

갈변 방지제 처리가 최소 가공한 배 절편의 저장성 향상에 미치는 영향

박용서¹ · 임명희² · 코삭² · 이건순³ · 오대민⁴ · 정규진⁵ · 허복구^{6*}

¹목포대학교 원예과학과, ²목포대학교 지역특화작목산업화센터, ³한국농업대학, ⁴농촌진흥청,
⁵전남도립대학 호텔조리영양학과, ⁶(재)나주시천연염색문화재단

Effect of Anti-Browning Agent Application on the Improvement of Quality Maintenance for Minimally Processed Pear Slices

Yong-Seo Park¹, Myung-Hee Im², Towantakavanit Korsak², Gun-Soon Lee³,
Dae-Min Oh⁴, Kyoo-Jin Jung⁵ and Buk-Gu Heo^{6*}

¹Dept. of Horticultural Science, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

²Institute of Regional Crop Research, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

³Korea National Agricultural College, Hwaseong 445-893, Korea

⁴Rural Development Administration, Suwon 440-706, Korea

⁵Dept. of Culinary & Nutrition, Namdo Provincial College of Jonnam, Damyang 517-802, Korea

⁶Naju Foundation of Natural Dyeing Culture, Naju 520-931, Korea

Abstract

This study was conducted to increase the keeping quality of the minimally processed pear slices during the cold storage. Korean pears, 'Shin-go (Niitaka)', 'Chu-hwang' and 'Won-hwang' were immersed in 1% ascorbic acid, 0.1% calcium propionate, 1% citric acid, 0.2% N-acetyl cysteine and 0.5 M 4-hexylresorcinol solution for 3 three minutes and then stored at 1±0.5°C for 10 days. We have also examined into the firmness and the color difference of pears slices as affected by the application of the anti-browning agents. The firmness of pears slices which that were immersed in 0.1% calcium propionate and 0.2% N-acetyl cysteine solution were not significant at did not differ significantly after 10 days after of cold storage. However, the ΔE^* values of 'Shin-go' slices which that were treated with 0.1% calcium propionate and 0.2% N-acetyl cysteine solution and stored for 10 days decreased by 3.18 and 3.83, when compared with that in of the control, which decreased by 6.36. The ΔE^* values of 'Chu-hwang' slices which that were treated with 0.2% N-acetyl cysteine and 0.1% calcium propionate solution had the slight difference by differed by only 2.09 and 2.14, when compared with that in of the control, which differed by 3.04. The ΔE^* values of 'Won-hwang' slices which that were treated with 1% citric acid and 0.5 M 4-hexylresorcinol were 4.49 and 5.83, respectively, while that in of the control decreased by 8.95. It was assumed that the anti-browning agent treatment had the different activities among varieties of the pear varieties slices, however, application of 0.2% N-acetyl cysteine and 0.1% calcium propionate application had greater the higher anti-browning activity.

Key words : Anti-browning agent, keeping storage quality, minimally processing, pear slice.

서 론

최근 국민 소득의 증가에 따른 맛벌이 부부 증가, 학교 및 회사에서 단체 급식 급증, 피자나 햄버거 등 패스트푸드의 소비량 증가는 과실류 및 채소류 소비에도 간편성과 기능성을 갖춘 최소 가공된 제품(신선 편의)의 수요를 증가시킬 것으로 예측되고 있다(Kim & Klieber 1997, Peter *et al* 2004). 최소 가공이란 신선한 상태의 제품 특성을 크게 변화시키지 않으면서 고유 기능성을 증가시킬 수 있도록 가공한 것으로

(Adelmo *et al* 1993, Shewfelt RL 1990), 간편성으로 인한 소비 증진과 더불어 배 및 사과와 같이 대과 위주로 소비되는 과실류에서 새로운 소비처를 찾을 수 있다는 점에서도 개발이 시급한 실정이다(Son SM 2007).

그런데, 과실류의 최소 가공품은 제품 생산 과정에서 박피, 절단, 제심, 분할 등의 가공처리를 거치면서 조직의 손상에 따른 연화와 절단면의 공기 노출로 인한 미생물 오염 및 번식, 갈변, 악취 등을 겪게 되므로 원재료 상태의 과실에 비해 저장성 및 안정성이 현저하게 떨어지는 단점이 있으므로 유통 기간의 연장을 위한 저장력 증진 기술이 필요하다(Agar *et al* 1997, Gorney JR 1997, Park & Jung 2002, Sapers &

* Corresponding author : Buk-Gu Heo, Tel : +82-61-335-0091,
Fax : +82-61-335-0092, E-mail : bukgu@naver.com

Miller 1992). 과실의 최소 가공 기술에 관한 연구는 과실류 가공 비율이 40% 이상이 되는 선진국에서 단감의 연화 정도 (Wright & Kader 1997), 사과 절편의 갈변(Nicoli *et al* 1994), 서양배 절편의 노화(Rosen & Kader 1989), 참다래 절편의 저장력(Agar *et al* 1997) 등에 대해 연구가 이루어졌으며, 우리나라에서도 참다래 과실 절편의 저장 중 연화와 맛 변화에 관한 연구(Park & Jung 2002, Park YS 2002, Park & Kim 2001)가 이루어졌다.

그러나 우리나라에서 과실의 가공율은 10%에도 미치지 못하며, 특히 대과 위주로 소비되는 배는 소비에 간편성이 떨어지기 때문에 수요 증가가 한계에 직면해 있으며, 과실의 생산량에 따른 가격의 진폭계수도 큰 실정이다(Son SM 2007). 따라서 최소 가공 절편을 개발하면 동양배의 달고 시원스러운 맛에 식용의 간편성이 더해져 학교 급식의 후식용 등으로 소비 확대가 이루어질 것으로 생각되지만 배의 경우 최소 가공 절편으로 가공했을 때 갈변이 가장 문제시 된다. 배에서 갈색화 반응은 효소적 갈색화 반응이므로(Rosen & Kader 1989), 비타민 C, 천연황화합물 등의 환원제 이용, pH를 낮추어 갈변 반응을 지연시키는 구연산 등의 산미제 사용, 킬레이팅 약품의 사용, 인산염 등의 무기염을 사용하는 방법(Sapers & Miller 1992)에 의해 갈변 방지를 최소화 시킬 수 있을 것으로 생각되나, 이 부분에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

이와 같은 배경에서 본 연구는 배의 최소 가공품의 품질을 좌우하는 갈변을 최소화 시켜 식생활을 풍부하게 하는데 기여하고자 갈변 방지제를 탐색하였다.

재료 및 방법

1. 배 시료

시료는 전남 나주 지역에서 재배된 ‘신고(Shin-go, Niitaka)’, ‘원황(Won-hwang)’ 및 ‘추황(Chu-hwang)’을 이용하였다. 배의 구입은 2009년 3월 20일에 15 kg용 골판지 박스에 담겨져 $2\pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대 습도 80~90% 조건에서 저장 중인 것을 구입하였는데, ‘신고’와 ‘원황’은 나주배원예조합에서, ‘추황’은 국립원예특작과학원 배시험장에서 구입하여, 상처가 난 것, 부분적으로 부패된 것 등은 모두 제외한 것을 이용하였다.

2. 갈변 방지 전처리

구입한 배는 무게가 각각 420 ± 15 g인 것과 경도는 ‘신고’ 18.20 ± 0.34 N(N/mm^2), ‘추황’ 14.0 ± 0.21 N 및 ‘원황’ 13.50 ± 0.19 N의 배를 선별하여 깨끗이 세척한 후 과피를 깎아 내고, 과육을 8등분(절편)한 다음 과심 부위를 제거하였다.

3. 갈변 방지제 처리

갈변 방지제는 ascorbic acid(Sigma Chemical Co. Ltd., USA),

calcium propionate(Sigma Chemical Co. Ltd., USA), citric acid (Sigma Chemical Co. Ltd., USA), N-acetyl cysteine(Acros Organics, USA) 및 4-hexylresorcinol(Sigma Chemical Co. Ltd., USA)을 이용하였다. 갈변 방지제 처리 조건은 무처리구는 증류수만, ascorbic acid 및 citric acid는 각각 1%액에, calcium propionate는 0.1%액에, N-acetyl cysteine은 0.2%액에, 4-hexylresorcinol은 0.5 M 액에 각각 3분간 침지처리 하였다. 갈변 방지제에 침지처리한 후에는 종이 타월로 배 절편에 흐르는 물기를 제거하였다.

4. 저장

갈변 방지제에 침지처리한 배 절편은 1.8 L 유리병에 절편 6개를 넣은 후 병 입구를 랩으로 씌어 두었다. 배 절편을 넣은 유리병은 온도와 습도가 조절되는 저장고(JSPC-1500C, JSR Co. Ltd., JAPAN)에 넣어 습도 90%와 $1\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였다. 저장 기간은 사과 등의 최소 가공 절편이 가공에서 유통까지 6~7일 이내에 이루어지고 있는 것(Son SM 2007)을 감안하여 10일간으로 하였다.

5. 조사 내용과 방법

갈변 방지제 처리 후 10일 동안 2일 간격으로 경도와 색도를 조사하였는데, 경도는 경도계(富士平社, 日本)를 이용하여 과육쪽으로 probe를 50 mm/min 속도로 1 cm 삽입하여 그 저항값 N/mm^2 으로 나타내었다. 배의 갈변 정도를 조사하기 위한 표면의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 배 절편의 측면 중앙 부위를 측정하였으며, 색도는 Hunter scale에 의하여 L^* 값(lightness: 0=black, 100=white), a^* 값(red-green: +80=red, -80=green), b^* 값(yellow-blue: +80=yellow, -80=blue)을 기준으로 측정하였다. 색차를 나타내는 ΔE^* 값은 $\Delta E^*=[(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 식으로 산출하였다.

6. 실험구 배치와 통계 처리

처리 조합은 1품종 당 6개의 절편을 1반복으로 하여 3반복으로 조사하였다. 통계처리는 Statistical Analysis System(SAS) Package를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, Duncan의 다중 범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 갈변 방지제 종류 및 처리 유무 간의 유의성을 검정하였다(Lee *et al* 1998).

결과 및 고찰

1. 경도 변화

‘신고’, ‘추황’ 및 ‘원황’ 절편의 경도는 저장 전에 18.2, 14.0 및 13.5 N이었던 것이 저장 경과일수가 증가될수록 낮아져 저장 10일째는 각각 14.32, 13.46 및 12.10 N을 나타내었다

(Table 1). 갈변 방지제 처리에 따른 ‘신고’ 절편의 저장 10일째의 경도는 1% ascorbic acid 및 1% citric acid 용액 처리구도 대조구에 비해 변화가 적었지만 특히 0.1% calcium propionate 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구는 각각 16.55 N과 17.10 N을 나타내어 대조구에 비해 1.10 N 및 1.45 N 만이 감소되어 경도 감소에 효과적이었다.

‘추황’ 절편의 저장 10일째의 경도는 0.1% calcium propionate 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구만이 대조구에 비해 경도 감소 효과를 나타내었다. ‘원황’ 절편의 저장 10일째의 경도는 1% citric acid, 0.5 M 4-hexylresorcinol 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구가 대조구에 비해 경도 감소 효과를 나타내었다. 따라서 갈변 방지제 처리에 따른 배 절편의 저장 10일째의 경도는 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구는 세 종류의 배 모두에서, 0.1% calcium propionate 용액 처리구는 ‘신고’와 ‘추황’에서, citric acid 1%는 ‘원황’에서 경도 감소 효과를 나타낸 반면에 1% ascorbic acid 처리구는

대조구와 경도 변화에 차이를 나타내지 않았다.

Chang & Byun(1997)은 과실의 경도 감소는 에틸렌의 발생과 작용, 과육의 연화로 발생한다고 했으며, Moon *et al* (2008)은 동양배인 황금배의 유통 기간 중 품질을 유지하기 위해 에틸렌 작용 억제제인 1-MCP를 0.1~1.0 $\mu\text{m/L}$ 를 처리한 결과, 저장 14일째의 과실 경도는 무처리구에 비해 높은 반면 에틸렌 1.0 및 0.5 $\mu\text{m/L}$ 처리구는 무처리구에 비해 경도가 낮았다고 해서 경도와 신선도가 밀접한 관련이 있음을 시사하였다. 또 Park YS(2002)은 과실의 절편을 저장하기 위해서는 저장 중 신선도를 유지시키는 것이 대단히 중요하다고 하였으며, 참다래 과실 절편의 신선도는 연화 후 조직의 분질화로 급격히 저하된다고 하였다. 따라서 본 연구에서 경도가 감소된 것은 신선도가 저하되었다고 할 수 있으므로 배의 종류에 관계없이 경도 감소에 효과를 나타낸 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리는 배 절편의 신선도 유지와 저장성 향상에 효과적이었다.

Table 1. Changes in the firmness of the minimally processed pear slices as affected by the application of the anti-browning agents

Pear cultivar	Anti-browning treatment	Firmness(N/mm ²)					
		Start	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Niitaka	Control	18.20±0.34 ^a	17.06±0.11 ^{ab}	16.77±0.20 ^b	15.58±0.42 ^{bc}	15.22±0.32 ^{bc}	14.32±0.23 ^b
	1% Citric acid	18.20±0.34 ^a	17.68±0.13 ^{ab}	17.32±0.18 ^{ab}	16.08±0.36 ^{bc}	15.60±0.21 ^c	15.11±0.33 ^b
	1% Ascorbic acid	18.20±0.34 ^a	17.98±0.20 ^{ab}	17.55±0.16 ^{ab}	16.81±0.54 ^b	15.46±0.46 ^{bc}	14.20±0.34 ^{cd}
	0.5M 4-Hexylresorcinol	18.20±0.34 ^a	18.00±0.17 ^a	17.78±0.12 ^{ab}	17.60±0.35 ^{ab}	15.51±0.54 ^b	15.45±0.21 ^b
	0.1% Calcium propionate	18.20±0.34 ^a	18.10±0.22 ^a	18.02±0.14 ^a	16.68±0.42 ^b	16.60±0.22 ^{bc}	16.55±0.28 ^{bc}
	0.2% N-Acetyl-L-cysteine	18.20±0.34 ^a	18.12±0.10 ^a	18.00±0.13 ^a	17.88±0.56 ^{ab}	18.50±0.34 ^a	17.10±0.15 ^{bc}
Chu-hwang	Control	14.00±0.21 ^a	13.52±0.06 ^a	13.24±0.11 ^a	13.20±0.22 ^a	12.82±0.32 ^{bc}	12.63±0.11 ^{bc}
	1% Citric acid	14.00±0.21 ^a	13.80±0.13 ^a	13.50±0.09 ^a	13.21±0.23 ^{ab}	12.84±0.33 ^b	12.54±0.13 ^c
	1% Ascorbic acid	14.00±0.21 ^a	13.83±0.22 ^a	13.60±0.12 ^{ab}	13.22±0.12 ^{ab}	12.64±0.31 ^b	12.43±0.21 ^c
	0.5M 4-Hexylresorcinol	14.00±0.21 ^a	13.90±0.14 ^a	13.76±0.23 ^{ab}	13.20±0.17 ^{ab}	12.40±0.22 ^b	12.06±0.16 ^c
	0.1% Calcium propionate	14.00±0.21 ^a	13.87±0.12 ^a	13.50±0.19 ^{ab}	13.41±0.22 ^{ab}	13.33±0.28 ^{ab}	13.22±1.10 ^{ab}
	0.2% N-Acetyl-L-cysteine	14.00±0.21 ^a	14.90±0.18 ^a	13.88±0.22 ^{ab}	13.58±0.58 ^{ab}	13.50±0.43 ^{ab}	13.46±0.39 ^{ab}
Won-hwang	Control	13.50±0.19 ^a	13.40±0.19 ^a	13.21±0.16 ^a	12.86±0.14 ^{ab}	12.52±0.21 ^{bc}	12.10±0.18 ^{bc}
	1% Citric acid	13.50±0.19 ^a	13.50±0.18 ^a	13.42±0.21 ^a	13.38±0.21 ^a	13.35±0.22 ^a	13.32±0.19 ^a
	1% Ascorbic acid	13.50±0.19 ^a	13.40±0.13 ^a	13.12±0.20 ^{ab}	12.88±0.12 ^{ab}	12.54±0.32 ^{bc}	12.22±0.17 ^{bc}
	0.5M 4-Hexylresorcinol	13.50±0.19 ^a	13.50±0.12 ^a	13.41±0.32 ^a	13.28±0.16 ^a	13.20±0.33 ^a	13.14±0.12 ^a
	0.1% Calcium propionate	13.50±0.19 ^a	13.42±0.17 ^a	13.33±0.23 ^a	13.10±0.20 ^{ab}	13.00±0.24 ^{ab}	12.92±0.21 ^{ab}
	0.2% N-Acetyl-L-cysteine	13.50±0.19 ^a	13.48±0.19 ^a	13.34±0.25 ^a	13.28±0.21 ^a	13.10±0.11 ^{ab}	13.00±0.23 ^{ab}

^{a-d} Different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

2. 색도 변화

‘신고’ 절편에 대한 갈변 방지제 처리 후 10일째의 ΔE^* 값은 무처리구 6.36에 비해 0.1% calcium propionate 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구에서 3.18과 3.83으로 낮게 나타났다으며, 그 외 처리구에서는 5.05~6.43을 나타내었다(Table 2). 색차를 나타내는 ΔE^* 값은 측색 전후의 L, a* 및 b* 값의 종합적인 차이를 나타낸 값으로 단순한 갈변 외에 관능평가에 의한 기호도와 밀접한 관련이 있으므로(Rosen & Kader 1989), ΔE^* 값의 변화가 적은 0.1% calcium propionate 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구가 효과적이었다. 명도를 나타내는 L* 값은 저장 전에 67.64를 나타냈던 것이 0.1% calcium propionate 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구는 저장 10일째에 각각 64.92과 63.83을 나타내었다. 이에 비해 1% citric acid, 1% ascorbic acid 및 0.5M 4-hexylresorcinol 갈변 방지제 처리구는 62.03~63.35, 무처리구는 62.24로 명도값이 낮아져 상대적으로 갈변이 보다 진행된 것으로 나타났다.

색좌표 상에서 적색과 녹색 정도를 나타내는 a* 값은 저장 전에 -1.32로 녹색 방향에 위치했었는데, 저장 10일째는 1% citric acid 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구만이 -1.26 및 -1.12로 저장전과 차이를 나타내지 않은 반면에 대조구 및 나머지 3종류의 갈변 방지제 처리구는 미미하게나마 적색 방향에 위치하였다.

색좌표 상에서 황색과 청색 정도를 나타내는 b* 값은 저장 전에 8.30으로 황색 방향에 위치했었는데, 저장 10일째는 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구에서 8.65, 0.1% calcium propionate 용액 처리구에서 9.85로 저장 전과 저장 10일째의 b* 값의 차이는 1.55 이하인 반면에 대조구는 11.55로 저장 전과 저장 10일째의 b* 값 차이는 3.25를 나타내었다.

위와 같이 ‘신고’ 절편의 저장 8~10일째의 갈변 정도를 기준으로 할 때, 갈변 방지 효과는 0.1% calcium propionate 및 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구에서 크게 나타났다. 일반적으로 과실의 갈변 현상이 유기되는 원인은 과실에 함유되어 있는 polyphenol oxidase(PPO)의 작용을 받아 산화된 quinone 화합물 또는 그 유도체 형성으로 인한 색소 물질의 축적으로 발생한다(Lurie & Klein 1990, Sidiq *et al* 1994). 그러므로 0.2% N-acetyl cysteine 및 0.1% calcium propionate 용액 처리구에서 절편의 색도 변화가 적은 것은 이들이 다른 갈변 방지제보다 더 ‘신고’ 절편의 산화적 갈변을 억제했기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 ‘신고’의 최소 가공 절편을 제조하는 이들 갈변 방지제를 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

한편, 갈변 방지제 종류 간에 유의성을 검정한 결과, L* 값은 유의한 차를 나타내지 않았지만 헛트 a 값은 5% 이내에서, b 값과 ΔE^* 값은 1% 이내에서 유의한 차이를 나타냈으며, 저

장 기간에 따라서는 헛트 L*, a* 및 b* 값에서는 5% 이내에서, ΔE^* 값은 1% 이내에서 유의한 차를 나타내었다. 따라서는 갈변 정도는 갈변 방지제 종류 및 저장일에 따라 차이가 있을 수 있다.

‘추황’ 절편에 대한 갈변 방지제 처리 후 10일째의 ΔE^* 값은 무처리구의 경우 3.04였으며, 갈변 방지제 처리구는 Table 3에서와 같이 0.5 M 4-hexylresorcinol 용액 처리구의 6.62를 제외하면 3.39 이하를 나타내어 사과 절편을 파인애플, 귤, 오렌지 및 레몬 주스에 침지처리 후 $5 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 6일간 저장한 결과 ΔE^* 값의 변화가 5~8이었다(Son SM 2007)는 결과와 비교해 볼 때 매우 효과적인 갈변 방지제인 것으로 나타났다.

명도를 나타내는 L* 값은 저장 전에 63.69였던 것이 저장 10일째는 60.84를 나타냈는데, 0.2% N-acetyl cysteine 및 0.1% calcium propionate 용액 처리구는 저장 10일째에 각각 63.99와 62.12를 나타내어 저장전과 차이가 0.3 및 1.57에 불과했다. 그러나 0.5 M 4-hexylresorcinol 용액 처리구의 저장 10일째의 L* 값은 58.06으로 대조구에 비해 5.61이 낮아져 유의적인 차이를 나타내었다.

‘추황’ 절편의 저장 10일째 a* 값은 저장 전에 비해 무처리구의 경우 0.83이 낮아졌으며, 갈변 방지제 처리구에서는 0.68 이하가 낮아져 저장에 따른 a* 값의 변화는 크지 않았다. b* 값은 저장 전 10.74와 저장 10일째에 11.41을 나타내어 저장 전과 저장 10일째의 b* 값 차이가 0.67에 불과했는데, 갈변 방지제 처리구도 b* 값 차이도 저장 전과 저장 10일째의 차이가 2.06을 나타낸 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구를 제외하면 무처리구와 유사한 수준을 나타내었다.

이와 같이 ‘추황’ 배 절편에 대한 갈변 방지제 처리 효과는 미미하게 나타났는데, 이는 무처리구의 저장 전과 저장 10일째의 ΔE^* 값이 3.04로 적은데서 알 수 있듯이 무처리구에서도 갈변 정도가 크지 않은데 원인이 있었던 것으로 생각된다. 또 0.5 M 4-hexylresorcinol 용액 처리구에서는 저장 전과 저장 후의 ΔE^* 값이 5.62로 무처리구 보다도 크게 나타났는데, 이는 ‘신고’ 갈변 방지에 0.5 M 4-hexylresorcinol 용액 처리가 어느 정도 효과가 있었던 결과(Table 2)를 감안할 때 ‘추황’ 절편의 갈변 정도가 적게 나타난 것으로 인해 4-hexylresorcinol 용액의 갈변 방지 효과가 제대로 발휘되지 못한데 원인이 있었던 것으로 추정된다. 갈변 방지제 종류간의 색도 값은 헛트 L* 값을 제외한 a*, b* 및 ΔE^* 값은 1% 이내에서 유의한 차이를 나타내었다.

한편, 본 실험의 경우 저장 온도를 0°C 로 설정하였는데, ‘추황’은 다른 종류의 배에 비해 저온에서 고온 환경으로 전환된 이후 과육의 갈변이 심하며(Hwang *et al* 2001), 배의 최소 가공 절편은 유통 과정에서 0°C 이상의 조건에서 유통될 수 있으며, 이 때 저장력에 큰 영향을 미치는 온도(Agar *et al* 1997)

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

Anti-browning treatment	Storage time (day)	Hunter's value			
		L*	a*	b*	ΔE*
Control	0	67.64±1.23 ^a	-1.32±0.02 ^c	8.30±1.23 ^c	0.00±0.00 ^e
	2	64.29±0.42 ^{ab}	-0.49±0.03 ^a	11.35±1.12 ^a	3.57±0.74 ^b
	4	64.38±0.23 ^{ab}	-0.63±0.02 ^b	11.04±1.34 ^a	4.31±0.23 ^b
	6	63.48±0.34 ^b	-0.63±0.01 ^b	11.14±1.41 ^a	5.08±0.54 ^a
	8	63.39±0.27 ^b	-0.69±0.02 ^b	11.54±1.31 ^a	5.38±0.43 ^a
	10	62.24±0.34 ^b	-0.50±0.04 ^a	11.55±1.32 ^a	6.36±0.55 ^a
1% Citric acid	2	66.78±0.25 ^{ab}	-1.04±0.03 ^c	7.57±1.44 ^c	1.16±0.28 ^c
	4	67.14±0.23 ^a	-1.15±0.03 ^c	7.97±1.21 ^c	0.62±0.39 ^{cd}
	6	65.99±0.17 ^{ab}	-1.15±0.02 ^c	8.55±0.99 ^c	1.68±0.30 ^c
	8	62.71±0.24 ^b	-1.24±0.03 ^c	9.94±1.21 ^{ab}	5.20±0.20 ^a
	10	62.57±0.11 ^b	-1.26±0.03 ^c	10.07±1.41 ^a	5.37±0.51 ^a
1% Ascorbic acid	2	65.70±0.21 ^{ab}	-0.41±0.03 ^a	11.15±1.71 ^a	3.57±0.39 ^b
	4	69.11±0.22 ^a	-0.14±0.02 ^a	10.63±1.52 ^a	3.00±0.44 ^b
	6	64.60±0.34 ^{ab}	-0.71±0.03 ^b	10.70±1.67 ^a	3.92±0.66 ^b
	8	61.41±0.27 ^{bc}	-0.38±0.02 ^a	11.14±1.32 ^a	6.91±0.70 ^a
	10	62.03±0.41 ^{bc}	-0.43±0.01 ^a	11.31±1.55 ^a	6.43±0.77 ^a
0.5M 4-Hexylresorcinol	2	65.56±0.34 ^{ab}	-0.33±0.02 ^a	9.84±1.43 ^{ab}	2.77±0.44 ^c
	4	66.59±0.35 ^{ab}	-0.91±0.01 ^b	11.00±2.21 ^a	2.93±0.38 ^c
	6	66.44±0.27 ^{ab}	-0.95±0.02 ^b	11.30±1.34 ^a	3.25±0.29 ^b
	8	62.98±0.36 ^b	-0.61±0.04 ^b	10.70±1.36 ^a	5.29±0.67 ^a
	10	63.35±0.33 ^b	-0.65±0.03 ^b	10.87±1.41 ^a	5.05±0.56 ^a
0.1% Calcium propionate	2	69.46±0.29 ^a	-1.10±0.02 ^c	7.83±1.55 ^c	1.89±0.54 ^c
	4	67.98±0.31 ^a	-0.61±0.01 ^b	9.53±1.32 ^{ab}	1.46±0.26 ^c
	6	68.47±0.41 ^a	-0.75±0.01 ^b	8.85±1.43 ^c	1.15±0.28 ^c
	8	64.65±0.44 ^{ab}	-0.87±0.02 ^b	9.68±1.23 ^{ab}	3.32±0.31 ^b
	10	64.91±0.67 ^{ab}	-0.82±0.02 ^b	9.85±0.99 ^{ab}	3.18±0.41 ^b
0.2% N-Acetyl cysteine	2	69.36±0.77 ^a	-1.08±0.01 ^c	6.93±0.75 ^c	2.21±0.33 ^c
	4	68.38±0.45 ^a	-1.07±0.02 ^c	7.56±0.65 ^c	1.08±0.23 ^c
	6	66.58±0.55 ^{ab}	-1.06±0.03 ^c	7.43±0.61 ^c	1.40±0.19 ^c
	8	64.48±0.65 ^{ab}	-1.10±0.02 ^c	8.60±1.01 ^c	3.18±0.20 ^b
	10	63.83±0.36 ^b	-1.12±0.02 ^c	8.65±1.21 ^c	3.83±0.21 ^b
Anti-browning treatments(A)		NS	*	**	**
Days after storing(B)		*	*	*	**
A×B		NS	*	*	**

^{a-c} Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

NS, * and ** ; not significant, and significant at $p<0.05$ and $p<0.01$ by LSD test, respectively.

Table 3. Changes in the chromaticity of the minimally processed pear cultivar ‘Chu-hwang’ slices as affected by the application of anti-browning agents

Anti-browning treatment	Storage time (day)	Hunter's value			
		L*	a*	b*	ΔE*
Control	0	63.69±0.27 ^b	-0.87±0.02 ^c	10.74±1.05 ^{ab}	0.00±0.00 ^c
	2	65.75±0.25 ^{ab}	-0.74±0.01 ^{bc}	9.89±1.72 ^b	2.23±0.14 ^c
	4	63.17±0.21 ^b	-0.58±0.03 ^{bc}	10.02±1.01 ^{ab}	2.53±0.12 ^c
	6	61.27±0.67 ^b	-0.19±0.03 ^b	10.93±1.32 ^{ab}	2.52±0.22 ^c
	8	60.02±0.77 ^{bc}	-0.49±0.02 ^{bc}	11.31±1.33 ^a	3.73±0.16 ^c
	10	60.84±0.80 ^{bc}	-0.04±0.04 ^b	11.41±1.23 ^a	3.04±0.21 ^c
1% Citric acid	2	65.05±0.67 ^{ab}	-0.97±0.03 ^c	8.61±1.32 ^{bc}	2.53±0.22 ^c
	4	69.45±0.72 ^a	-1.03±0.03 ^{cd}	8.98±1.24 ^{bc}	2.93±0.23 ^c
	6	60.82±0.68 ^{bc}	-1.05±0.02 ^{cd}	9.55±1.44 ^b	3.11±0.16 ^c
	8	60.14±0.55 ^{bc}	-1.10±0.02 ^{cd}	9.75±1.09 ^b	3.69±0.31 ^c
	10	60.46±0.48 ^{bc}	-1.22±0.03 ^{cd}	9.77±1.06 ^b	3.39±0.41 ^c
1% Ascorbic acid	2	57.99±0.72 ^c	-0.48±0.02 ^{bc}	9.63±1.41 ^b	5.82±0.40 ^a
	4	64.18±0.80 ^{ab}	-0.45±0.03 ^{bc}	10.28±1.20 ^{ab}	0.79±0.31 ^{cd}
	6	64.39±0.68 ^{ab}	-0.31±0.03 ^b	11.21±1.22 ^a	1.01±0.24 ^{cd}
	8	60.85±0.58 ^{bc}	-0.01±0.03 ^b	11.38±1.31 ^a	3.04±0.26 ^c
	10	60.16±0.62 ^{bc}	-0.13±0.02 ^a	11.75±1.61 ^a	3.81±0.28 ^c
0.5M 4-Hexylresorcinol	2	59.65±0.70 ^c	-0.98±0.04 ^c	8.53±1.22 ^{bc}	4.61±0.32 ^{ab}
	4	67.10±0.60 ^a	-0.53±0.03 ^{bc}	10.89±1.82 ^{ab}	3.43±0.33 ^c
	6	66.02±0.55 ^a	-0.33±0.05 ^b	10.49±1.63 ^{ab}	2.40±0.34 ^c
	8	58.68±0.66 ^c	-0.36±0.06 ^b	10.47±1.44 ^{ab}	5.04±0.29 ^a
	10	58.08±0.70 ^c	-0.48±0.05 ^{bc}	10.57±1.71 ^{ab}	5.62±0.28 ^a
0.1% Calcium propionate	2	63.95±0.58 ^b	-1.04±0.06 ^{cd}	8.83±1.64 ^{bc}	1.94±0.31 ^{cd}
	4	61.90±0.28 ^b	-0.73±0.04 ^{bc}	10.29±1.37 ^{ab}	1.85±0.30 ^{cd}
	6	63.10±0.34 ^b	-0.51±0.02 ^{bc}	10.10±1.46 ^{ab}	0.94±0.26 ^{cd}
	8	62.65±0.26 ^b	-0.33±0.03 ^b	10.25±1.63 ^{ab}	1.27±0.31 ^{cd}
	10	62.12±0.34 ^b	-0.19±0.03 ^b	12.03±1.61 ^a	2.14±0.31 ^c
0.2% N-Acetyl cysteine	2	65.99±0.41 ^{ab}	-1.12±0.03 ^{cd}	9.61±1.28 ^b	2.57±0.32 ^c
	4	65.84±0.52 ^{ab}	-1.02±0.04 ^{cd}	8.69±1.25 ^{bc}	2.61±0.34 ^c
	6	65.37±0.61 ^{ab}	-0.99±0.03 ^c	8.73±1.43 ^{bc}	2.69±0.41 ^c
	8	64.15±0.50 ^{ab}	-0.88±0.02 ^c	8.92±1.11 ^{bc}	2.88±0.38 ^c
	10	63.99±0.48 ^b	-0.99±0.02 ^c	8.68±1.38 ^{bc}	2.09±0.41 ^c
Anti-browning treatments(A)		NS	**	**	**
Days after storing(B)		*	*	**	**
A×B		NS	*	**	**

^{a-c} Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$. NS, * and ** ; not significant, and significant at $p<0.05$ and $p<0.01$ by LSD test, respectively.

Table 4. Changes in the chromaticity of the minimally processed pear cultivar 'Won-hwang' slices as affected by the application of anti-browning agents

Anti-browning treatment	Storage time (day)	Hunter's value			
		L*	a*	b*	ΔE^*
Control	0	67.03±0.42 ^a	-0.90±0.03 ^{ab}	7.83±1.35 ^{ab}	0.00±0.00 ^f
	2	61.41±0.41 ^c	-1.12±0.02 ^c	8.64±1.55 ^a	5.68±0.12 ^b
	4	59.96±0.38 ^{cd}	-0.69±0.01 ^a	7.51±1.61 ^{ab}	5.18±0.34 ^b
	6	59.88±0.31 ^{cd}	-0.76±0.04 ^a	8.43±1.72 ^a	6.69±0.26 ^{ab}
	8	60.50±0.28 ^c	-1.82±0.02 ^{cd}	8.94±1.81 ^a	7.08±0.35 ^a
	10	58.15±0.46 ^{cd}	-1.18±0.02 ^c	8.93±1.06 ^a	8.95±0.41 ^a
1% Citric acid	2	62.24±0.44 ^c	-1.09±0.03 ^c	6.89±1.08 ^{ab}	4.89±0.29 ^{bc}
	4	65.31±0.46 ^{ab}	-1.25±0.03 ^c	6.52±0.89 ^{ab}	2.19±0.32 ^{cd}
	6	64.12±0.51 ^{ab}	-1.13±0.05 ^c	6.90±0.77 ^{ab}	3.06±0.39 ^{cd}
	8	63.26±0.75 ^c	-1.32±0.03 ^c	7.50±0.42 ^{ab}	3.81±0.51 ^{cd}
	10	62.63±0.61 ^c	-1.20±0.03 ^c	6.97±0.16 ^{ab}	4.49±0.61 ^{bc}
1% Ascorbic acid	2	65.33±1.01 ^{ab}	-1.18±0.03 ^c	8.26±0.01 ^a	1.78±0.54 ^{de}
	4	63.47±0.72 ^c	-0.82±0.02 ^{ab}	7.71±0.02 ^{ab}	3.56±0.44 ^{cd}
	6	61.59±0.68 ^c	-1.04±0.02 ^c	7.84±0.01 ^{ab}	5.53±0.34 ^b
	8	61.26±0.67 ^c	-0.91±0.04 ^{ab}	8.14±0.03 ^a	5.78±0.28 ^b
	10	60.06±0.71 ^c	-1.11±0.03 ^c	8.58±0.02 ^a	6.99±0.39 ^{ab}
0.5M 4-Hexylresorcinol	2	64.50±0.62 ^{ab}	-0.97±0.03 ^{ab}	7.92±0.04 ^{ab}	2.53±0.61 ^{cd}
	4	64.46±0.54 ^{ab}	-1.00±0.05 ^c	8.05±0.05 ^a	2.58±0.71 ^{cd}
	6	63.41±0.86 ^c	-0.83±0.03 ^{ab}	8.70±0.04 ^a	3.72±0.29 ^{cd}
	8	61.80±0.76 ^c	-0.97±0.02 ^{ab}	9.00±0.03 ^a	5.36±0.34 ^b
	10	61.49±0.67 ^c	-0.95±0.03 ^{ab}	9.64±0.02 ^a	5.83±0.55 ^b
0.1% Calcium propionate	2	63.49±0.78 ^c	-1.18±0.03 ^c	8.81±0.04 ^a	3.68±0.37 ^{cd}
	4	62.66±0.82 ^c	-1.13±0.04 ^c	8.13±0.03 ^a	4.39±0.42 ^{bc}
	6	61.15±0.77 ^c	-1.07±0.02 ^c	7.71±0.03 ^{ab}	5.88±0.36 ^b
	8	61.09±0.76 ^c	-1.06±0.02 ^c	7.47±0.02 ^{ab}	5.95±0.48 ^b
	10	59.85±0.53 ^{cd}	-1.00±0.01 ^c	8.83±0.05 ^a	7.25±0.41 ^a
0.2% N-Acetyl cysteine	2	64.13±0.67 ^{ab}	-1.25±0.03 ^c	7.84±0.03 ^{ab}	2.92±0.54 ^{cd}
	4	65.79±0.73 ^{ab}	-1.43±0.03 ^{cd}	8.17±0.02 ^a	1.39±0.36 ^{de}
	6	62.61±0.71 ^c	-1.44±0.03 ^{cd}	8.10±0.03 ^a	4.46±0.42 ^{bc}
	8	60.64±0.77 ^c	-1.33±0.03 ^c	7.88±0.03 ^{ab}	6.40±0.48 ^{ab}
	10	60.98±0.76 ^c	-1.21±0.04 ^c	7.95±0.04 ^{ab}	6.06±0.51 ^{ab}
Anti-browning treatments(A)		*	*	*	**
Days after storing(B)		*	*	**	**
A×B		*	*	*	**

^{a-f} Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$. NS, * and ** ; not significant, and significant at $p<0.05$ and $p<0.01$ by LSD test, respectively.

가 정도나 갈변에 적극적으로 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러므로 0°C 이상의 조건에서 유통되는 상황을 고려할 때 절편의 저장 전과 저장 10일째의 ΔE^* 값이 각각 2.09와 2.14로 무처리구보다 낮게 나타난 0.2% N-acetyl cysteine 및 0.1% calcium propionate 용액을 선택해서 처리하면 좋을 것으로 생각된다.

‘원황’ 절편에 대한 갈변 방지제 처리 후 10일째의 ΔE^* 값은 무처리구 8.95를 나타내는데 비해 5종류의 갈변 방지제를 처리한 결과 4.49~7.25를 나타내었다(Table 4). 5종류의 갈변 방지제 처리구중 절편의 저장 10일째에 ΔE^* 값의 변화가 적었던 것은 1% citric acid 용액 처리구로 4.49였으며, 0.1% calcium propionate 용액 처리구는 7.25로 가장 큰 ΔE^* 값을 나타내었다. 그런데 1% citric acid 용액 처리구는 ‘신고’에서 갈변 방지제 처리구 중 가장 큰 ΔE^* 값을 나타낸 반면에 0.1% calcium propionate 용액 처리구는 가장 적은 ΔE^* 값을 나타내어 동일한 갈변 방지제라도 배의 종류에 따라 다소 다른 효과를 나타내는 것으로 나타났다.

배 절편의 L^* 값은 저장 전에 67.03을 나타냈던 것이 저장 10일째에 무처리구는 58.15를 나타냈으며, 갈변 방지제 처리구는 59.85~62.63을 나타내어 무처리구에 비해 높은 경향을 나타내었지만 갈변 방지제 종류에 따른 차이는 크지 않았다. a^* 값은 저장 전에 -0.90였는데, 저장 10일째에 무처리구는 -1.18, 갈변 방지제 처리구는 -0.95~1.21을 나타내어 전반적으로 갈변 방지제 처리 유무 및 종류 간에 큰 차이를 나타내지 않았다. b^* 값은 저장 전에 7.83으로 황색 방향에 위치했었는데, 저장 10일째의 무처리구는 8.93을 나타내어 색좌표에서 황색 방향으로 다소 이동을 한 반면에 1% citric acid 용액 처리구는 6.97, 0.2% N-acetyl cysteine 용액 처리구는 7.95를 나타내어 청색 방향으로 다소 이동하였다. 결국 무처리구와 ΔE^* 값이 적게 나타난 1% citric acid 용액 처리구는 L^* 값과 함께 b^* 값이 큰 영향을 미친 것으로 나타났다.

‘신고’와 ‘추황’에서 저장 전과 저장 10일째의 ΔE^* 값은 각각 6.36과 3.04를 나타냈는데, ‘원황’은 8.9를 나타냈으며, 갈변 방지제 처리구의 ΔE^* 값도 4.49~7.25로 다소 크게 나타났는데, ‘원황’의 과실을 저장시는 0°C에 저장하면 밀병이 심해지므로 15°C에 저장하여 유통하는 것이 좋다(Lee et al 2002)는 보고를 감안해 볼 때 저장 전과 저장 후의 ΔE^* 값이 이처럼 크게 나타난 것은 ‘원황’ 품종 고유의 특성에서 기인된 것으로 생각된다. 갈변 방지제 종류간의 색도값은 헛트 L^* , a^* 및 b^* 값은 5% 이내에서, ΔE^* 값은 1% 이내에서 유의한 차를 나타내었으며, 갈변 방지제와 저장일수 간에도 5% 이상의 수준에서 유의한 차이를 나타내었다.

이상의 내용을 종합하면 갈변 방지제는 배의 종류에 따른 적용성에 다소 차이를 보였으나, 전반적으로 0.2% N-acetyl cysteine와 0.1% calcium propionate 용액의 효과가 우수한 것

으로 나타났다.

요약 및 결론

고품질의 배 최소 가공 절편을 개발하기 위해 1% ascorbic acid, 0.1% calcium propionate, 1% citric acid, 0.2% N-acetyl cysteine, 0.5 M 4-hexylresorcinol 용액에 각각 침지처리한 배 ‘신고(Niitaka)’, ‘추황’ 및 ‘원황’ 절편을 1±0.5°C에서 10일간 저장하면서 경도와 색도 변화를 조사하였다. 경도는 calcium propionate과 N-acetyl cysteine 용액 처리구에서 저장 10일 후에도 유의한 차이를 나타내지 않았다. 갈변 방지제를 처리 후 10일간 저장한 배 절편의 ΔE^* 값은 ‘신고’의 경우 무처리구 6.36에 비해 calcium propionate과 N-acetyl cysteine 용액 처리구는 각각 3.18 및 3.83으로 차이가 적었다. ‘추황’의 ΔE^* 값은 대조구 3.04에 비해 N-acetyl cysteine과 calcium propionate 처리구에서 각각 2.09 및 2.14로 차이가 적었다. ‘원황’의 ΔE^* 값은 대조구 8.95에 비해 citric acid와 4-hexylresorcinol 처리구에서 각각 4.49 및 5.83으로 적었다. 이상의 결과 갈변 방지제는 배의 종류에 따른 적용성에 다소 차이를 보였으나, 전반적으로 N-acetyl cysteine과 calcium propionate의 효과가 우수한 것으로 나타났다. 따라서 금후는 0.2% N-acetyl cysteine과 calcium propionate의 처리에 따른 내외적 품질 변화, 처리 조건에 따른 갈변 정도에 대한 추가적인 연구를 진행하여 실용화가 이루어질 수 있도록 해야 될 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 농촌진흥청의 ‘배 우량 품종의 저장성 구명(과제 번호 : 20090101-054-041-001-03-00)’의 연구비 지원에 의해 이루어진 것입니다.

문헌

- Adelmo M, Gustavo V, Ralph P, Arthur J, Rhada I (1993) Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. *J Food Sci* 58: 797-800.
- Agar T, Hess-Pierce B, Kader AA (1997) Quality maintenance and physiology of fresh-cut kiwi fruit slices, In: JR Gomey (ed.). Fresh-cut fruits and vegetables and map. *Proc 7th Intl CA Res Conf Davis CA* Vol 5: 7.
- Chang KH, Byun JK (1997) Storage potential differences of apple cultivars caused by various post-harvest calcium infiltration methods. *J Kor Soc Hort Sci* 32: 335-339.

- Gorney JR (1997) Summary of CA and MA recommendations for selected fresh-cut fruits and vegetables, In: J.R. Gorney (ed.). Fresh-cut fruits and vegetables and map. *Proc. 7th International CA Res Conf. Davis CA* Vol 5: 34-66.
- Hwang YS, Chun JP, Lee JC, Seo JH (2001) Storage response of 'Kam-chun' and 'Chu-hwang' pears by harvest dates. *Kor J Hort Sci Technol* 19: 48-53.
- Kim BS, Klieber A (1997) Quality maintenance of minimally processed Chinese cabbage with low temperature and citric acid dip. *J Sci Food Agric* 75: 31-36.
- Lee KH, Park HC, Her ES (1998) Statistics and date analysis method. Hyo-il Press, Seoul. p 253-296.
- Lee SJ, Park SM, Jeong CS, Kim JH (2002) Changes of fruit quality after cold storage for marketing during off-season in 'Won-hwang' pear. *Kor J Hort Sci Technol* 20(Suppl.): 90.
- Lurie S, Klein JD (1990) Heat treatment of ripening apples: Differential effects on physiology and biochemistry. *Physiol Plant* 78: 181-186.
- Moon SJ, Lee SH, Han JH, Hwang YS, Chun JP (2008) Effects of 1-MCP and storage condition on fruit quality of 'Whang-keumbae' pear during storage and simulated marketing. *Kor J Hort Sci Technol* 26: 387-392.
- Nicoli MC, Ase M, Severini C (1994) Combined effects in preventing enzymatic browning reaction in minimally processed fruit. *J Food Qual* 17: 221-229.
- Park YS, Jung ST (2002) Quality changes of fresh-cut kiwi fruit slices under controlled atmosphere storage. *J Kor Soc Hort Sci* 43: 733-737.
- Park YS (2002) Storability of fresh-cut kiwi fruit slices influenced by storage temperature. *J Kor Hort Sci* 43: 728-732.
- Park YS, Kim SR (2001) Quality changes of fresh-cut kiwi fruit slices under CA storage. *Kor J Hort Sci Technol* 19 (Suppl. 1): 43.
- Peter P, Wim V, Frank D, Johan D (2004) Consumer preception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality & Preference* 15: 259-270.
- Rosen JC, Kader AA (1989) Post-harvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *J Food Sci* 54: 656-659.
- Sapers GM, Miller RL (1992) Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. *J Food Sic* 57: 1132-1135.
- Shewfelt RL (1990) Quality of fruit and vegetables. *Food Technology* 44: 99-106.
- Sidiq M, Cash NK, Akhter P (1994) Characterization and inhibition of poly-phenol oxidant from pear (*Pyrus communis* L. cv. Boso and Red). *J Food Biochem* 17: 327-337.
- Son SM (2007) Natural anti-browning treatments on fresh-cut apple slices. *J Kor Academic Industrial Soc* 8: 151-155.
- Wright KP, Kader AA (1997) Effect of slicing and controlled atmosphere storage on the ascorbic content and quality of strawberries and persimmons. *Post Harvest Biol Technol* 10: 39-45.

(2009년 9월 7일 접수, 2010년 3월 3일 채택)