

저온 저장시 항 갈변제 처리가 '원황' 배 신선편이 절편의 품질에 미치는 영향

박용서·허복구*

목포대학교 원예과학과 · (재)나주시천연염색문화재단

Effect of Anti-browning Agent Treatment on the Quality of Pear c.v. 'Wonhwang' Processed Fresh-cut Stored in Cold Temperature

Park, Yong Seo · Heo, Buk Gu

Dept. of Horticultural Science, Mokpo National Univ., Muan, Korea

Naju foundation of Natural Dyeing Culture, Naju, Korea*

ABSTRACT

This study was conducted to develop fresh-cut and processed pears. After treatment of citric acid (1%) or N-acetylcysteine (0.2 M), and co-treatment of citric acid (1%) and N-acetylcysteine (0.2 M) into the pears c.v. 'Wonhwang', the quality changes of pears during cold storage (1°C) for 10 days were investigated respectively. Pear quality and the taste of pears increased much more in those treated with anti-browning agents than those in the control group at 10 days after anti-browning treatment and cold storage. Changes in Hunter b values of pears treated with 0.2 M N-acetylcysteine were insignificant. Those with Polyphenol oxidase (PPO) activity and ethylene production were had the most decreased effects and those with the phenolics compound contents were the most lowered. Firmness of fruits increased in treatment of 0.2 M N-acetylcysteine + 1% citric acid solution. The amount of respiration decreased in the application of 1% citric acid solution. Consequently, fruit freshness can be maintained more effectively by the treatment of the anti-browning agent compared to non-treatment, even if the effectiveness were different among different kinds of anti-browning agents.

Key words: anti-browning agent, cold temperature, fresh cut, fruit quality, pear Wonhwang

I. 서론

주요 배 산지인 전남 나주시에서는 배의 소비 확대 측면에서 배 품종의 다양화, 품질 관리 및 새로운 용도 개척을 위해 다양한 노력을 기울이고 있다(허복구 등 2007). 그러한 노력의 일환으

로 신고 품종 위주에서 원황, 추황 및 화산 품종 등의 재배면적을 확대하고 있으며, 학교 급식 등에도 배즙이나 배 절편의 제공을 모색하고 있다.

배 절편은 1차 가공 형태로 단위 포장되어 유통되는데 수분함량이 많으며, 달고 시원한 맛 때문에 단체 급식 후식용으로 좋은 장점이 있다

이 논문은 농촌진흥청의 연구비지원(과제 번호: 20090101-054-041-001-03-00)에 의해 이루어진 것임.

접수일: 2010년 1월 31일 채택일: 2010년 3월 12일

Corresponding Author: Heo, Buk Gu Tel: 82-61-335-0091 Fax: 82-61-0092

e-mail: bukgu@naver.com

(Adelmo et al. 1993; Shewfelt 1990; 손석민 2007). 그런데 배 절편은 가공 상태이므로 과육의 노출과 조직 손상에 기인된 효소적 갈변 발생, 호흡량의 증가 그리고 미생물 번식 등과 같은 품질 변화가 빠르게 진행되므로(박용서·정순택 2002; Sapers & Miller 1992), 이에 대한 대책이 필요하다.

배 절편과 같은 신선편이 제품은 품질 유지를 위해 다양한 연구가 진행되고 있는데, 손석민(2007)은 사과 최소가공 절편에 루바스 주스 원액 및 2배 희석액을 처리한 결과 저장 6일까지 효과적으로 갈변이 억제되었다고 하였다. 임정호 등(2006)은 양송이 신선편이가공 양송이 저장에는 MA2, MA1, PE 포장구 순으로 저장 방법이 우수했다고 하였다. 류희영 등(2007)은 생마에 0.1% 초산 및 말레산 처리 후 4°C에서 저장한 결과 14일간 저장이 가능하다고 하였다. 권주연 등(2006)은 치커리에 각각 3ppm의 오존수와 100ppm의 표면 살균 처리를 한 결과 4°C에서 9일까지 양호한 상태를 나타냈다고 하였다. 이외에 ascorbic acid 및 그 유도체 처리에 관한 연구(Hwang et al. 2002), pH 저하를 위한 연구(Sapers & Miller 1992), chelating제 첨가효과 연구(Ibolya & Mendel 1990; Osuna-Garcia et al. 1997) 및 active packaging 등의 적용 효과와 조건에 관한 연구(김동만 1999; Ahvenainen 1996; Gurbuz & Lee 1997)가 이루어져 왔고, 적용도 되고 있다. 그럼에도 불구하고 현재 나주지역에서 배 품종 다양화 측면에서 보급을 하고 있는 원황 배 절편의 갈변 방지에 관한 연구는 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다.

이와 같은 배경에서 본 연구는 국내 육성 품종으로 최근 나주지역에서 재배면적이 증가되고 있는 ‘원황’ 배의 소비 다양화와 확대 측면에서 신선편이 가공품의 품질 향상을 위한 방법 모색 차원에서 실시하였다.

II. 연구방법

1. 시료

시료는 전남 나주지역에서 재배된 ‘원황(Wanhang)’ 배를 이용하였다. 배는 2±1°C, 상대습도 80~90% 조건에서 저장중인 것을 2009년 3월 초에 국립원

예특작과학원 배시험장으로부터 구입하여 상처가 난 것, 부분적으로 부패된 것 등은 모두 제외하고 나서 균일한 것을 이용하였다.

브라우닝 포텐셜, polyphenol oxidase활성 분석에 사용한 분말을 배 절편을 동결건조기(Hilsin, Pvitfd 10R, Korea)를 이용하여 -40°C에서 48시간 동안 건조시킨 뒤 약절구로 분쇄하여 이용하였다.

2. 항갈변제 처리

구입한 배는 무게가 420±15 g이며, 경도가 12.3±0.17N인 배를 선별하여 깨끗이 세척한 후 과피를 깎아 내고, 과육을 8등분(절편)한 다음 과심부위를 제거하였다.

항 갈변제는 citric acid(Sigma chemical Co. Ltd., USA)와 N-acetylcysteine(Across organics, USA)을 이용하였다. 갈변방지제 처리 조건은 무처리구는 증류수만, citric acid 처리구는 1% 용액에, N-acetylcysteine은 0.2 M 용액에, N-acetylcysteine + citric acid 조합처리구는 N-acetylcysteine 0.2 M + Citric acid 1% 용액에 각각 3분간 침지처리 하였다. 갈변방지제에 침지처리한 후에는 종이 타월로 배 절편에 흐르는 물기를 제거하였다.

3. 저장

항 갈변제에 침지처리한 배 절편은 필름봉지(LDPE, 30µm, 영진화학, 한국)로 진공 포장하였으며, 호흡량 및 에틸렌 발생량 측정용은 1.8 L 유리병에 절편을 넣은 후 병 입구를 랩으로 씌어 두었다. 배 절편을 넣은 유리병은 상대습도 90%와 1±0.5°C로 조정된 냉장고에 저장하였다.

4. 표면색

배의 갈변 정도를 조사하기 위한 표면의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 Hunter scale에 의하여 L값(lightness: 0 = black, 100 = white), a값(red-green: +80 = red, -80 = green), b값(yellow-blue: +80 = yellow, -80 = blue)을 측정하였다.

5. 경도와 관능평가

항 갈변제 처리 후 2일 간격으로 10일간 경도

계(富士平社, 日本)를 이용하여 경도를 측정하였다. 관능평가는 5명의 패널을 대상으로 표면색, 질감 및 경도의 3가지 항목을 5점 기호측정법으로 조사하였다. 조사값은 모두 합한 다음 평균값을 구하여 표기하였다.

6. 브라우닝 포텐셜

브라우닝 포텐셜(browning potential) 측정은 다음과 같이 하였다. 즉, 건조된 분말 시료 20 g에 차가운 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 4.0) 10 mL를 넣고 Ultra-turrax homogenizer로 5분간 균질화 한 후 20분간 원심분리(0°C, 20,000×g) 하였다. 또한 30°C 수조에서 천천히 저어주면서 5시간 동안 배양 후 상등액(BP extract)을 spectrophotometer (UV 160, Shimadze, Japan)의 420 nm에서 흡광도를 측정하여 조사하였다.

7. Polyphenol oxidase 활성

Polyphenol oxidase(PPO) 활성은 분석 시료 10 g를 5% polyvinylpyrrolidone이 함유된 차가운 0.2 M sodium phosphate buffers(pH 6.2) 10 mL에 넣어 균질화 하였다. 균질화 시킨 시료는 5분간 얼음 수조에 두었으며, 그 후 4겹의 한랭사로 여과하여 0°C 조건에서 20분간 원심분리(20,000 × g) 하였다. 그 후 상등액(enzyme extract) 20 μL, 증류수 0.5 mL 및 assay solution(7.1g Na₂HPO₄ + 5.25 g citrate + 2.76 g catechol/250 mL) 등이 들어있는 분석 시료를 420 nm에서 흡광도를 1분간격으로 측정하여 조사하였다.

8. 전 페놀

전 페놀은 배 분말 1 g을 20 mL 에탄올로 추출한 후 잔유물은 10 mL 에탄올로 다시 2회 추출하여 모은 추출물은 10,000 g에서 15분간 원심분리(St. Louis, Mo, USA)하였다. 상등액 0.5 mL에 10% Folin-Ciocalteu 2.5 mL와 7.5% Na₂CO₃ 1 mL를 혼합한 다음 희석하였다. 상온에서 30분간 반응시킨 다음 분광분석기(Hewlett-Packard, USA) 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전 페놀의 성분은 gallic acid 표준용액의 흡광도로부터 얻어진 보정곡선으로부터 계산했다.

9. 호흡량과 에틸렌

저장 중 CO₂ 와 에틸렌 함량은 PE film에 있는 과일에서 가스 1 mL를 주사기로 채취하여 가스 크로마토그래피(Hewlett-Packard 5890A, USA)를 이용하여 각각 측정하였다. 에틸렌 측정에서 컬럼은 Pora Plot Q였고, injector와 오븐의 온도는 각각 100°C, 검출기는 110°C였으며, carrier gas는 N₂와 H₂를 분당 각각 13 mL와 60 mL 그리고 air는 330 mL를 유출시키면서 FID(Flame Ionization Detector)로 측정하였다. CO₂ 측정시 GC의 조건은 에틸렌 측정 조건과 같았으나 다만 유출 가스는 He, 검출기는 TCD(Thermal Conductivity Detector)를 이용하였다.

10. 실험구 배치와 통계처리

처리조합은 6개의 절편을 1반복으로 하여 3반복으로 조사하였다. 통계처리는 version 12의 Statistical Analysis System(SAS) Package를 이용하여 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 절편 표면의 색도

향 갈변제에 침지처리한 원황 절편의 Hunter L 값은 저장 전에 66.94이었는데, 저온저장 2일째부터 낮아져 4일째에는 무처리구(55.83), citric acid 1%액 처리구(59.26), N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구(60.07), N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 조합 처리구(60.57) 순으로 낮았다(Table 1). 저온저장 10일째에는 무처리구 56.50에 비해 향 갈변제 처리구는 5% 수준에서 유의성이 인정되었으며, 특히 citric acid 1%액 처리구(59.50) 및 N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 조합 처리구(58.30)는 저장 2일째부터 10일째까지도 유의한 차이를 나타내지 않아 향 갈변제의 처리가 인정되었다.

색좌표 상에서 적색과 녹색 정도를 나타내는 a 값은 저장 전에 -0.78로 녹색방향에 위치했으며, 저장 10일째는 무처리구 및 향 갈변제 처리구 모두 -1.18~-1.35로 미미하게 녹색방향으로 이동하였는데, 저장전과는 5% 수준에서 유의성

Table 1. Changes in Hunter values of pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Hunter value	Characters	Hunter value by storage period					
		0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
L	Control	66.94±0.23 ^{1a}	57.06±0.16 ^{b2)}	55.83±0.09 ^c	55.20±0.27 ^c	56.10±0.18 ^b	56.50±0.62 ^{bc}
	Citric acid 1%	66.94±0.23 ^a	61.13±0.31 ^b	59.26±0.28 ^b	58.18±0.31 ^b	59.01±0.71 ^b	59.50±0.62 ^b
	N-acetylcysteine 0.2 M	66.94±0.23 ^a	61.27±0.54 ^b	60.07±0.31 ^b	58.80±0.22 ^c	59.90±0.27 ^{bc}	57.80±0.41 ^b
	N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	66.94±0.23 ^a	61.03±0.31 ^b	60.57±0.33 ^b	60.80±0.26 ^b	60.98±0.82 ^b	58.30±0.77 ^b
a	Control	-0.78±0.11 ^a	-1.34±0.09 ^b	-1.33±0.13 ^b	-1.30±0.07 ^b	-1.25±0.12 ^b	-1.25±0.10 ^b
	Citric acid 1%	-0.78±0.11 ^a	-1.35±0.12 ^b	-1.25±0.11 ^b	-1.25±0.07 ^b	-1.24±0.06 ^b	-1.18±0.13 ^b
	N-acetylcysteine 0.2 M	-0.78±0.11 ^a	-1.34±0.08 ^b	-1.54±0.09 ^b	-1.42±0.10 ^b	-1.35±0.09 ^b	-1.33±0.08 ^b
	N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	-0.78±0.11 ^a	-1.31±0.21 ^b	-1.47±0.07 ^b	-1.47±0.20 ^b	-1.39±0.12 ^b	-1.35±0.13 ^b
b	Control	7.98±0.12 ^c	7.93±0.08 ^c	7.87±0.11 ^c	8.10±0.21 ^{bc}	8.20±0.17 ^b	8.60±0.13 ^a
	Citric acid 1%	7.98±0.12 ^a	6.89±0.12 ^b	6.52±0.09 ^c	7.00±0.21 ^b	6.97±0.22 ^b	7.10±0.17 ^b
	N-acetylcysteine 0.2 M	7.98±0.12 ^a	7.53±0.11 ^b	7.74±0.17 ^a	7.64±0.08 ^{ab}	7.65±0.09 ^{ab}	7.75±0.12 ^a
	N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	7.98±0.12 ^a	8.11±0.07 ^a	7.60±0.08 ^b	7.62±0.12 ^b	7.52±0.09 ^b	7.50±0.07 ^b

¹⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

²⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P<0.05$).

이 인정되었으나 저장 2일째부터 10일째까지는 유의($p<0.05$)한 차이를 나타내지 않았다. 색좌표 상에서 황색과 청색 정도를 나타내는 b값은 저장 전에 7.98로 황색 방향에 위치했었는데, 저온저장 4일째는 무처리구가 7.87로 저장전과 유의($p<0.05$)적인 차이를 보이지 않았으나 저장 10일째는 무처리구는 8.60, N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 조합 처리구는 7.50, citric acid 1%액 처리구는 7.10으로 각각 5% 수준에서 유의성이 인정되었으나 N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구는 7.75로 유의적인 차이를 보이지 않았다 (Table 1). 이러한 결과는 항 갈변제의 단독 처리시 보다는 중복처리시 갈변억제 효과가 2배 이상이라는 보고(Sapers & Miller 1995)와 유사한 경향을 나타내었다.

2. 경도

원황 절편의 경도는 저장 전에 12.3N이었던 것이 저장 4일째에 13.5~14.5N으로 다소 증가되었으며($p<0.05$), 저온저장 10일째는 무처리구의 경우

12.5N으로 저장전 12.3N과 유의($p<0.05$)적인 차이를 나타내지 않았다(Table 2). 그러나 N-acetylcysteine 0.2 M 액 처리구와 citric acid 1% 액 처리구는 각각 14.0N, N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1% 액 조합 처리구는 14.5N을 나타내어 저장전에 비해 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 박용서와 정순택(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 경도는 신선도 저하를 의미한다고 할 수 있는데, 항 갈변제 무처리구에서도 경도는 12.5N을 나타내어 저하 현상을 보이지 않았는데, 이는 원황 배 품종의 고유 특성과 더불어 저온에서 저장을 하였기 때문인 것으로 생각된다. 아울러 과실의 경도는 신선도와 밀접한 관련이 있다는 보고(Chang & Byun 1997)를 감안할 때 저장 10일째에 경도가 높았던 N-acetylcysteine 0.2M + citric acid 1%액 조합 처리구는 배 절편의 신선도 유지와 저장성 향상에 효과적이라 할

Table 2. Changes in firmness of pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Characters	Hardness (N) by storage period					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Control	12.3±0.17 ^{1)b}	13.0±0.21 ^{ab2)}	13.5±0.12 ^a	13.0±0.08 ^{ab}	13.5±0.09 ^a	12.5±0.14 ^b
Citric acid 1%	12.3±0.17 ^{cd}	12.1±0.17 ^{cd}	13.5±0.09 ^c	15.0±0.23 ^a	14.0±0.16 ^{ab}	14.0±0.13 ^{ab}
N-acetylcysteine 0.2 M	12.3±0.17 ^c	15.0±0.23 ^a	14.5±0.06 ^{ab}	15.0±0.15 ^a	15.0±0.12 ^a	14.0±0.16 ^b
N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	12.3±0.17 ^c	14.0±0.17 ^b	14.0±0.21 ^b	14.5±0.08 ^{ab}	15.0±0.09 ^a	14.5±0.20 ^{ab}

¹⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

²⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P<0.05$).

Table 3. Changes in Browning potential of pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Characters	Browning potential by storage period					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Control	0.04±0.005 ^{1)c}	0.18±0.005 ^{b2)}	0.22±0.007 ^a	0.10±0.007 ^c	0.07±0.008 ^{cd}	0.06±0.004 ^d
Citric acid 1%	0.04±0.005 ^c	0.14±0.006 ^b	0.18±0.006 ^a	0.06±0.008 ^c	0.05±0.007 ^c	0.04±0.005 ^c
N-acetylcysteine 0.2 M	0.04±0.005 ^c	0.10±0.004 ^b	0.15±0.006 ^a	0.05±0.006 ^c	0.03±0.004 ^{cd}	0.02±0.006 ^d
N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	0.04±0.005 ^d	0.12±0.004 ^b	0.16±0.010 ^a	0.06±0.007 ^c	0.03±0.008 ^d	0.03±0.006 ^d

¹⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

²⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P<0.05$).

수 있었다.

3. 브라우닝 포텐셜

원황 절편에 항 갈변제를 처리한 후 저온저장 기간에 따른 브라우닝 포텐셜을 조사한 결과 무처리구와 처리구 모두 저장 4일째까지 유의적인 차이를 보이며 급격하게 높아졌다가 낮아졌다 ($p<0.05$)(Table 3). 즉, 저장 전에 0.04였던 것이 저장 4일째의 경우 무처리구는 0.22, 항 갈변제 처리구는 0.15~0.18를 나타내었으며($p<0.05$), 저장 10일째에는 무처리(0.06), citric acid 1%액 처리구(0.04), N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 처리구(0.03), N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구(0.02) 순으로 모두 저장 전과 5% 수준에서 유의성이 인정되었지만 특히 N-acetylcysteine 0.2 M액 처리 및 N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 처리가 갈변방지에 효과적임을 알 수 있었다.

4. PPO 활성

원황 절편에 항 갈변제를 처리한 후 저온저장 기간에 따른 PPO 활성을 조사한 결과 저장 전에는 2.23 unit/min였던 것이 무처리구의 경우 4일째에는 3.46unit/min, 10일째에는 2.51unit/min을 나타내어 저장전과 유의하게 차이를 나타냈다 ($p<0.05$)(Table 4). 항 갈변제 처리구 또한 저장 4일째에 2.94-3.11unit/min을 나타내어 저장전과 유의($p<0.05$)하게 차이를 나타냈으나 무처리구에 비해 낮았고, 저장 10일째에도 2.03-2.16unit/min로 무처리구 2.51unit/min에 비해 낮았으며, 특히 N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구는 2.03unit/min으로 가장 낮았다($p<0.05$).

일반적으로 과실의 갈변현상이 유기되는 원인은 과실에 함유되어 있는 polyphenol oxidase의 작용을 받아 산화된 quinone 화합물 또는 그 유도체 형성으로 인한 색소 물질의 축적으로 발생한

Table 4. Changes in PPO activity of pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Characters	PPO activity by storage period					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Control	2.23±0.09 ^{1)d}	2.88±0.08 ^{c2)}	3.46±0.08 ^a	3.40±0.06 ^a	2.60±0.10 ^b	2.51±0.13 ^b
Citric acid 1%	2.23±0.09 ^c	2.65±0.10 ^b	3.11±0.07 ^a	2.95±0.10 ^{ab}	2.31±0.08 ^c	2.08±0.12 ^{cd}
N-acetylcysteine 0.2 M	2.23±0.09 ^{bc}	2.49±0.07 ^b	2.94±0.10 ^a	2.90±0.09 ^a	2.16±0.09 ^c	2.03±0.11 ^c
N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	2.23±0.09 ^c	2.54±0.10 ^b	3.01±0.08 ^a	3.15±0.05 ^a	2.16±0.07 ^c	2.16±0.13 ^c

¹⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

²⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P<0.05$).

다(Lurie & Klein 1990; Sidiq et al. 1994). 그러므로 항 갈변제 처리구가 무처리구에 비해 PPO 활성이 낮게 나타난 결과는 산화 및 갈변방지에 효과가 있음을 의미한다고 할 수 있다.

한편, 브라우닝 포텐셜은 저장 4일째까지 5% 수준에서 유의성을 보이며 급격하게 높아졌다가 그 이후에 낮아졌는데, PPO 활성은 브라우닝 포텐셜과 마찬가지로 저장 4일째에 5% 수준에서 유의성을 보이며 높았으나 6일째에는 완만하게 낮아져 저장 4일째와 유의한 차이를 나타내지 않았다.

5. 전 페놀함량

원황 절편에 항 갈변제를 처리한 후 저온저장 기간에 따른 전 페놀함량 변화는 저장 전에 55.33 µg/g DW였던 것이 무처리구의 경우 저온저장 4일째에는 34.35 µg/g DW, 10일째에는 28.55 µg/g

DW을 나타내어 각각 5% 수준에서 유의성이 인정되었다(Table 5). 항 갈변제 처리구는 저장 4일째는 35.18-38.89 µg/g DW, 저장 10일째의 경우 N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구는 33.05 µg/g DW, N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 처리구는 30.85 µg/g DW, citric acid 1%액 처리구는 30.13 µg/g DW을 나타내어 저장전에 비해 유의적인 차이를 나타냈지만($p<0.05$) 무처리구에 비해 감소량이 적었다. 이러한 결과는 전 페놀은 항산화에 영향을 미친다는 보고(Heo et al. 2007)를 감안할 때 원황 배 절편에 대해 항 갈변제 처리 효과가 유용함을 알 수 있다.

6. 호흡량과 에틸렌 생성량

원황 절편에 항 갈변제를 처리한 후 저온저장 기간에 따른 호흡량을 조사한 결과 무처리구의 경우 저온 저장 2일째에는 0.70 mL/kg/hr, 저장 4

Table 5. Changes in total phenolics compound contents in pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Characters	Total phenolic compound contents (mg/g DW) by storage period					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Control	55.33±1.70 ^{1)a}	45.65±1.33 ^{b2)}	34.35±1.12 ^c	30.35±1.11 ^d	28.57±0.98 ^c	28.55±1.02 ^c
Citric acid 1%	55.33±1.70 ^a	46.65±2.12 ^b	35.18±1.04 ^c	33.35±1.65 ^c	29.95±1.03 ^d	30.13±0.78 ^d
N-acetylcysteine 0.2 M	55.33±1.70 ^a	50.39±1.88 ^b	38.89±0.98 ^c	36.83±1.14 ^c	33.35±0.88 ^d	33.05±0.81 ^d
N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	55.33±1.70 ^a	48.72±2.41 ^b	36.55±1.33 ^c	33.45±0.77 ^d	33.25±1.04 ^d	30.85±1.07 ^d

¹⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

²⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P<0.05$).

Table 6. Changes in amount of respiration for pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Characters	Amount of respiration (mL/kg/hr) by storage period					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Control	0 ^{c1)}	0.70±0.03 ^{2)c}	0.80±0.06 ^b	0.98±0.03 ^a	0.76±0.03 ^{bc}	0.80±0.06 ^b
Citric acid 1%	0 ^c	0.65±0.03 ^b	0.72±0.03 ^a	0.61±0.05 ^b	0.72±0.04 ^a	0.65±0.05 ^b
N-acetylcysteine 0.2 M	0 ^c	0.60±0.05 ^b	0.75±0.04 ^{ab}	0.70±0.06 ^{ab}	0.68±0.04 ^b	0.80±0.05 ^a
N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	0 ^c	0.40±0.03 ^{bc}	0.65±0.07 ^{ab}	0.53±0.03 ^b	0.70±0.04 ^a	0.72±0.03 ^a

¹⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P < 0.05$).

²⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

Table 7. Changes in production of ethylene for pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Characters	Amount of ethylene (μ L/kg/hr) produced by storage period					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Control	0 ^{e1)}	0.15±0.02 ^{2)cd}	0.17±0.02 ^{cd}	0.20±0.02 ^c	0.30±0.01 ^{ab}	0.35±0.02 ^a
Citric acid 1%	0 ^d	0.20±0.02 ^c	0.18±0.01 ^c	0.29±0.01 ^{ab}	0.31±0.02 ^{ab}	0.37±0.01 ^a
N-acetylcysteine 0.2 M	0 ^d	0.13±0.03 ^{bc}	0.10±0.02 ^{bc}	0.17±0.02 ^b	0.25±0.01 ^a	0.20±0.01 ^{ab}
N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	0 ^c	0.15±0.02 ^b	0.18±0.01 ^b	0.20±0.01 ^{ab}	0.20±0.02 ^{ab}	0.26±0.01 ^a

¹⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P < 0.05$).

²⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

일체는 0.80 mL/kg/hr으로 저장 6일째는 0.98 mL/kg/hr로 각각 5% 수준에서 유의성이 인정되었다(Table 6). 항 갈변제 처리구는 저장 2일째는 0.40-0.65 mL/kg/hr로 저장전과 유의하게 차이를 나타냈지만($p < 0.05$) 저장 6일째까지는 저장기간에 따른 차이를 보이지 않았다. 저장 10일째는 모두 저장 전과 유의한 차이를 보인 가운데($p < 0.05$), 무처리구와 N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구의 0.80 mL/kg/hr, N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 처리구의 0.72 mL/kg/hr, citric acid 1%액 처리구의 0.65 mL/kg/hr 순으로 낮았다. 호흡량과 노화는 밀접한 관련이 있어 호흡량이 많을수록 조직의 연화가 진행된다는 Moran과 McManus (2005)의 보고를 감안할 때 호흡량이 가장 적은 것으로 나타난 citric acid 1%액 처리구가 신선도 유지에 효과적인 처리법으로 판단된다.

원황 절편에 항 갈변제를 처리한 후 저온저장

기간에 따른 에틸렌 발생량을 조사한 결과 무처리구와 처리구 모두 저장 2일째부터 5% 수준에서 유의적인 차이를 보인 가운데, 저장 4일째의 경우 N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구는 0.10 μ L/kg/hr으로 무처리구 0.17 μ L/kg/hr 보다 월등하게 낮았으나 N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%액 처리구 및 citric acid 1%액 처리구는 각각 0.18 μ L/kg/hr으로 무처리구보다 오히려 많게 나타났다(Table 7). 저장 10일 째에는 N-acetylcysteine 0.2 M액 처리구는 0.20 μ L/kg/hr으로 저장 2일째에 0.13 μ L/kg/hr으로 유의($p < 0.05$)적인 차이를 나타내지 않아 무처리구 및 citric acid 1% 처리구에서 유의($p < 0.05$)적인 차이를 나타낸 것에 비해 에틸렌 발생량이 적었다. 일반적으로 과실의 저장에서 호흡량과 에틸렌발생량은 동시에 상승하는 경향이 있는데(임병선 등 2007), Table 7의 호흡량과 Table 8의 에틸렌 발생량을 비교해 보면 항 갈변제를

Table 8. Changes in visual score of pear c.v. 'Wonhwang' processed fresh-cut which were treated with anti-browning agent as affected by elapsed days of cold storage.

Characters	Sensory evaluation by storage period					
	0 day	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days
Control	5.0±0.04 ^{1a}	4.3±0.03 ^{b2)}	4.3±0.02 ^b	4.3±0.02 ^b	4.3±0.02 ^b	4.2±0.02 ^c
Citric acid 1%	5.0±0.04 ^a	4.5±0.02 ^b	4.5±0.03 ^b	4.5±0.03 ^b	4.5±0.02 ^b	4.4±0.03 ^b
N-acetylcysteine 0.2 M	5.0±0.04 ^a	4.5±0.04 ^b	4.5±0.03 ^b	4.5±0.02 ^b	4.5±0.03 ^b	4.4±0.03 ^b
N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1%	5.0±0.04 ^a	4.5±0.03 ^b	4.5±0.02 ^b	4.4±0.02 ^b	4.4±0.02 ^b	4.4±0.02 ^b

¹⁾ Values are means±SD of 18 measurements.

²⁾ Means in rows without superscript letters in common differ significantly ($P<0.05$).

처리한 배 절편에서는 반드시 호흡량과 에틸렌의 동시 상승을 나타내지 않는다는 결과를 보여 주었다. 이와 같은 결과는 호흡량의 경우 저장 온도의 영향을 보다 많이 받는데, 비해 에틸렌 생성은 각각의 항 갈변제가 에틸렌 생합성에 관여하는 수용체에 결합되어 반응했기 때문인 것으로 생각된다.

7. 관능평가

원황 절편의 저장기간에 따른 표면색, 질감 및 경도의 3가지 항목을 5점 기호측정법으로 조사한 값을 합한 다음 평균값을 구한 결과 무처리구는 저장전과 저장 2일째, 저장 2-8일과 저장 10일째 간에 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$)(Table 8). 이에 비해 항 갈변제 처리구는 저장전과 저장 2일째간에는 5% 수준에서 유의성이 인정되었으나 저장 2일째부터 저장 10일째까지는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 관능평가는 소비자들의 선호도와 밀접한 관련이 있다(박용서·정순택 2002)는 점에서 항 갈변제 종류 간에 차이가 없이 높게 평가된 점은 항 갈변제 처리에 의해 소비자 선호도를 높일 수 있음을 의미하는 것이라 할 수 있다.

이상의 결과를 종합하면 항 갈변제 처리구는 종류에 따른 차이는 있지만 무처리구에 갈변방지에 효과가 있는 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

신선편이(Fresh-cut) 배 가공품을 개발하기 위해 '원황' 절편에 citric acid (1%), 또는 N-acetylcysteine (0.2 M) 처리 및 citric acid (1%)와 N-acetylcysteine (0.2 M)의 동시처리 후 저온(1°C)에서 10일간 저장하면서 품질 변화를 조사하였다. 신선편이 절편은 저장 2일째까지 관능평가 값과 생리활성의 변화가 컸으며, 그 이후는 완만한 변화를 나타내었다. 갈변방지제 처리 후 저온저장 10일째의 품질은 관능평가치의 경우 갈변방지제 처리구가 무처리구에 비해 높았다($p<0.05$). 특히 N-acetylcysteine 0.2 M 처리구는 관능평가치가 가장 높았으며, 헛트 b값의 변화와 전 페놀함량 감소가 가장 적었고, PPO 활성과 에틸렌 발생량이 가장 낮았다($p<0.05$). N-acetylcysteine 0.2 M + citric acid 1% 액 처리구에서는 경도가 높았으며($p<0.05$), citric acid 1%액 처리구에서는 헛트 L값의 변화가 적었고($p<0.05$), 호흡량이 가장 낮았다($p<0.05$). 결과적으로 헛트 b값의 변화와 페놀함량의 감소가 적고($p<0.05$), PPO 활성과 에틸렌의 발생량이 낮은 것에서 관능평가치가 높게 나타났다($p<0.05$). 또한 원황 배 신선편이 절편에 대한 갈변방지제 처리구는 종류에 따른 다소의 차이는 있어도 무처리구에 비해 신선도를 유지하는데 효과적이었다.

참고문헌

- 권주연·김병삼·김건희(2006) 세정 및 표면살균에 따른 신선편이 치커리 제품의 품질 특성 변화. 한국식품과학회지 38(1), 28-34.
- 김동만(1999) 과실 및 채소류를 이용한 신선편이 식품의 고품질 유지 기술. 원예과학기술지 17(6), 790-795.
- 류희영·권인숙·박상조·이봉호·손호용(2007) 초산 및 말레산을 이용한 생마 신선편이 갈변억제 및 생마 저온부패균의 제어. 한국미생물·생물공학회지 35(2), 135-141.
- 박용서·정순택(2002) CA 저장에서 참다래 과실 절편의 품질변화. 한국원예학회지 43(6), 733-732.
- 손석민(2007) 천연 갈변방지제를 이용한 최소가공 사과 절편 개발. 한국산학기술학회논문지 8(1), 151-155.
- 임병선·오소영·이재욱·황용수(2007) 1-methylcyclopropene 처리시기가 사과 '후지' 과실의 품질에 미치는 영향. 원예과학기술지 25(3), 191-195.
- 임정호·최정희·홍석인·정문철·김동만(2006) 신선편이가공 양송이의 포장방법에 따른 품질변화. 한국식품저장유통학회지 13(1), 1-7.
- 허복구·최정락·박용서·조자용·김태춘·박윤점(2007) 전남 나주지역에서 배 추출물의 제조 및 판매 실태. 생명자원과학연구 29, 19-31.
- 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(4), 797-800.
- Ahvenainen R(1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Food Sci Technol 7, 179-187.
- Chang KH, Byun JK(1997) Storage potential differences of apple cultivars caused by various postharvest calcium infiltration methods. J Kor Soc Hort Sci 32, 335-339.
- Gurbuz G, Lee CY(1997) Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. J Food Sci 62, 572-576.
- Heo BG, Park YS, Chon SU, Cho JY, Gorinstein S(2007) Antioxidant activity and cytotoxicity of methanol extracts from aerial parts of Korean salad plants. BioFactors 30, 79-89.
- Hwang TY, Son SM, Moon KD(2002) Screening of effective browning inhibitors on fresh-cut potatoes. Food Sci Biotechnol 11, 397-400.
- Ibolya MP, Mendel F(1990) Inhibition of browning by sulfur amino acids, 3. apple and potatoes. J Agric Food Chem 38, 1652-1656.
- Lurie S, Klein JD(1990) Heat treatment of ripening apples: Differential effects on physiology and biochemistry. Physiol Plant 78, 181-186.
- Moran RE, McManus(2005) Firmness retention, and prevention of coreline browning and senescence in 'Macoun' apples with 1-methylcyclopropene. HortScience 40, 161-163.
- Osuna-Garcia JA, Wall MM, Waddell CA(1997) Natural antioxidants for preventing color loss in stored paprika. J Food Sci 62, 1017-1021.
- Sapers GM, Miller RL(1992) Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. J Food Sci 57(5), 1132-1135.
- Sapers GM, Miller RL(1995) Heated ascorbic/citric acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes. J Food Sci 60, 762-766.
- Shewfelt RL(1990) Quality of fruit and vegetables. Food Technology 44, 99-106.
- Sidiq M, Cash NK, Akhter P(1994) Characterization and inhibition of polyphenol oxidase from pear (*Pyrus communis* L. cv. Bosc and Red). J Food Biochem 17, 327-337.