

## 보이즌베리의 영양성분 및 항산화 활성

정창호<sup>1</sup> · 장치원<sup>1</sup> · 이구열<sup>1</sup> · 김일훈<sup>2</sup> · 심기환<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)우양냉동식품

<sup>2</sup>경상대학교 식품공학과 · 농업생명과학연구원

### Nutritional Components and Antioxidant Activities of Boysenberry

Chang-Ho Jeong<sup>1</sup>, Chi-Woen Jang<sup>1</sup>, Koo Yul Lee<sup>1</sup>, Il-Hun Kim<sup>2</sup>, and Ki-Hwan Shim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Wooyang Frozen Food Co., Ltd., Chungnam 325-907, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science and Technology, Institute of Agriculture & Life Sciences,  
Geongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

#### Abstract

In this study, the nutritional components and antioxidant activities of boysenberry were investigated. The values of pH, soluble solids, and total acidity were 3.62, 13.43°Brix, and 1.15%, respectively. Hunter L, a, and b values were 20.14, 13.19, and 3.20, respectively. Proximate compositions were as follows: moisture 79.52%, crude protein 1.08%, crude lipid 0.73%, crude fiber 2.51%, ash 0.62%, and nitrogen free extract 15.54%. Mineral contents of boysenberry were K 219.30, P 46.25, and Ca 39.60 mg/100 g. Regarding amino acid contents, boysenberry was very rich in alanine 75.22 mg/100 g and deficient in cystine 2.83 mg/100 g. Free sugar compositions were as follows: glucose (6.91%) and fructose (5.88%). Contents of ascorbic acid and total phenolics were 79.52 mg/100 g and 39.20 mg GAE/g, respectively. The DPPH radical scavenging activity and reducing power of boysenberry extract were 89.11% and 1.31 (absorbance) at a concentration of 1.25 mg/mL, respectively. Therefore, boysenberry can be utilized as an effective source of functional food substances such as natural antioxidants.

**Key words:** boysenberry, nutritional component, antioxidant activity

#### 서 론

인체의 노화와 질병을 유발하는 free radical은 인체 내에서 정상적인 대사과정 중 생물학적 반응으로 형성되며, 세포와 조직에 해로운 독성을 일으켜 여러 가지 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다(1). 이러한 유해 free radical을 억제하는 생리작용으로는 전자공여작용, SOD 유사활성 등이 있으며, 전자공여능은 산화성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제하고 SOD 유사활성은 생체 내에서 생성되며, 전자환원으로 반응성과 파괴성이 매우 큰 superoxide anion radical을 제거하기 위해 분비되는 superoxide dismutase(SOD)와 유사한 역할을 하여 superoxide anion radical을 정상상태의 산소로 전환시켜 주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(2).

최근에 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 영양분 섭취와 질병 예방차원에서 각종 과일 및 이를 이용한 여러 가지 가공품에 대한 소비 및 제품개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(3,4). 과일에는 강력한 항산화 효과를 가지는 여러 가지 생리활성 성분 즉, 비타민, 카로티노이드 및 플라보노이드와 같은 페놀성 화합물이 많이 존재하는 것으로 알려지고 있는

데, 이러한 성분들은 산화적 스트레스에 의해 발생하는 항균, 항염, 위장관의 위액 분비조절과 설사예방, 당뇨예방, 암, 심장병 및 퇴행성 질병들의 예방과 감소에 크게 기여한다고 보고되고 있다(5-7). 그리고 소비자들이 쉽게 접할 수 있는 각종 과실에서 항산화 활성 등과 같은 생리활성을 가지는 화합물을 얻고자하는 관심이 점차적으로 증가하고 있어 이에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있으며(8,9), 그 대표적인 과실이 바로 베리류이다.

블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵두나무속(Vaccinium)에 속하는 북아메리카 원산의 활엽 또는 상록성 과수로서 비타민 및 각종 미네랄이 풍부하다. 또한 활성산소를 억제하는 높은 항산화 작용으로 노화방지 및 질병예방에 효능이 있으며, 플라보노이드(flavonoid) 및 페놀산(phenolic acid) 등의 파이토케미칼(phytochemical)이 풍부하게 존재하는 것으로 알려져 있다(10). 그리고 복분자는 장미과에 속하는 열매로 철, 칼륨, 인 등의 무기질, 비타민 C 및 여러 가지 종류의 유기산이 포함되어 있으며, 퀘세틴(querctin)이나 캠페롤(kampferol)과 같은 페놀성 화합물, 가수분해성 탄닌 및 수용성 안토시아닌 색소가 함유되어 있다. 그 효능

\*Corresponding author. E-mail: khshim@gnu.ac.kr  
Phone: 82-55-772-1902, Fax: 82-55-772-1909

으로는 간 기능 강화, 갈증 해소, 성기능 상승, 시력과 배뇨 개선 및 기운을 돋으며, 항암, 항산화와 아울러 당뇨병예호 효과를 가지고 있다(11).

보이즌베리(boysenberry, *Rubus ursinus*)의 경우 덩굴성 크렌베리 또는 검은딸기나무로써, 로간베리와 블랙베리의 교잡종이며, 뉴질랜드에서 전 세계 생산량의 50% 이상을 재배하고 있다. 최근에는 고유의 맛, 색 및 지각작용을 돕는 등 건강 증진에 많은 도움으로 인하여 식품산업 전반에 걸쳐 널리 이용되고 있는 대표적인 과실이다(12). 이런 이유로 인하여 아메리카, 유럽 및 일본에서 그 소비가 증가되고 있으며, 신경세포보호효과, 간 보호작용 및 항당뇨 등의 생리활성에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(13-15). 또한 보이즌베리에 함유되어 있는 대표적인 안토시아닌류들은 cyanidin 3-O-glucoside, cyanidin 3-O-diglucoside 및 cyanidin 3-O-rutinosylglucoside로 electron spin resonance(ESR) system을 이용한 superoxide anion 라디칼 소거활성 측정결과 매우 높은 항산화 활성이 있다고 알려져 있다(16).

현재 건강에 대한 관심의 증가로 인하여 컬러푸드에 매우 주목받고 있는 상황에서 보이즌베리의 활용도를 증대시키기 위하여 국내에서 유통되고 있는 베리류에 대한 체계적인 연구가 절실한 시점이라 판단된다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 베리류 중의 하나인 보이즌베리의 시장 확대를 위하여 그 이화학적 특성과 영양성분을 분석하고 아울러 농도별 항산화 활성을 측정하여 건강기능성 소재 탐색 및 식품을 개발하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 착즙액의 제조

본 실험에 사용한 보이즌베리(*Rubus ursinus*)는 뉴질랜드에서 2010년 12월에 생산되고 있는 것을 IQF (Individual quick frozen)상태로 2011년 3월 수입하여  $-18^{\circ}\text{C}$  이하에서 냉동보관 하면서 실험에 사용하였다. 각 실험에 사용된 시약은 Folin-Ciocalteu's reagent, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), potassium ferricyanide[ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ], trichloroacetic acid, ferric chloride( $\text{FeCl}_3$ ) 및 hydrochloric acid(HCl)는 Sigma(St. Louis, MO, USA)사에서 구입하여 사용하였으며, 그 외에 사용된 시약은 특급 및 일급을 구입하여 실험에 사용하였다. 항산화 실험을 위한 동결건조 시료 제조는 과육 100 g을 믹서를 이용하여 파쇄한 후 착즙한 착즙액을 No. 2. 여과지(Adventec Co., Tokyo, Japan)로 여과하여 농축하였다. 이 농축물을 동결건조기(Eyela Co., Tokyo, Japan)로 동결건조 하여 분말화 시킨 후  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동보관하면서 실험하기 직전 증류수에 농도별로 녹인 후 여러 가지 항산화 실험에 사용하였다.

### 착즙액의 pH, 당도, 총산도 및 색도

보이즌베리 착즙액의 이화학적 특성은 과육 100 g을 믹서

로 파쇄한 후 착즙한 착즙액을 이용하여 측정하였다. pH는 pH meter(920A, Thermo Orion Co., Boston, MA, USA)를 이용하여 측정하였으며, 총산함량은 0.1 N-NaOH로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 citric acid로 환산하였고, 당도는 Abbe refractometer(501-DS, ATAGO Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 또한 색도는 색차계(CT-310, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter values(L, a 및 b)를 측정하였다.

### 일반성분 분석

보이즌베리 과일 내의 일반성분 함량 중 수분은  $105^{\circ}\text{C}$  건조 후 함량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 Auto-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였으며, 조섬유는 1.25%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  및 NaOH 분해법, 조회분은  $550^{\circ}\text{C}$  직접회화법으로 측정하였고, 그 외 나머지 성분들은 가용성 무질소물로 나타내었다(17).

### 무기성분 분석

보이즌베리 과일 내에 함유되어 있는 무기성분을 분석하기 위하여 각 시료 0.1 g에 분해용액( $\text{HClO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 9:2:5$ ) 25 mL를 가하여 열판에서 무색, 투명하게 변할 때까지 분해한 후 100 mL로 정용하여 여과(No. 2 filter paper, Adventec Co.)한 후 Inductively coupled plasma mass spectrometer(Elan 6100, Perkin Elmer, Shelton, CT, USA)로 분석하였다. 분석조건 중 RF power는 1,300 W이며, analysis pump flow rate는 1.5 mL/min으로 하였고, gas flows는 plasma: 15, auxiliary: 0.2, nebulizer: 0.8 L/min으로 하여 분석하였다(18).

### 총 아미노산 분석

보이즌베리 과일 내에 함유되어 있는 총 아미노산 함량 분석은 시료를 일정량 취하여 6 N-HCl 용액을 가하고 진공 밀봉 하여 heating block( $110 \pm 1^{\circ}\text{C}$ )에서 24시간 동안 가수분해 시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전진공농축기(N-N series, Eyela Co.)를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압농축 하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22  $\mu\text{m}$  syringe filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Biochrom, Cambridge, UK)를 이용하여 분석하였다. 분석에 이용한 column은 Ultrapac 11 cation exchange resin( $11 \pm 2 \mu\text{m}$ )을 사용하였고, flow rate와 buffer는 각각 ninhydrin 25 mL/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column 온도와 reaction 온도는 각각  $46^{\circ}\text{C}$ 와  $88^{\circ}\text{C}$ 로 하였고, 분석시간은 44분 동안 분석하였다(19).

### 유리당 분석

보이즌베리 과일의 유리당 분석은 Choi 등(20)의 방법으로 유리당 희분을 얻은 다음 0.45  $\mu\text{m}$  syringe filter로 여과한 후 Sep-pak  $\text{C}_{18}$ (Millipore, Billerica, MA, USA)로 색소 및

단백질 성분을 제거한 다음 HPLC(Hewlett packard 1100 series, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. Column은 Aminex carbohydrate HPX42-A를 사용하였고, solvent와 flow rate는 80% acetonitrile과 1.0 mL/min, detector는 RI로 하였고, column 온도와 injection volume은 각각 40°C와 20 µL였다.

#### 비타민 C 함량 및 총 페놀성 화합물 함량

보이즌베리 과육 내에 함유되어 있는 비타민 C 함량 분석은 시료 2 g에 20 mL의 10% metaphosphoric acid를 가하여 10분간 현탁 시킨 후 적당량의 5% metaphosphoric acid를 넣어 균질화한 다음 균질화된 시료를 100 mL mass flask에 옮기고 소량의 5% metaphosphoric acid액으로 용기를 씻은 후 mass flask에 합하여 100 mL로 정용한 다음 0.22 µm syringe filter로 여과하여 HPLC(Hewlett packard 1100 series)로 분석하였다. Column은 µ-Bondapak C18(3.9×300 mm, I.D, Waters Co., Milford, MA, USA)을 사용하였고, solvent와 flow rate는 각각 0.05 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:acetonitrile(60:40)과 1 mL/min으로 하였으며, UV과장과 injection volume은 254 nm와 20 µL였다(18). 총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법을 이용하였다(21). 시료 1 mL에 3차 증류수 9 mL를 첨가한 후 Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1 mL를 넣고 혼합하여 실온에서 5분간 반응시켰다. 반응용액에 7% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 10 mL를 넣어 다시 혼합한 다음 3차 증류수로 25 mL로 정용하였다. 이 혼합 용액을 23°C에서 2시간 동안 정치한 후 760 nm에서 absorbance를 측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 표준곡선을 이용하여 검량선을 작성하여 총 페놀성 화합물 함량을 계산하였다.

#### DPPH 라디칼 소거활성

보이즌베리 착즙액 동결건조 분말을 증류수에 농도별로 녹여 제조한 시료 1 mL에 에탄올로서 1.5×10<sup>-4</sup> M 농도가 되게 한 DPPH 용액 4 mL씩을 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도(optical density, O.D.)를 측정하였다(22).

$$\text{Radical scavenging activity (\%)} = 1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \times 100$$

#### 환원력

보이즌베리 착즙액 동결건조 분말을 증류수에 농도별로 녹여 제조한 시료 2.5 mL에 sodium phosphate buffer(2.5 mL, 200 mM, pH 6.6)와 1% potassium ferricyanide(2.5 mL)

를 혼합시킨 후 혼합물을 50°C에서 20분 동안 incubation 시킨 다음 trichloroacetic acid(2.5 mL, 10%, w/v)를 첨가하여 650×g에서 10분간 원심분리 하였다. 원심분리한 상정액(5 mL)에 탈이온수(5 mL)와 1% ferric chloride 1 mL를 첨가시킨 후 UV-spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(23).

#### 통계처리

모든 실험은 3번 반복하였으며, 통계처리는 Window 용 SAS 8.0 version(SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(analysis of variance)을 실시하였으며, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

#### 착즙액의 pH, 당도, 총산도 및 색도

보이즌베리 착즙액의 pH, 당도, 총산도 및 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 즉, pH 3.62, 당도 13.43°Brix 및 총산도 1.15%이었으며, 색도 중 밝기를 나타내는 L값은 20.14, 적색도를 나타내는 a값은 13.19 및 황청도를 나타내는 b값은 3.20이었다. Cho 등(24)은 국내에서 재배된 20개 품종의 블루베리 과실에 대한 산도 및 당도를 측정된 결과 품종별로 각각 0.82~1.58%와 7~12°Brix의 분포였다고 보고하였으며, 산도의 경우 Collins 품종이 가장 높은 1.58%와 Siera 품종이 가장 낮은 0.82%였고, 또한 당도의 경우 Dixi 품종이 가장 높은 12°Brix와 Darow 품종이 가장 낮은 7°Brix였다고 보고하여 블루베리와 보이즌베리의 산도와 당도는 큰 차이를 보이지 않았다. Cha 등(25)은 복분자 완숙과의 색도를 측정된 결과 L값이 19.26, a값 0.04, b값 -0.21로 밝은 검정색이었다고 보고하여, 보이즌베리와 L값은 유사한 경향이었으나 a값 및 b값은 다소 차이를 보였다.

#### 일반성분 함량

보이즌베리 과일의 일반성분을 분석한 결과(Table 2) 수분 79.52%, 조단백질 1.08%, 조지방 0.73%, 가용성 무질소물 15.54%, 조섬유 2.51% 및 회분 0.62%로 나타났다. Jeon과 Lee(10)는 블루베리의 일반성분을 분석한 결과 수분이 83.4%로 가장 높았고, 탄수화물 15.4%, 조단백질 0.6%, 조지방 및 회분이 각각 0.3% 순이었다고 보고하여 보이즌베리를 블루베리의 일반성분과 비교하였을 때 수분함량은 낮은 경향이었으나 조단백질을 포함한 그 외의 성분은 전체적으로 높

Table 1. The quality characteristics of boysenberry juice

	pH	Soluble solid (°Brix)	Total acidity (%)	Hunter's value		
				L	a	b
Boysenberry	3.62±0.01 <sup>1)</sup>	13.43±0.02	1.15±0.05	20.14±0.15	13.19±0.20	3.20±0.05

<sup>1)</sup>Means±SD (n=3).

Table 2. Proximate compositions of boysenberry

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Nitrogen free extract	Crude fiber	Ash
Contents (%)	79.52±0.51	1.08±0.10	0.73±0.05	15.54±1.04	2.51±0.29	0.62±0.08

Table 3. Contents of minerals in boysenberry (mg%)

Minerals	Contents
K	219.30±6.06
Ca	39.60±1.25
Mg	21.09±0.86
Na	24.99±1.31
Mn	- <sup>1)</sup>
Fe	2.07±0.03
Zn	0.15±0.01
P	46.25±2.64

<sup>1)</sup>Not detected.

은 함량이었다.

**무기성분 함량**

보이즌베리 과일에 함유되어 있는 무기성분을 분석한 결과(Table 3) K이 219.30 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고, P 46.25 mg/100 g, Ca 39.60 mg/100 g, Na 24.99 mg/100 g 및 Mg 21.09 mg/100 g 순이었다. Cho 등(26)은 완속복분자의 무기질 함량을 분석한 결과 K의 함량이 845.14 mg/100 g으로 가장 높았으며, Mg>Na>Ca>Fe>Mn>Zn>Cu의 순으로 무기성분이 함유되어 있었다고 보고하였고, 또한 보이즌베리의 경우 K 24 mg/100 g, Ca 24 mg/100 g, Na 3 mg/100 g, Fe 0.8 mg/100 g 및 Zn 0.5 mg/100 g의 무기성분을 함유하고 있다고 보고하여 복분자와 보이즌베리 과일에 함유되어 있는 주요 무기성분은 알칼리성으로 고혈압 및 당뇨와 같은 성인병 예방에 많은 도움을 줄 수 있는 기능성 식품 소재로 생각된다.

**총 아미노산 함량**

보이즌베리 과일의 총 아미노산 함량을 아미노산 자동분석기로 분석한 결과는 Table 4와 같이 표준품과 비교하여 총 17종이 동정되었으며, 총 아미노산 함량은 411.17 mg/100 g이었고, 필수아미노산 함량은 100.04 mg/100 g이었다. 동정된 17종의 총 아미노산 중 보이즌베리 과일 내에 함유되어 있는 주요 아미노산은 alanine 75.22 mg/100 g, aspartic acid 63.84 mg/100 g, glutamic acid 61.64 mg/100 g 및 serine 27.57 mg/100 g 순이었다. Bushman 등(27)은 보이즌베리 종자의 아미노산을 분석한 결과 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 glutamic acid(1.33 mg/100 g)이었으며, aspartic acid(0.64 mg/100 g), arginine(0.54 mg/100 g) 및 leu-

Table 4. Contents of amino acid in boysenberry (mg%)

Total amino acids	Contents
Aspartic acid	63.84±1.28
Threonine	13.64±0.63
Serine	27.57±2.84
Glutamic acid	61.64±2.97
Proline	23.15±0.67
Glycine	23.35±1.54
Alanine	75.22±6.32
Cystine	2.83±0.27
Valine	11.57±1.05
Methionine	3.77±0.13
Isoleucine	5.70±0.28
Leucine	21.08±0.19
Tyrosine	7.73±0.60
Phenylalanine	13.23±1.54
Histidine	10.83±0.37
Lysine	20.22±1.26
Arginine	25.78±1.55
Total A.A	411.17±23.61

cine(0.44 mg/100 g) 순으로 함유되어 있다고 보고하여 열매와는 다소 차이를 보였지만 주요 아미노산은 유사한 경향을 보였다.

**유리당, 비타민 C 및 총 페놀성 화합물 함량**

보이즌베리 과일의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 즉, 보이즌베리에는 2종류의 유리당이 존재하고 있었으며, 그 유리당은 glucose와 fructose로 각각 6.91% 및 5.88%가 함유되어 있었다. Kim과 Shin(11)은 숙성기간에 따른 토종 복분자 딸기 분말의 유리당을 분석한 결과 glucose, fructose 및 rhamnose 총 3종류의 유리당이 표준품과 비교하여 동정되었으며, 완속과의 경우 그 함량이 각각 147.87, 144.59 및 104.59 mg/mL로 함유되어 있었다고 보고하였다. 보이즌베리 과일의 비타민 C 및 총 페놀성 화합물의 함량을 측정된 결과는 Table 5와 같이 각각 79.52 mg/100 g 및 39.20 mg/GAE g이었다. Cha 등(28)은 복분자딸기의 숙성단계별 비타민 C 및 총 페놀성 화합물 함량을 분석한 결과 각각 22.91~32.99 mg/100 g 및 1.55~4.50 g/100 g으로 미숙과에 비하여 중간숙과에서 유의하게 감소하였지만 완속되어짐에 따라 상대적으로 그 함량이 유의적으로 증가하는 경향이었다고 보고하여 비타민 C 함량은 보이즌베리가 더 많이 함유되어 있었고, 총 페놀성 화합물의 함량은 유사한 경향이였다.

Table 5. Contents of free sugar, ascorbic acid and total phenolics in boysenberry

Contents	Free sugar (%)						Ascorbic acid (mg%)	Total phenolics (mg/GAE g)
	Sucrose	Glucose	Fructose	Maltose	Rhamnose	Xylose		
Contents	- <sup>1)</sup>	6.91±0.17	5.88±0.20	-	-	-	79.52±1.28	39.20±0.57

<sup>1)</sup>Not detected.

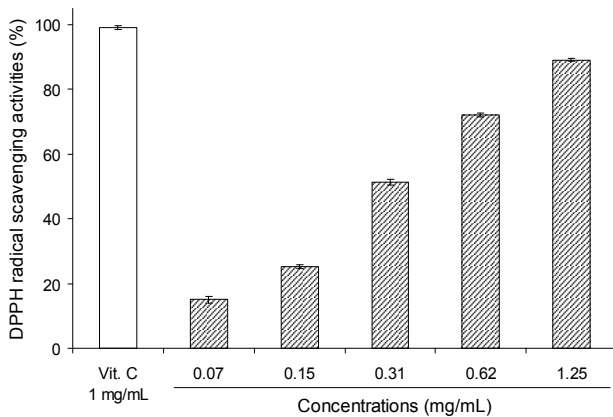


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of boysenberry.

#### DPPH 라디칼 소거활성

보이즌베리 착즙액 동결건조물을 농도별로 희석한 시료를 이용하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같이 시료의 첨가농도가 증가함에 따라 점차적으로 DPPH 라디칼 소거활성 역시 농도 의존적으로 증가하는 경향이었으며, 0.07, 0.15, 0.31, 0.62 및 1.25 mg/mL의 농도로 첨가하였을 때는 각각 15.02, 25.27, 51.30, 72.10 및 89.11%의 DPPH 라디칼 소거활성을 보였다. 또한  $IC_{50}$  값은 0.295 mg/mL였다. Parry 등(29)은 marionberry, boysenberry, red raspberry 및 blueberry 종자유를 이용하여 총 페놀성 화합물 함량 및 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과 80% 메탄올 추출물보다 100% 메탄올 추출물에서 총 페놀성 화합물의 함량이 높았으며, 또한 DPPH 라디칼 소거활성도 유사한 경향이었고, 4종류의 베리종자유 중 보이즌베리 종자유가 가장 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 보였다고 보고하였다. 또한 Choi 등(30)은 다공성 합성흡착제를 이용하여 복분자 딸기 물추출물과 4종의 흡착제를 이용하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과 흡착제종류에 따른 차이는 없었으나 물추출물보다 높은 라디칼 소거활성을 보였으며, 활성화합물을 LC/MS로 구조 분석을 한 결과 anthocyanin류로 확인되었다고 보고하였다. 따라서 보이즌베리도 위와 같은 anthocyanin류와 같은 화합물들에 의하여 DPPH 라디칼 소거활성을 보인 것으로 생각된다.

#### 환원력

환원력도 DPPH 라디칼 소거활성과 동일하게 시료의 첨가농도가 증가함에 따라 환원력 역시 증가하였으며, 0.62, 1.25, 2.5, 5 및 10 mg/mL의 농도로 첨가하였을 때 각각 0.76, 1.31, 2.26, 3.50 및 4.30의 흡광도였다(Fig. 2). Jeong 등(31)은 국내시판 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물을 이용하여 환원력을 측정한 결과 추출물의 농도가 증가함에 따라 환원력도 증가하는 경향이었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향이였다. Mcghee 등(32)은 보이즌베리에 함유되어 있는 2종류의 주요 안토시아닌류는 cyanidin-3-[2-

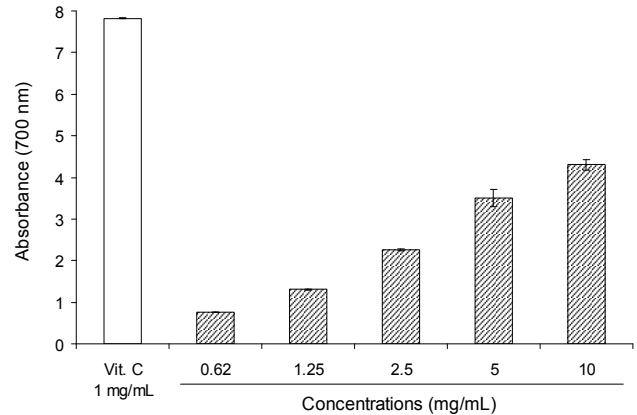


Fig. 2. Reducing power of boysenberry.

(glucosyl) glucoside] 및 cyanidin-3-[2-(glycosyl)-6-(rhamnosyl)glucoside]이었다고 보고하여 이와 같은 2가지 안토시아닌 화합물에 의하여 높은 항산화 활성을 나타내었을 것으로 판단되며, 추후 보이즌베리에 함유되어 있는 항산화 활성 성분을 밝히기 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 요 약

보이즌베리를 기능성식품 소재 및 가공품으로 개발하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 화학성분 및 항산화활성을 조사하였다. 보이즌베리 착즙액의 pH는 3.62, 가용성고형분은 13.43°Brix 및 총산도는 1.15%였으며, L, a, b 값은 각각 20.14, 13.19 및 3.20이었다. 일반성분은 수분 79.52%, 조단백 1.08%, 조지방 0.73%, 조섬유 2.51%, 조회분 0.62% 및 가용성 무질소물 15.54%였다. 주요 무기성분은 K, P 및 Ca으로 그 함량이 각각 219.30 mg/100 g, 46.25 mg/100 g 및 39.60 mg/100 g이었다. 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 alanine(75.22 mg/100 g)이었고, 가장 적게 함유되어 있는 아미노산으로는 cystine(2.83 mg/100 g)이었다. 보이즌베리에 함유되어 있는 유리당으로는 glucose(6.91%) 및 fructose(5.88%)였으며, 비타민 C 함량과 총 페놀 함량은 각각 79.52 mg/100 g 및 39.20 mg/GAE g이었다. 보이즌베리 농도 1.25 mg/mL일 때 89.11%의 DPPH radical 소거활성을 보였으며, 환원력은 1.31(흡광도)이었다. 따라서 보이즌베리는 항산화제와 같은 기능성 식품소재로 활용가능성이 매우 높을 것으로 생각된다.

#### 문 헌

- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
- Kang YH, Park YK, Lee G. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.

3. Yu OK, Kim JE, Cha YS. 2008. The quality characteristics of jelly added with Bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 792-797.
4. Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK. 2008. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J Food Preserv* 15: 445-449.
5. Ho CT. 1992. Phenolic compounds in food. In *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health II*. Huan MT, Ho CT, Lee CY, eds. Maple Press, New York, NY, USA. p 2-7.
6. Azuma K, Kakayama M, Koshika M, Ippoushi K, Yamaguchi Y, Kohata K, Yamauchi Y, Ito H, Higashio H. 1999. Phenolic antioxidant from the leaves of *Corchorus olitorium* L. *J Agric Food Chem* 47: 3963-3966.
7. Ham SS, Hong JK, Lee JH. 1997. Antimutagenic effects of juices from edible Korean wild herbs. *J Food Sci Nutr* 2: 155-161.
8. Cho YJ, Ju IS, Kim BC, Lee WS, Kim MJ, Lee BG, An BJ, Kim JH, Kwon OJ. 2007. Biological activity of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 198-203.
9. Shin DB, Lee DW, Yang R, Kim JA. 2006. Antioxidative properties and flavonoids contents of matured *Citrus* peel extracts. *Food Sci Biotechnol* 15: 357-362.
10. Jeon MH, Lee WJ. 2011. Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 444-449.
11. Kim JM, Shin MS. 2011. Characteristics of *Rubus coreanus* Miq. fruits at different ripening stages. *Korean J Food Sci Technol* 43: 341-347.
12. Kubomura K, Kurakane S, Molyneux J, Omori M, Igarashi K. 2006. Identification of the major polyphenols in boysenberry leaves and their suppressive effect on carbon tetrachloride-induced liver injury in mice. *Food Sci Technol Res* 12: 31-37.
13. Ghosh D, Mcghie TK, Fisher DR, Joseph JA. 2007. Cytoprotective effects of anthocyanins and other phenolic fractions of boysenberry and blackcurrant on dopamine and amyloid  $\beta$ -induced oxidative stress in transfected COS-7 cells. *J Sci Food Agric* 87: 2061-2067.
14. Igarashi K, Sugimoto E, Hatakeyama A, Molyneux J, Kubomura K. 2004. Preventive effects of dietary boysenberry anthocyanins on galactosamine induced liver injury in rats. *BioFactors* 21: 259-261.
15. Sugimoto E, Igarashi K, Kubo K, Molyneux J, Kubomura K. 2003. Protective effects of boysenberry anthocyanins on oxidative stress in diabetic rats. *Food Sci Technol Res* 9: 345-349.
16. Sugimoto E, Igarashi K, Kubo K, Molyneux J, Kubomura K. 2005. Protection of *in vivo* peroxidation by feeding boysenberry anthocyanins on diabetic rats. *Food Function* 1: 72-78.
17. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 1017-1918.
18. Jeong CH, Kim JH, Shim KH. 2006. Chemical components of yellow and red onion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 708-712.
19. Jeong CH, Ko WH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2006. Chemical components of Korean paprika according to cultivars. *Korean J Food Preserv* 13: 43-49.
20. Choi JH, Jang JG, Park KD, Park MH, Oh SK. 1981. High performance liquid chromatographic determination of free sugars in ginseng and its products. *Korean J Food Sci Technol* 13: 107-113.
21. Kim DO, Jeong SW, Lee CY. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. *Food Chem* 81: 321-326.
22. Blois MA. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
23. Yen GH, Chen HY. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J Agric Food Chem* 45: 27-32.
24. Cho WJ, Song BS, Lee JY, Kim JK, Kim JH, Yoon YH, Choi JI, Kim GS, Lee JW. 2010. Composition analysis of various blueberries produce in Korea and manufacture of blueberry jam by response surface methodology. *J Korean Soc Food Nutr* 39: 319-323.
25. Cha HS, Lee MK, Hwang JB, Park MS, Park KM. 2001. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel. *J Korean Soc Food Nutr* 30: 1021-1025.
26. Cho WG, Hang SK, Sin JH, Lee JW. 2008. Antioxidant of heating pork and antioxidative activities of *Rubus coreanus* Miq. extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 820-825.
27. Bushman BS, Phillips B, Isbell T, Ou B, Crane JM, Knapp SJ. 2004. Chemical composition of caneberry (*Rubus* spp.) seeds and oils and their antioxidant potential. *J Agric Food Chem* 52: 7982-7987.
28. Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. 2007. Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 683-688.
29. Parry J, Su L, Luther M, Zhou K, Yurawecz MP, Whittaker P, Yu L. 2005. Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *J Agric Food Chem* 53: 566-573.
30. Choi SJ, Lee YS, Kim JK, Chung CK, Kang IJ, Lim SS. 2011. Antioxidant activity of ripe fruit components of *Rubus coreanus*: extraction using porous polymer resins. *Korean J Food Sci Technol* 43: 149-155.
31. Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1375-1381.
32. Mcghie TK, Daryl R, Rowan DR, Edwards PJ. 2006. Structural identification of two major anthocyanin components of boysenberry by NMR spectroscopy. *J Agric Food Chem* 54: 8756-8761.

(2012년 1월 19일 접수; 2012년 3월 17일 채택)