

## 파프리카 저장 온도 변화와 폴리아미드 필름 포장 적용에 따른 품질 변화

Бямбаагийн Баяр-Эрдэнэ · 이정수\* · 박미희 · 최지원 · 엄향란 · Siva Kumar Malka · 윤여은  
김채희 · 김호철<sup>1</sup> · 이진욱<sup>2</sup> · 박기영<sup>3</sup> · 배종향<sup>1</sup> · 이윤석<sup>4</sup> · 정천순<sup>5</sup> · 박종숙<sup>6</sup>

국립원예특작과학원

<sup>1</sup>원광대학교

<sup>2</sup>중앙대학교

<sup>3</sup>공주교육대학교

<sup>4</sup>연세대학교

<sup>5</sup>강원대학교

<sup>6</sup>전북농업기술원

## Quality Changes as Affected by Storage Temperature and Polyamide Film Packaging in Paprika (*Capsicum annuum* L.)

Byambaa Bayar Erdene, Jung-Soo Lee\*, Me Hea Park, Ji Won Choi, Hyang Lan Eum, Siva Kumar Malka,  
Yeoeun Yun, Chae-Hee Kim, Ho Cheol Kim<sup>1</sup>, Jinwook Lee<sup>2</sup>, Ki Young Park<sup>3</sup>, Jong Hyang Bae<sup>1</sup>,  
YounSuk Lee<sup>4</sup>, Cheon Soon Jeong<sup>5</sup>, and Jong-Suk Park<sup>6</sup>

National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

<sup>1</sup>Department of Food and Environmental Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

<sup>2</sup>Department of Integrative Plant Science, Chung-Ang University, Anseong 17546, Korea

<sup>3</sup>Department of Practical Arts Education, Gongju National University of Education, 27, Gongju, 32553, Korea

<sup>4</sup>Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 26493, Korea

<sup>5</sup>Department of Horticulture, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

<sup>6</sup>Fruit Vegetable Research Institute, Jeonbuk Agricultural Research & Extension Services, Gunsan 54062, Korea

**Abstract** The purpose of this study was to examine the effect of packaging on quality maintenance of paprika (*Capsicum annuum* L. cv. Nagano RZ) stored at three different temperatures. In Korea, paprika is stored and distributed under ambient conditions. To ensure the freshness maintenance, determining optimal storage temperature is necessary. Paprika were unpacked (control) or packed with polyamide film and stored at 5°C, 10°C and 20°C for 35 days. Quality characteristics such as weight loss and appearance were examined. Paprika packed with polyamide film showed less quality changes compared to unpacked paprika under all the storage temperatures. The commercial properties tended to decrease rapidly during storage at 20°C regardless of packing. The degree of weight loss was significantly lower in packed paprika compared to unpacked paprika. It was found that soluble solids, pigments, hardness, etc. were complexly affected by storage temperature and film packaging. For paprika, the storage temperature of 5°C or 10°C was effective in maintaining freshness; paprika packed in polyamide film packing maintained greater freshness than unpacked paprika. Our results showed that, packaging is required to preserve the freshness and to improve the marketability of paprika in the domestic market. It seems that it is necessary to continuously search for an effective packaging method.

**Keywords** Paprika, Storage temperature, Film packaging, Marketability

---

\*Corresponding Author: Jung-Soo Lee  
NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea  
Tel: +82-63-238-6422  
E-mail: lis808@rda.go.kr

## 서론

다양한 저장환경에서는 포장이 원예산물의 선도 유지에 효과적인 방법이다<sup>1)</sup>. 파프리카(paprika)란 용어는 희랍어로써, 유럽에서는 대개 고추를 통칭하고 있으며<sup>2,3)</sup>, 국내에서는 ‘착색단고추’라고도 불리우고 있으며, 학명은 *Capsicum annuum* L.이고, 그 외에 sweet pepper, bell pepper, pimento 등으로 불리고 있다<sup>3)</sup>. 파프리카는 매운맛이 적고, 단맛이 있어 생식용으로 샐러드 등에 많이 이용되는 채소로써<sup>3,4)</sup>. 국내에서는 고추를 일반적으로 조미채소로 구분하지만, 파프리카를 양채류로 구분하고 있다<sup>2,3)</sup>. 파프리카는 생체중량은 150~220 g 정도로, 크기에 따라 2L·L·M·S·2S으로 형태로는 blocky·mini-blocky·conical 등으로 나누며, 파프리카는 미성숙과 일 때는 청색에서 과실이 성숙됨에 따라 적색·황색·주황색·검보라색 등 다양한 색상을 지니는데, 색상별 다양한 색소는 carotenoid를 비롯하여 ascorbic acid, tocopherol, phenolic compounds와 같은 다양한 phytochemical의 좋은 영양 급원으로써 건강 채소로도 인식되고 있다<sup>3,5,6,7)</sup>. 국내에서 파프리카 1900년대 초반부터 생산을 시작하여 2000년대 이후 수출되기 시작하였으며, 신선 농산물 중에서 가장 많이 수출되어 일본 시장의 60~70%로 점유하고 있으며<sup>2,7)</sup>, 지속되어 수출하고 있으며 국내에서 고소득 작물로도 각광 받고 있다<sup>3,7)</sup>. 파프리카의 생산과 소비 증가에 따라 다양한 연구가 진행되어, 수확후의 생리 특성<sup>8)</sup>과, 착과 촉진을 위한 에틸렌 처리<sup>9)</sup>, 품종에 따른 차이<sup>10)</sup> 등의 연구 결과가 보고 되어 있으나, 파프리카와 같은 과채류는 수확후 저장이나 유통 동안에 호흡이나 증산과 같은 활발한 생리작용과 함께 곰팡이를 비롯한 미생물의 오염 등 부패발생으로 인하여 상품성의 손실이 발생할 수 있다<sup>7,11)</sup>. 파프리카는 국내에서 수확후 컨테이너 상자 또는 골판지 상자에 넣어져

서 저장 또는 운송되는데 이때 저장고 및 운송차량의 공기에 노출되어 빠르게 시들음이 진행되는 것으로 알려져 있다<sup>7,11)</sup>. 또한 수확후 손실뿐만 아니라 영양적 성분 감소나 수분함량이나 색소 변화 등으로 품질 저하가 발생하여, 이를 억제하기 위한 대책이 요구된다<sup>11)</sup>. 이러한 수확후 문제를 보완하기 위하여 필름 커버를 이용한 포장 기술로 선도 유지에 대한 보고가 있으나<sup>11)</sup>, 저장 또는 유통 시 온도 등의 관리를 달리하였을 때 나타나는 환경 차이에 따른 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내에서 파프리카 유통 등의 실태를 조사하고, 온도 환경 차이에 따른 포장에 따른 품질에 미치는 변화를 조사하여, 선도 유지에 효과적인 온도와 필름 포장 여부에 따른 효과를 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 수확후 유통 및 포장 현황 조사

파프리카 수확에서부터 저장 및 유통 현황을 파악하기 위하여 2020년 9월에 전북지역의 재배지역과 이들이 출하하는 유통 현장인 운봉농협산지유통센터, 경매시장인 ‘농협부산물공판장’ 및 중도매상에 직접 방문하여 설문지를 통해 수확후 유통·포장·판매까지의 과정을 조사하였다.

### 2. 실험 재료

본 연구에서 사용된 파프리카 실험 재료인 ‘나가노알제트(Nagano RZ, Rijzwaan, Netherland)’는 전북 남원의 농가에서 9월 18일에 수확한 것 중에서 모양과 상태가 균일한 것을 선별하여 시료로 사용하였다. 실험에 쓰인 파프리카는 착과 후 45일정도의 적숙(適熟) 상태인 것을 이용하였다. 실험에 이용한 파프리카 과실 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. ‘Nagano RZ’ paprika cultivar of fruit characteristics on harvest

Cultivars	Fruit			Soluble solids content (°Brix)	Fruit firmness (N)	Fruit color		
	weight (g)	height (cm)	width (cm)			L*	a*	b*
Nagano RZ	158.9 ± 17.9	87.2 ± 1.6	76.8 ± 0.3	5.2 ± 0.4	20.5 ± 1.8	34.8 ± 2.8	28.7 ± 1.8	21.5 ± 2.6



Fig. 1. Different packaging types of paprika in corrugated box with or without inner nylon film. (A) ‘Nagano RZ’ paprika in unpackaged corrugated box; (B) ‘Nagano RZ’ paprika in corrugated box with nylon film.

**Table 2.** Storage temperature and humidity with or without packaging on 'Nagano RZ' paprika cultivar

Temperature setting	Packaging treatment	Storage temperature (°C)	Storage humidity (%)
5°C	A <sup>1)</sup>	4.7±0.2	78.7±3.3
	B	5.5±0.2	90.3±0.8
10°C	A	12.9±1.1	91.0±1.3
	B	11.1±0.2	92.3±0.8
20°C	A	20.0±0.9	91.8±1.9
	B	20.8±1.0	91.9±0.9

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

### 3. 저장방법 및 포장 형태

파프리카 저장 온도와 필름 포장 여부에 따른 선도 유지 여부를 검토하고자, 포장은 Fig. 1과 같이 파프리카용 골판지 상자(443 × 295 × 175 mm)에 5 kg을 선별하여 담았으며, 포장 방법은 필름 포장 여부에 따라 무포장과 폴리아미드 (polyamide) 필름(Hyosung biaxially oriented nylon film, 두께 15 μm, 산소투과도 : 300~350 mol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>MPa, 투습도: 180 g·m<sup>-2</sup>·day, 광투과도 : 89~91%)으로 포장한 것을 이용하였다. 수확 후 저장은 온도에 따라 5°C, 10°C와 20°C로 나누어 하였다. 각 포장 후 저장에 따른 온도와 습도는 Table 2와 같다.

### 4. 선도 및 외관 변화

Jeong 등<sup>12)</sup>의 방법을 참고로 하여, 선도 변화에 따른 상품성과 선도 지수는 3명의 평가원들이 파프리카의 색, 형태 변화, 신선도 등을 상등급에서 하등급까지 5단계를 두어 7일 간격으로 조사(선도 기준: 4 = 매우 신선, 수확 당시와 유사; 3 = 선도 약간 저하, 광택 비슷, 시장판매 가능; 2 = 선도 저하, 변색, 시장성 상실; 1 = 연화 시작, 짓무름 및 부패 시작; 0 = 식용 불가)와 함께, 외관 변화를 촬영하였다.

### 5. 생체중량

파프리카를 저장고에 입고할 때 초기의 중량과 1주 간격으로 생체중을 측정하여 입고 시 무게를 기준으로 감소 정도를 백분율로 나타내었다.

### 6. 색상차

색도차(ΔE)는 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter Lab<sup>13)</sup>와 Lee 등<sup>14)</sup>의 보고를 참고로 하여 7일 간격으로 조사하여, ΔE를 구하였다.( $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ , trace = 0~1.5; appreciable = 1.5~6.0; much = 6.0~).

### 7. 색소 함량 (carotenoid)

Nagata<sup>15)</sup> 방법을 참고하여, 시료 5g을 80% 아세톤에서

추출하여 원심분리하여 spectrophotometer(Du-650, Bio Tek Instrument Inc. 국가)를 이용하여 479 nm, 645 nm, 663 nm에서 흡광도를 측정하고 함량을 산출하였다.

### 8. 페놀

총 페놀 함량은 Karaca 등<sup>16)</sup>의 방법을 참고하여 준비하였다. 시료를 동결 건조하여 분쇄한 후 시료 1.5 g에 80% 에탄올 25 mL을 넣고 1시간 동안 초음파 추출하였다. 이후 12,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 상층액을 시료로 사용하였다. 총 페놀 함량은 Richard-Forget 등<sup>17)</sup>의 방법을 참고로 하여 분석하였다.

### 9. 가용성 고형물(SSC)

가용성 고형물은 파프리카 과육의 부위에서 즙액을 짜서 디지털 당도계(PAL-1, Atago, Japan)으로 측정하였다.

### 10. 경도

경도는 Lee 등<sup>18)</sup>의 방법에 따라 물성측정기 (Texture analyzer TA.XT2, SMS, Godalming, UK)를 이용하여 측정하였다. 파프리카 과육에 직경 5 mm plunger 탐침법 (probing)으로 하여 depression limit 25 mm, test speed 2 mm/sec하에서 측정하였다.

### 11. 통계 분석

각 Figure의 통계 분석은 온도별 필름 포장 여부를 독립적인 변수로 판단하여 LSD를 SAS(Version 9.2, SAS Inc., Cary USA) 프로그램을 이용하여 유의수준  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검정하였다. Figure의 측정치는 4반복으로 평균 (mean) ± 표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 파프리카 국내 유통 및 포장 현황

국내 수확 후 파프리카 유통은 상온에 거래되고 있었으며, 경매장까지 단순히 골판지상자에 담아 유통이 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. Fig. 2와 같이 조사한 전북지역에서의 파프리카의 수확 후에 특별한 온도 관리 없이 상온에서 되고 있었으며, 파프리카의 수확 후 APC에서 선별 후 골판지 종이 박스에 담아 경매장으로 보내고, 이후에 중도매상이 수요처의 요구에 따라 소분하면서 재포장 하고 있는 것으로 조사되었다. 소비지에서의 포장은 Chang 등<sup>19)</sup>의 보고와 같이 소비처의 상황에 따라 달리 판매되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 파프리카의 생산 현지에 있는 운봉농협산지유통센터(APC)에서 9월 15일에 수확 후 유통하였는데, Fig. 3에서 골판지 상자에 담은 후 경매 후까지의 평균온도는 22.4°C에 습도는 79.6%이었으며 APC에서 경매



Fig. 2. Common harvest and distribution channel of paprika in Korea.

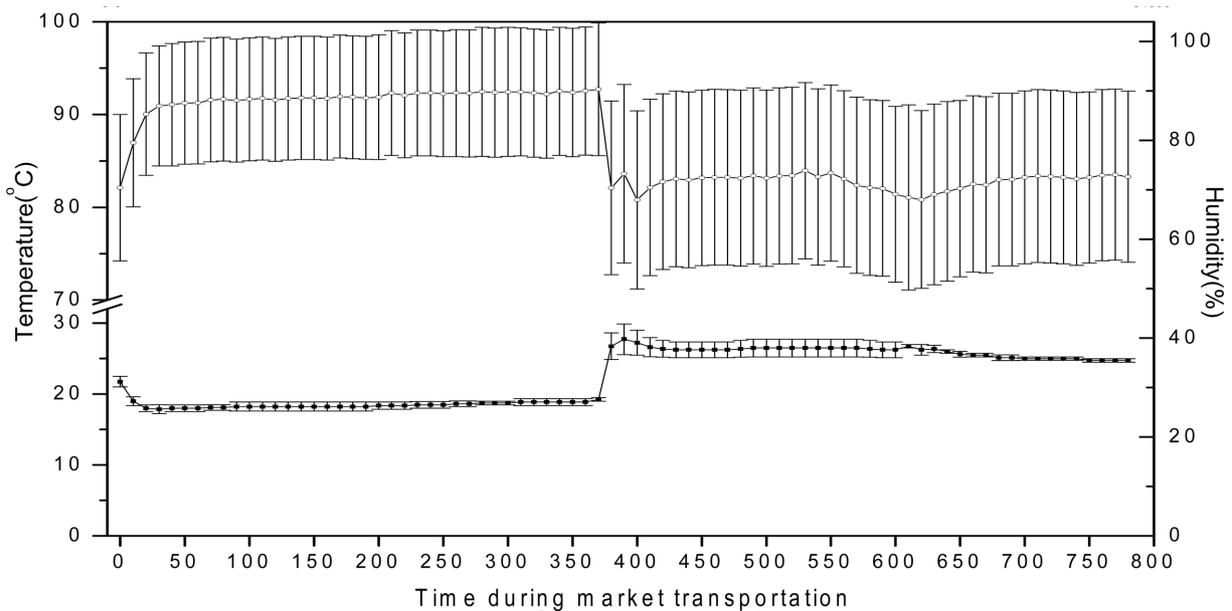


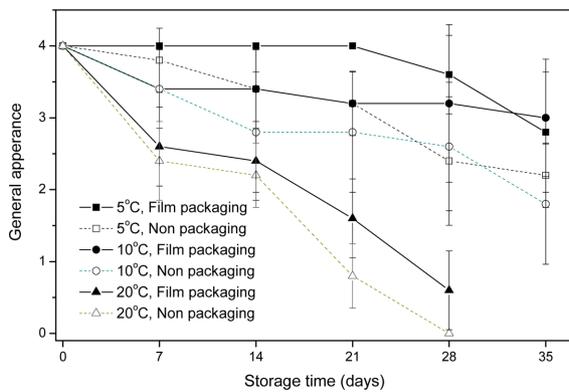
Fig. 3. Temperature and humidity during domestic transportation of paprika in Korea.

장인 농협 부산 공판장까지는 경매 후 중·도매상에게까지 인 수까지는 780분(13시간)이 소요되는 것으로 나타났다. 이 중 에서 APC에서 경매장까지의 운송 시 360분(6시간)이 소요 되었으며 온도는 18.5°C에 습도는 88.0%이었다. 공판장에 서 경매가 이루어지고 중·도매상에 인계될 때까지는 420분 (7시간)이 걸렸으며, 온도가 25.7°C에 습도가 72.5%로 수송 시 보다 온도는 7.2°C 상승하였고, 습도는 15.5%로 감소하 는 것으로 나타났다. 파프리카의 적정 온도 관리 온도는 8~10°C로 알려져 있어<sup>7)</sup>, 운송과 경매 시 파프리카의 품은 이 변화하여 보다 적극적인 관리가 필요해 보이며, 특히 경 매장에 도착 후에 온도 급격히 높아짐으로 경매장에서 온 도 관리에 대한 적극적인 대책이 필요해 보인다. 경매 후 중·도매상에게 소포장을 PP 봉지 사용 이유를 문의하였는 데, 경험상 파프리카 PP 봉지 사용이 편리하고 선도가 잘 유지되기 때문이라 답변하였다. 그러나 이러한 확신은 특정

시점에서 비교 대상 없이 단편된 현상에 경험의하여 특정 짓는 잠정적인 판단에 불과하여서, 여러 가지 환경에서 동 일 조건으로 실험하여 객관적 비교로 사실에 증거한 검증 이 필요할 것으로 보인다.

## 2. 선도 및 외관 변화

파프리카 저장 온도와 필름 포장 여부에 따라 저장 중 외관에 영향을 미쳤다. Fig. 4에서 파프리카는 저장이 진행 될수록 외관 변화에 따른 상품성이 온도에 따라 차이를 보 였으며, 또한 저장 후기에는 필름 포장 여부에 따라서도 영 향을 받는 것으로 나타났다. 파프리카 저장 온도(5°C, 10°C 및 20°C)에서 필름 포장 여부에 따른 외관 변화에 따른 상 품성을 나타냈는데, 저장기간 동안 상품성 지수가 감소하였 으며, 외관에 따른 상품성은 포장하여 저온 5°C와 10°C에 서 저장 하는 것이 상온 20°C보다 변화 정도가 적은 것으



Storage time (days)	7	14	21	28	35
Storage temperature (A)	ns	ns	***	***	***
Film packaging existent or not(B)	ns	ns	ns	*	***
A*B	ns	ns	ns	ns	ns

**Fig. 4.** Change in the general appearance of paprika stored at 0°, 10°C and 20°C as affected by packaging treatment. Grade from sensory evaluation table: 4(excellent), 3(good with marketability), 2(fair), 1(poor) and 0(very poor ns,\*, \*\*, \*\*\* Non significant at  $p = 0.05$ , significant at  $p = 0.05$ ,  $p = 0.01$  or  $p = 0.001$  respectively. <sup>1)</sup>Refer to Fig. 1 for packaging types. Data represent the mean  $\pm$  SD of five replications.

로 나타났다. 경시적인 외관 변화를 보면, 저장이 진행될수록 외관의 차이가 커져서(Fig. 5), 저장 21일부터 저장 온도에 따라 유의 차이를 보였고(Fig. 4), 필름 포장 여부에 따라서는 저장 28일부터 유의 차이를 나타냈다. 상품성 지수 3점을 시장에서 신선 상태로 판매 가능한 것으로 판단하였을 때, 저장 28일째 5°C에서 포장한 것이 지수가 3.6으로 가장 좋았고, 10°C에서 포장이 3.2이었으며, 저장 5°C와 10°C의 무포장은 2.4~2.6으로 지수가 3.0미만이었으며, 20°C에서 지수가 0.0~0.6으로 필름 포장 여부와 상관없이 매우 낮은 상품성을 보였다. Fig. 5에서 저장 35일 이후에는 저장한 모든 온도에서 꼭지 부분(과경) 등에서 곰팡이가 발생하였는데 포장한 것에서 더 많은 발생하는 경향을 보였다. 저온 5°C의 무처리인 과피 표면에 피팅에 의한 생리장해 현상까지 나타냈으나, 포장하여 저장하는 경우에 피팅과 같은 생리장해는 억제하는 경향이 있다. 파프리카 저장 시 저장 온도를 낮추어도 포장을 하면 생리장해를 억제할 수 있으나 포장 안의 과습으로 인하여 곰팡이가 발생과 같은 손실이 나타남으로 이에 대한 대책도 필요할 것으로 생각된다. 본 실험에서 실험온도를 유통되고 있는 상온의 온도인 20°C와 적정 저장 온도인 10°C외에도, 5°C를 조사하였는데, 이는 낮은 온도인 5°C에서 포장을 통해 저온저장을 통해 저장 장해를 없애면 선도가 더 유지되어 저장성을 연장시킬 수 있기 때문에 가능성을 검토하였다. Lee 등<sup>14)</sup>은 상추는



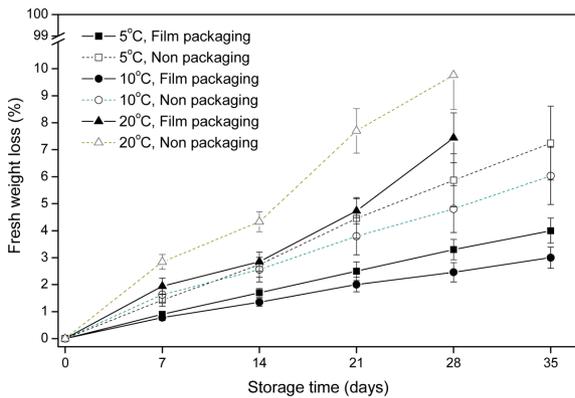
**Fig. 5.** Outside appearance of paprika stored at 0°C, 5°C and 20°C as affected by packaging treatment. <sup>1)</sup>Refer to packaging type in Fig. 1.

무포장 처리를 제외하면 저장 온도가 가장 영향을 크게 미친다고 하였는데, 본 연구에서도 외관에 따른 상품성은 저장 온도가 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 필름 포장 여부는 저장 온도에 따라 부가적으로 영향을 받는 것으로 보인다.

**3. 생체중량 변화**

파프리카 저장 중 생체중량은 필름 포장 여부에 따른 차이가 컸으며, 저장 온도에 따라서도 영향을 받았다. 파프리카 저장 중 생체중량은 저장 온도의 차이와 필름 포장 여부에 따라 감소 정도에 따라 저장 초기부터 유의 차이를 보였으며, 수확 후 포장을 통해 저장 중 생체중량 변화 정도를 조절 할 수 있는 것으로 나타났다. 파프리카 수확 후 저장 온도와 필름 포장 여부에 따라 저장 중 생체중량 변화는 저장기간이 경과함에 따라 감소 정도가 증가하는데 (Fig. 6), 저장 중 포장 온도와 필름 포장 여부에 따라 저장 7일부터 수확 종료 시까지 유의 차이를 보이는 것으로 나타났는데, 필름 포장 여부에 따른 영향이 커서 포장한 것이 중량변화가 적었으며, 저장 온도에 따라서는 10°C, 5°C, 20°C 순으로 적은 것으로 나타났다. 원예작물의 수분함량은 대부분 90~95% 이상으로, 저장하는 동안 생체중량 감소는 농산물의 구조와 수분함량 변화, 저장 온, 습도와 같은 여건에 영향을 받아 감소하는데, 5~10% 정도 감소하면 상품성

이 없는 것으로 알려져 있다<sup>19, 21, 22</sup>). 본 실험에서 파프리카 생체중량 감소는 Fig. 6과 같이 저장 기간 동안의 필름 포장 여부에 따른 생체중량 변화는 저장 종료 시까지 나이론 필름으로 파프리카를 포장한 것이 2.0~4.9%인 반면에 무포장은 3.4~7.7%이었다. 저장 온도에 따른 생체중량 변화는 저장 21일째 10°C에서 저장이 2.0~3.8%였고, 5°C에서는 2.4~4.5%인 반면에 20°C에서는 4.7~7.7%로 10°C저장이 5°C나 20°C보다는 적은 것으로 나타났다. 이를 필름 포장 여부 및 저장온도에 따른 영향을 보면, 20°C의 무포장이 21일째에 7.7%로 가장 빨리 변하는 것으로 나타났으며, 20°C 포장과 5°C의 무포장이 28일째에 7.4%와 5.9%였으며 10°C의 무포장이 35일째 6.0%이었고 5°C와 10°C 저장에서 포장처리는 저장 종료 35일째에도 4.0%와 3.0%인 것으로 나타났다. 저장온도 별 공히 필름 포장 여부에 따라 무포장이 포장 보다 생체중량 감소 정도가 컸으며, 본 연구의 저장온도에 따라서는 20°C가 가장 컸다. 실험 결과에서 중량감소가 저장 온도와 필름 포장 여부에 따른 생체중량 감소 정도는 저장 온도 10°C에서 포장한 것이 5°C나 20°C보다 더 적었으며, 포장 유무에 따른 효과 보다 중량 변화가 적었는데, 파프리카 저장 중 무포장은 개방된 저장 환경에 놓여 활발한 증산작용으로 인해 생체중량 감소 정도가 큰 것으로 나타난 것으로 보인다. 이는 적정 저장온도에서 포장재의 이용으로 수분 증발을 감소시켜 생체중량 변화를 억제시켜 적은 것으로 생각된다. 본 연구에서는 결과 파프리카 저장 온도 별 공히 필름 포장 여부에 따라 무포장이 포장 보다 생체중량 감소 정도가 컸으며, 온도에 따라서는 20°C가 가장 컸으며 포장한 5°C와 10°C순으로 감소 폭이 적은 것으로 나타났다.

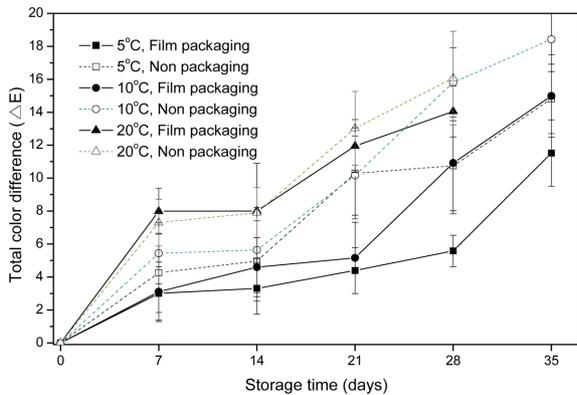


Storage time (days)	7	14	21	28	35
Storage temperature (A)	***	***	***	***	***
Film packaging existent or not(B)	***	***	***	***	***
A*B	ns	ns	ns	ns	ns

**Fig. 6.** Change in fresh weight loss of paprika cultivars, ‘Nagano RZ’ as affected by packaging and storage temperature at 5°C, 10°C and 20°C. ns, \*, \*\*, \*\*\* Non significant at  $p = 0.05$ , significant at  $p = 0.05$ ,  $p = 0.01$  or  $p = 0.001$  respectively. <sup>1)</sup>Refer to Fig. 1 for packaging types. Data represent the mean  $\pm$  SD of five replications.

**4. 색상차(ΔE)**

색상의 변화는 저장이 진행될수록 색상 차이를 인지할 수 있었으며, 저장 온도와 필름 포장 여부에 따라 저장 중에 유의 차이를 보이기도 하였다. Fig. 7에서 파프리카 수확 후 경시적 변화는 색상 변화로 인해 저장 초기 7일부터 온도에 따른 차이를 보였으며, 포장에 의해서도 저장 후기까지 영향을 미치는 것으로 나타났다. 파프리카 저장 7일째에 색상차(ΔE)가 3.0~8.0으로 수확후 저장 전과 색상 차이의 인지가 가능하였으며, 저장 종료 시에는 모든 처리의 색상차(ΔE)가 11.5 이상으로 저장 초기와 비교해 차이가 매우 컸다. 파프리카 저장 21일째에 색상차(ΔE)를 살펴보면 저장온도 및 필름 포장 여부에 따라 유의 차이를 보였는데, 필름 포장 여부에 따라서는 무포장이 색상차가 10.2~13.0으로 포장의 4.4~12.0과 차이를 보였으며, 저장 온도 20°C의 색상차(ΔE)가 12.0~13.0으로 다른 저장 온도와 차이를 보였고 저장 10°C는 5.2~10.2이고, 저장 5°C는 4.4~10.8로 서로 비슷한 수준으로 나타났다. 이를 보면 파프리카 저장



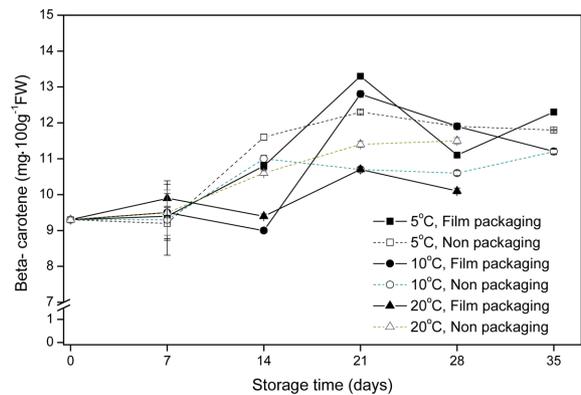
Storage time (days)	7	14	21	28	35
Storage temperature (A)	*	**	***	***	ns
Film packaging existent or not(B)	ns	*	***	**	ns
A*B	ns	ns	*	ns	ns

**Fig. 7.** Total color difference of paprika cultivars, ‘Nagano RZ’ as affected by packaging and storage temperature at 5°C, 10°C and 20°C. <sup>1)</sup>Refer to Fig. 1 for packaging types. Data represent the mean ± SD of five replications.

중 색상차(ΔE)는 저장 온도에 따라 차이가 커지고, 필름 포장 여부도 영향을 미치는 것으로 보인다. 파프리카 저장 중의 온도에 따른 색상차의 영향은 저장 5°C와 10°C에서 변화 정도가 20°C보다 적은 것으로 나타났다. 필름 포장 여부는 저장 온도에 따로 효과가 달랐는데, 저장 온도 20°C에서는 필름 포장 여부에 따른 차이가 크지 않았으나, 저장 온도가 상온 20°C보다 낮은 5°C와 10°C에서는 포장이 무포장 보다 색상 변화가 적은 것으로 보였다. 따라서 포장에 의해 색상 변화는 저장 시 온도가 낮은 5°C와 10°C에서 변화가 적어 품질 저하를 억제시킬 수 있는 것으로 나타났다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 현재의 상온으로 관리되는 저장·유통 환경에서 색상 변화를 줄이기 위한 온도 관리의 개선이 필요할 것으로 보인다. 실험 결과, 파프리카는 저장 온도가 상온(20°C)보다 낮은 저장온도인 5~10°C의 저온에서 색상 변화가 적으며, 포장을 통해 더욱더 색상 차이에 의한 변화를 억제시키는 것으로 보였다.

**5. 색소 함량(중 carotenoid)**

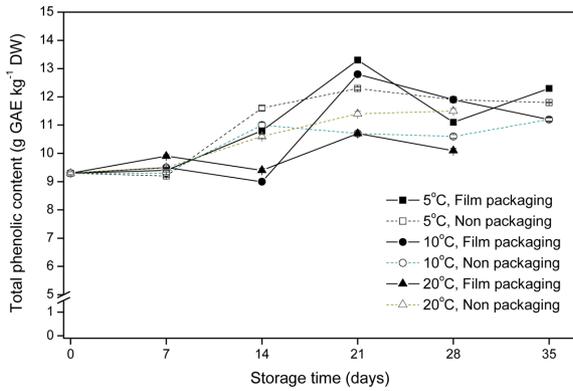
파프리카의 온도 별 필름 포장 여부에 따른 β-carotene 조사한 저장 중 함량 변화는 Fig. 8과 같다. 파프리카 저장 시 carotenoid 함량은 저장 온도와 필름 포장 여부 및 그 교호 작용에 유의 차이를 보였으며, 저장이 지속됨에 따라 다소 증가하는 것으로 나타났다. Fig. 8에서 파프리카 저장 28일에 보면 저장 온도에 따라서는 저장 20°C가 0.76~1.45 mg·L<sup>-1</sup>이었고, 저장 10°C는 0.74~1.20 mg·L<sup>-1</sup>였으며, 5°C에



Storage time (days)	7	14	21	28	35
Storage temperature (A)	ns	***	***	***	***
Film packaging existent or not(B)	ns	***	***	***	***
A*B	ns	***	***	***	ns

**Fig. 8.** Change in beta-carotene of paprika cultivars, ‘Nagano RZ’ as affected by packaging and storage temperature at 5°C, 10°C and 20°C. ns, \*, \*\*, \*\*\*Non significant at  $p = 0.05$ , significant at  $p = 0.05$ ,  $p = 0.01$  or  $p = 0.001$  respectively. <sup>1)</sup>Refer to Fig. 1 for packaging types. Data represent the mean ± SD of five replications.

서는 0.73~0.79 mg·L<sup>-1</sup>이었다. 저장 28일째 필름 포장 여부에 따라서는 무포장이 0.79~1.45 mg·L<sup>-1</sup>이었고, 포장이 0.73~0.76 mg·L<sup>-1</sup>이었다. 저장 28일에 온도와 포장에 따른 교호 작용에 의해서는 저장온도 20°C에서 무포장이 1.45 mg·L<sup>-1</sup>으로 가장 함량이 높았고 10°C의 무포장이 1.20 mg·L<sup>-1</sup>으로 다음이었으며, 저장 5°C의 포장이 0.73 mg·L<sup>-1</sup>으로 낮은 함량을 보였다. 파프리카 저장 동안의 carotenoid 함량은 저장 온도가 낮을수록, 포장이 무포장 보다 높게 유지하는 것으로 나타났다. Park 등<sup>23)</sup>의 보고에 의하면 carotenoid는 노란색~빨간색을 나타내며 식물체에서는 색소체에서 합성되어 축적되는데, 탄소 40개가 기본으로 이루어진 천연 색소이다. 광합성의 보조 색소로써 광흡수 뿐만 아니라 과다한 광으로부터 식물 세포를 보호하고, abscisic acid 합성의 전구물질로 알려져 있다. 파프리카 품종 별 carotenoid의 함량 검토를 통해 고유 특징으로만 구별 하였지만<sup>10,24)</sup>, 본 연구에서 보면 동일 품종 안에서도 저장 온도와 같은 영향을 받아 달라져서, 외부 요인에 의해서도 색소 함량 변화가 다르게 나타나서, 함량 차이를 통해 품종 특징을 구분 짓는 것 이외에도 외부 환경의 영향을 가늠할 수 있는 가변적인 수치로도 이용할 수 있는 것으로 보인다. Park 등<sup>25)</sup>의 보고와 같이, 본 연구에서 보면 파프리카 carotenoid는 저장 중 온도에 의해서도 영향을 받으며, 저장 시 온도에 따라서는 5°C나 10°C 보다 오히려 저장 온도 20°C와 같은 상온 조건에서 함량이 증가하여 축적되는 것으로 나타



Storage time (days)	7	14	21	28	35
Storage temperature (A)	ns	***	***	*	*
Film packaging existent or not(B)	ns	*	***	*	ns
A*B	**	***	***	***	ns

**Fig. 9.** Total phenolic content of paprika cultivars, ‘Nagano RZ’ as affected by packaging and storage temperature at 5°C, 10°C and 20°C. ns, \*, \*\*, \*\*\* Non significant at  $p = 0.05$ , significant at  $p = 0.05$ ,  $p = 0.01$  or  $p = 0.001$  respectively. <sup>1)</sup>Refer to Fig. 1 for packaging types. Data represent the mean  $\pm$  SD of five replications.

났으며, 필름 포장 여부에 따라서는 무포장에 의해서는 carotenoid의 축적되는 것으로 보인다.

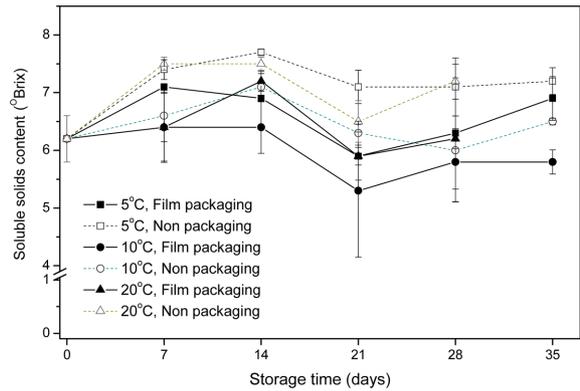
**6. 페놀 함량**

파프리카 저장 온도 별 필름 포장 여부에 따른 페놀 함량은 Fig. 9와 같으며, 저장 동안 대체로 증가하는 경향을 보였으며, 저장온도와 필름 포장 여부에 따른 교호 작용에 의해서도 유의 차이를 보였다. 페놀 화합물은 식물성 식품에 다양하게 존재한다고 알려져 있고 페놀기에 phenolic hydroxyl(OH) 기를 가져, 전자를 수용하는 안정화된 구조로, 황산화 반응 기작에 관여하는 것으로 알려져 있다<sup>25, 27</sup>. 세포 내의 페놀 화합물은 효소적 또는 비효소적 반응으로 인한 중요한 생물 활성 작용으로 알려져 있다<sup>28</sup>. 페놀화합물은 shikimate pathway 거쳐 합성되며, carbohydrate metabolism을 매개체로 사용하여, phenylalanine ammonia lyase(PAL)에 의해 합성되는 것으로 알려져 있다<sup>23</sup>. 이는 polyphenol oxidase(PPO)의 산화 효소가 페놀성 화합물과 반응에 의하여 나타나는데, Mori 등<sup>29</sup>과 Thomson<sup>30</sup>은 수소 수용체가 분자 상의 산소를 흡수하면서 페놀성 화합물이 퀴논 형태로 산화되면서 중합하여 색소의 형성도 보고하였다. 폴리페놀성 화합물로는 catechins, cyanidin, caffeoyl, chlorogenic acid, delphinidin, epicatechin, leucoanthocyanidins 등이 있으며, cyanidin과 delphinidin은 과피의 붉은 색을 형성시키고 catechins이나 leucoanthocyanidin과 결합해 과실의 갈색

화를 촉진 시키는 것으로 알려져 있다<sup>31</sup>. 이에 본 연구에서 파프리카도 저장 중의 페놀이 변화에 대해 구명하고자 총 페놀 함량을 조사하였다. 파프리카 저장 초기 총 페놀 함량은 9.3 g GAE kg<sup>-1</sup>DW이었으며 저장 21일에서 온도에 따라 저장 온도 5°C에 12.3~13.3 g GAE kg<sup>-1</sup>DW, 저장 10°C는 10.7~12.8 g GAE kg<sup>-1</sup>DW, 저장 20°C는 10.7~11.4 g GAE kg<sup>-1</sup>DW이었다. 파프리카 필름 포장 여부에 따라 무포장이 10.7~12.3 g GAE kg<sup>-1</sup>DW이었고 포장 처리가 10.7~13.3 g GAE kg<sup>-1</sup>DW이었다. 저장 온도 별 필름 포장 여부에 따라서는 저장온도 5°C에서 포장이 13.3 g GAE kg<sup>-1</sup>DW로 가장 높은 함량을 가진 것으로 나타났다. 파프리카 저장 온도에 따라서는 다른 온도보다는 저장 5°C에서가 함량이 높아졌고 무포장 보다는 포장 처리한 것이 높아지는 것으로 나타났다. 원예작물인 iceberg 상추에서는 물리적 상처로 인한 에틸렌이 발생 되었을 때, phenylalanine(PAL)의 활성이 높아지고, polyphenol oxidase(PPO)에 의해 페놀 물질이 산화되어 갈변을 유도 한다고 한다<sup>32</sup>.

**7. 가용성 고형물(SSC)**

파프리카 가용성 고형물 함량이 저장 초기 저장 온도와 포장에 따른 차이가 저장 종료 시까지 지속되지 못한 것으로 나타났다. Fig. 10의 수확후 저장 시 파프리카 가용성 고형물 함량(SSC)의 경시적 변화에서 저장 초기에는 소폭



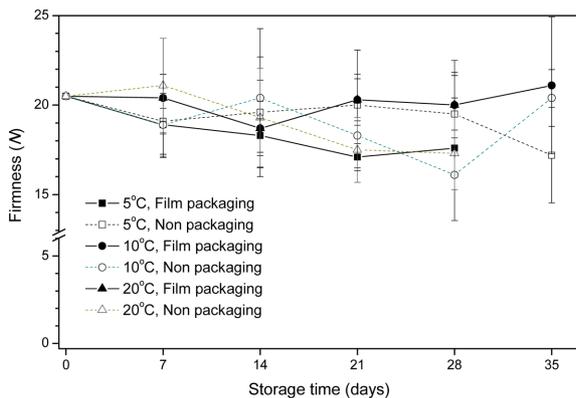
Storage time (days)	7	14	21	28	35
Storage temperature (A)	**	**	ns	ns	ns
Film packaging existent or not(B)	*	***	*	ns	ns
A*B	ns	ns	ns	ns	ns

**Fig. 10.** Change in SSC(solid sugar content) of paprika cultivars, ‘Nagano RZ’ as affected by packaging and storage temperature at 5°C, 10°C and 20°C. ns, \*, \*\*, \*\*\* Non significant at  $p = 0.05$ , significant at  $p = 0.05$ ,  $p = 0.01$  or  $p = 0.001$  respectively. <sup>1)</sup>Refer to Fig. 1 for packaging types. Data represent the mean  $\pm$  SD of five replications.

으로 증가하면서 다소 감소하는凸형의 패턴으로 저장 초기에는 저장 온도나 필름 포장 여부에 따른 유의 차이를 보였으나, 저장이 지속됨에 따라 감소하는 패턴을 보이면서 저장 온도나 포장의 효과가 상쇄하여 처리 간의 차이를 언급하기 어려웠다. 파프리카 저장 14일째에 저장온도 및 필름 포장 여부에 따른 가용성 고형물 함량을 보면 저장온도 20°C에서 7.2~7.5 °Brix이고 5°C에서 6.9~7.7 °Brix, 10°C는 6.4~7.1 °Brix로 나타났으며, 필름 포장 여부에 따라 무포장이 7.1~7.7 °Brix로 포장한 것이 6.4~7.2 °Brix로 차이를 보였다. 저장 중에 온도가 높으면, 다소 가용성 고형물 함량이 높아지고 무포장이 포장한 경우보다 높은 경향을 보였다. Han 등<sup>33)</sup>이 파프리카 저장 시 수확후 가용성고형물(SSC) 함량이 증가하다 감소하는 결과를 보였는데, 본 연구에서도 저장 시 가용성고형물의 함량 변화에서 유사한 경향을 보였다. 그러나 가용성고형물의 함량 변화 현상은 관찰하였으나 원인에 대한 명확한 고찰이 불충분하여 앞으로 이를 구명할 수 있는 후속적인 연구가 이루어져 할 필요가 있을 것으로 보인다.

8. 경도

파프리카 수확후 저장 중 저장온도와 필름 포장 여부에 따른 효과를 나타냈었다. 파프리카 저장 중 경도는 경도가 저장 초기와 비교하여 감소하지만, 큰 감소폭을 보이지 않았으며, 필름 포장 여부에 따른 차이가 명확하지 않았다.



Storage time (days)	7	14	21	28	35
Storage temperature (A)	ns	ns	ns	ns	*
Film packaging existent or not(B)	ns	ns	ns	ns	ns
A*B	ns	ns	ns	ns	ns

Fig. 11. Change in firmness of paprika cultivars, ‘Nagano RZ’ as affected by packaging and storage temperature at 5°C, 10°C and 20°C. ns,\*, \*\*, \*\*\*Non significant at  $p = 0.05$ , significant at  $p = 0.05$ ,  $p = 0.01$  or  $p = 0.001$  respectively. <sup>1)</sup>Refer to Fig. 1 for packaging types. Data represent the mean ± SD of five replications.

Fig. 11과 같이 파프리카의 경도는 저장 중 변화폭이 크지 않았으나, 저장 온도와 필름 포장 여부에 따른 온도 차이는 저장 중반에도 차이를 보이지 않다가 저장이 종료되는 35일에 온도 차이에 따라 유의 차이를 보였다.

파프리카의 경시적인 변화를 보면 경도는 저장 35일째에 저장온도 10°C는 20.4~21.1 N이었고 저장 5°C는 12.7~17.2 N이었다. 저장 20°C 경우에는 28일째에 이미 상품성이 없어 35일에 측정하지 못하였다. 파프리카와 같이 주로 생식으로 섭취되어 씹힘성(chewiness)과 관련되어 경도가 소비자 평가에 중요한 요소로 판단되는데<sup>20)</sup>, 과채류에서의 경도는 연화로 인한 펙틴 물질의 가용화로 세포벽 성분 등의 변화들이 주요 원인으로 작용하는 것으로 알려져 있다. Park 등<sup>2)</sup>은 저장 중 경도가 포장재에 따라 차이를 보인다고 하였으나 본 실험에서 저장 중 저장 온도와 필름 포장 여부에 따른 차이는 본 연구에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서 파프리카 수확후 저장 중의 경도 변화는 필름 포장 여부에 따른 영향은 불분명하여 효과를 직접적으로 언급하기는 어려워 보이며, 저장 온도에 따라서는 저장 종료 시에 차이를 보여 온도가 끼치는 영향이 늦게 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

요 약

파프리카의 다양한 온도 조건(5°C, 10°C, 20°C)에서 포장을 통한 선도 유지 효과를 검토하고자 하였다. 파프리카는 10°C정도에서 저장·유통이 적정한 것으로 알려져 있으나, 국내에서 유통은 상온에서 특별한 온도 관리 없이 이루어지고 있어 선도 유지를 위한 온도관리가 요구되고 있다. 파프리카 적색과인 ‘나가노알체트(Nagano RZ)’ 등을 이용하여 온도에 따라 나이론 필름 포장 여부에 따른 생체중량 감소, 외관 변화 등의 품질 특성을 조사하였다. 포장을 통해서 각 온도 별로 외관에서는 포장을 한 것이 무포장보다 변화폭이 적어, 상품성 보존에 다소 효과적인 것으로 나타났다. 온도에 따라서는 5°C와 10°C에서는 포장을 통해 선도 유지에 효과적으로 보였다. 20°C에서 필름 포장 여부에 관계없이 저장 중에 상품성이 빠르게 낮아지는 경향을 보였다. 생체중량 감소 정도는 필름 포장 여부에 따라 차이가 커서 무포장이 포장한 것보다 감소 정도가 컸으며, 온도에 따라서는 20°C가 변화폭이 컸으며, 5와 10°C순으로 나타났다. 가용성고형물과 색소, 경도 등은 저장 온도와 필름 포장 여부에 따라 복합적으로 영향을 받아 차이를 보이는 것으로 나타났다. 파프리카는 20°C보다 저장 온도가 낮은 5°C도나 10°C가 선도 유지에 효과적이었으며, 포장을 통해 무포장 보다 외관적 선도에 더욱더 품질을 유지할 수 있는 것으로 나타났다. 본 실험에서는 국내 유통환경에서 파프리카를 보다 상품성을 유지할 수 있는 선도를 보존하기 위해

포장이 필요하며, 효과적인 포장 방법에 대해서는 지속적인 탐색이 필요할 것으로 보인다.

## 감사의 글

본 연구는 IPET의 수출용 파프리카 생산품질관리 기술 및 수출전략 모델 개발(책임자: 배종향)의 수출용 파프리카 상품고도화 기술개발(32010103HD040)과 농촌진흥청 국립원예특작과학원 공동연구 사업(중국 수출용 파프리카 시장성 평가 및 장애요인 해소기술 개발, PJ015652) 지원의 일부로서 이루어졌다. 본 난을 통하여 연구를 도와주시고 지원해 주신 운봉농협(박호현, 이태성)과 대구중앙청과(박수환), 서울청과(최형석), 농협부산공판장(김백용) 등의 관계자 분들에게 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- Lee, J.S., Lee, H.E., Lee, Y.S. and Chun, C.H. 2008. Effect of packaging methods on the quality of leaf lettuce. *Korean J. Food Preserv.* 15(5): 630-634.
- Park, H.W., Kim, S.H., and Lee, S.A. 2011. Freshness of paprika packed with PLA films. *Korean J. Packaging Sci. Technol.* 17(1): 7-11.
- Kim, J.S., Ahn, J., Ha, T.Y., Rhee, H.C. and Kim, S. 2011. Comparison of phytochemical and antioxidant activities in different color stages and varieties of paprika harvested in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43(5): 564-569.
- Choi, S.N. and Chung, N.Y. 2015. Quality and sensory characteristics of cashew dressing added with paprika juice. *J. Korean Diet. Assoc.* 21(1):1-10.
- Jeong, E.M., Kim, W.T., Yun, S.R. and Yun, S.H. 2008. The actual condition and subjects of paprika in Korea. Korea rural economic institute. Seoul, Korea. pp. 1-100.
- Lee, S.M., Kim, J.S., An, C.G., Park, J.S. and Kim, S. 2016. Assessment of paprika quality by instrumental parameters and sensory attributes. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 26(1): 34-43.
- Rural Development Administration (RDA). 2020. Paprika. RDA, Wanju, Korea.
- Kang, H.M., Choi, I.L., and Kim, I.S. 2008. Effect of cultural regions or methods on postharvest physiological characteristics and qualities of paprika fruits. *J. Bio-Env. Con.* 17(4): 325-329.
- Lim, C.S., Kim, J.M., Kim, B.S., Cho, J.L., Kang, S.M., Hwang, H.J., and Ah, C.G. 2005. Ethephon and temperature treatment improve the coloration of irregularly colored paprika (*Capsicum Annuum*. cv). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23(suppl. I): 70.
- Jeong C.H., Ko W.H., Cho J.R., Ahn C.G., and Shim K.H. 2006. Chemical components of Korean paprika according to cultivars. *Korean J. Food Preserv.* 13(1):43-49.
- Jang, M.S. and Lee, J.S. 2017. Effects of packaging methods on the freshness during storage of lettuce harvested in summer season of Korea. *Kor. J. Food Preserv.* 24(2): 159-167.
- Jeong, C.S., Kim, I.S., and Lee, Y.S. 1999. The effects of storage temperature and humidity on the long-term storage of red pepper and red-sweet pepper. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17: 649.
- Hunter Lab. 2001. Hunter L, a, b, versus CIE 1976 L\*a\*b\*. Application note. 13, pp. 1-4.
- Lee, J.S., Chung, D.S., Choi, J.W., Jo, M.A., Lee, Y.S. and Chun, C.H. 2006. Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Korean J. Food Preserv.* 13(1): 8-12.
- Nagata M., 2009. A simple spectrophotometric method for the estimation of  $\beta$ -carotene content in spinach acetone extract. *Bull. Natl. Inst. NIVTS.* 8: 1-5.
- Karaca H., and Velioglu Y.S. 2014. Effects of ozone treatments on microbial quality and some chemical properties of lettuce, spinach, and parsley. *Postharvest Biol. Technol.* 88, 46-53
- Richard-Forget F.C., Goupy, P.M., and Nicolas, J.J. 1992. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2. Kinetic studies. *J. Agric. Food Chem.* 40(11): 2108-2113.
- Lee, J.S., Chang, M.S., and Jeong, C.S. 2019. Changes in quality factors of 'Honey One' melon during storage at different temperature. *Horti. Sci. Technol.* 38(2): 249-262.
- Chang, M.S., Lim B.S., Kim, J.G., and Kim, G.H. 2016. Survey on packaging status and changes in quality of tomato and paprika using different packaging types. *Korean J. Food Preserv.* 23(2): 166-173.
- Chang, M.S., and Lee, J.S. 2017. Effects of packaging methods on the freshness during storage of lettuce harvested in summer season of Korea. *Korean J. Food Preserv.* 24(2): 159-167.
- Kader, A.A., Zagory, D., Kerbel, E.L., and Wang, C.Y. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28(1): 1-30.
- Kays, S.J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, N.Y. USA.
- Park, M.H., Seo, J.M., Kim, S.J., Kim, W.B., Lee, J.S., and Choi, J.W. 2014. Changes in the quality and secondary metabolites of kohlrabi during storage. *Korean J. Food Preserv.* 21(5): 601-608.
- Kim, J.S., An, C.G., Park, J.S., Lim, Y.P., and Kim, S. 2016. Carotenoid profiling from 27 types of paprika (*Capsicum annuum* L.) with different colors, shapes, and cultivation methods. *Food Chemistry.* 201(15): 64-71.
- Park, W.S., Kim, H.J., Chung, H.J., Chun, M.S., Kim, S.T., Seo, S.Y., Lim, S.H., Jeong, Y.H., Chun, J., An, S.K., and Ahn, M.J. 2015. Changes in carotenoid and anthocyanin contents, as well as antioxidant activity during storage of lettuce. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44(9): 1325-1332.
- Ke, D., and Saltveit M.E. 1989. Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. *Physiologia Plantarum.* 76(3):

- 412-418.
27. Giacosa, A., and Filiberti, R. 1996. Free radicals, oxidative damage and degenerative diseases *Eur. J. Cancer Prev.* 5(5): 307-312.
28. Kang, H.K., Lee, Y.K., and Yoo, S.K. 2003. Effects of prestorage heat treatment on changes of phenolic compound contents and incidence of skin blackening in 'Niiitaka' pear fruits during cold storage. *Horti. Env. Biotechnol.* 44(2): 197-200.
29. Mori, M., Harada, Y., and Tsuboi, Y. 1965. Studies on the enzymatic browning during cold storage of white flesh colored peaches. (Part I.) Changes in polyphenolic compounds with maturities and the characteristics of polyphenol oxidase. *J. Japanese Food Sci.* 12(3):88-94.
30. Thomson, R.H. 1964. Structure and reactivity of phenolic compounds. In: J.B. Harbornes (ed.). *Biochemistry of phenolic compound.* Academic Press, London, UK.
31. Meyer, L.H. 1960. *Food Chemistry,* Van Nost. Reinhold. NY. USA. p.87-95.
32. Ke, D., and Saltveit, M.Jr. 1989. Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. *Physiologia Plantarum.* 76(3):412-418.
33. Han, G.M., Jung, J.M., Hwang, Y.S., Lee, W.H., and Chung, S.O. 2016. Freshness degradation by temperature and humidity from harvest to storage for paprika. *Proceedings of the Korean Society for Agricultural Machinery Conference* 21(1): 135-136.

투고: 2022.04.09 / 심사완료: 2022.05.15 / 게재확정: 2022.07.28