

저장온도가 MA 저장한 수송나물(*Salsola komarovi* Iljin)과 해홍나물(*Suaeda maritima* L. Dum.)의 MA저장성에 미치는 영향

유태종¹ · 김일섭¹ · 강위수³ · 강호민^{1,2*}

¹강원대학교 원예학과, ²강원대학교 농업생명과학연구원, ³강원대학교 생명건강공학전공

Effect of Different Temperatures on the storability of *Salsola komarovi* Iljin and *Suaeda maritima* L. Dum. in MA Storage

Tae-Jong Yoo¹, Il Seop Kim¹, Wie-Soo Kang³, and Ho-Min Kang^{1,2*}

¹Dept. of Horticulture, Kangwon Nat'l Univ., Chunchon 200-701, Korea

²Agriculture and Life Science Research Institute, Kangwon Nat'l Univ., Chunchon 200-701, Korea

³Dept. of Bio-Health Technology, Kangwon Nat'l Univ., Chunchon 200-701, Korea

Abstract. This study was carried out to compare the storability of *Salsola komarovi* Iljin and *Suaeda maritima* L. Dum which stored at different storage temperatures in MA storage. These plants that had grown in greenhouse packed with 50 μm ceramic film and then stored in 2°C, 10°C, and 25°C temperature. The fresh weight loss both plants was less than 1% in all temperature treatments. The highest fresh weight loss showed at 25°C among storage temperature treatments in *Salsola komarovi* Iljin between plants. The highest carbon dioxide contents in package showed at 25°C among storage temperature treatments in *Salsola komarovi* Iljin between plants, and at 2°C and 10°C temperature treatments remained less than 1%. Oxygen contents in package both plants showed the highest level at 2°C temperature treatment, but *Salsola komarovi* Iljin showed less oxygen contents than *Suaeda maritima* L. Dum. Although there was no significant difference ethylene contents in package between 2°C and 10°C temperature treatments, the higher showed in 10°C than 2°C temperature treatments. The ethylene contents in package both plants were roughly 20 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ and the higher was in *Suaeda maritima* L. Dum than *Salsola komarovi* Iljin at 2°C. As increasing the storage temperature, the contents of carbon dioxide and ethylene in package also increased in both plants. The carbon dioxide and ethylene contents of *Salsola komarovi* Iljin showed a significant difference between 2°C and 10°C temperature treatments, but *Suaeda maritima* L. Dum did not show. The shelf life of *Salsola komarovi* Iljin based on visual quality was 14 days at 2°C temperature treatment and 7.5 days at 10°C temperature treatment. However, the shelf life of *Suaeda maritima* L. Dum did not show a significant difference between 2°C temperature treatment that was 11 days, and 10°C temperature treatment that was 9.5 days. Considering visual quality and gas contents in package, *Suaeda maritima* L. Dum might appear chilling injury at 2°C temperature treatment.

Key words : carbon dioxide, chilling injury, ethylene, oxygen, shelf life, visual quality

서 론

MAP(modified atmosphere) 저장은 신선 및 가공산물의 저장과 포장을 동시에 할 수 있는 기술로써, 일반 저장에 비해 상온에서는 50%, 적정온도에서도

25% 이상 저장수명을 증가시킬 수 있다(Kader, 2002). 이러한 MA저장 기술은 작물의 수확 후 생리와 포장재의 투과율 등을 고려하여 실시할 때 보다 큰 효과를 얻을 수 있어 작물별로 적절한 조건 구명이 요구되는데, 최근 들어 염생식물이나 해조류에도 적용하려는 연구가 신선 상태의 Red macro-algae (*Gracilaria* spp.) (Paull과 Chen, 2008), *Salicornia bigelovii* (Lu 등, 2009), 통통마디(Kang 등, 2009)

*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr
Received August 20, 2010; Revised September 14, 2010;
Accepted September 18, 2010

등을 대상으로 진행되었다.

염생식물은 최근 들어 가공 기술의 발달과 먹거리에 다양화 등에 힘입어 다양한 형태로 식품화 되고 있는데, 건조상태나 가공상태가 대부분으로 신선상태의 제품화는 아직 미비하다. 현재 국내에서 통통마디가 어린 상태에서 신선상태로 유통 판매되고 있는데, 염생식물은 수분 함량이 95% 수준으로 높고 조직이 단단하지 못해 저장성이 좋지 않아 신선상태의 통통마디의 경우 상온에서 7일 정도 밖에 저장하지 못한다(Lu 등, 2009). 염생식물 중 통통마디와 함께 어린 순을 나물로 신선상태로 이용되는 수송나물(*Salsola komarovi* Ijin)과 해홍나물(*Suaeda maritima* L. Dum.)은 명아주과 1년생 초본 식물인데, 수송나물은 가시솔나물이라고도 불리우며 우리나라 전국의 해변과 일본, 중국, 시베리아, 그리고 호주 등지에 넓게 분포하며 갯나문재 또는 나문재나물이라고 불리우는 해홍나물은 우리나라 중부 이남의 해변에 분포한다(Kim과 Chung, 1995; Lee, 2003; Moon 등, 2008). 본 실험은 식품에 다양화와 새로운 먹거리의 유통 저장성 증진을 위해 지금까지 생체로 유통되지 않았던 수송나물과 해홍나물의 MA저장성을 온도별로 비교하고자 실시하였다.

재료 및 방법

온실에서 수송나물(*Salsola komarovi* Ijin)과 해홍나물(*Suaeda maritima* L. Dum.)을 원예용 무비상토(토질이, 신안그루)에서 파종하여 통통마디 재배에서 생육이 가장 우수하다고 보고되었던 N-P-K 비율 0.29-0.52-0.29의 시비조건에서 해수 30% 수준으로 관수하여 재배하였다(Kim 등, 2001). 초장이 30cm 이상 생육한 수송나물과 해홍나물을 수확하여 염생식물인 통통마디(*Salicornia europaea* L.)의 MA 저장에서 외관상 품질 등에서 가장 우수하였던(Kang 등, 2009) 50 μ m 두께의 ceramic 필름으로 포장하여 2°C, 10°C, 그리고 25°C에서 저장하였다. 처리구간의 외적 품질을 알아보기 위해 생체중 감소 정도와 외관품질을 조사하였고, 포장재 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도를 측정하였다. 생체중 감소는 저장 전 중량에 대한 저장 중 감소 정도를 백분율로 나타내었다. 저장 중 외관 품질의 변화는 관능검사로 실시하였는데, 숙련된 5명의 패널이 전체적인 외관상 품질을 수확 직 후 품질이

우수한 상태를 5점, 품질이 다소 저하되었으나 상품성을 유지한 상태를 3점, 폐기상태를 1점으로 하여 점수화하였다. 또한 포장재내부의 이산화탄소와 산소 가스 농도는 포장재 외부에 실리콘을 접착시켜 측정기의 바늘을 수차례 관통하여도 가스누출이 없게 처리한 후 infrared sensor(checkmate, PMB, Demark)로 측정하였다(Kang과 Kim, 2007). 저장 최종일에 포장재 내부의 에틸렌가스 농도는 가스크로마토그래피(CLASS-GC10, Shimadzu, Japan, 강원대학교 농업과학연구원 임대) (Park 등, 2000)로 측정하였다. 모든 실험은 5반복으로 진행하였으며 Microsoft Excel 2002 program을 사용하여 평균과의 차이를 나타낸 표준 편차를 얻었다.

결과 및 고찰

저장 중 수송나물과 해홍나물의 생체중 감소는 저장 온도에 크게 영향을 받았다. 두 식물 모두 저장중 생체중 감소는 1% 미만이었었는데, 역시 상온에서 가장 빠르게 감소하였으며, 다음으로 10°C와 2°C 순이었다. 식물별로는 수송나물이 해홍나물에 비해 감소폭이 컸다(Fig. 1). 저장중 생체중 감소는 농산물의 품질 저하 요인 중 가장 큰 요인 중 하나인데, 염생식물의 경우 수분손실에 의한 생체중 감소가 품질저하를 유발하는 생체중 감소 수준은 보고 된 바 없으나, 체내 수분 함량이 높은 엽채류나 오이의 경우가 3~5%인 것을 고려할 때(Kays와 Paull, 2004), 체내 수분 함량이 높은 염생식물의 경우도 이 수준이 되리라 생각된다. 본 실험에서는 모든 저장 온도에서 수송나물과 해홍나물이 1% 미만의 감소를 보여 생체중 감소에 의한 품질 저하는 없었던 것으로 생각된다.

포장재내 산소 농도는 두 식물 모두 저장온도별로는 2°C에서 가장 높게 유지되었으며, 25°C에서는 수송나물이 해홍나물보다 낮은 농도를 보였는데, 두 식물 모두 25°C에서는 16% 내외, 2°C와 10°C에서는 18~20% 수준을 나타내었다(Fig. 2). 포장재내 이산화탄소 농도는 산소농도와는 반대로 저장온도에서는 25°C, 식물별로는 수송에서 높았으며 두 식물 모두 2°C와 10°C에서는 1% 이하로 유지되었다. 2°C와 10°C의 저장온도간 이산화탄소 농도 차이는 수송나물의 경우 통계적 유의성이 있었으나, 해홍나물에서 통계적으로 차이가 인정되지 않았다(Fig. 3). 해홍나물에서 2°C와

저장온도가 MA 저장한 수송나물(*Salsola komarovi* Iljin)과 해홍나물(*Suaeda maritima* L. Dum.)의

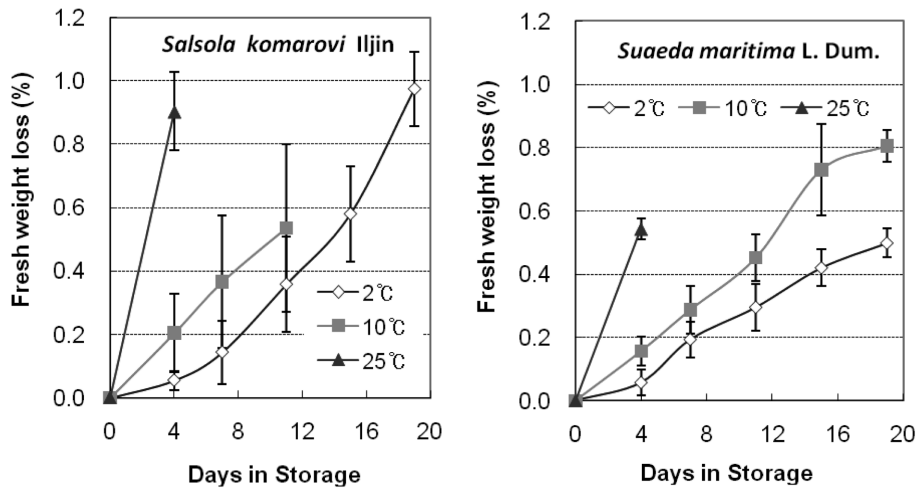


Fig. 1. Change of fresh weight loss of *Salsola komarovi* Iljin and *Suaeda maritima* L. Dum. packaged with 50µm thickness ceramic film and stored at 2°C, 10°C and 25°C. Vertical bars presented ± SD of means (n = 6).

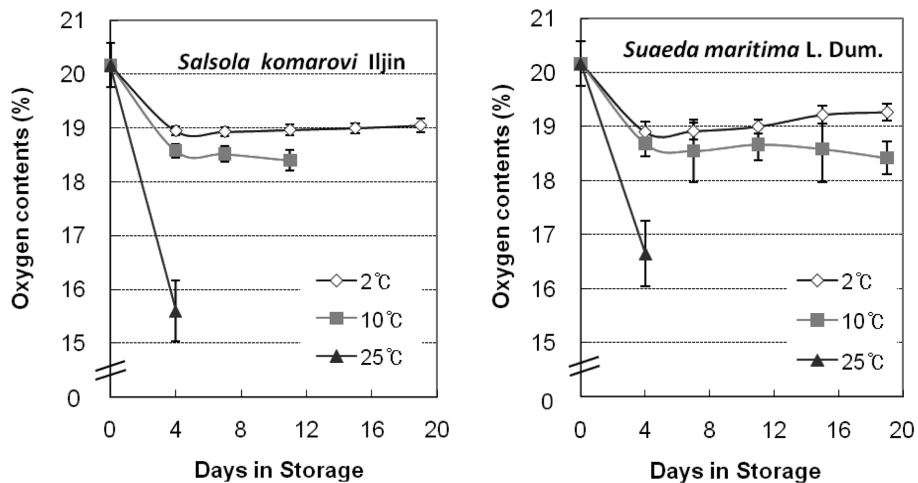


Fig. 2. Change of O₂ contents of *Salsola komarovi* Iljin and *Suaeda maritima* L. Dum. packaged with 50µm thickness ceramic film and stored at 2°C, 10°C and 25°C. Vertical bars presented ± SD of means (n = 6).

10°C의 저장온도간 이산화탄소 농도 차이가 없었던 것은 일종의 저온 장해 증상이라 생각되는데, 토마토, 오이, 참외 등의 원예작물에서 저온 장해로 인한 이산화탄소 발생량 증가가 보고된 바 있다(Kang과 Park, 1999; Kang 등, 2002; Kang 등, 2005). 엽생식물에 대한 적정 MA조건이 제시된 바는 없으나, 본 실험에서 25°C 저장을 제외한 조건에서 두 식물 모두 이산화탄소 농도는 1% 이하, 산소농도는 19% 내외의 수준을 나타내어 고이산화탄소 장해와 저산소 장해는 없었던 것으로 생각된다. 기존의 보고에 의하면 원예작물

의 가장 낮은 고이산화탄소 장해농도 수준이 2%, 가장 높은 저산소 장해 농도는 5% 수준이기 때문이다(Kader, 2002). 포장재내 에틸렌 농도는 7일 이상 저장했던 2°C와 10°C에서는 10°C에서 식물별로는 해홍나물에서 높게 나타났다. 수송나물의 에틸렌 농도는 10°C 저장에서 25~30µL · L⁻¹ 수준으로 20µL · L⁻¹ 수준이었던 2°C 저장과의 차이에 통계적 유의성을 보였으나, 해홍나물의 경우 30µL · L⁻¹ 이상의 수준을 보인 10°C 저장과 20~25µL · L⁻¹ 수준을 보인 2°C 저장간 차이에 유의성이 없었다(Fig. 4). 일반적으로 에틸렌

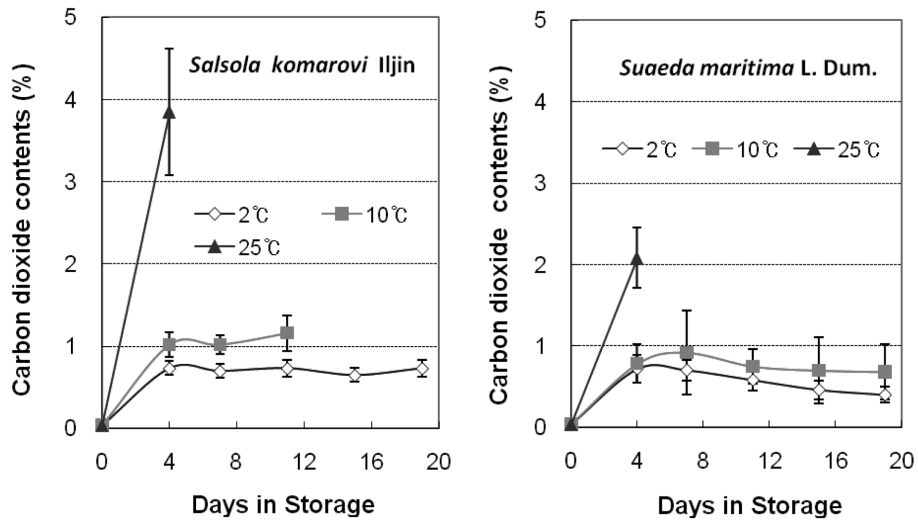


Fig. 3. Change of CO₂ contents of *Salsola komarovi* Iljin and *Suaeda maritima* L. Dum. packaged with 50µm thickness ceramic film and stored at 2°C, 10°C and 25°C. Vertical bars presented ± SD of means (n = 6).

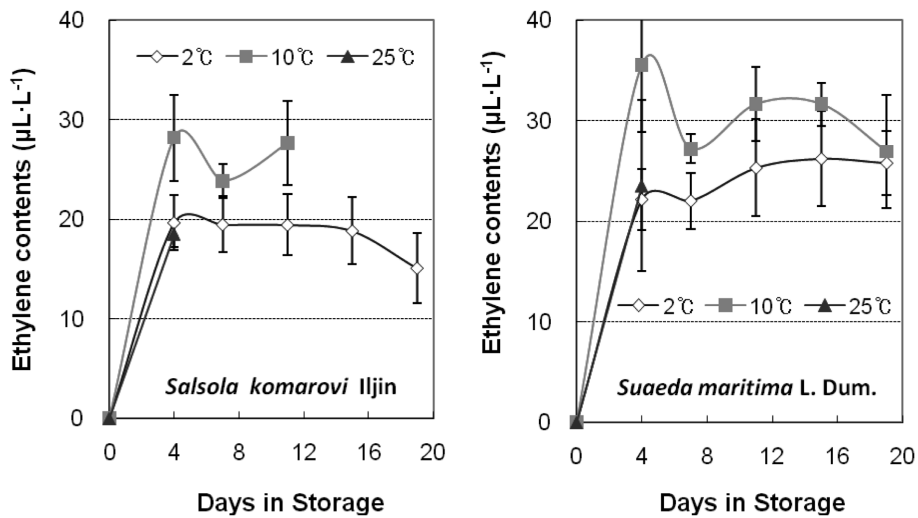


Fig. 4. Change of C₂H₄ contents of *Salsola komarovi* Iljin and *Suaeda maritima* L. Dum. packaged with 50µm thickness ceramic film and stored at 2°C, 10°C and 25°C. Vertical bars presented ± SD of means (n = 6).

발생량은 저장온도가 낮을수록 감소하는데(Kays와 Paull, 2004) 해홍나물의 경우 2°C 저장이 10°C 저장에 비해 낮았으나 통계적 유의성을 보일 만큼의 차이를 나타내지 않아 포장내 이산화탄소 농도에서 보인 저온 장해 증상을 의심하게 되었다. 일반적으로 아열대 및 열대산 식물의 경우 저온 장해로 인한 에틸렌 발생 증가가 보고된 바 있기 때문이다(Kang과 Park, 1999; Kang 등, 2002; Kang 등, 2005).

관능검사로 실시한 외관상 품질은 3점까지 상품성을 인정하였는데, 수송나물의 경우 3점까지 유지된 일수가 24°C에서는 3일, 10°C에서는 7일, 그리고 2°C에서는 14일이었고, 해홍나물은 24°C에서는 3.5일, 10°C에서는 10일 2°C에서는 11일이었다. 엽생식물의 경우 수분 함량이 높아 저장성이 좋지 않다고 알려져 있는데(Lu 등, 2009), 통통마디의 MA저장에서 상온에서는 5일미만이었다고 한다(Kang 등, 2009). 외관상 품질 변화와

저장온도가 MA 저장한 수송나물(*Salsola komarovi* Iljin)과 해홍나물(*Suaeda maritima* L. Dum.)의

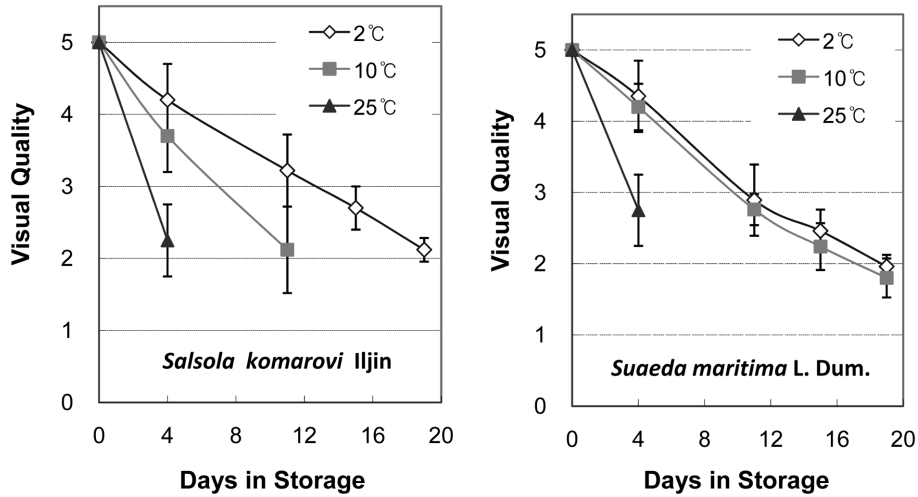


Fig. 5. Change of visual quality of *Salsola komarovi* Iljin and *Suaeda maritima* L. Dum. packaged with 50µm thickness ceramic film and stored at 2°C, 10°C and 25°C. Vertical bars presented \pm SD of means (n = 6). Visual quality scores were 5: excellent, 4: very good, 3: good, marketable, 2: bad, 1: waste.

포장재내 이산화탄소와 에틸렌 농도로 볼 때 해홍나물의 경우 2°C의 저온에서 저장성이 10°C와 차이가 없어 저온장해가 의심되었다. 해홍나물과 같은 염생식물인 통통마디의 경우에서도 2°C의 저온 저장에서 저온장해로 의심되는 증상이 나타났다고 한다(Kang 등, 2009).

이상의 결과를 종합하면 명아주과 염생식물인 수송나물과 해홍나물의 온도별 MA저장성을 보면, 수송나물은 저온일수록 저장성이 증가하였으나, 해홍나물의 경우 2°C에서는 저온장해가 일어난 것으로 생각된다. 앞으로 해홍나물의 경우 저온장해 증상과 관련된 보다 세밀한 연구가 필요하리라 생각된다.

사 사

본 연구는 2010년도 농림수산식품기술기획평가원의 식품산업 분야 연구개발과제에 의해 수행되었기에 이에 감사 드립니다.

적 요

염생식물 중 생체로 이용되고 있는 수송나물(*Salsola komarovi* Iljin)과 해홍나물(*Suaeda maritima* L. Dum.)의 상품화를 위해 포장 판매 및 저장이 동시에

가능한 MAP(modified atmosphere package)의 저장성을 몇가지 온도에서 비교하였다. 온실에서 채배한 수송나물과 해홍나물을 50µm(ceramic) 필름으로 포장하여 2°C, 10°C, 25°C에 저장하였다. 저장중 생체중 감소는 모두 1% 미만이었는 데, 역시 상온에서 가장 빠르게 감소하였으며, 수송에서 감소폭이 컸다. 포장재내 산소 농도는 저장온도별로는 2°C에서 가장 높게 유지되었으며, 25°C에서는 수송이 해홍보다 낮은 농도를 보였다. 포장재내 이산화탄소 농도는 산소농도와 반대로 저장온도별로는 25°C에서 가장 높았으며, 식물별로는 수송에서 높았는데 두 식물 모두 2°C와 5°C에서는 1% 이하로 유지되었다. 포장재내 에틸렌 농도는 10°C에서 2°C보다 높았으나, 통계적인 유의성은 없었다. 10°C에서 에틸렌 농도는 두 식물 모두 20µL · L⁻¹으로 같은 수준으나, 2°C에서는 해홍이 다소 높았다. 온도에 따른 포장재내 이산화탄소와 에틸렌 농도는 저장온도가 높을수록 높았는데, 수송나물에서는 2°C와 10°C 간 통계적 유의성이 있는 차이를 보인 반면, 해홍나물의 경우 그 차이에 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 관능검사로 실시한 외관상 품질은 3점까지 상품성을 인정하였는데, 수송나물의 경우 상품성인 인정된 저장일수가 24°C에서는 3일, 10°C에서는 7.5일 2°C에서는 14일이었고, 해홍나물은 24°C에서는 3.5일, 10°C에서는 9.5일 2°C에서는 11일이었다. 외관상 품질 변화와 포

장재내 이산화탄소와 에틸렌 농도로 볼 때 해홍나물의 경우 2°C의 저온에서 저장성이 10°C와 차이가 없어 저온장해가 의심되었다.

주제어 : 산소, 에틸렌, 이산화탄소, 외관상 품질, 저온장해

인 용 문 헌

1. Kader, A.A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. 3rd edition. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA.
2. Kang, H.M. and K.W. Park. 1999. Chilling stress alleviation effect of pre-harvest heat treatment during cultivation of mature green tomato at low temperature storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:647-651 (in Korean).
3. Kang H.M., K.W. Park, and M.E. Saltveit. 2002. Elevated growing temperatures during the day improve the postharvest chilling tolerance of greenhouse-grown cucumber (*Cucumis sativus*) fruit. Postharvest Biology and Technology 24:49-57 (in Korean).
4. Kang, H.M., K.W. Park, I.S. Kim, and J.H. Won. 2005. Effects of postharvest heat treatment on alleviation chilling injury and improvement storability of oriental melon. J. Bio-Environ. Cont. 14:137-143 (in Korean).
5. Kang, H.M., H.J. Jung, I.L. Choi, and J.H. Won. 2009. Effect of Storage Temperature and Packing Materials on Storability of Fresh *Salicornia europaea* L. J. Bio-Environ. Cont. 18:475-480 (in Korean).
6. Kang, H.M. and I.S. Kim. 2007. Comparison of Storability of Some Sprout Vegetables in MA Storage. J. Bio-Environ. Cont. 16:415-149 (in Korean).
7. Kays, J.S. and E.R. Paull. 2004. Postharvest Biology. Exon Press, Athens, GA. USA.
8. Kim, S.T. and M.G. Chung. 1995. Genetic variation and population structure in Korean populations of sand dune species *Salsola komarovi* (Chenopodiaceae). J. Plant Res. 108:195-203.
9. Kim, Y.S., M.R. Huh, and J.C. Park. 2001. Effects of culture media and seawater on growth and mineral concentrations in glasswort (*Salicornia herbacea*). Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 19:342-347 (in Korean).
10. Lee, T.B. 2003. Coloured Flora of Korea Vol. I. HyangMunSa. Seoul (in Korean).
11. Lu, D.H., M. Zhang, S.J. Wang, J.L. Cai, C.P. Zhu, and X. Zhou, 2009. Effects of modified atmosphere packaging with different sizes of silicon gum film windows on *Salicornia bigelovii* Torr. storage. J. Sci. Food Agric. 89:1559-1564.
12. Moon, Y.G., I.S. Jang, and M.S. Heo. 2008. Antibacterial activities of *Suaeda maritima* hot water extracts. Journal of Life Science 18:668-673 (in Korean).
13. Paull, R.E. and N.J. Chen, 2008. Postharvest handling and storage of the edible red seaweed *Gracilaria*. Postharvest Biology and Technology 48:302-308.
14. Park, K.W., H.M. Kang, D.M. Kim, and H.W. Park. 1999. Effects of the packaging films and storage temperatures on modified atmosphere storage of ripe tomato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:643-646 (in Korean).
15. 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).