

## 국내 시판 블루베리와 라즈베리의 영양성분 분석 및 항산화 활성

정창호 · 최성길 · 허호진<sup>†</sup>

경상대학교 응용생명과학부 · 농업생명과학연구원

### Analysis of Nutritional Compositions and Antioxidative Activities of Korean Commercial Blueberry and Raspberry

Chang-Ho Jeong, Sung-Gil Choi, and Ho Jin Heo<sup>†</sup>

Division of Applied Life Science, Institute Agriculture and Life Sciences,  
Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

#### Abstract

The nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry were investigated. The proximate compositions were 10.47% and 22.67% in moisture, 2.66% and 2.64% in crude protein, 2.04% and 1.67% in crude fat, 81.36% and 70.19% in nitrogen free extracts, 1.48% and 0.85% in crude fiber, and 1.99% and 1.98% in ash of blueberry and raspberry, respectively. Total phenolics content were higher in blueberry (9.028 mg/g) than in raspberry (5.340 mg/g). Major elements of blueberry and raspberry were Ca (451.34 and 97.48 mg/100 g), K (355.40 and 215.20 mg/100 g), P (321.10 and 294.04 mg/100 g), and Na (137.58 and 137.67 mg/100 g). The total amino acid contents of blueberry and raspberry were 2,011.44 mg/100 g and 2,098.82 mg/100 g, respectively. Amino acid were mainly composed of glutamic acid, aspartic acid and leucine. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of the 80% methanol extract from blueberry and raspberry were 88.67% and 62.77%, 76.34% and 30.53% at a concentration of 5 mg/mL. The 80% methanol extract from blueberry and raspberry showed considerable antioxidative activity against reducing power in dose-dependent manner. Antioxidative activities using  $\beta$ -carotene-linoleate and FTC method were twice higher in blueberry than raspberry.

**Key words:** blueberry, raspberry, nutritional compositions, antioxidative activities

#### 서 론

현재 지나치게 서구화된 식문화 및 식습관으로 인하여 심혈관계 및 퇴행성 질환 등의 만성질환이 증가하고 있는 추세이다. 현재 수많은 식품소재들의 건강증진효능 및 질병예방 효과가 밝혀지면서 소비자들은 과거 식품이 갖는 영양소 공급을 위한 1차적 기능을 넘어 식품의 생리활성 측면에 대한 관심이 증대되고 있다(1). 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(2). 이러한 유해 free radical을 억제하는 생리작용으로는 전자공여작용, SOD 유사활성 등이 있으며, 전자공여능은 산화성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제하며, SOD 유사활성은 생체 내에서 생성되며, 전자환원으로 반응성과 파괴성이 매우 큰 superoxide anion radical을 제거하기 위해 분비되는 superoxide dismutase(SOD)와 유사한 역할을 하여 super-

oxide anion radical을 정상상태의 산소로 전환시켜 주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(3).

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(4,5). 과일에는 강력한 항산화 효과를 가지는 여러 가지 생리활성 성분 즉, 비타민, 카로티노이드 및 플라보노이드와 같은 페놀화합물이 많이 존재하는 것으로 알려지고 있는데, 이러한 성분들은 산화적 스트레스에 의해 발생하는 궤양과 경련의 예방, 위장관의 위액 분비조절과 설사예방, 당뇨예방, 암, 심장병 및 퇴행성 질병들의 예방과 감소에 크게 기여한다고 보고되고 있다(6-8). 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 있다(9,10).

블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵두나무속(*Vaccinium*)에 속하는 관목성 식물로서 400여종이 있으며, 주로 동남아

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: hjher@gnu.ac.kr  
Phone: 82-55-751-5476, Fax: 82-55-753-4630

시아에 분포하고 있다. 북미에서는 하이부시 블루베리(*V. corymbosum*), 로우부시 블루베리(*V. angustifolium*) 및 래빗아이 블루베리(*V. ashei*) 등 세 종류가 상업적으로 중요한 과실로서 재배되고 있다(11). 블루베리는 항산화 작용과 시력증진작용 등의 강력한 기능성을 보유한 원예작물의 하나로 병해충이 적어 무농약으로도 재배할 수 있는 친환경적 작물로 알려져 있다(12,13). 최근 우리나라에서도 블루베리에 대한 관심이 높아져 과실은 생과 외에 잼, 와인, 스스 등으로 가공되고 있고, 제과원료로도 폭넓게 이용되고 있다(14).

지금까지 베리류에 대한 연구로는 항산화(15), 항당뇨(16) 및 항암 효과(17,18) 등이 있으며, 성분에 관한 연구로는 블루베리로부터 페놀화합물들의 분리 및 동정(19,20) 등이 외국에서 보고되고 있으나 블루베리의 재배특성상 토양의 수분이 충분하며, 배수가 잘 되는 강산성토양(pH 4.0~5.0)에서 생육이 원활하기 때문에(14) 국내에서는 원예학적인 연구에만 국한되어 있을 뿐 블루베리와 라즈베리와 같은 베리류에 대한 영양성분 및 항산화활성과 같은 구체적인 연구는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 광범위하게 이용되는 베리류 중 시판되고 있는 블루베리와 라즈베리의 일반성분, 무기질 및 아미노산과 같은 영양성분 분석과 80% 메탄올 추출물로 DPPH와 ABTS radical 소거활성, 환원력, 자동산화억제력 및  $\beta$ -carotene bleaching 분석법을 통한 항산화 효과를 비교하여 베리류를 이용한 각종 기능성식품 소재 및 가공품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 추출물의 제조

본 실험에 사용된 블루베리와 라즈베리는 진주시 내에 위치한 마트에서 구매하였으며, 추출물의 제조는 80% 메탄올 100 mL에 시료 10 g을 넣어(v/w) 2시간 환류냉각 추출한 후 여과지(Whatman No. 2, England)로 여과, 농축하여 동결 건조한 다음 항산화 활성 실험에 사용하였다.

### 일반성분 분석

수분함량은 105°C 건조 후 함량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 Auto-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였으며, 조섬유는 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 및 NaOH 분해법으로, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였고, 그 외 나머지 성분들은 가용성 무질소물(당)로 나타내었다(21).

### 총 페놀화합물 함량 분석

추출 시료 용액 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 정용

하였다. 이 혼합 용액을 23°C에서 2시간 동안 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 검량선으로 총 페놀화합물 함량을 계산하였다(22).

### 무기성분 분석

무기성분 분석은 각 시료 0.2 g에 분해용액(HClO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=9:2:5) 25 mL를 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할 때까지 분해한 후 100 mL로 정용하여 여과(Whatman No. 2)한 후 Inductively coupled plasma(Aton scan 25, Thermo Jarrell Ash Co., France)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(23).

### 아미노산 분석

시료 200 mg을 취하여 6 N HCl 용액을 가하고 진공밀봉하여 heating block(110±1°C)에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전진공농축기(EYLYA, N-N series, Japan)를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압농축 하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22  $\mu$ m membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech, Sweden)를 이용하여 분석하였다. 분석에 이용한 column은 ultrapac 11 cation exchange resin(11  $\mu$ m±2  $\mu$ m)을 사용하였고, flow rate와 buffer는 각각 ninhydrin 25 mL/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column 온도와 reaction 온도는 각각 46°C와 88°C로 하였고, 분석시간은 44분 동안 분석하였다(24).

### DPPH 라디칼 소거활성

0.15~20 mg/mL 농도의 추출물 1 mL에 에탄올로서 1.5×10<sup>-4</sup> M 농도가 되게 한 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)용액 4 mL씩을 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도(optical density, O.D.)를 측정하였다(25).

### ABTS 라디칼 소거활성

7 mM ABTS 5 mL와 140 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 88  $\mu$ L를 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 무수 에탄올과 약 1:88 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7±0.02가 되도록 조절한 ABTS 용액을 사용하였다. 시료 용액 50  $\mu$ L와 ABTS 용액 1 mL를 혼합하여 30초간 진탕한 후 2.5분간 반응시키고, 734 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 아래의 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다(26).

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

**환원력**

추출물 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 배양시킨 다음 tri-chloroacetic 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(Shimadzu UV-1601, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(27).

**자동산화 억제활성**

Cap test tube에 농도별 추출물(1 mL), linoleic acid(0.13 mL), 99.8% 에탄올 용액(10 mL) 및 0.2 M phosphate buffer 용액(pH 7.0, 10 mL)을 첨가한 뒤 증류수를 이용하여 총 부피 25 mL가 되도록 조정하여 반응용액으로 사용하였다. 각 반응용액은 40°C에서 배양시킨 뒤 0.2 mL를 취하여 75% 에탄올 용액(9.4 mL), 30% ammonium thiocyanate 용액(0.2 mL) 및 20 mM ferrous chloride-3.5% HCl 용액(0.2 mL)을 가하고 정확히 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하였다(28).

**β-carotene bleaching activity**

β-carotene-linoleate system을 이용한 항산화 효과의 측정 방법은 Elzaawely 등의 방법(29)을 변형하여 측정하였다. 클로로포름 50 mL에 β-carotene 50 mg을 용해하여 β-carotene 용액을 만든 후 β-carotene 용액 10 mL를 100 mL 등근 플라스크에 취하고, linoleic acid 40 mg 및 tween 40 400 mg을 첨가하여 40°C 진공회전농축기에서 진공상태로 클로로포름을 제거한 후 증류수 100 mL를 첨가한 다음 격렬히 진탕하여 emulsion 용액을 제조하였다. 이 emulsion 용액 4 mL에 추출물(시료첨가구), 에탄올(대조구) 및 positive control인 α-tocopherol과 BHA 용액 0.2 mL를 첨가하여 50°C 배양기에서 저장하였다. 저장기간 중 0분에서 120분 동안 15분 간격으로 470 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{Antioxidant activity (\%)} = 1 - \left( \frac{A_0 - A_t}{A_0' - A_t'} \right) \times 100$$

- A0: 시료첨가 후 최초 emulsion 용액의 흡광도
- A0': 시료 대신 에탄올 첨가 후 최초 emulsion 용액의 흡광도
- At: 시료첨가 후 120분 경과 emulsion 용액의 흡광도
- At': 시료 대신 에탄올 첨가 후 120분 경과 emulsion 용액의 흡광도

**통계처리**

통계처리는 Window 용 SAS 8.0 version을 이용하여 분산분석(analysis of variance)을 실시하였으며, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다.

**Table 1. Proximate compositions of blueberry and raspberry (%)**

	Blueberry	Raspberry
Moisture	10.47±0.29 <sup>1)</sup>	22.67±0.90
Crude protein	2.66±0.03	2.64±0.04
Crude fat	2.04±0.07	1.67±0.15
Nitrogen free extracts	81.36±3.29	70.19±5.38
Crude fiber	1.48±0.12	0.85±0.05
Ash	1.99±0.08	1.98±0.05
Total phenolics (mg/g)	9.028±0.053	5.340±0.027

<sup>1)</sup>The values are means±SD of three experimental data.

**결과 및 고찰**

**일반성분 함량**

국내시판 중인 블루베리와 라즈베리의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 블루베리에서는 가용성 무질소물 81.36%, 수분 10.47%, 조단백 2.66%, 조지방 2.04%, 회분 1.99% 및 조섬유 1.48% 순이었으며, 라즈베리의 경우 가용성 무질소물 70.19%, 수분 22.67%, 조단백 2.64%, 회분 1.98%, 조지방 1.67% 및 조섬유 0.85% 순이었다. Oh 등(30)은 국내산 나무딸기류 6종 즉, black raspberry, Korean raspberry, mountain raspberry, blackberry, raspberry 및 boysenberry의 수분함량을 측정한 결과 82.0~90.3%의 범위를 보여 모든 품종이 80% 이상의 수분을 함유하고 있다고 보고하였다. 또한 Cha 등(31)은 복분자 딸기를 미숙과, 완숙과 및 잎으로 구분하여 일반성분을 분석한 결과 수분 60.63~87.09%, 단백질 1.37~8.41%, 조지방 1.52~3.39%, 조섬유 3.05~10.55% 및 조회분 0.59~2.55%였다고 보고하여 본 실험에 사용된 블루베리와 라즈베리의 수분함량과 많은 차이를 보이는데 이는 시판 블루베리와 라즈베리의 저장기간 연장을 위하여 건조한 블루베리와 라즈베리를 구입하여 실험을 하였기 때문인 것으로 생각된다. 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물을 이용하여 총 페놀화합물 함량을 분석한 결과 각각 9.028 mg/g 및 5.340 mg/g으로 블루베리가 라즈베리보다 높은 총 페놀화합물 함량을 보였다(Table 1). Park 등(32)은 복분자 딸기 열매의 품종별 총 페놀 함량을 측정한 결과 품종별에 따른 총 페놀 함량은 20.89~28.84 mg/g 범위였으며, 그 중에서 정금 1호의 총 페놀 함량이 28.84 mg/g으로 가장 높다고 보고하여 본 실험에 사용된 블루베리와 라즈베리보다 높은 함량을 보였다.

**무기성분 함량**

블루베리와 라즈베리의 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 블루베리에 함유되어 있는 무기성분 중 Ca이 451.34 mg/100 g으로 가장 높게 나타났고, K(355.40 mg/100 g), P(321.10 mg/100 g) 및 Na(137.58 mg/100 g) 순으로 함유되어 있었으며, 라즈베리에서는 P이 294.04 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고, K(215.20 mg/100 g), Na(137.67 mg/100 g) 및 Ca(97.48 mg/100 g)

**Table 2. Minerals content of blueberry and raspberry**  
(mg/100 g)

	Blueberry	Raspberry
Na	137.58±18.34 <sup>1)</sup>	137.67±18.42
Mg	54.33±2.84	20.76±5.88
K	355.40±16.41	215.20±30.61
Ca	451.34±69.69	97.48±17.26
Fe	—	—
Zn	—	—
P	321.10±13.54	294.04±46.00
Mn	—	—
Total	1,319.75±95.28	765.15±83.49

<sup>1)</sup>The values are means±SD of three experimental data.

순이었다. Rupasinghe와 Clegg(33)는 블루베리와 라즈베리를 이용하여 제조한 와인의 무기성분을 분석한 결과 블루베리 와인은 K이 958 µg/g으로 가장 많은 함유되어 있었고, S, Ca, Mg 및 P 순이었으며, 라즈베리 와인도 K이 742 µg/g으로 가장 많았고, 그 함유된 무기성분의 순서도 블루베리와 인과 유사한 경향이였다. 따라서 블루베리와 라즈베리에는 K와 Ca과 같은 유용한 무기성분이 많이 존재하기 때문에 블루베리와 라즈베리를 활용한 와인과 같이 각종 가공품을 개발하기 위한 좋은 재료로 생각된다.

#### 아미노산 함량

블루베리와 라즈베리의 아미노산 함량을 아미노산 자동 분석기로 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총아미노산 함량은 블루베리와 라즈베리에서 각각 2,011.44 mg/100 g과 2,098.82 mg/100 g으로 라즈베리가 높았고, 필수아미노산 함량도 각각 729.33 mg/100 g과 781.85 mg/100 g으로 라즈베리에서

**Table 3. Amino acids content of blueberry and raspberry**  
(mg/100 g)

	Blueberry	Raspberry
Aspartic acid	227.53±12.57 <sup>1)</sup>	266.74±11.48
Threonine*	79.26±3.61	99.47±5.62
Serine	95.41±8.24	121.40±7.39
Glutamic acid	318.01±28.62	364.08±46.27
Proline	128.15±6.18	136.66±7.08
Glycine	99.17±3.46	112.49±2.84
Alanine	122.64±7.24	146.18±5.38
Cystine	20.62±0.36	0.40±0.01
Valine*	119.29±7.11	130.00±5.32
Methionine*	41.24±1.07	29.34±0.69
Isoleucine*	95.27±6.33	106.38±3.76
Leucine*	134.34±5.43	136.33±6.54
Tyrosine	70.63±2.58	48.86±2.65
Phenylalanine*	101.13±6.37	93.15±7.13
Histidine*	46.29±1.03	59.64±2.05
Lysine*	112.51±4.71	127.54±6.37
Arginine	199.95±9.57	120.16±8.25
Total essential amino acid	729.33±53.28	781.85±63.02
Total amino acid	2,011.44±183.06	2,098.82±167.28

<sup>1)</sup>The values are means±SD of three experimental data.

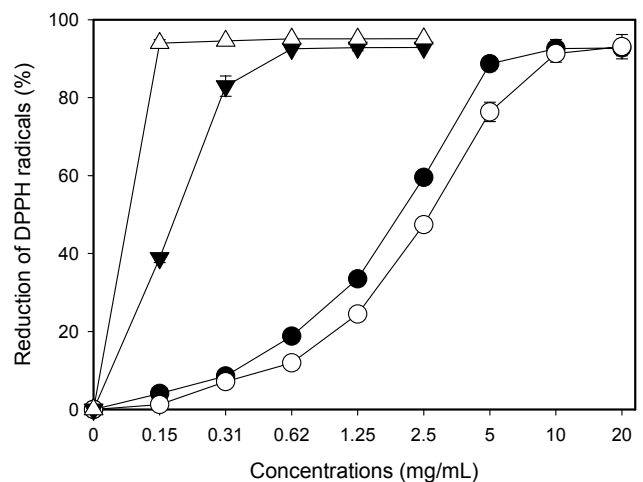
\*Essential amino acid.

높게 나타났다. 또한 블루베리에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산으로는 glutamic acid(318.01 mg/100 g)로 나타났으며, 다음으로 aspartic acid(227.53 mg/100 g), arginine(199.95 mg/100 g) 및 leucine(134.34 mg/100 g) 순으로 함유되어 있었다. 라즈베리에서도 glutamic acid가 364.08 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었으며, aspartic acid(266.74 mg/100 g), proline(136.66 mg/100 g), leucine(136.33 mg/100 g) 및 valine(130.00 mg/100 g) 순으로 함유되어 있었다. Joo(34)는 나무딸기의 아미노산을 분석한 결과 18종의 아미노산을 분리, 동정하였으며, 특히 arginine, lysine 및 alanine의 함량이 상당히 높다고 보고하여 본 실험의 결과와는 다소 차이를 보였다.

#### 라디칼 소거활성

블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물을 이용하여 DPPH radical 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같이 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical 소거활성이 증가하는 경향을 보였으며, 농도 10 mg/mL에서 블루베리와 라즈베리에서 각각 92.60%와 91.32%의 소거활성을 보였다. 그러나 positive control로 사용된 α-tocopherol 및 ascorbic acid와는 비교하여 낮은 활성을 보였다. ABTS<sup>•+</sup> radical 소거활성을 측정한 결과 역시 DPPH radical 소거활성과 유사하게 농도 의존적인 결과를 나타내었으며(Fig. 2), 농도 10 mg/mL에서 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물에서 각각 99.12%와 65.58%의 ABTS<sup>•+</sup> radical 소거활성을 보여 총페놀화합물의 함량이 높게 나타난 블루베리에서 라즈베리보다 높은 ABTS<sup>•+</sup> radical 소거활성을 보였다. 따라서 이와 같은 결과로 많은 연구자들이 총페놀 화합물의 함량과 항산화 등과 같은 생리적 기능성과 매우 깊은 연관성을 지니고 있다는 결과와 동일한 결과를 보였다.

Senevirathne 등(35)은 제주지역에 서식하고 있는 블루베

**Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of 80% methanol extracts from commercial blueberry and raspberry.**

●: Blueberry, ○: Raspberry, ▼: α-Tocopherol, ▽: Ascorbic acid.

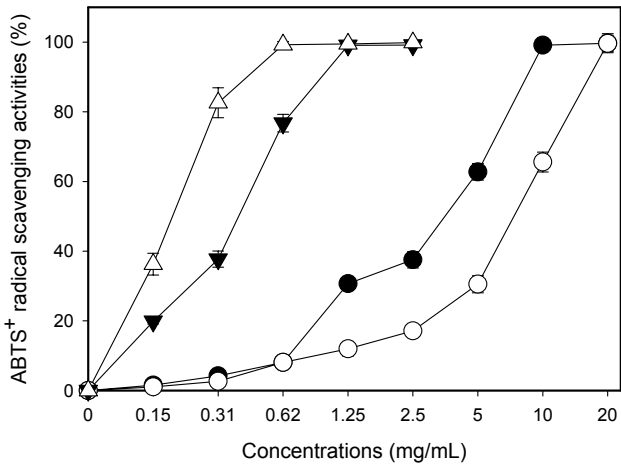


Fig. 2. ABTS<sup>•+</sup> radical scavenging activities of 80% methanol extracts from commercial blueberry and raspberry. ●: Blueberry, ○: Raspberry, ▼: α-Tocopherol, ▽: Ascorbic acid.

리로부터 수용성 추출물을 효과적으로 제조하기 위하여 5가지 종류의 탄수화물 분해효소를 이용한 효소 추출물의 DPPH radical 소거활성을 측정하고 viscozyme 추출물의 IC<sub>50</sub>값이 0.046±0.002 mg/mL로 가장 높은 DPPH radical 소거활성을 보여 향후 천연항산화 자원으로서 이용이 가능성이 높은 것으로 보고하였다.

환원력

Potassium ferricyanide법을 이용하여 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물이 Fe<sup>3+</sup>이온을 Fe<sup>2+</sup>이온으로 환원시키는 능력을 측정하고 Fig. 3과 같다. 블루베리와 라즈베리 추출물의 농도가 증가함에 따라 환원력도 증가하는 경향을 보였으나, 2.5 mg/mL의 농도까지는 블루베리와 라즈베리간의 환원력 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았으나 5 mg/mL이상의 농도에서는 다소 차이를 보여 농도 20 mg/mL에

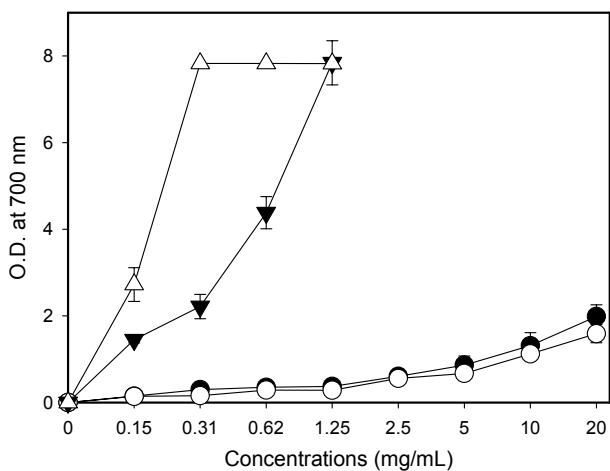


Fig. 3. Reducing power of 80% methanol extracts from commercial blueberry and raspberry. ●: Blueberry, ○: Raspberry, ▼: α-Tocopherol, ▽: Ascorbic acid.

서는 블루베리와 라즈베리에서 각각 1.98과 1.59의 환원력을 보였다. Park 등(32)은 복분자 딸기 열매의 품종별 환원력을 측정하고 DPPH radical 소거활성과 동일하게 총페놀 및 비타민 C 함량이 높게 나타난 정금 3호의 환원력이 0.59로 다른 품종보다 우수하다고 보고하였다.

Linoleic acid system을 이용한 자동산화 억제력

식품이나 생체막에 존재하는 지질의 산화를 방지하기 위하여 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물이 linolenic acid의 과산화 방지효과를 측정하고 Fig. 4와 같이 추출물을 첨가하지 않은 대조구의 경우 저장 120시간까지 급격하게 지질의 산화가 진행되던 반면 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물을 첨가한 시료에서는 대조구에 비하여 과산화지질의 생성을 억제하는 결과를 보였다. 특히 블루베리 메탄올 추출물을 20 mg/mL의 농도로 첨가한 시료에서는 저장 96시간까지 과산화지질의 생성을 매우 강하게 억제하는 것으로 나타났으나, 라즈베리 80% 메탄올 추출물에서는 지질과산화물을 크게 억제하지 못하는 것으로 나타났다. Kader 등(19)은 하이부시 품종의 블루베리에 함유되어 있는 페놀화합물들을 분리, 동정한 결과 15종류의 안토시아닌 화합물들을 밝혀냈으며, 또한 quercetin 및 kaempferol을 비롯한 여러 종류의 플라보노이드 화합물들이 함유되어 있는 것으로 밝혀내어 블루베리 및 라즈베리에는 이와 같은 페놀화합물들이 다량 존재하고 있기 때문에 위와 같은 각종 항산화 활성을 보이는 것으로 생각된다.

β-carotene bleaching activity

블루베리와 라즈베리를 80% 메탄올로 추출하여 β-carotene-linoleate system을 이용하여 추출물의 농도 변화에 따른 항산화 효과를 측정하고 Fig. 5에 나타내었으며, positive control로는 1 mg/mL 농도의 α-tocopherol과 BHA를 사용하였다. 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물의

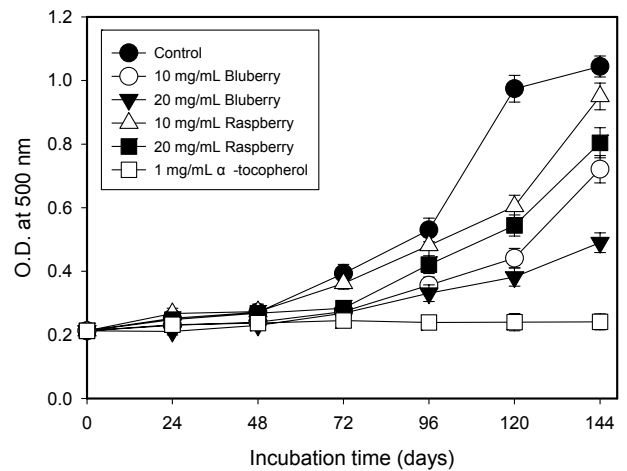


Fig. 4. Antioxidant activity of 80% methanol extracts from commercial blueberry and raspberry measured by linoleic acid system.

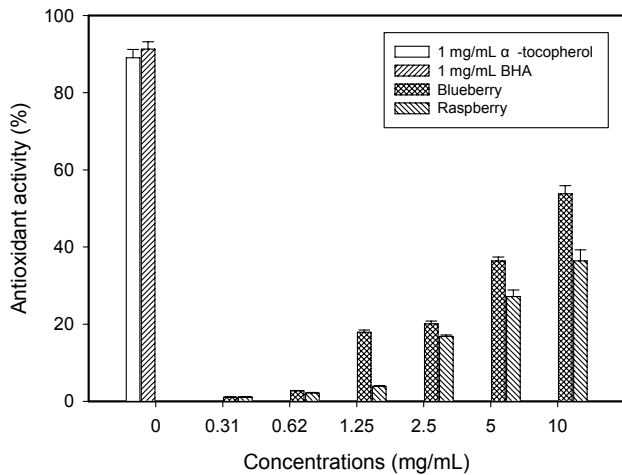


Fig. 5. Antioxidant activity of 80% methanol extracts from commercial blueberry and raspberry measured by  $\beta$ -carotene bleaching method.

농도가 증가함에 따라  $\beta$ -carotene의 변색방지효과도 점차적으로 증가하는 경향을 보였으며, 특히 10 mg/mL의 농도에서는 각각 53.80%와 36.41%의 변색방지효과를 보여 라즈베리보다는 블루베리에서 높은 효과를 보였다. 그러나 positive control로 이용된 1 mg/mL의  $\alpha$ -tocopherol과 BHA에서 각각 89.03% 및 91.28%의 변색방지효과를 보여 이보다는 낮은 활성을 나타내었다. Mokbel과 Hashinaga(36)는 당유자나무의 용매별 추출물을 이용하여  $\beta$ -carotene 변색방법을 이용하여 항산화효과를 측정된 결과 당유자나무 껍질의 에틸아세테이트 추출물에서 가장 높은 효과를 보였으며, 이 효과를 보인 활성물질을 분리 정제한 결과  $\beta$ -sitosterol과 limonin인 것으로 확인하였다. 따라서 본 연구에 사용된 블루베리와 라즈베리도 이와 같은 특정 항산화 물질 및 생리활성 물질을 규명하기 위한 연구를 더 깊이 해야 할 것으로 생각된다.

## 요 약

국내 시판되는 블루베리와 라즈베리의 영양성분 및 항산화 활성에 대하여 조사하였다. 블루베리와 라즈베리 각각의 일반성분은 수분 10.47%와 22.67%, 조단백질 2.66%와 2.64%, 조지방 2.04%와 1.67%, 가용성물질소물 81.36%와 70.19%, 조섬유 1.48%와 0.85% 및 회분 1.99%와 1.98%였다. 총페놀화합물 함량은 라즈베리(5.340 mg/g)보다 블루베리(9.028 mg/g)가 높게 나타났다. 블루베리와 라즈베리의 주요 무기성분은 Ca(451.34 and 97.48 mg/100 g), K(355.40 and 215.20 mg/100 g), P(321.10 and 294.04 mg/100 g) 및 Na(137.58 and 137.67 mg/100 g)이었다. 블루베리와 라즈베리의 총아미노산 함량은 각각 2,011.44 mg/100 g과 2,098.82 mg/100 g이었으며, 주요 아미노산으로는 glutamic acid, aspartic acid 및 leucine이었다. 블루베리와 라즈베리 80%

메탄올 추출물의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성을 측정된 결과 농도 5 mg/mL에서 각각 88.67%와 62.77%, 76.34%와 30.53%의 소거활성을 보였다. 블루베리와 라즈베리 80% 메탄올 추출물의 환원력을 이용한 항산화 활성은 농도의존적인 경향을 보였으며,  $\beta$ -carotene-linoleate와 FTC method를 이용한 항산화활성은 블루베리가 라즈베리보다 2배 높은 활성을 보였다.

## 문 헌

- Park SH, Hwang HS, Han JH. 2004. Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. *Korean J Nutr* 37: 364-372.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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. p 2-7.
- 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.
- Ham SS, Hong JK, Lee JH. 1997. Antimutagenic effects of juices from edible Korean wild herbs. *J Food Sci Nutr* 2: 155-161.
- Cho YJ, Ju IS, Kim BC, Lee WS, Kim MJ, Lee BG, An BJ, Kim JH, Kwon OJ. 2007. Biological activity of *Omiija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 198-203.
- 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.
- Westwood MN. 1993. *Temperate-zone pomology*. Timber Press, Portland, OR, USA. p 100-101.
- Schmidt BM, Howell AB, McEniry B, Knight CT, Seigler D, Erdman JW Jr, Lila MA. 2004. Effective separation of potent antiproliferation and antiadhesion components from wild blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) fruits. *J Agric Food Chem* 52: 6433-6442.
- Sellappan S, Akoh C, Krewer G. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J Agric Food Chem* 50: 2432-2438.
- Lee JG, Lee BY. 2007. Effect of media composition on growth and rooting of highbush blueberry cuttings. *Kor J Hort Sci Technol* 25: 355-359.
- 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.
- 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.
17. 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.
  18. Seeram NP, Adams LS, Zhang Y, Lee R, Sand D, Scheuller HS, Heber D. 2006. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *J Agric Food Chem* 54: 9329-9339.
  19. Kader F, Rovel B, Girardin M, Metche M. 1996. Fractionation and identification of the phenolic compounds of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Chem* 55: 35-40.
  20. Srivastava A, Akoh CC, Yi W, Fischer J, Krever G. 2007. Effect of storage conditions on the biological activity of phenolic compounds of blueberry extract packed in glass bottles. *J Agric Food Chem* 55: 2705-2713.
  21. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
  22. Kim DO, Jeong SW, Lee CY. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. *Food Chem* 81: 321-326.
  23. Jeong CH, Shim KH. 2004. Quality characteristics of sponge cake with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 716-722.
  24. Jeong CH, Shim KH. 2006. Chemical composition and anti-oxidative activities of *Platycodon grandiflorum* leaves and stems. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 511-515.
  25. Blois MA. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
  26. Pellegrin N, Re R, Yang M, Rice-Evans C. 1998. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299: 379-389.
  27. Yen GH, Chen HY. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J Agric Food Chem* 45: 27-32.
  28. Lee JY, Hwang WI, Lim ST. 2004. Antioxidant and anti-cancer activities of organic extracts from *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle roots. *J Ethnopharmacol* 93: 409-415.
  29. Elzaawely AA, Xuan TD, Tawata S. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of *Rumex japonicus* HOUTT. aerial parts. *Biol Pharm Bull* 28: 2225-2230.
  30. Oh HH, Hwang KT, Kim MY, Lee HK, Kim SZ. 2008. Chemical characteristics of raspberry and blackberry fruits produced in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 738-743.
  31. Cha HS, Lee MK, Hwang JB, Park MS, Park KM. 2001. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1021-1025.
  32. Park YK, Cho SH, Kim SH, Jang YS, Han JY, Chun HG. 2008. Functional composition and antioxidant activity from the fruits *Rubus coreanus* according to cultivars. *Mokchae Konghak* 36: 102-109.
  33. Rupasinghe HPV, Clegg S. 2007. Total antioxidant capacity, total phenolic content, mineral elements, and histamine concentrations in wines of different fruit sources. *J Food Compost Anal* 20: 133-137.
  34. Joo KJ. 1978. Studies on chemical composition of raspberry. *Korean J Nutr* 11: 21-24.
  35. Senevirathne M, Jeon YJ, Ha JH, Cho SK, Kim SH. 2006. Antioxidant potential of enzymatic extracts from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *J Life Sci* 16: 49-57.
  36. Mokbel MS, Hashinaga F. 2006. Evaluation of the antioxidant activity of extracts from buntan (*Citrus grandis* Osbeck) fruit tissues. *Food Chem* 94: 529-534.

(2008년 9월 29일 접수; 2008년 11월 3일 채택)