

저장전 비타민 C 처리가 베이비채소의 MA 저장중 저장성에 미치는 영향

강호민* · 김일섭
강원대학교 원예학과

Effect of Vitamin C Treatments on the Storability of Baby Vegetables in MA storage

Ho-Min Kang* and Il Seop Kim

Department of Horticulture, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Abstracts. This study was conducted to find out the effect of vitamin C treatments on the storability of several baby vegetables; endive, green romaine lettuce, pak-choi, red romaine, lollo rosa, and ssamchoo. The vitamin C was treated by the foliar spray which was carried out 3 times before harvest or dipping in vitamin C solution for 5 minutes after harvest. The vitamin C contents of 6 different baby vegetables were higher in vitamin C treatments than control, whereas the difference of vitamin C content between treatments was disappeared after storage. The fresh weight of ssamchoo and lollo rosa lettuce treated by vitamin C was maintained higher than that of control. There was not significant difference in visual quality among treatments, though some of baby vegetables treated by washing with vitamin C showed better visual quality than the others. The contents of carbon dioxide, oxygen and ethylene in MAP with baby vegetables did not show any difference among treatments. As the result, high concentrated vitamin C treatment, such as the foliar spray and washing (dipping) had a role of increasing functionality, but the enhanced functionality, high vitamin C, did not affect storability in baby vegetables.

Key words : carbon dioxide, endive, ethylene, green romaine, oxygen, pak-choi, red romaine, lollo rosa, ssamchoo

*Corresponding author

서 언

가족의 소규모화와 원예산물 소비의 간편화가 부각되면서 기존에 成體 전체를 판매하던 원예산물의 유통 패턴이 최근 들어 성체의 신선편이(fresh cut)나 幼體(baby vegetable)를 이용하는 유통 형태로 바뀌어 가고 있다. 이중 베이비채소는 신선편이에 비해 갈변화로 인해 품질이 악화 및 유통기간이 단축되는 등의 문제는 적으나 성체에 비해 조직이 연하고 부드러워 가공, 포장, 유통중 물리적 상해를 받기 쉬울 뿐만 아니라 수확 후 수분 증발과 내적 성분의 변화 등으로 품질이 급격히 저하될 수 있다. 최근 들어 소비자의 건강에 대한 관심이 커지면서 각종 기능성 물질이 강화된 농산물 생산이 많아지고 있는데 대표적으로 비타민 C

는 인간의 면역체계를 강화하며 alzheimer 병의 위험을 줄여준다고 한다(Sánchez-Moreno 등, 2003). 이러한 기능성 물질인 비타민 C는 원예작물의 저장성과 관계가 커 저장 중 그 함량이 감소하며 저장조건이 나쁠수록, 저장기간이 길어질수록 감소폭이 커지는데(Kays, 1991; Lee 등, 1996), 수확 후 처리나 수송의 과정에서 수분 손실(위조)정도에 따라 ascorbate oxidase와 같은 비타민 산화 효소가 활성화 되어 파괴가 촉진된다(Bender, 1978). 또한 비타민 C는 재배환경에 의해 그 함량이 달라지며, 재배 환경이나 저장 조건에 따라 파괴를 막을 수 있다(Gillham과 Dodge, 1987; Vanderslice 등, 1990). 이러한 비타민 C는 사과와 신선편이에 갈변 방지를 위해 처리되었으며(Karabrahimoglu 등, 2004), 스트레스로 작물내 증가

된 비타민 C와 같은 항산화물질이 저장성을 높인다고 한다(Kang 등, 2002; Kang 등 2005). 이에 본 연구는 기능성 향상을 위해 비타민 C를 처리한 베이비 채소의 저장성을 알아보기로 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

엔디브, 청로레인, 청경채, 적로메인, 물물로사, 쌈추 (아시아종묘) 종자를 원예용상토로 충진된 128공 트레이에 파종하여 온실에서 재배하였다. 재배중 파종 20일 후부터 야미자키 상추용 양액(N 6.0me·mL⁻¹, P 1.5me·mL⁻¹, K 4.0me·mL⁻¹, Ca 2.0me·mL⁻¹, Mg 1.0me·mL⁻¹)을 관수하였다. 40일 재배후 수확하여 기존의 보고에서 베이비 채소 MAP 포장재로 우수한 결과를 보였던 50µm LDPE(Low-Density Polyethylene) 포장하여 8°C에서 저장하였다(Kim과 Kang, 2006). 비타민 C 처리는 4,000mg·L⁻¹농도의 비타민 C 용액을 수확 1주일 전부터 2일 간격으로 3회 엽면살포한 처리와 수확 후 흐르는 수돗물에 1회 세척하고 다시 4000mg·L⁻¹농도의 비타민 C 용액에서 5분간 침지한 침지처리를 하였다. 저장중 생체중 감소정도, 외관품질, 저장 전과 후의 비타민 C 함량을 조사하였다. 또한 포장재내부의 에틸렌가스 농도는 gas chromatography(HP 5890, Hewlett-Packard, USA) (Park 등, 2000)로, 이산화탄소와 산소가스농도는 포장재 외부에 실리콘을 접촉시켜 측정기의 바늘을 수차례 관통하여도 가스누출이 없게 처리한 후 infrared sensor (checkmate, PMB, Demark)로 측정하였다. 비타민 C 함량은 RQ flex reflectometer(Merck RQ flex 2, Darmstadt, Germany)를 이용하여 측정하였다(Arvanitoyannis 등, 2005). 이취정도는 패넬테스트를 통해 조사하였다. 모든 실험은 4반복으로 진행하였으며, 통계 처리는 Microsoft Excel 2002 program을 이용하여 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

비타민 C 세척 혹은 재배중 엽면살포 처리 후 6가지 베이비채소의 비타민 C 함량은 저장전에는 모두 비타민 C 처리구에서 대조구보다 높았으나 저장후 일정한 경향이 없어 모두 저장 전에 비해 감소하였다(Fig. 1).

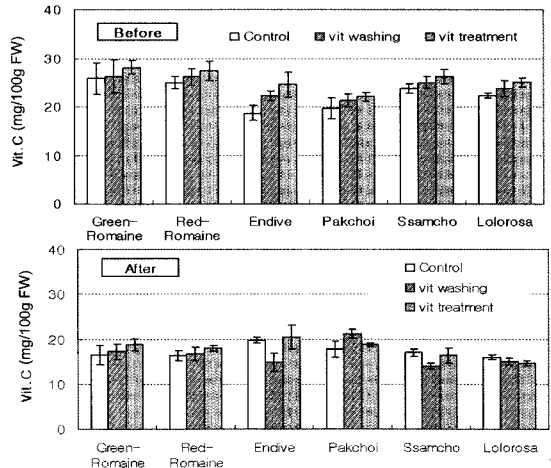


Fig. 1. The vitamin C content of different baby vegetable crops (green-romaine, red-romaine, endive, pak-choi, ssa-mcho, lollo rosa) before and after storage for 25 days at 8°C Vertical bars represent ±SD of the means (n=3).

재배중 수확전에 이러한 비타민 C의 엽면살포 처리는 이미 상추에서 보고된 바 있었는데, 그 연구에서도 엽면살포로 수확 후 상추잎의 비타민 C 함량이 1.25배 정도 증가되었다고 한다(Mun과 Lee, 2002). 저장 중 비타민 C 감소는 저장온도와 저장기간 등 저장환경에 영향을 받는데(Kays, 1991), 본 연구에서 저장 조건은 모든 처리구가 똑 같아 저장중 베이비채소 내부 대사 활동에 의한 것으로 보인다. 저장전과 달리 저장 후 비타민 C 함량은 일부 작물에서는 대조구가 더 높게 나오면서 작물별로 처리에 대한 일정한 경향이 나타나지 않았는데, 이는 저장전 처리로 인한 비타민 C 함량 증가가 그리 크지 않았고, 저장 후 비타민 C 측정 시기가 베이비채소의 외관품질이 많이 저하된 저장 25일째 이루어져 저장전 비타민 C 처리 효과가 많이 상쇄되었기 때문이라 생각된다.

생체중 변화의 경우 6가지 베이비 채소 모두에서 처리간 큰 차이는 없었으나 쌈추와 물물로사의 경우 대조구에 비해 비타민 처리구의 생체중 감소가 다소 적었고, 외관상 품질의 경우 비타민 C 침지 처리구에서 일부 효과가 보였으나 대조구와 통계적 유의성은 없었다(Fig. 2). LDPE 필름으로 밀봉포장하여 쌈추를 제외하고는 모든 작물과 처리에서 저장 25일까지 2% 이하의 생체중 감소를 보여 수분손실로 인한 품질저하는 없었는데 기존의 보고에서 엽채류의 상품저하를 야기하는 생체중 감소는 3% 수준으로 알려져 있다

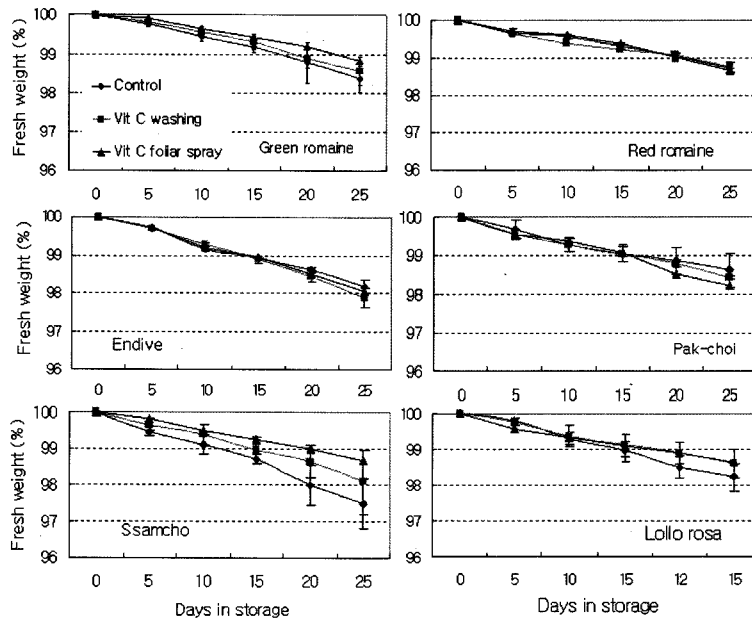


Fig. 2. The change of fresh weight loss of 6 different baby vegetable crops (endive, green-romaine, red-romaine, pak-choi, ssamcho, lollo rosa) during 8°C storage. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=3).

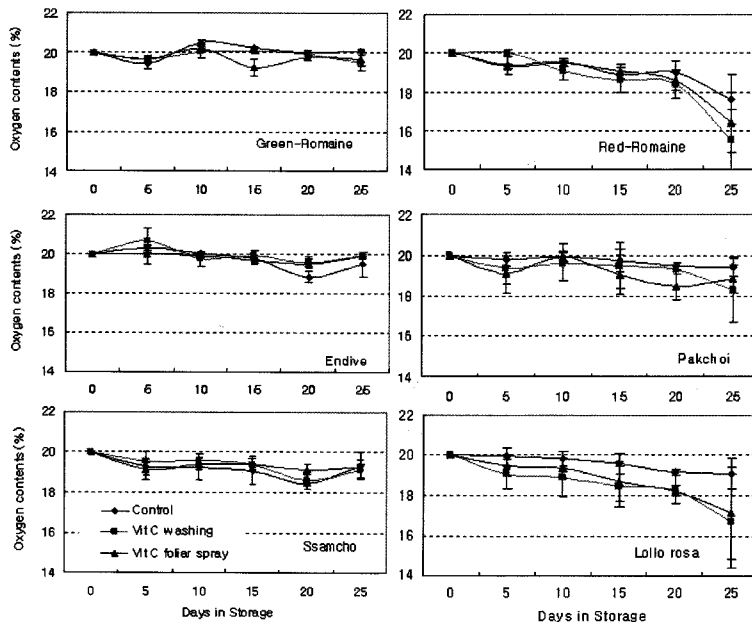


Fig. 3. The change of oxygen contents in packages with 6 different baby vegetable crops (green-romaine, red-romaine, endive, pak-choi, ssamcho, lollo rosa) during 8°C storage. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=3).

(Kays, 1991).

포장내 이산화탄소와 산소농도는 1%와 20% 내외였고 비타민 처리로 인한 큰 변화는 없었다(Figs. 3, 4). 적로메인, 롤롤로사를 제외하고는 모든 작물과 처리에

서 저장 최종일까지 1% 수준의 이산화탄소 농도를 보여 고이산화탄소에 의한 피해 없이 MAP의 장점인 높은 이산화탄소에 의한 품질 저하 억제 효과의 효과가 나타난 것으로 보인다.

저장전 비타민 C 처리가 베이비채소의 MA 저장중 저장성에 미치는 영향

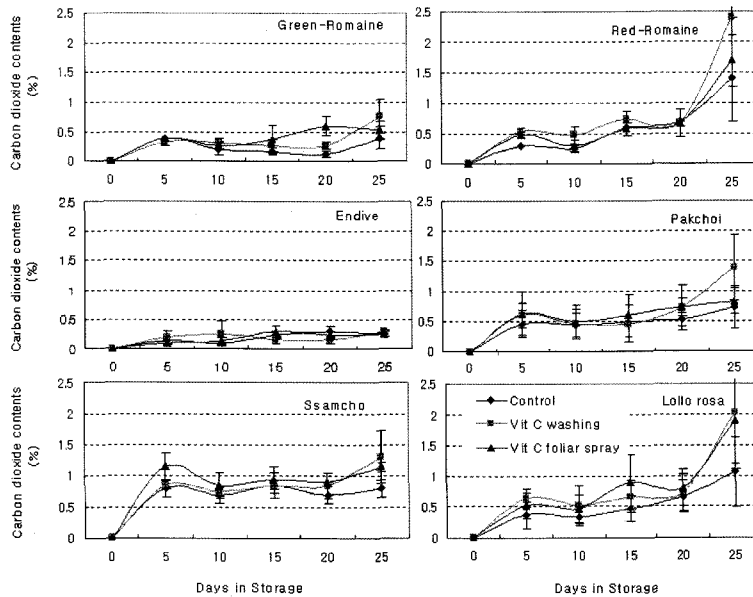


Fig. 4. The change of carbon dioxide contents in packages with 6 different baby vegetable crops (green-romaine, red-romaine, endive, pak-choi, ssamcho, lollo rosa) during 8°C storage. Vertical bars represent ±SD of the means (n=3).

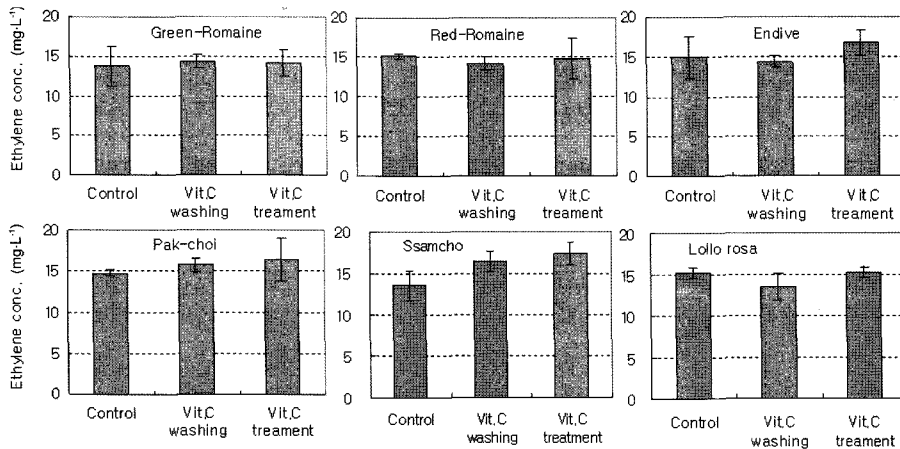


Fig. 5. The ethylene concentration in packages with different baby vegetable crops (endive, green-romaine, red-romaine, pak-choi, ssamcho, lollo rosa) after 25 days at 8°C storage. Vertical bars represent ±SD of the means (n=3).

베이비 채소가 아닌 성체의 경우지만 상추, 엔디브, 배추 등의 적정 CA 및 MA조건이 이산화탄소 2% 미만, 산소 2%이상인 점(Kader, 2002)을 감안하면 본 실험에서 이산화탄소와 산소농도는 적절하였던 것으로 생각된다. 그러나 엔디브를 제외한 모든 작물에서 저장 20일째부터 이산화탄소 농도가 급증한 것은 장기 저장으로 인해 포장재내 높아진 에틸렌 가스의 농도의 영향으로 여겨지는데, 저장 최종일의 모든 작물과 처리구에서 $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이상의 에틸렌 농도를 보였다(Fig. 5).

허브류 CA 저장에서 이산화탄소에 의한 엽록소 파괴 지연 효과가 $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 에틸렌 첨가시 없어졌다고 하였다(Aharoni 등, 1989).

저장 중 외관상 품질은 모든 처리구에서 저장 15일 까지 상품성이 인정되는 3점 이상이었고 그 후 감소하였는데, 씬추와 롤로로사에서는 비타민 C 엽면살포처리에서 저장 20일까지 다른 처리구나 대조구에 비해 높은 점수를 유지하였다(Fig. 6). 그러나 저장 최종일에는 차이가 없었으며 다른 작물에서는 전 저장기간동

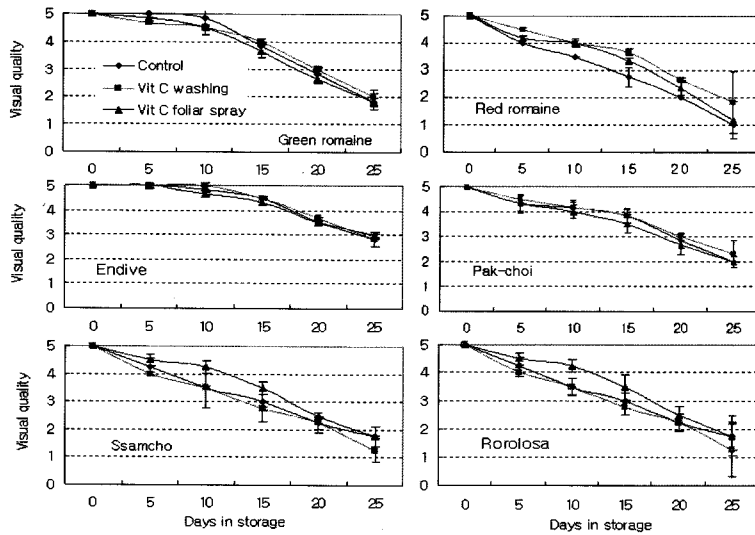


Fig. 6. The change of visual quality of 6 different baby vegetable crops (endive, green-romaine, red-romaine, pak-choi, ssamcho, lolorosa) during 8°C storage. Vertical bars represent \pm SD of the means (n=3). The visual quality was measured as 5 was fresh condition, 4 was good, 3 was moderate, 2 was bad, 1 was unmarketable.

안 처리간 차이가 없었다. 6가지 작물중 엔디브가 저장 최종일까지 가장 우수한 외관상 품질을 보였는데, 이는 포장재내 이산화탄소 농도와 관련이 있는 것으로 보인다. 실험에 사용한 상추, 엔디브 배추과 작물은 2% 이상에서 고이산화탄소 피해가 발생할 수 있는데 (Kader, 2002), 외관상 품질 저하가 심했던 적로메인과 롤롤로사의 경우 저장 최종일에 2% 내외의 이산화탄소 농도를 보였다. 비타민 C 처리에 의한 외관품질 유지효과는 엽면살포처리한 일부 작물에서 저장 초기에 나타났으나, 대부분 통계적 유의성은 없었다.

본 실험에서 높아진 비타민 C가 원예작물의 저장성 향상에 영향을 미칠 것으로 예상하였으나, 베이비 채소 재배 중 혹은 세척 중 실시한 비타민 C 투여는 베이비 채소의 기능성 향상의 효과는 있었으나 저장성 향상에는 큰 영향을 주지 못하였다. 비타민 C가 작물의 항산화과정에 작용하여 생명보존에 관여하는 것은 사실이나 다른 여러 기작이 항산화과정에 작용하므로 (Buchanan 등, 2000) 단독으로 증가된 비타민 C가 확연한 저장성 향상을 가져오지는 못하는 것으로 생각된다. 파슬리의 경우도 재배시기에 따라 달라진 비타민 C 함량과 저장성에는 일정한 경향을 보이지 않았다 (Yang 등, 2007). 기존의 항산화능 향상을 통한 저장성 향상에 관한 연구의 경우, 작물에 스트레스를 가해 내적으로 증가된 비타민 C 등 항산화물질 함량 증가

를 포함한 항산화능 향상이 있었다(Kang 등, 2002; Kang 등, 2005). 이에 반해 본 실험은 비타민 C의 자체 생산으로 인한 것이 아니었던 것이 저장성 향상에 영향을 주지 못했던 원인이었다는 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 저장전 비타민 C 처리가 엔디브, 청로레인, 청경채, 적로메인, 롤롤로사, 상추의 베이비채소의 저장성에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다. 비타민 C 처리는 수확 전 3차례 실시한 엽면살포와 수확한 베이비 채소의 세척과정에서 5분간 침지하는 두가지 방법으로 실시하였다. 비타민 세척과 재배중 엽면살포 처리 후 6가지 베이비채소의 비타민 C 함량은 저장전에는 모두 비타민 C 처리구에서 대조구보다 높았으나 저장후 일정한 경향이 없어 모두 저장 전에 비해 감소하였다. 생체중 변화의 경우 6가지 베이비 채소 모두에서 처리간 큰 차이는 없었으나 상추와 롤롤로사의 경우 대조구에 비해 비타민 처리구의 생체중 감소가 다소 적었고, 외관상 품질의 경우 비타민 C 침지 처리구에서 일부 효과가 보였으나 대조구와 통계적 유의성은 없었다. 포장내 이산화탄소와 산소농도는 비타민 처리로 인한 큰 변화는 없었으며, 에틸렌 농도 역시 처리간 차이를 나타내지 않았다. 따라서 베이비

채소 재배 중 혹은 세척 중 실시한 비타민 C 처리는 베이비 채소의 기능성의 향상의 효과는 있었으나 저장성 향상에는 큰 영향을 주지 못하였다.

주제어 : 톨롤로사, 산소, 짬추, 에틸렌, 엔디브, 이산화탄소, 적로메인, 청로레인, 청경채

사 사

이 논문은 농촌진흥청 현장협력기술개발사업(과제번호 : 20070201080039)으로 수행되었음.

인용문헌

1. Arvanitoyannis, I.S., E.M. Khah, E.C. Christakou, and F.A. Bletsos. 2005. Effect of grafting and modified atmosphere packaging on eggplant quality parameters during storage. *International Journal of Food Science and Technology* 40:311-322.
2. Bender, A.E. 1978. *Food processing and nutrition*. Academic Press, London.
3. Buchanan, B.B., W. Gruissem, and R.L. Jones. 2000. *Biochemistry & molecular biology of plants*. American society of plant physiologist. rockville, Maryland, USA.
4. Gillham, D.J. and A.D. Dodge. 1987. Chloroplast superoxide and hydrogen peroxide scavenging systems from pea leaves : Seasonal variations. *Plant Sci.* 105-109.
5. Kader, A.A. 2002. *Postharvest technology of horticultural crops*. 3rd edition. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA.
6. Kang HM, KW Park, and ME 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.
7. 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).
8. Karaibrahimoglu Y., F. Xuotong, G.M. Sapers, and K. Sokorail. 2004. Effect of pH on the survival of *Listeria innocua* in calcium ascorbate solutions and on quality of fresh-cut apples. *Journal of food protection* 67:751-757.
9. Kays, J.S. 1991. *Postharvest physiology of perishable plant products*. AVI Publishing, New York.
10. Kim, I.S. and H.M. Kang. 2006. Compared storability of several baby vegetables packed film in low temperature. *J. Agr. Sci.* 17:125-132. *Inst. Agr. Sci., Kangwon Nat'l. Univ* (in Korean).
11. Lee, S.K. 1996. *Postharvest physiology of horticultural crops*. Sungkunsu, Suwon (in Korean).
12. Mun, B.H. and B.Y. Lee. 2002. Change of nitrate and ascorbic acid in leaf lettuce grown in hydroponics by application method of sodium L-ascorbate. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:429-432 (in Korean).
13. 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(1):40-46 (in Korean).
14. Vanderslice, J.T., D.J. Higgs, J.M. Hayes, and G. Block. 1990. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of foods-as eaten. *J. Food Comp. and Anal.* 3:105-118.
15. Sánchez-Moreno, C, M.P. Cano, B. de Ancos, L. Plaza, B. Olmedilla, and F. Granada. 2003. Effect of orange juice intake on vitamin C concentrations and biomarkers of antioxidant status in humans. *Amer. J. Clinical Nutrition.* 78:454-460.
16. Yang, E.M., K.W. Park, and H.M. Kang. 2007. Comparison of storability of fresh parsley grown in different seasons in MA storage. *Journal of Bio-Environmental Control* 16:67-71 (in Korean).