

# Effect of Packaging Methods on Postharvest Quality of *Tah Tasai* Chinese Cabbage (*Brassica campestris* var. *narinosa*) Baby Leaf Vegetable

Jung-Soo Lee<sup>1\*</sup> and YounSuk Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

<sup>2</sup>Packaging Department, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

## 어린잎 채소 다채의 포장방법이 품질에 미치는 영향

이정수<sup>1\*</sup> · 이윤석<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원, <sup>2</sup>연세대학교 패키징학과

### Abstract

The effect of the packing methods for enhancing the shelf life and improving the postharvest quality of the *tah tasai* Chinese cabbage baby leaf vegetable was studied during storage. Fresh baby leaf vegetables were packed in four commercial packaging types: (1) a non-perforated bag with a 0.03-mm oriented polypropylene (OPP) film; (2) a perforated bag with 1.0-mm-diameter holes on an OPP film; (3) a 0.40-mm polyethylene terephthalate (PET) container with a hinged lid; and (4) an expanded polystyrene (EPS) tray wrapped with a 0.02-mm polyvinyl chloride (PVC) film. The quality parameters, such as the weight loss, moisture content change, color difference, and appearance of the baby leaf vegetables were investigated. The baby leaf vegetables in the PET container and in the non-perforated OPP film bag showed relatively low weight loss, high moisture content, and good external appearance compared to those in the EPS tray and in the perforated OPP film bag during limited storage periods, at 16°C. The PET container also protected the baby leaf vegetables from physical damage. The study results will enable the selection of a better packaging system for extending the freshness and increasing the marketability of baby leaf vegetables.

Key words : baby leaf vegetable, *tah tasai* Chinese cabbage, packaging film

### 서 론

원예산물 보존에 있어서 포장(packaging)은 선도유지를 위한 매우 효과적인 방법이다(1). 일반적으로 원예산물은 수확 후에도 증산으로 인한 수분감소와 호흡 등의 대사 작용으로 품질저하가 유발될 수 있는데(2), 포장은 수확물의 수분증산 및 호흡을 억제하여 상품성을 유지하는데 효과를 보인다(1). 어린잎 채소에서도 수확 후 품질저하를 줄이는 방법으로 포장을 해서 유통하는 것이 널리 적용되고 있지만, 유통되고 있는 포장방법에 대한 검증이 되지 않은 상태로 사용되고 있다.

가족규모와 사회구조 변화로 원예산물의 소비패턴이 많이 변화하여 어린잎이나, 새싹채소, 신선편이 채소 등에

대한 수요가 증가하고 있다(3). 어린잎 채소는 파종 후 30일 전후로 발아한 채소를 본엽의 3-6매까지 길러 수확해 먹는 것으로, 콩나물이나 무순, 알팔파 싹과 같은 싹기름 채소도 넓은 의미로 어린잎 채소로 포함할 수 있다(4). 어린잎 채소는 비타민과 미네랄 함량이 일반적인 채소보다 높으며, 재배기간도 짧아 환경 친화적인 것으로 많이 알려져 있다(5,6). 특히 어린 상태에서 수확하기 때문에 섬유소가 질기지 않고 부드러워 쉽게 먹을 수 있는 장점이 있다. 반면에 어린잎 채소의 연하고 부드러운 조직은 가공, 포장, 유통 시에 물리적 상해를 받기 쉬운 뿐만 아니라, 수확 후 수분증발로 인한 급격한 품질저하가 우려되고 있다. 어린잎 채소의 수확 후 품질저하를 줄이는 방법으로 포장을 해서 유통하는 것이 일반적이지만, 생산자나 유통업자의 경험이나 선호도에 따라 유통 및 판매현장에서 PP (polypropylene) 유공 필름백, PET (polyethylene terephthalate) 용기 등이 무분별하게 이용되고 있다. 어린잎 채소의 포장방법에 대

\*Corresponding author. E-mail : ljs808@rda.go.kr  
Phone : 82-31-240-3592, Fax : 82-31-240-3502

한 MA (Modified atmosphere) 저장에 관한 연구 등은 되어 있으나(7,8), 유통되고 있는 포장방법에 대해 비교한 연구가 없어 포장형태에 따른 선도유지 효과에 대한 구명이 필요한 실정이다.

엽채류인 다채는 쌈채소로서 상품가치가 있고(9), 또한 어린잎 채소로서 무, 비트, 겨자채 등과 함께 다채가 이용되고 있으며(10), 상추보다 에틸렌 발생량이 적은 생리적 특성을 가지고 있는 채소로 알려져 있다(11).

본 연구에서는 다채를 이용하여 어린잎 채소의 수확 후 품질유지를 위한 적절한 포장방법 구명을 위해 국내 유통현장에서 사용되고 있는 주요 포장방법에 따른 선도유지 효과를 검증하였다.

## 재료 및 방법

본 실험에 이용한 어린잎 채소인 다채(Asia seed Co, Seoul, Korea)를 원예특작과학원 육묘 전용 온실(와이드스판형 유리온실)에서 9월 12일에 파종하였고, 수확은 10월 12일에 하였다. 재배 시 배지는 피트모스(Acadian peat moss, Acadian peat moss LTD, New Brunswick, Canada)를 이용하였다.

### 포장형태와 저장방법

유통현장에서 이용하고 있는 어린잎 채소 소포장 형태를 조사하여(자료 미제시), 포장재 종류 및 방법에 따라 4가지 형태로 분류하였다(Fig. 1). 실험에 이용한 포장형태의 A형(무공)과 B형(유공)은 두께 0.03 mm의 OPP필름(Taebang Patec, Hwasung, Korea)을 봉지형태(가로: 15 cm, 세로: 20 cm)로 이용하였다.

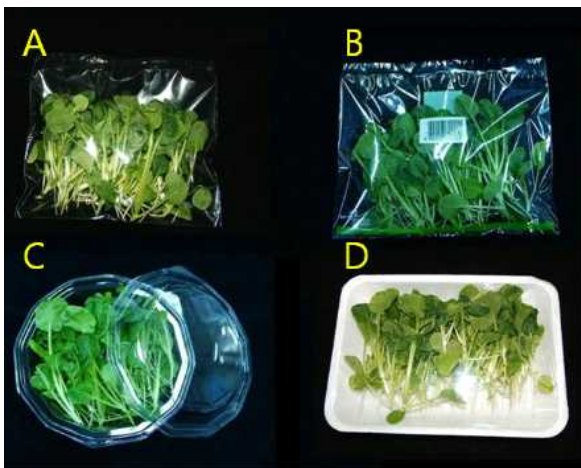


Fig. 1. Four major packaging types for baby leaf vegetables in Korea domestic market.

(A) Bag type with non-perforated film, polypropylene, (B) Bag type with perforated film, polypropylene, (C) Container type with polyethylene terephthalate sheet and hinged lid, and (D) Tray type with extended polystyrene sheet and polyvinyl chloride wrapping film.

B형 필름의 유공은 핀홀(1.0 mm×1320개) 타입으로 천공한 것을 이용하였다. C형은 0.40 mm의 PET시트(DL-403, Daeil Special packaging Co, Porchen, Korea)에 지름 17 cm로 이음새에 요철이 있어 밀폐가 가능한 용기형태인 것을, D형은 expanded polystyrene의 접시형 용기(Ilshin Chemical Co, Goryeong, Korea)에 0.02mm의 polyvinyl chloride 필름(Uniwrap, Tapex Co, Bupyeong, Korea)으로 랩 포장하여 이용하였다. 실험에 이용된 포장 소재의 수분 및 가스투과도는 Lee 등(12)과 Selke 등(13), Yasuda 등(14)의 연구 결과를 통하여 조사하였으며, 포장재 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Packaging material properties

Polymer name	Water vapor transmission rate (g·um/m <sup>2</sup> ·day at 90% RH and 37°C)	Oxygen permeability (cc·um/m <sup>2</sup> ·day·atm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
OPP	0.24	98	0.92
Perforated OPP	N/A <sup>1)</sup>	8947 × 10 <sup>3</sup>	0.92
PET	390-510	1200-2400	1.29-1.40
PVC	6096	334,200	1.23

<sup>1)</sup>N/A means that data is not available

각 포장용기에 어린잎 채소 다채를 10 g씩 넣어 포장한 후 쇼케이스형 냉장고 (Zikor, Samsung Machiery Co, Kimpo, Korea)에 저장하였으며, 저장 시 평균온도는 16°C, 습도는 72.5%였다. 시험처리 배치는 완전임의배치법으로 하였으며, 4반복으로 하였다.

### 생체중 변화

저장 중 증산 및 호흡으로 인한 중량감소는 입고 시 중량에 대한 생체중의 감소 정도를 백분율로 표시하여 2일 간격으로 조사하였다.

### 포장내 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub> 농도 변화

포장 후 내부의 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub> 측정은 포장내 필름 표면에 septum을 부착한 뒤 헤드스페이스 가스분석기(Checkmate 9900, PBI Dansensor Co, Ringsted, Denmark)를 이용하여 2일 간격으로 측정하였다.

### 수분함량

4일 간격으로 어린잎 채소 채취하여 105°C 건조법에 의해 생체중과 건물중을 측정하고, 이를 백분율로 환산하여 수분함량을 조사하였다.

### 색상

저장 중 색상 변화는 색차계(CR-300, Konic Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 3일 간격으로 Hunter L, a, b 값을 측정하였고, 이 값을 ΔE값(ΔE= 0-1.5 traceable, 1.6-6.0 appreciable, > 6.1 noticeable)으로 환산하였다(15).

**외관 품위**

어린잎 채소의 외관 품위는 3명의 평가원들이 색상, 형태 변화, 부패 등을 처리당 2일 간격으로 시료를 평가하였다 (16-18). 평가등급은 상등급에서 하등급까지 4단계(선도 기준: 6 매우 신선, 수확 당시와 유사, 4 선도 약간 저하, 팽택 유사, 2 선도 저하 및 변색, 연화 시작, 0 부패 시작, 상품성 상실)로 구분하였다.

**결과 및 고찰**

**생체중 변화**

어린잎 채소인 다채의 생체중 감소는 포장 방법별 포장재의 기밀(氣密) 정도가 클수록 적게 나타났다(Fig. 2). 저장 8일째의 중량감소는 PET 포장(C형)이 2.0%, OPP 필름을 밀봉한 포장(A형)이 2.2%, 랩 포장형태(D형)가 25.9%이었으며, 필름을 천공한 OPP 유공필름(B형)이 28.4%이었다. 생체중 감소는 원예작물 유통·저장 중의 내적, 외적 품질 변화에 영향을 미쳐 상품성 저하를 초래하는 중요한 요소이다. 원예작물 저장 중에 중량감소는 증산과 호흡에 의한 것으로 특히 증산의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있으며(2), 수분감소 따른 위조로 외형 변화와 조직연화, 영양적인 품질변화를 유발한다(19). 일반적으로 원예산물의 저장 및 유통 중에 생체중 감소 허용범위는 5-10%으로 알려져 있다(20).

Lee 등(21)은 상추 포장재에 따른 중량감소는 PP나 PE와 같은 포장재의 차이보다 천공 여부에 따라 저장성이 좌우되어 무공필름 사용시 저장성이 우수하다는 결과를 보고하였으며, 본 실험의 결과와도 부합하였다. 이를 보면 어린잎 채소의 포장 후 중량감소는 포장재 기밀 정도의 밀폐가 클수록 낮아지는 것으로 나타나, 유통현장에서도 밀폐정도가 큰 포장 방법을 이용하는 것이 유용할 것으로 생각된다.

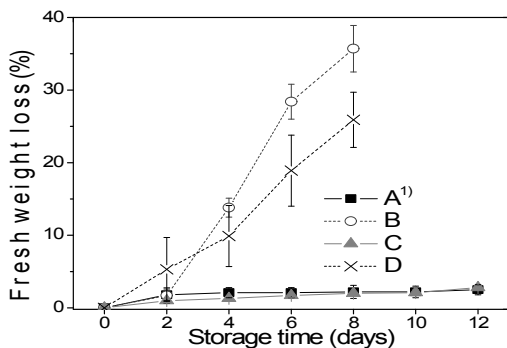


Fig. 2. Changes of fresh weight loss of *tah tasai* Chinese cabbage baby leaf vegetable packaged by four different packing modes at 16°C storage condition. Data represent the mean ± SE of four replicates.

<sup>1)</sup>Refer to the packaging types in Fig. 1.

**포장내 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub> 농도 변화**

포장재내의 어린잎 채소의 호흡에 의해 O<sub>2</sub> 농도는 감소하고, CO<sub>2</sub> 농도는 증가하지만, 포장재의 천공 여부 및 포장재의 종류와 가스투과 정도의 차이에 따라 가스 조성변화가 달라졌다(Fig. 3). 포장재 내의 O<sub>2</sub> 조성 변화는 무공의 OPP 필름 포장(A형)이 가장 컸으며, 다음은 PET 용기 포장(C형)이었고, 랩 포장(D형)과 OPP 유공포장(C형)은 대기와 유사한 가스조성을 보였다. OPP 무공필름 포장(A형)에서 O<sub>2</sub> 농도가 초기 20%에서 저장 12일째에는 4.9%까지 감소하였으며, PET 용기 포장(C형)은 8%까지 감소하였고, OPP 유공 필름(B형)과 랩 포장(D형)은 종료 시까지 대기와 비슷한 20% 수준이었다. CO<sub>2</sub> 가스조성 변화는 PET 용기 포장(C형)이 가장 높았고, 다음은 OPP 무공필름(A형)이었다. OPP 유공필름(B형)과 랩 포장(D형)은 가장 낮은 수준을 보였다. 저장 12일째의 CO<sub>2</sub> 가스조성은 PET 용기 포장(C형)은 11%까지 증가하였고, OPP 무공 포장(A형)은 8%였다. 랩 포장(D형)과 OPP 유공필름(B형)은 저장종료 시 각각 0.4% 및 0.2% 이하였다. OPP 유공필름(B형)은 밀폐되지 않아 낮은 CO<sub>2</sub> 함량을 보였으며, 랩 포장(D형)도 포장재의 공기유동이 원활하여 낮은 함량의 가스조성을 보였다. PET 용기 포장(C형)의 경우는 요철이 있는 이음새가 있어 이로 인해 공기의 이동을 차단하여 가스조성에 차이를 보인 것으로 생각된다. 필름종류 및 방법에 따라 각기 다른 가스투과 정도와 저장산물의 호흡으로 인해 포장 내 미세 대기환경이 변화되어 품질변화를 가져올 수 있는데(8), 포장내의 가스 조성 차이는 작물이 가진 호흡능력의 차이보다는 포장재 등의 물리적 장벽에 의해 가스조성 변화가 달라진 것으로 알려져 있다(22). 따라서 어린잎 채소인 다채에서도 포장방법 및 포장재 물리성, 호흡 등에 의해 가스조성의 변화가 다르게 나타난 것으로 보인다.

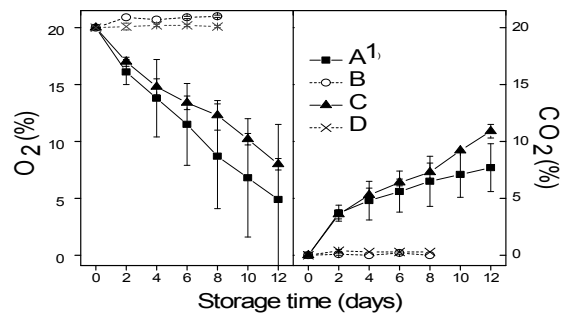


Fig. 3. Changes of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> partial pressure of *tah tasai* Chinese cabbage baby leaf vegetable packaged by four different packing modes at 16°C storage condition. Data represent the mean ± SE of four replicates.

<sup>1)</sup>Refer to the packaging types in Fig. 1.

**수분 함량의 변화**

어린잎 채소를 포장 후 저장 중의 수분함량은 계속 감소

하였는데, 포장종류에 따라 감소 정도가 다르게 나타났다 (Fig. 4). OPP 유공필름(B형)이나 랩 포장(D형)과 같이 공기 유동이 비교적 원활한 포장은 수분감소 정도가 커서 체내 함유한 수분 함량이 낮았으며, OPP 무공필름 포장(A형)이나 PET 용기 포장(C형)과 같이 공기유통이 제한된 것은 수분 함유량이 높은 것으로 나타났다. 저장 8일째의 어린잎 채소 수분 함유량은 OPP 무공필름(A형)이 93.3%, PET 용기 포장(C형)이 93.2%, 랩 포장(D형)은 88.7%, OPP 유공필름(B형)은 85.7%이었다.

원예작물 저장 중 필름포장의 종류에 따른 수분함량 감소에 대해 Bae 등(23)은 홍고추의 필름포장 저장 시 천공여부에 따라 생기는 산소투과 정도, 수분증산과 습도유지 정도의 차이로 설명하였다. 어린잎 채소인 다채는 천공 여부뿐만 아니라 포장재 종류에 따라 포장내의 가스조성 변화 정도에 차이를 보였고, 중량감소와 수분 함유량에 차이를 나타냈다. 어린잎 채소의 포장재별 중량감소와 증산으로 인한 수분함량 변화,  $O_2$  소모와의 관계를 살펴보면, 포장종류에 따른 수분함량과 중량감소 정도의 상관관계수  $r$ 이 -0.98으로 높은 부의 상관관계를 보여 수분함량이 낮을수록 중량감소 정도가 큰 것으로 나타나서 일관성이 있음을 확인할 수 있었으나, 수분함량과  $O_2$  함량의 상관관계수  $r$ 은 -0.32의 낮은 상관관계를 보였다. 그러나 호흡으로 인해  $O_2$ 의 소모 정도가 심한 것이 수분함량이 낮아지는 경향을 보여 어린잎 채소의 포장종류에 따른 수분함량과 중량감소,  $O_2$  소모 정도에 영향을 유추할 수 있다. 앞으로의 실험에서 포장재에 대한 연구는 선도유지 효과 이외에도 생리대사와 연계한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

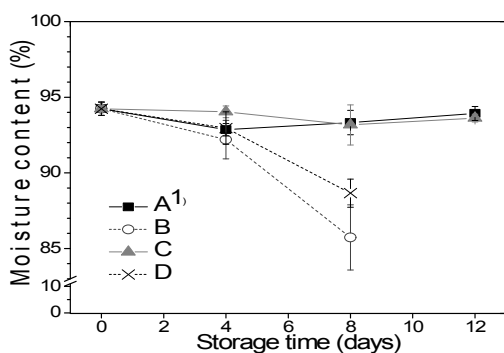


Fig. 4. Changes of moisture contents of *tah tasai* Chinese cabbage baby leaf vegetable packaged by four different packing modes at 16°C storage condition. Data represent the mean  $\pm$  SE of four replicates.

<sup>1)</sup>Refer to the packaging types in Fig. 1.

#### 색상의 변화

색상변화 정도가 포장종류에 따라 다른 것으로 나타났다. Fig. 5는 저장 중 포장종류에 따른 어린잎 채소의 색상변화로, 랩 포장(D형)에서 가장 적었으며, 밀폐된 경질필름인 PET 용기 포장(C형) 한 것이 다음 순이었다. 저장 8일째

랩 포장(D형)은 2.8, PET 용기 포장(C형) 3.5, OPP 유공필름 포장(B형) 5.4, OPP 무공필름 포장(A형) 5.8의 색상차를 보였다. 밀봉포장 (A형)은 다른 포장형태로 저장한 것보다 생체중 변화가 더 작은 것으로 나타났으나(Fig. 2), 색상변화에서는 다른 경향을 보여, OPP필름 보다는 경질필름의 PET 용기 포장이나 polystyrene 접시에 랩 포장한 형태가 색상변화가 적은 것으로 나타났다. 포장종류에 따라 저장 중에 수분 손실뿐만 아니라 색상차이도 어린잎 채소인 다채에 영향을 미치는 것으로 확인하였다. Lee 등(2)은 상추에서 포장종류별 생체중량 감소와 색상변화가 깊은 관련이 있다고 하였으나 어린잎 채소인 다채에서는 포장종류에 따른 생체중량 감소 정도와 색상차이를 비교해보면 상관관계수  $r$ 은 0.19으로 중량감소와 색상차 간의 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. Lee 등(24)은 어린잎 채소 세척에서 색차는 선도차이로 인지하는데 크게 영향을 미친다고 하였으며, Nam(26)은 신선채소나 과일표면의 색택으로 신선도를 판단하여 내부 과육에 이상이 없어도 포피색이 변색되면 소비자가 거부감을 나타내어 색상의 중요성을 강조하였다. 어린잎 채소 포장재별 시험결과를 보면, 어린잎 채소는 수분 유지 외에도 색상유지와 같은 요인도 고려해야 할 것으로 생각된다.

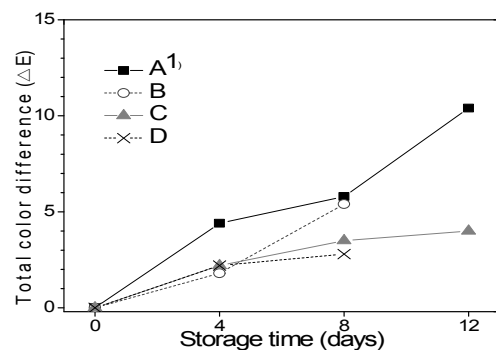


Fig. 5. Changes of total color difference of *tah tasai* Chinese cabbage baby leaf packaged by four different packing modes at 16°C storage condition.

<sup>1)</sup>Refer to the packaging types in Fig. 1.

#### 외관품위의 평가

어린잎 채소 다채는 포장종류 및 천공 여부에 따라 외관품위의 차이를 보였다(Fig. 6). 저장 6일째 필름 종류별 선도는 경질필름인 PET 용기(C형)에 포장한 것의 지수가 저장 초기와 같이 6으로 가장 좋았으며, 밀봉 포장한 OPP 무공필름(A형)이 4, 랩 포장(D형)과 OPP 유공필름(B형)은 지수가 2이었다. 포장방법에 따른 선도변화에서 Lee 등(2)은 경질 필름의 포장용기를 이용하는 것이 연질필름보다 외부충격에 대한 손상이 적어 상품성 유지에 유리하다고 하였는데, 어린잎 채소에서도 유사한 결과로 경질필름의 용기포장이 외관으로 판단되는 선도가 높은 것으로 나타났다. Lee 등(21)은 상추저장 실험에서 같은 포장재를 이용하더라도,

외관 품위는 필름의 천공 여부에 따라 영향을 받아 무공필름이 선도유지에 효과적인 결과를 보여주었다. 이는 밀봉을 통하여 수분감소가 줄고 중량이 유지되었기 때문으로 보았는데, 어린잎 채소도 같은 결과를 보여주었다. 한편, Lee 등 (2)은 밀봉을 하면 필름종류에 따른 차이가 없다고 하였으나, 본 연구에서 랩 포장(D형)은 다른 포장재보다 외관수분 감소가 컸다. 이는 포장종류에 따라 원활한 공기 유동으로 인한 수분감소와 상품성 저하가 나타나면서 필름 종류에 따라서도 차이를 가져오는 것으로 보인다.

본 연구에서는 유통현장에서 이용되는 어린잎 채소 포장 방법에 대한 현지조사를 통해 현장에서 필요한 실제적인 연구를 추구하고자 하였다. 포장 내 선도유지는 포장종류나 재질에 대한 연구는 수행하였으나, 유통이나 소비의 다양한 여건 변화에 따라 다양한 포장크기나 혼입량 등 대한 연구도 필요할 것으로 예상된다. 앞으로 포장재 내 산물 보존을 위한 연구는 모델링이나 시뮬레이션과 같은 다양한 조건에 부응할 수 있도록 효율적인 연구가보다 필요할 것으로 생각된다.

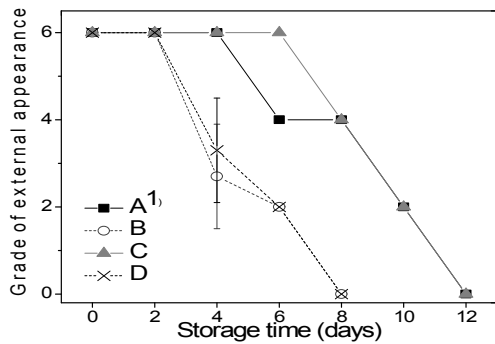


Fig. 6. Changes of appearance of *tah tasai* Chinese cabbage baby leaf vegetable packaged by four different packing modes at 16°C storage condition. Data represent the mean  $\pm$  SE of four replicates.

<sup>1)</sup>Refer to the packaging types in Fig. 1.

### 요 약

유통현장에서 다양한 포장형태로 이용되는 어린잎 채소의 포장 방법별 선도유지 효과를 구명하고자 하였다. 현장에서 이용되는 대표적인 소포장 형태별로 다채를 16°C에 저장하면서 중량변화, 수분 함유량, 가스조성, 외관품위 등을 측정하였다. 포장형태에 따른 중량변화는 밀폐 정도가 큰 PET 용기 포장(밀폐형)과 OPP 무공필름 포장에서 적었으며, 외관의 변화 정도도 적어 비교적 높은 상품성을 유지한 것으로 나타났다. 그러나 무공의 OPP 필름으로 저장한 경우 색상변화 정도가 커서, 포장 시 이에 대한 고려도 필요할 것으로 생각된다. 본 실험의 결과, 밀폐 정도가 크고, PET와 같은 경질 필름 형태로 저장하는 것이 상품성 유지에 효과적인 것으로 나타났으며, 포장 형태의 천공 정도가 큰

것은 상품성을 저하시키는 것으로 나타났다. 어린잎 채소의 포장 방법에 대한 연구는 많이 있으나 유통현장에서 활용이 많이 미흡한 실정으로 본 실험 결과를 통해 어린잎 채소를 효과적으로 상품성을 보존할 수 있는 방법 검토시 도움이 되리라 생각된다.

### 참고문헌

1. Lee JS, Lee HE, Lee YS, Chun, CH (2008) Effect of packaging methods on the quality of leaf lettuce. *Kor J Food Preserv*, 15, 630-634
2. Bhowmik SR, Jung, CP (1992) Shelf life of green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *J Food Sci*, 57, 948-953
3. Lee HE, Lee JS, Choi JW, Pae DH, Do KR (2009) Effects of mechanical stress on postharvest quality of baby leaf vegetables. *Kor J Food Preserv*, 16, 699-704
4. Park SK (1989) Food utility value and culture methods of sprout-vegetables. *Kor Protected Hort*, 2, 34-41
5. Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis BA, Edwardson SE, Obendorf RL (2001) Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *J Sci Food Agri*, 81, 1094-1100
6. Meyerowitz S (1999) *Sprouts the miracle food: the complete guide to sprouting*. 6th edition, Sproutman Publications Inc, Massachusetts, USA
7. Kang HM, Choi IL, Kim IL (2008) Comparison packing materials for mixed sprout vegetables. *J Bio-Environment Con*, 17, 226-230
8. Kang HM, Kim IS (2007) Comparison of storability of some sprouts vegetables in MA storage. *J Bio-Environment Con*, 16, 415-419
9. Jang, SW, Kim WB, Ryu KO (2001) Selection of promising 'Ssam' vegetable for summer production in highland. *Kor J Hort Sci Technol*, 19, 140-144
10. Kim YJ, Park HT, Han HS (2006) Production distributions status and development plan for sprout and wrap vegetables. *Annual report of KREI*, C2006-26
11. Tani A, Kiyota M, Aiga I (1995) Trace gases generated in closed plant cultivation systems and their effect on plant growth. *Biological Sciences in Space* 9, 314-326
12. Lee YS, Lee YE, Lee JS, Kim YS (2011) Effect of antimicrobial microperforated film packaging on extending shelf life of Cluster-type Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Kor J Hort Sci Technol*, 29, 447-455
13. Selke SEM, Culter JD, Hernandez RJ (2004) Major

- plastics in packaging in plastics packaging: properties, processing, applications, and regulations, Hanser Gardner Publication Inc 2 edition, Ohio, p 89-134
14. Yasuda H, Clark HG, Stnnett V (1968) Permeability in Bikales NM ed, Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol. 9. Interscience Publishers Co, New York, p 794-807
  15. HunterLab. (2001) Hunter L, a, b, versus CIE 1976 L\*a\*b\*. Application note, 13, Virginia, USA, p 1-4
  16. Jeong JC, Park KW, Yang YJ (1990) Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce during low temperature storage. J Kor Soc Hort Sci, 31, 219-225
  17. Lee JS, Chung DS, Lee JU, Lim BS, Lee YS, Chun C (2007) Effects of cultivars and storage temperatures on shelf-life of leaf lettuces. Kor J Food Preserv, 14, 345-350
  18. Yang YJ, Park KW, Jeong JC (1991) The influence of pre-and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. Kor J Food Sci Technol, 23, 133-140
  19. Kader AA (2002) Postharvest technology of horticultural crops 3rd edition. University of California, California, USA
  20. Kays JS (1991) Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, New York, USA
  21. Lee JS, Chung DS, Choi JW, Jo MA, Lee YS, Chun C (2006) Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. Kor J Food Preserv, 13, 8-12
  22. Yaptenco KF, KIM JG, Lim BS (2007) Gas transmission of commercially available polyethylene and polypropylene films for modified atmosphere packaging. Philippine Agr Sci, 90, 22-27
  23. Bae RN, Choi HC, Mok IG, Jung DS (2003) Effects of perforated PE film packaging and storage temperature on quality of red pepper. J Kor Soc Hort Sci, 44, 49-51
  24. Lee JS, Kim JG, Park S (2009) Effects of chlorine wash on the quality and microbial population of '*tah tasai*' Chinese cabbage microgreen. Kor J Hort Sci Technol, 27, 625-630
  25. Nam SY (1996) Qualitative changes in leaf conditions. Ph D Diss, Seoul National University, Seoul, Korea, p 36-75

---

(접수 2011년 7월 19일 수정 2011년 11월 29일 채택 2011년 12월 16일)