

# PE Film 봉지 내 가스조성이 '富有' 단감의 저장성에 미치는 영향

안지현 · 강성모\* · 조정래 · 임종민

경상대학교 원예학과(농업생명과학연구원)

## Effect of Gas Composition in Polyethylene Film Bags on Storability of 'Fuyu' (*Diospyros kaki* Thunb.) Persimmon Fruit

Ji-Hyun An, Sung-Mo Kang\*, Jeoung-Lai Cho, and Jong-Min Lim

Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea (Institute of Agriculture & life sciences)

\*corresponding author

**ABSTRACT** 'Fuyu' persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) were seal-packaged in 60  $\mu$ m polyethylene (PE) film bags with various O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> combinations (0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub>), and in vacuum and air. They were then stored at -0.5°C for 95 days. Changes in fruit weight, firmness, soluble solids, Hunter L and a values, CO<sub>2</sub> concentrations, and marketability were investigated at 20-day intervals. A combination of 2% O<sub>2</sub> and 5% CO<sub>2</sub> as well as the vacuum treatment were effective in maintaining firmness, soluble solids, marketability, and Hunter a value of 'Fuyu' fruits. On the other hand, the treatment of 2% O<sub>2</sub> combined with 8% CO<sub>2</sub> and vacuum treatment were effective in maintaining fresh weight and Hunter L and a values. The highest marketable quality was maintained when the fruits were vacuum-sealed, although fruits softened severely in the area where two fruits contacted with each other.

**Additional key words:** MA storage, fruit discoloration, O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> combinations

### 서 언

단감의 장기간 저장에서 연화, 흑변 및 갈변현상과 같은 생리적 장애를 최소화하기 위한 많은 연구가 선행되어 왔는데 PE 필름으로 5개씩 포장할 경우, 적정 저장 온도와 효과적인 포장용 PE 필름 두께는 각각 0°C와 0.05-0.06mm로 알려져 있다(Kitagawa, 1970; Lee와 Yang, 1997; Tarutani, 1961).

CA(Controlled atmosphere) 저장은 호흡의 억제, 냉해지연, 에틸렌 생성 및 작용의 억제, 유기산의 감소, 과육의 연화 및 엽록소의 분해억제 등으로 과실의 후숙과 노화현상을 지연시킨다. 그러나 이 방법은 생리장애 유기, 비정상 숙성, 저농도 O<sub>2</sub> 조건 시 이상한 냄새 발생, 표피발달 지연 등과 같은 단점으로 지금까지 사과, 단감을 포함한 일부 작물에서만 실용화되고 있다. CA 저장에 비해 MA(Modified atmosphere) 저장은 film 내의 공기 조성을 엄격하게 조절하지 않고 과실의 호흡에 의한 저산소 고CO<sub>2</sub> 조건을 맞추는 것이다. CA에 비해 MA가 간단하고 시설 투자비와 운영비도 적게 든다.

우리나라에서는 PE film을 이용한 MA 저장으로 상당한 기간

동안 안정되게 단감을 저장하고 있다. 그러나 MA 저장 중 '부유' 단감의 흑변 및 갈변으로 인한 피해는 단감의 상품성을 떨어뜨리는 중요한 문제로 대두되고 있다. 이러한 생리적 장애 발생에 관여하는 요인으로는 필름의 두께나 크기는 물론 과실의 크기와 무기이온 농도(Shin, 1993), 저장고 입고 전의 과실처리(Park과 Kim, 2000), 봉지 내의 가스 조성(Kim, 1995; Lee 등, 1999) 등을 들 수 있지만 아직도 그 원인은 정확하게 밝혀져 있지 않다(Yang 등, 1999).

따라서 본 연구는 관행적인 MA 저장보다 생리적 장애 발생을 최소화시킬 수 있는 저장방법을 구명하고자 PE film 봉지 내 공기 조성 비율을 달리한 처리와 진공 처리 등으로 단감의 저장력을 비교하였다.

### 재료 및 방법

본 실험에 사용된 단감은 진주시 문산읍 '우리농원'에서 1999년 11월 2일에 수확한 것으로, 본 실험을 수행하기 전 1개월 동안 이미 -0.5°C±1°C의 저장고에 보관된 상태였다. 동년 12월 2일 경상대학교 저장생리 실험실에서 상처과, 이병과, 연화과는 제외하고

※ Received for publication 15 November 2001. Accepted for publication 14 December 2001.

속도, 색깔 등이 균일한 170-190g의 과실을 선별한 후 봉지에 5개씩 넣어 시험에 사용하였다.

### Gas 조성/조사

프렉스 에어 코리아 주식회사에서 제조한 가스로 ① 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, ② 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, ③ 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub>, ④ 5% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, ⑤ 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub>, ⑥ 진공, ⑦ 대조구 등 7개의 다른 조성을 두었다. Gas 조사는 처리 후 20, 40, 60, 80, 95일에 봉지 내 CO<sub>2</sub>량을 조사하였으며, 단감이 저장된 필름 봉지에서 gas 주사기로 공기 1mL을 취하여 gas chromatograph(Model 6890 Series, FID1 A. Hewlett-Packard)에 주입하여 측정하였다. 사용된 column은 PORAPAK Q 6 Feet이며, 이때의 oven 온도는 40℃, injector 온도는 100℃, detector 온도는 250℃였다.

### MA 저장 방법

12월 4일 0.06mm PE필름(봉지재질 : LLDPE, 규격 : 0.06mm × 13cm × 55cm) 봉지에 과실 5개를 넣은 다음, 가스조절기를 이용하여 농도별로 처리하였다. 완전 밀봉한 봉지는 가스 주입 후 Hand Sealer NT-200을 이용하여 접착했고, CO<sub>2</sub> gas를 조사할 처리는 유리관을 투입하여 완전 접착한 뒤, gas 주입 후 유리관 끝 부분의 고무 tube 부분을 집게로 완전 밀봉하였다. 대조구의 air 주입 방법은 위의 처리와 동일하며, gas 주입과 흡입은 2-3회 반복하였고, 처리 후 다시 문산 우리농원 저장고(-0.5℃ ± 1℃)에 저장하였다. 진공처리는 입구 부분만 남긴 채 접착한 뒤 입구 부분에 고무관을 연결하여, 진공기계로 내부의 공기를 빼내고 밀봉하였다. 완전 밀봉한 것과, 주기적 gas 변화를 조사하기 위한 2반복으로 처리하였다.

### 과실 품질 조사

감모율은 처리 후 20일 간격으로 측정된 과실의 무게로 계산하

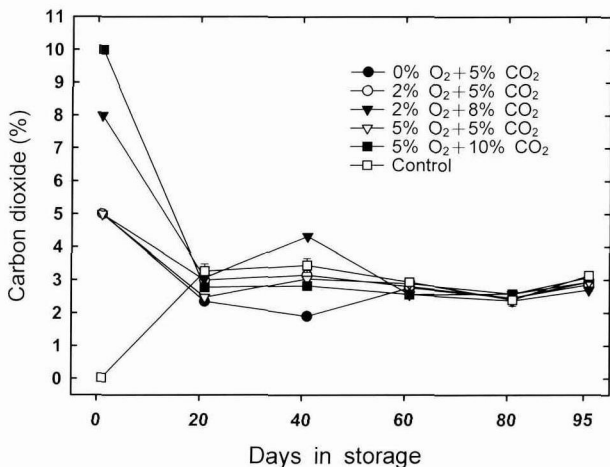


Fig. 1. Changes in CO<sub>2</sub> concentrations in 60 μm PE film bags during storage of 'Fuyu' persimmon fruits as affected by initial gas compositions.

였다. 경도는 5mm probe를 장착한 경도계(TYPE SD-700)로, 당도는 굴절당도계(HRT 32)를 이용하여 측정하였다. 과피색은 색도계(CR-200)를 사용하여 감의 상단, 중앙, 하단의 세 부분을 측정한 뒤, 평균한 Hunter L 값과, Hunter a 값을 조사하였다. 시장성은 저장 60일, 80일 및 95일 후 단감의 외견상 품질을 10명의 panel (남 : 6, 여 : 4)이 평가하였다. 과실 표면의 전체 면적을 100으로 두고, 흑변과 갈변이 생긴 부위의 면적을 외관상 조사하여 그 정도를 1-5로 표시했는데 외관상 아무런 문제가 없는 건전과는 지수 1, 흑변 및 갈변이 1-5%인 것은 지수 2, 흑변 및 갈변이 6-20%인 것은 지수 3, 흑변 및 갈변이 21-50%인 것은 지수 4, 표면의 반 이상을 차지할 만큼의 흑변 및 갈변이 여러 부분에 걸쳐 있는 것은 지수 5로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

MA 저장에서 PE 필름 봉지 내의 CO<sub>2</sub> 농도는 봉지의 두께가 두꺼울수록 높은 경향을 나타내며(Lee 등, 1999), 저장 4주까지는 과실의 호흡량에 영향을 받지만 4주 이후부터는 필름의 투과성에 영향을 받는다. 그러나, 본 실험에서 저장 초기에는 gas 처리 조합에 따라 심한 차이를 보였으나 4주 이후부터는 처리간 차이 없이 유지되었다. 처리 후 40일째 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 구에서 가장 높고, 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 구에서 가장 낮은 CO<sub>2</sub> 농도를 보였으나 그 이후는 처리간 차이 없이 비슷하게 유지되었다. 이는 Park 등(1997)의 보고와 유사한 경향이었다. 감을 PE필름 봉지에 밀봉하여 0℃에서 저장 시 5일이 지나면 CO<sub>2</sub> 농도는 5%, O<sub>2</sub> 농도는 3% 내외로 되는데 저장 작물에는 별 피해가 없다고 하였다(Hardenburg, 1971). 또한 필름 내 가스 조성은 60 μm인 경우, 저장 60일 후 O<sub>2</sub>는 3% 내외, CO<sub>2</sub>는 5% 내외로서 감 저장에 가장 좋은 가스 조성을 나타낸다고 하였는데(Ben-Arie와 Zutkhi, 1992), 본 실험에서는 60일경 CO<sub>2</sub> 농도가 3% 내외였다.

온도가 높고, 저장기간이 증가되며, 필름 두께가 얇을수록 감모율이 증가한다(Lee와 Yang, 1997; Sacher, 1973). 저장 후 20일 간격으로 조사한 감모율은 저장 95일 동안 모든 처리에서 1% 이하로 대단히 낮았는데(Table 1) 이것은 PE 필름 내의 높은 습도와 저온으로 호흡률이 낮은 것이 그 원인으로 생각된다. 초기에는 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub> 처리구가 감모율이 가장 컸고, 저장 95일 후에는 진공과, 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구에서 다소 낮은 경향을 보였다. 따라서 본 연구에서와 같은 조건으로 단감을 저장하는 경우 감모율이 크게 문제되지 않을 것으로 판단된다.

O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub>를 달리하여 저장한 부유 단감의 경도는 저장기간이 경과할수록 모든 처리구에서 감소하였다(Table 1). 초기에는 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구가 경도 유지에 효과적인 듯 보였으나 후기로 갈수록 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 처리구, 진공 처리 및 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub> 처리구가 더 효과적이었다. Kader 등(1989)은 MA 저장 시 필름 내 낮은 O<sub>2</sub>와 함께 높은 CO<sub>2</sub>는 과실의 호흡량 억제로 연화를 지

**Table 1.** Effect of initial gas composition in PE film bags on the changes of percent weight loss, firmness (N) and soluble solid contents ( $^{\circ}$ Brix) during cold storage of 'Fuyu' persimmon fruits.

O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> (%)	Days in storage <sup>2</sup>					
	0	20	40	60	80	95
<i>Percent weight loss</i>						
0/5	0	0.09±0.00 <sup>y</sup>	0.13±0.00	0.12±0.00	0.23±0.04	0.24±0.02
2/5	0	0.03±0.01	0.06±0.00	0.12±0.00	0.21±0.02	0.35±0.00
2/8	0	0.05±0.00	0.09±0.00	0.13±0.00	0.18±0.00	0.20±0.01
5/5	0	0.09±0.01	0.17±0.03	0.16±0.00	0.19±0.00	0.34±0.14
5/10	0	0.12±0.07	0.13±0.04	0.13±0.02	0.22±0.02	0.31±0.09
Vacuum	0	0.03±0.00	0.12±0.02	0.09±0.04	0.14±0.07	0.20±0.04
Control	0	0.07±0.01	0.22±0.06	0.18±0.02	0.22±0.03	0.27±0.03
<i>Firmness</i>						
0/5	-	3.4±0.2	3.0±0.3	2.5±0.3	3.1±0.2	2.4±0.2
2/5	-	3.9±0.4	3.6±0.5	3.3±0.2	3.0±0.3	3.2±0.4
2/8	-	4.1±0.7	4.2±0.4	4.0±0.2	2.7±0.2	2.1±0.5
5/5	-	4.1±0.4	2.7±0.3	3.0±0.2	2.1±0.2	2.2±0.3
5/10	-	3.4±0.6	3.4±0.4	2.9±0.2	3.2±0.5	2.9±0.7
Vacuum	-	4.0±0.2	3.5±0.2	3.7±0.2	3.2±0.1	3.1±0.2
Control	-	3.8±0.4	2.9±0.3	2.4±0.1	2.3±0.4	2.2±0.4
<i>Soluble solids content (<math>^{\circ}</math>Brix)</i>						
0/5	-	11.4±0.4	11.7±0.4	12.0±0.3	11.5±0.6	12.5±0.7
2/5	-	12.2±0.3	12.8±0.7	11.0±0.5	12.3±0.6	11.2±0.2
2/8	-	11.8±0.6	11.9±0.4	12.2±0.1	11.5±0.4	12.1±0.6
5/5	-	11.9±0.5	12.8±0.4	12.3±0.2	12.3±0.3	12.2±0.4
5/10	-	12.5±0.6	11.7±0.3	11.8±0.2	12.1±0.1	12.0±0.0
Vacuum	-	11.8±0.2	11.8±0.4	12.6±0.9	12.3±0.5	11.7±0.6
Control	-	13.0±0.3	12.5±0.8	12.8±0.4	11.4±0.3	12.9±0.8
<i>Marketability<sup>z</sup></i>						
0/5	-	-	-	2.0 b <sup>w</sup>	1.9 b	2.5 a
2/5	-	-	-	1.4 c	1.5 c	1.8 b
2/8	-	-	-	1.6 c	1.9 b	2.0 b
5/5	-	-	-	1.8 bc	2.0 b	2.3 ab
5/10	-	-	-	1.6 c	2.2 b	2.4 ab
Vacuum	-	-	-	1.4 c	1.7 c	1.7 b
Control	-	-	-	2.6 a	2.7 a	2.9 a

<sup>1</sup>Firmness at day 0 in the storage was 20.8±0.7.

Soluble solid content at day 0 in the storage was 11.6±0.3.

<sup>2</sup>Means of three replicates±SE.

<sup>3</sup>Degree of marketability determined by percent discoloration; 1, very good (0%); 2, good (1-5%); 3, fair (6-20%); 4, poor (21-50%); 5, very poor (51-100%).

<sup>w</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

연시킨다고 보고하였다. 그러나, 본 실험에서는 저장 60일 이후 봉지 내 CO<sub>2</sub> 농도가 3% 내외로 처리 간 차이가 없어 봉지 내 CO<sub>2</sub> 농도와 연화를 직접적으로 관련시키는 것은 어려울 것으로 판단된다. 봉지 내의 CO<sub>2</sub> 농도 변화는 봉지의 물리적 특성은 물론, 봉지 당 과실수(Ahn 등, 2001), 과실의 종자 유무(Kim 등, 1997)에 따라 다른 것으로 알려져 있다.

모든 처리에서 저장 전과 95일 저장 후 간에 당도의 감소는 거의 없었다(Table 1). 그러나 관행적인 저장 방법에서는 80일 저장을 제외하고는 다소 높아지는 경향을 보였다. 과실의 당도는 11-13  $^{\circ}$ Brix 수준으로 초기의 당도와 가장 비슷하게 유지된 것은 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 처리구와 진공 처리구였지만 그 외 처리구에서는 다소 증가하는 경향을 보임으로써 저장기간이 증가할수록 당도가 다소

감소하는 경향을 보인다는 Lee 등(2000)의 보고와는 약간의 차이가 있었다. Lee와 Yang(1997)은 당도의 경우 저장 30일 후 증가하였다가 60일부터 감소하기 시작하였는데, 저장온도가 높을수록 그리고 포장을 하지 않은 무처리구에서 상대적인 감소가 뚜렷하였다고 보고하였다.

전체적으로는 저장 초기에 비해 감소하여 퇴색되는 경향이었는데, 과피 흑변·갈변 및 부패가 많았던 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub>, 대조구에서 낮은 Hunter L 값을 나타냈다(Fig. 2). 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구와 대조구는 저장 40일째 Hunter L값이 약간 증가하는 듯 보였으나, 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구는 95일째까지 처음값과 비슷하게 낮아졌고 대조구는 급격히 하락하였고, 저장 95일 후 58까지 낮아졌다. 특히 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub>

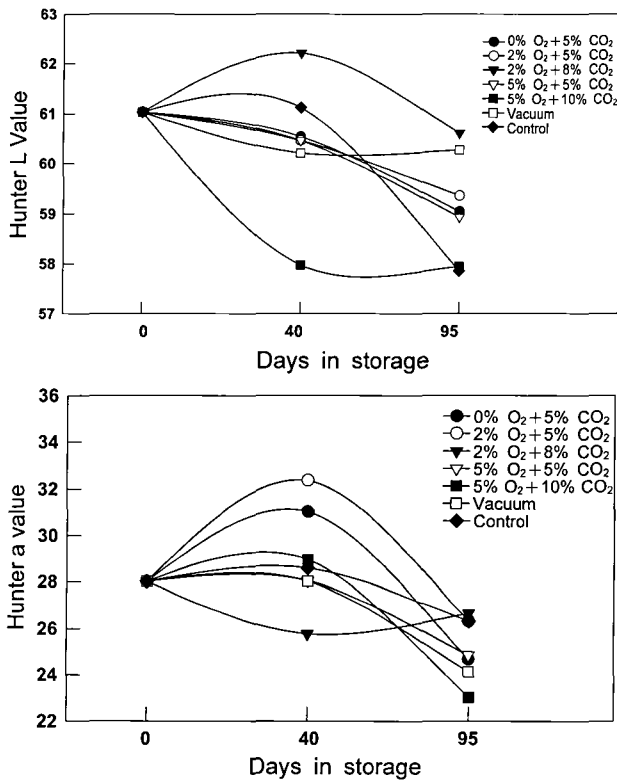


Fig. 2. Changes in Hunter L (A) and Hunter a (B) value in 'Fuyu' persimmon fruits as influenced by initial gas compositions in 60  $\mu$ m PE film bags.

처리구는 저장 40일부터 가장 낮은 값을 나타내며, 그 값을 95일까지 유지하였다. Lee 등(1999)은 PE 필름 봉지에서 높은 CO<sub>2</sub> 농도가 과피색을 어둡게 하며, 진공처리에 의해 L값이 낮아진다고 했으나, 본 실험은 CO<sub>2</sub> 농도에 따른 상관관계는 없었고, 진공처리가 다른 처리에 비해 L값이 처음과 비슷하게 유지되었다. Yang 등(1999)은 10% CO<sub>2</sub> 처리구에서 L값의 변화가 가장 적게 나타나 '부유' 단감의 흑변 및 갈변의 직접적인 원인은 고농도의 CO<sub>2</sub>에 의한 것이 아니라고 보고했다. 본 연구에서도 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구에서 L값이 높게 유지된 것을 고려하면 단감은 고농도의 CO<sub>2</sub>에서도 잘 견디는 작물로 생각된다. 본 실험의 결과로는 명도 유지에는 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구와 진공 처리가 효과적이었다.

저장 40일째의 Hunter a 값은 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 처리구와 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 처리구가 저장 전보다 조금씩 증가하는 경향이었고, 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구가 가장 낮은 값을 나타냈으나 95일 저장에서 앞의 두 처리는 급격히 하락하고, 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구가 일정한 값을 유지해 오히려 처음값과 가장 비슷하게 유지되었다(Fig. 2). 단감의 Hunter a 값은 저장 초기에 비해 후기에 증가하는 경향을 보인다(Lee 등, 2000; Lee와 Yang, 1997; Yang 등, 1999). 그러나 Lee 등(1999)은 높은 CO<sub>2</sub>에 의해 과피색이 변색된 결과로 Hunter a 값이 낮아지는 경향을 보인다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 보고하였다.

시간이 지날수록 시장성은 저하되었으며 그 정도는 대조구가 가

장 심하였고, 다음이 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 그리고 진공 처리 순이었다(Table 1). 60일 저장의 대조구 과실의 시장성 평가가 2.6으로 다른 처리의 95일 저장과 비슷한 수치를 나타내었고, 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>와 진공처리는 95일 저장 후 각각 1.8과 1.7을 나타내 변색과 발생 억제에 효과적임을 보여주었다. 과육 갈변은 PE 필름 내 산소 농도가 1% 이하의 저산소 조건에서 발생한다는 보고(Lee 등, 1999), 5개 포장에 비해 2개 포장에 비해 호흡량이 많아 산소 부족과 CO<sub>2</sub> 과잉으로 갈변과가 많이 발생한다는 보고(Ahn, 2001)와 유사하게 본 실험에서도 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 처리구에서 변색과 발생이 증가하여 시장성이 낮은 것으로 나타났다(Table 1). 본 실험에서는 봉지 내 O<sub>2</sub> 농도는 측정하지 못하였기 때문에, O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub> 농도에 따른 과육 갈변과 흑변현상 발생정도를 연관시키는 어렵다. 그러나 본 실험의 결과와 선행 연구 결과들을 종합해 보면 단감의 외형을 신선한 상태로 유지하는 데 가장 효과적인 처리는 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>와 진공 처리구로 생각된다.

## 초 록

관행적인 MA 저장보다 생리적 장해를 최소화시킬 수 있는 방법을 구명하고자 0.06mm의 PE film 밀봉 시 O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub>의 조성을 각각 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>+10% CO<sub>2</sub>, 진공 및 대조구(air)를 두어 실험하였다. 봉지 내 CO<sub>2</sub> 농도는 처리 40일째 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub>가 가장 높고, 0% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>가 가장 낮았으나 그 이후 처리 간 차이 없이 비슷하게 유지되었다. 감모율, 색도에는 2% O<sub>2</sub>+8% CO<sub>2</sub> 처리구와 진공 처리구가, 경도, 당도, 시장성에는 2% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 처리구와 진공처리가 효과적이었다. 저장 중 봉지 내 과실이 심하게 밀착되면 접촉 부분의 연화과 발생이 증가되는 현상을 제외하고는 모든 조사항목에서 진공처리한 과실이 저장성이 가장 좋은 것으로 판단되었다.

추가 주요어 : 봉지저장, 과피변색, 산소와 이산화탄소 조성

## 인용문헌

- Ahn, G.H., W.D. Song, D.S. Park, Y. Lee, and S.J. Choi. 2001. Package atmosphere and quality as affected by MA conditions of persimmon fruits. *Kor. J. Food. Sci. Technol.* 30:200-204.
- Ben-Arie, R. and Y. Zutkhi. 1992. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified atmosphere packaging. *HortScience* 27:811-813.
- Hardenburg, R.E. 1971. Effect of in-package environment on keeping quality of fruits and vegetables. *HortScience* 6:198-201.
- Kader, A.A., D. Zagory, and E. L. Kerbel. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Food Sci. Nutr.* 28:1-

- Kim, M.S., S.D. Oh, and D.S. Son. 1999. Effect of seedlessness on the incidence of flesh browning during MA storage in non-astringent persimmons. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:79-82.
- Kim, Y.S. 1995. Shelf-life extension after CA storage and optimum storage condition of 'Fuyu' persimmon fruits. MS Thesis, Seoul National University. pp.53
- Kitagawa, H. 1970. Cultivation and utilization of Japanese persimmons. Yokendo Press Tokyo. Japan. p.141-143.
- Lee, E.J. and Y.J. Yang. 1997. Postharvest physiology and storage disorders affected by temperature and PE film thickness in 'Fuyu' persimmon fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:516-519.
- Lee, Y.M., O.C. Kwon, Y.S. Cho, Y.M. Park, and Y.J. Lee. 1999. Effect of oxygen and carbon dioxide concentration in PE flim bag on blankening and flesh browning disorder during MA storage of 'Fuyu' persimmon fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:585-590.
- Lee, Y.J., Y.M. Lee, O.C. Kwon, S.J. Jeong, Y.B. Lee, Y.S. Cho, Y.M. Park, and T.C. Kim. 2000. Effect of fruit size and PE flim area on skin blackening and flesh browning discoloration in MA storage of 'Fuyu' persimmon fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:71-74.
- Park, Y.S. and S.L. Kim. 2000. Ambient temperature condition and heated water immersion of 'Fuyu' persimmon fruit to reduce skin blackening during storage. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 18:709.
- Park, Y.S., T.S. Na, and K.M. Lee. 1997. Effect of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> treatment within polyethylene film bag on the fruit quality non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:510-515.
- Sacher, T.A. 1973. Senescence and postharvest physiology. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24:197-224.
- Shin, I.S. 1993. Improvement of storability of 'Fuyu' persimmon fruit. MS Thesis, Seoul National University. pp.54.
- Tarutani, T. 1961. Effect of the composition of atmosphere in the cold storage on the fruit quality of 'Fuyu' variety. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 30:95-102.
- Yang, Y.J., S.J. Choi, and C.H. Lee. 1999. Effect of exposure to elevated CO<sub>2</sub> atmospheres on fruit discoloration during cold storage of 'Fuyu' persimmon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:352-354.