

## 다공성 천연 소재가 ‘부유’ 단감의 저장성에 미치는 영향

김용훈<sup>1\*</sup> · 박지성<sup>1</sup> · 김건우<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(주)한국식물환경연구소, <sup>2</sup>안동대학교 생약자원학과

### Effect of Natural Porous Materials on Storability of LDPE Packaged Sweet Persimmon ‘Fuyu’

Yong-Hun Kim<sup>1\*</sup>, Jee-Sung Park<sup>1</sup>, and Kun-Woo Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biological Screening, KPER, Suwon, 441-813, Korea

<sup>2</sup>Plant Resources Major, School of Bioresources Science, Andong National University, Andong 760-749, Korea

**Abstract.** This study was carried out in order to develop an economical and convenient way to improve storability of sweet persimmon ‘Fuyu’. Natural porous materials (bamboo active carbon, chaff charcoal, and Ge-lite) pouching bags were enveloped in the conventional LDPE (low density polyethylene) package during room temperature and low temperature storage. The changes of soluble solids content, flesh firmness, flavor, decay, and softening of sweet persimmon were investigated in the 1- or 2-week intervals. The LDPE packaging with bamboo active carbon treatment was confirmed to maintain longer storability and higher quality than the LDPE packaging only. This method is expected to be applied to both of conventional and organic farming as an economical and convenient way to improve storability on long term storage and during distribution.

**Additional key words :** bamboo active carbon, chaff charcoal, organic farmer, low temperature storage, LDPE packaging

## 서 론

단감(*Diospyros kaki* cv. Fuyu) 나무는 경남지역에서 주로 재배되는 작물로 수확 후 상온과 저온 유통과정 중에 연화가 급속하게 진행되어 품질이 저하(Han 등, 2012)되기 때문에 저장성 증진을 위한 연구개발 전략이 요구되고 있다. 과실의 수확 후 저장성 향상 연구로는 에틸렌 발생 요인 억제방법(Brackmann 등, 2003), 열처리(Kweon 등, 2001), MAP(Modified atmosphere packaging) 저장(Lee, 2001), CA(Controlled atmosphere storage)저장(Hong 등, 1996) 등이 보고된 바 있다. 단감의 에틸렌 제거를 위한 1-methylcyclopropene(1-MCP)(Park와 Yang, 2010; Qrtiz 등, 2005)는 최근 발생장치가 농약활용기자재로 등록되면서 단감 농가에서 사용률이 높아졌다. 국내에서 주로 상용화 되고 있는 방식은 PE필름에 밀봉 포장하여 0°C에서 저온 저장하는 방식으로(Kawada, 1982) 5개들이 PE필름을 주로 사용하고, 1개씩 진공포장하기도 한다. 단감의 저장성 향상을 위해 PE필름 내에 에틸렌 흡착제를 처리하는 기능성 필름을 이용하고 있으나 크게

효과적이지 못한 실정이다(Kurahashi 등, 2005). 기체를 흡착할 수 있는 재료로서 숯이나 제올라이트 등을 포함하는 포장재를 개발하였다(Lee 등, 2003; Seo 등, 2003).

그러나 농민이 여러 연구개발 기술을 현장에 적용하는 과정에서 경제적, 기술적 어려움이 있으므로 쉽게 구할 수 있는 재료로 직접 제조하여 저장성을 향상 시킬 수 있는 소재가 있다면 활용도를 더 높일 수 있을 것으로 판단된다. 숯은 저장성을 향상시킬 수 있는 좋은 소재로 많이 알려져 있는데, 다소간의 차이가 있으나 보통 1g당 내부표면적이 200~300m<sup>2</sup> 정도의 무수한 구멍을 가진 다공성으로 에틸렌 등의 가스를 흡착할 수 있는 좋은 소재이다. 그 중 국내의 한 업체에서 개발한 대나무활성 숯은 1g당 1,329.2m<sup>2</sup>의 비표면적을 갖고 있어 일반 숯보다 에틸렌 가스 흡착능력이 우수하여 저장성 향상에 활용가능성이 충분하다. 또한 농민들이 쉽게 구할 수 있는 왕겨숯과 게르마늄을 포함한 천연광물질인 겔라이트(Ge-lite)도 가능성을 연구해 볼 수 있는 다공성 소재이다.

본 연구는 몇 가지 다공성 천연물질을 대상으로 단감 재배 농가에서 사용 할 수 있는 경제적이고, 수급이 용이한 재료를 선별하여 저장성을 향상 시킬 수 있는 기술을 개발하기 위하여 수행했다. 특히 유기농업을 실천

\*Corresponding author: wind@kper.or.kr

Received October 29, 2014; Revised November 18, 2014;

Accepted May 01, 2015

하는 농가에 합성화학물질을 사용하지 않고, 기존 관행 농법 보다 효과적인 기술을 개발 보급하고자 실험을 수행했다.

## 재료 및 방법

### 1. 다공성 천연물질

본 연구에 사용한 다공성 천연소재는 왕겨숯(Puruntutbat, Naju, Korea), 대나무활성숯(80~325mesh, Borim Industry, Jinju, Korea), 게르마늄 함유 천연광물질인 Ge-lite(Doseong Enterprise, Chuncheon, Korea) 등 각각의 재료를 두께 3.7mm의 기체를 투과할 수 있는 부직포(Namyang Non-woven Fabric CO.,LTD., Anseong, Korea)에 담아 열압 착기로 봉해 주머니형태로 제작했다. 각각의 재료는 단 감 5개당 10g을 기준 용량으로 준비해 단감과 함께 동봉하여 포장했다. 동봉 포장하기 전에 부직포 주머니에 넣은 각 다공성 천연소재들은 80°C Oven에서 4시간 정도 충분히 활성화 과정을 거친 후 실험에 사용했다.

### 2. 처리 및 저장 조건

실험에 사용한 단감은 ‘부유’ 품종으로 경남 김해의 수령 35년인 단감 나무에서 2013년 11월 중순에 수확 후 외관상 이상이 없고, 200±10g 정도의 크기 및 색깔이 균일한 것으로 선택하여 저온 냉장 상태로 수송하였다. 과실은 0±1°C의 온도에서 농가 관행 LDPE(Low density polyethylene) 필름 포장 된 상태로 4주간 저온 저장하였다. 4주간 저온 저장 된 단감에 준비된 소재들을 함께 동봉하여 저장했다. 무포장, 농가 관행 0.06mm LDPE필름 포장, 천연소재를 동봉한 0.06mm LDPE필름 포장에 따른 저장성 및 품질의 변화를 관찰했다. 저장온도는 상온 저장 처리구와 저온 저장 처리구를 두어 온도에 따른 저장성을 비교했다. 저온 저장 처리구는 온도 0±1, 상대습도 95%의 저온 저장고에서 8주 동안 저장하

면서 2주일 간격으로 과실의 품질을 평가했고, 상온 저장 처리구는 온도 20±2에서 3주 동안 저장하면서 1주일 간격으로 조사했다.

### 3. 가용성 고형물 함량 및 경도

과실의 품질을 평가하기 위해 가용성 고형물 함량을 굴절당도계(PAL-1, Atago Co, Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타냈고, 과실의 경도는 Penetrometer(FT-327, Facchini srl, Alfonsine, Italy)를 이용해 측정했다. 경도를 측정하는 방법은 과피를 얇게 벗긴 표면을 눌러 저항하는 힘을 측정하는 방법으로 직경 7.9mm tip을 사용하여 깊이 10mm까지 관입시킬 때 얻어지는 최대값을 측정하여 N 값으로 표시하였다.(Harker 등, 1996; Sakurai 등, 2005)

### 4. 식미, 부패도, 연화도

과실의 품질 중 식미, 부패도, 연화도는 5점 척도(5 = very good, 4 = good, 3 = fair, 2 = poor, 1 = very poor)로 평가했다.(Mohsenin, 1986) 품질 평가는 5인의 고정된 연구요원으로 구성하여 수행하였고, 저장 기간의 경과에 따라 각 처리구의 변화를 비교했다.

### 5. 통계분석

실험은 3반복으로 수행하였으며, 통계분석은 ARM 프로그램(ARM v9.0)을 사용하여, Duncan's multiple range test (DMRT)로 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 가용성 고형물 함량 변화

본 실험에서 저장온도와 소재에 따른 차이는 저장 기간에 따라 다르게 나타났다(Table 1). 저장기간이 길어질 수록 가용성 고형물 함량은 저장 3주차까지 지속적으로

**Table 1.** Changes of soluble solids content of persimmon fruit with natural porous materials during storage.

Natural materials <sup>z</sup>	Soluble solids content(°Brix)								
	Storage time (weeks)								
	Room temperature(20±2)				Low temperature(0±1)				
	0	1	2	3	0	2	4	6	8
Bamboo active carbon	14.3	12.4 b <sup>y</sup>	12.1	11.7	14.3	13.4 b	13.3	13.1	12.8 a
Chaff charcoal	14.3	12.6 b	12.0	11.4	14.3	13.2 b	13.4	12.7	12.5 ab
Ge-lite	14.3	12.9 b	11.4	10.6	14.3	13.5 ab	13.0	12.5	12.0 bc
Only LDPE	14.3	12.7 b	12.2	11.7	14.3	13.4 b	13.1	12.6	12.3 bc
Control	14.3	13.6 a	11.5	10.9	14.3	14.1 a	13.6	12.4	11.9 c

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range at 5% level.

<sup>z</sup>Three kinds of natural materials for extending storability were put in the LDPE film packaging.

감소하였다. 실험에 사용한 단감의 초기 가용성 고형물 함량은 14.3°Brix였으나, 상온 저장 2주차에서는 11.5~12.2°Brix, 저온 저장 2주차에서는 13.2~14.1°Brix로, 약 2°Brix 차이를 보여 약 1°Brix 차이가 있다고 보고한 선행연구(Chung 등, 2013)보다 차이가 큰 것으로 조사되었다. 이는 실험에 앞서 4주간의 저온 저장 기간이 영향을 미친 것으로 사료된다. 저온 저장 후 유통과정에서 나타나는 온도변화가 단감에 주는 품질의 변화와 비슷한 현상이다(Ahn와 Lee, 2009). 단감의 가용성 고형물 함량은 상온 저장에 비해 저온 저장에서 느린 속도로 감소했다. 상온 저장 중 각 천연 다공성 소재 처리별 가용성 고형물 함량 차이는 유의성을 나타내지 않았고, 상온 저장 1주차에는 포장재로 포장하지 않은 무처리구에서 함량이 가장 높게 나타났으며, 상온 저장 2주차부터는 각 처리구 간 통계적인 차이가 없었다. 저온 저장 2주차의 가용성 고형물 함량은 포장처리 하지 않은 무처리구에서 가장 높았으나, 8주차에는 가장 낮은 가용성 고형물 함량을 나타낸 반면 대나무활성숯 처리구와 왕겨숯 처리구에서 함량이 유의성 있게 높았다. PE 필름 내 형성된 가스 조성은 단감의 수확 후 당도에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있는데(Ahn와 Choi 등, 2001), 본 실험에서도 무처리구의 가용성 고형물 함량이 저장 초기에는 다른 처리구 보다 높게 유지되는 결과를 확인하였다. 또한 저장 기간 동안 포장하지 않은 단감의 수분 손실량이 상대적으로 과실 내 초기 가용성 고형물 함량의 상승으로 나타났을 것으로 사료다. 저장 후기로 갈수록 무처리구에서 가용성 고형물 함량이 급격히 낮아지는 것은 부패도 및 연화도와 연관이 있을 것으로 사료된다.

2. 경도 변화

저장온도와 소재는 단감의 경도 변화에 영향을 주는 것으로 나타났다. 단감은 저장 중 세포벽분해효소의 활성이 증가하여 물성의 변화가 일어나면 경도가 감소한다

(Ahmed와 Labavitch, 1980; Hunber, 1983). 본 실험에서는 단감을 저온 저장하는 것이 상온 저장하는 것보다 경도 변화가 작았고, 소재에 따라서는 대나무활성숯 처리구의 경도 변화가 가장 작게 나타났다(Table 2). 단감의 경도는 저장 2주차에 상온 저장에서는 2.9~5.9N, 저온 저장에서는 5.5~7.6N으로 나타났고, 소재에 따라서는 통계적인 차이가 없었다. 상온 저장 3주차에는 대나무활성숯 처리구는 5.5N으로 높은 경도를 유지했지만, 무처리구는 2.4N의 낮은 경도를 나타냈다. 저온 저장에서는 대나무활성숯, 왕겨숯 처리구는 8주차까지 6.0N, 5.7N의 높은 경도를, 무처리구는 2.1N의 낮은 경도를 나타냈다. 켈라이트 처리구는 저온 저장 4주차부터 경도의 감소가 심하여 8주차에는 3.0N으로 경도가 감소해, 동봉한 천연 소재 없이 LDPE만으로 포장된 처리구 보다 경도 변화가 크게 나타났다. 저장 중 경도의 감소는 세포벽 구성 성분의 변화에 의해서 발생하는데, 이는 에틸렌 작용에 의해 활성화된 효소들과 관련되어 있다(Fisher와 Bennett, 1991). 처리된 천연 소재들은 저온 저장에서 LDPE만 포장했을 때 보다 단감의 경도 변화를 느리게 하는데 영향을 준 것으로 사료된다. 저장 중 단감의 경도 감소는 저온 환경에서 감소 속도가 저하되었고, LDPE 포장재 속에 대나무활성숯, 왕겨숯 등의 소재를 동봉 처리하였을 때 높게 유지되었다. 또한 저온 저장 4주 후에 상온 저장하여 실험한 결과로 볼 때, 본 시험 소재들을 활용하면 단감을 시중에 유통 시 저온 저장 후 판매를 위해 상온에 노출시켰을 때 급격한 온도변화로 인해 발생하는 저장성 저하현상을 지연 시킬 수 있을 것으로 판단된다.

3. 식미 변화

단감 저장 시 나타나는 품질의 변화를 비교하기 위해 저장 후 상품성을 나타내는 식미, 부패도, 연화도를 조사 했다. Table 3에서 보는 것과 같이 식미는 온도에 따라서 저온 저장 처리 단감이 상온 저장 처리 단감보

Table 2. Changes of flesh firmness of persimmon fruit with natural porous materials during storage.

Natural materials <sup>z</sup>	Flesh firmness(N)									
	Storage time (weeks)									
	Room temperature(20±2)					Low temperature(0±1)				
	0	1	2	3	0	2	4	6	8	
Bamboo active carbon	8.1	7.2 a <sup>y</sup>	5.9 a	5.3 a	8.1	7.6 a	7.2 a	6.4 a	6.0 a	
Chaff charcoal	8.1	6.5 ab	5.2 a	4.5 bc	8.1	7.2 a	6.7 ab	5.9 a	5.7 ab	
Ge-lite	8.1	6.5 ab	5.4 a	4.8 ab	8.1	7.1 a	5.4 c	3.5 c	3.0 c	
Only LDPE	8.1	5.8 b	5.1 a	4.2 c	8.1	7.1 a	6.3 b	5.0 b	5.1 b	
Control	8.1	4.2 c	2.9 b	2.4 d	8.1	5.5 b	3.4 d	2.5 d	2.1 d	

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range at 5% level.

<sup>z</sup>Three kinds of natural materials for extending storability were put in the LDPE film packaging.

다 식미의 변화 정도가 작았고, 소재에 따라서는 대나무활성숯 처리구의 단감이 변화 정도가 가장 작았다. 저장 2주차에 상온 저장에서는 2.3~4.7을 나타냈고, 저온 저장에서는 무처리구를 포함한 모든 처리구에서 5.0으로 높았다. 소재에 따라서는 대나무활성숯, 왕겨숯의 식미 변화가 작게 나타났다. 상온 저장 3주차에 대나무활성숯 처리구는 4.3으로 높게 유지했지만, 무처리구는 2.2로 낮게 나타났다. 저온 저장에서 대나무활성숯, 왕겨숯 처리구는 8주차까지 4.9, 4.3으로 높았고, 무처리구는 2.4로 낮게 나타났다. 겔라이트를 넣은 처리구는 4주차부터 식미 감소가 크게 나타났고, 8주차에는 2.7로 조사되어 LDPE로만 포장된 처리구 보다 식미 변화가 크게 나타났다. 식미는 가용성 고형물 함량과 경도 등 여러가지 요인에 의해 영향을 받는다. 가용성 고형물 함량과 경도 조사에서 저장성을 유지한 대나무활성숯과 왕겨숯 처리구는 식미의 변화가 작게 나타나, LDPE로만 포장하여 저온 저장하는 기존 농가에서의 저장방법 보다 더 오래 품질을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 부패도 변화

저장 중 과실의 부패도를 비교한 결과는 온도에 따라서 저온에서 저장한 단감이 상온에 저장할 때 보다 부패도가 낮았고, 소재에 따라서는 대나무활성숯을 넣은 처리구가 부패도가 가장 낮았다(Table 4). 저장 2주차에 상온 저장에서는 2.3~4.9의 부패도를 나타냈고, 저온 저장에서는 무처리를 제외한 모든 처리구에서 5.0을 나타냈다. 소재에 따라서는 대나무활성숯, 왕겨숯의 부패 발생이 적었다. 상온 저장 3주차에 대나무활성숯 처리구는 4.5로 부패도가 낮았지만, 무처리구는 부패도 1.9로 부패가 심해 상품의 가치가 없었다. 저온 저장에서는 대나무활성숯, 왕겨숯 처리구는 8주차까지 4.7, 4.3의 낮은 부패도를 나타냈고, 무처리구는 1.4로 부패가 심하게 나타났다. 겔라이트를 넣은 처리구는 4주차부터 부패가 급격히 증가해 8주차에는 2.7로 나타나, LDPE만 포장된 처리구 보다 부패가 심했다. 단감의 부패는 수확 시에 병원균의 정도에도 영향을 받는다. 이와 관련해 열수 세척에 의한 부패 저감이 가능한 것으로 알려져 있지만(Lee 등, 2008), 단감 농가의 농민들은 세척 효과에 대해 신

Table 3. Changes of flavor of persimmon fruit with natural porous materials during storage.

Natural materials <sup>z</sup>	Flavor(1-5 index)									
	Storage time (weeks)									
	Room temperature(20±2)					Low temperature(0±1)				
	0	1	2	3	0	2	4	6	8	
Bamboo active carbon	5.0	4.9	4.7 a <sup>y</sup>	4.3 a	5.0	5.0	5.0 a	5.0 a	4.9 a	
Chaff charcoal	5.0	4.5	4.2 a	3.4 bc	5.0	5.0	5.0 a	4.8 a	4.3 ab	
Ge-lite	5.0	4.4	3.6 b	2.8 cd	5.0	5.0	4.3 b	3.6 b	2.7 c	
Only LDPE	5.0	4.6	4.2 a	3.8 ab	5.0	5.0	5.0 a	4.7 a	3.9 b	
Control	5.0	4.3	2.3 c	2.2 d	5.0	5.0	4.3 b	3.3 b	2.4 c	

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range at 5% level.

<sup>z</sup>Three kinds of natural materials for extending storability were put in the LDPE film packaging.

Table 4. Changes of decay of persimmon fruit with natural porous materials during storage.

Natural materials <sup>z</sup>	Decay(1-5 index)									
	Storage time (weeks)									
	Room temperature(20±2)					Low temperature(0±1)				
	0	1	2	3	0	2	4	6	8	
Bamboo active carbon	5.0	5.0 a <sup>y</sup>	4.9 a	4.5 a	5.0	5.0 a	5.0 a	4.8 a	4.7 a	
Chaff charcoal	5.0	4.8 ab	4.2 b	3.7 b	5.0	5.0 a	4.6 ab	4.2 ab	4.3 ab	
Ge-lite	5.0	4.5 bc	4.0 bc	3.4 bc	5.0	5.0 a	4.5 ab	3.1 c	2.1 c	
Only LDPE	5.0	4.6 b	3.5 c	3.0 c	5.0	5.0 a	4.4 b	4.0 b	3.9 b	
Control	5.0	4.3 c	2.3 d	1.9 d	5.0	4.5 b	3.3c	2.4 d	1.4 d	

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range at 5% level.

<sup>z</sup>Three kinds of natural materials for extending storability were put in the LDPE film packaging.

되하지 않고 있다. 단감의 경도 변화와 부패도 변화를 비교해보면 경도 감소 속도가 느린 단감은 부패의 진행 속도 역시 느리게 나타났다. 저장 기간이 길어질수록 부패균에 영향을 받은 단감은 부패가 가속화 되고, 이로 인해 경도가 더 빨리 감소했다. 경도의 변화에 직접적인 영향을 주는 에틸렌과 부패균을 함께 관리하는 것이 품질을 오랜 기간 유지할 수 있을 것으로 판단된다. 다공성의 천연물질들은 에틸렌을 포함한 기체들을 흡착함으로써 부패균이 증식하기 어려운 상태를 유지해 부패를 지연시킬 수 있는지에 대한 연구는 추가적으로 필요할 것으로 사료되었다.

5. 연화도 변화

단감을 저장하는 동안에 여러 효소들이 증가하는데, 특히 세포벽분해효소인 polygalacturonase와 β-galactosidase의 활성이 증가하여 세포벽 중층을 이루고 있는 펙틴질을 분해하여 연화가 일어난다고 보고했다(Shin 등, 1990). 본 실험에서 저장 온도에 따라서 연화도의 차이가 나타났다. 저온 저장이 상온 저장보다 연화도의 변화가 작았고, 소재에 따라서는 대나무활성숯 처리구가 연화도의 변화가 가장 작았다(Table 5). 저장 2주차에 상온 저장에서는 연화도 2.2~4.5를 나타냈고, 저온 저장에서 무처리구는 3.8의 연화도를 나타냈고, 무처리구를 제외한 각각의 처리구에서 5.0의 연화도를 나타냈다. 소재에 따라서는 대나무활성숯, 왕겨숯의 연화도가 작게 나타났다. 상온 저장 3주차에 대나무활성숯 처리구는 연화도가 4.1로 낮았지만, 무처리구는 1.3으로 연화 정도가 심해 상품의 가치가 없었다. 저온 저장에서 대나무활성숯, 왕겨숯 처리구는 8주차까지 4.5, 4.1로 낮게 나타났고, 무처리구는 1.5로 연화 정도가 심했다. 겔라이트를 넣은 처리구는 6주차부터 연화가 급격히 빨라져 8주차에는 2.3의 연화 정도를 보여, LDPE만 포장된 처리구 보다 연화도의 변화가 크게 나타났다. 연화는 조직의 물성변

화를 일으켜 품질저하와 더불어 생산량의 저하를 일으킨다. 따라서 경도 조사에서 좋은 결과를 보인 대나무활성숯과 왕겨숯 처리구는 연화도의 변화가 작게 나타나 LDPE만 포장하여 저온 저장하는 기존 농가의 방법보다 향상된 품질과 생산량을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

이상의 결과를 종합해보면, 단감은 상온에서 저장하는 것보다, 저온에서 저장했을 때 장기 저장할 수 있고, 농가 관행의 LDPE 포장재는 단감의 저장성을 향상 시켜주는 자재임을 다시 확인 할 수 있었다. 또한 부직포를 이용해 LDPE포장재 속에 동봉할 수 있는 대나무활성숯, 왕겨숯 등의 다공성 천연소재들은 기존의 LDPE 포장재만 사용하여 저장했을 때 보다 단감의 저장성을 유지시키는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 다공성의 게르마늄을 함유한 겔라이트는 관행 LDPE 포장재 처리구 보다 효과가 저조해 활용 가능성이 없을 것으로 판단된다.

또한, 단감을 4주간 저온 저장 한 후 상온에 저장했을 때 급격한 온도변화로 인해 무처리구의 저장성이 더욱 현저히 저하된 반면, 대나무활성숯, 왕겨숯 등을 포함한 LDPE 포장 처리구는 저장성 저하가 완화되었다. 그러나 왕겨숯은 부피가 커 농가의 5개 들이 LDPE 포장재에 동봉할 때 문제가 발생할 수 있어서 연구에 사용한 10g의 용량보다 줄일 필요가 있었다. 효과의 감소를 고려해 동봉하지 않고 형태를 변경해 사용하는 것도 좋은 방법이 될 것으로 판단된다. 따라서 실험에 사용한 다공성 천연물질 중 효과와 활용도가 가장 높은 대나무활성숯을 LDPE 포장재와 함께 사용하면 기존 LDPE 포장재만 사용했을 때 보다 단감의 저장성을 향상 시켜 품질을 더 오래 유지할 수 있을 것이다.

적 요

단감을 재배하는 농가에서 저장성을 향상 시킬 수 있

Table 5. Changes of softening of persimmon fruit with natural porous materials during storage.

Natural materials <sup>z</sup>	Softening(1-5 index)									
	Storage time (weeks)									
	Room temperature(20±2)					Low temperature(0±1)				
	0	1	2	3	0	2	4	6	8	
Bamboo active carbon	5.0	4.8 a <sup>y</sup>	4.5 a	4.1 a	5.0	5.0 a	5.0 a	4.8 a	4.5 a	
Chaff charcoal	5.0	4.4 a	4.0 b	3.4 b	5.0	5.0 a	5.0 a	4.5 a	4.1 a	
Ge-lite	5.0	4.1 ab	2.8 c	2.7 c	5.0	5.0 a	4.3 b	3.2 c	2.3 bc	
Only LDPE	5.0	3.7 bc	2.9 c	2.7 c	5.0	5.0 a	4.4 b	3.8 b	3.0 b	
Control	5.0	3.3 c	2.2 d	1.3 d	5.0	3.8 b	3.1 c	2.7 d	1.5 c	

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range at 5% level.

<sup>z</sup>Three kinds of natural materials for extending storability were put in the LDPE film packaging.

는 값싸고 쉬운 방법을 개발하기 위해 본 연구를 수행했다. 농가 관행 LDPE 포장재 내에 동봉할 수 있는 천연연소재(대나무활성숯, 왕겨숯, 켈라이트)를 선별하여 상온과 저온환경에서 가용성 고형물 함량, 경도, 식미, 부패도, 연화도의 변화를 1주일 또는 2주일 간격으로 조사하였다. 대나무활성숯을 동봉한 LDPE 포장 방법이 단순 LDPE 포장 방법 보다 저장성 및 품질을 을 좋게 유지하였다. 대나무활성숯을 동봉한 LDPE 포장 방법은 관행 농법 농가와 유기 농법 농가 모두에서 장기 저장 시 그리고 유통 중 온도변화 시 저장성을 향상 시킬수 있는 값싸고, 손쉬운 방법으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

**추가주제어:** 대나무활성숯, 왕겨숯, 유기농가, 저온저장, LDPE 포장

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 아젠다과제(과제번호PJ: 008951)의 연구비지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

## Literature Cited

- Ahmed, A.E. and Labavitch, J.M. 1980. Cell wall metabolism in ripening fruit. I. Cell wall changes in the ripening "Bartlett" pears. *Plantphysiol.* 65:100-103.
- Ahn, G.H. and D.S. Lee. 2009. The practical 1-methylcyclopropene treatment method for preventing post-storage softening of 'Fuyu' persimmon fruits. *Journal of Korea society of Packaging Science & Technology.* 15(1):17-23.
- Ahn, G.H. and S.J. Choi. 2010. The practical 1-methylcyclopropene treatment method for preventing post-storage softening of 'Fuyu' persimmon fruits. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 28:254-258.
- Brackmann A, S.T. Freitas, A.M. Mello, and C.A. Steffens. 2003. Application of 1-MCP to 'Quioto' persimmon stored under refrigeration and controlled atmosphere. *Revista Brasileira de Fruticultura.* 25:42.
- Chung D.S., Y.J. Yang, H.S. Hwang, J.S. Lee, and J.E. Bae. 2013. Quality changes of 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) packaged with functional film and stored at different temperature, *Korean J. Food Preserv.* 20(6):766-774.
- Fisher RB, and AB Bennett. 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Ann. Rev. Plant Mol. Biol.* 42:675-703.
- Han J.H, S.H. Chae and D.H. Jang. 2012. Agriculture and rural economic trend (spring). *Korea Rural Economics Institute.* 51.
- Harker F.R., J.H. Maindonald, and P.J. Jackson. 1996. Penetrometer measurement of apple and kiwifruit firmness: Operator and instrument differences. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(5):927-936.
- Hong S.S., Y.P. Hong, S.J. Choi, and Y.B. Kim. 1996. The effect of CA storage of 'Fuyu' persimmon. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 14:156-157.
- Hunber, D.J. 1983. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Horticultural Reviews.* 5:169-219.
- Kawada K. 1982. Use of polymeric films to extend postharvest life and improve marketability of fruits and vegetables-Unipack: Individually wrapped storage of tomatoes, oriental persimmons and grapefruit. In: D.G. Richardson DG and Meheriuk M (eds.). *Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities.* Sym. 1, Corvallis Ore Timber Press Beaverton Ore. USA. p.87-99.
- Kurahashi T, T. Matsumoto, and H Itamura. 2005. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene absorbent on softening and shelf life of dry ice-treated Japanese persimmon 'Saijo' harvested at various maturation stages. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 74:63.
- Kweon, H.J., I.K. Kang, H.Y. Kim, and J.K. Byun. 2001. Effect of Prestorage Heat Treatment on Fruit Quality and Incidence of Disorder of 'Fuji' Apple in CA Storage. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 19(S1):73-73.
- Lee B.K., S.S. Hur, J.W. Lee, J.H. Hong, and Y.H. Choi. 2003. Ethylene Adsorbing Efficiency of Natural Zeolite by Several Pretreatments. *Food Engineering Progerss.* 7(2):97-101.
- Lee Y.J., Y.H. Park, J.S. Kang, Y.H. Choi, and B.G. Son. 2008. Storability Improvement of 'Fuyu' Persimmon Fruit by the Combination of Hot-water Dipping and MAP. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 26(1):34-41.
- Lee Y.J. 2001. Discoloration disorder as influenced by sealing methods of PE film bag in MAP storage of 'Fuyu' persimmon fruit. *Hort. Environ. Biotechnol.* 42:721-724.
- Mohsenin, N.N. Rheology and texture of food materials. 1986. In: *Physical Properties of Plant and Animal Materials.* Gordon and Breach Sci. Pub., New York, NY, USA p.383-480.
- Park H.J., and Y.J. Yang. 2010. Effect of 1-MCP concentration on postharvest quality of persimmon 'Fuyu' during cold storage. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 28:97.
- Qrtiz GI, S Sugaya, Y Sekozawa, H Ito, Wada, and H Gemma. 2005. Efficacy of 1-methylcyclopropene in prolonging the shelf-life of 'Rendaiji' persimmon fruits previously subjected to astringency treatment. *J. Jap. Soc. Hort. Sci. Technol.* 74:248.
- Sakurai N, S Iwatani, S Terasaki, and R Yamamoto. 2005. Evaluation of 'Fuyu' persimmon texture by a new parameter, 'Sharpness index'. *J. Jap. Soc. Hort. Sci. Technol.* 74:150-158.
- Seo Y.B., Y.J. Hwa, T.Y. Jung, and J.S. Lee. 2003. Development of Charcoal Containing Paper for Packing Grades(1)-Ethylene Gas Adsorption-. *J. Korea TAPPI.* 35(2):46-51.
- Shin, S.R., J.N. Kim, S.D. Kim, and K.S. Kim. 1990. Changes in the cell wall components of persimmon fruits during maturation and postharvest. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22(7):738-742.