다. 저장 초기 279.7mg%에서 저장 9일째에 PLA1 포장구는 226.2, PLA2 포장구는 236.4, PLA3 포장구는 230.1, OPP1 포장구는 219.1, OPP2 포장구는 225.5mg%로 모든 포장구가 감소하는 경향을 보였다. PLA1구는 23.7%, PLA2구는 18.3%, PLA3구는 22%, OPP1구는 28%, OPP2구는 24%의 감소율을 나타내었다. 이들 포장에서는 저장 15일 후 이취와 부패가 심하였으며 분석치는 105에서 227 정도로 나타났다. 이상의 결과에서 PLA2구가 다른 4종류의 포장구보다 적은 감소율을 보여 비타민C 함량 유지에 효과적인 것으로 판단 된다. 초기치가 Kang 등<sup>11)</sup>의 보고, 145 mg/100 g 보다 높게 나타났는데 이는 생산 지역별 차이에 기인 한 것으로 사료되었다.

요 약

개발된 3종류의 PLA 필름의 파프리카 포장에의 사용 가능성을 평가하고자 두 종류의 OPP/PE 필름과 함께 파프리카 포장에 사용하여 포장별로 상온에서 20일 동안 저장하면서 품질변화를 살펴보았다. 중량 감소율은 OPP/PE필름은 0.02%에 비해 PLA 필름은 0.18%로 나타났으며 두 포장구간에 0.16%차로 큰 차이를 보이진 않았다. 수분함량은

PLA1, PLA2 포장구가 적은 감소율을 보였지만 포장재 종류에 따른 뚜렷하게 큰 차이는 보이지 않았고, 외관변화는 저장 6일째 OPP 포장구에서 꼭지 부분에 곰팡이와 부패가 발생하였으나 PLA 포장구에서는 발생하지 않았다. 경도변화는 모든 처리구가 저장기간이 지날수록 감소하였으며, OPP 포장구가 PLA 포장구 보다 다소 높은 경도 수치를 나타내었다. 가용성 고형분 함량은 PLA1 포장구가 가장 적은 변화를 보였고, 색차 L값은 모든 처리구가 9일째 30이하의 값을 나타내었다. 비타민 C 함량의 변화는 PLA2 포장구가 20% 이하로 가장 적은 감소율을 나타냈다. 여러 분석 항목에서 모든 포장구가 큰 분석차이가 발생하지 않았으나, 외관상태에서 PLA 필름 포장구는 부패가 발생하지 않았다. 즉 저장 9일째 OPP/PE 포장구는 꼭지 부분의 곰팡이와 부패가 발생하였고, 포장 개봉시 부패취가 심하였다. OPP/PE 포장구에서는 저장 15일째 부패가 매우 심하였으며 상품성이 전혀 없는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업 (project no. GA0947)의 연구비 지원에 의해 수행된 과제로 이에 감사 드립니다.

## 참고문헌

- Choi, I. L., Kim, I. S., and Kang, H. M. 2008. Influence of maturity of fruit and storage condition on the storability of sweet pepper in MA storage. *J. of Bio-environment Control*. 17(4): 319-324.
- Hwang, J. H., and Jang, M. S. 2001. Effect of paprika (*Capsicum annuum* L.) juice on the acceptability and quality of wet noodle. *Korean J. Food Soc. Cookery Sci.* 17: 373-379.
- Lee, S. Y., Sim, S. Y., Seo, M. W., and Lim, J. W. 2006. Change in the fruit characteristics after brining of pickling pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Korean J. Hort. Sci. Tech.* 24: 168-176.
- Krajayklang, M., Klieber, A., Wills, R. B. H., and Dry, P. R. 1999. Effects of ethephon on fruit yield, colour and pungency of cayenne and paprika peppers. *Australian J. Experimental Agri.* 39: 81-86.
- Yoo, K. M., Lee, S., Kim, M. K., Park, J. B., and Hwang, I. K. 2010. Development of value-added seasoning products with Korean chile peppers (*Capsicum annuum* L.) for grilled beef and their sensory evaluation. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26(6): 753-760.
- Bosland, P. W., and Votava, E. J. 2002. Peppers :Vegetable and spice capsicums. CABI publishing. 14-39.
- Jeong, C. S., Kang, W.H., and Yoo, K. C. 1999. The effect of storage temperature and duration of the maturation stage sweet pepper on the production of CO<sub>2</sub> and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> and quality. *Korean J. Hort. Sci. Tech.* 17: 646-648.
- Jeong, C. S., Kim, I. S., and Lee, Y. S. 1999. The effect of storage temperature and humidity on the long-term storage of red pepper and red-sweet pepper. *Korean J. Hort. Sci. Tech.* 17: 649-674.
- Lim, C. S., Kim, J.M., Kim, B. S., Cho, J. L., and Kang, S. M. 2005. Ethephon and temperature treatment improve the coloration of irregularly colored paprika (*Capsicum annuum* L.). *Korean J. Hort. Sci. Tech.* 23: 70-75.
- Hwang, H. J., An, C. G., Sim, J. S., Chong, B. M., Rho, C. W., and Song, G. W. 2005. Comparison of storage life of several sweet pepper varieties. *Korean J. Hort. Sci. Tech.* 23: 68-74.
- Kang, H.M., and Kim, I. S. 2007. Comparison of postharvest physiological characteristics and quality of paprika fruit classified by cultivars or maturity. *J. Agri. Sci.* 18: 61-66.
- Park, H. W., Guan, J. F., Kim, S. H., Cha, H. S., Park, H. R., and Kim, Y. H. 2006. Development of functional modified atmosphere film for winter date, *Korean J. Food Preserv.* 13(2): 125-130.
- 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(4): 468-471.
- AcKeman, J., Ficher, M., and Amado, R. 1992. Changes in sugar, amino acids during ripening and storage of apples. *J. Agri. Food Chem.* 40: 1131-1132.
- Forney, C. F., and Austin, R. K. 1988. Time of a day at harvest influences carbohydrate concentration in crisphead lettuce and its sensitivity to high CO<sub>2</sub> levels after harvest. *J. Am. Hort. Sci.* 113: 581-583.