

저장온도와 필름종류가 신선 통통마디(*Salicornia europaea* L.)의 저장성에 미치는 영향

강호민^{1*} · 정현진¹ · 최인이¹ · 원재희²
¹강원대학교 원예학과, ²강원도 농업기술원

Effect of Storage Temperature and Packing Materials on Storability of Fresh *Salicornia europaea* L.

Ho-Min Kang^{1*}, Hyun Jin Jung¹, In-Lee Choi¹, and Jae Hee Won²

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

²Gangwon Provincial ARES, Chuncheon 200-150, Korea

Abstract. These studies were carried out to find the effect of packing materials and storage temperature to enhance the storability of *Salicornia europaea*. The fresh weight loss was less than 2% at below 10°C and non-perforated package, but 25°C and perforated package treatment showed more than 4% of fresh weight loss that result to deteriorate quality. The carbon dioxide and oxygen contents remained 1~2% and above 15% in non-perforated package, and these contents were in proportion to gas permeability of packing materials. All the temperature treatments except 25c showed rapidly increasing ethylene content from 7days after storage, and the highest ethylene content was 2°C treatment that should appear chilling injury. The off-odor and deterioration ratio were lowest in 5°C among the temperature treatments and 50µm thickness ceramic film treatment at 5°C storage, while packing materials did not show any trends among the temperature treatments. The shelf life based on visual quality showed highest in 50µm thickness ceramic film packing and 5°C treatment, and that was 28days.

Key words : carbon dioxide, deterioration ratio, ethylene, off-odor, oxygen, shelf life, visual quality

서 론

통통마디는 우리나라 서해안과 울릉도의 바닷물이 닿는 바닷가에서 자라는 1년초로서 높이 10~30cm이며 대생한 가지가 많으며 잎이 없고 원줄기는 짙은 녹색으로 푸릇한 마디가 많고 활으면 짙은맛이 난다. 전체가 녹색이나 가을이 되면 홍자색으로 변한다(Lee, 2003). 통통마디는 다량의 미네랄을 함유하고 있어 건조 가공 제품이 건강 보조제로 상품화되기도 하였으며, 어린 가지는 나물 등의 식용으로 이용되기도 한다. 그러나 통통마디와 같은 염생식물은 수분 함량이 95% 수준으로 높고 조직이 단단하지 못해 상온에서 7일정도 밖에 저장하지 못한다(Lu 등, 2009). 이에 유통

및 장기 유통을 위해서는 신선농산물에 많이 적용되고 있는 MA저장 기술의 접목이 요구된다. 실제로 MA저장 기술은 모든 채소와 과수류에 적용되어 일반 저온 저장에 비해 상온에서는 50%, 적정온도에서도 25% 이상 저장수명을 증가시킬 수 있다(Kader, 2002). 이러한 MA저장 기술은 작물의 수확후 생리와 포장재의 투과율 등을 고려하여 실시할 때 보다 큰 효과를 얻을 수 있다.

최근 들어 이러한 MA 저장 기술을 염생식물이나 해조류에도 적용하려는 연구는 진행되고 있는데, 신선상태의 Red macro-algae(*Gracilaria* spp.)(Paull과 Chen, 2008)과 *Salicornia bigelovii*(Lu 등, 2009) 등을 대상으로 한 연구결과가 보고되고 있다.

이러한 최근 연구 동향에 발맞추며, 동시에 염생식물 중 신선상태로도 식용으로 사용되고 있는 통통마디의 저장성 향상을 위해 적정 MA조건을 찾기 위해

*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr
Received October 16, 2009; Revised October 22, 2009;
Accepted October 31, 2009

본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

전남 신안군에서 채취한 통통마디를 재료로 하여 2°C, 5°C, 10°C, 그리고 25°C에서 저장하였다. 또한 적절한 MAP조건을 파악하기 위해 25µm 두께의 LDPE 필름과 25µm와 50µm 두께의 ceramic 필름, 그리고 국내 유통 단계에서 많이 사용하는 유공 포장 조건을 위해 1mm 구멍을 1cm²당 10개씩 뚫은 25µm 두께의 LDPE 필름을 이용하여 포장하였다.

처리구간의 외적품질을 알아보기 위해 생체중 감소 정도와 외관품질을 조사하였고, 포장재내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도를 측정하였다. 생체중 감소는 저장 전 중량에 대한 저장 중 감소정도를 백분율로 나타내었고 외관 품질은 패널테스트를 통해 조사하였다. 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, 2007a). 저장 최종일에 포장재 내부의 에틸렌 가스 농도는 gas chromatography(GC-2010, Shimadzu,

Japan)(Park 등, 2000)로 측정하였다. 부패율은 저장 최종일에 전체 무게 중 부패한 부분의 무게의 비율로 표시하였고, 이취정도는 패널테스트로 조사하였다. 모든 실험은 4반복으로 진행하였으며 Microsoft Excel 2002 program을 사용하여 평균과의 차이를 나타낸 표준 편차를 얻었다.

결과 및 고찰

저장 중 통통마디의 생체중 감소는 저장온도와 포장재의 영향을 크게 받았다. 저장온도별로는 상온에서 가장 큰 감소율을 보였는데, 특히 유공필름처리의 경우 저장 7일만에 4%의 빠른 감소를 보였으며, 다음으로 10°C에서 높은 감소율을 보였다(Fig. 1). 그러나 2°C가 5°C보다 높은 생체중 감소를 나타내었는데 이는 저온 장해에 의한 것으로 추측된다. 참외 등에서도 저온장해로 생체중 감소가 증가한다는 보고가 있었다(Kang 등, 2006). 포장재 처리에서는 모든 저장 온도에서 유공필름이 가장 큰 감소율을 보였고 다음으로 25µm LDPE 필름과 25µm ceramic 필름이 유사한 경향을 보였으며 50µm ceramic 필름이 가장 낮은 감소율을 보였다(Fig. 1). 이러한 포장재에 따른 생체중

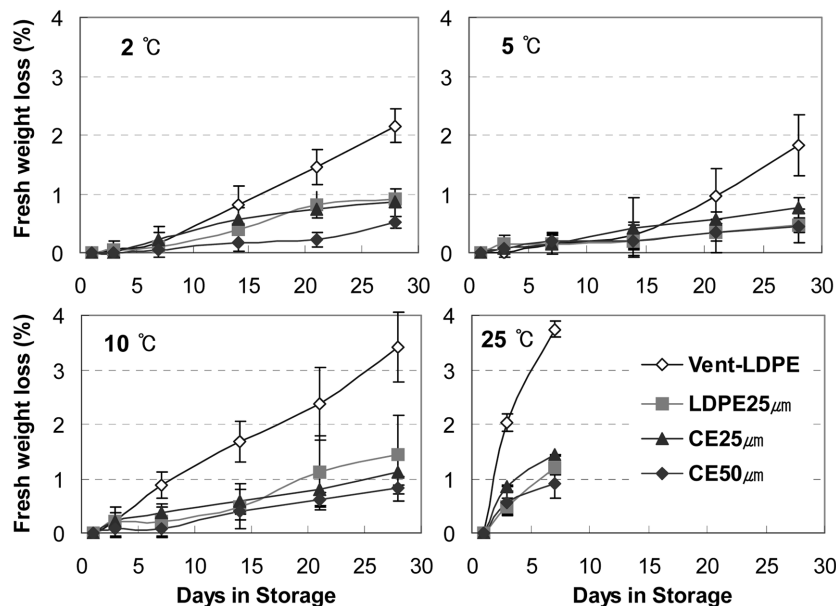


Fig. 1. Change of fresh weight loss of *Salicornia europaea* packaged with 4 different materials and stored 4 different temperatures. Vertical bars presented \pm SD of means (n = 6).

저장온도와 필름종류가 신선 통통마디(*Salicornia europaea* L.)의 저장성에 미치는 영향

감소율의 차이는 포장재의 수분투과율에 의한 것인데, 유공필름이 가장 컸고, 다음으로 25 μ m LDPE 필름은 25 μ m ceramic 필름이 비슷한 수준, 50 μ m ceramic

필름이 가장 낮은 수분투과율을 보인다고 한다(Park 등, 1999). 염생식물의 품질저하를 유발하는 생체중 감소 수준은 보고 된 바 없으나, 생체중 감소 허용수

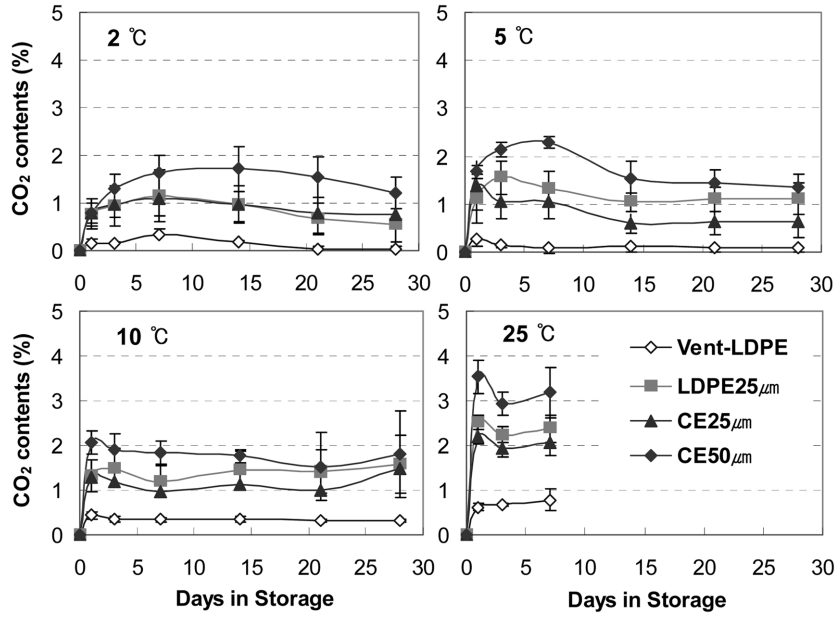


Fig. 2. Change of CO₂ contents in 4 different kinds of package with *Salicornia europaea* stored 4 different temperatures. Vertical bars presented \pm SD of means (n = 6).

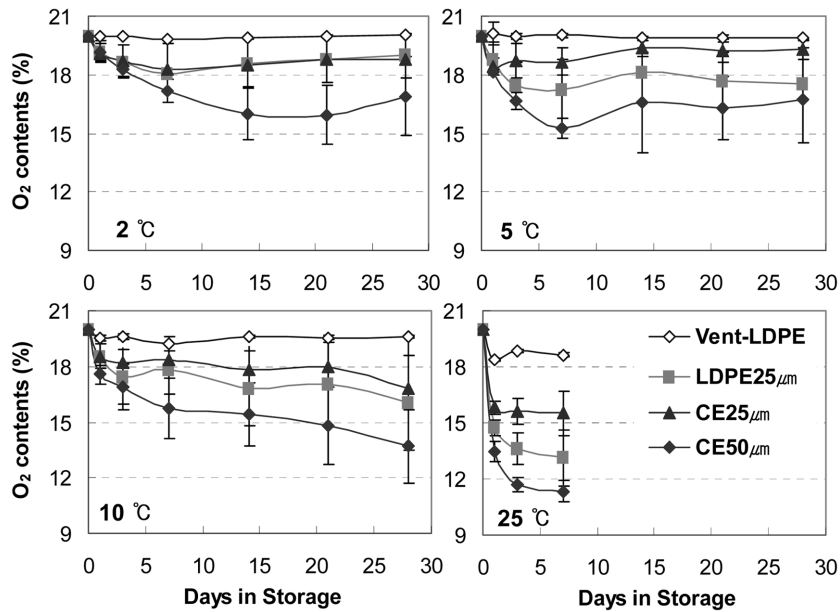


Fig. 3. Change of O₂ contents in 4 different kinds of package with *Salicornia europaea* stored 4 different temperatures. Vertical bars presented \pm SD of means (n = 6).

준이 가장 낮은 경우가 3%인 것을 고려할 때(Kader, 2002), 4%의 감소를 보인 25°C의 유공필름처리만이 저장 7일만에 생체중 감소에 의한 품질 저하가 있었던 것으로 생각된다.

저장 중 포장재내 이산화탄소 농도는 25°C를 제외하고는 대체로 유사한 수준을 보였는데, 2°C와 5°C에서 10°C와 유사한 수준을 보인 것은 저온 장해 증상이라 생각된다. 토마토, 오이, 참외 등에서 저온 장해로 인한 이산화탄소 발생량 증가가 보고된 바 있다(Kang과 Park, 1999; Kang 등, 2002, 2005). 포장재별로는 역시 유공필름에서 가장 낮았으며, 다음으로 25 μ m ceramic 필름, 25 μ m LDPE 필름 그리고 50 μ m ceramic 필름의 순서로 높았다(Fig. 2). 이 또한 필름소재의 이산화탄소 투과율에 의한 결과였다(Park 등, 1999). 포장재내 산소 농도는 포장재 종류별로는 이산화탄소와는 정반대의 결과를 보였으며, 저장온도 처리에서는 저장온도가 높을수록 포장재내 산소농도가 높았다(Fig. 3). 이렇게 조성된 MA조건은 유공필름과 25°C를 제외한 모든 처리에서 이산화탄소 1~2%, 산소 15% 미만의 수준을 나타내었다. 엽생식물에 대한 적정 MA조건이 제시된 바는 없으나, 본 실험에서 고이산화탄소 장해는 없었던 것으로 생각되

는데, 원예작물의 가장 낮은 고이산화탄소 장해농도 수준이 2%이기 때문이다(Kader, 2002).

저장 중 에틸렌 농도는 저장 7일까지는 매우 낮은 수준을 보이다가 이후 급격히 증가하는 양상을 보여 25°C 저장에서는 저장 종료일은 7일까지 4ppm 이하의 매우 낮은 수준을 보였다. 7일까지 에틸렌 농도는 가장 저온인 2°C에서 가장 높았는데, 일반적으로 에틸렌 발생량이 온도가 낮을수록 적은 것(Kays, 2004)에 비교하면 특이한 결과였는데. 이 또한 저온 장해 증상으로 생각된다. 왜냐하면 토마토, 오이, 참외 등에서 저온 장해로 인한 에틸렌 발생 증가가 보고된 바 있기 때문이다(Kang과 Park, 1999; Kang 등, 2002, 2005). 포장재별로는 역시 유공필름에서 가장 낮았으며, 다음으로 25 μ m ceramic 필름, 25 μ m LDPE 필름 그리고 50 μ m ceramic 필름의 순서로 높았다(Fig. 4).

저장중 통통마디의 외관상 품질은 5°C에서 가장 높게 유지되었으며, 포장재별로는 통계적 유의성은 없었으나 50 μ m ceramic 필름에서 가장 높게 유지되었다(Fig. 5). 앞서 생체중 감소나 포장재내 이산화탄소와 에틸렌 농도에서 언급한 바와 같이 통통마디의 경우 저온장해가 나타나는 것으로 보이며, 이 때문에 저장온도가 가장 낮았던 2°C에 비해 오히려 5°C에서 높은

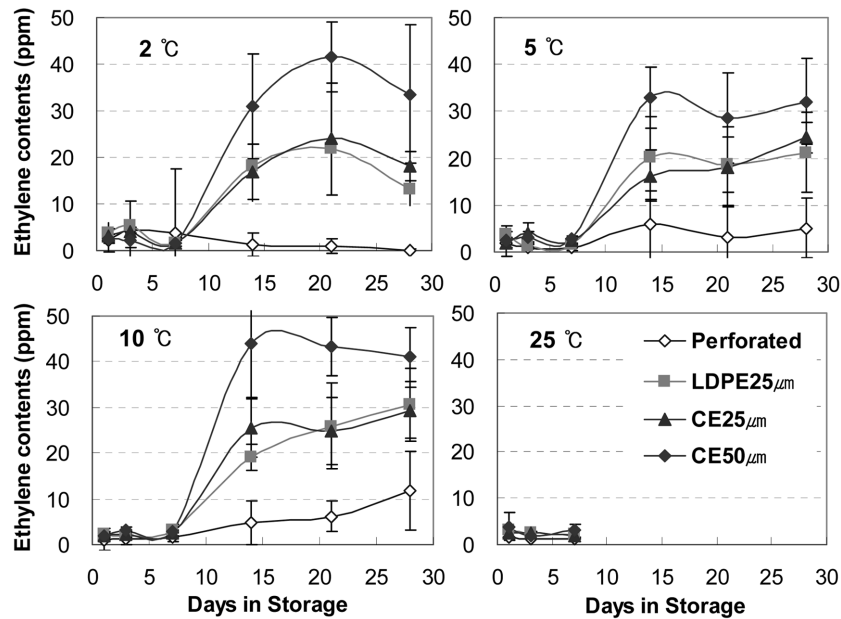


Fig. 4. Change of C₂H₄ contents in 4 different kinds of package with *Salicornia europaea* stored 4 different temperatures. Vertical bars presented \pm SD of means (n = 6).

저장온도와 필름종류가 신선 통통마디(*Salicornia europaea* L.)의 저장성에 미치는 영향

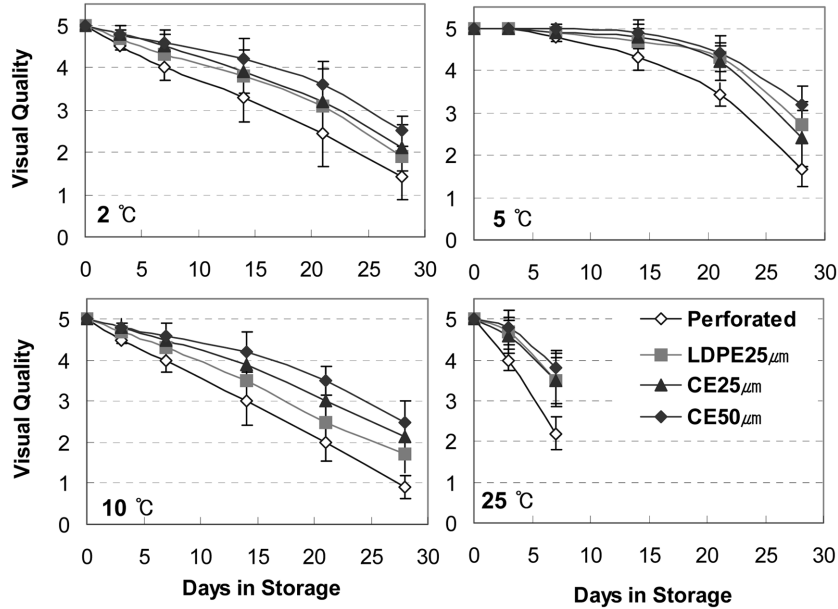


Fig. 5. Change of visual quality of *Salicornia europaea* packaged with 4 different materials and stored 4 different temperatures. Vertical bars presented \pm SD of means (n = 6). Visual quality scores were 5: excellent, 4: very good, 3: good, marketable, 2: bad, 1: waste.

품질이 유지되었던 것으로 생각된다. 외관상 품질에서 상품성이 있는 점수인 3점이 유지되었던 저장기간을 보면 25°C의 무공필름처리는 5일 미만으로 가장 짧았고, 5°C의 50µm ceramic 필름이 28일 이상으로 가장 길었다. 저장 최종일의 이취의 경우도 외관상 품질이 가장 높았던 5°C에서 가장 낮았으며, 필름종류별로는 가장 가스 투과성이 낮은 50µm ceramic 필름에서

가장 낮았다(Fig. 6). 이로 볼 때 본 실험에서 나타난 2% 수준의 이산화탄소는 통통마디의 무기호흡을 유도하는 수준은 아니었던 것으로 생각된다. 역시 저장 최종일에 조사한 부패율도 10°C에서 가장 컸으며 다음으로 2°C, 그리고 5°C에서 가장 낮아 외관상 품질과 같은 결과를 보였다. 필름 종류별로는 온도에 따라 다른 양상을 보였는데, 가장 낮은 온도였던 2°C에서는 투과성이 좋았던 유공필름에서 가장 컸고, 10°C에서는 유공필름에서 가장 작았다. 이에 반해 5°C에서는 필름 종류간 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 7). 이와 같이 온도에 따라 포장재별 부패율이 다른 것은 2°C에서는 무공필름처리로 포장재내 높아진 이산화탄소가 저온장해를 완화시켜(Lee와 Yang, 2000) 유공필름보다 부패율이 낮았던 것으로 생각되고, 10°C에서는 유공필름처리로 증가한 포장재내 에틸렌 가스가 부패를 촉진시킨 것으로 생각된다(Kays, 1991).

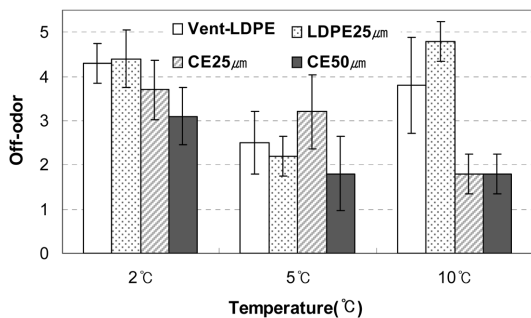


Fig. 6. Off-odor of *Salicornia europaea* packaged with 4 different materials and stored 3 different temperatures. Vertical bars presented \pm SD of means (n = 6). Off-odor scores were 5: most serious, 4: more serious, 3: moderate, 2: slightly 1: nothing

이상의 결과를 종합하면 통통마디의 경우 저온장해가 발생하는 것으로 추측되어 5°C 이상의 온도가 적절한 것으로 생각되며, 3~4%의 이산화탄소에서도 이취발생이 조장되지 않은 것으로 보아 비교적 투과성이 낮은 필름으로 포장하는 것이 적절할 것이라 사료된다.

또한 이와 같이 적정한 온도와 포장재를 사용할 경우 기존의 7일이 지나지 않았던 저장수명을 28일까지 연장할 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

신선 통통마디의 저장성 향상을 위해 MAP에 적절한 포장재와 저장온도를 구명하고자 본 실험을 수행하였다. 저장중 생체중 감소는 10°C 이하의 저온과 무공필름에서는 2% 이하로 유지되었으나 25°C의 유공필름 처리는 4% 이상의 감소를 보이면서 품질저하가 발생하였다. 저장중 포장재내 대기조성은 필름 투과율에 비례하였는데 이산화탄소는 1~2%, 산소는 15% 이상으로 유지되었다. 25°C를 제외한 모든 처리에서 저장중 포장재내 에틸렌 농도는 7일 이후 급격히 증가하였는데, 2°C에서 가장 높아 저온 장애가 발생한 것으로 추측되었다. 저장 최종일에 이취와 부패율은 5°C에서 가장 낮았으며, 포장재별로는 다른 양상을 보였는데 저장온도중 가장 낮았던 5°C에서는 50μm 두께의 ceramic 필름이 가장 낮은 이취와 부패율을 보였다. 외관상 품질로 본 저장수명 역시 5°C에서 50μm ceramic 필름으로 포장하였을 때 28일 이상으로 가장 길었다.

주제어 : 부패율, 산소, 에틸렌, 외관상 품질, 이산화탄소, 이취

사 사

본 연구는 2009년도 농림수산식품부의 연구개발과제에 의해 수행되었음.

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. and I.S. Kim. 2007. Comparison of storability of some sprout vegetables in MA storage. J. Bio-Environ. Cont. 16:415-149. (in Korean).

6. Lee, T.B. 2003. Coloured Flora of Korea Vol. I. p. 286. HyangMunSa. Seoul (in Korean).

7. Lee, K.A. and Y.J. Yang. 2000. Roles of elevated carbon dioxide on postharvest chilling susceptibility in squash (*Cucurbita moschata*). Proceeding of Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18(5):691. (in Korean).

8. 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.

9. 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.

10. 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).

11. 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).