

## 재배조건에 따른 어린잎 채소 '다채'의 수확 후 품질변화

이혜은<sup>†</sup> · 이정수 · 최지원 · 배도함 · 도경란  
농촌진흥청 국립원예특작과학원

### Effect of Mechanical Stress on Postharvest Quality of Baby Leaf Vegetables

Hye-Eun Lee<sup>†</sup>, Jung-Soo Lee, Ji-Weon Choi, Do-Ham Pae and Kyung-Ran Do  
*National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea*

#### Abstract

Commercially produced 'baby leaves' of *Brassica campestris* var. *narinosa* (Chinese cabbage) were used in the present study. Baby leaf vegetables were sown on 128 cell plug trays and harvested 30 days after sowing. For mechanical stress experiments, seedlings were thinned to three per cell, selected for uniformity, and watered at the base. Trays were treated with mechanical stress by stroking back and forth 50 times, using a sheet of A4 paper folded to double thickness. Plants were treated between 12:00 and 14:00 daily for 15-20 days. Harvested baby leaf vegetables were packed in MAP salad bags made of P-plus film, 50  $\mu$ m polypropylene (PP) film, and polyethylene terephthalate (PET) boxes. Fresh weight was well-maintained under P-plus and PP film on storage at 8°C. However, loss of fresh weight occurred quickly in PET boxes, and vegetable quality deteriorated rapidly. Stressed leaves were smaller but thicker, with an increased dry weight ratio. We thus suggest that P-plus or PP film is most appropriate packing for marketing of baby leaf vegetables, which should be stored at 8°C. Our data on baby leaf vegetables also make a significant new contribution in that we demonstrate a positive effect of stress touching on baby leaf processability.

**Key words** : mechanical stress, postharvest processability, baby leaf vegetables

#### 서 론

가족규모와 사회구조가 변화하고 원예산물 소비의 간편화가 부각되면서 기존에 성체 전체를 판매하던 원예산물의 유통패턴이 최근 들어 성체의 신선편이나 베이비채소를 이용하는 유통형태로 바뀌어 가고 있다. 신선편이는 큰 잎을 재료로 할 경우 절단 과정이 필수적인데 절단면에 발생하는 색깔의 변화로 인해 품질이 악화되고 유통기간이 단축되는 등의 문제가 발생하여 샐러드 제조업체들이 절단과정 없이 샐러드화할 수 있는 어린잎 채소를 더 많이 선호하고 있다. 또한 어린잎 채소는 섬유질이 적고 부드러워 식미가 뛰어나므로 소비자의 인기도 얻어가고 있는 실정이다(1).

어린잎 채소란 완전히 성숙했어도 크기가 작은 채소나 다 자라기 전에 수확한 연약한 채소 모두를 말하지만 엽채류에서는 후자의 의미로 사용되고 있다. 어린잎 채소는 시설에서 씨앗을 뿌린 후 20일 전후에 수확하는 어린 채소로 본엽 3~4매나 5~6매까지 길러 수확해 먹는 것으로 아주 작게 기를 것들을 따로 분류하며 수확하는 크기에 따라 baby vegetable과 micro vegetable로 구분하고 있다. 콩나물이나 무순, 알파파작과 같은 싹기름 채소도 넓은 의미에서 어린잎 채소에 포함된다.

어린잎 채소는 영양이 듬뿍 들어 있는 어린잎을 따서 수확하는 것으로, 크게 키울 필요가 없기 때문에 유기농법으로 재배하므로 환경 친화적이며 뿌리 바로 끝에서 잘라 수확하기 때문에 비타민과 미네랄이 일반 채소보다도 최고 4배나 많이 함유되어 있고 영양분의 손실이 적게 일어난다. 또한 어린 상태에서 수확하기 때문에 섬유소가 절기지 않고

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : helee@rda.go.kr,  
Phone : 82-31-240-3650, Fax : 82-31-240-3668

유연하며, 고유의 풍미가 성숙된 것에 비해 상대적으로 적기 때문에 누구나 먹을 수 있어 대중적이라는 장점을 가진다. 어린잎 채소는 다자란 채소보다 오히려 영양가도 높고 무농약 농산물 인증을 받을 만큼 안전하여 최근 그 인기가 점차 높아지는 추세이다. 이와 같이 어린잎 채소에 대한 향후 소비가 증가할 것으로 예상되나, 조직이 연하고 부드러워 가공, 포장, 유통시에 물리적 상해를 받기 쉬운 뿐만 아니라 수확 후 수분증발 및 물리적인 손상으로 인한 급격히 품질이 저하되는 단점을 가지고 있다.

환경적인 스트레스는 잎의 물리성, 생장 및 발달에 영향을 미치며, 이러한 반복적인 반응은 가공적성을 향상시킬 수 있다고 알려져 있다(2). 예를 들어 단기간의 염스트레스는 옥수수 잎의 생장은 저해하지만 세포벽의 물리적 특성에는 영향을 미치며(3), 물리적인 스트레스는 잎의 신장은 감소시키고 다른 스트레스에 대한 내성을 향상시킨다고 보고되어 있다(4).

따라서 본 연구에서는 재배시 처리한 물리적 스트레스가 어린잎 채소 다체의 수확후 품질특성에 미치는 영향을 조사하고 적합한 포장방법을 구명하여 어린잎 채소의 수확후 처리기술을 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

본 실험은 국립원예특작과학원 유리온실에서 2006년 1월 29일 싹채소용 다체 종자를 원예용상토로 충진된 128공 트레이에 파종하여 30일 정도 키워서 수확한 다체의 어린잎 채소를 공시재료로 사용하였다. 온실내 온도는 주간에는 25℃이상되면 환기시켰으며, 야간에는 10℃이상 유지되도록 관리하였다. Mechanical stress 처리를 위해 15~20일 동안 매일 12시에서 14시 사이에 A4 종이를 이용하여 앞뒤로 50번씩 touching하였다(5).

### 포장방법

어린잎채소 다체는 수확 후 2℃에서 12시간 예냉 처리한 후 35 µm P-plus 필름( Amcor Flexibles UK, 18×20 cm), 50 µm PP(polypropylene, 18×20 cm) 필름, PET(polyethylene terephthalate) 용기에 각각 30 g씩 소포장하여 8℃로 저장하면서 품질특성 변화를 주기적으로 조사하였다.

### 중량감소율

저장 중 증산 및 호흡에 의해 중량감소가 일어나는데, 중량감소율은 잎고시 중량에 대한 생체중의 감소정도를 백분율로 표시하여 3일 간격으로 조사하였다.

### 색도 변화

색도는 Chroma meter(CR-300, Minolta Corp., Japan)를

사용하여 Hunter scale에 의한 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타내어 Hue angle[Hue=tan<sup>-1</sup>(b/a)]로 변환하였다. standard plate는 백색판(white calibration tile)을 사용하였고 그의 L, a, b 값은 98.36, 0.13, -0.48이었으며 이 백색판을 기준으로 하여 각 시료의 색깔을 10회 반복 측정하고 그 평균치를 나타내었다.

### 가스조성

저장 중 포장 내부의 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>는 필름표면에 부착한 septum을 통해 가스분석기(Checkmate 9900, PBI Dansensor Co., Denmark)에 연결된 실린지를 삽입하여 3일간격으로 측정하였다.

### 세포조직학적 변화

세포조직학적 변화를 관찰하기 위해 어린잎 채소 다체의 잎조직 절편을 채취하여 1차 고정액 2.5% glutaraldehyde에 넣은 즉시 모든 과정은 4℃에서 진행되었으며 1차 고정 90분간 처리, 0.1M phosphate buffer(pH 7.2)로 15분 간격 4~5회 세척, 2차 고정 1% osmium tetroxide 90분간 처리, 위와 동일한 세척 과정 후 하룻밤을 침지시켰다. 탈수는 상온에서 40%, 60%, 80%, 90%, 95% ethanol로 각각 5분씩, 100% ethanol로 5분, 15분, 15분, 30분간 처리로 이루어졌으며 propylene oxide로 치환 후, 최종적으로 epon에 포매(embedding)하여 60℃의 오븐에서 4일간 중합시켰다. 중합된 epon block을 초미세절편기(Ultracut R, Leica Co, Austria)를 이용하여 1,500 nm의 두께로 시료를 절단하여 P.A.S.(Periodic Acid Schiff) 염색법으로 염색한 후 광학현미경(Axioskop 2, Carl Zeiss Co.)으로 검경하였다(6).

## 결과 및 고찰

### 재배조건별 생육 및 세포조직학적 변화

재배 중의 물리적 스트레스가 어린잎 채소 다체의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 128공 플러그 트레이에 종자를 파종하여 15~20일 동안 매일 12시에서 14시 사이에 A4 종이를 이용하여 앞뒤로 50번씩 touching하였다. 물리적 스트레스를 받은 어린잎 채소의 초장과 초폭은 모두 무처리에 비해 낮은 값을 나타냈고(Fig. 1), 이는 물리적 스트레스가 생육에 영향을 끼쳤다는 것을 보여준다.

물리적 스트레스와 무처리에 의한 다체의 세포조직을 관찰한 결과, 물리적 스트레스를 받은 조직은 무처리 조직에 비해 세포가 작고 세포간의 간격이 매우 치밀하게 형성되었다(Fig. 2). 이는 환경적인 스트레스가 잎의 물리성, 생육과 발달, 가공적성을 촉진하는데 영향을 미치며(7), 물리적 스트레스(touching)는 상추나 콜리플라워 묘의 성장을 조절하는데 사용된다는 보고(8)와 일치하는 경향을 보였

다. 이러한 물리적인 스트레스 처리는 잎의 구조를 변경하고 작고 좀더 튼튼한 잎을 생산하여 식물이 가지는 가공적성을 향상시킬 수 있다는 가능성을 보여준다.

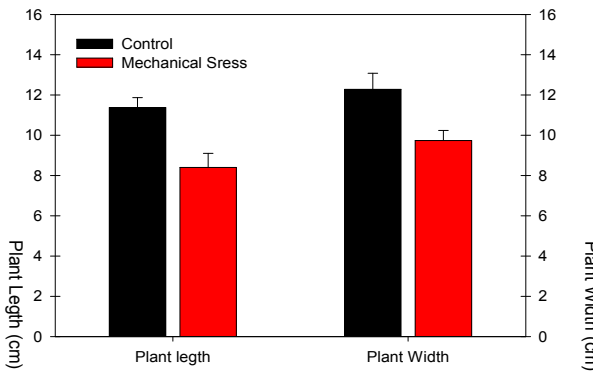


Fig. 1. Comparison of plant growth on baby leaf vegetable by control and mechanical stress conditions.

Significantly at  $P=0.01$  level by DMRT.

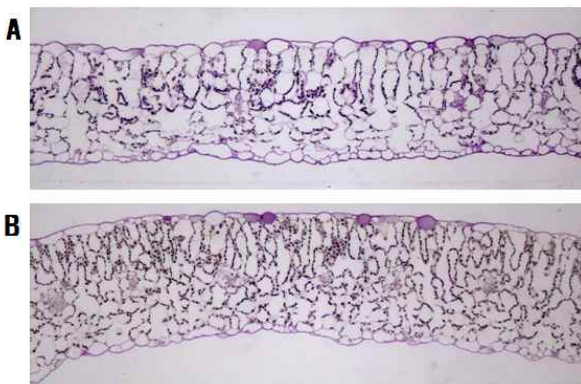


Fig. 2. Light microscope photographs ( $\times 100$ ) of baby leaf tissue at control (A) and mechanical stress (B).

#### 포장방법별 다채의 수확 후 품질변화

어린잎 채소 다채는 수확 후 P-plus 필름, 50  $\mu\text{m}$  PP (polypropylene) 필름, PET (polyethylene terephthalate) 용기에 각각 30 g씩 소포장하여 8 $^{\circ}\text{C}$ 로 저장하면서 품질특성을 주기적으로 조사하였다.

원예작물의 저장 중 생체중 감소는 직접적인 상품성 저하를 초래하며, 내적, 외적 품질의 변화에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 일반적으로 원예산물의 저장 및 유통 중 생체중 감소 허용범위는 5~10%인데(9), 이는 위조에 의한 외형 변화와 연화로 인한 질감의 변화와 함께 영양적 품질의 변화를 초래하기 때문이다(10). 특히 엽채류에서 생체중 감소는 품질저하를 의미하는 중요한 항목으로 생체중이 3% 이상 감소하면 상품성이 손실된다고 알려져 있는데, 어린잎 채소 다채의 생체중 감소는 물리적 스트레스 처리와 무처리에서 모두 1%보다 적은 값을 나타내었다. 특히 물리적 스트레스를 처리한 어린잎 채소의 생체중 감소는 무처리

에 비해 현저하게 적었으며, 포장방법별로 비교한 결과 PET용기, 50  $\mu\text{m}$  PP필름, P-plus 필름 순으로 생체중 감소를 보였다(Fig. 3). 일반적으로 소포장용기로 가장 많이 사용되고 있는 PET 용기에서 다채의 생체중 감소가 가장 많이 일어난 이유는 용기에 구멍이나 흠이 있어 완전밀폐가 불가능했기 때문이라고 판단되었다.

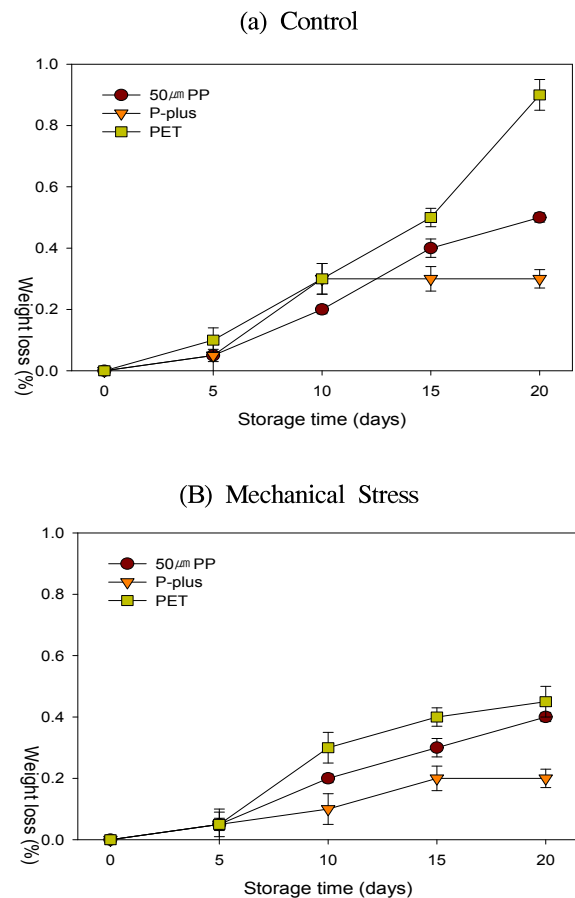


Fig. 3. Comparison of weight loss on packaging baby leaf vegetable during storage at 8 $^{\circ}\text{C}$ .

Values are means  $\pm$  standard errors of five independent experiment.

일반적으로 원예작물의 저장 중 중량감소는 증산과 호흡, 이 두가지 요인에 의한 것으로 주로 증산의 영향을 받는데(11) 특히 어린잎 채소는 잎이 연하고 큐티클층의 발달이 적어 저장 중 증산량이 다른 채소에 비해 많다고 알려져 있으나 어린잎 채소 다채의 경우는 포장용기별로 생체중 감소가 1% 미만으로 품질에 영향을 끼치지 않았다.

포장방법별 어린잎 채소 다채의 색상 변화는 PET용기에서 저장 6일 이후 급격하게 감소하였으며, 50  $\mu\text{m}$  PP필름과 P-plus 필름 포장에서는 저장 12일 이후 완만하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4). 또한 물리적 스트레스를 처리한 어린잎 채소의 Hue angle값은 무처리에 비해 완만한 변화값을 나타냈다. PET용기로 포장된 무처리 어린잎 채소 다채에서

는 높은 황화현상이 관찰된 반면 물리적 스트레스를 처리한 어린잎 채소는 50  $\mu\text{m}$  PP필름이나 P-plus 필름으로 포장한 경우 비교적 양호한 색을 유지하였다. 황화는 위조와 함께 엽채류의 품질저하의 가장 큰 원인이 되며 특히 mizuna, tatsoi 등의 경우 황화로 인해 저장 수명이 단축된다(12)고 하며, 황화의 주된 원인은 에틸렌과 수분손실에 의한 엽록소 분해이며 이산화탄소 농도에도 영향을 받는다고 알려져 있다. 어린잎 채소 다채의 경우 재배시 물리적인 스트레스를 받은 조직에서 엽록소 분해가 적게 발생하여 황화 발생이 무처리에 비해 낮았으며, 이는 황화에 견디는 내성이 증가한 것으로 볼 수 있다.

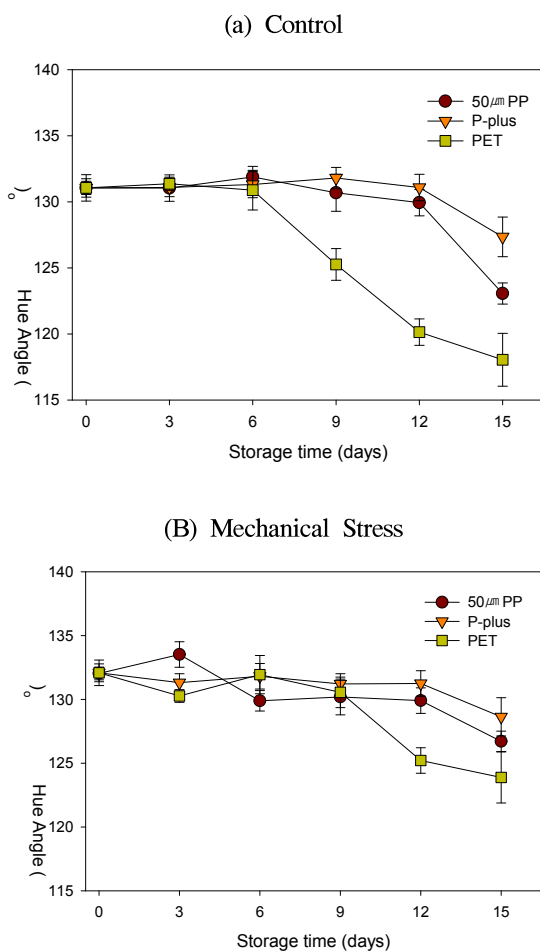


Fig. 4. Comparison of hue angle value on packaging baby leaf vegetable during storage at 8°C.

Values are means  $\pm$  standard errors of ten independent experiment.

MA저장은 필름의 가스투과도와 산물의 호흡에 의해 자연스럽게 조성된 대기 조건을 통해 저장 기한을 연장시키는 방법으로 산물의 호흡에 영향을 미치는 환경적 요소에 따라 대기 조성이 크게 변화될 수 있다. 어린잎 채소 저장 중 이산화탄소의 적정 농도는 저장 대상 작물에 따라 그 정도

의 차이가 큰데 상추와 시금치의 적정농도는 2%이며, 기존의 보고에 의하면 5%  $\text{CO}_2$ 는 작물에 특별한 해를 끼치지 않는다고 알려져 있고 고농도의 이산화탄소는 저장 중 이취의 원인이 되는 아세트알데하이드의 발생을 증가시킨다고 보고되어 있다(9). 어린잎 채소 다채의 포장백 내부의 가스 조성은 저장기간이 경과하면서  $\text{O}_2$ 는 감소하고  $\text{CO}_2$ 는 증가하는 경향을 보여주었다. 특히 P-plus 필름 포장에서  $\text{O}_2$ 와  $\text{CO}_2$ 가 각각 5~10% 범위 값을 보였고, 50  $\mu\text{m}$  PP필름 포장에서는 3~13% 가스조성이 나타났다. PET용기의 경우 무처리와 물리적 스트레스 처리에서 모두 저장기간 동안  $\text{O}_2$  값이 0~1%범위에,  $\text{CO}_2$  값이 20~21% 범위에 포함되어 비교적 높은 이산화탄소 농도를 함유하고 있었다(Fig. 5). 그러나 포장내부의 고이산화탄소에 의한 이취발생은 모든 처리구에서 발생하지 않았으며, 이는 싹채소의 경우 고이산화탄소와 저산소 조건에서 저장성이 향상되는 기존의 보고와 일치되는 경향을 보여주었다(13). 또한 Lee 등(14)도 저장온도가 낮을수록 포장재내 이산화탄소의 축적을 억제할 수 있다고 하였는데, 국내 유통 단계상 잠깐이지만 상온에 노출되는 경우가 많으며 판매대의 온도가 10°C 수준

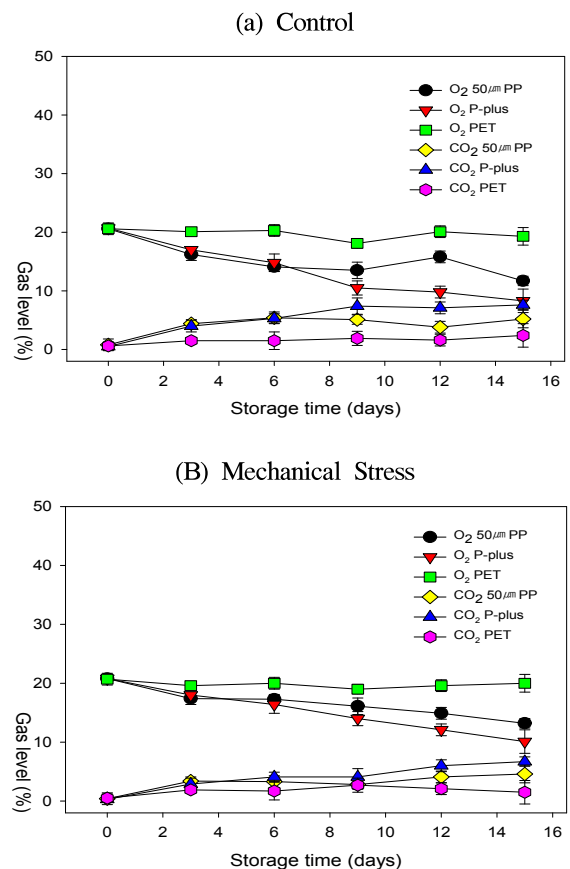


Fig. 5. The change of  $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$  gas level on packaging baby leaf vegetable during storage at 8°C.

Values are means  $\pm$  standard errors of five independent experiment.

이어서 유통 판매 중 이취나 황화 등의 품질저하가 발생할 가능성이 높은 편이다. 특히 소포장 용기로 가장 많이 사용되고 있는 PET 용기는 구멍이나 흠이 있어 완전밀폐 즉 MA 효과를 얻을 수 없다는 단점을 가진다.

식물의 조직은 1 ppm 미만의 에틸렌에 노출되어도 엽록소 감소 등을 비롯한 여러 노화적 형태들이 시작되거나 가속화된다고 하였는데(15,16), 본 시험에서는 8℃ 저장의 경우 모든 처리구에서 1 ppm 이하로 에틸렌이 발생하여 이에 의한 황화나 품질저하 등이 미비하였다.

어린잎 채소 다채의 전체적인 외관품질은 P-plus 필름, 50 µm PP필름, PET용기 포장 순으로 좋았으며, 특히 물리적 스트레스를 처리한 어린잎 채소가 무처리구에 비해 대략 1.5 배 좋은 품질을 유지하였다.

상기의 실험을 통하여 재배 중에 처리한 물리적 스트레스가 어린잎 채소의 생육을 더디게 한 반면 세포의 치밀도를 높여 조직을 강하게 하여 수확 후 세척, 포장처리 등에 대한 내성을 개선하는 효과를 가진다는 결론을 얻게 되었다. 이러한 결론은 조직이 연하고 부드러워 가공, 포장, 유통에 문제점이 많이 발생하던 어린잎 채소의 수확 후 품질유지에 효과적으로 이용될 수 있다고 보여진다. 또한 보다 좋은 품질로 유통되기 위해서는 기존에 많이 사용되는 PET 용기보다는 필름포장을 통한 MAP효과를 높여 유통하는 것이 바람직한 방법이라고 할 수 있다.

## 요 약

어린잎 채소는 조직이 연하고 부드러워 가공, 포장, 유통시에 물리적인 상해를 받기 쉬우며 수확 후 수분증발 및 성분 변화 등으로 품질이 급격히 저하된다. 본 연구는 어린잎 채소 중에서 다채의 수확 후 생리특성을 구명하고 적정 포장방법을 개발하고자 수행하였다. 공시재료는 연구소 온실에서 2007년 1월 29일에 다채 종자를 플러그 트레이에 파종하여 30일 정도 키운 다채를 사용하였으며, 수확 후 2℃에서 12시간 예냉 처리한 후 P-plus 필름, 50 µm PP필름, PET용기에 각각 30 g씩 소포장하여 유통온도를 8℃로 저장하면서 품질특성 변화를 주기적으로 조사하였다. 수확당시 어린잎 채소 다채의 생육은 무처리구에 비해 물리적 스트레스 처리구에서 초장과 초폭 모두 낮은 값을 나타내었다. 중량감소의 경우 물리적 스트레스 처리한 시료를 P-plus 필름으로 포장한 경우가 가장 적은 생체중 감소를 보였고 그 다음으로는 50 µm PP필름, PET용기 순이었다. 어린잎 채소 다채의 색도변화는 P-plus 필름과 50 µm PP필름에서 다소 완만하게 변화량을 나타내었으며 처리간 큰 유의차를 보이지 않았고 PET용기에서 가장 급격한 변화가 나타나서 황화 현상이 관찰되었다. 결론적으로 어린잎 채소 다채는 물리적 스트레스를 처리한 경우가 무처리구에 비해 생육은

적었지만 중량감소나 색도변화에서 비교적 원만한 값을 나타내었고 세포조직학적으로 관찰해보면 세포의 치밀도가 증대되어 수확후 가공적성에 영향을 미치리라 기대하며, 다채에서는 P-plus 필름과 50 µm PP필름 포장이 선도유지에 적합하였음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. Park, K.W. and Ryu, K.O. (1998) Functional property and health stuffed vegetables. Herb World Press, Seoul
2. Braam, J., Sistrunk, M.L., Polisenky, D.H., Xu, W., Purugganan, M.M., Antosiewicz, D.M., Campbell, P. and Johnson, K.A. (1997) Plant responses to environmental stress: regulation and functions of the *Arabidopsis* TCH genes. *Planta*, 203, S35-S41
3. Cramer, G.R., Schmidt, C.L. and Bidart, C. (2001) Analysis of cell wall hardening and cell wall enzymes of salt-stressed maize(*Zea mays*) leaves. *Aust. J. Plant Physiol.*, 28, 101-109
4. Pontinen, V. and Voipio, L. (1992) Different methods of mechanical stress in controlling the growth of lettuce and cauliflower seedling. *Acta Agric. Scand.*, 42, 246-250
5. Gahan J.J., Clarkson, O'Byrne E.E., Rothwell, S.D. and Taylor, G. (2003) Identifying traits to improve postharvest processability in baby leaf salad. *Postharvest Biol. Technol.*, 30, 287-298
6. Luft, J.H. (1961) Improvements in epoxy resin embedding methods. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 9, 409-414
7. Jackman, R.L. and Stanley D.W. (1995) Perspectives in the textural evaluation of plant foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 61, 181-194
8. Biddington, N.L. and Dearman, A.S. (1985) The effect of mechanically induced stress on the growth of cauliflower, lettuce and celery seedling. *Ann. Bot.*, 55, 109-119
9. Kays, J.S. (1991) Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, New York
10. Kader, A.A. (2002) Postharvest technology of horticultural crops. 3rd edition. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA
11. Bhowmik, S.R. and Jung, C.P. (1992) Shelf life of green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *J. Food Sci.*, 57, 948-953
12. O'Hare, T.J., Wong, L.S., Prasad, A. and Mclauchan, R. (2001) Fresh cut Asian vegetables pak-choi as a model

- leafy vegetable. Proceeding of workshop held in Beijing, China, 113-115
13. Varoquaux, P., Albagnac, G., Nguyen-The, C. and Varoquaux, F. (1996) Modified atmosphere packaging of fresh bean sprouts. *Food Technol.*, 40(5), 82-85
14. Lee, M.J., Kang, H.M. and Park, K.W. (2000) Effects of selenium on growth, storage life, and internal quality of coriander during storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 41, 490-494
15. Kader, A.A. (1980) Prevention for ripening in fruits by use of controlled atmosphere. *Food Technol.*, 34, 51-55
16. Watada, A.E. (1986) Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. *Food Technol.*, 40, 82-85

---

(접수 2009년 5월 3일, 채택 2009년 9월 25일)