

## 모의 유통 온도조건에 따른 MA 저장중 무순의 저장성 비교

강호민\* · 최인이 · 김일섭

강원대학교 원예학과

### Comparison of Storability of Radish Sprouts According to Simulated Distribution Temperature Conditions

Ho-Min Kang\*, In-Lee Choi, and Il Seop Kim

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

**Abstract.** The temperature fluctuations was investigated in cold distribution chain of radish sprout, typical of commercial practice. Although the temperature of distribution chain was maintained below 5°C in pre-cooling and packaging steps, and 10°C in transporting, temperature of loading step increased up to 18°C at market. Based on this investigation, the simulated cold distribution conditions were consisted of precooling and packaging step; 5°C for 12 hours and transporting and loading steps; 5°C, 10°C, 20°C and 30°C for 6 hours, and storage and market steps; 5°C and 10°C for 17 days. The radish sprouts were cultivated at 25°C and dark condition for 5 days and placed in light condition for greening. They were packaged by 25 µm ceramic film after precooling for 6 hours in 5°C. The fresh weight loss and visual quality of radish sprout decreased with the increase of the temperature in transporting and loading steps. The carbon dioxide content of packages increased, but the oxygen content decreased rapidly in 1day after storage, as the temperature of transporting and loading steps increased. The ethylene content in packages increased fastest in higher temperature of transporting and loading steps treatment, and showed highest in 5°C-30°C-10°C treatment (temperature of precooling and packaging steps for 12 hours - temperature of transporting and loading steps for 6 hours - temperature of storage step for 14 days) followed by 5°C-20°C-10°C treatment. The high temperature of transporting and loading steps resulted in deterioration qualities and atmosphere conditions in packages of sprout. These results suggested that the temperature fluctuation in distribution should influence the shelf-life of radish sprouts, even though the periods of fluctuation was just 6 hours.

**Key words :** carbon dioxide, ethylene, fresh weight loss, oxygen, visual quality

## 서 론

싹채소는 높은 기능성(Kim 등, 2004; Zhang 등, 1992)과 재배중 화학비료나 농약의 사용이 필요없는 안전성(Meyerowitz, 1999)으로 그 생산과 소비가 크게 증가하고 있다. 그러나 성체에 비해 조직이 연하고 부드러운 가공, 포장, 유통중 물리적 상해를 받기 쉬울 뿐만 아니라 수확 후 수분 증발과 내적 성분의 변화 등으로 품질이 급격히 저하될 수 있다. 현재 싹채소의 유통기한은 대체로 7일로 원예작물로 가장 짧아 특별

한 관리가 요구되며, 특히 수확부터 판매까지 관리가 매우 중요하며, 확실한 저온유통체계(cold chain system)이 필요하다. 유통조건이 원예산물의 저장성이 큰 영향을 미치는데, 싹채소에 비해 저장기간이 길고 조직도 단단한 오이와 토마토도 수송 거리나 유통 관리방법에 따라 저장성이 달라진다고 한다(Kang과 Park, 1998; Park과 Kang, 1998).

그러나 농산물의 안전한 관리에 필수 요소 선진국에서 일반화 되어 있는 저온유통체계(Cold chain system)가 아직 국내에서는 정착되지 못하고 있다. 이에 본 연구는 국내 저온유통체계의 온도관리를 점검하고 이를 바탕으로 한 모의실험을 통해 유통온도조건이 무순의 저장성을 미치는 영향을 알아보고자 실행하였다.

\*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr  
Received March 2, 2009; Revised April 11, 2009;  
Accepted May 25, 2009

### 재료 및 방법

싹채소 유통 업체의 저온유통체계를 점검하기 위해 온습도 자동 기록계를 수확 후 세척, 탈수하여 싹채소와 함께 예냉시설에 넣었다. 예냉이 끝나고 포장할 때 포장내 같이 넣어 상차와 수송 및 하차 그리고 판매처에서 일시 저장 그리고 다음날 판매대에 전시될 때까지 싹채소 포장 내에 두었다가 수거하였다.

유통 모의실험을 위해 무 (아시아종묘) 종자를 새싹재배용 용기에 파종하여 25°C 항온기에서 암상태에서 5~7일간 재배한 후 1일 간 녹화시켜 수확하였다. 수확한 싹채소는 기존의 보고에서 싹채소 MA저장(Kang 등, 2008)에서 우수한 결과를 보였던 25µm ceramic film 포장하여 온도처리별로 저장하였다. 온도 처리는 실제 점검에서 12시간 이상 5°C로 유지되었던 예냉 및 포장 온도구간과 실제 점검에서 6시간 동안 10~18°C까지 변환 상차와 수송 그리고 하차를 하는 온도구간, 그리고 10°C 수준이었던 판매소 저장 및 판매대 구간으로 나누어 처리하였는데, 처리구로는 5°C-5°C-5°C의 선진국형 완전 저온유통체계와 국내 판매소와 수송차 조건을 고려한 5°C-10°C-10°C의 저온유통체계, 실제 점검에서 나타난 5°C-20°C-10°C의 불완전 저온유통체계, 그리고 혹서기에 발생할 수 있는 5°C-30°C-10°C를 두었다. 저장중 생체중 감소정도와 외관상 품질을 조사하였으며 포장재내부의 이산화탄소와 산소가스 농도를 측정하기 위해 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 gas chromatography(GC-2010, Shimadzu, Japan)(Park 등, 2000)로 측정하였고, 외관상 품질은 패넬테스트를 통해 조사하였다. 모든 실험은 4반복으로 진행하였으며 통계처리는 Microsoft Excel 2002 program을 이용하여 표준편차로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

2007년 9월 13일부터 14일까지 조사한 베이비 및 싹채소 재배 농가(생산업체)의 유통현황을 조사한 결과 예냉을 실시하고 있었으나 예냉 소요 시간이 비교적

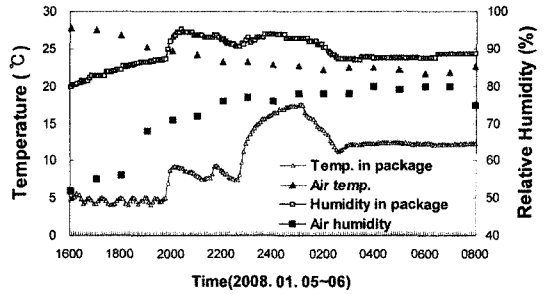
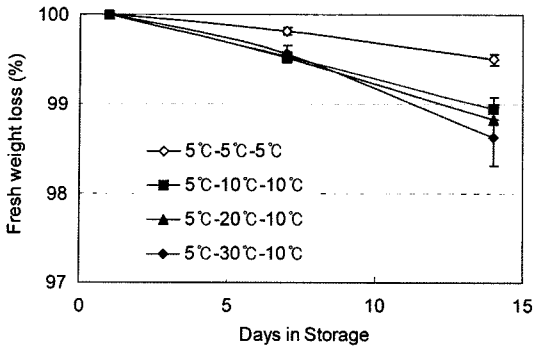


Fig. 1. The distribution conditions of sprout products 2007. 09. 13-14.

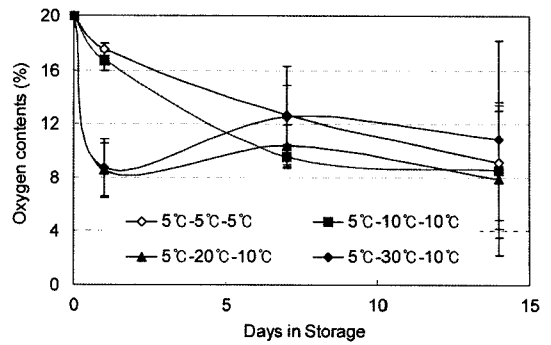
긴 강제 송풍식을 사용하고 있었으며(Kader, 2002), 예냉 후 포장단계에서 일시적으로 상온에 노출되었다. 포장 후 출하할 때까지 일정기간 5°C에서 보관되었으며, 수송은 냉장차를 이용하여 10°C 이하의 온도를 유지하였다. 그러나 판매소에서 저장고에 입고될 때까지 수 시간 동안 상온에 다시 노출되었다. 10°C 수준의 판매소의 저장고에 입고되고 있었다. 자동 온습도계의 기록으로 본 온도 변화를 보면, 외부 온도가 22°C 수준을 유지하고 있을 때 6시간 정도의 하차 및 판매장 내 이동 시간 동안 17°C까지 상승하였다. 이후 판매대 저장 및 판매대 전시 온도 12°C가 계속 유지되고 있었다(Fig. 1). 이에 반해 상대 습도의 경우 비록 유통 필름의 포장된 상태로 90% 수준을 유지하였다.

14일간 저장중 무순의 생체중 감소는 0.5에서 1.3%의 수준으로 상품성을 유지하였는데(Kays, 1991), 싹채소 MA저장에 우수한 것으로 보고된 25 µm ceramic film(Kang과 Kim, 2008)으로 무공포장을 하였기 때문이라 생각된다. 4가지 유통조건 처리후 저장중 무순의 생체중 감소는 상·하차와 수송중 온도처리에 따라 차이를 보였는데, 상·하차+수송온도가 높아질수록 생체중 감소가 크게 나타나 55°C-30°C-10°C 처리구가 가장 높은 생체중 감소를 나타냈다(Fig. 2). 6시간의 짧은 시간이지만 20°C나 30°C의 고온에서는 호흡속도가 빨라져 수분 손실이 많았기 때문이라 생각된다(Lee, 1996).

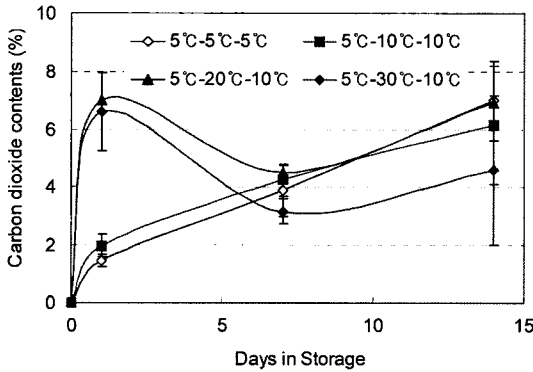
저장 1일 후 포장내 이산화탄소 농도는 처리별로 큰 차이를 보였는데, 역시 6시간의 상·하차+수송온도가 높을수록 증가하는 경향이었으며, 특히 20°C 이상에서 증가률이 높아 5°C-20°C-10°C 처리구는 7%, 5°C-30°C-10°C 처리구는 8.6%로 5°C-5°C-5°C 처리구



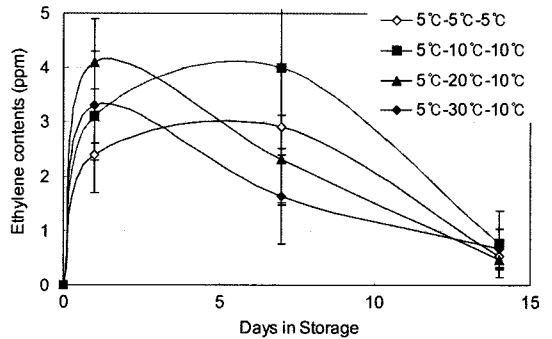
**Fig. 2.** The change of weight loss of radish sprout controlled different circulation conditions (precooling temperature - loading and transporting temperature - storage temperature). Vertical bars represent  $\pm$ SD of the means (n=4).



**Fig. 4.** The change of oxygen content in packages with radish sprout controlled different circulation conditions (precooling temperature - loading and transporting temperature - storage temperature). Vertical bars represent  $\pm$ SD of the means (n=4).



**Fig. 3.** The change of carbon dioxide content in packages with radish sprout controlled different circulation conditions (precooling temperature - loading and transporting temperature - storage temperature). Vertical bars represent  $\pm$ SD of the means (n=4).

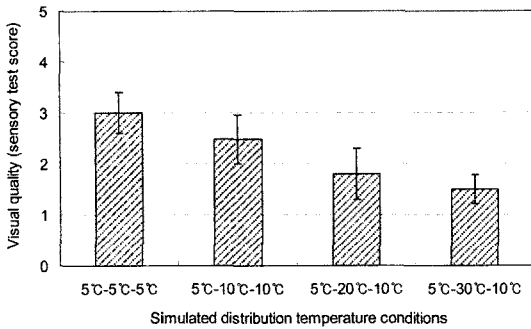


**Fig. 5.** The change of  $C_2H_4$  content in packages with radish sprout controlled different circulation conditions (precooling temperature - loading and transporting temperature - storage temperature). Vertical bars represent  $\pm$ SD of the means (n=4).

보다 무려 4.7배와 5.3배 높았다. 증가폭이 상·하차+수송온도 10°C에서 20°C로 증가할 때 보다 20°C에서 30°C로 증가할 때 2배 이상 큰 것으로 나타났다(Fig. 3).

포장내 산소 농도는 이산화탄소와 정반대로 상·하차+수송온도가 높을수록 감소하였고 처리별 감소 경향도 이산화탄소와 정반대로 나타났다(Fig. 4). 이산화탄소 농도처럼 저장 7일 이후에는 처리간 큰 차이를 보이지 않았다. mung bean의 경우 5% 산소와 15% 이산화탄소가 적절한 CA조건으로 알려져 있는데 (DeEll 등, 2000; Varoquaux 등, 1996), 본 실험에서 상·하차+수송온도처리가 이와 가장 근접한 농도를 보였다. 그러나 저장과 동시에 CA조건을 주어 호흡 등

수확후 생리양상을 억제하여 저장성을 향상시켰던 기존의 보고와 달리 본 실험에서는 저장전 높아진 호흡으로 조성된 MA조건이므로 오히려 초기에 높아진 호흡 등 생리 활동으로 인한 품질 저하가 우려되었다. 포장내 에틸렌 함량도 저장 1일째 가장 높았으며 처리별로는 상·하차+수송온도처리가 높을수록 높은 농도를 나타내어 30°C 처리의 경우  $4\mu L \cdot L^{-1}$  이상을 나타냈다. 그러나 저장 최종에는 모두  $1\mu L \cdot L^{-1}$  이하로 감소하였다(Fig. 5). 에틸렌은 식물의 성숙 및 노화 촉진 호르몬으로 엽록소 및 경도 감소 등을 유발하거나 가속화시켜 제거 대상이다(Kader, 1980; Watada, 1986). 에틸렌에 대한 짝채소의 반응은 1ppm 수준의 에틸렌을 재배 중 처리하여 배숙의 두께를 얇게 하는 등 품



**Fig. 6.** The visual quality of radish sprout controlled different circulation conditions (precooling temperature - loading and transporting temperature - storage temperature). Vertical bars represent  $\pm$ SD of the means (n=4). <sup>2</sup>Visual quality was evaluated on a 1~5 scale (1=worst, 3=moderate, 5=excellent).

질을 향상시킨다고 보고는 있었으나(Bae 등, 2004) 저장중 에틸렌에 의한 무씨의 품질저하에 관한 보고는 없었으며, 다만 무가 에틸렌에 대한 감수성이 낮은 식물이라는 보고만이 있었다(Kader, 2002).

일반적으로 싹채소의 유통기한은 7일이며, Kang과 Kim(2008)에 보고에서는 적절한 MA조건에서 10일 이상 상품성을 유지한다고 하였는데, 본 실험에서는 유통 및 전기간동안 저온을 유지하였던 5°C-5°C-5°C 처리가 상품성을 잃은 14일까지 저장하였다(Fig. 6). 저장 14일째 외관상 품질은 생체중 감소가 많았고 포장내 이산화탄소와 산소농도 변화가 가장 컸던 5°C-30°C-10°C에서 가장 낮았으며, 다음으로 5°C-20°C-10°C로 나타났다. 외관상 품질 변화로 저장 가능 기간을 추측해 보면 5°C-30°C-10°C 처리는 7일 이하, 5°C-10°C-10°C 처리는 12일, 그리고 5°C-5°C-5°C 처리는 15일로 나타나, 비록 상·하차 및 수송은 6시간 정도로 짧은 시간이지만 싹채소와 같은 연약한 원예작물의 유통중 품질 유지 크게 영향을 미치므로 세심한 관리가 필요하다고 생각한다.

## 적 요

국내 싹채소 유통 온도를 조사해본 결과 예냉하여 포장 후 출하할 때까지 일정기간 5도에서 보관되었으며, 수송은 10도 이하의 온도를 유지하였다. 그러나 판매소에서 저장고에 입고될 때까지 수시간 동안 상온

에 다시 노출되었고 이후 10도 수준의 판매소의 저장고에 입고되고 있었다. 이러한 유통조건을 모의처리 하였는데 5°C로 계속 유지된 대조구와 10°C, 20°C, 30°C에서 약 6시간 저장한 후 10°C에 17일간 저장하여 비교하였다. 25°C에서 암상태로 5일간 재배한 무를 명상태에서 1일간 녹화 후 수확하여 25  $\mu$ m ceramic film으로 포장하여 앞서 설명한 5가지 유통조건에서 유통 저장하였다.

상하차 처리온도가 높을수록 높은 생체중 감소와 외관상 품질 저하가 발생하였다. 포장내 이산화탄소 농도는 저장경과 1일후 상승하였고, 산소 농도도 저장경과 1일후 급격히 낮아지는 것을 볼 수 있었고, 에틸렌 발생량도 고온 노출에 의해 저장 경과 1일후 빠르게 증가하였다. 이에 반해 노출온도가 낮을수록 외관상 품질 등을 비롯한 저장성이 향상되었다.

**주제어 :** 생체중 감소, 외관 품질, 에틸렌, 이산화탄소, 산소

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업특정연구사업(#20070201080039) 결과의 일부이며 강원대학교 농업생명과학원의 지원으로 수행되었습니다.

## 인 용 문 헌

- Bae, K.G., S.W. Nam, K.N. Kim, and Y.H. Hwang. 2004. Difference in freshness of soybean sprouts as affected by CO<sub>2</sub> concentration and postharvest storage temperature. *Korean Journal of Crop Science* 49:172-178.
- DeEll, J., C. Vigneault, F. Favre, T. Rennie, and S. Khanizadeh. 2000. Vacuum cooling and storage temperature influence the quality of stored mung bean sprouts. *HortScience* 35:891-893.
- Kader, A.A. 1980. Prevention for ripening in fruits by use of controlled atmospheres. *Food Technol.* 34:51-54.
- Kader, A.A. 2002. *Postharvest technology of horticultural crops*. 3rd ed. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA.
- Kang, H.M., I.L. Choi, and I.S. Kim. 2008. Comparison packing materials for proper MAP of mixed sprout vegetables. *J. Bio-Environ. Cont.* 17:226-230.

6. Kang, H.M. and I.S. Kim. 2007. Comparison of storability of some sprout vegetables in MA storage. *J. Bio-Environ. Cont.* 16:415-419.
7. Kang, H.M. and K.W. Park. 1998. Effects of Packaging methods and handling temperatures on postharvest quality during storage of cucumber. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:9-12.
8. Kays, J.S. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, New York. USA.
9. Kim, S.L., S.K. Kim, and C.H. Park. 2004. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International* 37:319-327.
10. Lee, S.K. 1996. Postharvest physiology of horticultural crops. Sungkunsu, Suwon. Korea.
11. Meyerowitz, S. 1999. Sprout the miracle food: the complete guide to sprouting. 6th ed. Book Publishing Company, USA.
12. Park, K.W. and H.M. Kang. 1998. Transport distance affects quality of both mature and ripe tomato fruit. *Kor. J of Hort. Sci & Technol.* 16:511-513.
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-Environ. Con.* 9:40-46.
14. Watada, A.E. 1986. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. *Food Technol.* 40:82-85.
15. Varoquaux, P., G. Albagnac, C. Nguyen-The, and F. Varoquaux. 1996. Modified atmosphere packaging of fresh bean sprouts. *J. Sci. Food Agr.* 70:224-230.
16. Zhang, Y., P. Talalay, C. Cho, and G.H. Posner. 1992. A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: Isolation and elucidation of structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 89: 2399.