

수경재배한 파프리카 ‘시로코’ 저장온도별 PP필름 개별포장 따른 수확 후 특성 변화

이정수*

국립원예특작과학원

Quality Changes as affected by Storage Temperature and PP Film Packaging on ‘Sirocco’ Paprika on Hydroponic

Jung-Soo Lee*

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

Abstract The aim of this study was to examine the effect of packaging on the quality maintenance of paprika (*Capsicum annuum* L. cv. Sirocco) stored at three different temperatures. Paprika was either unpacked (control) or packed with individual PP (propylene) film and stored at 10°C and 20°C for 30 days. Quality characteristics such as weight loss and appearance were examined. Paprika packed with PP film at 10°C showed fewer quality changes compared to unpacked paprika stored at the other temperatures. Commercial properties tended to decrease rapidly during storage at 20°C with unpacked paprika. The degree of fresh weight loss was significantly lower in packed paprika at 10°C compared to unpacked paprika stored at other temperatures. It was found that general appearance, soluble solids content, and hardness were complexly affected by storage temperature and PP film packaging. A storage temperature of 10°C was effective in maintaining freshness, and paprika packed in PP film maintained greater freshness than unpacked paprika. Our results showed that packaging is necessary to preserve the freshness and improve the marketability of paprika in the domestic market.

Keywords Hydroponic, Film packaging, Paprika, Storage temperature

서 론

원예산물에서 포장은 수확 후 다양한 환경에서 선도를 유지하는 효과적인 방법이다^{1,2)}. 파프리카는 과채류로 주년 공급되는 작물이지만, 수확 후의 저장·유통 중에 품질저하를 억제하기 위한 수확 후 관리 방법에 대한 연구가 필요하다. 파프리카는 고추 재배종의 하나로 유럽에서 고추류 전체를 일컫는데, 국내는 따로 분류하여 ‘착색단고추’라고도 불리며, 피망과 구분하고 있다^{3,4)}. 파프리카 국내 생산은 1904년에 시작하였고 2000년대에 수출되기 시작하면서, 고급 양채류라고 알려지며 고소득 작물로 인식되고 있다⁴⁾. 파프리카 재배면적은 719 ha이고 생산량은 81,165 ton으로, 지역에

따라 동절기와 하절기로 나누어 생산되어 주년적 공급이 되고 있지만^{4,5)}, 수확 후 온도 등 관리가 잘 이루어지지 않아 상품성 하락 우려가 있다²⁾. 파프리카 수확 후 품질관리를 위해서는 10°C 부근의 저온에서 저장유통하면 상품성 연장에 효과적인 것으로 알려져 있다^{2,6,7)}. 파프리카에 대해서는 수확 후 생리적 특성⁸⁾과 품종^{9,10)}이나 재배지역 차이에 따른 품질변화¹⁰⁾, 수확전·후 처리 품질변화^{11,12)}, 수확 후 부패방지^{13,14)}에 대한 연구 보고가 있다. 국내 파프리카는 수확 후 골판지 상자에 넣어져 저장·유통되는데, 온도관리 없이 주변환경에 그대로 노출되어 빠르게 상품이 손실되는 것으로 알려져 있어^{4,15)}, 이를 억제하기 위해 박스포장에 필름 커버를 씌워 선도를 유지한 보고가 있으나²⁾, 저장·유통 시에 보다 상품성 유지를 효과적으로 개선할 수 있는 연구를 지속적으로 할 필요가 있다. Kang 등¹⁰⁾과 Kim 등¹⁶⁾은 파프리카가 수확전 재배적 요인에 따라 품질 차이가 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 원예작물에서 동일한 처리에도 불구하고 수확전의 재배적 요인에 대해 수확 후 발생하는

*Corresponding Author: Jung-Soo Lee
National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea
Tel: +82-63-238-6422
E-mail: lsj808@rda.go.kr

차이를 인지하지만¹⁷⁾, 아직까지 많은 수확 후 관리 연구가 수확 전 요건에 대한 확인 없이 수확 후 평가가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 실험에 사용한 파프리카의 재배적 특성을 제시하여 산물 특성의 이해를 돕고자 하였으며, 온도와 같은 가변적인 환경에서 파프리카의 포장을 통한 선도 유지 효과를 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 파프리카 실험재료 및 재배방법

본 실험에 수경재배용 파프리카 ‘시로코(Sirocco)’, ENZA ZADEN, Nederland를 이용하여 저장 온도(10°C와 20°C)별 포장여부에 따른 품질 특성을 검토하였다. 파프리카 재배는 전복 김제시의 벤토형 연동 유리하우스에서 동절기 재배작형으로 하였다. 재배 중 온도관리는 야간에 18~20°C, 주간 23~25°C가 되도록 관리하였다. 파프리카 재배는 An 등¹⁸⁾과 Bae 등¹⁹⁾의 방법과 RDA²⁰⁾ 및 Yeo 등²¹⁾을 참고하여 양액방식은 비순환방식으로 배양액은 네덜란드 온실작물연구소 PBG 처방양액을 사용하였으며, 재배 중 급액 EC는 2.5 dS·m⁻¹ 범위가 되도록 하였다. 재배 시 관주량은 일출 후 약 2시간부터 일몰 전 약 2시간에 누적일사량이 100J·cm⁻²일 때 점적관수 방식으로 주당 100 mL 배양액을 공급되도록 조절하였으며, 배지 내 근권함수율을 60~65% 내외가 되도록 관리하였다. 파종은 7월 20일에 하였으며, 정식은 9월 5일에 하였다. 육묘는 암면큐브(10×10×6.5 cm, Cultilene Co., Ltd., The Netherlands)에, 정식 시 배지 규격이 100×20×10 cm의 코이어 슬라브를 이용하였고, 재식밀도는 9주/3.3 m²로 하였으며, 수확 후 11월 10일부터 하였다. 생육조사는 농촌진흥청 조사기준²²⁾과 국립원예특작과학원 채소연구데이터 표준 매뉴얼²³⁾, 초장·엽장·엽폭 등의 생육과 구중·구고·구폭 등의 과실 특성을 조사하였다.

2. 파프리카 수확후 저장 및 포장

파프리카는 수확 직후 국립원예특작과학원으로 옮겨와 수확 후 특성 조사를 실시하였다. 파프리카 포장은 PP 필름(polypropylene, 15×20 cm, thickness 0.03 mm) 포장재로, 저장온도에 따라 10°C와 20°C에 저장하였다. 가용성고형물

(soluble sugar content)은 Erdene 등²⁾의 방법을 참고하여 NIHHS 조사기준²³⁾에 따라 디지털 당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 경도의 측정은 texture analyzer (Lloyd Instrument BG/TA plus, Ametek, Inc., Fareham, UK)으로 하였으며, 분석 시 조건은 depression limit 25 mm, test speed 2 mm/sec으로하여 탐침은 Φ 5 mm을 사용하였다. 생체중량 변화는 저장하는 동안 입고할 때 중량과 조사일에 측정된 생체중량 차이를 중량감소 정도의 백분율(%)로 나타냈다. 파프리카 색도는 Erdene 등²⁾의 보고를 참고로 과육 어깨 부분에 color meter(CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용해 Hunter 색차계인 L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness)값을 조사하여 Hunter a*와 b* 값으로부터 환산하여 Hue angle(°)값을 구하여 색상 변화를 나타내었다. 상품성 변화에 따른 외관지수는 Jeong 등²⁴⁾의 방법을 참고하여 저장기간인 10일동안 평가원 5명이 파프리카 색, 형태 변화, 신선도 등을 상등급에서 하등급까지 5단계로 나눠 조사(선도 기준: 4=매우 신선, 수확 시와 유사; 3=선도 약간 저하, 광택 유사, 시장 판매 가능; 2=선도 저하, 변색, 시장성 상실; 1=연화 시작, 짓무름 및 부패 시작; 0=식용 불가) 하였다.

3. 통계분석

통계 분석 처리는 SAS(Version 9.2, SAS Inc., Cary USA) 프로그램을 이용하였으며, 평균간 유의차 검증은 Duncan's multiple range test로 유의수준 $p \leq 0.05$ 에서 하였다. Figure 측정치는 5반복으로 평균(mean) ± 표준편차(standard deviation, SD)로 표기하였다.

결과 및 고찰

1. 수경재배 시 생육

파프리카 ‘시로코’의 수경재배 시 생육 및 과실 특성은 Table 1과 Table 2와 같다. 조사한 파프리카 초장은 184.7 cm이고 경경 14.4 cm이었으며, 엽장 3.3 mm와 엽폭 15.2 mm였다. 파프리카 ‘시로코’ 주경장은 38.0 cm이고, 절간장은 18.2 cm에, 마디수는 20.4개였다. 수확한 파프리카 ‘시로코’의 과중은 224.2 g, 과고는 97.3 mm에 과폭은 86.7 mm였

Table 1. Plant growths of ‘Sirocco’ paprika as affected by hydroponics

Cultivars	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf		Main stem length (cm)	Node number per stem	Node length (cm)
			Length (mm)	Width (mm)			
Sirocco	184.7 ± 17.2	14.4 ± 0.6	23.3 ± 2.3	15.0 ± 0.7	38.0 ± 2.1	20.4 ± 2.3	18.2 ± 2.2

Table 2. Fruit growths and characteristics of ‘Sirocco’ paprika as affected by harvest days after fruit set in hydroponics

Cultivars	Fruit			Soluble solids content (°Brix)	Fruit firmness (N)	Fruit color		
	Weight (g)	Height (mm)	Width (mm)			L*	a*	b*
Sirocco	224.2 ± 4.7	97.3 ± 5.0	86.7 ± 3.7	6.2 ± 0.3	20.7 ± 0.9	27.4 ± 1.4	20.0 ± 2.4	8.7 ± 1.3

다. 파프리카 ‘시로코’ 품질과 관련된 과실 특성은 가용성 고형물 함량이 6.2 °Brix, 과실 경도는 20.7 N, 과실 표면 색상은 L*, a*, b* 색차값 27.4, 20.0, 8.7이었다. 수확 후 품질에 관한 많은 연구가 수확 전 작물재배 상황에 관한 언급 없이 이루어졌는데, Kang 등¹⁰⁾은 수확 전 재배적 요소가 수확 후에 영향을 미친다 하였으며, Lee 등¹⁷⁾은 작물 수확 전 재배에 대해 알아야 수확 후에 나타나는 품질변화에 대해 원인을 구명하고 특성을 이해할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 연구에 이용한 파프리카 ‘시로코’ 재배 시 특징을 언급하여, 다른 연구에서 나타나는 수확 후 변화의 이해를 돕고자 하였다. 향후에 수확 후 특성이나 농산물 품질에 관한 연구에는 재배적 요소에 관한 언급이 동반해서 수확 후 특성변화의 이해를 도모해야 할 것으로 생각된다.

2. 생체중량 변화

파프리카 저장 중 생체중량 변화는 필름 포장 여부에 따른 차이가 컸으며, 저장온도에 따른 영향은 무포장일 때 차이를 보였다(Fig. 1). 파프리카 ‘시로코’ 저장 중 생체중량 변화는 필름 포장 여부에 따른 감소 정도에 따라 저장 초기부터 유의한 차이를 보여, 수확 후 포장을 통해 저장 중 생체중량 변화를 조절할 수 있는 것으로 나타났다. 파프리카 ‘시로코’ 저장온도에 따른 영향은 필름 포장 여부에 따라 제한되어 무포장은 저장온도 10°C와 20°C에서 차이를 보인 반면에, PP필름의 개별포장에서 저장온도 10°C와 20°C에서는 생체중량 차이를 언급하기 어려웠다. 파프리카 ‘시로코’ 저장 중 생체중량 변화는 저장기간이 경과함에 따라 감소하는데 저장 6일 후 조사 시 저장 중 필름 포장 여부에 따라 차이를 보였으며 PP필름으로 포장한 것이 생체중량 0.1%이고, 무포장이 1.9~3.9%로 차이를 보였다. 저장 6

일째 무포장일 때 저장온도 10°C시 1.9%이고 20°C는 3.9%로 차이를 보였다. 파프리카 ‘시로코’ 저장기간이 지속돼 18일에는 더욱 감소해 무포장 저장온도 20°C에서 10.6%, 10°C에서는 5.9%, PP필름으로 포장한 것은 20°C에서 0.5%, 10°C에서는 0.2%였다. 파프리카 저장 시 생체중량 감소는 필름 포장 여부가 변화정도에 큰 영향을 미쳐서 저장온도에 따른 영향을 상쇄시키는 것으로 나타났으며, 무포장 조건 하에서 저장온도에 따른 차이가 영향을 받았다. 원예작물 수분함량이 90~95% 이상으로 저장동안에 생체중량 감소는 농산물 구조와 수분함량의 변화, 저장 온도와 같은 환경여건에 영향을 받아 감소하는데, 5~10%가 감소하면 상품성이 없는 것으로 알려져 있다^{25,26,27}. 파프리카 생체중량 감소는 Fig. 1에서 저장기간 동안 생체중 변화는 PP필름 포장 여부가 주요인으로 보이는데, 파프리카 포장 후 저장 20일에 생체중 0.6%인 반면 무포장은 6.2~11.0%이었다. 본 연구 결과에서 생체중량 감소는 필름 포장 유무에 따른 효과로 생체중량 감소 정도가 크게 영향을 받은 것으로 나타났으며, 무포장일 경우 저장온도에 따라 20°C가 10°C보다 컸다. 이는 파프리카 저장 중 무포장은 개방된 저장 환경에 놓여 활발한 증산작용으로 생체중량 감소 정도가 크게 나타난 것으로 보인다. 이는 저장 중 포장재 이용으로 외부환경으로부터 수분증발을 차단시켜 생체중량 변화가 억제되어 변화가 적은 것으로 보인다. 본 연구 결과에서 파프리카 저장 온도 별 포장 여부에 따라 무포장이 개별적 PP필름 포장보다 생체중량 감소 정도가 컸으며, 무포장은 저장온도에 따라 20°C가 10°C보다 감소폭이 큰 것으로 나타났다.

3. 가용성 고형물(SSC)

파프리카 가용성 고형물 함량(SSC)이 저장온도와 포장여부에 따라 변화 패턴이 상이하였다(Fig. 2). 파프리카 ‘시로코’ 저장 중 가용성 고형물 변화 형태가 달라 저장온도 10°C는 서서히 증가하는 양상이었고, 20°C는凸자의 변화 형태를 보였다. 파프리카 ‘시로코’ 가용성 고형물 함량은 저장 14일까지 처리에 따른 차이가 없었으나 저장 후기인 21일에 유의한 차이를 나타냈는데 저장 10°C 무포장 > 10°C 필름포장 > 20°C 무포장 > 20°C 필름포장 순으로 나타났다. Fig. 2의 수확 후 저장 시 파프리카 ‘시로코’ 가용성 고형물 함량(SSC)의 경시적 변화에서 저장온도 10°C에서는 서서히 증가하는 형태로 저장 21일째에 10°C에서 무포장은 7.1°Brix까지 상승하였다. 10°C에서 PP필름 개별포장 처리는 6.6°Brix까지 올라갔으며, 저장온도 20°C에서 상승하다 감소하는 형태로, 저장 20°C의 무포장은 5.9°Brix, 저장 20°C에서의 필름포장은 5.4°Brix이었다. 가용성 고형물 함량 변화는 저장온도에 따라 영향이 크고, 필름포장 여부가 부가적으로 작용하는 것으로 나타났다. Han 등²⁸⁾이 파

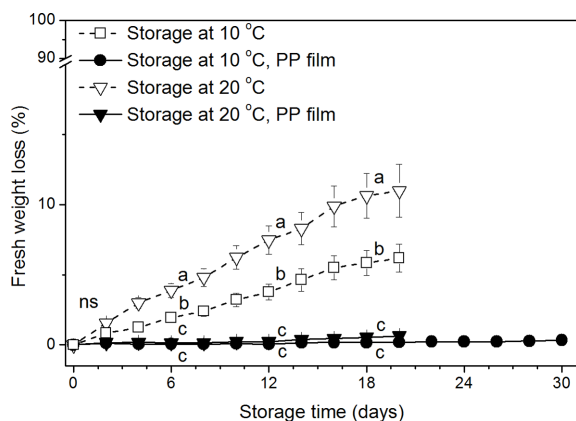


Fig. 1. Change in fresh weight loss of ‘Sirocco’ paprika stored at 10°C and 20°C as affected by packaging treatment. a-cMean values in each evaluation day with different lower case letters are significantly different according to the Duncan’s multiple range test ($p \leq 0.05$), ns = non-significant. Data represent the mean $\pm$ SD of five replications.

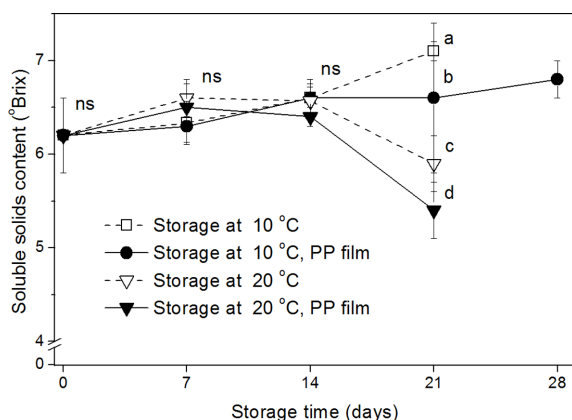


Fig. 2. Change in SSC (solid sugar content) of 'Sirocco' paprika stored at 10°C and 20°C as affected by packaging treatment. a-d Mean values in each evaluation day with different lower case letters are significantly different according to the Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$), ns = non-significant. Data represent the mean $\pm$ SD of five replications.

프리카 저장 시 수확 후 가용성 고형물(SSC)함량이 증가하다 감소하는 결과를 보였는데, 본 연구에서 파프리카 '시로코' 저장 시 가용성 고형물 함량 변화에서 저장온도 20°C가 유사한 결과를 보였다. 본 연구에서 파프리카 '시로코' 온도에 따른 가용성 고형물 함량 변화 현상이 상이한 것을 관찰하였으나, 변화원인에 대한 명확한 고찰이 불충분하여 앞으로 이를 구명할 수 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

4. 경도

파프리카 경도는 수확 후 저장 중 경도가 감소하는데, 저장온도와 필름포장 여부에 따른 효과가 크지 않은 것으로 보인다. Fig. 3에서 파프리카 '시로코' 저장 중 경도는 저장 초기와 비교하여 감소하지만, 필름 포장 여부에 따른 차이가 명확하지 않아, 저장 중반에도 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 저장 21일에는 저장온도 20°C 무포장은 다른 처리보다 경도의 감소 정도가 큰 것으로 나타났다. 파프리카 변화를 보면 경도는 저장 21일째에 10°C의 무포장과 필름포장은 22.8~23.5 N이었고 저장 20°C의 필름 포장은 19.1 N으로 차이를 보이지 않았으나, 저장 20°C의 필름 무포장은 15.2 N으로 다른 처리와 차이를 보였다. 본 연구 결과 파프리카 경도 감소는 저장온도와 포장 여부에 따른 효과가 저장이 어느정도 지속된 후기에 영향이 나타났으며, 저장온도가 저온인 10°C에서는 경도 감소폭을 줄여줄 수 있으며, 저장온도 20°C라도 포장에 의해 경도 감소 폭을 줄일 수 있는 것으로 보인다. 파프리카는 국내에서 생식으로 섭취되어¹⁸⁾, 씹힘성(chewiness)과 관련되어 경도가 소비자 평가에 중요한 요소로 판단되는데³⁰⁾, 과채류에서 경도는

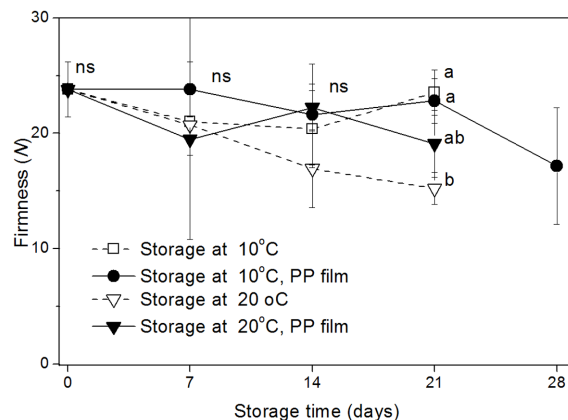


Fig. 3. Change in Firmness of 'Sirocco' paprika stored at 10°C and 20°C as affected by packaging treatment. a-b Mean values in each evaluation day with different lower case letters are significantly different according to the Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$), ns = non-significant. Data represent the mean $\pm$ SD of five replications.

연화에 따른 펙틴 물질의 가용화로 세포벽 성분 등의 변화들이 주요 원인으로 작용하는 것으로 알려져 있다²⁹⁾. Park 등³⁰⁾은 저장 중 경도변화는 포장에 의해 차이를 보인다고 하였다. 필름 포장을 통해 수분 증발을 막아서 농산물의 품질을 유지할 수 있는 것으로 보였다. 본 연구에서도 파프리카 수확 후 저장 중 경도 변화는 필름 포장 여부뿐만 아니라 저장온도가 복합적으로 영향을 미쳐 저장 종료 시에 차이를 보이는 것으로 생각된다. 파프리카 '시로코' 경도 감소는 저장 시 온도와 필름 포장여부가 서서히 영향을 미쳐 저장 후기에 차이를 보였는데, 저장온도가 높고 포장을 하지 않으면 경도 수준이 떨어지는 것으로 나타났다.

5. 색상차(Hue angle)

파프리카 색상 변화는 저장이 진행될 수록 감소하나, 포장여부와 저장온도 차이에 따른 영향을 언급하기 어려웠다. Fig. 4에서 파프리카 '시로코' 수확 후 저장 동안 경시적 변화는 hue angle 값이 감소하는 경향이었으나, 개체 간의 차이와 처리 효과가 크지 않아 차이를 인지하기 어려웠다. Erdene 등²⁾은 저장기간 동안 저장온도에 따라 carotenoid 함량에 의한 것으로 보고하였는데, 본 연구에서도 파프리카 색소 변화로 인해 색상이 변하는 것으로 판단된다. 그러나 파프리카 '시로코'는 저장 중 hue angle 변화정도가 저장온도나 포장여부에 따른 효과가 뚜렷하지 않아 차이는 확인하지 못했다. 다만 파프리카 저장 중 색상차인 hue angle 값이 하락하는 것으로 이를 억제할 수 있는 보다 적극적 개선 방법이 필요할 것으로 판단된다.

6. 외관 변화

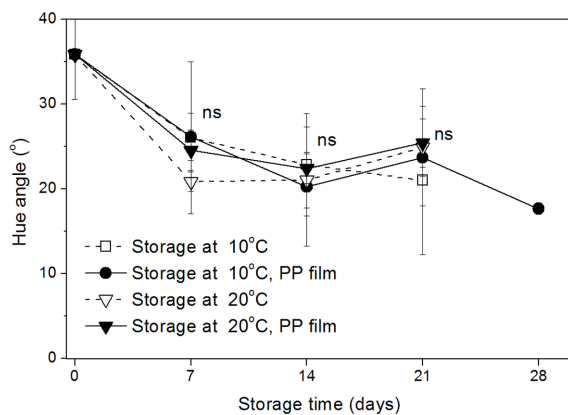


Fig. 4. Change in hue angle of ‘Sirocco’ paprika stored at 10°C and 20°C as affected by packaging treatment. a-d Mean values in each evaluation day with different lower case letters are significantly different according to the Duncan’s multiple range test ($p \leq 0.05$), ns = non-significant. Data represent the mean $\pm$ SD of five replications.

파프리카는 필름 포장 후 저장온도에 따라 외관에 영향을 미치는 것으로 나타났다. Fig. 5에서 파프리카 ‘시로코’는 저장이 진행될수록 외관 변화에 따른 상품성이 감소하는데, PP필름으로 개별적 포장을 하고 저장온도 10°C에서 다른 처리보다 높은 수준의 외관을 유지하는 것으로 나타났다. 파프리카 ‘시로코’는 저장 중 외관의 경시적 변화를 보면, 저장 12일에 처리 간 유의한 차이를 보이며 저장온도 10°C에서 PP필름 개별 포장한 것이 다른 처리보다 높은 수준을 보여 파프리카의 높은 선도를 유지하고자 한다

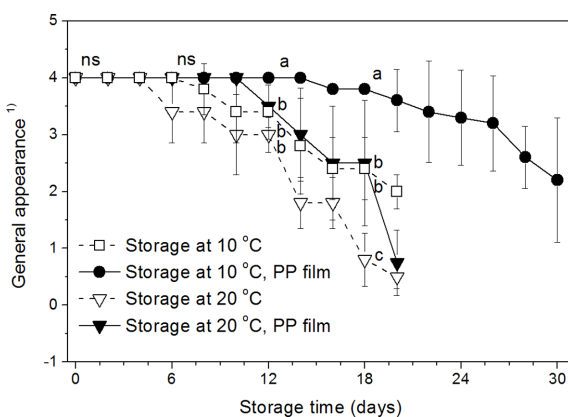


Fig. 5. Change in general appearance of ‘Sirocco’ paprika stored at 10°C and 20°C as affected by packaging treatment. Grade from sensory evaluation table: 4(excellent), 3(good with marketability), 2(fair), 1(poor) and 0(very poor). a-c Mean values in each evaluation day with different lower case letters are significantly different according to the Duncan’s multiple range test ($p \leq 0.05$), ns = non-significant. Data represent the mean $\pm$ SD of five replications.

면 온도관리와 포장이 같이 이루어져야 하는 것으로 판단된다. 파프리카 ‘시로코’ 필름포장 여부와 저장온도에 따른 상품성 유지기간을 보면, 저장온도 10°C에서 PP필름으로의 개별 포장이 26일까지 수치 3.2의 상품성을 유지하여 판매 가능한 것으로 보였으며, 저장온도 20°C에서 PP필름은 14일까지 3.0으로 상품성을 유지하였고, 저장 10°C에서 무포장은 12일에 3.4, 저장 20°C에서 무포장 12일까지는 3.0을 유지하여, 저장 10°C에서 PP필름 포장이 다른 처리보다 10일 이상 상품성을 지닌 것으로 나타났다. 결과적으로 파프리카 ‘시로코’는 적정온도 범위에서 관리하고 포장을 해줌으로 상품성 유지를 효과적으로 할 수 있는 것으로 보인다. 경시적인 외관 변화를 보면, 파프리카 저장이 진행될수록 외관의 차이가 커져서(Fig. 5), 저장 12일에 저장온도 10°C에서 PP필름 포장이 4.0으로 다른 온도와 포장처리 측정치인 3.0~3.5과 차이를 보였다. 저장 18일에는 차이가 더 커져 저장온도 10°C에서 PP필름 포장이 3.8이었고, 다른 처리는 지수가 3.0미만으로 상품 가치가 떨어졌으며 이러한 차이를 보면 저장 20°C에서 필름포장과 10°C에서의 무포장이 2.4~2.5수준으로 저장 20°C에서 무포장이 0.8과 큰 차이를 보였다. Lee 등³¹⁾은 원예작물에서 저장 온도가 선도유지에 가장 큰 영향을 미친다고 하였는데, 본 연구에서도 외관에 따른 상품성유지를 보면 저장 온도뿐만 아니라 필름포장에 의한 복합적인 처리로 선도유지 효과를 보여 파프리카 등 농산물 선도유지는 한가지 단편적 처리보다는 두가지 이상의 종합적 처리에 의해 선도유지 효과가 상승하는 것으로 생각되었다.

요 약

수경재배한 파프리카 ‘시로코’ 온도조건 별(10°C와 20°C) 저장 시 PP필름의 개별 포장여부에 따른 생체중량 감소, 외관, 경도 등의 특성 변화를 조사하였다. 파프리카 생체중량 감소 정도에서 포장 여부에 따른 차이가 커서, PP필름 개별 포장한 것이 무포장에 비해 중량감소 정도가 현저히 적었다. 무포장의 경우 온도에 따른 생체중량 차이를 보여 저장온도 10°C가 20°C보다 변화 폭이 적은 것으로 나타났다. 가용성 고형물(SSC) 변화는 온도와 포장 여부에 따라 변화 패턴이 다르고 처리 효과도 저장 후기에 나타났다. 가용성 고형물 함량은 저장온도 10°C에서의 필름 포장은 다소 증가하는데 비해, 저장 20°C에서 무포장은 감소하였다. 파프리카 경도 차이도 저장 후기에 영향을 받는 것으로 나타나 저장온도 20°C에서 무포장이 다른 처리에 비해 현저히 낮았다. 그러나 같은 저장온도 20°C라도 필름 포장으로 경도 감소 정도 폭이 줄어드는 효과가 있었다. Hue angle은 파프리카 ‘시로코’는 저장 중 감소하지만, 저장온도나 포장여부가 영향을 미치는 것으로는 보이지 않았다. 외관에

따른 상품성은 저장온도 10°C에서 PP필름 포장을 통해 외관에 따른 상품성이 다른 저장온도나 포장한 것보다 변화 폭이 적고, 상품성 보존에 매우 효과적인 것으로 나타났다. 파프리카 ‘시로코’ 외관 변화에서 보듯이 파프리카 선도를 보전하기 위해서는 적절한 온도 처리와 포장을 병행해야 수확 후 상품성이 효율적으로 유지될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구를 통한 파프리카 ‘시로코’ 저장온도와 포장여부에 따른 연구 결과, 저장온도 10°C에서 포장 시 무포장보다 외관적 선도 및 품질 유지에 도움이 되는 것으로 나타났다. 본 연구에서 국내 유통환경은 파프리카 상품성이 보다 신선하게 유지될 수 있도록 포장이 필요하며, 앞으로 효과적 포장방법에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

감사의 글

본 과제는 전북농업기술원의 지원으로 파프리카 수출기반 구축 및 국내외 신소비 시장 확대 과제 중에 수출시장 확대를 위한 파프리카 수확 후 유통품질 관리 기술 확립과 IPET의 수출용 파프리카 생산품질관리 기술 및 수출전략 모델개발의 수출용 파프리카 상품고도화기술개발의 일부분으로 이루어졌다. 본 난을 통하여 연구를 도와주시고 지원해주신 전라북도농업기술원과 원광대학교의 관계자분들께 감사드립니다.

References

- 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.
- Erdene, B.B., Lee, J.S., Park, M.H., Choi, J.W., Eum, H.L., Kim, C.H., Kim, H.C., Lee, J., Park, K.Y., Bae, J.H., Lee, Y.S., Jeong, C.S., Park, J.S., and Malka, S.K. 2021. Quality changes as affected by storage temperature and polyamide film packaging on paprika(*Capsicum annum* L.) *Korean J. Packaging Sci. Technol.* 28(2):115-125.
- Lee, S.O., Lee, S.K., Kyung, S.H., Park, K.D., Kang, H.G., and Park, J.S. 2002. A study on detection of residual solvent, ethoxyquin and color stability in oleoresin paprika extracts. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol.* 45(2): 77-83.
- Rural Development Administration (RDA). 2020. Colored sweet pepper. RDA, Wanju, Korea.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2022. Statistics of vegetable product amount on 2021. MAFRA, Sejong, Korea. p.7-161.
- 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(suppl 1): 649.
- Choi, I.L., Kim, I.S., and Kang, H.M. 2008. Influence of maturity of fruit and storage condition on the storability of sweet pepper in MA storage. *J. Bio-Env. Con.* 17(4):319-324.
- Lee, J.W. 1998. Paprika (sweet pepper) cultivation technology and quality control tips. *Protected Horticulture*, 11(1):17-28.
- Jeong, C.H., Ko, W.H., Cho, J.R., Ahn, C.C., and Shim, K.H. 2006. Chemical components of Korean paprika according to cultivars. *Korean J. Food Preserv.* 13(1):43-49.
- 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.
- Choi, J.H., Lim, J.H., Jeong, M.C., and Kim, D.M. 2005. Effect of high CO₂ pre-treatment on quality of 'HiKawa Hakuho' peach fruit. *Korean J. Food Preserv.* 12(6):540-545.
- 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 Annum* L). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23(suppl. 1): 70.
- Kang, J.H., Park, S.M., Kim, H.G., Son, H.J., Song, K.J., Cho, M., Kim, J.R., Lee, J.Y., Song, and K.B. 2015. Gaseous chlorine dioxide treatment to produce high quality paprika for export. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44(7): 1072-1078.
- Kang, J.H., Park, S.M., Kim, H.G., Son, H.J., Song, K.J., Cho, M., Kim, J.R., Lee, J.Y., and Song, K.B. 2016. Effects of combined chlorine dioxide gas treatment using low-concentration generating sticks on the microbiological safety and quality of paprika during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 45(4):619-624.
- Kim, A.N., Ha, M.H., Lee, K.Y., Rahman, M.S., Kim, N.S., and Choi, S.G. 2017. The effect of aluminum coating to corrugated packaging on quality characteristics of paprika during storage. *Korean J. Food Preserv.* 24(7), 934-941.
- 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.
- Lee, J.S., Chang, M.S., and Park, S.H. 2016. Growth, storage and fresh-cut characteristics of onion (*Allium cepa* L.) in unstable environmental condition and storage temperature. *J. Korea Soc. Packag. Sci. Tech.* 22(3):143-154.
- An, C.G., Hwang, Y.H., Yoon, H.S., Hwang, H.J., Rho, C.W., Song, G.W., and Jeong, B.R. 2005. Effect of first irrigation time after sunrise on fruit quality and yield of sweet peppers (*Capsicum annum* 'Jubilee' and 'Romeca') in rockwool culture. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23(2):146-152. 10.
- Bae, S.H., Seo, K.W., Jang, J. H., Lee, J.T., Kwon, S.W., Song, Y.J., Guak, S.H., and Park, J.S. 2015. Effect of cocopeat media composition on growth and fruit characteristics of summer-cultivated paprika. *J Agri. Life Sci.* 46(2):45-50
- Rural Development Administration (RDA). 2013. Hydroponics. RDA, Suwon, Korea.

21. Yeo, K.H., Kang, J.S., Kim, Y.S., and Kim, I.S. 2018. Development of closed hydroponic technologies with an environment-friendly substrate in cultivation of fruit vegetables for exportation. RDA Repr. 3-276.
22. Rural Development Administration (RDA). 2003. Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, Korea.
23. National Institute of Horticultural and Herbal Science (NIHHS). 2021. Research data standards manual for vegetables: paprika, sweet pepper. NIHHS, Wanju, Korea.
24. Jeong, J.C., Woo, P.K., and Joon, Y.Y. 1990. Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce during low temperature storage. Korean J. Hortic. Sci. 31(3):219-225.
25. 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.
26. 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.
27. Kays, S.J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, N.Y. USA.
28. 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 30th Korean Society for Agricultural Machinery Conference 21(I): 135-136.
29. Lee, J.S., Chang, M.S. Jeong, and C.S. 2020. Changes in quality factors of ‘Honey One’ melon during storage at different temperature. Hortic. Sci. Technol. 38(2):249-262.
30. 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.
31. 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.

투고: 2023.03.27 / 심사완료: 2023.04.06 / 게재확정: 2023.04.10