

## Physicochemical properties of blueberry syrup prepared with fructooligosaccharide

Tae Gyu Yi<sup>1</sup>, Yeri Park<sup>1</sup>, Hyo Jin Kim<sup>2</sup>, Sae Jin Hong<sup>1</sup>, Yoon-Han Kang<sup>2</sup>,  
Nam Il Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

### 프락토올리고당 첨가 블루베리청의 이화학적 품질 특성에 관한 연구

이태규<sup>1</sup> · 박예리<sup>1</sup> · 김효진<sup>2</sup> · 홍세진<sup>1</sup> · 강윤한<sup>2</sup> · 박남일<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강릉원주대학교 식물생명과학과, <sup>2</sup>강릉원주대학교 식품가공유통학과

#### Abstract

The purpose of this study was to prepare blueberry syrup (*cheung*) using fructooligosaccharide instead of the traditionally used sucrose. The sugar content, pH, and colorimetric values were measured to evaluate the quality of the prepared syrup, and the antioxidant activity and phenolic compound content were determined to assess the physiological activity of the syrup. The  $L^*$  value (lightness), pH, and color were high in syrups containing a high proportion of fructooligosaccharide. The  $a^*$  value (redness) was high in syrups subjected to heat treatment, and the  $b^*$  value (yellowness) tended to be the opposite of the  $L^*$  value. Moreover, syrups containing heat-treated fructooligosaccharide showed higher polyphenol, flavonoid, and anthocyanin contents than the unheated syrups did. The antioxidant activity of the blueberry *cheung* depended on the content of phenolic compounds. The highest value was obtained in the *cheung* prepared using a heat-treated 1:1 mixture of blended raw blueberry and fructooligosaccharide (S2). These findings suggest that our familiarity with the taste of the sweetener used influences our taste preference. It is therefore necessary to study other newly developed sweeteners apart from fructooligosaccharide to find a suitable alternative to sucrose.

**Key words** : blueberry, syrup, fructooligosaccharide, physicochemical properties, antioxidant activity

#### 서 론

블루베리 (*Vaccinium corymbosum*)는 과색이 푸른색으로 안토시아닌 색소를 풍부하게 함유하고 있다(1). 또한 생리활성 물질인 플라보노이드(flavonoids) 및 페놀성 화합물(phenolic compounds) 등의 물질들이 다량 함유되어 있어 항산화 효과가 뛰어나고 노화 방지 효능(2-4)과 항당뇨(5), 항균효과 및 항암 작용(6) 등이 있다고 보고된바 있다. 블루

베리의 효과와 유용성이 알려지면서 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며(7), 가공식품으로는 잼이나 청 같은 제과의 첨가물(8)이 대표적이다. 현대인들의 식생활이 점차 서구화되어 가면서 잼이나 청과 같은 식품 첨가물에 대한 관심도 높아지고 있는 실정이다. 한국에 거주하는 430명의 소비자를 설문조사한 결과, 응답자의 38%가 일주일에 한 번 가공 식품을 구입했으며, 30%는 일주일에 두 번 이상 구입한다고 답하였고 식품의 방부제, 착색제 및 인공 감미료에 대해 우려를 표명했다(9).

블루베리 가공식품 제조에 사용하고 있는 당분은 대부분 설탕으로 이는 단맛이 강하고 고농도로 사용함으로써 방부성을 증가시켜 저장성을 높여주는 효과가 있지만 현대인의 지나친 당 섭취로 인하여 비만의 문제가 발생하고 있다(10). 당은 우리 몸에 반드시 필요한 영양소이지만, 고열량 당의

\*Corresponding author. E-mail : nipark@gwnu.ac.kr

Phone : 82-33-640-2354, Fax : 82-33-640-2909

Received 1 August 2017; Revised 16 August 2017; Accepted 25 August 2017.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

과다섭취는 비만(11)이나 당뇨(12), 치아질환 등을 일으킬 수 있다(13). 이를 위해 설탕을 대체하여 사용할 수 있는 새로운 당분이 주목을 받고 있다. 올리고당은 설탕에서 발생하는 비만, 당뇨병, 치아질환 등의 문제점을 보완할 수 있도록 개발되었으며(14), 그 종류로는 설탕으로부터 전이 효소반응에 의해 생산되는 프락토올리고당, 유당에 전이효소를 작용시켜 만든 갈락토올리고당, 전분에 여러 종류의 가수분해 효소들을 작용시켜 생산하는 이소말토올리고당, 대두로부터 추출된 대두올리고당 등이 있다(15,16). 그 중 프락토올리고당은 대장에서 미생물을 위한 기질로 작용하여 위와 장의 건강을 증진시킨다고 보고된 바 있으며(17), 프락토올리고당을 하루 8 g씩 4주간 건강한 20대 남자에게 섭취시킨 결과, 대변의 pH가 감소하고 장내 유익균이 증가함을 확인하였다는 결과(18)도 보고된 바 있다.

본 연구에서는 한국의 대표적인 블루베리 가공식품중 하나인 블루베리청의 제조 공정에 기존에 사용되었던 고열량 당분인 설탕을 대체하여 프락토올리고당을 활용하고, 기존 제품 이상의 맛과 품질을 유지하면서 소비자들의 건강에는 유용한 가공식품의 제조법을 모색하고자 하였다. 이를 위해 최적의 배합조건과 제조 공정을 모색하고, 추가적으로 생리활성 실험들을 통한 항산화활성 검증을 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험 재료

본 연구에 사용된 블루베리는 강원블루베리영농조합에서 판매되는 생과형태와 냉동형태를 2016년 7월부터 8월 사이에 구매하였고, 설탕과 프락토올리고당은 삼양사(Samyang Co., Ltd., Seoul, Korea) 제품을 사용하였고, 그리고 분석에 이용되는 모든 용매 및 표준물질은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구매하였다.

#### 전처리 방법과 블루베리청의 제조

블루베리청 샘플은 배합비율에 따라 처리한 블루베리 일정량에 당류를 넣어 잘 혼합한 후 밀봉하여 일정 시간 정치하여 제조하였다. 재래의 청 제조는 당 절입 방법으로 당분화 과정의 시간과 여러 차례의 농축되는 시간을 생과의 혼합으로 간소화 하였다(Table 1). 조합은 10가지로 나누어 S1-S10 샘플로 제조하였으며, 냉동 블루베리와 신선블루베리에 조분쇄 및 열처리의 유무 차이와 설탕과 프락토올리고당의 배합 비율에 차이를 두었다(Table 2).

#### 당도 측정

시료들을 증류수로 10배 희석하여 균질기(Ultra-turrax® T25 basic, IKA, Germany)와 막자사발을 이용하여 균질화하고, 원심분리기(LaboGene 1730R, Gyrozen. Co., Ltd., Daejeon, Korea) 13,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 당도계(pal-1, Atago. Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 6회 반복 측정하고, °Brix 단위로 표시하였다.

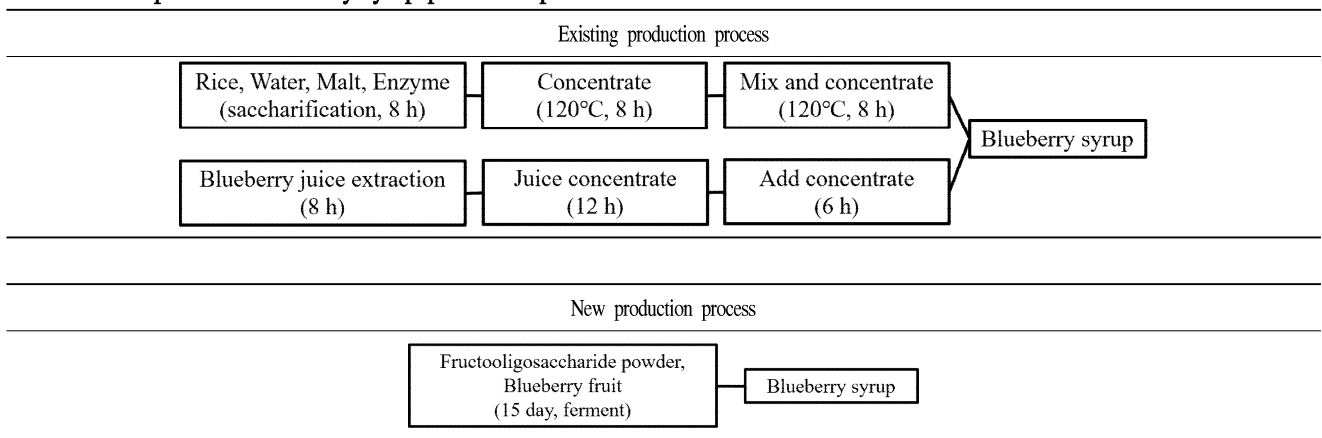
#### pH 측정

시료들을 증류수로 10배 희석하여 균질기와 막자사발로 균질화하고, 13,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 pH/Ion meters(S220 SevenCompact™, Mettler-Toledo. Co., Ltd., Zurich, Switzerland)로 6회 반복하여 측정 한 뒤 평균으로 나타내었다.

#### 색도 측정

색차계(CR400, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L\*), 적색도(a\*), 황색도(b\*)를 3회 반복하여 측정 한 후 평균값을 이용하였으며, 이 때 사용된 표준색판은 L\*=97.56 a\*=+0.03 b\*=+1.56이었다.

Table 1. Comparison of blueberry syrup production process



**Table 2. Manufacturing method of blueberry syrup sample**

Sample	Fruit treatment	Sweetener	Compounding ratio
S1	Pulverized <sup>1)</sup>	Fructooligosaccharide	1 : 1
S2	Pulverized	Fructooligosaccharide (heating)	1 : 1
S3	-	Fructooligosaccharide	1 : 1
S4	Freeze pulverized <sup>2)</sup>	Fructooligosaccharide	1 : 1
S5	Freeze pulverized	Fructooligosaccharide (heating)	1 : 1
S6	Freeze	Fructooligosaccharide	1 : 1
S7	Freeze pulverized	Fructooligosaccharide	0.5 : 1
S8	Freeze pulverized	Fructooligosaccharide	1 : 0.5
S9	Pulverized	Sugar	1 : 1
S10	Freeze pulverized	Sugar+Fructooligosaccharide	1 : 0.7 : 0.3

<sup>1)</sup>Pulverized fruits that have been pulverized immediately after harvest without going through low temperature warehouses.

<sup>2)</sup>Freeze pulverized is a pulverized fruit that has been in a low temperature warehouse for more than 24 h.

### 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정

본 실험에 사용된 블루베리청 샘플 10종류를 증류수로 농도 400 mg/mL 가 되도록 희석한 뒤, 13,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상등액을 취하여 샘플로 사용하였다.

폴리페놀 화합물 및 플라보노이드 함량은 추출물에 대한 총 폴리페놀 화합물 함량은 Anesini 등(19)의 방법을 변형하여 수행하였다. Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 원리로 분석하였다. 추출물은 200 mg/mL, 300 mg/mL로 희석한 후 각 추출물 100 µL에 Folin-Ciocalteu reagent 50 µL를 가한 후 3분간 방치하여 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 300 µL를 가하였다. 15분 후 distilled water(DW) 1,000 µL를 첨가한 후 원심분리 하여 상등액을 96 well plate로 옮겼다. 반응액은 흡광기(MultiskanTM FC Microplate Photometer, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)로 측정하였으며, 흡광도 값은 738 nm에서 측정하였다. 표준물질인 gallic acid를 사용하여 검량 선을 작성하였다. 회귀 식은  $y=0.0047x(R^2=1)$ 로 나타났으며, mg GAE/g(dry basis)로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량은 Re 등(20)의 방법을 변형하여 수행하였다. 추출물을 200 mg/mL, 300 mg/mL, 400 mg/mL로 희석한 뒤 각 추출물 500 µL에 10% aluminium nitrate 100 µL와 1 M potassium acetate 100 µL를 가한 후 40분간 반응시킨다. 반응액은 96 well plate로 옮겨 흡광도 값 405 nm에서 측정하였다. 표준물질인 quercetin을 사용하여 검량 선을 작성하였다. 회귀식은  $y=0.0125x(R^2=0.9996)$ 로 나타났으며, mg QE/g(dry basis)으로 나타내었다.

### DPPH 항산화능 측정

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼의 소거활성은 Blois(21)의 방법을 변형하여 수행하였다. 10 mg/mL, 20 mg/mL, 30 mg/mL 으로 희석된 각 추출물 100 µL에

0.15 mM DPPH 용액(99.9% ethanol에 용해) 100 µL을 첨가한 후 519 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였으며, 표준물질로서 ascorbic acid를 사용하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 전자 공여능으로 계산하여 IC<sub>50</sub> 값으로 나타내었다. IC<sub>50</sub> 값은 첨가한 DPPH 라디칼의 50%를 소거하는 추출물의 농도를 의미한다.

### Anthocyanin 함량 측정

Anthocyanin 함량 측정을 위해 pH differential method를 사용하였다(22). 추출물에 대한 anthocyanin 함량 측정을 위해 0.1 g의 시료를 0.1% HCl in MeOH 16 mL와 섞어 제조한 추출물을 원심 분리하여 상등액 1 mL을 획득하였고 0.1% HCl in MeOH 4 mL에 혼합하여 샘플을 만들었다. 샘플을 1 mL씩 두 그룹으로 나누어 하나는 샘플 1 mL과 0.025 M potassium chloride(pH 1.0) 용액 4 mL을 혼합한 용액 A로, 나머지 하나는 샘플 1 mL과 0.4 M sodium acetate(pH 4.5) 4 mL을 혼합한 용액 A'으로 만들어 A, A' 샘플을 spectrophotometer(SPECORD® 40, Analytik Jena AG, Jena, Germany) 로 520 nm, 700 nm의 필터를 이용하여 각각 분석하였다. 표준물질로는 DW를 이용하였다.

### 통계처리

통계분석은 SAS software(SAS Version 9.1, Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)하였고, 각 측정 평균 값의 유의성은 p<0.05 수준으로 Duncan's multiple range test 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 당도

본 실험에 사용된 블루베리 자체의 당도는 9 °Brix이며,

설탕 또는 프락토올리고당을 비율에 따라 다르게 첨가하였다. Cho 등(23)에 따르면 국내에서 재배된 20종의 블루베리 과실의 당도를 각각 측정한 결과 7-12 °Brix의 분포를 나타낸다고 보고하였다. 제조한 블루베리청의 당도는 Fig. 1에 나타났다. 설탕을 첨가하여 제조한 블루베리청인 S9 샘플의 당도는 6.19 °Brix를 나타냈고, 프락토올리고당을 첨가하여 제조한 청 중에서 S7 샘플의 경우는 다른 샘플에 비해 당도가 높게 나타났다. S7 샘플은 조분쇄 냉동 블루베리와 프락토올리고당이 0.5:1 비율로 제조된 샘플로 다른 청들에 비해 당류가 블루베리 대비 더 많은 양이 첨가되어 당도가 가장 높게 나온 것으로 사료된다. 반대로 당도가 가장 낮은 S8 샘플의 경우에는 조분쇄 냉동 블루베리와 프락토올리고당 분말이 1:0.5 비율로 제조된 샘플로 다른 청들에 비해 당류가 블루베리 대비 더 적은 양이 첨가되어 당도가 가장 낮게 나온 것으로 사료된다. 나머지 샘플들 간의 유의적인 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 이는 Na 등(24)의 프락토올리고당을 첨가한 토마토 잼의 품질특성의 연구 결과에 따르면 프락토올리고당을 첨가할수록 당도가 감소하는 경향에 대해 상이한 결과를 나타남을 알 수 있다. 이러한 차이가 나타나는 이유는 본 실험에서는 과실과 프락토올리고당의 비율의 차이를 두었고, 토마토 잼 실험에서는 프락토올리고당과 설탕의 비율에 차이를 두었다. 따라서 토마토 잼 실험에서는 프락토올리고당의 양을 줄어든 만큼 프락토올리고당보다 당도가 높은 설탕의 양이 늘어났기 때문으로 사료된다.

### pH

본 실험에 사용된 블루베리 자체의 pH는 2.7이며, 설탕 또는 프락토올리고당을 비율에 따라 다르게 첨가하였다. Moon 등(25)의 생산지에 따라 국내산 블루베리가 4.49, 미국산 블루베리는 3.46의 결과 보다는 다소 낮게 나타났다.

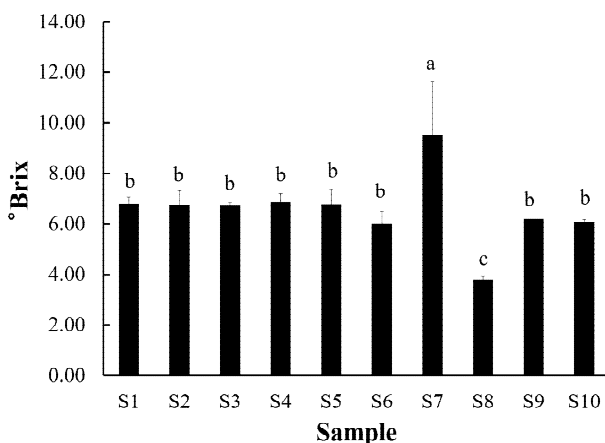


Fig. 1. Sugar contents of blueberry syrups produced by different methods.

Values in a row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ), mean $\pm$ SD (n=9).

제조한 블루베리청의 pH 결과는 Fig. 2에 나타났다. 설탕을 첨가하여 제조한 블루베리청인 S9 샘플의 pH는 3.22를 나타내었고, 프락토올리고당을 첨가하여 제조한 청의 pH는 3.14-3.4로 나타났으며, 조분쇄 냉동 블루베리와 프락토올리고당 분말 배합 비율(0.5:1)을 갖는 S7 샘플이 가장 높은 pH를 보였다. 이는 산도가 높은 과실의 양이 적고 당의 배합 비중이 높아져 산도가 낮아진 것으로 사료된다. 프락토올리고당의 다른 연구에 따르면 프락토올리고당을 첨가한 사과잼의 경우 대조군의 pH가 3.42로 가장 낮았고 프락토올리고당의 첨가비율에 따라 pH가 증가하는 현상이 나타났다는 결과와 비슷한 경향을 나타냈다(26). 이 또한 당의 배합 비중이 올라감에 따라 생과와 비중이 상대적으로 낮아지면서 나타난 결과로 사료되며, 나머지 샘플 간에도 유의적인 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ).

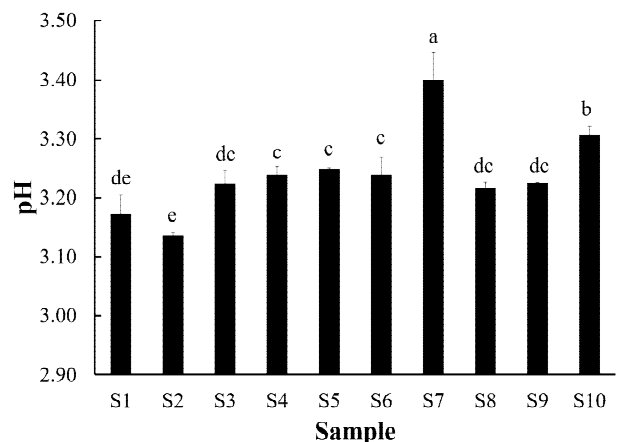


Fig. 2. pH of blueberry syrups produced by different methods.

Values in a row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ), mean $\pm$ SD (n=9).

### 색도

블루베리 청의 당류 및 농도 배합별 색도 측정 결과는 Table 3에 나타났다. 명도를 나타내는  $L^*$  값은 프락토올리고당의 배합 비율이 높은 S7 샘플에서 28.22로 가장 높게 나타났다. Kim과 Chun(27)의 프락토올리고당 첨가 비율이 증가함에 따라 딸기잼의 명도인  $L$  값이 증가하는 유사한 결과를 나타내었다. 반면 황색도를 나타내는  $b^*$  값에서는 프락토올리고당의 배합 비율이 낮은 S8 샘플에서 1.86으로 가장 높게 나타났으며, S7 샘플은 0.25로 가장 낮게 나타났다. 적색도를 나타내는  $a^*$  값은 열처리를 한 S5 샘플과 S2 샘플에서 각각 17.56, 15.99로 높게 나타났다.

### 총 폴리페놀

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 항산화, 항균생물의 활성 등의 생리활성 효과를 가진다(28,29). 주로 과실과 영양체 부분에 존재하며 초식동물과 해충류에 대한 방어기능을 수행하는 것으로

알려져 있다(30). 본 실험에서는 정확한 함량 비교를 위하여 추출물을 200 mg/mL와 300 mg/mL로 희석하여 비교하였으며, 총 페놀성 물질 함량 결과는 Fig. 3에 나타냈다.

샘플 중 S2 샘플과 S5 샘플에서 높게 나타났으며, 모두 열처리 한 샘플이다. 이들이 샘플들 중 총 페놀성 물질 함량이 가장 많은 이유는 열처리 과정에 의한 메일라드형 갈색 반응을 예로 들 수 있다. 메일라드형 갈색 반응은 식품의 가열 중 보편적으로 일어나는 반응으로, 반응 생성물들은 향미나 기능성에 영향을 줄 뿐 아니라 항산화제로 작용한다는 연구 보고들이 있다(31). 메일라드 반응 시에는 환원성 물질인 reductone들이 다량으로 만들어질 뿐만 아니라 메일

라드 반응의 최종 생성물인 melanoidin도 항산화 효과가 입증된 바도 있다(32).

**총 플라보노이드**

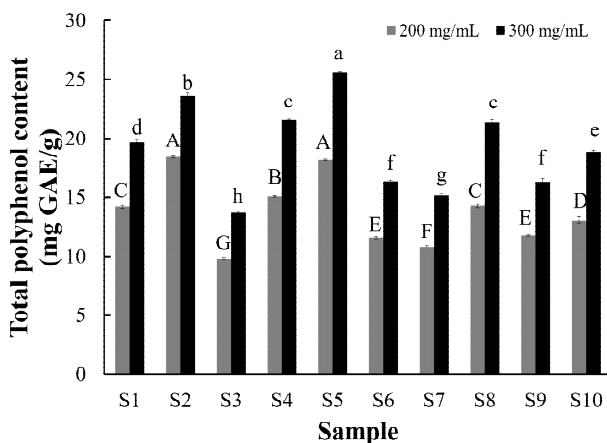
플라보노이드는 자연계에 널리 색소화합물로 다양한 항산화 활성을 갖고 있다(33). 본 실험에서는 정확한 함량 비교를 위하여 추출물을 200 mg/mL, 300 mg/mL로 희석하여 비교하였으며, 총 플라보노이드 물질 함량 결과는 Fig. 4에 나타냈다.

전반적으로 조분쇄를 한 샘플에서 높은 함량이 나타났으며, 냉동과를 사용한 샘플보다 생과를 사용한 샘플이 더 높은 결과가 나타났다. 하지만 S5 샘플의 결과를 보면 냉동과를 사용하였음에도 높은 플라보노이드 함량을 나타낸 것을 볼 수 있는데, 이러한 생리활성의 증가는 열처리 공정으로 인한 갈변반응에 의한 것으로 보고된 바 있다(34).

**Table 3. Color of blueberry syrups produced by different methods**

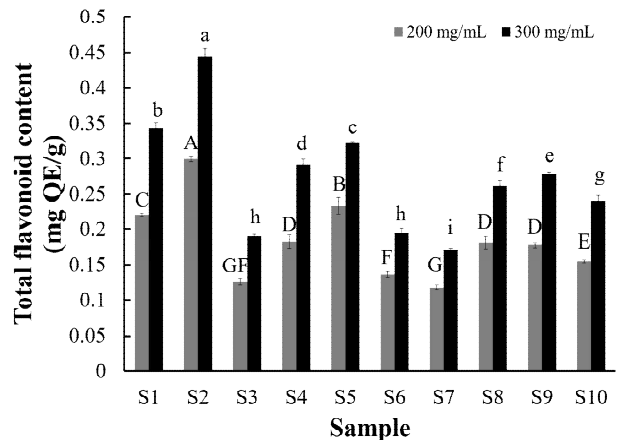
Sample	L*	a*	b*
S1	27.05±0.01 <sup>D1)</sup>	10.28±0.06 <sup>e2)</sup>	0.66±0.01 <sup>F3)</sup>
S2	22.43±0.02 <sup>I</sup>	15.99±0.04 <sup>b</sup>	0.52±0.04 <sup>H</sup>
S3	27.29±0.29 <sup>C</sup>	8.15±0.22 <sup>h</sup>	0.67±0.04 <sup>F</sup>
S4	26.27±0.07 <sup>E</sup>	10.7±0.1 <sup>d</sup>	0.74±0.03 <sup>E</sup>
S5	18.03±0.06 <sup>J</sup>	17.56±0.12 <sup>a</sup>	1.37±0.03 <sup>C</sup>
S6	24.32±0.14 <sup>G</sup>	10.69±0.09 <sup>d</sup>	1.72±0.02 <sup>B</sup>
S7	28.22±0.16 <sup>A</sup>	8.36±0.18 <sup>g</sup>	0.25±0.01 <sup>I</sup>
S8	23.72±0.06 <sup>H</sup>	11.68±0.13 <sup>c</sup>	1.86±0.02 <sup>A</sup>
S9	27.54±0.06 <sup>B</sup>	9.96±0.08 <sup>f</sup>	0.56±0.01 <sup>G</sup>
S10	24.95±0.06 <sup>F</sup>	10.6±0.08 <sup>d</sup>	0.82±0.01 <sup>D</sup>

<sup>1)</sup>L\* values means lightness, values in a row with uppercase letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9).  
<sup>2)</sup>a\* values means redness, values in a row with lowercase letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9).  
<sup>3)</sup>b\* values means yellowness, values in a row with uppercase-italic letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9).



**Fig. 3. Total polyphenol contents of blueberry syrups produced by different methods.**

Uppercase letters mean the value of 200 mg/mL, values in a row with different letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9). Lowercase letters mean the value of 300 mg/mL, values in a row with different letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9).



**Fig. 4. Total flavonoid contents of blueberry syrups produced by different methods.**

Uppercase letters mean the value of 200 mg/mL, values in a row with different letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9). Lowercase letters mean the value of 300 mg/mL, values in a row with different letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9).

**DPPH 항산화능**

DPPH법은 짙은 자색을 띠는 자유 라디칼로서 cysteine, glutathione 등의 황 함유 아미노산과 ascorbic acid, BHA, tocopherol 및 방향족 아민류 등의 항산화물질에 의해 환원되어 노란색으로 탈색되는 성질을 이용한 항산화력 측정법이다(35). 본 실험의 DPPH 라디칼 소거능 결과는 Table 4에 나타냈다. IC<sub>50</sub> 값에서 항산화능을 비교한 결과, 조분쇄의 유무에 따른 차이가 나타나는 것으로 사료된다. Shin 등(36)의 건조 온도에 따른 블루베리의 품질변화 및 항산화 특성의 연구결과에 따르면 온도가 높을수록 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성이 낮게 나타났으며, 본 결과에서 페놀성 화합물의 조성 차이로 인해 열처리 과정에서 폴리페놀과 플라보노이드는 증가하는 반면 안토시아닌의 경우 감소에 따른 항산화 활성의 변화에 대한 추가 연구가 필요할 것으

로 사료된다.

**Table 4. DPPH radical scavenging activity of blueberry syrups produced by different methods**

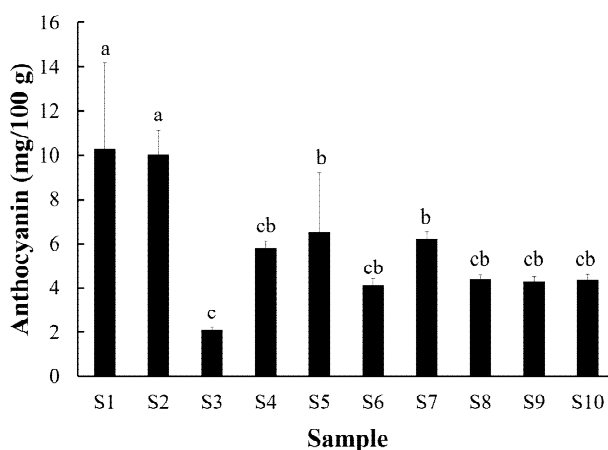
Sample	IC <sub>50</sub>
S1	1.83±0.15 <sup>ab1)</sup>
S2	1.32±0.21 <sup>a</sup>
S3	3.19±0.26 <sup>c</sup>
S4	1.29±0.26 <sup>a</sup>
S5	1.74±1.49 <sup>ab</sup>
S6	2.39±0.1 <sup>bc</sup>
S7	2.31±0.07 <sup>bc</sup>
S8	1.78±0.15 <sup>ab</sup>
S9	2.1±0.01 <sup>ab</sup>
S10	1.86±0.21 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Values in a row with different letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9).

### Anthocyanin

수용성 플라보노이드계 화합물인 안토시아닌은 과실의 착색 원인 물질이며 다양한 생리활성을 가지는 천연 항산화 물질의 하나로 취급되고 있다(37). 본 실험의 anthocyanin 물질 함량 결과는 Fig. 5에 나타났다.

실험 결과 생과를 조분쇄하여 사용한 S1 샘플과 S2 샘플이 높은 anthocyanin 함량을 나타냈다. 각각 S1 샘플, S4 샘플과 동일한 조건에서 열처리만 추가한 S2 샘플과 S5 샘플의 결과를 보아 열처리가 anthocyanin 함량 증가에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 이는 Ko 등(38)의 추출조건에 따른 블루베리 열수추출물의 항산화활성 비교의 연구결과에 따르면 총 안토시아닌 함량은 추출 시에 가해진 온도에 반비례하는 결과가 나타났다는 것과 유사하다.



**Fig. 5. Anthocyanin contents of blueberry syrups produced by different methods.**

Values in a row with different letters are significantly different (p<0.05), mean±SD (n=9).

### 요 약

본 연구에서는 기존에 사용하고 있는 고열량 당분인 설탕 대신에 프락토올리고당을 사용하여 블루베리 청을 제조하고자 하였다. 설탕 함량, pH 및 색도 측정을 하였고, 항산화활성 및 페놀성 화합물의 함량을 측정하여 생리활성을 평가하였다. L\* 값(명도), pH 및 색상은 프락토올리고당의 배합 비율이 높은 청에서 높았다. a\* 값(적색도)은 열처리된 청에 대해 높았으며, b\* 값(황색도)은 L\* 값과 반대되는 경향이 있었다. 또한 열처리된 프락토올리고당 함유 청은 열처리 하지 않은 청보다 총 폴리페놀, 플라보노이드 및 안토시아닌의 함량이 더 높았다. 블루베리 청의 항산화 활성은 페놀성 화합물의 함량에 따라 차이를 보였다. 조분쇄 생블루베리와 프락토올리고당을 1:1 비율로 배합하여 열처리한 S2 샘플이 가장 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 사용된 감미료의 맛에 대한 우리의 친숙함이 우리의 취향에 영향을 미친다는 것을 시사한다. 따라서 설탕에 적합한 대안을 찾기 위해 프락토올리고당을 포함한 새로 개발된 감미료를 연구할 필요가 있다.

### 감사의 글

본 연구는 강릉원주대학교 산학협력선도대학(LINC) 육성사업에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

### References

1. Su MS, Chien PJ (2007) Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. *Food Chem*, 104, 182-187
2. Naczki M, Shahidi F (2006) Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. *J Pharm Biomed Anal*, 41, 1523-1542
3. Hertog MGL, Feskens EJM, Kromhout D (1997) Antioxidant flavonols and coronary heart disease risk. *The Lancet*, 349, 699
4. Knekt P, Jarvinen R, Reunanen A, Maatela J (1996) Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *BMJ*, 312, 478-481
5. Martineau LC, Couture A, Spoor D, Benhaddou-Andaloussi A, Harris C, Meddah B, Leduc C, Burt A, Vuong T, Le PM, Prentki M, Bennett SA, Arnason JT, Haddad PS (2006) Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium*

- Ait. Phytomedicine, 13, 612-623
6. Parry J, Su L, Moore J, Cheng Z, Luther M, Rao JN, Wang JY, Yu LL (2006) Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. *J Agric Food Chem*, 54, 3773-3778
  7. Han JM, Chung HJ (2013) Quality characteristics of *yanggaeng* added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv*, 20, 265-271
  8. Hwang SH, Ko SH (2010) Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). *J East Asian Soc Dietary Life*, 20, 727-734
  9. Shim SM, Seo SH, Lee Y, Moon GI, Kim MS, Park JH (2011) Consumers' knowledge and safety perceptions of food additives: Evaluation on the effectiveness of transmitting information on preservatives. *Food Control*, 22, 1054-1060
  10. Kim MH, Kim SM, Kim MR (2010) Quality characteristics and antioxidant activities of black garlic jam prepared with fructooligosaccharide. *J East Asian Soc Dietary Life*, 20, 916-922
  11. James J, Kerr D (2005) Prevention of childhood obesity by reducing soft drinks. *Int J Obes*, 29, 54-57
  12. Laaksonen DE, Toppinen LK, Juntunen KS, Autio K, Liukkonen KH, Poutanen KS, Niskanen L, Mykkanen HM (2005) Dietary carbohydrate modification enhances insulin secretion in persons with the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr*, 82, 1218-1227
  13. Moynihan P (2005) The interrelationship between diet and oral health. *Proc Nutr Soc*, 64, 571-580
  14. Hidaka H, Eida T, Adachi T, Saitoh Y (1987) Industrial production of fructooligosaccharides and its application for human and animals. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 61, 915-923
  15. Hur KT (1992) Oligosaccharides. Yuhanmunhwasa, Seoul, Korea, p 59
  16. Yun JW, Lee MG, Song SK (1994) Batch production of high-content fructooligosaccharides from sucrose by the mixed-enzyme system of  $\beta$ -fructofuranosidase and glucose oxidase. *J Ferment Bioeng*, 77, 159-163
  17. Rousseau V, Lepargneur JP, Roques C, Remaud-Simeon M, Paul F (2005) Prebiotic effects of oligosaccharides on selected vaginal lactobacilli and pathogenic microorganisms. *Anaerobe*, 11, 145-153
  18. Kang KH, Kim KM, Choi SG (1996) Effects of the fructooligosaccharide intake on human fecal microflora and fecal properties. *Korean J Food Sci Technol*, 28, 609-615
  19. Anesini C, Ferraro GE, Filip R (2008) Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *J Agric Food Chem*, 56, 9225-9229
  20. 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 Radic Biol Med*, 26, 1231-1237
  21. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
  22. Giusti MM, Wrolstad RE (2001) Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-visible Spectroscopy. In: *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, Wrolstad RE(Editor), John Wiley and Sons Inc, Hoboken, NJ, USA, F1.2.1-F1.2.13
  23. Cho WJ, Song BS, Lee JY, Kim JK, Kim JH, Yoon YH, Choi JI, Kim GS, and Lee JW (2010) Composition analysis of various blueberries produced in Korea and manufacture of blueberry jam by response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 319-323
  24. Na YM, Lee YJ, Chun SS (2012) Quality characteristics of tomato jam added with fructo-oligosaccharid. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 227-232
  25. Moon HK, Lee SW, Kim JK (2013) Physicochemical and quality characteristics of the Korean and American blueberries. *Korean J Food Preserv*, 20, 524-531
  26. Lee KH (2010) Quality characteristics of apple jam with fructo-oligosaccharide. MS Thesis, Kyungwon University, Korea, p 27
  27. Kim MY, Chun SS (2000) The effects of fructooligosaccharide on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J Soc Food Sci*, 16, 530-537
  28. Um S, Jin GE, Park KW, Yu YB, Park KM (2010) Physiological activity and nutritional composition of *Pleurotus* species. *Korean J Food Sci Technol*, 42, 90-96
  29. Ahmad N, Gupta S, Mukhtar H (2000) Green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate differentially modulates nuclear factor  $\kappa$ B in cancer cells versus normal cells. *Arch Biochem Biophys*, 376, 338-346
  30. Hattenschwiler S, Vitousek PM (2000) The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. *Trends Ecol Evol*, 15, 238-243
  31. Kim MY, Lee SH, Jang GY, Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee J, Jeong HS (2013) Effects of heat treatment on antioxidant activity of hydrolyzed mung beans. *Korean J Food Sci Technol*, 45, 34-39

32. Kirigaya N, Kato H, Fujimaki M (1968) Studies on antioxidant activity of nonenzymic browning reaction products: Part I. Relations of color intensity and reductones with antioxidant activity of browning reaction products. *Agric Biol Chem*, 32, 287-290
33. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G (1996) Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med*, 20, 933-956
34. Gomyo T, Miura M (1983) Melanoidin in foods: chemical and physiological aspects. *J Jpn Soc Nutr Food Sci*, 36, 331-340
35. Sharma OP, Bhat TK (2009) DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chem*, 113, 1202-1205
36. Shin DS, Yoo YM, Kim HY, Han GJ (2015) Determine the effects of drying temperature on the quality change and antioxidant activity characteristics of blueberry. *Korean J Food Preserv*, 22, 505-511
37. Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinobu S, Choi SW, Kawakishi S, Osawa T (1994) Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O- $\beta$ -D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem*, 42, 2407-2410
38. Ko GA, Son M, Kang HR, Lim JH, Im GH, Cho SK (2015) Antioxidant activities of blueberry hot water extracts with different extraction condition. *Korean J Food Preserv*, 22, 428-436