

착색단고추 생리장해과와 정상과의 수확 후 생리 및 신선편이의 저장성 비교

유태종 · 최인이 · 정현진 · 김일섭 · 강호민*
강원대학교 원예학과

A Comparison of Postharvest Physiology and Storability of Paprika Fresh-Cut Made from Disordered and Normal Fruits

Tae Jong Yoo, Hyun Jin Jung, In-Lee Choi, Il Seop Kim, and Ho-Min Kang*

Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Sciences,
Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract. The study was conducted to compare the postharvest physiology and storability of fresh cut paprika fruits classified by normal, blossom end rot(BER), and misshapen (or knots) fruit. Some disordered paprika fruits that were produced frequently during high temperature season in highland, were sorted out to non-marketable products. These fruits are mostly wasted, but some of them may be used for fresh cut. The respiration rate of fresh cut paprika fruits was lower and ethylene production rate was higher in normal fruits than in disordered fruits, but there was no significant difference. The fresh-cut paprika fruits were stored in MAP conditions at 4°C, 9°C and room temperature in 25 µm and 50 µm thickness ceramic film packaging. The fresh weight of fresh cut paprika fruits decreased below to 1.1% regardless of fruit types, but the fresh weight loss increased in thinner packaging materials and lower storage temperatures. There were not significant different carbon dioxide and oxygen contents in MAP of all fruit types, while 4°C storage temperature treatment and 25 µm thickness ceramic film treatment had lower carbon dioxide and higher oxygen contents. Moreover, the carbon dioxide and oxygen contents were changed rapidly at 9 days in 4°C storage and at 6 days in 9°C storage when the visual quality of fresh cut decreased dramatically. The ethylene concentration of packages was below $7 \mu\text{l} \cdot \text{l}^{-1}$ in all treatments during storage, while the treatments of thinner packaging material and lower storage temperature showed lower ethylene concentration. The fresh cut of disordered fruits showed less visual quality than normal fruit treatment in both 4°C and 9°C storage temperatures, but there was no significant difference. The value of 4°C treatment that measured 12 days in storage was higher than 9°C treatment that measured 9 days in storage. The results suggest that the disordered fruits may be used to fresh cut product without any concerns that they will decreased the value of commodities more quickly than the fresh cut made of marketable paprika fruits. As the fresh cut paprika fruits stored in MAP condition, the more effective storage temperature is 4°C that may have induced chilling injury a whole fruit of the paprika.

Key words : carbon dioxide, ethylene, oxygen, respiration rate, visual quality

서 론

착색단고추는 우리나라의 대표적인 수출 작물로 2008년 현재 전국적으로 367ha에서 재배되고 있으며, 이중 여름철 고온기에 재배하는 강원도에서는 97ha에

서 재배되고 있다(MIFAFF, 2009). 재배환경이 좋지 않은 여름철 재배에는 생리장해과 발생이 증가하는데, 대표적인 생리장해과로는 양수분 흡수의 불균형으로 나타나는 갈습결핍증상인 배꼽썩음과와 주야간 온도 관리 부족에 의한 수분 수정의 불량에 의한 납작과 등이 있다(Portree and Luczynski, 2005). 현재 생리장해과는 전량 폐기되고 있는 실정인데, 많게는 전체 생산에 10% 이상 차지하여 이들 생리장해과를 이용한

*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr
Received February 2, 2010; Revised February 21, 2010;
Accepted March 5, 2010

가공식품 개발이 요구된다고 하겠다.

신선편이는 농산물의 편이성을 극대화한 일종의 가공식품으로 비가공 농산물에 비해 호흡속도, 에틸렌 발생량 등 수확 후 생리활동이 활발하며, 절단면 등을 통한 품질 저하가 빠른 특징이 있다(Kader, 2002). 정상적인 과실로 만든 단고추 신선편이의 경우 MAP조건이 진공포장에 비해 외적, 내적 품질이 모두 우수하게 유지되었으며, 저장수명은 10°C에 비해 5°C에서 길었다고 하였다(Gonzalez-Aguilar, 2004). 그러나 생리장해과를 이용한 단고추나 착색단고추의 신선편이에 대한 보고는 없었다. 이에 본 실험은 착색단고추 생리장해과를 이용한 신선편이 제품화를 위해 정상과와 배꼽씩음과 그리고 납작과의 수확 후 생리현상과 이로 제조한 신선편이의 저장성을 비교하였다.

재료 및 방법

강원도 화천군에서 수경재배한 착색단고추(*Capsicum annuum* cv. Fiesta)를 2008년 7월 25일에 완숙상태에서 수확하여 정상과, 배꼽씩음과, 납작과로 구분하였다. 3가지로 구분한 과실을 폭 1cm, 길이 3cm 내외의 신선편이로 만들어 호흡속도와 에틸렌 발생량을 측정하였다. 이를 위해 신선편이를 밀폐용기에 넣고 1시간 후 infrared sensor(checkmate, PMB, Demark)를 이용하여 이산화탄소 발생량으로 호흡률을 측정하였고(Kang과 Kim, 2007b), 에틸렌 발생률은 gas chromatography(GC-2010, Shimadzu, Japan)로 측정하였다(Park 등, 2000). 또한 착색단고추 신선편이의 MA저장 실험을 위해 기존의 착색단고추 저장에서 우수한 결과를 보인 두께 25 μ m 세라믹 필름(Choi 등, 2008)

과 함께 두께 50 μ m 세라믹 필름으로 포장하여 4°C와 9°C 그리고 상온으로 저장하였다. 신선편이의 생체중 감소는 저장 전 중량을 100%로 하여 저장 중 감소정도를 백분율로 나타내었고, 외관 품질은 패널테스트를 통해 조사하였는데, 신선편이의 포장 전 우수한 상태를 5점, 상품성이 유지된 상태를 3점 폐기상태를 1점으로 하였다. 저장 중 신선편이 MAP 내부의 이산화탄소와 산소 가스 농도는 포장재 외부에 실리콘을 접착시켜 측정기의 비늘을 수차례 관통하여도 가스누출이 없게 처리한 후 infrared sensor(checkmate, PMB, Demark)로 측정하였다. 포장재 내 에틸렌가스 농도는 gas chromatography(GC-2010, Shimadzu, Japan)로 측정하였다. 모든 실험은 4반복으로 진행하였으며 통계분석은 SAS(SAS Institute, 1985) program을 이용한 Duncan의 다중검정과, Microsoft Excel 2002 program을 사용하여 평균과의 차이를 나타낸 표준 편차로 표시하였다.

결과 및 고찰

여름철 강원도 고랭지 재배한 착색단고추의 정상과와 배꼽씩음과 그리고 납작과로 신선편이로 제조하여 수확 후 생리현상과 몇가지 MA조건에서 저장성을 비교하였다. 저장전 이들 신선편이의 호흡률은 20 CO₂ mL · kg⁻¹ · hr⁻¹ 내외의 호흡률을 보이는 과실 전체에 비해(Cantwell, 1998; Hardenberg 등, 1990) 3배 높았다. 또한 과실 형태별로는 납작과가 가장 높았으며, 다음으로 배꼽씩음과, 그리고 정상과가 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다(Table 1). 이에 비해 에틸렌 발생률은 정상과가 가장 높았고 다음으로 배꼽씩음과, 납작과의 순서였는데 0.1~0.2 μ L · kg⁻¹ · hr⁻¹ 수준으로

Table 1. The respiration and ethylene production rate of fresh-cut paprika fruits classified by normal, BER, and knots, and fresh weight loss of fresh-cut paprika packages with 25 μ m and 50 μ m ceramic film in 4°C, 9°C, and room temperature at final day^z.

Fruit types	Respiration rate (CO ₂ ml/kg/hr)	C ₂ H ₄ production rate (μ l/kg/hr)	Fresh weight loss (%)					
			25 μ m			50 μ m		
			4°C	9°C	Room temp.	4°C	9°C	Room temp.
Normal	58.6 ab ^y	0.65 a	0.4 a	0.3 ab	1.0 a	0.3 b	0.3 a	0.9 a
BER	59.6 ab	0.58 ab	0.5 a	0.5 a	1.1 a	0.5 a	0.3 a	0.8 a
Knots	63.9 a	0.48 b	0.3 ab	0.5 a	1.1 a	0.3 b	0.3 a	0.8 a

^zFinal day was 3 day at room temp, 9 days at 9°C and 12 days 4°C after storage.

^yMean separation within columns of varieties by Duncan's multiple range test at 5% level.

착색단고추 생리장해과와 정상과의 수확 후 생리 및 신선편이의 저장성 비교

알려진 과실전체의 에틸렌 발생률(Cantwell, 1998; Hardenberg 등, 1990)에 비해 역시 5배 이상 높은 수치를 보였다(Table 1). 따라서 착색단고추 신선편이의 경우 과실 전체에 비해 높은 호흡률과 에틸렌 발

생률에 의해 저장성이 낮을 것이라 예상되었으며, 정상과과 큰 차이를 보이지를 보아 신선편이 제조시 과실 형태상 저장성에 큰 차이가 없을 것이라 생각되었다.

3 가지의 형태의 착색단고추 신선편이를 두께 25 μ m

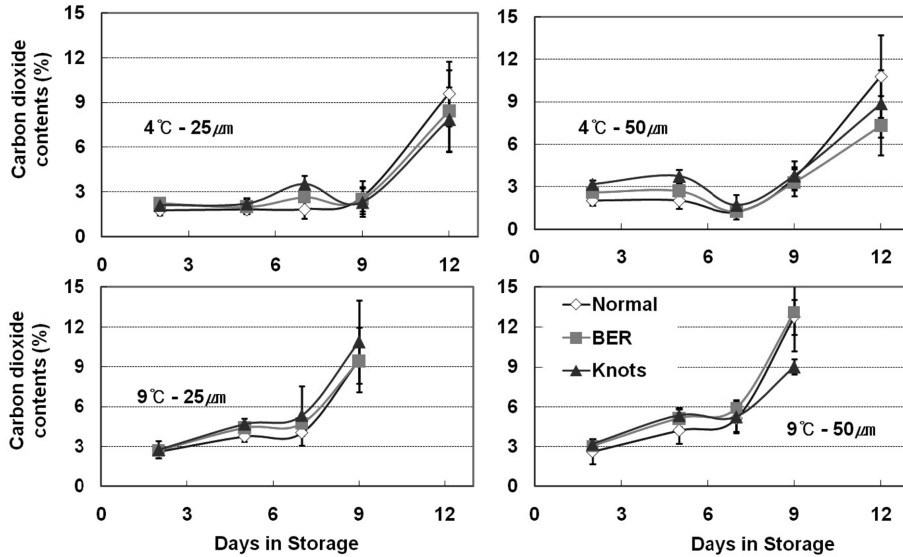


Fig. 1. The change of carbon dioxide contents of 3 different types paprika ('Fiesta') classified by normal, blossom end rot (BER), and misshapen fruit (knots) packaged with 25 μ m ceramic film and 50 μ m ceramic film and stored at 4 and 9°C. The vertical bars represent standard deviation (n = 4).

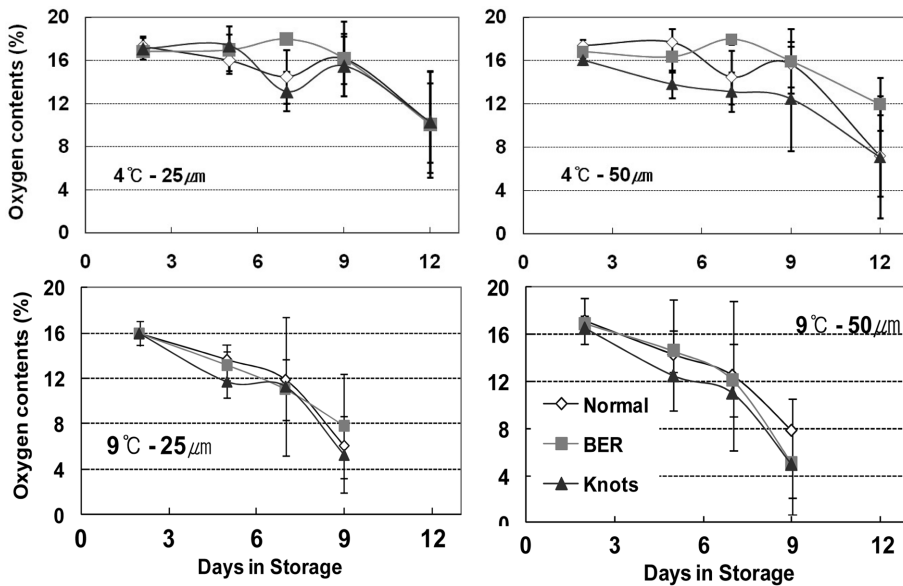


Fig. 2. The change of oxygen contents of 3 different types paprika ('Fiesta') classified by normal, blossom end rot (BER), and misshapen fruit (knots) packaged with 25 μ m ceramic film and 50 μ m ceramic film and stored at 4 and 9°C. The vertical bars represent standard deviation (n = 4).

와 50 μ m의 세라믹 필름으로 포장하여 4°C와 9°C 그리고 상온에서 저장하였는데, 저장중 생체중 감소는 모든 처리구에서 1.2% 미만이었으며, 과실형태별로는 그 차이에 유의성이 없었다. 그러나 필름두께가 얇을수록 저장온도가 높을수록 생체중 감소가 컸다(Table 1). 특히 상온의 경우 3일간 저장하였음에도 1.1%로 가장 높은 생체중 감소를 보였으며 가장 저온이었던 4°C는 저장기간이 12일임에도 0.3% 수준만 감소하였다. 착색 단고추 과실은 4.0% 이상의 수분손실로도 과피가 쪼글쪼글해져 상품성을 잃게 되는데(Kay와 Paull, 2004), 본 실험에서는 신선편이었지만 1.1% 이하의 생체중 감소를 보여 수분손실로 인한 상품성 손실은 없었던 것으로 판단된다.

저장중 25 μ m와 50 μ m의 세라믹 필름으로 포장한 MAP 내부의 이산화탄소와 산소농도는 과실형태간 차이에 유의성은 없었으며 저장온도별로 저온이었던 4°C 처리와 필름종류에서는 두께가 얇았던 25 μ m 세라믹 필름포장처리에서 낮은 이산화탄소와 높은 산소 농도를 보였다(Fig. 1, 2). 저장 기간에 따른 이들 가스 농도의 변화를 보면 4°C 저장 9일 이후와 9°C 저장 6일 이후에 포장재내 급격한 이산화탄소 농도 증가와 이와 동반된 산소 농도 감소나 나타났는데, 이 시점은 외관상 품질이 급격히 감소한 때와 일치하였다. MA저

장 중 급격한 이산화탄소 농도 증가와 산소 농도 감소를 가져오는 호흡증가는 저온장해 발생과 부패(Kays, 2004) 그리고 무기호흡(Kader, 2002) 등이 원인인데, 본 실험에서는 부패가 그 원인이었던 것으로 판단된다. 왜냐하면 본 실험에서 발생한 급격한 호흡증가는 착색단고추의 저온장해 발생온도보다 4°C가 높은 9°C에서도 발생하였고, 급격한 호흡증가 전 포장재 이산화탄소 농도는 착색단고추의 적정 CA조건(산소: 2~5%, 이산화탄소: 2~5%) 수준이었고(Kader, 2002), 산소농도는 무기호흡이 발생할 수 없는 12~16% 수준이었기 때문이다. 에틸렌 농도는 상온을 제외한 모든 처리구에서 7 μ L · L⁻¹ 이하를 보였는데 포장재 두께가 얇은 25 μ m 세라믹 필름포장과 4°C 저장 처리구에서 낮게 유지되었으며 품종별 과실형태로는 유의성 있는 차이나 일정한 경향은 없었다(Fig. 3). 착색단고추는 에틸렌 발생도 적고 에틸렌에 대한 반응은 둔감한 편이며 10~100 μ L · L⁻¹ 농도로 수확전 후숙을 위해 처리하기도 한다(Kader, 2002). 따라서 본 실험에서 포장재내 7 μ L · L⁻¹ 이하의 에틸렌은 큰 영향을 주지 못한 것으로 생각된다.

저장 최종일에 외관상 품질은 3일간 저장하였던 상온에서 가장 크게 감소하였으며 처리간 차이에 유의성은 없었다. 9°C와 4°C 저장에서는 정상과의 외관상

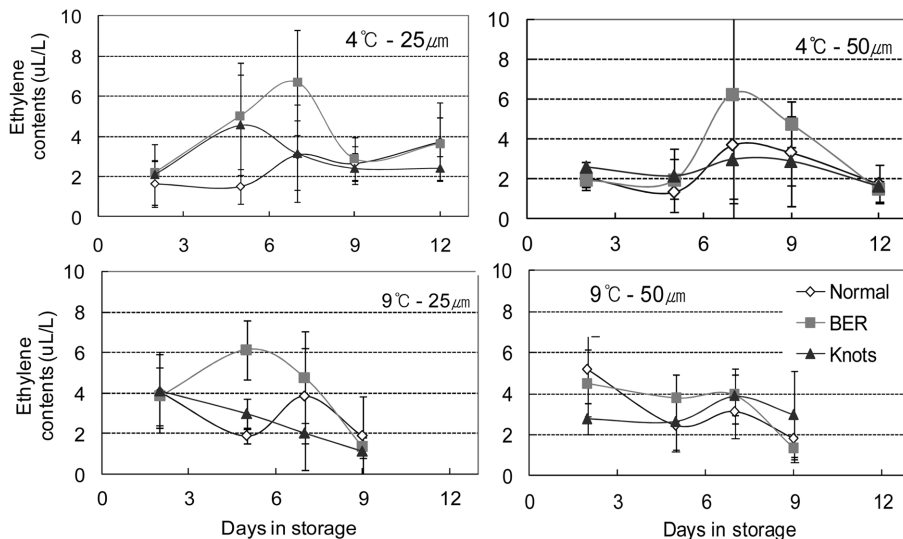


Fig. 3. The change of ethylene concentration of 3 different types paprika ('Fiesta') classified by normal, blossom end rot (BER), and misshapen fruit (knots) packaged with 25 μ m ceramic film and 50 μ m ceramic film and stored at 4 and 9°C. The vertical bars represent standard deviation (n = 4).

착색단고추 생리장해과와 정상과의 수확 후 생리 및 신선편이의 저장성 비교

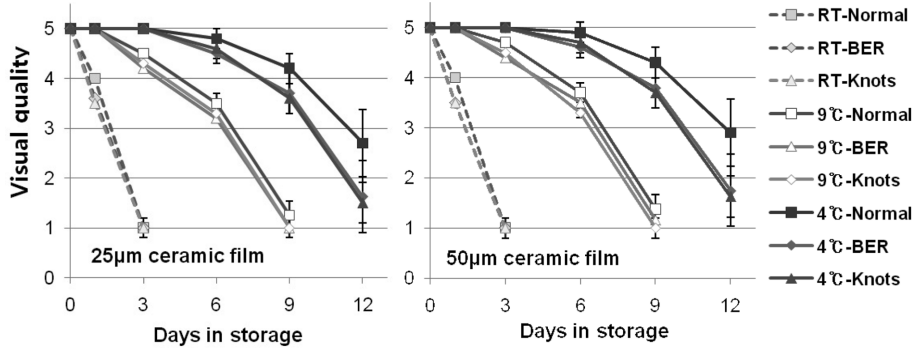


Fig. 4. The visual quality of 3 different types paprika ('Fiesta') classified by normal, blossom end rot (BER), and misshapen fruit (knots) packaged with 25 µm ceramic film and 50 µm ceramic film and stored at 4, 9°C and room temperature (RT). The vertical bars represent standard deviation (n = 4). The visual quality value was 5: excellent, 4: very good, 3: marketable, 2: bad, 1: discarded.

품질이 높게 유지되었으나 생리장해과와의 차이에 통계적 유의성은 없었다. 저장온도별로 9일간 저장한 9°C에 비해 12일간 저장한 4°C에서 높게 유지되어 기존의 피망의 연구 결과(Gonzalez-Aguilar, 2004)와 일치하였다(Fig. 4). 단고추 계열의 과실은 5°C에서 2주간 저장이 가능하지만 이 기간 내에 수침상 반점, 부패 등의 저온장해 증상이 나타난다(Cantwell, 1998)고 한다. 그러나 본 실험에서는 12일간 저장했던 4°C의 온도에서 저온장해 현상을 발견할 수 없었는데, 이는 저온장해 발생 이전에 저장이 종료되었거나, 다른 작물에서 볼 수 있는 MAP 조건에 의한 저온장해 완화 현상인 것(Kader, 2002)으로 생각된다.

이상의 결과로 볼 때, 과실의 형태가 착색단고추 신선편이의 저장성에 큰 영향을 주지 않으며, 저온 장해가 있는 착색단고추 과실이지만 신선편이 저장에는 4°C의 저온이 효과적이었다.

적 요

여름철 강원도 고랭지 재배되는 착색단고추는 비상 품과로 분류되는 생리장해과가 발생이 많은데, 본 실험은 이들 생리장해과의 신선편이 이용 가능성을 알아보 고자 실시하였다. 착색단고추의 정상과와 배꼽썩음과 그리고 납작과를 수확하여 신선편이로 제조하여 수확 후 생리현상과 몇 가지 MAP 조건에서 저장성을 비교 하였다. 저장전 이들 신선편이의 호흡률과 에틸렌 발생 른은 정상과와 생리장해과의 차이에 일정한 경향이 없

었으며 통계적 유의성도 나타나지 않았다. 이들 3가지의 형태의 과실의 신선편이를 두께 25µm와 50µm의 세라믹 필름으로 포장하여 4°C와 9°C 그리고 상온에서 저장하였다. 저장중 생체중 감소는 모두 1.1% 이하로 과실형태로는 그 차이에 유의성이 없었으며 필름 두께가 얇을수록 저장 온도가 높을수록 컸다. 이들 포장재내 이산화탄소와 산소농도의 경우 품종과 과실형태별 차이에 유의성은 없었으며 저장온도별로 저온이었던 4°C 처리와 필름종류에서는 두께가 얇았던 25µm 세라믹 필름포장처리에서 낮은 이산화탄소와 높은 산소 농도를 보였다. 저장기간 중 변화를 보면 4°C 저장은 9일 이후, 9°C 저장은 6일 이후 포장재내 급격한 이산화탄소 농도 증가와 이와 동반된 산소 농도 감소나 나타났는데, 이 시점은 외관상 품질이 급격히 감소한 때와 일치하였다. 에틸렌 농도는 상온을 제외한 모든 처리구에서 7µL·L⁻¹ 이하를 보였는데 포장재 두께가 얇은 25µm 세라믹 필름포장과 4°C 저장 처리구에서 낮게 유지되었으며 과실형태별로 유의성 있는 차이나 일정한 경향은 없었다. 저장 최종일에 외관상 품질은 3일간 저장하였던 상온에서 가장 크게 감소 하였으며 처리간 차이에 유의성은 없었다. 9°C와 4°C 저장에서는 정상과에서 외관상 품질이 높게 유지되었으나 생리장해과와의 차이에 통계적 유의성은 없었다. 저장온도별로 9일간 저장한 9°C에 비해 12일간 저장한 4°C에서 높게 유지되었다. 이상의 결과를 종합하면, 착색단고추 과실의 형태 및 품질이 신선편이의 저장성에 큰 영향을 주지 않았으며 저온 장해가 있는 착색

단고추 과실이지만 신선편이의 경우 4°C의 저온이 보다 효과적인 것을 알 수 있었다.

주제어 : 산소, 이산화탄소, 에틸렌, 외관상 품질, 호흡률

사 사

본 연구는 농촌진흥청 특화작목 연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Cantwell, M. 1998. Bell peppers. Fresh Produce Facts website at <http://postharvest.ucdavis.edu>.
2. Choi, I.L., I.S. Kim, and H.M. Kang. 2008. Influence of maturity of fruit and storage condition on the storability of sweet pepper in MA storage. *J. Bio. Env. Con.* 17:319-324 (in Korean).
3. Gonzalez-Aguilar, G.A., J.F. Ayala-Zavala, S. Ruiz-Cruz, E. Acedo-Felix, and M.E. Diaz-Cinco. 2004. Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh-cut bell peppers. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 37:817-826.
4. Hardenberg, R.E., A.E. Watada, and C.Y. Wang. 1990. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. USDA handbook No. 66.
5. Kader, A.A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. 3rd edition. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA.
6. Kang, H.M. and I.S. Kim. 2007a. Comparison of postharvest physiological characteristics and quality of paprika fruit classified by cultivars or maturity. *J. Agr. Sci.* 18:61-66. *Inst. Agr. Sci., Kangwon Nat'l. Univ* (in Korean).
7. Kang, H.M. and I.S. Kim. 2007b. Effect of vitamin C treatments on the storability of baby vegetables during MA storage. *J. Bio. Env. Con.* 16:415-419 (in Korean).
8. Kays, J.S. and E.R. Paull. 2004. *Postharvest Biology*. Exon Press, Athens, GA .USA.
9. MIFAFF (minister for food, agriculture, forestry and fisheries) 2009. 2008 Status of protected vegetables and production of vegetables in Korea <http://ebook.maf.go.kr/17628>.
10. Park, K.W., H.M. Kang, and C.H. Kim. 2000. Comparison of storability on film sources and storage temperature for fresh Japanese mint in MA storage. *J. Bio. Env. Con.* 9:40-46 (in Korean).
11. Portree, J. and A. Luczynski. 2005. *Growing greenhouse peppers in british columbia*. TermLink Horticulture Inc. Abbotsford. Canada.
12. SAS. 1985. *SAS/STAT User's Guide*, SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.