pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 30. No. 1, 139~147 (2017)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2017.30.1.139

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

갈변방지제 개발을 통한 신선편이 조각 배 상품화 연구

김미영 · 짱청위 · 이진주 · †황 영
㈜ 아워홈 식품연구원

Study on Commercialization of Ready-to-Eat Pear Products by Development of Anti-browning Agents

Mi Young Kim, Cheng Yu Zhang, Jin Ju Lee and †Ying Huang
Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd.

Abstract

The objective of this study was to develop anti-browning agents for commercial ready-to-eat pear products, which are preferred not only to maintain the flavor, color and texture of pears, but also to increase consumers' preference. The sliced 'Shin-go (Niitaka)' pears were immersed in 5% and 10% oxidized starch, 1% citric acid, and 5% and 10% oxidized starch with addition of 0.1% sucralose for 3 minutes, and then they were packaged in vacuum sealed bags at 1℃ for 9 days. In order to evaluate the quality of packaged sliced pears, the quality index was determined in terms of color, firmness, soluble solids, and sensory quality. With the passage of storage time, no specific variation in firmness and soluble solids was observed. However, the ΔE value of the sliced pears treated with 5% oxidized starch solution was significantly lower than that of the other pears. Also, the Hunter L and b values of the sliced pears treated with 5% oxidized starch solution remained nearly constant from the beginning of storage. This observation shows that 5% oxidized starch solution was effective in reducing surface browning of sliced pears. Moreover, sliced pears treated with oxidized starch solution with addition of 0.1% sucralose were given an overall liking score which was slightly higher than that given to the other pears because of the sweetness of sucralose. In conclusion, 5% oxidized starch solution with addition of 0.1% sucralose was effective in reducing browning of sliced pears and in improving the taste of sliced pears.

Key words: ready-to-eat pear products, anti-browning agents, oxidized starch solution, sucralose

서 론

산업 급속 발전, 소득 증가, 핵가족 진전, 인구 노령화 심화 등 사회적 환경 변화에 따라 소비자들의 식품 소비 성향은 건강지향성과 편의성을 중시하는 것으로 변화하고 있다(Kim D 1999). 식품 소재별로는 과일 및 채소의 비중이 점차 증가되고 있으며, 과일 및 채소 신선편이식품 및 최소 가공식품에 대한 소비자 선호도가 급격히 높아지고 있다(Kim GH 2005). 그러나 과일 및 채소를 이용하여 가공한 신선편이 식품은 가공 시에 박피, 절단에 따른 조직 손상으로 가공 및 저장 과정 중에 과피 흑변, 과실 갈변 등 문제가 발생하여 유통, 판매에 한계가 있다. 특히 배와 같은 경우, 과육에 산화효소인 polyphenol oxidase(PPO)를 함유하여 가공 과정 중에 갈변, 과육 연화 등 문제로 대부분 생식으로 이용되고 있으며, 가공상품의 생산량이 2% 수준에 불과하다(Park 등 2015). 배 가공제품은 주로 주스(39%)와 넥타(27%) 등(Park 등 2015) 한정된 형태이다. 배의 재배면적은 2000년의 2만 6천 ha에서 수익성 하락, 재배농가 고령화, 도시개발 등의 원인으로 인해 2015년에는 1만 2천 ha으로 절반 수준까지 급격히 감소되었다(Park 등 2015). 또한 1인당 연간 배 소비량은 2015년의 4.7 kg에서

† Corresponding author: Ying Huang, Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd., Seongnam 13403, Korea. Tel: +82-31-5170-5108, Fax: +82-31-720-5460, E-mail: y1514.hwang@ourhome.co.kr

2025년의 4.4 kg까지 감소할 것으로 예상되고 있다(Park 등 2015). 갈변 등 품질 저하 요인을 방지 및 신선도 유지를 할 수 있는 새로운 가공 기술을 개발하여 소비자의 니즈에 맞는 과일 배 상품으로 시장 활성화 방안을 마련하여야 한다.

갈변방지제 처리를 통한 배 절편의 저장성 향상을 위한 Park 등(2010)의 연구에서는 배의 종류에 따른 갈변방지제 적용성에 차이를 보였으나, N-acetyl cysteine과 calcium propionate는 배의 색상 및 경도 유지에 효과가 있는 것으로 검증하였다. 또한 Kim 등(1999)은 1% NaCl과 L-cysteine 용액에 1분간 처리한 절단 배의 색도가 가장 적게 변화한 것을 제시하였으나, 관능조사에서 처리구와 무처리구 간에 외관, 향미에 있어 큰 차이가 없을 뿐, 맛에 대한 평가는 이루어지지 않았다. 일부 선행 연구에서 갈변을 유발하는 원인 중 산소, 산화 효소, 구리, 기질 등 한 가지만을 제거하여도 효과가 있다고 보고하였고(Ahvenainen R 1996), Moon 등(2008)에서도 에틸렌을 억제한 처리구의 경도는 무처리구에 비해 높은 것으로 나타나, 에틸렌 발생 억제는 배 과실 연화 방지에 효과가 있다는 것을 검증하였다. 그러나 배 생산량 및 소비량 감소하는 것에 대응하기 위하여 단순한 저장, 유통에서 적용 가능한 갈변방지법 개발은 매우 부족하다. 특히 소비자 기호에 따라, 색, 맛, 편의성을 모두 충족하는 새로운 배 가공 제품의 개발이 시급하다. 이에 본 연구는 신선편이 배 조각 과일 상업화의 일환으로 배 고유의 맛, 색도, 질감을 유지할 수 있는 것뿐만 아니라, 소비자들은 선호하고 시장 성공 가능성이 높은 배 신선편이 식품의 갈변방지 기술을 개발하는 것을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 배 시료는 2016년 10월 3일에 구입한 신고배었으며, 10개입 박스 규격으로 일괄 입고시킨 후 1℃ 냉장 창고에 보관하여 실험에 사용하였다.

2. 전처리

배 시료를 과일박피기를 사용하여 과피를 제거한 후, 과육을 8등분한 다음 과심 부위를 제거하였으며, 다시 4등분으로 하였다(Fig. 1). 상품화 시 소비자 사용 편의성을 고려하여 조각 배의 규격은 20~27g/개, 5×3±0.8 cm를 설정하였다.

3. 갈변방지제 처리

갈변방지제 개발을 위해 구연산(Citric acid monohydrate, RZBC Co., China), 산화전분(Floset light 150, Daesang Corporation, Korea)을 이용하였다. 갈변방지제 처리 조건은 무처리군은 정제수, 처리군은 구연산은 1% 용액, 산화전분은 5%, 10% 용액을 처리하여 효과를 분석하였다. 또한 산화전분 고유의 신맛과 배 원물의 당도 차이 수준을 고려하여 배의 단맛을 일정 수준 이상으로 확보하기 위해 배 고유의 단맛과 가장 잘 어울리는 감미료 수크랄로스(Newtrend Sucralose, Jian Newtrend Technology, China)를 0.1%의 농도로 산화전분 5%와 10% 용액에 첨가하여 추가적으로 검증하였다.

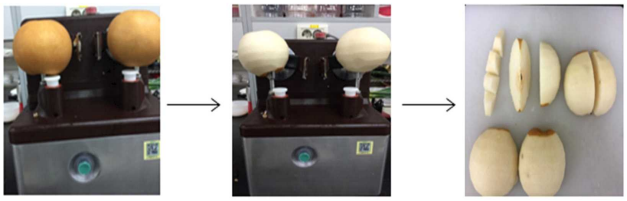

Fig. 1. Fruit pear slicing process

조각 배는 각각의 갈변방지제 용액에 3분간 침지 후 5분간 자연 탈수를 진행하였다. 물기를 제거한 조각 배는 200 g 단위로 계량 후, 폴리프로필렌 봉투에 담아 노즐식 진공 포장기(Gasungpak Co., LTD. Korea)를 이용하여 진공 포장을 하였다. 이렇게 제조된 조각 배 시료를 1℃ 냉장고에 보관하여 갈변방지제의 효과 검증 실험을 진행하였다.

4. 이화학 실험

갈변방지제의 효과를 분석하기 위하여 시료 제조 직후, 저장 3일째, 6일째, 9일째에 거쳐 총 4번의 이화학분석을 진행하였다.

이화학분석으로는 색도와 경도, 가용성 고형물 함량을 조사하였다. 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 배 조각의 면적이 넓은 두 개 절편의 측면 부위를 종이타올로 물기를 제거한 후 각 1회 측정하였다. 색도는 Hunter scale에 의하여 L값(Lightness), a값(red-green), b값(yellow-blue)을 기준으로 측정하였다. 색차를 나타내는 ΔE값은 $\Delta E=[(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2]^{1/2}$식으로 산출하였다. 색도 측정을 위하여 각 파우치당 배 조각 3개씩을 임의로 선발하여 측정하였다. 경도는 Texture Analyzer(TXAT2, Stable Micro System LTD. England)를 이용하였으며, 처리된 배 조각을 각 파우치 당 3개씩을 임의로 선발하여, 2×2 cm 크기로 절단한 후, puncture 실험으로 probe(5 mm diameter)를 과육쪽으로 1.00 mm/sec 속도로 15 mm 삽입하여 측정하였다. 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 평균값을 계산하여 해당 시료의 경도를 측정하였다. Brix meter(PAL-3, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 가용성 고형물 함량을 측정하였다. 모든 측정은 5개 파우치를 이용하여 5번 반복하였다. 또한 데이터 처리는 모두 최대값 및 최소값을 제외한 값을 이용하여 통계 분석을 진행

하였다.

5. 기호도 조사

배 기호도 조사를 위하여 15명의 관능요원을 선발하고, 외관, 단맛, 조직감 및 전반적인 기호도의 특성을 15점 척도법으로 평가하였다. 관능패널에게는 3조각씩을 용기(뚜껑이 있는 밀폐용기)에 담아 제공하였다. 저장 9일째의 배는 이취가 발생하여 기호도 조사를 실시하지 않았다.

6. 통계분석

통계처리는 SPSS for window 22.0(SPSS Inc., Chicago, IL., USA)를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 사후분석으로 Duncan의 다중 범위 검정법(Duncan's multiple range test)을 수행하여 갈변방지제 종류 및 처리 유무 간의 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 색도 변화

색도 측정한 결과는 Table 1과 같다. 제조 직후의 시료 간에는 유의한 명도 차이가 관찰되지 않았으나, 저장 3일째부터 시료 간에 유의적으로 미미한 명도 차이가 나타나, 산화전분 용액 처리구의 명도(L=69.72~70.79)는 무처리구(L=71.48)와 구연산 용액 처리구(L=71.92)에 비해 낮게 나타났다. 저장기간에 따라 명도가 증가한 경향을 나타났으며, 산화전분 용액 처리구의 명도 변화가 가장 적은 것으로 관찰되었다.

색좌표 상에서 적색과 녹색 정도를 나타내는 a값의 경우, 모든 시료는 녹색 방향에 위치하였고, 제조 직후 및 저장 후의 모든 시료 간에 유의한 차이가 나타났으나, 일정한 경향을 보이지 않았다. 이는 배 원물의 편차에 기인하는 것으로 유추되었다.

Table 1. Chromaticity comparison of the minimally processed pear slices as affected by the application of the anti-browning agents

Storage time (day)	Anti-browning agents	Hunter's value			
		L	a	b	ΔE
Start	Control	67.29±2.27	−1.33±0.09$^{bc1)}$	6.10±0.68	−
	5% oxidized starch	66.71±1.59	−1.33±0.10^{bc}	6.10±0.82	−
	10% oxidized starch	66.99±1.90	−1.37±0.10^{ab}	5.60±0.66	−
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	67.14±1.87	−1.39±0.13^{a}	5.83±0.76	−
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	67.35±1.41	−1.28±0.07^{c}	5.63±0.51	−
	1% citric acid	67.02±1.53	−1.29±0.09^{c}	5.92±0.56	−
3 days	Control	71.48±1.68^{bc}	−1.65±0.11^{bc}	7.42±1.05^{b}	4.53±1.66^{bc}
	5% oxidized starch	70.02±2.63^{a}	−1.49±0.10^{d}	6.50±0.82^{a}	3.71±2.22^{ab}
	10% oxidized starch	70.45±1.97^{ab}	−1.61±0.09^{c}	6.86±1.03^{ab}	3.87±1.89^{ab}
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	69.72±1.89^{a}	−1.71±0.12^{a}	6.69±0.89^{a}	3.06±1.56^{a}
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	70.79±1.91^{abc}	−1.65±0.09^{bc}	6.88±0.94^{ab}	3.86±1.77^{ab}
	1% citric acid	71.92±2.24^{c}	−1.68±0.14^{ab}	8.25±1.98^{c}	5.58±2.71^{c}
6 days	Control	72.37±1.96^{c}	−1.79±0.11^{a}	8.50±1.46^{c}	5.81±1.96^{d}
	5% oxidized starch	69.55±2.12^{ab}	−1.49±0.10^{d}	6.51±0.76^{a}	3.20±1.74^{ab}
	10% oxidized starch	70.75±2.56^{b}	−1.63±0.11^{c}	6.93±1.17^{ab}	4.32±2.26^{c}
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	68.79±2.11^{a}	−1.67±0.12^{bc}	6.67±0.72^{a}	2.52±1.43^{a}
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	70.43±1.88^{b}	−1.68±0.09^{bc}	7.10±0.63^{ab}	3.69±1.41^{bc}
	1% citric acid	70.20±2.17^{b}	−1.70±0.11^{b}	7.30±1.14^{b}	3.77±1.98^{bc}
9 days	Control	69.90±2.51	−1.72±0.11^{bc}	7.96±1.57^{b}	3.81±2.13^{c}
	5% oxidized starch	69.16±1.71	−1.50±0.12^{d}	6.61±0.71^{a}	2.66±1.61^{ab}
	10% oxidized starch	69.60±1.95	−1.69±0.08^{c}	6.66±0.81^{a}	3.16±1.58^{ab}
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	68.70±1.73	−1.76±0.08^{ab}	6.50±0.53^{a}	2.31±0.96^{a}
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	70.26±1.81	−1.79±0.09^{a}	6.99±0.76^{a}	3.46±1.54^{bc}
	1% citric acid	69.56±2.78	−1.79±0.10^{a}	7.57±1.57^{b}	3.68±2.44^{c}

1) a~e Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

색좌표 상에서 황색과 청색 정도를 나타내는 b값은 제조 직후, 모든 시료 간에 유의한 차이가 나타나지 않고, 5.60~6.10으로 황색 방향에 위치하였다. 저장 3일째부터 무처리구와 처리구 간에 b값 차이가 생기기 시작하여 저장 과정 중에 갈변이 진행되었음을 알 수 있었다. 모든 산화전분 용액 처리구의 b값은 구연산 용액 처리구와 무처리구보다 가장 낮게 나타났다. 이에 따라 산화전분 용액은 신고배 갈변 방지에 효과가 있는 것으로 볼 수 있다. 또한 저장 시간이 지남에도 불구하고 5%의 산화전분 용액 처리구(b=6.50, 6.51, 6.61) 및 5% 산화전분 용액과 0.1% 수크랄로스 혼합물 처리구(b = 6.69, 6.67, 6.50)의 b값은 다른 시료 대비 가장 낮게 나타나 5%의 산화전분 용액은 갈변 방지에 매우 우수한 것으로 판단된다. 10% 신화전분 용액은 처리구에서는 효과적인 갈변 억제 효과를 보이지만, 저장 6일째에 b값은 6.93, 7.10으로 5%의 산화전분 용액 처리구보다 높은 것으로 나타나, 일정 정도의 갈변을 진행된 것으로 판단된다.

색의 변화를 볼 수 있는 ΔE값과 같은 경우, 저장 과정 중, 모든 시료 간에 유의한 차이가 존재한 것으로 나타났다. 저장 시간이 지남에 따라 각 시료의 ΔE값 간에 크기 순서는 약간 차이가 있음에도 불구하고, 전체적으로 산화전분 용액 처리구의 색도 변화는 2.31~4.32로, 무처리구(ΔE=3.81~5.81)와 구연산 용액 처리구(ΔE=3.68~5.58)보다 낮은 것으로 나타났다. 이에 산화전분 용액은 신고배의 색상 유지에 효과가 있는 것으로 판단된다. 또한 5% 산화전분 용액 처리구(ΔE=2.66~3.20)는 10%의 산화전분 용액 처리구(ΔE=3.16~4.32)보다 ΔE값이 낮게 나타났으므로 저농도의 산화전분 용액 처리구는 전체적인 색도를 유지하는 것에 더 효과적인 것이라 판단된다.

처리구와 무처리구의 저장 기간별 색도 변화는 Table 2에

Table 2. Changes in the chromaticity of the minimally processed pear slices as affected by the application of the anti-browning agents

Anti-browning agents	Storage time (day)	Hunter's value			
		L	a	b	ΔE
Control	Start	67.29±2.27[a1)]	−1.33±0.09[d]	6.10±0.68[a]	-
	3 days	71.48±1.68[c]	−1.65±0.11[c]	7.42±1.05[b]	4.53±1.66[a]
	6 days	72.37±1.96[c]	−1.79±0.11[a]	8.50±1.46[c]	5.81±1.96[b]
	9 days	69.90±2.51[b]	−1.72±0.11[b]	7.96±1.57[b]	3.81±2.13[a]
5% oxidized starch	Start	66.71±1.59[a]	−1.33±0.10[b]	6.10±0.82[a]	−
	3 days	70.02±2.63[b]	−1.49±0.10[a]	6.50±0.82[ab]	3.71±2.22
	6 days	69.55±2.12[b]	−1.49±0.10[a]	6.51±0.76[ab]	3.20±1.74
	9 days	69.16±1.71[b]	−1.50±0.12[a]	6.61±0.71[b]	2.66±1.61
10% oxidized starch	Start	66.99±1.90[a]	−1.37±0.10[c]	5.60±0.66[a]	−
	3 days	70.45±1.97[b]	−1.61±0.09[b]	6.86±1.03[b]	3.87±1.89
	6 days	70.75±2.56[b]	−1.63±0.11[b]	6.93±1.17[b]	4.32±2.26
	9 days	69.60±1.95[b]	−1.69±0.08[a]	6.66±0.81[b]	3.16±1.58
5% oxidized starch + 0.1% sucralose	Start	67.14±1.87[a]	−1.39±0.13[c]	5.83±0.76[a]	−
	3 days	69.72±1.89[b]	−1.71±0.12[ab]	6.69±0.89[b]	3.06±1.56
	6 days	68.79±2.11[b]	−1.67±0.12[b]	6.67±0.72[b]	2.52±1.43
	9 days	68.70±1.73[b]	−1.76±0.08[a]	6.50±0.53[b]	2.31±0.96
10% oxidized starch + 0.1% sucralose	Start	67.35±1.41[a]	−1.28±0.07[c]	5.63±0.51[a]	−
	3 days	70.79±1.91[b]	−1.65±0.09[b]	6.88±0.94[b]	3.86±1.77
	6 days	70.43±1.88[b]	−1.68±0.09[b]	7.10±0.63[b]	3.69±1.41
	9 days	70.26±1.81[b]	−1.79±0.09[a]	6.99±0.76[b]	3.46±1.54
1% citric acid	Start	67.02±1.53[a]	−1.29±0.09[c]	5.92±0.56[a]	−
	3 days	71.92±2.24[c]	−1.68±0.14[b]	8.25±1.98[c]	5.58±2.71[b]
	6 days	70.20±2.17[b]	−1.70±0.11[b]	7.30±1.14[b]	3.77±1.98[a]
	9 days	69.56±2.78[b]	−1.79±0.10[a]	7.57±1.57[bc]	3.68±2.44[a]

1) a~e Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

서 나타났다. 명도의 경우, 모두 시료는 3일째부터 제조 직후 대비 증가하여 그 이후에 계속 유지 혹은 약간 감소한 경향이 관찰되었다. 선행연구에서 저장 시간을 지낼수록 명도가 떨어져 갈변이 진행한다고 주장하였지만(Kim 등 1999; Park 등 2010), 본 연구에서 이와 반대한 결과가 나타났다. Sun 등(2011)은 저장기간이 지남에 따라 표면에 수분이 증발되면서 명도가 떨어지고 황화현상이 일어나기 시작하여 품질의 저하가 나타났다고 분석하였다. 그러나 본 연구에서 진공포장을 사용하여 진공 압력으로 인하여 배 즙액이 나와 표면에서 액체층이 생겨 명도 측정 결과에 다소 영향을 미친 것으로 사료된다. 그럼에도 불구하고 모든 산화전분 용액 처리구에서 저장 3일째부터 저장 9일째까지 일정한 명도를 유지한 것으로 관찰되어 산화전분 용액 처리구는 무처리구와 구연산 용액처리구보다 명도 유지에 효과적이라 판단된다. 또한 산화전분 용액 중에 저농도 처리구의 명도 변화는 고농도 처리구보다 낮은 것으로 나타나, 고농도보다 저농도의 산화전분 용액은 명도 유지에 충분한 것으로 판단된다.

본 연구에서 저장 기간 별 a값 같은 경우(Table 2), 초기에는 크게 변화가 없었으나, 저장기간이 지남에 따라 미미하게 녹색 방향으로 변화한 경향을 볼 수 있었다. 본 결과는 Park 등(2010)에서 갈변이 진행될수록 적색 방향으로 변화한다는 결과와 일치하지 않았다. 그러나 Kim 등(1999)의 연구결과에서 20℃에서 2일간 저장한 진공포장 절단배의 a값은 －1.61로 나타나, 저장 초기(－1.50)보다 약간 녹색 방향으로 변화한 것으로 보고되었다. 또한 Park & Heo(2010)가 실험한 결과에서 '원황' 배 절편이 제조 직후에 －0.78로 녹색방향에 위치했었으며, 저장 10일째는 무처리구 및 갈변방지제 처리구 모두 －1.18～－1.35로 미미하게 녹색방향으로 이동하였다고 제시하였다. 이에 배의 종류, 포장형태에 따라 갈변으로 인한 a값의 변화 경향이 다른 것으로 사료된다.

저장이 진행됨에 따라 처리구와 무처리구의 b값은 모두 증가하여 황색 방향으로 전환된 것으로 나타났다. 이는 배 과육에 함유한 산화 효소인 polyphenol oxidase(PPO)의 반응에 의하여 갈색 색소를 형성한 선행의 분석 결과와 일치한다(Mayer & Harel 1979; Siddiq 등 1993; Kim D 1999). Park 등(2010)의 실험에 저장 8일째의 무처리된 배의 b값은 11.54, 1% 구연산 용액 처리된 배의 b값은 9.94로 나타나, 모든 결과는 본 실험 저장 9일째의 결과보다 높은 것(무처리구의 b값: 7.57, 1% 구연산 용액 처리구의 b값: 7.57)으로 나타났다. 이는 본 실험에서 배를 진공 포장하여 산소가 차단되기 때문에 무처리구와 처리구는 모두 심한 갈변이 이루지지 않은 것으로 사료된다. Amiot 등(1995)도 산소의 감소는 갈변 방지의 요인 중 하나로 분석하였다. 또한 저장 6일째와 9일째에 모든 산화전분 용액 처리구의 b값은 저장 3일째 대비 유의한 차이가 없어 저장 기간이 지남에 따라 b값은 변화되지 않고 유지된 것으로 나타났다. 이에 산화전분 용액은 신고배의 갈변 방지에 가장 효과적인 것으로 판단된다.

2. 경도 변화

경도는 제조 직후에 1.12~1.38 kg이었던 것이 저장 3일째에 1.21~1.31 kg, 저장 6일째에 1.20~1.37 kg, 저장 9일째에 1.23~1.42 kg으로 다소 증가한 경향을 관찰할 수 있었다(Table 3). 저장 3일째와 저장 6일째에만 무처리구와 처리구간, 유의한 경도 차이가 나타났지 않았으나, 제조 직후와 저장 9일째에 모든 시료 간에 유의한 경도 차이가 나타났다. 이는 배 원물의 편차에 기인한 것이라 판단되어 처리구 간의 경도 유지 효과를 비교할 수 없다고 생각된다.

과실을 저장하는 동안에 에틸렌을 발생하여 반응하는 것은 과실의 경도가 감소하는 원인이다(Park 등 2010). 그러나 본 연구에서 10% 산화전분 용액 처리구, 0.1% 수크랄로스를 첨가한 5% 산화전분 용액 처리구를 제외하여 모든 시료는 저장 시간이 지남에 따라 경도의 변화가 나타나지 않았다(Table 4). 조직 연화는 갈변 진행 도중에 주요 현상이지만, 조직이 유연한 복숭아를 무산소 환경에 저장한 경우, 저장 초기에 조직이 경화되었다는 선행의 연구 결과(Bolin & Huxsoll 1989)와 유사하여 배 품종의 고유 특성과 저온(Park & Gu 2010), 진공포장에서 저장한 것은 저장 시간이 지남에도 경도가 증가한 것이라 생각된다.

3. 가용성 고형물 함량의 변화

가용성 고형물 함량의 경우, 저장 시간이 지남에 따라 모든 시료 간에 유의한 차이가 나타났고(Table 3), 처리구와 10% 산화전분 용액 처리구를 제외한 나머지의 처리구에서 시간이 지날수록 가용성 고형물 함량이 미미하게 증가한 경향을 볼 수 있었다(Table 4). 이는 Kim 등(1999)이 저장 기간이 경과함에 따라 고형물 함량은 초기보다 약간씩 증가한다는 결과와 유사한다. 가용성 고형물 함량은 과실의 단맛을 의미하는 요인으로 성숙이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 볼 수 있다(Oh 등 2010). 이는 본 연구에서 저장 시간이 지남에 따라 가용성 고형물 함량이 증가하는 원인으로 생각되었으나, Kim 등(1993)의 결과에서 절단사과는 저장 동안에 가용성 고형물 변화가 없었다는 것과 Hong & Lee(1997)에서 신고배의 가용성 고형물 함량은 저장 동안 점진적으로 감소하는 것을 고려하여, 가용성 고형물 함량 변화로 갈변방지제 효과를 비교할 수 없다고 판단된다.

4. 기호도 조사

전반적인 기호도 및 단맛 기호도는 Table 5에 제시되었다.

Table 3. Quality attributes of the minimally processed pear slices as affected by the application of the anti-browning agents

Storage time (day)	Anti-browning agents	Firmness (kg)	Soluble solids (Brix%)
Start	Control	1.28±0.15[b1)]	13.59±0.78[a]
	5% oxidized starch	1.16±0.10[a]	14.88±0.84[bc]
	10% oxidized starch	1.12±0.09[a]	15.33±0.62[c]
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	1.23±0.08[ab]	14.75±0.44[bc]
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	1.38±0.15[c]	14.49±0.53[b]
	1% citric acid	1.33±0.16[bc]	14.82±0.90[bc]
3 days	Control	1.28±0.10	13.76±0.92[a]
	5% oxidized starch	1.21±0.12	13.84±1.06[a]
	10% oxidized starch	1.22±0.13	15.04±0.55[c]
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	1.24±0.10	14.50±0.61[bc]
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	1.31±0.13	14.15±0.59[ab]
	1% citric acid	1.31±0.19	14.35±0.58[ab]
6 days	Control	1.36±0.14	13.90±1.51[a]
	5% oxidized starch	1.20±0.15	14.28±0.73[ab]
	10% oxidized starch	1.30±0.20	15.42±0.50[c]
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	1.37±0.13	14.91±0.58[bc]
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	1.30±0.13	14.74±0.44[b]
	1% citric acid	1.32±0.16	14.66±0.50[b]
9 days	Control	1.28±0.14[ab]	14.39±0.65[a]
	5% oxidized starch	1.29±0.19[abc]	14.23±0.77[a]
	10% oxidized starch	1.23±0.16[a]	15.65±0.60[c]
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	1.27±0.12[ab]	15.65±0.37[c]
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	1.40±0.13[bc]	14.92±0.55[b]
	1% citric acid	1.42±0.21[c]	15.21±0.66[bc]

1) a~e Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Table 4. Quality change of the minimally processed pear slices as affected by the application of the anti-browning agents

Anti-browning agents	Storage time (day)	Firmness (kg)	Soluble solids (Brix%)
Control	Start	1.28±0.15	13.59±0.78
	3 days	1.28±0.10	13.76±0.92
	6 days	1.36±0.14	13.90±1.51
	9 days	1.28±0.14	14.39±0.65
5% oxidized starch	Start	1.16±0.10	14.88±0.84[b]
	3 days	1.21±0.12	13.84±1.06[a]
	6 days	1.20±0.15	14.28±0.73[ab]
	9 days	1.29±0.19	14.23±0.77[ab]
10% oxidized starch	Start	1.12±0.09[a1)]	15.33±0.62
	3 days	1.22±0.13[ab]	15.04±0.55
	6 days	1.30±0.20[b]	15.42±0.50
	9 days	1.23±0.16[ab]	15.65±0.60

Table 4. Continued

Anti-browning agents	Storage time (day)	Firmness (kg)	Soluble solids (Brix%)
5% oxidized starch+0.1% sucralose	Start	1.23±0.08[a]	14.75±0.44[a]
	3 days	1.24±0.10[a]	14.50±0.61[a]
	6 days	1.37±0.13[b]	14.91±0.58[a]
	9 days	1.27±0.12[a]	15.65±0.37[b]
10% oxidized starch+0.1% sucralose	Start	1.38±0.15	14.49±0.53[ab]
	3 days	1.31±0.13	14.15±0.59[a]
	6 days	1.30±0.13	14.74±0.44[b]
	9 days	1.40±0.13	14.92±0.55[b]
1% citric acid	Start	1.33±0.16	14.82±0.90[ab]
	3 days	1.31±0.19	14.35±0.58[a]
	6 days	1.32±0.16	14.66±0.50[ab]
	9 days	1.42±0.21	15.21±0.66[b]

1) a~e Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Table 5. Consumer test scores[1)] for the minimally processed pear slices as affected by the application of the anti-browning agents

Storage time (day)	Anti-browning agents	Consumer test scores			
		Overall liking	Appearance	Texture	Sweetness
Start	Control	8.64[b2)]	9.18	8.55	8.82[bc]
	5% oxidized starch	7.64[ab]	8.36	9.36	6.82[ab]
	10% oxidized starch	7.00[ab]	9.27	8.00	7.00[ab]
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	9.64[b]	7.36	10.00	10.18[c]
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	9.45[b]	8.00	9.36	10.36[c]
	1% citric acid	5.27[a]	7.18	6.91	5.73[a]
3 days	Control	8.07	7.80	10.20	8.20
	5% oxidized starch	8.80	8.80	9.80	8.87
	10% oxidized starch	7.80	8.60	8.21	7.60
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	9.93	9.20	9.93	9.47
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	9.50	9.87	9.07	9.33
	1% citric acid	7.40	8.27	9.33	7.40
6 days	Control	8.20	6.33	8.47	8.27
	5% oxidized starch	8.29	7.07	9.00	8.07
	10% oxidized starch	8.40	9.13	8.00	8.80
	5% oxidized starch+0.1% sucralose	9.93	7.60	9.47	9.00
	10% oxidized starch+0.1% sucralose	9.43	8.00	9.00	9.40
	1% citric acid	7.40	7.47	7.33	8.07

1) JAR scale: 15-point category scale (1='much too weak' and 15='much too strong')
2) a~e Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

제조 직후에 전반적인 기호도는 0.1% 수크랄로스를 첨가한 5% 산화전분 용액(전반적인 기호도: 9.64) 및 0.1% 수크랄로스를 첨가한 10% 산화전분 용액(전반적인 기호도: 9.45) 처리구에서 모두 유의적으로 높았으며, 이는 단맛에 기인하는 것으로 사료된다. 구연산 용액을 처리한 실험구는 전반적으로 기호도가 낮게 나타나, 구연산 용액의 신맛이 전반적인 기호도에 영향을 미친 것으로 사료된다. 저장 후 6일째, 시료 간의 전반적인 기호도에 유의적인 차이는 없었으나, 산화전분 용액 처리구의 기호도(8.29~9.93)가 약간 높게 나타났다. 이는 산화전분 용액이 분자량이 높아 조각 배의 코팅 효과를 나타낸 것으로 판단된다. 또한, 단맛에 대한 평가 결과, 제조 직후에 모든 수크랄로스 첨가구는 다른 시료보다 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 저장 시간이 지남에 따라 시료 간에 유의한 단맛 차이가 없었으나, 0.1% 수크랄로스를 첨가한 5% 산화전분 용액 및 10% 산화전분 용액 처리구는 제조 직후부터 상대적으로 높은 전반적인 기호도를 유지한 것으로 나타나, 고감미 감미료를 활용하여 단맛을 보정함으로써 관능적으로는 일정 수준의 기호도가 확보하는데 효과적이라 판단된다. 이는 절반 이상(55.1%)의 소비자들은 달콤한 과일을 선호한다는 선행의 조사결과와 일치한다(Lee 등 2015).

요약 및 결론

본 연구는 신선편이 조각 과일의 상품화를 목적으로 배 고유의 맛, 색도, 질감을 유지할 수 있는 것뿐만 아니라, 소비자들이 선호하고 시장 내 성공 가능성이 높은 조각 배 제품의 갈변방지 가공 기술을 개발하는 것이다. 이를 위하여 갈변방지제 처리 조건으로는 무처리구는 정제수, 산화전분은 5%, 10% 용액, 구연산은 1% 용액으로 처리하였다. 또한 갈변방지제의 개발을 위하여 0.1%의 수크랄로스를 5%, 10% 산화전분 용액에 각각 첨가하여, 추가적으로 갈변 방지 효과 및 소비자 기호도를 검증하였다. 갈변방지제로 활용 가능성은 이화학분석 및 기호도 조사를 실시하였다. 명도는 제조 직후, 시료 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, 저장 3일째부터 시료 간에 유의적으로 미미한 명도 차이가 나타나, 산화전분 용액 처리구의 명도는 무처리구와 구연산 용액 처리구에 비해 낮은 것으로 나타났다. 그러나 모든 시료의 명도는 3일째부터 제조 직후 대비 약간 증가하여 그 이후에 계속 유지 혹은 약간 감소한 경향이 관찰되어, 산화전분 용액 처리구는 상대적으로 명도 유지에 효과적이라 판단된다. 또한 산화전분 용액 중에 저농도 처리구의 명도 변화는 고농도 처리구보다 약간 낮은 것으로 나타나, 고농도보다 저농도의 산화전분 용액은 명도 유지에 충분한 것으로 판단된다. 모든 산화전분 용액 처리구의 b값은 구연산 용액 처리구와 무처리구보다 가장 낮게 나타나고, 저장 시간이 지남에 따라 b값은 변화되지 않고 유지된 것으로 나타나, 산화전분 용액은 신고배 갈변 방지에 효과적이다. 또한 5%의 산화전분 용액 처리구 및 0.1% 수크랄로스 첨가한 5% 산화전분 용액 처리구의 b값은 다른 시료 대비 가장 낮게 나타나서 5% 산화전분 용액은 갈변 억제에 가장 효과적이다. ΔE값 같은 경우, 저장시간이 지남에 따라 각 시료의 ΔE값 간에 크기 순서는 약간 차이가 있었으나, 전체적으로 5% 산화전분 용액 처리구의 ΔE값이 가장 낮게 나타나, 저농도의 산화전분 용액 처리구는 전체적인 색도를 유지하는 것에 더 효과적이라 판단된다. 전반적인 기호도와 단맛 기호도는 수크랄로스를 첨가한 산화전분 용액 처리구에 모두 유의적으로 높았으며, 고감미 감미료를 활용한 갈변방지제는 일정 수준의 기호도가 확보하는데 효과적이다. 결론적으로 5% 산화전분 용액과 0.1% 수크랄로스를 혼합 사용하는 방법은 배 갈변 방지는 물론이고, 단맛 증가 및 기호도 증가에도 효과적인 기술이다.

감사의 글

본 연구는 2016~2018년도 농촌진흥청의 FTA 대응 경쟁력 향상 기술개발-원예특용작물경쟁력제고 사업과제인 <배 수출 확대를 위한 소비편이 상품 개발 및 해외 시장 분석> 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부로, 이에 깊은 감사를 드립니다.

References

Ahvenainen R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci Tech* 7:179-187

Amiot MJ, Tacchini M, Aubert SY, Oleszek W. 1995. Influence of cultivar, maturity stage, and storage conditions on phenolic composition and enzymic browning of pear fruits. *J Agr Food Chem* 43:1132-1137

Bolin HR, Huxsoll CC. 1989. Storage stability of minimally processed fruit. *J Food Process Preserv* 13:281-292

Hong JH, Lee SK. 1997. Effect of ethanol and carbon dioxide treatment on storage quality of 'Niitaka' pear fruit. *Hortic Environ Biotechnol* 38:246-249

Kim D. 1999. Extension of freshness of minimally processed fruits and vegetables. *Korean J Hortic Sci* 17:790-795

Kim GH, Cho SD, Kim DM. 1999. Quality evaluation of minimally processed Asian pears. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1523-1528

Kim GH. 2005. Consumers' demand for minimally processed

fruit and vegetables. *Korean J Food Preservation* 4:2-7

Lee KI, Choi JW, Heo SY, Ban HJ, Lim SJ, Park IH, Kim TH. 2015. The Consumer Behavior Survey for Food 2015. pp.1-585. Korea Rural Economic Institute

Mayer AM, Harel E. 1979. Polyphenol oxidases in plants. *Phytochemistry* 18:193-215

Moon SJ, Han CH, Lim BS, Lee CH, Kim MS, Hwang YS. 2008. Effect of storage temperature and 1-MCP treatment on the incidence of flesh browning disorder in 'Wonhwang' pears. *Korean J Hortic Sci* 26:144-148

Oh KY, Lee UY, Moon SJ, Kim YO, Yook HS, Hwang YS, Chun JP. 2010. Transportation and distribution temperatures affect fruit quality and physiological disorders in 'Wonhwang' pears. *Korean J Hortic Sci* 28:434-441

Park KH , Shin YS, Lee MS , Kang JS, Park JY. 2015. Supply and Demand Trends of Fruit. pp.173-222. Korea Rural Economic Institute

Park YS, Heo BG. 2010. Effect of anti-browning agent treatment on the quality of pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut stored in cold temperature. *Korean J Community Living Sci* 21:71-79

Park YS, Im MH, Korsak T, Lee GS, Oh DM, Jung KJ, Heo BG. 2010. Effect of anti-browning agent application on the improvement of quality maintenance for minimally processed pear slices. *J East Asian Soc Diet Life* 20:239-247

Siddiq M, Cash JN, Sinha NK, Akhter P. 1993. Characterization and inhibition of polyphenol oxidase from pears (*Pyrus communis* L. cv. Bosc and Red). *J Food Biochem* 17:327-337

Sun SH, Kim SJ, Kim GC, Kim HR, Yoon KS. 2011. Changes in quality characteristics of fresh-cut produce during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Technol* 43:495-503

Received 17 January, 2017
Revised 02 February, 2017
Accepted 08 February, 2017