

포장재 및 저장온도가 토마토와 자두의 품질에 미치는 영향

이세희 · 이명숙 · 이용우 · 염형준 · 선남규 · 송경빈[†]
충남대학교 식품공학과

Effect of Packaging Material and Storage Temperature on the Quality of Tomato and Plum Fruits

Se-Hee Lee, Myung-Suk Lee, Yong-Woo Lee, Hyung-Jun Yeom, Nam-Kyu Sun and Kyung Bin Song[†]
Dept. of Food Science & Technology, College of Agriculture & Life Sciences,
Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

To examine the quality changes of tomato and plum fruits during storage under various storage conditions, the rate of weight loss, pH change, titratable acidity, Hunter a value, firmness, and anthocyanin content were determined during storage. Tomato and plum fruits were stored at 4°C and 25°C. Tomato fruits were packaged with high density polyethylene film (HDPE) and polyvinylidene chloride film (PVDC), and plum fruits were packaged with HDPE. Tomato fruits packaged with PVDC and plum fruits packaged with HDPE at 4°C were the most desirable in terms of weight loss. Titratable acidity of tomato fruits decreased with increasing storage time regardless of temperature and packaging method. Hunter a value of tomato fruits stored at 25°C increased regardless of packaging method, while it was not changed for tomato fruits stored at 4°C. Firmness of plum fruits stored at 25°C significantly decreased during storage and anthocyanin content increased. Microbial numbers of tomato fruits increased during storage, but its rate was retarded during storage when tomato fruits were packaged with HDPE and stored at 4°C. These results suggest that cold chain system and appropriate packaging could maintain the quality and prolong the shelf life of fresh produce.

Key words : packaging material, tomato, plam, storage

서 론

토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill)와 자두(*Prunus salicina*)는 국내에서 선호도가 높은 과실로서 가공보다는 생 과실로 많이 소비되는데 특히 당과 유기산 등이 풍부하여 소비가 지속적으로 증가하고 있는 반면에 상대적으로 다른 과실에 비해 shelf-life가 짧은 편이다(1-2). 특히, 토마토와 자두는 저장 중 호흡양상에 따라 climacteric형으로 구분되어 숙성 말기에 호흡률이 급격히 증가하는데 이러한 현상은 에틸렌의 생성 양과도 밀접한 관계가 있어 조직의 연화 등에 영향을 미쳐 품질 저하의 원인이 되기도 한다(3). 일반적으로 과실은 수확 후 증산과 호흡작용에 의해 조직의 연화, 전분의 당화 등이 일어나게 되는데 이러한 이유 때문에 중량감소율의 증가, 부패 등이 발생하여 유통기한이 짧아지는 문제가 발생한다(4).

과실의 신선도를 유지함으로써 shelf-life를 증대시키기 위

한 저장방법으로는 CA(controlled atmosphere) 저장 방법이 가장 효과적이거나 막대한 초기 투자와 시설 유지의 비용 등으로 인하여 현재 우리나라에서는 실용화되지 못하고 있는 실정이어서 포장재의 기체투과성을 이용한 MA (modified atmosphere) 저장에 관한 연구가 진행되어 왔다(1, 5). 또한 감압저장(6), 방사선조사(7), 오존처리(8) 등이 연구되어 왔다.

과실의 증산 및 호흡작용을 억제하기 위한 저장 방법으로 저온저장 조건하에서의 토마토의 품질에 대한 연구는 비교적 활발히 연구되어 왔으나 저장 중 자두의 품질변화에 관한 국내 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 포장재와 저장 온도 등 저장 조건이 토마토와 자두의 저장 중 품질에 미치는 영향을 분석함으로써 국내 대표적인 선호 과실인 토마토와 자두의 최적 저장 유통조건을 수립하는데 본 연구의 목적이 있다.

[†]Corresponding author. E-mail : kbsong@cnu.ac.kr,
phone : 82-42-821-6723, Fax : 82-42-825-2664

재료 및 방법

재료 및 저장 조건

본 실험의 공시재료로 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill)와 자두(*Prunus salicina*)를 사용하였다. 토마토는 2002년 2월 논산 하니토마토 영농조합에서 재배된 '모모파로', 자두는 2002년 8월 상주에서 재배된 '포모사(후무사)' 품종으로 수확 후 즉시 실험실로 옮겨 선별 후 사용하였다. 토마토와 자두의 포장방법은 HDPE(high density polyethylene), PVDC (polyvinylidene chloride), 대조구(무포장)로 구분하였으며 저장온도는 4°C와 25°C로 하였다.

중량감소를 측정

중량감소율(weight loss)은 저장기간 중 동일한 시료를 사용하였으며 각각의 중량을 1일 간격으로 측정하여 초기 중량과의 비로 계산하였다.

pH와 적정산도 측정

pH는 과육을 mixer로 파쇄, 여과한 후 얻은 상정액을 pH meter(Corning, USA)를 이용하여 측정하였다. 산도는 pH 측정과 동일한 상정액으로 일정량을 취해 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 소비된 양을 malic acid로 환산하여 표시하였다.

색도 측정

과피의 색은 색차계(Model CR-300, Minolta Chroma Meter, Japan)를 이용하여 Hunter a 값을 측정하였다. 이 때의 표준 색으로 L=96.86, a=-0.02, b=1.9인 표준판을 사용하였다.

경도 측정

과피 경도의 측정은 경도계(Model FHM-5, Fruit Hardness Tester, Japan)를 이용하였다.

Anthocyanin 함량 측정

자두의 anthocyanin 함량을 측정하기 위하여 자두 과육에서 씨를 제거하여 mixer로 파쇄한 후 slurry 5 mL를 acidified ethanol(1.5 N HCl : 95% ethanol, 15 : 85) 45 mL에 넣은 후 원심분리하여 상정액을 취해서 anthocyanin이 모두 추출될 때까지 위 과정을 반복하였다(4). Skalski와 Sistrunk의 방법(9)에 따라 spectrophotometer(Genesys 5, Milton Roy, U.S.A.)를 이용하여 535 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 식에 의하여 계산하였다(4, 9-11).

$$\text{Total Anthocyanin} = \frac{OD \times DV \times \frac{100}{SV} \times \frac{TEV}{PW}}{E_{1\%}^{1\text{cm}}}$$

여기에서, OD : 535 nm에서의 흡광도

DV : 희석비

SV : 흡광도 측정에 사용된 시료량 (mL)

TEV : 총 추출액 (mL)

PW : 시료 무게 (g)

$E_{1\%}^{1\text{cm}}$: extinction coefficient

부패 미생물 검사

시료 약 1 g을 채취하여 1분간 shaking한 후 이것을 원액으로 적합한 농도로 희석하여 각 배지에 50 µL씩 분주하였다. 총균수는 plate count agar(PCA), mold와 yeast는 potato dextrose agar(PDA)를 사용하여 30°C에서 48시간동안 배양시켰다. *Pseudomonas*는 *Pseudomonas* agar F 배지를 사용하여 20°C에서 48시간동안 배양시켰다. 각 실험은 3반복 실시하였으며 미생물 count는 log CFU/mL로 나타내었다.

결과 및 고찰

중량 감소율

저장 조건에 따른 토마토와 자두의 중량 감소율을 Fig. 1-4에 나타내었다. 과실에 있어 저장 중 중량의 감소는 호흡과 증산작용으로 인한 수분의 손실에 따른 결과로서 이러한 수분의 증발은 중량감소 뿐만 아니라 시들거나 주름으로 인한 외관 손상 및 연화를 초래한다(12). 수분 손실은 저온저장, CA, MA 저장 그리고 포장재를 이용한 저장 방법으로 감소시킬 수 있다. 본 연구에서도 저장기간이 증가함에 따라 토마토의 중량 감소율은 점차 증가하는 것으로 나타났는데 4°C의 저온저장을 통해서 중량 감소율을 감소시킬 수 있었다. 또한 HDPE와 PVDC 포장재 처리구의 중량 감소율은 대조구에 비해 현격히 감소되었으며 두 포장재 중 PVDC 포장재가 토마토에서는 보다 우수한 효과를 나타내었다(Fig. 1, 2). 이러한 결과는 두 포장재의 기체투과도의 차이에 기인하는 것으로 HDPE 포장재의 O₂에 대한 기체투과율은 20°C, 1 atm에서 24시간동안 4~6 gr/m²로 0.03 gr/m²의 PVDC에 비해 상대적으로 높은 기체투과율을 갖는다(13). 김 등(14)은 과실의 상품적 가치에 대한 중량 감소율의 한계를 5%로 보고하였는데 이것을 기준으로 볼 때 본 연구에서는 25°C 무포장구의 경우에는 4일이 저장 한계로 나타난 반면에, 저온 및 포장재의 사용 시 저장기간을 보다 증대시킬 수 있었다. 정 등(15)은 25°C에서 무포장으로 7일간 저장한 토마토의 중량 감소율을 3.8%로 보고하였고 Crisosto 등(8)은

20℃에서 8일간 저장한 토마토의 중량 감소율이 6%라고 보고하였는데 이러한 차이는 토마토 품종 및 수확 당시의 숙성 정도에 따른 차이로 여겨진다.

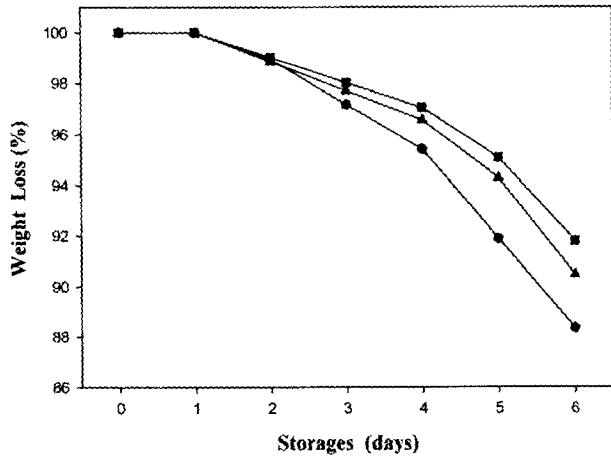


Fig. 1. Effect of packaging material on the weight loss of tomato fruit during storage at 25°C.

● : Control, ▲ : HDPE packaging, ■ : PVDC packaging.

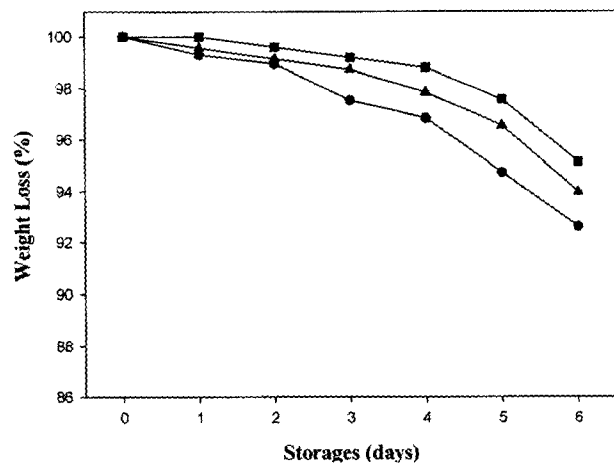


Fig. 2. Effect of packaging material on the weight loss of tomato fruit during storage at 4°C.

● : Control, ▲ : HDPE packaging, ■ : PVDC packaging.

저장조건에 따른 자두의 중량 감소율의 변화에서도 포장재의 유무에 따라 뚜렷한 차이를 나타냈는데 상온 저장 시 무름 현상에 의한 품질의 저하가 뚜렷하여 저장 3일 후 상품적 가치가 완전히 상실되었다(Fig. 3). 저온저장의 경우 무름 현상을 지연할 수 있었으며 HDPE 포장재에 의해 중량 감소율을 효과적으로 억제할 수 있었다. 송 등(4)에 따르면 식용 코팅을 이용한 자두의 저장 연구에서 식용 코팅이 자두의 중량 감소율을 낮추는 데에는 효과적이지 못한 것으로

보고하였는데 자두의 중량 감소율을 낮추기 위해서는 포장재를 이용한 저온저장 방법이 보다 효과적이라고 본다.

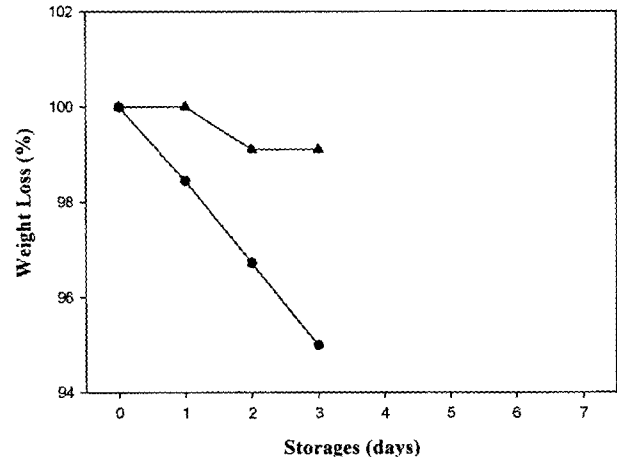


Fig. 3. Effect of packaging material on the weight loss of plum fruit during storage at 25°C.

● : Control, ▲ : HDPE packaging.

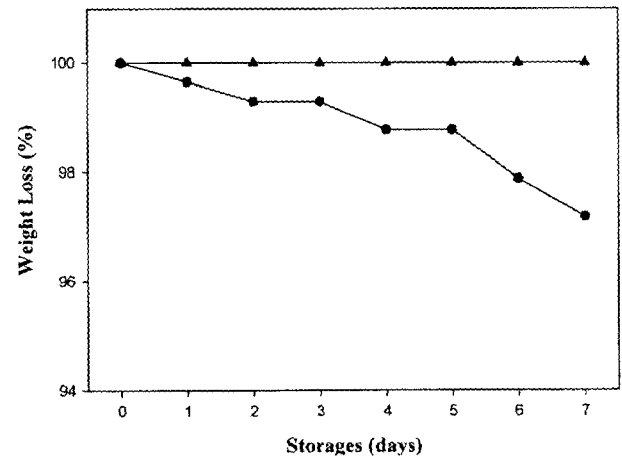


Fig. 4. Effect of packaging material on the weight loss of plum fruit during storage at 4°C.

● : Control, ▲ : HDPE packaging.

pH 및 적정산도

저장 조건에 따른 토마토와 자두의 pH의 변화를 Table 1과 2에 나타내었다. 토마토의 저장 초기 pH는 4.4이었으며 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하는 경향을 보였는데 포장재의 유무와 저장온도에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 초기 pH는 다르지만 문 등(1)의 보고와 비슷한 경향을 보였는데 포장재의 두께에도 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 자두의 pH에 있어서는 저장 초기

3.40에서 점차적으로 증가하는 경향을 보였으며 토마토와 마찬가지로 온도와 포장재의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 송 등(4)의 결과와도 일치하는데 식용 코팅 처리에 의한 자두의 pH 변화 역시 처리구와 대조구간의 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 과실의 신선한 맛과 관련이 있는 적정 산도는 대부분 과실의 저장에 있어서 점차 감소하는 경향을 보이는데(3, 16) 토마토에서도 저장 온도와 포장재의 종류와 상관없이 점차 감소하였다(Table 3).

Table 1. Effect of packaging material on the pH of tomato fruit during storage at 25°C and 4°C

Temperature	Packaging methods	Storage (days)			
		0	3	5	7
25°C	Control	4.39±0.05 ^{1a}	4.32±0.03 ^a	4.49±0.02 ^a	4.66±0.04 ^a
	HDPE	4.39±0.05 ^a	4.38±0.16 ^a	4.55±0.08 ^a	4.58±0.05 ^a
	PVDC	4.39±0.05 ^a	4.38±0.11 ^a	4.51±0.00 ^a	4.49±0.03 ^a
4°C	Control	4.39±0.05 ^a	4.41±0.13 ^a	4.5±0.12 ^a	4.51±0.03 ^a
	HDPE	4.39±0.05 ^a	4.20±0.03 ^a	4.51±0.05 ^a	4.53±0.02 ^a
	PVDC	4.39±0.05 ^a	4.36±0.22 ^a	4.30±0.13 ^a	4.50±0.01 ^a

¹⁾ Mean±SD. Any figures in the same column with the same letter are not significantly different at p < 0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 2. Effect of packaging material on the pH of plum fruit during storage at 25°C and 4°C

Temperature	Packaging methods	Storage (days)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
25°C	Control	3.40±0.04 ¹	3.92±0.05 ^a	4.15±0.06 ^a	4.11±0.06 ^a	-	-	-	-
	HDPE	3.40±0.04 ¹	3.91±0.01 ^a	4.11±0.08 ^a	4.09±0.08 ^a	-	-	-	-
4°C	Control	3.40±0.04 ¹	3.96±0.06 ^a	4.33±0.11 ^b	4.03±0.04 ^a	4.02±0.06 ^a	4.02±0.03 ^a	4.05±0.01 ^a	4.04±0.03 ^a
	HDPE	3.40±0.04 ¹	3.94±0.04 ^a	4.17±0.06 ^a	4.10±0.07 ^a	3.98±0.01 ^a	4.07±0.05 ^a	4.03±0.02 ^a	4.02±0.04 ^a

¹⁾ Mean±SD. Any figures in the same column with the same letter are not significantly different at p < 0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 3. Effect of packaging material on the titratable acidity of tomato fruit during storage at 25°C and 4°C

(g malic acid/50g fruit weight)

Temperature	Packaging methods	Storage (days)			
		0	3	5	7
25°C	Control	1.10±0.11 ^{1a}	1.12±0.01 ^a	0.86±0.01 ^a	0.70±0.04 ^{ab}
	HDPE	1.10±0.11 ^a	0.95±0.24 ^a	0.83±0.01 ^a	0.73±0.02 ^{ab}
	PVDC	1.10±0.11 ^a	1.19±0.12 ^a	0.85±0.01 ^a	0.8±0.04 ^{bc}
4°C	Control	1.10±0.11 ^a	0.98±0.08 ^a	0.86±0.06 ^a	0.82±0.01 ^{bc}
	HDPE	1.10±0.11 ^a	1.01±0.12 ^a	0.89±0.06 ^a	0.82±0.04 ^c
	PVDC	1.10±0.11 ^a	1.18±0.06 ^a	0.79±0.17 ^a	0.61±0.01 ^a

¹⁾ Mean±SD. Any figures in the same column with the same letter are not significantly different at p < 0.05 level by Duncan's multiple range test.

색도, 경도 및 anthocyanin 함량

저장 중 토마토 과피의 색 변화와 관련하여 문 등(1)은 Hunter L, b 값들에 있어 변화가 없다고 보고한 바, 본 연구에서는 과피의 색 변화로 적색도를 나타내는 Hunter a value를 측정하였는데 25°C에서 저장한 토마토의 경우 포장재의 유무와 관계없이 저장기간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 5). 이러한 결과는 Hong 등(17) 및 김 등(18)의 결과와 일치하였으며 토마토 과피의 색 변화는 lycopene 색소의 발현에 의한 것으로 저장 중 토마토의 호흡률 및 ethylene 생성량의 증가와 관련하여 lycopene의 발현이 유도되는 것으로 여겨진다(19). 그러나 대조적으로 토마토의 호흡이 억제되는 4°C 저장 시험구에서는 Hunter a value의 변화가 나타나지 않았다(Fig. 6).

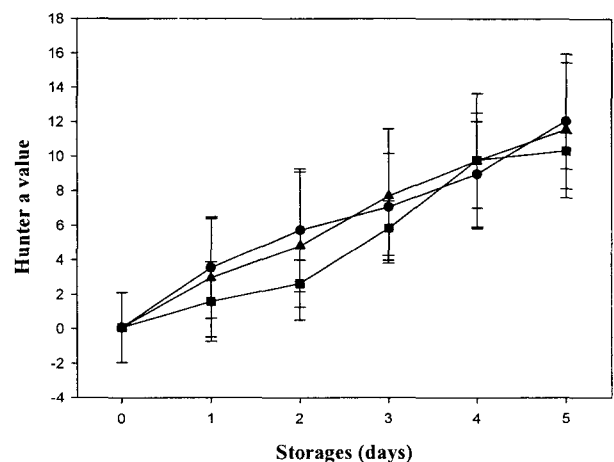


Fig. 5. Effect of packaging material on Hunter a value of tomato fruit during storage at 25°C.

● : Control, ▲ : HDPE packaging, ■ : PVDC packaging.

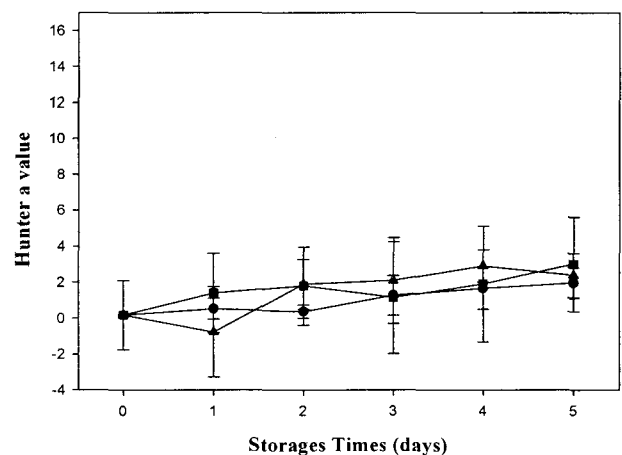


Fig. 6. Effect of packaging material on Hunter a value of tomato fruit during storage at 4°C.

● : Control, ▲ : HDPE packaging, ■ : PVDC packaging.

경도는 자두의 품질에 영향을 미치는 중요한 인자인데 본 연구에서 25℃ 저장 시험구의 경우 저장 3일 만에 무름 현상이 일어나 상품적 가치를 완전히 상실하였으며 4℃의 경우 저장 기간이 증가함에 따라서 포장 유무와 관계없이 감소하는 경향을 나타내었는데(Fig. 7, 8) 이러한 결과는 송 등(4)의 결과와 일치하였다. 이러한 과실의 연화작용은 펙틴질의 분해와 관련하는 polygalacturonase의 활성이 가장 주요한 원인으로써, Yoshida 등(20)은 토마토를 33℃에서 15일간 저장한 후 polygalacturonase의 활성이 나타나지 않았으며 이로 인한 조직의 연화작용이 없었다고 보고한 반면 Tsuji 등(21)은 30℃에서 저장하면서 자두 과육의 경도를 측정할 결과 자두 과육의 연화가 서서히 일어나고 20℃에서 저장할 경우 연화가 급격히 일어나는 것으로 보고하였다. 따라서 자두의 경도에 영향을 미치는 polygalacturonase는 30℃ 이상이나 10℃ 미만의 온도에서 활성의 저해를 받는 것으로 생각되어지며, 따라서 본 연구에서 4℃ 저장 시험구의 경도가 서서히 감소한 것으로 사료된다. 또한 자두의 품질을 결정하는데 있어서 중요한 요인인 색소의 주요 성분은 anthocyanin으로 알려져 있는데 저장기간 중 anthocyanin content를 측정할 결과, 25℃ 처리구에서는 저장 후 급격한 anthocyanin 함량의 증가가 나타났으며 4℃ 처리구에서는 비교적 완만한 상승을 보여 주었는데(Fig. 9, 10), 이것은 저온에서 저장 시 낮은 호흡률로 인해 anthocyanin의 함량 변화가 25℃에 비해 줄어든 것으로 사료된다(22).

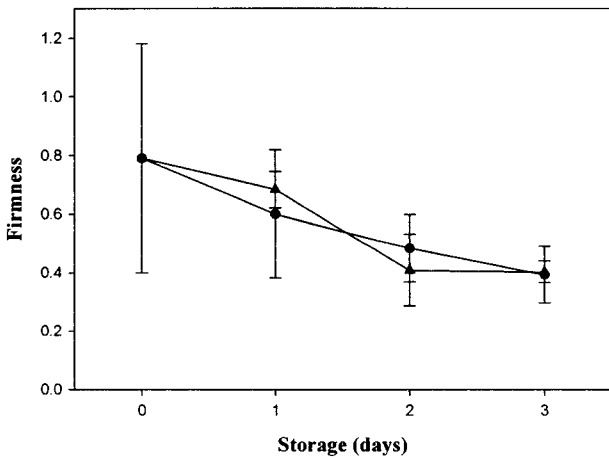


Fig. 7. Effect of packaging material on the firmness of plum fruit during storage at 25℃.

● : Control, ▲ : HDPE packaging.

부패 미생물

저온에서 저장 중 토마토의 *Pseudomonas*, 총균수, mold 및 yeast의 수는 Fig. 11-13과 같다. 대부분의 과채류는 수확한 다음 선별 후 곧바로 포장을 하여 출하하므로 표피에 변패 미생물이 존재하기에 유통 기간을 저하시킨다. 따라서 저장

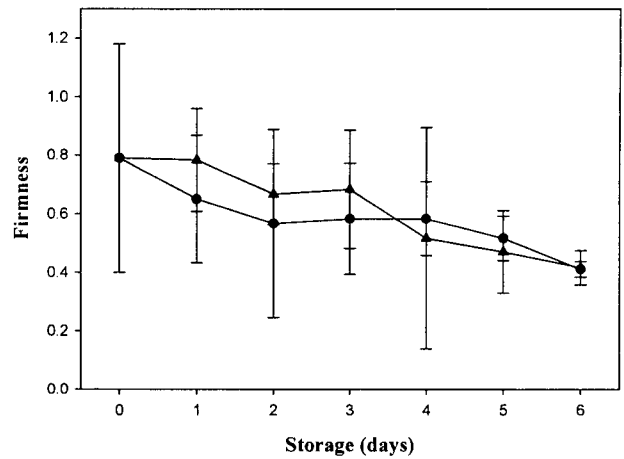


Fig. 8. Effect of packaging material on the firmness of plum fruit during storage at 4℃.

● : Control, ▲ : HDPE packaging.

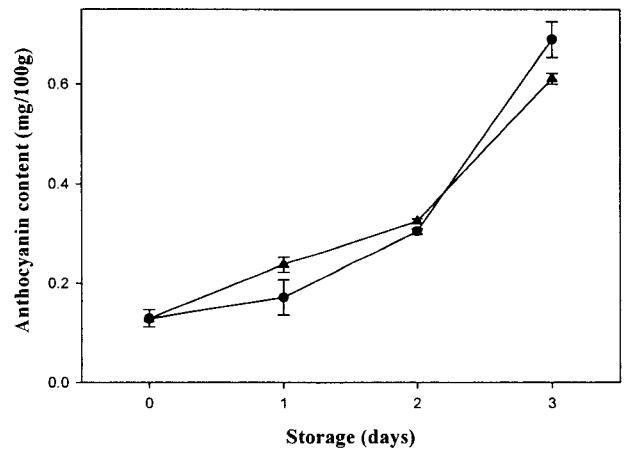


Fig. 9. Effect of packaging material on anthocyanin content of plum fruit during storage at 25℃.

● : Control, ▲ : HDPE packaging.

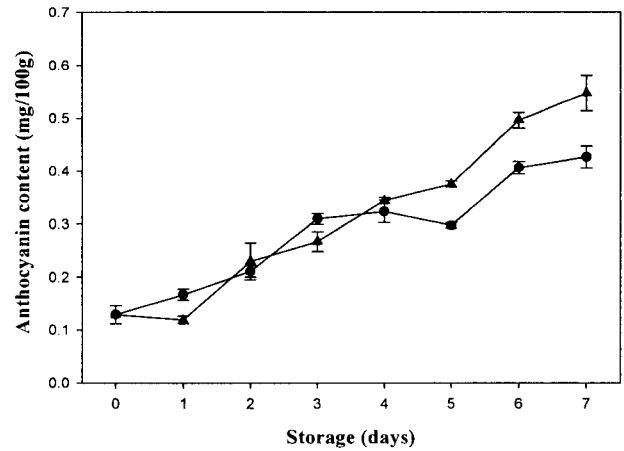


Fig. 10. Effect of packaging material on anthocyanin content of plum fruit during storage at 4℃.

● : Control, ▲ : HDPE packaging.

기간이 경과함에 따라 미생물의 수는 증가하며, 상온 저장보다 낮은 저장온도인 4°C에서 저장기간 중 미생물학적 변화를 조사하였다. 저장 중 포장처리구가 포장하지 않은 것에 비해 모든 미생물의 수 변화에서 증가를 지연시킬 수 있었다. 저온에서 생육을 잘 하는 *Pseudomonas*의 경우 저장 4일 후에 무처리구가 5.2 log CFU/ml에 비해 포장재 처리구가 3.7로 1.5 log cycle을 줄일 수 있었다. 총균수, mold 및 yeast의 경우도 비슷한 경향을 보였다(Fig. 12, 13).

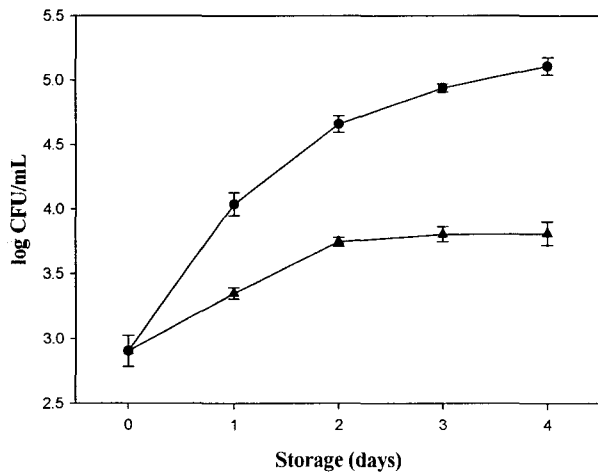


Fig. 11. Effect of packaging material on *Pseudomonas* change of tomato fruit during storage at 4°C.
● : Control, ▲ : HDPE packaging.

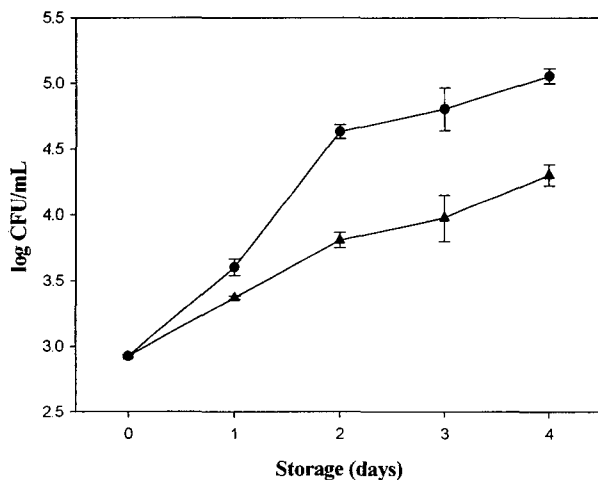


Fig. 12. Effect of packaging material on total bacterial change of tomato fruit during storage at 4°C.
● : Control, ▲ : HDPE packaging.

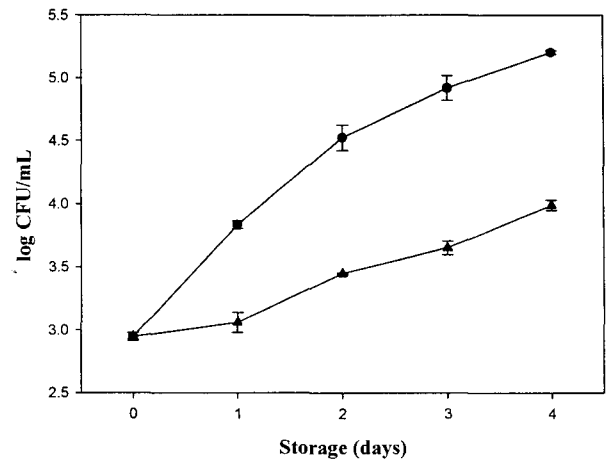


Fig. 13. Effect of packaging material on molds and yeast change of tomato fruit during storage at 4°C.
● : Control, ▲ : HDPE packaging.

요약

토마토와 자두의 포장방법 및 저장 온도가 과실의 저장성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 저장 중 중량감소율, pH 및 적정산도, 색도, 경도, anthocyanin 함량을 측정하였다. 중량감소율은 25°C보다 4°C 저장 시험구에서 보다 적게 나타났으며 포장재 처리구가 대조구에 비해 중량감소율이 적게 나타났다. 저장 중 pH는 저장기간이 증가함에 따라 점차 증가하는 경향을 나타내었지만 포장방법에 따른 차이는 나타나지 않았다. 적정산도의 경우 저장온도와 포장방법에 상관없이 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 토마토 색도의 경우 포장방법에 따른 변화는 나타나지 않았지만 4°C에서 색도의 변화가 거의 나타나지 않았고 25°C에서 저장한 시험구에서는 점차 증가하는 것으로 나타났다. 자두의 경도는 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났으며 anthocyanin 함량은 25°C에서 저장 시 급격한 변화가 관찰된 반면 4°C에서는 그 변화 폭이 적었다. 미생물의 변화는 저장 중 모든 종류의 미생물의 수가 증가하였는데 저온저장 시 포장재처리가 상대적으로 증가율을 감소시켰다. 본 실험 결과 품질 유지에 가장 효율적인 포장재는 토마토의 경우 PVDC이며, 딸기의 경우 HDPE임을 알 수 있었다. 즉, 냉장유통 및 적절한 포장재 선택이 토마토와 자두 같은 신선 과채류의 품질유지 및 유통기한 증대에 중요한 요인으로 생각되었다.

참고문헌

1. Moon, K.D., Lee, C.H., Kim, J.K., and Sohn, T.H. (1992)

- Storage of tomatoes by polyethylene film packaging and CO₂ treatment. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 603-609
2. Sung, Y.J., Kim, Y.C., Kim, M.Y., Lee, J.B., and Chung, S.K. (2002) Approximate Composition and Physicochemical Properties of Plum (*Prunus Salicina*). J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol., 45, 134-137
 3. Lim, B.S., Lee, C.S., Choi, S.T., Kim, Y.B., Lee, J.C., and Hwang, Y.S. (1996) Effect of ethphon treatment on the maturation of Plum fruits (*Prunus Salicina*) and changes of the quality as affected by storage conditions. Korean J. Post Harvest Sci. Technol. agri. products, 3, 155-170
 4. Song, T.H., and Kim, C.J. (1999) Effect of Edible Coating on Softening of the Stored Immature Plums. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 42, 317-323
 5. Gil, M.I., Conesa, M.A., and Artés, F. (2002) Quality changes in fresh cut tomato as affected by modified atmosphere packaging. Postharvest Biol. Technol., 25, 199-207
 6. Bangerth, F., and Streif, J. (1987) Effect of aminoethoxyvinylglycine and low-pressure storage on the post-storage production of aroma volatiles by Golden Delicious apples. J. Sci. Food Agri., 41, 351-360
 7. Ajlouni, S.O., Beelman, R.B., and Thompson, D.B. (1993) Influence of gamma irradiation on quality characteristics, sugar content, and respiration rate of mushrooms during post-harvest storage. Developments Food Sci., 32, 103-121
 8. Crisosto, C.H., Retzlaff, W.A., DeJong, T.M., and Zoffoli, J.P. (1993) Postharvest performance evaluation of plum (*Prunus salicina* Lindel) fruit grown under three ozone concentrations. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 118, 497-502
 9. Skalski, C., and Sistrunk, W.A. (1974) Factors influencing color degradation on Concord grape juice. J. Food Sci., 38, 1060-1062
 10. Fuleki, T., and Frances, F.J. (1968) Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. J. Food Sci., 33, 72 -77
 11. Markakis, P. (1982) Anthocyanins as Food Colors. Academic Press, NY, U.S.A. p. 192-195
 12. Kader, A.A. (1986) Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technol., 40, 99-104
 13. 박영호 (2001) 플라스틱 필름 및 시이트. 식품포장학, 수 학사, p. 38-111
 14. Kim, J.K., Moon, K.D., and Sohn, T.H. (1993) Effect of PE film thickness on MA(Modified atmosphere) storage of strawberry. J. Korean Soc. Food Nutr., 22, 78-84
 15. Jung, G.T., Lee, G.J., Ryu, J., Na, J.S., and Ju, I.O. (1995) Effect of Packaging Methods on th Shelf-life of Tomato. Korean J. Post Harvest Sci. Technol. Agri. Products, 2, 147-154
 16. Lee, H.D., Yoon, H.S., and Choi, J.U.. (2001) Changes of Quality Characteristics on the Cherry Tomates during the CA(Controlled Atmosphere) Storage. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8, 239-245
 17. Hong, S.J., and Lee, S.K. (1996) Changes in physiological characteristics of tomato fruits during postharvest ripening. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 37, 33-36
 18. Kim, Y.B., Kubo, Y., Inaba, A., and Nakamura, R. (1996) Effect of storage temperature on keeping quality of tomato and strawberry fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 37, 526-532
 19. Kader, A.A. (1985) Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. Hort. Science, 20, 54-57
 20. Yoshida, O., Nakagawa, O., Ogura, N., and Sato, T. (1984) Effect of heat treatment on the development of polygalacturonase activity in tomato fruit during ripening. Plant Cell Physiol., 25, 505-509
 21. Tsuji, M., Harakawa, M., and Komiyama, Y. (1984) Changes in shelf life and quality of plum fruit during storage at high temperature. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 52, 469-475
 22. Song, T.H., and Kim, S.J. (1996) Effect of Cellulose-based Edible Coatings on the Color Changes of Stored Plums (*Prunus salicina* L.). J. of Kopast., 2, 21-32