

 <http://dx.doi.org/10.20878/cshr.2017.23.5.003>

효소 처리에 따른 야생복숭아(*Prunus persica* L.) 당절임액의 품질 특성 및 항산화 효과

정경미^{1*} · 김선화² · 정용진³ · 최미애⁴

¹경북농업기술원 청도복숭아연구소, ²원광대학교 동양학대학원 예문화와 다도학과 및 한국예대학연구소,

³계명대학교 식품보건학부, ⁴대구한의대학교 한방식품조리영양학부

Quality Characteristics and Antioxidant Effect of Sugar Preserved Wild Peach (*Prunus persica* L.) Juice by Enzymatic Treatment

Kyung-Mi Jung^{1*} · Sun-Hwa Kim² · Yong-Jin Jeong³ · Mi-Ae Choi⁴

¹Cheongdo Peach Research Institute, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services

²The Graduate School of Oriental Studies, Wonkwang University and Korea Tea & Tao Research Institute

³Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University

⁴Dept. of Faculty of Herbal Food Cuisine and Nutrition, Daegu Haany University

KEYWORDS

Wild peach,
Preserve,
Enzyme,
Quality characteristics,
Antioxidant activity.

ABSTRACT

This study was to investigate the effects of enzyme on quality characteristics and antioxidant activities of wild peach (*Prunus persica* L.) juice. pH levels and S.S (soluble solid) values in all samples ranged from 3.86 to 4.13 and from 48.0 to 55.0 °Brix, respectively. The TA (total acidity) values of control (not treatment enzyme) were higher than those of the others. The highest 'L', 'a' and 'b' values were observed on PWP (preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice of cellulase/pectinase (1:1, w/w) sample. Glucose (26.65 g/100 g) and fructose (17.42 g/100 g) in PWP product were determined, however sucrose and maltose were not detected. The predominating organic acid components analyzed in PWP sample were tartaric (32.36 g/100 g) and lactic acids (209.34 g/100 g), whereas citric acid, acetic acid and malic acid were not detected. Higher scores for taste, flavor, color and overall acceptance were found for PWP products compared to other samples. The total phenolic content (13.31 mg GAE/mg dry weight) analyzed using Folin-Ciocalteu's reagent, of PWP sample was higher than those of the others and the total flavonoid concentrations were also 10.95 mg CE/mg dry weight. The DPPH radical scavenging and ABTS radical scavenging activities in all samples ranged from 55.16 to 74.29% and from 39.59 to 82.79%, respectively. The antioxidant activities were affected by addition of enzyme. These results indicate that the use of the mixture of cellulase and pectinase could increase the quality, and antioxidant potentials of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment.

* 본 연구는 2016년 농촌진흥청의 재원으로 경상북도 지원을 통해 수행 중인 '고품질 복숭아청 생산 기술 개발(과제번호: PJ012004)'의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

* Corresponding author: 정경미, kmgod@korea.kr, 경북 청도군 이서면 가금구라길 186-6, 경북농업기술원 청도복숭아연구소

1. 서론

최근 국민들의 소득 수준 향상과 더불어 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 섭취하는 식품의 기능이 영양학적 및 기호학적 기능뿐만 아니라, 생리학적 기능성을 가진 과일을 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다(Kwon, Jo & Lee, 2009; Ji & Im, 2017). 본 연구에 사용되는 야생 복숭아(*Prunus persica* Batsch var. *dauidiana* Max.)는 앵도과(櫻桃科)에 속하며, 전국 산야에 자생하는 낙엽교목으로 흔히 ‘개복숭아’ 또는 ‘돌복숭아’로 불리며(Kim, 2004), 핵과류(Park & Park, 1998)의 일종이다. 복숭아(*Prunus persica* L.)는 교목성 낙엽과수로서, 국내 과실 생산량 중 감귤, 사과, 포도, 배, 단감에 이어 6번째로 생산량의 8%를 점유하고 있으며, 이중 경북지역은 전국 복숭아 생산량의 약 48% 정도를 차지하고 있다(Lee & Chung, 2008). 일반적으로 복숭아 영양성분은 가식부(可食部) 100 g에 수분 85~90% 이상을 차지하며, 단백질, 0.6 g, 지질 0.2 g, 탄수화물 10.0 g, 식이섬유소 1.7 g, 회분 1.1 g, 칼슘 77.25 mg, 나트륨 0.89 mg, 칼륨 2,571.56 mg, 마그네슘 152.7 mg, 비타민 B₁과 B₂ 및 비타민 C가 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 복숭아의 주성분은 수분과 당분이며, 과육에는 아스파르트산 함량이 높고, 유리아미노산을 많이 함유하고 있어 독특한 향이 나며, 주석산, 사과산, 시트르산 등 유기산 등이 함유되어 있다(Lee, Woo & Yang, 1972; Lee, Yang & Yu, 1972). 그러나 복숭아는 일시에 수확되고, 수확 후 일정 기간이 경과하면 쉽게 연화되어 장기 저장이 어렵다. 그래서 복숭아 가공은 짧은 시간에 많은 물량을 처리해야 하므로 몇 가지 어려움이 수반되며(Song, Son & Kim, 1992), 짧은 시간에 원물을 적절하게 소진하면서, 수익 창출에도 도움이 되는 가공품 개발이 시급하다. 이에 생과를 활용한 당절임액 제조에 대한 관심이 높아지고 있으나, 당절임액의 기능성분에 대한 연구 및 당절임액 가공시 가수분해 효소처리를 활용한 연구는 거의 없는 실정이다.

일반적으로, 식물에서 효소는 식물의 세포벽 구조를 이완시키며, 성분을 가수분해시켜 수용성 식이섬유 함량을 증가시키며, 발효와 숙성과정을 통해 각종 생리활성물질의 생성과 유익균을 증식시키는 것으로 소화, 흡수를 도우며, 각종 미량 영양소 및 생리활성 물질들이 풍부하게 들어 있는 식품으로 모든 생명체의 세포 속에서 만들어지며, 촉매 작용이 있는 고분자 단백질로 알려져 있다. 과일에 당을 첨가 후 발효를 하여 재료가 가지고 있던 효소를 포함한 성분 이외에 미생물이 발하는 각종 효소 및 생성물이 함유되는 당절임액을 가공할 수 있으며, 이와 같은 효소음료(Kim, 2012; Lee et al., 2014)를 얻을 수 있다. 주로 효소제를 이용한 연구로는 과일 주스 제조에서 청청화(Hur & Kim, 1989), 감식초 청청화 연구(Jeong et al., 1999), 혼합과채 주스 가공에 적용한 연구(Sohn, Lee & Ha, 2002), 천도복숭아 음료의 기능성

증진을 위한 연구(Youn, Lee, Cho & Kim, 2010) 등이 있으나, 야생복숭아를 이용한 당절임액의 기능성 증진 목적으로 사용한 연구는 미비하다.

본 연구는 선행연구인 당종류(설탕과 올리고당) 및 배합 비율에 따른 품질조사를 한 결과에서 적정조건인 설탕과 올리고당을 60:40 비율을 토대로 효소처리를 함으로써, 야생복숭아 유효성분의 추출 극대화 및 야생복숭아 당절임액의 기능성과 품질 향상을 위하여 효소제 종류에 따른 품질 특성을 비교 조사하였다.

2. 연구방법

2.1. 실험재료 및 시약

본 실험에 사용한 야생복숭아는 경상북도 영덕군에서 2016년 6월 중순에 수확한 것을 제공받아 사용하였다. 제공받은 야생복숭아를 선별·세척하여 물기를 제거한 후 당절임용 재료로 준비하였다. 당절임용 정백당(CJ Cheljedang, Seoul, Korea) 및 이소말토올리고당(IMO 40% 이상 함유, 액상, 청정원)은 인근 마트에서 구입하여 사용하였다. 식이섬유 가수분해 효소제는 cellulase (Viscozyme L, 100 FBG/g), pectinase (Pectinex Ultra SP-L, 26,000 PG/mL)를 사용하였으며, Novozymes 사(Bagsvaerd, Denmark) 제품을 사용하였다. 복합효소제는 앞서 언급한 cellulase와 pectinase를 1:1로 혼합하여 사용하였다.

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS), Folin-Ciocalteu's phenol reagent, HPLC용 표준물질 fructose, glucose, sucrose, maltose, citric acid, tartaric acid, malic acid 및 acetic acid는 Sigma-Aldrich (St. Louis, Mo, USA) 제품을 사용하였다. 그 외의 시약은 특급 및 일급 시약을 사용하였다.

2.2. 효소 처리 당절임 제조

효소제 첨가 야생복숭아 당절임액 제조를 위한 과정은 다음과 같다. 당종류 및 배합비율 선정에 위한 선행연구 결과를 토대로 하여 설탕과 올리고당(60:40 배합비율)을 첨가한 야생복숭아 당절임액에 식이섬유의 가수분해효소계인 cellulase, pectinase 및 복합효소(cellulase:pectinase=1:1)를 야생복숭아 무게의 0.3%만큼 각각 첨가하여 밀폐형 유리용기에 담아 실온에서 12주 동안 침지시킨 후 분리 여과하여 저온에서 3개월 숙성하여 당절임액을 얻었다. 대조구로는 효소제 무처리 당절임액을 사용하였다.

3. 실험방법

3.1. pH, 당도 및 총산도 측정

당절임액의 pH는 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리

(Heraeus Megafuge 16R, Thermo Scientific, Waltham, Massachusetts, USA)하여 얻은 상정액을 20배 희석하여, pH Portable Meter (Thermo Scientific, Orion™ Star A221, Waltham, Massachusetts, USA)로 측정하였다(Kim, 2011). 당도는 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상정액을 10배 희석하여 당도계(PAL-1, Atago Co, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 총산은 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상정액을 20배 희석 후 10 mL를 삼각플라스크에 취하여 지시약(phenolphthalein) 2~3방울을 첨가한 뒤, 분홍색이 유지되는 지점까지 수산화나트륨 용액(0.1N-NaOH)을 적정하고, 적정소비량에 0.064를 곱하여 시료 중의 총산도(%)는 구연산으로 환산하여 나타내었다(Lee et al., 2013).

3.2. 색도 측정

색도는 시료 10 mL를 colorimeter (JS-555, Color Techno System. Co. Ltd, Japan)로 측정하였고, Hunter's color value의 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값을 측정하여 나타냈으며, 표준 백판의 L값은 93.4, a 값은 -3.6, b 값은 -4.3 이었다(Kim & Kim, 2003).

3.3. 환원당 분석

환원당 함량은 dinitrosalicylic acid (DNS)법에 따라 측정하였다. 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16)하여 얻은 상정액 300 μ L에 DNS 시약 1 mL를 첨가하여 95°C에서 5분간 반응시킨 뒤, 증류수를 7 mL를 첨가하여 UV-visible spectrometer (UV-1650 pc)로 550nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose를 물질로 하여 작성한 표준곡선으로부터 환원당 함량을 환산하였다(Dubois, Gilles, Hamilton, Roberts & Smith, 1956).

3.4. 유리당 분석조건

야생복숭아 당절임액은 각각 약 2.5 g을 증류수로 희석하여 최종 30 g을 50 mL 원심분리관에 취하였고, 이를 85°C 수조에서 25분간 가온하고 실온으로 냉각한 뒤, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리하여 얻은 상정액을 0.45 μ m membrane filter (Advantec MFS, Japan)로 여과하여 HPLC (Beckman, COULTER System Gold, Shimadzu, Prominence modular HPLC)로 분석하였다. 유리당 분석 column은 Carbohydrate Analysis (3.9×300 mm, Waters Co.), mobile phase는 80% Acetonitrile를 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μ L, detector는 RID (35°C)를 사용하였다. 표준물질은 fructose, glucose, sucrose 및 maltose (sigma-aldrich)를 사용하여 시료와 동일한 조건에서 분석하여 머무름

시간을 비교해 확인하였으며, 각각이 검량곡선으로부터 그 함량을 산출하였다.

3.5. 유기산 분석

시료의 유기산 분석은 유리당 분석과 같은 과정을 거친 뒤, HPLC (Shimadzu, Prominence modular HPLC)로 분석하였다. 유기산 분석 column은 RSPak KC-811 (6 μ m, 8×300 mm, Shodex), mobile phase는 Perchloric acid (pH 1.88)를 사용하였고, flow rate는 0.8 mL/min, injection volume은 20 μ L, detector는 UV/Vis Detector (205 nm)를 사용하였다. 표준물질은 citric acid, tartaric acid, malic acid 및 acetic acid (Sigma-aldrich)를 사용하여 시료와 동일한 조건에서 분석하여 머무름 시간을 비교해 확인하였으며, 각각이 검량곡선으로부터 그 함량을 산출하였다.

3.6. 총 페놀 화합물 및 총 플라보노이드 함량 조사

총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis법(Folin & Denis, 1912)에 따라 비색 정량하였다. 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상정액 2.0 mL에 50% phenol reagent (Folin-Ciocalteu's reagent) 2.0 mL를 첨가하여 실온에서 3분간 방치한 뒤, 10% Na₂CO₃ 용액 2.0 mL를 첨가하였다. 그리고 실온에서 1시간 방치한 다음 UV-visible Spectrometer (UV-1650 pc, Shimadzu Corp, Kyoto, Japan)로 725 nm에서 흡광도를 측정한 후, gallic acid 표준곡선으로부터 총 페놀성 화합물 함량을 환산하였다(Park, 2010).

총 플라보노이드 함량은 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상정액을 단계희석 후 2 μ L씩 각 Well에 첨가한 뒤, 증류수를 100 μ L씩 가한다. 그리고 5% NaNO₂를 5 μ L씩 각 Well에 가하여 10분 반응한 다음, 10% AlCl₃·6H₂O를 10 μ L씩 첨가한 뒤, 10분 반응 후 1M NaOH를 40 μ L에 증류수 45 μ L를 가하여 Microplate reader (BMG LABTECH, SPECTROstar Nano, Ortenberg, Germany)로 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. Catechin 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 환산하였다(Zhishen, Mengcheng & Jianming, 1999).

3.7. DPPH Radical Scavenging Activity

DPPH radical scavenging activity는 96 Well plate에 시료를 3000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상정액을 단계희석 후 50 μ L씩 각 Well에 첨가한 뒤 200 μ M DPPH 용액을 200 μ L씩 첨가한다. 그리고 가볍게 흔들어서 실온에서 30분간 방치한 다음 Microplate reader (BMG LABTECH, SPECTROstar Nano.)로 515 nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois, 1958).

3.8. ABTS Radical Scavenging Activity

ABTS radical scavenging 소거활성은 7 mM ABTS[2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)]와 2.45 mM potassium persulfate를 최종농도로 혼합하여 암소에서 24시간 동안 방치한 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.700 ± 0.002 가 되도록 phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4)으로 조정하였다. 96 Well plate에 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상정액을 단계희석 후 $1 \mu\text{L}$ 씩 각 Well에 첨가한 뒤 흡광도를 조정한 ABTS radical scavenging solution $99 \mu\text{L}$ 를 가하여 6분 반응 후 Microplate reader (BMG LABTECH, SPECTROstar Nano)로 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(Re et al., 1999).

3.9. 관능 평가

야생복숭아 당절임액의 관능평가는 관능검사에 관심과 경험이 있는 검사요원을 선발하여 관능검사를 실시하였으며, 평가내용은 색, 향, 미 및 종합적인 기호도로 나누어 7점 채점법(대단히 싫다 1점 ↔ 대단히 좋다 7점)으로 평가하였다. 결과는 SPSS 21.0 Package 통계프로그램을 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

3.10. 통계처리

본 연구의 모든 실험결과는 3회 이상 반복 실험하였고, 데이터 분석은 SPSS 21.0 Package 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, 시료 간의 유의성 검증은 One-way ANOVA를 이용하였다. 각 시료 간의 유의적인 차이는 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

4. 결 과

4.1. pH, 당도, 색도 및 총산도 변화

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절임액의 pH, 당도 및 총산도 변화를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 당절임액의 pH 측정 결과, 무처리구 및 cellulase 처리구는 pH 4.13 및 pH 4.12로 측정되었으나, pectinase 처리구 및 복합효소제 처리구에서는 pH 3.86 및 pH 3.88로 낮게 측정되어 효소제 처리에 따른 차이를 나타냈다. Lee와 Chung(2008)의 채취시기에 따른 미숙 복숭아의 성분을 조사한 연구에서 미숙복숭아의 pH 4.13~4.17로 보고한 결과와 비교하면 낮은 경향을 나타낸다.

야생복숭아를 이용한 당절임액의 당도는 무처리구가 효소제를 사용한 당절임액보다 높게 나타나는 경향을 나타내었다. 무처리구의 당도는 $55.0 \text{ }^\circ\text{Brix}$ 이며, cellulase 처리구는 $49.0 \text{ }^\circ\text{Brix}$, pectinase 처리구는 $48.0 \text{ }^\circ\text{Brix}$ 및 복합효소제 처리구는 $51.0 \text{ }^\circ\text{Brix}$ 로 나타내었다. 본 연구의 결과는 블루베리

Table 1. pH, sugar content and total acid content of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment

Treated enzyme	pH	Sugar content ($^\circ\text{Brix}$)	Total acid content(%)
Control	$4.13 \pm 0.01^{1(a2)}$	55.0 ± 0.05^a	6.81 ± 0.01^a
Cellulase	4.12 ± 0.02^a	49.0 ± 0.04^c	4.52 ± 0.03^b
Pectinase	3.86 ± 0.01^b	48.0 ± 0.02^d	3.34 ± 0.03^d
Mix (cellulase+ pectinase)	3.88 ± 0.01^b	51.0 ± 0.03^b	4.23 ± 0.02^c
<i>p</i> -value	0.00029	0.00492	0.0034

¹⁾ Values are mean \pm S.D. (n=3).

²⁾ a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

음료 생산을 위한 블루베리 추출물의 당도는 효소처리구가 무처리구보다 비교적 높은 당도를 나타낸 연구 결과와는 다른 경향을 나타내었다(Ji & Im, 2017).

총산도 함량은 무처리구가 효소제를 처리한 당절임액보다 높은 산도를 나타내었으며, pectinase 처리구의 산도가 3.34로 가장 낮게 나타내었다.

4.2. 야생복숭아 당절임액의 색도 변화

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절임액의 색도변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다. L값은 무처리구의 경우 84.09이며, cellulase 처리구는 75.99, pectinase 처리구는 70.40 및 복합효소제 처리구는 70.34로, 무처리구에서 가장 높게 나타

Table 2. Hunter's values of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment

Treated enzyme	Hunter's color values		
	L	a	b
Control	$84.09 \pm 0.03^{1(a2)}$	7.81 ± 0.02^d	12.35 ± 0.01^c
Cellulase	75.99 ± 0.27^b	8.99 ± 0.01^c	13.58 ± 0.04^b
Pectinase	70.40 ± 0.21^c	9.84 ± 0.21^b	48.55 ± 1.09^a
Mix (cellulase+ pectinase)	70.34 ± 0.59^c	13.09 ± 0.09^a	48.71 ± 0.60^a
<i>p</i> -value	0.0395	0.00045	0.031593

¹⁾ Values are mean \pm S.D. (n=3).

²⁾ a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

내었다. a값과 b값은 무처리구에 비해 효소제를 처리한 구에서 높게 나타내었으며, 이상의 결과를 종합했을 때, 복합효소제 처리구가 L값은 가장 낮고, a, b값은 가장 높아 당절액의 색깔이 어두운 적갈색을 띄는 것으로 보인다.

4.3. 야생복숭아 당절액의 환원당 및 유리당 함량 변화

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절액의 환원당 및 유리당 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 환원당 함량 측정 결과, 무처리구는 35.04%였으며, cellulase 처리구는 42.15%, pectinase 처리구는 55.02%, 복합효소제 처리구는 51.69%로 pectinase 처리구에서 가장 높게 나타내었다. Chun, Choi, Cha, Oh와 Kim(1997)은 감주스를 제조함에 cellulase를 처리하였을 때, 효소처리를 하지 않은 대조구에 비해 효소처리구의 환원당 함량이 약 3.6배 정도 증가한다고 보고한 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 또한, 본 실험의 결과로 보아, pectinase의 처리는 당절액의 환원당 함량 상승에 영향을 주는 것으로 판단된다.

예비실험결과, 야생복숭아에 함유되어 있는 유리당은 sucrose 3.96 g/100 g, glucose 32.21 g/100 g 및 fructose 3.74 g/100 g이었다. 무처리 당절액의 유리당은 sucrose 7.90 g/100 g, glucose 17.98 g/100 g 및 fructose 13.83 g/100 g으로 glucose가 전체 유리당의 45.27%로 가장 높게 나타났으나, maltose는 검출되지 않았다. Cellulase 처리구는 sucrose 4.74 g/100 g, 20.49 g/100 g 및 fructose 15.78 g/100 g으로 glucose가 전체 유리당의 48.61%로 가장 높게 나타났으나, maltose는 검출되지 않았다. Pectinase 처리구는 glucose 26.31 g/100 g 및 fructose 16.90 g/100 g으로 glucose가 전체 유리당의 39.66%로 가장 높게 나타났으나, sucrose 및 maltose는 검출되지 않았다. 그리고 복합효소제 처리구의 유리당 함량은 glucose 26.65 g/100 g, fructose 17.42 g/100 g으로 glucose가 전체 유리당의 61.17%

으로 가장 높게 나타났으나, sucrose 및 maltose는 검출되지 않았다. 이와 같이 효소제 처리에 의해 glucose, fructose가 상승되었으며, 그 중 pectinase의 처리에 의해 sucrose와 maltose는 측정되지 않고 glucose와 fructose가 더 상승되어 처리한 효소의 분해작용에 의한 영향으로 추측된다.

4.4. 야생복숭아 당절액의 유기산 함량 변화

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절액의 유기산 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 대조구의 유기산 함량은 citric acid 15.77 g/100 g, tartaric acid 79.95 g/100 g 및 lactic acid 142.00 g/100 g이며, malic acid 및 acetic acid는 검출되지 않았다. Cellulase 처리구의 유기산은 citric acid 8.98 g/100 g, tartaric acid 89.75 g/100 g 및 lactic acid 122.94 g/100 g이며, malic acid 및 acetic acid는 검출되지 않았다. Pectinase 처리구의 유기산은 tartaric acid 31.10 g/100 g 및 lactic acid 230.45 g/100 g이며, citric acid, malic acid 및 acetic acid는 검출되지 않았다. 그리고 복합효소제 처리구의 유기산은 tartaric acid 32.36 g/100 g 및 lactic acid 209.34 g/100 g이며, citric acid, malic acid 및 acetic acid는 검출되지 않았다. Ko(2015)의 오미자청 당절액의 숙성기간에 따른 유기산 분석 결과에서는 citric acid 13.8~16.1 g/L, succinic acid 138~160 g/L 및 malic acid 5.2~5.9 g/L가 검출되었다고 보고한 결과와는 다른 양상으로 과일에 함유되어 있는 유기산의 종류 및 함량에 따른 다른 결과로 생각되며, 본 실험에서 lactic acid 함량이 높게 나타남에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

4.5. 야생복숭아 당절액의 총 페놀 및 총 폴리페놀 함량 변화

식물체에 널리 분포되어 있는 폴리페놀 화합물에 포함된 히드록실기는 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성으로 인해, alkyl radical이나 alkyl peroxy radical에 수소를 공여하여 ra-

Table 3. Reducing sugar and free sugar content of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment (unit: g/100 g)

Treated enzyme	Reducing sugar (%)	Free sugar content				
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
Control	35.04±0.69 ¹⁾⁴²⁾	13.83±0.06 ^d	17.98±0.08 ^d	7.90±0.02 ^a	ND ³⁾	39.71
Cellulase	42.15±0.63 ^c	15.78±0.09 ^c	20.49±0.05 ^c	4.74±0.04 ^b	ND	42.15
Pectinase	51.69±0.23 ^b	16.90±0.04 ^b	26.31±0.05 ^a	ND	ND	42.61
Mix (cellulase+pectinase)	55.02±0.01 ^a	17.42±0.14 ^a	26.65±0.16 ^b	ND	ND	43.56
<i>p</i> -value	0.0291	0.00045	0.0046	0.0029	-	-

¹⁾ Values are mean±S.D. (n=3).

²⁾ a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different (*p*<0.05).

³⁾ ND: Not detected.

Table 4. Organic acid content of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment (unit: g/100 g)

Treated enzyme	Organic content				
	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid
Control	15.77±0.23 ^{1)a2)}	79.95±0.09 ^b	ND ³⁾	142.00±2.18 ^c	ND
Cellulase	8.98±0.18 ^b	89.75±0.33 ^a	ND	122.94±0.75 ^d	ND
Pectinase	ND	31.10±0.87 ^c	ND	230.45±0.66 ^a	ND
Mix(cellulase+pectinase)	ND	32.36±0.74 ^c	ND	209.34±1.35 ^b	ND
<i>p</i> -value	<.0001	<.0001	-	<.0001	-

¹⁾ Values are mean±S.D. (n=3).

²⁾ a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

³⁾ ND: Not detected.

dical을 소거해서 산화를 억제하는 항산화 작용을 나타낸다 (Kim et al., 2012). 플라보노이드계 물질은 식물체가 외부로부터 자신을 보호하기 위해 생성하는 2차 대사물질로서 강력한 항산화 작용이 있기 때문에 유효한 기능성 물질로 분류되고 있다(Park, 2007).

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절임액의 총 페놀 함량을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 무처리구에 비해 효소 처리구의 총 페놀의 함량은 높은 함량을 나타내었다. 대조구는 8.73 mg GAE/mL이며, cellulase 처리구는 10.17 mg GAE/mL, pectinase 처리구는 13.25 mg GAE/mL 및 복합효소제 처리구 13.31 mg GAE/mL로 복합효소제 처리구에서 가장 높게 나타났다.

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절임액의 총 플라보노이드 함량을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 무처리구에 비해 효소제 처리구에서 높은 플라보노이드 함량을 나타내었다. 대조구는 6.53 mg CE/mL이며, cellulase 처리구는 7.43 mg CE/mL, pectinase 처리구는 10.88 mg CE/mL 및 복합효소제 처리구 10.95 mg CE/mL로 복합효소제 처리구에서 가장 높

게 나타내었다. Youn 등(2010)의 효소 처리에 의한 천도복숭아 음료 기능성 증진에 대한 연구에서 효소 무처리구에서는 0.146 mg/mL였으나, 효소 처리구에서는 높은 함량을 나타냈으며, pectinase와 cellulase 혼합처리구에서 0.171 mg/mL 로 가장 높은 함량을 나타낸 결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

4.6. 야생복숭아 당절임액의 DPPH 및 ABTS Radical Scavenging 활성 변화

DPPH는 짙은 보라색을 띄는 free radical로서 페놀과 같이 수소나 전자를 제공해주는 전자공여체와 반응하게 되면 공여체로부터 전자나 hydrogen radical을 받아 phenoxy radical을 생성하거나 환원되어 짙은 보라색이 노란색으로 변하는 특징이 있다. 이것을 이용하여 환원력을 지닌 항산화 화합물의 radical 소거능 활성을 평가하고 있다(Labuza TP & Dugan Jr LR, 1971; Lee, Shin, Kim & Hwang, 2011). ABTS radical 소거활성 평가는 potassium persulfate와 반응하여 생성된 ABTS radical이 항산화 물질에 의해 제거되어 radical 특

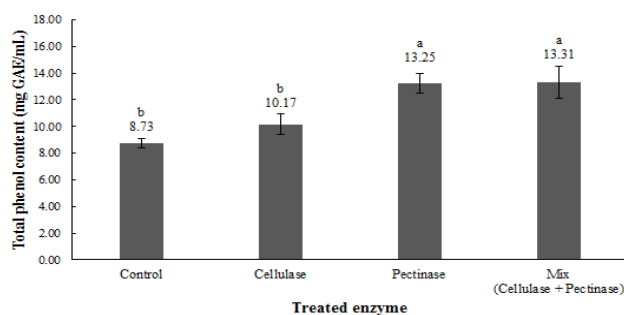


Fig. 1. Total phenol content of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment.

Control means not treated. Values are mean±S.D. (n=3).

Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

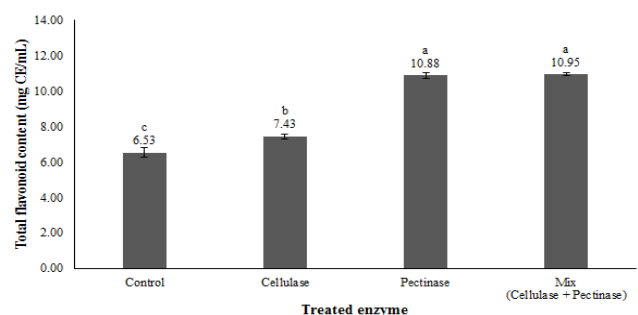


Fig. 2. Total flavonoid content of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment.

Control means not treated. Values are mean±S.D. (n=3).

Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

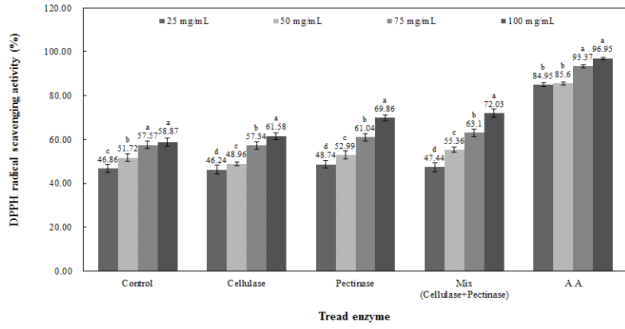


Fig. 3. DPPH radical scavenging of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment.

Control: not treated, AA: ascorbic acid.

Values are mean±S.D. (n=3).

Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

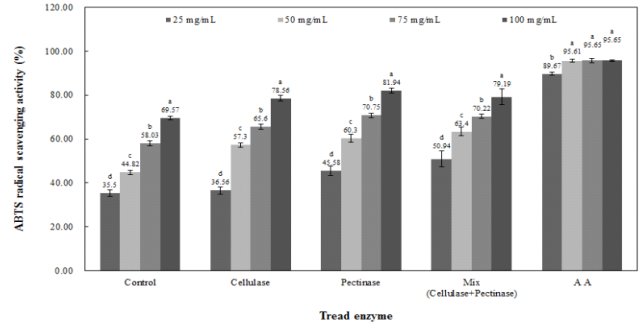


Fig. 4. ABTS radical scavenging of sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment.

Control: not treated, AA: ascorbic acid.

Values are mean±S.D. (n=3).

Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

유의 청록색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화능을 확인하는 방법이다(An, 2012).

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절임액의 DPPH radical scavenging 활성을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 효소제 처리에 따른 야생복숭아 당절임액의 DPPH radical 소거 활성은 효소제 종류에 따라 농도 의존적으로 높은 활성을 나타내었다. 대조구는 25 mg/mL일 때 46.86%, 50 mg/mL일 때 53.72%, 75 mg/mL일 때 62.57% 및 100 mg/mL일 때 68.87%를 나타내었으며, cellulase 처리구 46.24, 54.96, 63.34 및 70.58%와 pectinase 처리구 48.74, 55.99, 64.04 및 71.86%, 복합효소제 처리구에서는 47.44, 55.36, 65.10 및 72.03%로 처리 농도에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 항산화성이 높은 ascorbic acid와 비교하였을 때 처리농도에 따른 차이는 있지만, 55.16~74.29%의 소거 활성을 확인하였다.

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절임액의 ABTS radical scavenging 활성을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 대조구는 25 mg/mL일 때 35.50%, 50 mg/mL일 때 44.82%, 75 mg/mL일 때 58.03% 및 100 mg/mL일 때 69.57%를 나타내었으며, cellulase 처리구는 36.56, 57.30, 65.60 및 78.56%, pectinase 처리구

는 45.81, 60.30, 70.75 및 81.94%, 복합효소제 처리구에서는 50.94, 63.40, 70.22 및 79.19%로 처리 농도에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로 처리 농도에 따른 차이는 있지만 항산화성이 높은 ascorbic acid와 비교하였을 때, 39.59~82.79%의 높은 소거 활성을 확인하였다. 결과적으로 당절임액 제조시, 효소를 처리함으로써 항산화 활성이 증가할 것으로 판단된다.

4.7. 야생복숭아 당절임의 관능평가

효소제 종류에 따른 야생복숭아 당절임액의 관능평가 결과는 Table 5와 같다. 맛은 cellulase 처리구가 7.00점 만점에 5.38점으로 가장 높은 선호도를 나타냈으며, 대조구는 7.00점 만점에 4.50점으로 가장 낮은 선호도를 나타내었다. 향은 pectinase 처리구는 7.00점 만점에 3.75점으로 가장 낮은 기호도를 나타내었으며, 복합효소제 처리구가 7.00점 만점에 5.13점으로 선호도가 가장 높게 나타내었다. 색은 pectinase 처리구가 7.00점 만점에 5.81점으로 가장 높은 선호도를 보이며, 전반적인 기호도는 복합효소 처리구에서 가장 높게 나타내었다.

Table 5. Sensory evaluation scores in sugar preserved wild peach (*Prunus persica* L.) juice by enzymatic treatment

Treated enzyme	Taste(sweetness)	Odor	Color	Overall preference
Control	4.50±0.71 ^{1)bc2)}	4.81±0.81 ^{ab}	4.00±0.71 ^b	4.44±0.79 ^b
Cellulase	4.13±0.70 ^c	4.05±0.43 ^c	4.50±0.87 ^{ab}	5.00±0.71 ^{ab}
Pectinase	5.06±0.66 ^{ab}	4.69±0.85 ^b	5.81±1.01 ^a	4.00±0.71 ^c
Mix(cellulase+pectinase)	5.38±1.05 ^a	5.13±1.11 ^a	5.06±0.66 ^{ab}	5.44±1.00 ^a
<i>p</i> -value	0.00107	0.00234	0.87415	0.04943

¹⁾ Values are mean±S.D. (n=3).

²⁾ a~c Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

5. 결론 및 시사점

본 연구는 야생복숭아 당절임액 제조 시 효소(cellulase와 pectinase)처리가 품질특성과 항산화 효과에 미치는 영향을 조사하였다. 모든 처리구에서 pH 3.86~4.13, 당도는 48.0~55.0 °Brix의 범위를 나타냈으며, 총산도 함량은 효소처리하지 않은 대조구가 가장 높게 값을 나타내었다. 복합 효소 처리구(cellulase : pectinase = 1:1, w/w)에서 색도 L, a 및 b는 높은 값을 나타냈고, 유리당 함량은 glucose 26.65 g/100 g 및 fructose 17.42 g/100 g으로 glucose가 전체 유리당의 61.17%으로 가장 높게 나타났으나, sucrose 및 maltose는 검출되지 아니하였다. 유기산은 citric, tartaric 및 lactic acid는 검출되었으나, acetic 및 malic acid는 검출되지 않았다. 또한 관능평가를 통한 단맛, 향, 색 및 전반적인 기호도 조사에서도 복합 효소제 처리구가 가장 높은 값을 나타내었다. 한편, 야생복숭아 당절임액의 항산화 효과 측정 결과, 복합 효소 처리구(cellulase : pectinase = 1:1, w/w)에서 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 13.31 mg GAE/mL 및 10.95 mg CE/mL로 가장 높게 나타내었다. DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 55.16~74.29% 및 39.59~82.79%로 처리 농도가 높아질수록 높은 활성을 나타내었다. 이상의 연구 결과를 토대로 야생복숭아를 활용한 당절임액을 제조함에 있어 복합효소 처리는 품질 향상과 항산화 활성효과 증가가 가능할 것으로 판단되며, 설탕만을 사용하기보다 대체당류와 혼합하여 당절임을 함으로써, 과일을 활용한 당절임액 제조에서 당도는 낮지만, 생리활성효과를 높인 가공품을 개발이 가능하다고 판단된다.

REFERENCES

- An, E. S. (2012). *Isolation and identification of antioxidants from pear and antioxidant potential of peels and fleshes of pear* (Doctoral dissertation). Chonnam National University.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Chun, Y. K., Choi, H. S., Cha, B. S., Oh, H. I., & Kim, W. J. (1997). Effect of enzymatic hydrolysis on the physicochemical properties of persimmon juice. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 29(2), 198-203.
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.
- Folin, O., & Denis, W. (1912). On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *Journal of Biological Chemistry*, 12(2), 239-243.
- Hur, B. S., & Kim, Z. U. (1989). Clarification of fruit juice by the use of polygalacturonase and gelatin. *Journal of the Korean Agricultural Chemical Society*, 32, 367-373.
- Jeong, Y. J., Lee, G. D., Lee, M. H., Yea, M. J., Lee, G. H., & Choi, S. Y. (1999). Monitoring on pectinase treatment conditions for clarification of persimmon vinegar. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 28(4), 810-815.
- Ji, Y. J., & Im, M. H. (2017). Optimization of blue berry extraction for beverage production using enzyme treatment. *Korean Journal of Food Preservation*, 24(1), 61-67.
- Kim, D. W., & Kim Y. H. (2003). Quality characteristics of bread added *Monascus anka* powder. *The Korean Journal of Culinary Research*, 9(1), 39-50.
- Kim, E. J., Choi, J. Y., Yu, M., Kim, M. Y., Lee, S., & Lee, B. H. (2012). Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Journal Korean Society of Food Science Technology*, 44(3), 337-342.
- Kim, E. M. (2011). Formulation and quality characteristics of noni beverage mixed with red ginseng, *Rubus coreanus* and pomegranate extracts. *The Korean Journal of Culinary Research*, 17(1), 259-269.
- Kim, H. S. (2004). Effects of the *Prunus persica* Batsch var. *davidiana* Max. extract on the lipid compositions and enzyme activities in hyperlipidemic rats. *Korean Journal of Food and Nutrition*, 17(3), 328-336.
- Kim, H. R. (2012). *Quality characteristics of unripe Peach (Prunus persica) preserved in sugar* (Master's thesis). Kyungpook National University.
- Ko, E. S. (2015). *The standardization of manufacturing process for omija-cheong, as a concentrated extracts from sugar-treated Omija (Schisandra chinensis)* (Master's thesis). Wonkwang University.
- Kwon, S. C., Jo, C., & Lee, K. H. (2009). Gamma irradiation for sanitation of vegetable fresh juice containing non-thermal process materials. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38(7), 964-969.
- Labuza, T. P., & Dugan Jr, L. R. (1971). Kinetic of lipid oxidation in foods. *CRC Critical Reviews in Food Technology*, 2(3), 355-405.
- Lee, C. H., Shin, S. L., Kim, N. R., & Hwang, J. K. (2011). Comparison of antioxidant effects of different Korean pear species. *Korean Journal of Plant Resources*, 24(2), 253-259.
- Lee, D. S., Woo, S. K., & Yang, C. B. (1972). Studies on the

- chemical composition of major fruits in Korea - On non-volatile organic acid and sugar contents of apricot (maesil), peach, grape, apple and pear and its seasonal variation. *Korean Journal Food Science Technology*, 4(2), 134-139.
- Lee, H. J., Keong, H. S., Park, C. G., Lee, J. H., Park, C. B., Kim, C. T., & Choi, A. J. (2014). A study on isolation of polysaharides from *Angelica gigas* Nakai by enzyme treatments. *Food Engineering Progress*, 18(4), 406-412.
- Lee, H. B., Yang, C. B., & Yu, T. J. (1972). Studies on the chemical composition of some fruit vegetables and fruits in Korea (I)-On the free amino acid and sugar contents in tomato, watermelon, muskmelon, peach and plum. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 4(1), 36-43.
- Lee, J. B., & Chung, H. S. (2008). Studies on the components of unripe peaches. *Korean Journal of Food Preservation*, 15(1), 79-83.
- Lee, J. K., Jo, H., Kim, K. I., Yoon, J. A., Chung, K. H., Song, B. C., & An, J. H. (2013). Physicochemical characteristics and biological activities of *Makgeolli* supplemented with the fruit of *Akebia quinata* during fermentation. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 45(5), 619-627.
- Park, H. J. (2007). *A study on the survey of consumer preference and their satisfaction for the functional food made from pear* (Master's thesis). Dongshin University.
- Park, H. S. (2010). Physicochemical property and antioxidant activity of wild grape (*Vitis coignetiea*) juice. *The Korean Journal of Culinary Research*, 16(4), 297-304.
- Park, G. S., & Park, S. Y. (1998). Sensory and physicochemical properties of peach jelly added with various sugars. *Hsjas*, 6(2), 329-335.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical Biology and Medicine*, 26(9), 1231-1237.
- Sohn, K. S., Lee, J. H., & Ha, Y. S. (2002). Clarification of mixed fruit and vegetable juice using enzyme treatment. *Food Engineering Progress*, 6(3), 241-247.
- Song, J. H., Son, M. A., & Kim, M. H. (1992). Comparison of the cell wall components and polygalacturonase activity in peach typers. *Korean Journal of Food and Nutrition*, 5(2), 111-115.
- Youn, S. J., Lee, E. T., Cho, J. G., & Kim, D. J. (2010). Effect of enzyme treatment on functional properties of Nectarine beverage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39(9), 1379-1383.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555-559.

2017년 8월 08일 접 수
2017년 8월 17일 1차 논문수정
2017년 8월 21일 논문 게재확정