

Postharvest Treatment of Sweet Persimmon and Preparation of Its Dehydrated Product

Ji-Hoon Kang · Seung-Jong Park · Ki-Hyun Seong · Kyung Bin Song*

수확 후 단감 전처리 기술 확립과 고품질 건조과 개발

강지훈 · 박승종 · 성기현 · 송경빈*

Received: 23 May 2014 / Accepted: 25 June 2014 / Published Online: 31 December 2014
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2014

Abstract To maintain the quality of sweet persimmon during storage, the samples were treated with a combination of 50 ppm ClO_2 and 0.1% fumaric acid after harvest, packaged with low density polyethylene film, and stored at $1\pm 1^\circ\text{C}$ for 35 days. The combined treatment reduced the populations of total aerobic bacteria, yeast and molds by 1.82 and 2.07 log CFU/g, respectively, compared to the control. During storage, hardness of all samples decreased, but total soluble solids and weight loss were not significantly different among treatments. In addition, high-quality dehydrated sweet persimmon was prepared using red algae extract as a dehydrating agent. The rehydration ratio and vitamin C content of red algae extract-treated sample were greater than those of hot-air dried sample. These results suggest that the combined treatment of ClO_2 and fumaric acid can be useful for maintaining microbiological safety of sweet persimmon during storage and dehydration of sweet persimmon slices using red algae extract is an efficient drying method for the preparation of high-quality dehydrated sweet persimmon.

Keywords combined treatment · dehydration · quality · sweet persimmon

J.-H. Kang · S.-J. Park · K.-H. Seong · K. B. Song
Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Republic of Korea

*Corresponding author (K. B. Song: kbsong@cnu.ac.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

단감(*Diospyros kaki* Thunb.)은 비타민, 엽록소 등의 함유량이 높고, 순환기 질환 당뇨병 같은 만성질환에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(George와 Redpath, 2008; Gu 등, 2008). 그러나 단감은 수확 후 품질 저하 현상이 빠르게 진행되는 문제점이 있어서 신선도 증진을 위한 많은 연구가 진행되었다(Pesis 등, 1986; Ben-Arie 등, 1991). 특히, Tarutani 등(1965)은 low density polyethylene (LDPE) film을 적용한 modified atmosphere 저온 저장 방법이 단감의 선도유지에 가장 효과적이라고 보고하였고, 또한 저온 저장은 과실의 신선도를 오래 지속시킨다고 알려져 있다(Lee, 2004; Caleb 등, 2012).

국내에서 생산되는 단감의 경우, 신선도를 높이기 위해 polyethylene film 등을 적용한 저온 저장을 실시하고 있으나, 세척과 같은 전처리 공정 없이 바로 소비자에게 유통되고 있어서(Shin 등, 2001), 실제 저장 중 과실의 품질 저하 문제뿐만 아니라 포장 과정 중 교차 오염으로 미생물 오염이 발생할 가능성이 높다. 따라서 수확 후 미생물학적 안전성 확보를 위한 단감의 세척 처리가 필요하다.

신선 과채류의 품질 저하를 최소화하고 미생물학적 안전성 확보를 위해 비가열 처리방법이 사용되고 있는데, 자외선 및 전자선 조사, 전해수, 유기산, 염소, 이산화염소수 세척 등의 방법이 있다(Kim 등, 2011). 특히 이산화염소수는 기존 염소보다 높은 살균력을 가지는 등 장점이 많아 신선 과채류의 미생물학적 안전성 확보 차원에서 널리 사용된다(Kim 등, 2009c; Vandekinderen 등, 2009). 또한, 유기산은 과일이나 채소 표면의 pH를 낮춰 미생물 생육을 억제하는데(Comes와 Beelman, 2002; Kondo 등, 2006), 다른 비가열 처리와 병합처리 시 그 효과가 상승한다(Kim 등, 2009d).

단감은 생과뿐만 아니라 건조된 형태로 소비될 수 있기 때문에 고품질 건조 단감의 연구가 필요하다. 건조는 저장성을 높이는 식품 보존 방법 중 하나로(Krokida와 Marinos-Kouris, 2003), 대표적인 열풍건조는 비용이 저렴하고 공정이 쉬운 장점

이 있으나 건조 후 품질 저하가 우려되고(Simal 등, 2000), 탈수 현상을 이용하여 수분을 감소시키는 삼투압건조 역시 탈수 효율이 떨어지는 단점이 있다(Singh 등, 2008). 반면에, 탈수제로 시료의 세공보다 큰 용질을 사용하여 세포벽 사이의 압력 차이로 탈수시키는 분자압축탈수 방법은 삼투압건조의 문제점인 용질 재침투 현상을 방지하여 삼투압건조보다 효과적으로 수분을 제거할 수 있는 방법으로써 최근 많은 연구가 이루어졌다(Kim 등, 2008; Kim 등, 2009b). 특히, 홍조류 추출물은 홍조류로부터 종이 펄프 제조 후의 추출 부산물로부터 얻어지는 것으로써, 기존 maltodextrin 등과 같은 고가 탈수제를 대체할 수 있는 새로운 저가 탈수제에 분자압축탈수법의 단점을 해결할 수 있다(Wang 등, 2009; 2011; Song 등, 2013).

따라서 본 연구에서는 단감의 미생물학적 안전성 확보를 위한 수확 후 처리 공정으로 이산화염소수와 푸마르산을 병합 처리하여 LDPE film으로 포장한 후 저온 저장 중 품질 변화를 분석하였고, 또한 홍조류 추출물을 단감 절편에 처리하여 건조시켜 고품질 건조단감을 생산하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 저장 조건. 본 연구에서 사용된 단감은 경남 창원에서 2013년 수확된 ‘부유’ 품종으로, 무게 170 ± 10 g의 외관상 흠이 없고 숙성 정도가 동일한 것으로 선별하여 사용하였다. 단감은 세척 처리 후 LDPE film bag (55×15.5 cm, $55 \mu\text{m}$ thickness, $4100 \text{ mL O}_2/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm}$ at 24°C , Duksung, Korea)에 5개씩 밀봉하여 $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 35일 동안 저장하였다. 탈수제로써 이용된 홍조류 추출물은 우뭇가사리와 물을 1:20 (w/w) 비율로 섞은 후 20% 아세트산을 첨가하여 불순물을 제거하고 2시간 동안 120°C 에서 추출한 후 동결건조기(FD-5508, Ilshin Lab, Korea)를 이용하여 건조하였다(Kim 등, 2013).

세척 처리 조건. 당일 수확된 단감을 증류수 또는 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산 병합처리 용액에 각각 10분간 침지한 후 clean bench에서 90분간 건조하였다. 이산화염소수는 chlorine dioxide generator system (CH_2O Inc, USA)을 이용하여 농도가 50 ppm이 되도록 제조하였다.

미생물 생육 측정. 단감 시료의 껍질 10 g과 0.1% 멸균 펩톤수 90 mL를 멸균 bag에 넣고 stomacher (MIX 2, AES Laboratoire, France)를 이용하여 3분간 균질화시켰다. 균질화 된 시료는 0.1% 멸균 펩톤수로 10배수 연속 희석하여, 총 호기성 세균은 plate count agar (PCA, Difco, USA)를 사용하여 37°C 에서 48시간 배양, 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar (PDA, Difco, USA)를 사용하여 25°C 에서 78시간 배양한 후 형성된 colony를 계수하였다(Kang 등, 2012). 검출된 미생물 수는 시료 g당 colony forming unit (CFU)로 나타냈고 3회 반복 측정하였다.

당도, 경도 및 중량감소를 측정. 단감 시료의 당도는 시료의 과즙을 전자당도계(PR-101 α , ATAGO, Japan)를 이용하여 5회 반복 측정 후 Brix로 나타내었다. 경도는 1×1 cm의 일정한 크기로 texture analyzer (TA-XT2, Stable Microsystem, UK)를 이용하여 직경 5 mm의 probe를 5 mm/s의 속도로 과육 두께 60% 깊이까지 도달했을 때 얻은 최대값을 hardness (g)으로 나타내었다. 단감 시료의 저장 중 중량감소율은 시료의 초기중량을 측정한 후 저장기간 중 중량 차이를 초기중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

시료 건조 및 초기 수분 함량 측정. 단감 절편 200 g에 분말 형태의 홍조류 추출물을 30% (w/w)로 첨가한 후 shaking incubator를 이용하여 25°C 에서 4시간 동안 탈수하였다. 탈수 후 시료 표면에 남아있는 미량의 홍조류 추출물을 제거하기 위해 증류수로 세척하고 잔류 수분을 제거하고자 25°C 에서 24시간 방치하였다. 열풍건조는 시료 200 g을 열풍건조기(C-DO, Chang Shin Scientific, Korea)를 사용하여 60°C 에서 24시간 건조하였다. 단감 시료의 초기 수분함량은 105°C 에서 24시간 건조 후 측정하였는데, 단감의 초기 수분함량은 $84.55 \text{ g}/100 \text{ g}$ 이었다.

건조 후 복원을 측정. 건조 단감 1 g을 증류수 100 mL에 침지한 후 25°C 에서 10, 20, 30, 40, 50, 60분 간격으로 꺼내어 표면 물기 제거 후 무게를 측정하였고, 실험은 3회 반복 수행하였다. 복원율은 흡수된 물 무게 대비 시료 건물 무게(g/g)로 나타내었다.

건조 후 색도 측정. 색도는 색차계(CR-300 Minolta Camera, Japan)를 사용하여 Hunter L*, a*, b*값을 각 시료의 다른 표면을 5회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 사용된 표준 백관의 L*, a*, b* 값은 각각 $L^*=96.59$, $a^*=-0.12$, $b^*=2.08$ 이었다.

건조 후 비타민 C 함량 측정. Dinitrophenylhydrazine 방법을 이용하여 단감의 비타민 C 함량을 측정하였다(Terada 등, 1978). 파쇄한 단감 시료 5 g을 5% metaphosphoric acid로 5분간 추출하였다. 추출 후 20분 동안 5000 rpm으로 원심 분리하여 상등액 2 mL을 취하고, 50 μL 의 2, 6-dichlorophenol-indophenol을 첨가하고 2% thiourea와 2, 4-dinitrophenylhydrazine를 순차적으로 혼합하여 37°C 에서 3시간 반응시켰다. 3시간 뒤 85% 황산 5 mL를 첨가하여 30분 동안 실온 방치한 후 spectrophotometer를 이용해 540 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다. 5% metaphosphoric acid에 녹인 ascorbic acid를 표준용액으로 하여 비타민 C 함량을 계산하였으며, $\text{mg}/100 \text{ g}$ fresh weight (FW)로 표시하였다.

통계처리. 모든 실험은 최소 3회 이상 반복하여 측정하였고, 그 결과는 평균값 \pm 표준편차로 나타내었다. 통계적 분석은 SAS (Statistical Analysis System version 8.1, SAS Institute Inc, USA) 프로그램을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test 방법을 사용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

미생물 수 측정. 수확 후 단감 시료를 증류수 세척 또는 이산화염소수와 푸마르산 병합처리한 후 LDPE film으로 포장하여 $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 35일간 저장하면서 미생물 수를 측정된 결과, 저장 초 대조구의 총 호기성 세균 수는 $3.54 \log \text{ CFU}/\text{g}$ 이었고, 증류수로 세척한 경우 $3.08 \log \text{ CFU}/\text{g}$, 병합 처리구는 $1.72 \log \text{ CFU}/\text{g}$ 으로 대조구와 비교했을 때 각각 0.46, 1.82 $\log \text{ CFU}/\text{g}$ 의 감균 효과를 나타냈다(Table 1). 이러한 결과는 Kim 등(2009c)이 alfalfa와 clover sprouts에 50 ppm 이산화염소수와 0.5% 푸마르산 병합처리로 10분간 처리 후 대조구와 비교하여, 총 호기성 세균이 $3.18 \log \text{ CFU}/\text{g}$ 감소했다는 보고와 유사한 결과로, 병합처리가 미생물학적 안전성 확보에 보다 효과적인 방법임을 보여준다. 비기열 병합처리 후 단감의 총 호기성 세균에 대한 감균 효과는 저장 중에도 유지되었는데, 저장 35일 후 대조구가 $4.94 \log \text{ CFU}/\text{g}$ 인 반면, 병합처리구의 경우 $3.55 \log \text{ CFU}/\text{g}$ 을 나타내어 $1.39 \log \text{ CFU}/\text{g}$ 의 미생물 수 감소로 저장 초기의 미생물 수

Table 1 Change in the populations (log CFU/g) of microorganisms in sweet persimmon during storage at 1°C

Microorganism	Treatment	Storage time (day)				
		0	14	21	28	35
Total aerobic bacteria	Control	3.54±0.06 ^{Ac2)}	4.93±0.04 ^{Ab}	5.27±0.13 ^{Aa}	5.00±0.25 ^{Ab}	4.94±0.09 ^{Aa}
	Water	3.08±0.07 ^{Bc}	3.99±0.61 ^{Bb}	4.91±0.19 ^{Ba}	4.92±0.05 ^{Aa}	4.51±0.08 ^{Bab}
	Combined ¹⁾	1.72±0.17 ^{Cc}	2.63±0.10 ^{Cb}	3.35±0.28 ^{Ca}	3.29±0.02 ^{Ba}	3.55±0.38 ^{Ca}
Yeast and molds	Control	3.22±0.31 ^{Ab}	4.76±0.08 ^{Aa}	4.77±0.10 ^{Aa}	4.72±0.02 ^{Aa}	4.65±0.16 ^{Aa}
	Water	2.97±0.10 ^{Ab}	3.99±0.53 ^{Ba}	3.94±0.12 ^{Ba}	4.37±0.05 ^{Ba}	4.40±0.05 ^{Aa}
	Combined	1.15±0.21 ^{Bb}	1.85±0.21 ^{Ca}	1.74±0.06 ^{Ca}	1.78±0.04 ^{Ca}	1.93±0.13 ^{Ba}

¹⁾Combined: treated with 50 ppm aqueous ClO₂/0.1% fumaric acid.

²⁾Any means in the same column (A-C) or row (a-c) followed by different letters are significantly (*p* < 0.05) different by Duncan’s multiple range test.

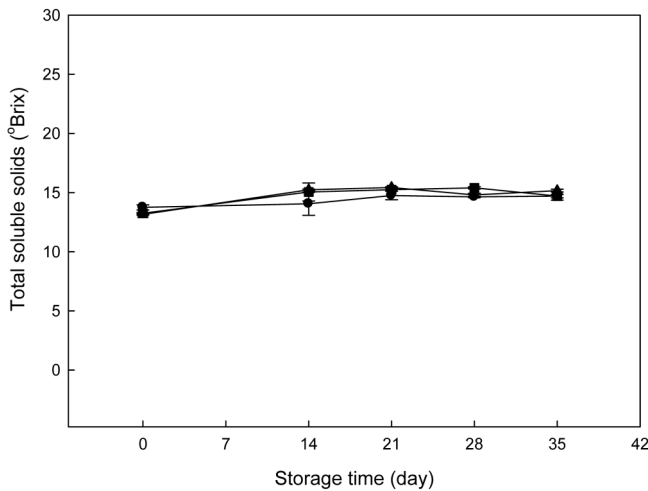


Fig. 1 Change in total soluble solids content of sweet persimmon during storage at 1°C. ●: control, ▲: water washing, ■: 50 ppm ClO₂/0.1% fumaric acid treatment. Bars represent standard errors (n=3).

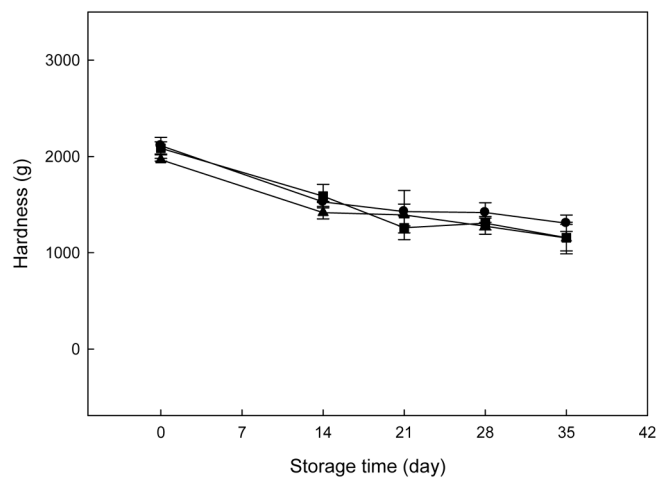


Fig. 2 Change in hardness of sweet persimmon during storage at 1°C. ●: control, ▲: water washing, ■: 50 ppm ClO₂/0.1% fumaric acid treatment. Bars represent standard errors (n=3).

감소 수준을 지속하는 것을 확인할 수 있었다.

단감의 저장 중 효모 및 곰팡이 수도 총 호기성 세균의 결과와 비슷한 경향을 나타내었는데(Table 1), 저장 초 대조구의 효모 및 곰팡이 수가 3.22 log CFU/g인 반면에, 병합 처리구는 1.15 log CFU/g으로 대조구와 비교했을 때 2.07 log CFU/g의 미생물 수 감소 효과를 보였다. 이러한 결과는 broccoli sprouts에 5분간 50 ppm 이산화염소수와 0.5% 푸마르산 병합 처리 후 대조구와 비교하여 효모 및 곰팡이 수에서 2.46 log CFU/g의 감소를 보인 결과(Kim 등, 2009d)와 유사한 것으로, 총 호기성 세균뿐만 아니라 효모 및 곰팡이에 있어서도 비가열 병합처리가 효과적임을 시사한다. 저장 35일 후 대조구의 효모 및 곰팡이 수는 4.65 log CFU/g을 나타낸 반면에, 병합처리의 경우 1.93 log CFU/g으로 2.72 log CFU/g의 감소를 보여 저장 중에도 감균 효과가 유지됨을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구 결과로부터 비가열 병합처리가 저장 중 단감의 미생물학적 안전성 확보에 효과적이라고 판단된다.

저장 중 품질변화 측정. 단감의 당도는 저장 중 세척 처리에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았는데, 모든 처리구가 저장 초 13.83°Brix에서 15°Brix 정도로 다소 증가하였다(Fig. 1). 이는 An 등(2001)이 LLDPE film으로 ‘부유’ 단감을 포장한 후 95일간 저온 저장하였을 때 당도의 감소가 거의 없거나 다소 증가하는 경향을 보였다는 보고와 유사한 결과이다.

단감의 경도는 저장 초 2,084 g에서 저장 35일 후 약 1,200 g로 모든 처리구가 전체적으로 감소하는 추세를 보였다(Fig. 2). 이러한 결과는 Chung 등(2013)이 단감을 무포장, PE 또는 기능성 film으로 포장하여 저온에서 8주간 저장하면서 경도를 측정했을 때 저장 기간이 증가할수록 경도가 감소한다는 보고와 유사한 결과로, 경도 감소 현상은 저장 중 발생한 에틸렌에 의해 효소들이 활성화 되어 세포벽의 변화가 일어났기 때문이라고 판단된다(Fisher와 Bennett, 1991).

중량감소율은 과채류의 품질 측정에 있어서 중요한 지표로, 포장재의 기체투과도, 저장 온도, 습도 등이 영향을 끼친다(Conte 등, 2007; Joo 등, 2011). 본 연구에서 단감의 중량감소율은 저장 기간 동안 모든 처리구간에 유의적인 차이가 없었다(data not shown). 저장 35일 후 중량감소율은 약 0.1%로 저장 초기와 비교하여 중량이 거의 변하지 않았는데, 이러한 결과는 본 실험에서 단감을 1±1°C의 저온에서 저장하여 증산 작용이 낮아 수분 손실이 적었기 때문이라고 판단된다. Kim 등(2003)은 과채류의 증산 작용은 온도가 상승할수록 높아지며, 호흡작용이 증가해 수분 손실률이 높아 중량이 감소한다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구 결과, 수확 후 단감의 세척 처리는 품질을 저하시키지 않으며, 저장 중 품질을 유지하기 위해서는 LDPE film과 같은 적합한 포장재로 포장한 후 저온 저장하는 것이 효과적이라고 판단된다.

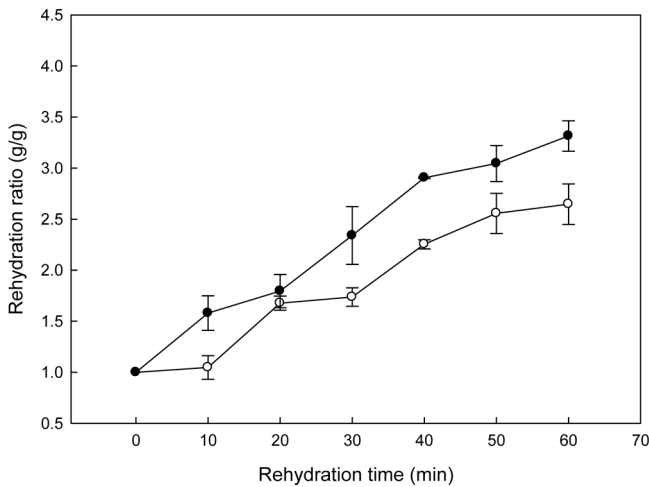


Fig. 3 Rehydration ratio of dried sweet persimmon. ○: hot-air dried, ●: red algae extract-treated. Bars represent standard errors (n=3).

건조된 단감 절편의 품질변화. Kim 등(2013)의 연구 보고에 따르면, 60% 홍조류 추출물을 이용하여 오미자 건조 시 높은 탈수효율을 보이나 다량의 탈수제 첨가라는 단점이 있고 20% 사용의 경우 낮은 탈수효율을 보이기 때문에, 탈수효율도 높고 동시에 경제적 측면을 고려했을 때 오미자 건조를 위해서는 홍조류 추출물 40% 사용이 최적 농도라고 보고한 바 있다. 이러한 분자압축탈수방법에서 탈수제 농도와 관련한 기존 연구 보고 (Chun 등, 2012; Kim 등, 2013)와 단감 예비실험을 바탕으로, 홍조류 추출물을 이용한 단감의 건조와 가장 일반적인 건조방법인 열풍건조와의 효과를 비교 분석하기 위하여, 본 연구에서는 탈수효율 측면과 탈수제 사용량을 고려하여 사용할 최적 홍조류 추출물의 농도를 30% (w/w)로 선정하였다.

고품질 건조 단감 생산을 위한 기초연구로써 건조방법을 달리하여 제조한 건조된 단감 절편의 복원율을 측정하는 결과(Fig. 3), 열풍 건조 및 홍조류 추출물 처리에 따른 건조 단감의 복원율은 복원 1시간 동안 대체로 일정한 비율로 증가하였는데, 1시간 후 홍조류 추출물 처리 단감의 복원율이 3.32 g/g으로 열풍건조 처리 단감의 2.65 g/g보다 높은 복원율을 나타내었다. 이러한 결과는 Wang 등(2011)이 호박 절편에 40% 홍조류 추출물 처리와 열풍건조 처리한 후 1시간 후 복원하였을 때 복원율이 11.09와 5.25 g/g을 나타낸 연구보고와 유사한 결과로, 홍조류 추출물 처리가 열풍건조 처리보다 건조 단감의 복원이 더 잘됨을 보여준다. 특히, 높은 온도로 건조되는 열풍건조의 경우 세포조직이 파괴되어 수분 재흡수를 방해한다고 알려져 있는데 (Vega-Gálvez 등, 2008), 이러한 이유로 열풍건조 처리가 홍조류 추출물 처리보다 복원율이 더 낮은 것이라고 판단된다.

건조된 단감의 색도를 측정하는 결과, 대조구의 Hunter L*, a*, b* 값이 각각 57.22, 5.17, 25.38로 가장 높았고, 홍조류 추출물 처리의 경우 대조구에 비해 다소 낮은 값을 보였으나 큰 차이를 보이지는 않았다(Table 2). 이러한 결과는 Kim 등(2009a)이 감에 열풍건조 및 maltodextrin을 처리하여 건조 후 색도를 측정했을 때, 대조구와 비교하여 maltodextrin 처리 감의 경우 모든 Hunter 값에서 유의적인 차이를 보이지 않았다는 연구보고와 유사하였다. 반면에, 열풍건조 처리 단감은 모든 Hunter 값에서 대조구와 유의적인 차이를 나타내었는데, Krokida 등(2001)

Table 2 Hunter color values of hot-air dried and red algae extract-treated sweet persimmon

Sample	Color parameter		
	L*	a*	b*
Control	57.22±1.14 ^{A1)}	5.17±0.38 ^B	25.38±0.40 ^A
Hot-air dried	32.74±0.16 ^C	8.50±0.32 ^A	15.27±0.65 ^C
RAE-treated	41.22±0.45 ^B	4.98±0.18 ^B	20.67±0.31 ^B

¹⁾Means in the same column followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 3 Vitamin C content of hot-air dried and red algae extract-treated sweet persimmon

Sample	Vitamin C (mg/ 100 g FW)
Control	219.74±2.11 ^{A1)}
Hot-air dried	109.63±0.60 ^C
RAE-treated	183.28±4.30 ^B

¹⁾Means in the same column followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

이 바나나, 당근, 감자 및 사과에 열풍건조 처리 후 색도를 측정하여 대조구와 비교했을 때 모든 Hunter 값에서 큰 차이를 보였다는 결과와 유사하였다. 따라서 건조 단감의 복원 후 색도 유지에 있어서, 홍조류 추출물을 사용한 분자압축탈수 방법이 열풍건조 처리보다 더 적합하다고 판단된다.

단감의 건조 후 품질 평가를 위해 비타민 C 함량을 측정하였다. Lee와 Kader(2000)은 신선한 감의 경우 비타민 C 함량이 약 210 mg/100 g이라고 보고하였는데, 본 실험에 사용된 단감의 경우도 비타민 C 함량이 219 mg/100 g으로 유사한 값을 나타내었다. 열풍 건조와 홍조류 추출물 처리 건조 단감의 비타민 C 함량은 각각 109, 183 mg/100 g으로, 신선한 단감에 비해 각각 110, 36 mg/100 g의 감소를 보였다(Table 3). 이러한 결과는 Kim 등(2009a)이 감에 열풍건조 및 80% maltodextrin 처리하여 건조 후 비타민 C 함량을 측정했을 때, 대조구와 비교하여 각각 146, 65 mg/100 g 감소하였다는 보고와 유사하였다. 과채류 건조 시 비타민 C 함량의 감소 및 손실은 건조 온도와 건조 후 수분함량에 의해 결정되는데(Demiray 등, 2013), 열풍건조의 경우 처리되는 건조 온도가 높기 때문에 비타민 C의 파괴가 쉽게 진행되어 홍조류 추출물 처리보다 비타민 C 함량이 더 많이 감소되었다고 판단된다. 따라서 본 연구 결과, 저렴한 탈수제인 홍조류 추출물을 이용한 건조 처리가 열풍건조에 의한 기능성 성분 및 조직 파괴를 최소화할 수 있고 신선한 상태로의 복원이 가능하며, 고품질을 유지하여 우수한 건조 단감 제품을 얻을 수 있는 방법이라고 판단된다.

초 록

수확 후 단감의 미생물학적 안전성을 확보하기 위해 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산 병합처리하고 LDPE film으로 포장한 후 저온 저장 중 품질 변화를 측정하였다. 단감의 총 호기성 세균과 효모 및 곰팡이 수는 병합처리가 대조구와 비교해 각각 1.82, 2.07 log CFU/g의 감균 효과를 나타냈으며 이러한 효과는 저장 35일 동안 유지되었다. 단감의 경도는 모든 처리

구가 저장 중 감소하는 추세를 보였으나 당도와 중량감소율은 저장 35일간 큰 변화를 보이지 않았다. 또한 홍조류 추출물을 이용하여 건조한 단감 절편은 열풍건조에 비해 높은 복원율을 보였고, 비타민 C 함량도 183 mg/100 g으로 열풍건조보다 높은 함량을 보였다. 따라서 본 연구결과, 수확 후 단감의 병합 세척 처리 후 LDPE film으로 포장한 저온 저장 방법이 저장 중 단감의 품질을 유지하는 효과적인 기술이라 생각되며, 홍조류 추출물을 이용한 단감 절편의 건조는 고품질의 건조 단감을 생산할 수 있는 효율적인 건조 방법이라고 판단된다.

Keywords 건조 · 단감 · 병합처리 · 품질

References

- An JH, Kang SM, Cho JL, and Lim JM (2001) Effect of gas composition in polyethylene film bags on storability of 'Fuyu' (*Diospyros kaki* Thumb.) persimmon fruit. *Korean J Hori Sci Technol* **19**, 550–4.
- Ben-Arie R, Zutkhi Y, Sonogo L, and Klein J (1991) Modified atmosphere packaging for long-term storage of astringent persimmons. *Postharvest Biol Tec* **1**, 169–79.
- Caleb OJ, Opara UL, and Witthuhn CR (2012) Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food Bioprocess Tec* **5**, 15–30.
- Chun HH, Kim MS, Chung KS, Won MS, and Song KB (2012) Dehydration of blueberries using maltodextrin and the physicochemical properties of dried blueberries. *Hort Environ Biotechnol* **53**, 565–70.
- Chung DS, Yang YJ, Hwang HS, Lee JS, and Bae JE (2013) Quality changes of 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki* Thumb.) packaged with functional film and stored at different temperature. *Korean J Food Preserv* **20**, 766–74.
- Comes JE and Beelman RB (2002) Addition of fumaric acid and sodium benzoate as an alternative method to achieve a 5-log reduction of *Escherichia coli* O157:H7 populations in apple cider. *J Food Prot* **65**, 476–83.
- Conde C, Silva P, Fontes N, Dias AC, Tavares RM, Sousa MJ et al. (2007) Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food* **1**, 1–22.
- Demiray E, Tulek Y, and Yilmaz Y (2013) Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. *LWT-Food Sci Technol* **50**, 172–6.
- Fisher RB and Bennet AB (1991) Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Ann Rev Plant Mol Biol* **42**, 675–703.
- George AP and Redpath S (2008) Health and medicinal benefits of persimmon fruit: a review. *Adv Hort Sci* **22**, 244–9.
- Gu HF, Li CM, Xu YJ, Hu WF, Chen MH, and Wan QH (2008) Structural features and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp. *Food Res Int* **41**, 208–17.
- Joo M, Lewandowski N, Auras R, Harte J, and Almenar E (2011) Comparative shelf life study of blackberry fruit in bio-based and petroleum-based containers under retail storage conditions. *Food Chem* **126**, 1734–40.
- Kang JH, Pack JY, Oh DH, and Song KB (2012) Effects of combined treatment of aqueous chlorine dioxide and UV-C or electron beam irradiation on microbial growth and quality in chicon during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **41**, 1632–8.
- Kim BS, Lee HJ, Park HW, and Cha HS (2003) Effect of respiration and transpiration on the weigh loss of various fruit (peach, apple, pear, persimmon, mandarin). *Korean J Food Preserv* **10**, 142–6.
- Kim HJ, Song HJ, and Song KB (2011) Effect of combined treatment of aqueous chlorine dioxide with ultraviolet-C on the quality of red chicory and pak choi during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **40**, 245–52.
- Kim MH, Kim KS, Song YB, Seo WJ, and Song KB (2009a) Characteristics of apple, persimmon, and strawberry slices dried with maltodextrin. *J Food Sci Nutr* **14**, 367–72.
- Kim MH, Kim MK, Yu MS, Song YB, Seo WJ, and Song KB (2008) Drying of green pepper using maltodextrin. *Korean J Food Preserv* **15**, 694–8.
- Kim MH, Kim MK, Yu MS, Song YB, Seo WJ, and Song KB (2009b) Dehydration of sliced ginger using maltodextrin and comparison with hot-air dried and freeze-dried ginger. *Korean J Food Sci Technol* **41**, 146–50.
- Kim NH, Jo WS, and Song KB (2013) Dehydration of omija (*Schisandra chinensis* B.) using red algae extract as a hypertonic agent. *Korean J Food Preserv* **20**, 284–8.
- Kim YJ, Kim MH, and Song KB (2009c) Combined treatment of fumaric acid with aqueous chlorine dioxide or UV-C irradiation to inactivate *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* inoculated on alfalfa and clover sprouts. *LWT-Food Sci Technol* **42**, 1654–8.
- Kim YJ, Kim MH, and Song KB (2009d) Efficacy of aqueous chlorine dioxide and fumaric acid for inactivating pre-existing microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on broccoli sprouts. *Food Control* **20**, 1002–5.
- Kondo N, Murata M, and Isshiki K (2006) Efficiency of sodium hypochlorite, fumaric acid, and mild heat in killing native microflora and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium* DT104, and *Staphylococcus aureus* attached to fresh-cut lettuce. *J Food Prot* **67**, 721–31.
- Krokida MK and Marinos-Kouris D (2003) Rehydration kinetics of dehydrated products. *Food Engineering* **57**, 1–7.
- Krokida MK, Maroulis ZB, and Saravacos GD (2001) The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *Int J Food Sci Technol* **36**, 53–9.
- Lee SK and Kader AA (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol Tec* **20**, 207–20.
- Lee YJ (2004) Optimal dimension of PE film bag according to fruit size in MAP storage of 'Fuyu' persimmon fruit. *Korean J Food Sci Tech* **36**, 733–9.
- Pesis E, Levi A, and Ben-Arie R (1986) Deastringency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. *J Food Sci Tech* **51**, 1014–7.
- Shin SR, Lee JB, Youn KS, Choi JU, and Kim KS (2001) Changes in the quality of sweet persimmon fruits with packaging methods during low temperature storage. *Korean J Postharvest Sci Tec* **8**, 252–7.
- Simal S, Femenia A, Llull P, and Rossello C (2000) Dehydration of aloe vera: simulation of drying curves and evaluation of functional properties. *J Food Eng* **43**, 109–14.
- Singh B, Panesar PS, and Nanda V (2008) Osmotic dehydration kinetics of carrot cubes in sodium chloride solution. *Int J Food Sci Technol* **43**, 1361–70.
- Song KB, Seo YB, Yu DJ, Jang SA, Wang S, and Sohn HJ (2013) Dehydrating agent using red algae low molecular weight extract and method for dehydration using the same. Korea Patent 10-1289475, Korea.
- Tarutani T (1965) Studies on the storage of persimmon fruits. *Memoirs Faculty Agric* **19**, 52–4.
- Terada M, Watanabe Y, Kunitomo M, and Hayashi E (1978) Differential rapid analysis of ascorbic-acid and ascorbic-acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. *Anal Biochem* **84**, 604–8.
- Vandekinderen I, Devlieghere F, Van Camp J, Kerkaert B, Cucu T, Ragaert P et al. (2009) Effects of food composition on the inactivation of foodborne microorganisms by chlorine dioxide. *Food Microbiol* **131**, 138–44.
- Vega-Gálvez A, Lemus-Mondaca R, Bilbao-Sáinz C, Fito P, and Andrés A (2008) Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo). *J Food Eng* **85**, 42–50.
- Wang SM, Yu DJ, and Song KB (2011) Physicochemical property of pumpkin slices dehydrated with red algae extract. *J Korean Soc Appl Biol Chem* **54**, 921–5.
- Wang T, Jónsdóttir R, and Ólafsdóttir G (2009) Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. *Food Chem* **116**, 240–8.