Culinary Science & Hospitality Research 23(8), 163-172; 2017

Information available at the Culinary Society of Korea (http://www.culinary.re.kr/)

Culinary Science & Hospitality Research

Journal & Article Management System: https://cshr.jams.or.kr/

http://dx.doi.org/10.20878/cshr.2017.23.8.016

올리고당을 활용한 당절임 야생 복숭아의 품질특성과 항산화 효과에 미치는 영향

정경미[1†] · 최미애[2] · 박선일[2]

[1]경상북도농업기술원 청도복숭아연구소, [2]대구한의대학교 한방식품조리영양학부

Effect of Oligosaccharides on Quality Characteristics and Antioxidant Activities of *Prunus persica* Batsch var. *davidiana* Max. preserved in Sugar

Kyung-Mi Jung[1†] · Mi-Ae Choi[2] · Sun-Ill Park[2]

[1]*Cheongdo Peach Research Institute, GyeongSangBuk-Do Agricultural Technology Administration*
[2]*Faculty of Herbal Food Cuisine and Nutrition, Daegu Haany University*

KEYWORDS

Prunus persica Batsch var. *davidiana* Max,
Free sugar,
Oligosaccharide,
Quality characteristics,
Antioxidant activity.

ABSTRACT

In order to investigate the quality characteristics of *Prunus persica* Batsch var. *davidiana* Max. preserved in sugar, the quality characteristics were examined by dividing them into four groups: PS-A (*P. persica* preserved in sugar mixed with sucrose and oligosaccharides at a ratio of 100:0, w/w), PS-B (*P. persica* preserved in sugar mixed with sucrose and oligosaccharides at a ratio of 60:40, w/w), PS-C (*P. persica* preserved in sugar mixed with sucrose and oligosaccharides at a ratio of 40:60, w/w) and PS-D (*P. persica* preserved in sugar mixed with sucrose and oligosaccharides at a ratio of 0:100, w/w). The results were as follows: pH levels and soluble solid contents of PS-D sample were lower than those of the others, however total acidity value were higher. In case of Hunter's value, the 'L', 'a' and 'b' values of all samples were affected by addition of oligosaccharides. No great difference occurred among samples in reducing sugar contents. Organic acid content was significantly decreased with the lower addition of sucrose. The predominating organic acid components analyzed in all samples were lactic acid 156.15 g/100 g, tartaric acid 72.75 g/100 g and citric acid 32.90 g/100 g. The highest contents of total phenol and flavonoid, and DPPH and ABTS radical scavenging activity were 10.79±0.55 mg GAE/mL, 8.71±0.06 mg CE/mL and 71.8%, 71.0% for PS-D, respectively. The results of this study indicated the use of oligosaccharides could increase the quality and antioxidant potentials of *P. persica* preserved in sugar.

1. 서 론

생활 수준의 향상으로 현대 사회에서의 식생활은 점차 서

* 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, 경상북도 청도군 이서면 가금구라길 186-6, 청도복숭아연구소

구화 되었고, 이에 따른 고칼로리식과 고지방식에 편중된 식습관은 당뇨, 비만, 변비, 동맥경화 등의 각종 성인병을 증가시키고 있다(Park et al., 2012). 특히, 설탕과 같은 감미료는 비만 및 당뇨병의 원인이 되며, 올리고당과 같이 이를 대체할 수 있는 저열량 감미 소재를 이용하는 방안이 대두되고 있다. 올리고당(oligosaccharides)은 소화효소에 의해 쉽게 분해되지 않는 난소화성 저칼로리 감미료이며, 장내 유용균인 비피더스균의 증식을 도와 변비가 개선되는 기능이 있다(Kim et al., 1995). 또한, 생체 내 지방의 양을 감소시키고, 혈액 내 지질 수준을 개선시켜 지질 대사와 관련된 만성질환 예방에 도움을 줄 수 있다는 연구가 보고되어 있다(Back, Kim, Jung, & Do, 2014). 국내에서 양산되고 있는 대표적인 올리고당의 종류로는 이소말토올리고당(isomalto-oligosaccharide), 프락토올리고당(fructooligosaccharide) 및 갈락토올리고당(galactooligosacchride) 등이 있으며, 이들의 감미는 설탕의 30~50%를 나타낸다(Song, Lee, & Kim, 2004). 올리고당을 활용하여 제조한 식품 개발에 대한 연구로는 호박잼(Song, Lee, & Kim, 2004), 약과(Lee, Lee, & Ly, 2001), 딸기잼(Kim & Chun, 2000), 토마토잼(Na, Lee, & Chun, 2012), 블루베리청(Yi et al., 2017), 흑마늘잼(Kim, Kim, & Kim, 2010) 등이 있으며, 이들의 이화학적 품질 특성은 설탕을 이용한 식품 품질에 비하여 우수한 결과를 나타냈다. 따라서, 올리고당을 설탕과 함께 적절한 비율로 배합하여 식품 제조에 적극 활용하면 품질 및 기능성이 증진된 식품을 제조하는데 도움이 될 것이라고 기대된다.

야생 복숭아는 흔히 '돌복숭아', '개복숭아'로 불리며, 우리나라 전국 산지에 자생하는 앵도과의 낙엽과수이다(Kim, 2004). 야생복숭아는 예로부터 혈조(血燥), 어혈적체(瘀血積滯), 형어경폐(血瘀經閉), 윤장통변(潤腸通便), 활혈거어(活血祛瘀) 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있어, 민간요법으로 사용되어 왔다(Shin, 1973; An, 1980). 야생 복숭아에 관한 연구에는 갈증해소, 피로회복, 숙취해소, 심장병, 고혈압, 골다공증과 같은 퇴행성 만성질환, 니코틴 제거 효과 및 혈액순환 촉진의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Block, Patterson, & Subar, 1992; Spencer, Pangborn, & Jennings, 1978). 반면, 복숭아는 여름철 한시적인 수확으로 공급 과잉이 이루어지고 저장성이 낮고 유통과정에서 쉽게 연화되어 10~30% 정도 폐기되어 생산량의 75% 정도가 생과로 이용되며, 나머지는 통조림, 주스 등 일부 가공품으로 이용되고 있는 실정이다(Song, Son, & Kim, 1992). 또한, 가격의 안정화 및 부가가치 향상을 위한 다양한 가공방법의 개발이 시급한 실정이다(Park, 2010).

따라서, 본 연구는 민간요법으로 많이 애용하던 야생 복숭아와 저열량 감미 소재인 올리고당을 사용하여 제조한 당절임액의 품질특성을 조사하였다. 이에 따라 설탕과 올리고당의 배합 적정조건을 제시함으로써 이들의 부가가치를 높이고, 야생 복숭아의 기능성 성분과 올리고당의 기능성 성분을 접목시켜 건강 기능성 식품 개발을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 실험재료 및 시약

본 실험에 사용한 야생 복숭아는 경상북도 영덕군에서 2016년 6월 중순에 수확한 것을 제공받아 사용하였다. 제공받은 야생 복숭아를 선별 및 세척하여 건조한 후 사용하였다. 또한, 정백당(제일제당, Seoul, Korea) 및 이소말토올리고당(IMO 40%, 청정원, Seoul, Korea)은 청도군 C마트에서 구입하여 사용하였다.

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

2.2. 야생 복숭아 당절임 제조

야생 복숭아를 사용한 당절임액 제조를 위해 설탕과 올리고당을 사용하여 배합 비율에 따른 야생 복숭아 당절임액을 제조하였다. 야생 복숭아와 당의 비율을 1:1(w/w)로 하여 각각 2 kg씩 병입하고, 설탕과 올리고당의 배합비율을 달리하여 첨가하였다. 제조한 야생 복숭아 당절임은 실온에서 12주 동안 침지시킨 후 분리 및 여과하여, 4℃에서 12개월 동안 숙성을 거쳐 당절임액을 얻었다. 설탕과 올리고당의 비율은 아래와 같다.

Abbreviation
PS-A: sugar:oligosaccharide=100:0, w/w
PS-B: sugar:oligosaccharide=60:40, w/w
PS-C: sugar:oligosaccharide=40:60, w/w
PS-D: sugar:oligosaccharide=0:100, w/w

2.3. 실험방법

2.3.1. pH, 당도 및 총산도 측정

당절임액의 pH는 시료를 3000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R, Thermo Scientific, Waltham, Massachusetts, USA)하여 얻은 상징액을 20배 희석하여 pH Porta-

ble Meter (Thermo Scientific, Orion^{TM} Star A221, Waltham, Massachusetts, USA)로 측정하였다. 당도는 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상징액을 10배 희석하여 당도계(PAL-1, Atago Co, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 총산도는 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상징액을 20배 희석 후 10 mL를 삼각플라스크에 취하여 phenolphthalein (Sigma-Aldrich, St. Louis, Mo, USA) 용액을 2~3방울 첨가한 뒤 분홍색이 유지되는 지점까지 수산화나트륨 용액(0.1 N-NaOH)을 적정하고, 적정소비량에 0.064를 곱하여 시료 중의 총산도(%)는 구연산으로 환산하여 나타내었다(Lee et al., 2013).

2.3.2. 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, a값은 −3.6, b값은 −4.3이었다(Kim & Kim, 2003).

2.3.3. 환원당 분석

환원당 함량은 dinitrosalicylic acid (DNS)법에 따라 측정하였다(Dubois, Gilles, Hamilton, Roberts, & Smith, 1956). 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Thermo Scientific, Heraeus Megafuge 16R, Waltham, Massachusetts, USA)하여 얻은 상징액 300 μL에 DNS 시약 1 mL를 첨가하여 95℃에서 5분간 반응시킨 뒤, 증류수를 7 mL를 첨가하여 UV-visible spectrometer (Shimadzu Corp., UV-1650 pc, Kyoto, Japan)로 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose를 표준물질로 하여 작성한 표준곡선으로부터 환원당 함량을 환산하였다.

2.3.4. 유리당 분석조건

야생 복숭아 당절임액 2.5 g을 각각 증류수로 희석하여 최종 30 g을 50 mL 원심분리관에 취하였고, 이를 85℃ 수조에서 25분간 가온하고 실온으로 냉각한 뒤, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리 후 얻은 상징액을 0.45 μm의 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., Milford, MS, USA), mobile phase는 80% acetonitrile을 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/ min, injection volume은 20 μL, detector는 RID (35℃)를 사용하였다. 표준물질은 fructose, glucose, sucrose 및 maltose를 사용하여 시료와 동일한 조건에서 분석하여 머무름 시간을 비교해 확인하였으며, 각각의 검량곡선으로부터 그 함량을 산출하였다.

2.3.5. 유기산 분석

야생 복숭아 당절임액 2.5 g을 각각 증류수로 희석하여 최종 30 g을 50 mL 원심분리관에 취하였고, 이를 85℃ 수조에서 25분간 가온하여 당류를 추출하고 실온으로 냉각하였다. 냉각 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상징액을 0.45 μm의 membrane filter(Advantec MFS, Japan)로 여과하여 HPLC(Shimadzu, Prominence modular HPLC)로 분석하였다. 유기산 분석 column은 RSPak KC-811(6 μm, 8×300 mm, Shodex), mobile phase는 perchloric acid(pH 1.88)를 사용하였고, flow rate는 0.8 mL/min, injection volume은 20 μL, detector는 UV/Vis Detector(205 nm)를 사용하였다. 표준물질은 citric acid, tartaric acid, malic acid 및 acetic acid를 사용하여 시료와 동일한 조건에서 분석하여 머무름 시간을 비교해 확인하였으며, 각각의 검량곡선으로부터 그 함량을 산출하였다.

2.3.6. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 조사

총 페놀 함량은 Folin-Denis(Singleton, Orthofer & Lamuela-Raventos, 1999)법에 따라 비색 정량하였다. 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상징액 2 mL에 50% phenol reagent(Folin-Ciocalteu's reagent) 2 mL를 첨가하여 실온에서 3분간 방치한 뒤, 10% Na_2CO_3 용액 2 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 페놀 함량을 환산하였다(Park, 2010).

총 플라보노이드 함량은 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상징액을 단계희석 후 2 μL씩 96 well micro plate의 well에 첨가한 뒤 증류수를 100 μL씩 가하였다. 그리고 5% $NaNO_2$를 5 μL씩 각 well에 가하여 10분간 반응한 다음 10% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$를 10 μL씩 첨가한 뒤 10분간 반응 후, 1 M NaOH 40 μL와 증류수 45 μL를 가하여 Microplate reader(BMG LABTECH, SPECTROstar Nano, Ortenberg, Germany)를 사용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 함량은 catechin 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 환산하였다(Zhishen, Mengcheng, & Jianming, 1999).

2.3.7. DPPH radical scavenging activity

DPPH radical scavenging activity는 96 well plate에 시료를 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Heraeus Megafuge 16R)하여 얻은 상징액을 단계희석 후 50 μL씩 각 well에 첨가한 뒤 200 μM DPPH 용액을 200 μL씩 첨가한다. 그리고 가볍게 흔들어 실온에서 30분간 방치한 다음 Microplate reader(BMG

LABTECH, SPECTROstar Nano.)로 515 nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois, 1958).

2.3.8. ABTS radical scavenging activity

ABTS radical scavenging activity는 7 mM ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulpho-nic acid)]와 2.45 mM potassium persulfate를 최종농도로 혼합하여 암소에서 24시간 동안 방치한 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.700±0.002가 되도록 phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4)으로 조정하였다. 96 well plate에 시료를 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상징액을 단계 희석 후 1 μL씩 각 well에 첨가한 뒤 흡광도를 조정한 ABTS solution 99 μL를 가하여 6분 반응 후, Microplate reader(BMG LABTECH, SPECTROstar Nano)로 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(Re et al., 1999).

2.3.9. 관능 평가

야생 복숭아 당절임액의 관능평가는 관능검사에 관심과 경험이 있는 검사요원을 선발하여 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 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

2.3.10. 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 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. pH, 당도, 색도 및 총산도 변화

설탕과 올리고당의 배합 비율을 달리한 야생 복숭아 절임당의 pH, 당도 및 산도변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 야생 복숭아 당절임액의 pH 변화는 설탕과 대체당인 올리고당의 첨가 비율에 따라 차이를 나타냈으며, 올리고당 첨가비율이 높아질수록 당절임액의 pH는 낮아지는 경향을 나타내었다. 설탕만을 이용한 야생 복숭아 당절임액인 PS-A는 pH 4.20, 올리고당만을 사용한 당절임액인 PS-D는 pH 4.02로 첨가 당의 비율 및 종류에 따른 차이로 보여진다. 또한, Ko(2015)의 오미자청 제조에서의 pH 변화는 기간에 따른 차이는 미비하게 나타나며, 이는 시료 채취 방법에 따른 것으로 보고하였다.

Table 1. pH, sugar content and total acidity of *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup

Item	pH	Sugar content (°Brix)	Total acidity (%)
PS-A[1)]	4.20±0.01[2)a3)]	65.0±0.01[a]	5.61±0.01[d]
PS-B	4.13±0.00[b]	55.0±0.01[b]	6.80±0.01[c]
PS-C	4.09±0.01[c]	52.7±0.06[c]	7.27±0.01[b]
PS-D	4.02±0.02[d]	39.7±0.06[d]	8.51±0.01[a]

1) PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%.
2) Values are mean±S.D. (n=3).
3) a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

야생 복숭아를 이용한 당절임액의 당도는 설탕과 올리고당의 배합 비율에 따라 차이를 나타내고 있으며, 설탕만 사용한 구(PS-A)의 당도는 65.0 °Brix이며, 올리고당만 사용한 구(PS-D)의 당도 함량은 39.7 °Brix로 많은 차이를 나타내고 있으며, 설탕의 사용량이 적을수록 낮은 당도 함량을 나타내고 있다. Ko(2015)의 오미자청 제조에서 당도의 변화는 초기에는 있으나, 숙성이 일정기간이 지나면 큰 변화가 없으며, 설탕을 이용한 오미자 당절임액 제조에서 당도는 60.3~63.2 °Brix로 보고하였는데, 이는 야생 복숭아 당절임액의 당도 함량 65.0 °Brix보다는 조금 낮은 당도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

총산 함량은 대체당인 올리고당의 첨가 비율이 높아질수록 야생 복숭아 당절임액의 총산도 함량이 높아지는 경향을 나타내었다. 이는 Table 4에 나타낸 유기산의 총량에 반비례되는 결과를 나타냈으며, 유기산의 양은 pH 및 총산도에 영향을 끼치는 것으로 사료된다.

3.2. 야생 복숭아 당절임액의 색도 변화

야생 복숭아를 사용한 절임당의 종류 및 배합 비율에 따른 색도 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 색도 L값은 설탕 100% 사용한 PS-A구는 77.37이었으나, 올리고당의 첨가비율이 증가할수록 84.09 및 84.29로 명도가 유의적으로 증가하였으나, 올리고당을 100% 첨가한 PS-D구는 82.00으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값은 올리고당의 첨가비율이 증가할수록 5.63, 7.81, 7.95 및 10.14로 점점 높아지는 경향을 나타내었으며, 황색도를 나타내는 b값 역시 올리고당의 첨가비율이 증가할수록 9.45, 12.35,

Table 2. Hunter's values of *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup

Item	Hunter's color values		
	L	a	b
PS-A[1)]	77.37±0.07[2)c3)]	5.63±0.04[d]	9.45±0.07[d]
PS-B	84.09±0.03[a]	7.81±0.02[c]	12.35±0.01[c]
PS-C	84.29±0.07[a]	7.95±0.03[b]	13.80±0.06[b]
PS-D	82.00±0.23[b]	10.14±0.02[a]	18.81±0.02[a]

1) PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%.
2) Values are mean±SD (n=3).
3) a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

13.80 및 18.81로 점점 높아지는 경향을 보였다. 결과적으로 올리고당의 첨가 비율이 높아질수록 점점 어두워지는 적갈색의 야생 복숭아 당절임액을 확인할 수 있었다.

3.3. 야생 복숭아 당절임액의 환원당 및 유리당 함량 변화

야생 복숭아를 사용한 절임 당의 종류 및 배합 비율에 따른 환원당 및 유리당 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 대조구인 PS-A구의 환원당 함량은 27.08%이었으며, 설탕과 올리고당의 첨가 비율에 따라 35.04 및 35.20%로 유사한 경향을 나타내었으나, 올리고당을 100% 사용한 PS-D구에서는 26.52%로 가장 낮은 환원당 함량을 나타내었다. 야생 복숭아를 사용한 당절임액의 유리당은 fructose, glucose 및 sucrose는 검출되었으나, maltose는 검출되지 않았다. 야생 복숭아 당절임에 함유되어 있는 유리당 함량 및 종류는 설탕 및 올리고당의 첨가 비율에 따라 차이를 나타내는 경향을 보였다. 예비실험 결과, 야생 복숭아에 함유되어 있는 유리당은 sucrose 3.96 g/100 g, glucose 32.21 g/100 g 및 fructose 3.74 g/100 g이었다. 설탕을 100% 사용한 PS-A구의 유리당은 sucrose 22.57 g/100 g, glucose 15.31 g/100 g 및 fructose 12.04 g/100 g으로 sucrose가 전체 유리당의 45.21%으로 가장 높게 나타내었다. 설탕의 첨가 비율이 낮아질수록 glucose 및 fructose는 비슷한 경향을 나타내고 있으나, sucrose의 함량은 낮아지는 경향을 보였다. 올리고당을 100% 사용한 PS-D구에서는 glucose 12.32 g/100 g 및 fructose 14.71 g/100 g이 검출되었으나 sucrose는 검출되지 않았다. Ko 등(2010)은 매실 당절임 제품의 표준화 방안 연구에서 매실 당절임의 유리당 함량은 3,129~4,144 mg%이며 이 중 sucrose 함량이 가장 높게 나타났다는 결과를 보고하였다. 본 연구에서 야생 복숭아 당절임액의 유리당 함량이 높게 나타낸 결과는 복숭아 과육의 유리당 함량이 매실보다 높기 때문으로 보여지며, 설탕과 대체당인 올리고당의 첨가 비율에 따라 sucrose 함량의 차이를 보이는 것으로 판단된다.

3.4. 야생 복숭아 당절임액의 유기산 함량 변화

야생 복숭아를 사용한 절임 당의 종류 및 배합 비율에 따른 유기산 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 주요 유기산은 citric acid, tartaric acid, malic acid, acetic acid이며, 예비실험 결과, 야생 복숭아에 함유되어 있는 유기산은 citric acid 71.35 g/100 g, tartaric acid 5.26 g/100 g이며, malic acid 및 acetic acid는 검출되지 않았다. 야생 복숭아를 사용한 당절임액의 유기산은 citric acid, tartaric acid 및 lactic acid는 검출되었으나, malic acid 및 acetic acid 는 검출되지 않았다. 대조구인 야생 복숭아와 설탕을 1:1 비율로 침지한 당절임액인 PS-A구의 유기산 함량은 citric acid 10.56 g/100 g, tartaric acid 64.14 g/100 g 및 lactic acid 133.73 g/100 g이었으며, 설탕과

Table 3. Reducing sugar and free sugar content of *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup

Item	Reducing sugar content (%)	Free sugar content (mg/100 g)				
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
PS-A[1)]	27.08±0.92[2)b3)]	12.04±0.04[c]	15.31±0.04[d]	22.57±0.23[a]	ND[4)]	49.92
PS-B	35.04±0.69[a]	13.83±0.06[b]	17.98±0.08[a]	7.90±0.02[b]	ND	39.71
PS-C	35.20±0.45[a]	13.83±0.56[b]	16.39±0.74[b]	5.11±0.13[c]	ND	35.33
PS-D	26.52±1.26[b]	14.71±0.02[a]	12.32±0.02[c]	ND	ND	27.03

1) PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%.
2) Values are mean±S.D. (n=3).
3) a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).
4) ND: not detected.

Table 4. Organic acid content of *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup

Item	Organic acid content (mg/100 g)				
	Citric acid	Tartaric acid	Lactic acid	Malic acid	Acetic acid
PS-A[1)]	10.56±0.24[2)d3)]	64.14±0.06[c]	133.73±0.26[c]	ND[4)]	ND
PS-B	25.77±0.23[c]	79.95±0.09[a]	142.00±2.18[b]	ND	ND
PS-C	30.09±0.01[b]	80.49±0.15[a]	110.05±0.06[d]	ND	ND
PS-D	32.90±0.08[a]	72.75±0.08[b]	156.15±0.98[a]	ND	ND

1) PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%.
2) Values are mean±S.D. (n=3).
3) a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).
4) ND: not detected.

올리고당의 첨가 비율에 따라 25.77, 79.95 및 142.00 g/100 g과 30.09, 80.49 및 110.05 g/100 g으로 유사한 경향을 나타내었으나, 올리고당을 100% 사용한 PS-D 구에서는 citric acid 32.90 g/100 g, tartaric acid 72.75 g/100 g 및 lactic acid 156.15 g/100 g으로 가장 높은 유기산 함량을 나타내었다. 또한 복숭아 당절임액 제조 과정 중 lactic acid가 생성되어 이에 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

3.5. 야생 복숭아 당절임액의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 변화

일반적으로 천연식물의 페놀성 화합물들은 단순한 phenol류, phenolic acid, phenylprophanoid류 및 flavonoid류 등이 대부분이며 항균, 항알러지, 항산화, 항암, 심장질환 및 당뇨병 예방 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Park, 2015). 이러한 페놀 화합물의 항산화 활성은 구조에 따라 차이가 있으며, 항산화 기작은 라디칼 소거 반응 시 전자의 이동으로 영향을 받는다고 보고한 바 있다(Kwon, 2015). 그리고, flavonoid의 생리활성 중 항산화 작용은 가장 주목 받는 것 중의 하나로 산화 스트레스에 의해서 과잉으로 생성된 활성산소 등의 자유라디칼의 생성을 억제시킴으로써 항산화 작용을 발휘하는 것으로 알려져 있다(Shon, Kim, Man, Park, & Sung, 2004).

야생 복숭아를 사용한 절임 당의 종류 및 배합 비율에 따른 총 페놀 함량을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 총 페놀 함량은 절임당의 종류에 따른 차이를 나타내었다. 설탕 첨가량에 따라 설탕만을 사용한 PS-A구는 8.17 mg GAE/mL, 설탕과 올리고당을 혼합한 PS-B, PS-C구는 9.40 및 8.88 mg GAE/mL, 올리고당만 사용한 PS-D구는 9.79 mg GAE/mL로 가장 높은 함량을 나타내었다.

야생 복숭아 당절임액의 총 플라보노이드 함량을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 야생 복숭아 당절임액의 총 플라보노이드 함량은 설탕만을 사용한 PS-A구는 6.92 mg CE/mL, 설탕과 올리고당을 혼합한 PS-B 및 PS-C구는 5.46 및 7.62 mg CE/mL, 올리고당만 사용한 PS-D구는 8.21 mg CE/mL로 올리고당만으로 배합한 PS-D구에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 절임당의 종류에 따른 차이를 나타내었으며, 총 페놀 함량과 유사한 경향을 보였다.

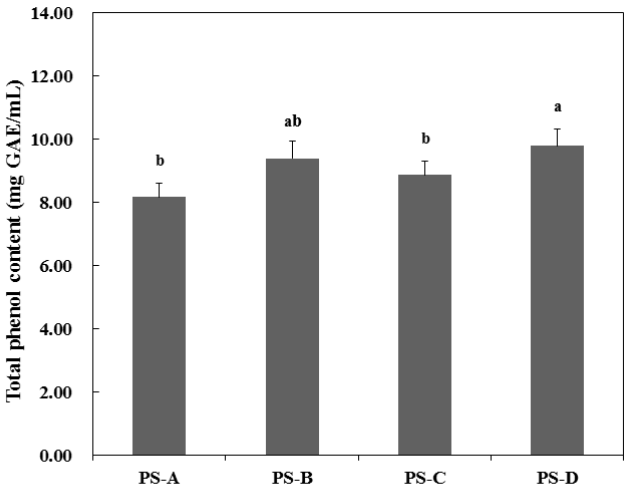

Fig. 1. Total phenol content of *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup.

PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%. Values are mean±S.D. (n=3). Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

3.6. 야생 복숭아 당절임액의 DPPH 및 ABTS radical scavenging activity 변화

일반적으로 전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 인체의 노화 억제 작용과 식품 중의 지방질 산화를 억

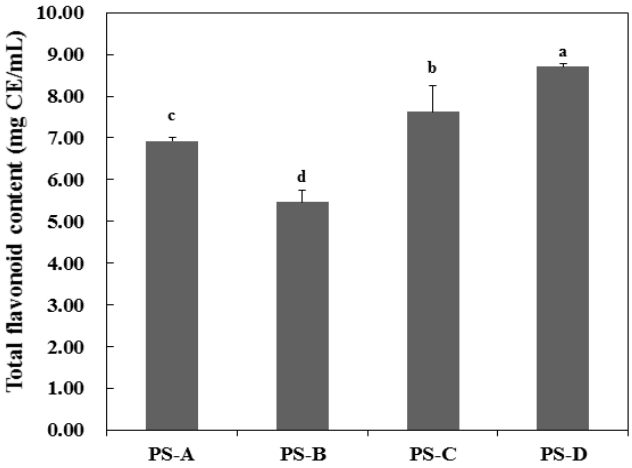

Fig. 2. Total flavonoid content of *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup.

PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%. Values are mean±S.D. (n=3). Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

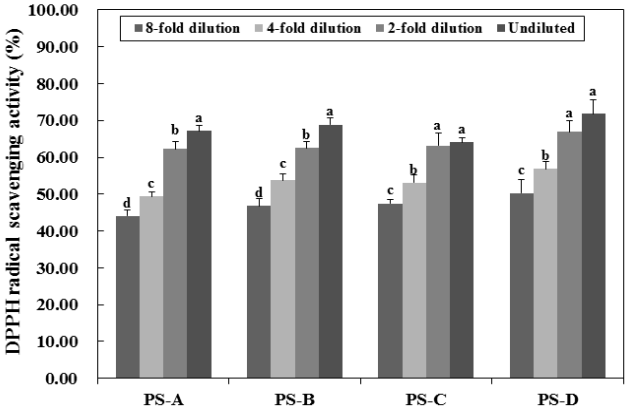

Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of P. persica Batsch var. *davidiana* Max syrup.

PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%. Values are mean±S.D. (n=3). Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

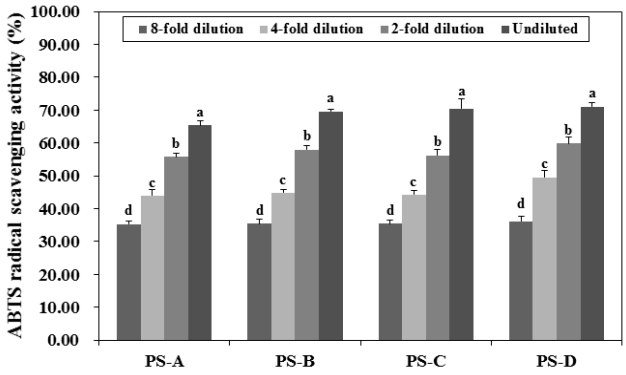

Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup.

PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%. Values are mean±S.D. (n=3). Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

제시키는 척도로 사용되고 있으며(Shon, Seo, Kim, & Sung, 2001), DPPH의 분자 내 라디칼은 다른 유리라디칼과 결합하여 안정한 화합물을 만들기 때문에 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 라디칼이 소거되어 짙은 자색이 감소된다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 이러한 특성을 이용하여 항산화 능력을 측정하는 방법(Sohn, Shin, & Kim, 2010)으로써 대부분 식물에서 유래된 항산화 물질들은 phenol류 및 flavonoid 계통의 화합물임이 보고되어 있다(Fridovich, 1978).

야생 복숭아를 사용한 절임 당의 종류 및 배합 비율에 따른 DPPH radical 소거 활성을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 야생 복숭아 당절임액의 DPPH radical 소거 활성은 절임당의 종류와 희석 비율에 따라 차이를 나타내었다. 대조구인 PS-A구는 8배 희석일 때 44.04%, 4배 희석일 때 49.33%, 2배 희석일 때 62.22% 및 원액일 때 67.14%를 나타내었으며, 설탕과 올리고당의 첨가 비율에 따른 PS-B구는 46.86%, 53.72%, 62.57 및 68.87%와 PS-C구는 47.43, 53.08, 63.18 및 64.05%로 희석 배율에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 올리고당을 100% 사용한 PS-D 구에서는 54.22, 59.83, 76.94 및 77.81%로 나타내었다. 이러한 결과를 종합해볼 때 농도 유의적으로 항산화 활성이 높아지는 경향을 나타내었고, 증류수에 희석하지 않은 상태인 원액 상태에서 야생 복숭아 당절임액의 DPPH radical 소거 활성은 64~78%로 비교적 높은 항산화 활성을 나타내어 기능성 식품으로의 역할을 할 수 있으리라 기대된다.

야생 복숭아를 사용한 절임 당의 종류 및 배합 비율에 따른 ABTS radical 소거 활성을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 야생 복숭아 당절임액의 ABTS radical 소거 활성은 절임당의 종류에 따라 차이를 나타내었다. 대조구인 PS-A구는 8배 희석일 때 35.30%, 4배 희석일 때 43.96%, 2배 희석일 때 55.76% 및 원액일 때 65.38%를 나타내었으며, 설탕과 올리고당의 첨가 비율에 따른 PS-B구는 35.50%, 44.82%, 58.03 및 69.57%와 PS-C구 35.36, 44.23, 56.23 및 70.52%로 희석 비율에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 올리고당을 100% 사용한 PS-D구에서는 36.16, 49.57, 59.91 및 71.06%로 나타내었다. 이러한 결과는 총 페놀 함량의 결과와 유사하게 나타났으며, 원액 기준 65~71%의 소거 활성이 있는 것으로 확인하였다. 이상의 결과로 항산화 활성이 증가하면 총 페

Table 5. Sensory evaluation scores in *P. persica* Batsch var. *davidiana* Max syrup

Item	Taste (sweetness)	Odor	Color	Overall preference
PS-A[1)]	3.22±0.95[2)b3)]	4.06±1.34[NS4)]	3.56±0.93[b]	3.69±1.10[b]
PS-B	5.63±1.54[a]	3.94±0.90[NS]	4.56±1.27[a]	5.38±1.73[a]
PS-C	5.19±1.05[a]	4.13±1.11[NS]	5.19±0.81[a]	5.07±0.81[a]
PS-D	3.16±1.25[b]	3.63±1.62[NS]	5.19±0.95[a]	3.31±0.68[b]

1) PS-A: mixing ratio of sugar 100%, PS-B: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=60:40, PS-C: mixing ratio of sugar and oligosaccharide=40:60, PS-D: mixing ratio of oligosaccharide 100%.
2) Values are mean±S.D. (n=3).
3) a~d Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).
4) NS: not significant.

놀 및 플라보노이드 함량이 증가하는 것으로 볼 수 있다고 Kim, Kim과 Yook(2009)이 보고한 바와 같이, 야생 복숭아를 이용하여 당절임액을 제조함에 있어 설탕과 올리고당을 적절히 배합하여 이용함으로써 높은 항산화성 유지가 가능할 것으로 사료된다.

3.7. 야생 복숭아 당절임의 관능평가

야생 복숭아를 사용한 절임 당의 종류 및 배합 비율에 따른 관능평가를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 야생 복숭아 당절임액의 맛은 설탕과 올리고당의 6:4로 배합한 PS-B구와 4:6의 배합인 PS-C구가 높았고, 향은 처리 간의 차이가 없었으며, 색은 다른 처리에 비해 10:0 비율로 설탕만 처리한 PS-A구가 3.56으로 기호도가 가장 낮았고, 종합적인 기호도에서는 PS-B구와 PS-C구가 가장 높게 나타내었다. 이상의 결과로써 당절임액 제조 시 설탕과 대체당인 올리고당을 함께 사용하면 효과적인 것으로 사료된다.

4. 결론 및 시사점

본 연구는 설탕과 올리고당의 배합비를 달리하여 제조한 당절임 야생 복숭아의 품질 특성을 조사하기 위하여 설탕과 올리고당의 비율을 각각 100:0, 60:40, 40:60, 0:100의 처리구로 나누어서 pH, 당도, 산도, 색도, 환원당, 유리당, 유기산 및 항산화 효과(총 페놀 및 총 플라보노이드 함량, ABTS 및 DPPH radical 소거활성)를 측정하였다. 연구 결과 올리고당을 100% 활용한 실험구에서 대체적으로 높은 항산화 활성과 산도 및 낮은 당 함량을 나타내었다. 반면, 관능평가의 결과에서는 올리고당의 낮은 감미를 높은 감미의 설탕과 적절히 배합시킨 PS-B와 PS-C군의 만족도가 가장 높은 결과를 보였다. 또한, 설탕만을 사용한 처리구에 비해 높은 총산도 및 낮은 pH가 나타나 추후 각 처리구에 대한 저장성 연구가 필요하다고 사료된다. 이에 따라 설탕과 올리고당의 적절한 배합(설탕:올리고당=40:60, w/w)으로 설탕만을 사용하여 제조한 당절임액에 비해 낮은 당함량과 높은 항산화 효과 및 관능적 만족도를 얻을 수 있었다. 이는 저당화에 의한 당뇨, 비만의 예방과 높은 항산화 활성으로 기능성 식품으로의 방향을 제시할 수 있다고 사료된다. 따라서, 보구력이 약한 야생 복숭아를 설탕 및 올리고당의 적절한 배합을 통하여 당절임액을 제조함에 있어 품질 향상과 고부가가치의 산업으로의 방향을 제시할 수 있을 것이라고 기대한다.

REFERENCES

An, K. H. (1980). *Do-Hae-Go-Keum-Han-Bang-Chong-Ram*. Seoul, Korea: Seowondang Publishing.

Back, S. Y., Kim, H. K., Jung, S. K., & Do, J. R. (2014). Effects of alginate oligosaccharide on lipid metabolism in mice fed a high cholesterol diet. *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition, 43*(4), 491-497.

Block, G., Patterson, B., & Subar, A. (1992). Fruit, vegetable, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutritio*n *& Cancer*, *18*, 1-29.

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, *181*, 1199-1200.

Dubois, M. K., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Roberts, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, *28*, 350-356.

Fridovich, I. (1978). The biology of oxygen radicals. *Science, 201*(4359), 875-880.

Kim, D. W., & Kim, Y. H. (2003). Quality characteristics of bread added *Monascus anka* powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, *9*, 39-50.

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 & Nutrition, 17*(3), 328-336.

Kim, J. R., Yook, C., Kwon, H. K., Hong, S. Y., Park, C. K., & Park, K. H. (1995). Physical and physiological properties of isomaltooligosaccharides and fructooligosaccharides. *Korean Journal of Food Science & Technology, 27*(2), 170-175.

Kim, M. H., Kim, S. M., & Kim, M. R. (2010). Quality characteristics and antioxidant activities of black garlic jam prepared with fructooligosaccharide. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life, 20*(6), 916-922.

Kim, M. S., Kim, K. H., & Yook, H. S. (2009). The effects of gamma irradiation on the microbiological, physicochemical and sensory quality of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv Dangeumdo). *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition*, *38*, 364-371.

Kim, M. Y., & Chun, S. S. (2000). The effects of fructo-oligosaccharide on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean Society of Food & Cookery Science, 16*(6), 530-537.

Ko, E. S. (2015). *The Standardization of manufacturing process for omija-cheng, as a concentrated extracts from sugar-treated Omija (Schizandra chinensis)* (Master's thesis). Wonkwang University.

Ko, Y. J., Lee, H. H., Kim, E. J., Kim, H. H., Son, Y. H., Kim, J. Y., & Ryu, C. H. (2010). A study on the standardization of sugar-preserved *Prunus mume* manufactured in ha-dong. *Journal of Life Science*, *20*, 424-429.

Kwon, E. Y. (2015). *Development and quality characteristic of blueberry jam on the types oligosaccharide* (Master's thesis). Sejong University.

Lee, J. K., Jo, H. J., 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 & Technology*, *45*, 619-627.

Lee, K. A., Lee, Y. J., & Ly, S. Y. (2001). Effects of isomaltooligosaccharides on the *Yackwa* quality. *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition, 30*(2), 261-265.

Na, Y. M., Lee, Y. J., & Chun, S. S. (2012). Quality characteristics of tomato jam added with fructo-oligosaccharide. *Journal of The Korean Society of Food Science & Nutrition, 41*(2), 227-232.

Park, H. S. (2010). Characteristics of peach wine with different commercial yeast strains. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 20.

Park, J. H. (2015). *Studies on antibacterial effects of sugar extracts of lotus leaf and lotus root* (Master's thesis). Yeungnam University.

Park, J. H., Lee, K. W., Sung, K. S., Kim, S. S., Cho, K. D., Lee, B. H., & Han, C. K. (2012). Effect of diets with Job's tears and *Cudrania tricuspidata* leaf mixed-powder supplements on body fat and serum lipid levels in rats fed a high-fat diet. *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition, 41*(7), 943-949.

Park, S. H. (2010). Physicochemical property and antioxidant activity of wild grape (*Vitis coignetiea*) juice. *Culinary Science & Hospitality Research*, *16*, 297-304.

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 & Medicine*, *26*, 1231-1237.

Shin, G, G. (1973). *Shin's Bon-Cho-Hak*. Gyeonggi-do, Korea: Soomoonsa Publishing.

Shon, M. Y., Kim, S. H., Nam, S. H., Park, S. K., & Sung, N. J. (2004). Antioxidant activity of Korean green and fermented tea extracts. *Journal of Life Science*, *14*, 920-924.

Shon, M. Y., Seo, J. K., Kim, H. J., & Sung, N. J. (2001). Chemical compositions and physiological activities of *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 30*(4), 717-720.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, *299*, 152-178.

Sohn, H. Y., Shin, Y. K., & Kim, J. S. (2010). Anti-proliferative activities of solid-state fermented medicinal herbs using *Phellinus baumii* against human colorectal HCT116 cell. *Journal of Life Science*, *20*, 1268-1275.

Song, I. S., Lee, K. M., & Kim, M. R. (2004). Quality characteristics of pumpkin jam when sucrose was replaced with oligosaccharides during storage. *Korean Society of Food & Cookery Science, 20*(3).

Song, J. H., Son, M., & Kim, M. H. (1992). Comparison of the cell wall components and polygalacturonase activity in peach types. *The Korean Journal of Food & Nutrition, 5*(2), 111-115.

Spencer, M. D., Pangborn, R. M., & Jennings, W. G. (1978). Gas chromatographic and sensory analysis of volatiles from cling peaches. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, *26*, 725-732.

Yi, T. G., Park, Y, Kim, H. J., Hong, S. J., Kang, Y. H., & Park, N. I. (2017). Physicochemical properties of blueberry syrup prepared with fructooligosaccharide. *Korean Journal of Food Preservation, 24*(5), 585-592.

Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, *64*, 555-559.

2017년 10월 13일 접 수
2017년 11월 14일 1차 논문수정
2017년 12월 08일 2차 논문수정
2017년 12월 15일 논문 게재확정