

Nutritional Composition and *in vitro* Antioxidant Activities of Blueberry (*Vaccinium ashei*) Leaf

Hee-Rok Jeong^{1,2}, Yu-Na Jo², Ji-Hee Jeong^{2,3}, Hyeon-Ju Kim² and Ho Jin Heo^{2,3*}

¹Department of Analytical research, Pacificpharma Corporation, Anseong 453-370, Korea

²Department of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

³Division of Applied Life Science (BK 21), Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

블루베리 잎의 영양성분 분석 및 항산화 활성

정희록^{1,2} · 조유나² · 정지희^{2,3} · 김현주² · 허호진^{2,3*}

¹태평양제약 분석연구팀

²경상대학교 식품공학과, 농업생명과학연구원

³경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21)

Abstract

The nutritional composition and *in vitro* anti-oxidant activities of blueberry (*Vaccinium ashei*) leaf extract were investigated to examine their physiological characteristics. Calcium was the most abundant mineral. The principal free sugars were glucose, sucrose, maltose, and fructose. The amino acids were mainly composed of glutamic acid and aspartic acid. The fatty acids consisted mainly of 40.94% saturated fatty acid and 54.35% unsaturated fatty acid. In addition, the 112.64 mg% of vitamin C was analyzed as a natural anti-oxidant. Based on the bioactivity-guided isolation principle, the resulting ethanolic extracts from the blueberry leaf were divided into several fractions of *n*-hexane, chloroform, ethyl acetate, and water. The ethyl acetate fraction showed the greatest total phenolic content. The total phenolics and flavonoid were 50.51 mg of GAE /g and 13.09 mg%, respectively. The ABTS-radical-scavenging activity of the ethyl acetate fraction was 97.53% at a concentration of 500 µg/mL. The ferric-reducing anti-oxidant power of the ethyl acetate fraction increased in a dose-dependent manner. The results suggest that the ethyl acetate fraction of the blueberry leaf extract has good *in vitro* anti-oxidant activities and excellent nourishment, and can thus be useful food resources.

Key words : Blueberry (*Vaccinium ashei*) leaf, nutritional composition, antioxidant activity

서 론

최근 들어 현대의학과 문명의 발달로 인간의 평균 수명은 점차 증가되고 있으나 여러 가지 환경오염과 영양소의 과다섭취, 흡연 및 음주로 인해 내외의 많은 요인들이 건강을 위협하고 있다. 이러한 요인들에 의해 생성되는 활성산

소는 불안정하고 산화력이 높아 생체물질과 쉽게 반응하기 때문에 인체 내에서 제거되지 못하면 산화적 스트레스를 유발하게 되며, 이러한 산화적 스트레스는 지질과산화물 유도하고 다양한 조직의 세포를 손상시켜 뇌졸중, 암, 동맥경화, 알츠하이머 병, 파킨슨 병 등 다양한 질병을 유발하게 된다(1,2). 과일과 채소 등이 함유하고 있는 항산화 물질인 vitamin C, tocopherol, carotenoid와 같은 비타민과 비타민 전구체는 인체의 산화적 손상을 감소시키는데 도움을 주며, 이는 임상 역학 연구에서 과일이나 채소의 소비가 심장

*Corresponding author. E-mail : hjher@gnu.ac.kr
Phone : 82-55-772-1907, Fax : 82-55-772-1909

질환, 암, 관절염, 노화과정 등의 위험한 질병을 감소시키는 것과 연관이 있는 것으로 보고되고 있다(3,4).

블루베리는 진달래과(*Ericaceae*) 산앵두나무속(*Vaccinium*)에 속하는 관목성 식물로서, 전 세계적으로 400여종이 있으며, 주로 북미 지역에 분포되어 있다. 북미에서는 하이부시 블루베리(*Vaccinium corymbosum*), 로우부시 블루베리(*Vaccinium myrtillus*) 및 래빗아이 블루베리(*Vaccinium ashei*) 등 세 종류가 상업적으로 중요한 과실로서 재배되고 있다(5). 최근 우리나라에서도 블루베리에 대한 관심이 높아진 상태이며, 블루베리 과실은 여러 가지 뛰어난 생체 조절 기능을 갖는 고품질의 생리활성 소재를 함유하고 있고 각종 성인병을 예방하고 치유하는 훌륭한 기능성도 지니고 있다는 사실들이 최근 밝혀지고 있는 추세이다. 특히 지금까지의 베리류에 대한 연구로는 항산화(6), 항당뇨(7), 항치매(8) 활성산소라디칼의 흡수 효과(9), 블루베리 품종에 따른 성분의 변화(10) 등 많은 연구들이 진행되고 있다. 이에 반해 블루베리 잎에 대한 연구는 상대적으로 미비한 실정이며, 이를 통한 고부가가치 가공 식품 및 건강 기능성 식품 개발을 위한 산업화 기초 연구는 반드시 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 블루베리(*V. ashei*) 잎 추출물의 영양성분 분석 및 *in vitro* 항산화 효과 등을 분석·확인함으로써 고부가가치 식품 소재로서의 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출물의 제조

본 실험에 사용된 블루베리(*V. ashei*) 잎은 2010년 7월 전라남도 고흥군 포두면의 농업회사법인 한결농수산에서 제공받아 4℃에서 냉장보관하며 사용하였다. 본 실험에 사용된 시약으로 Folin and Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, 2,2'-azobis-(2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH), 2,2'-azino-bis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic-acid) (ABTS), 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH), dimethyl sulfoxide (DMSO), ferric chloride, 2,4,6-tripyridyl-S-triazine (TPTZ)는 Sigma Chemical Co (St Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 그 외 사용된 용매 및 시약은 모두 일급 이상의 등급을 사용하였다. 블루베리 잎 용매 분획물의 조제는 80% 에탄올을 용매로 하여 환류냉각, 상온정지, sonication 방법으로 추출수율을 알아 본 결과 각각 8.22%, 3.14% 및 4.05%를 나타내었고, 이 결과를 바탕으로 80% 에탄올을 환류냉각 방법으로 추출하여 핵산, 클로로포름, 에틸아세테이트 및 물 층으로 용매 계층 추출을 실시하여 실험을 진행하였다. 추출·분획물은 농축하여 -20℃ 냉동고에 보관하면서 각 실험에 사용하였다. 핵산, 클로로포름, 에틸아세테이트 및 물

층의 추출 수율은 각각 1.17%, 0.48%, 1.42%, 및 24.89%로 나타났다.

무기성분 분석 및 유리당 분석

무기성분 분석은 각 시료 1 g에 분해용액 ($\text{HClO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 9 : 2 : 5$) 25 mL를 가하여 hot plate에서 무색으로 변할 때 까지 분해한 후 100 mL로 정용하여 여과 한 후 Inductively coupled plasma (OPTIMA 4300DV/5300DV, Perkin Elmer, Waltham, MA, 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(11).

유리당 분석은 시료 2 g에 80% 메탄올 50 mL를 첨가하여 2시간 동안 환류냉각 추출하였다. 추출물을 여과지(Toyo Roshi Kaisha, Ltd, Tokyo, Japan)로 여과한 후 회전진공농축기(N-N series, EYLYA Co, Tokyo, Japan)로 농축하여 에테르 및 부탄올을 첨가하여 지방과 단백질 성분을 제거한 유리당 회분을 얻었다. 얻은 유리당 회분을 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 sep-pak C₁₈로 색소를 제거한 다음 HPLC (1100 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. Column은 carbohydrate column을 사용하였고, solvent와 flow rate는 80% acetonitrile과 1.0 mL/min, detector는 refractive index detector를 사용하였으며, column 온도와 injection volume은 각각 40℃와 20 μL 이었다(12).

아미노산 분석

시료 200 mg을 취하여 6 N HCl 용액을 가하고 진공 밀봉하여 heating block (110±1℃)에서 24시간 동안 가수분해 시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전진공농축기를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압 농축하여 sodium citrate buffer (pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22 μm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Pharmacia Biotech, Cambridge, UK)를 이용하여 분석하였다. 분석에 이용한 column은 ultrapac 11 cation exchange resin (11 μm ±2 μm)를 사용하였고, flow rate와 buffer는 각각 ninhydrin 25 mL/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column 온도와 reaction 온도는 각각 46℃와 88℃로 하였고, 분석시간은 44분 동안 분석하였다(13).

지방산 분석

시료 5 g을 원통여지(Toyo Roshi Kaisha, Ltd, Tokyo, Japan)에 넣고, diethyl ether를 가하여 Soxhlet 추출법으로 약 12시간 연속 추출하여 조지방을 얻고 이에 0.5 N NaOH-MeOH를 가하여 80℃에서 환류 시키면서 가수분해 시킨 후, 14% BF₃-methanol 및 n-heptane을 가하여 끓이고 식힌 후 증류수와 Na₂SO₄로 탈수, 여과한 용액 1 μL 를 GLC

에 주입하였으며, GLC에 의해 분리된 각 지방산 methyl ester를 peak 면적의 비율로 계산하여 각 지방산의 조성비를 구하였다(14).

비타민 C 및 총 플라보노이드 분석

시료 2 g에 20 mL의 10% metaphosphoric acid를 가하여 10분간 현탁시킨 후 적당량의 5% metaphosphoric acid를 넣어 균질화한 다음 균질화 된 시료를 100 mL mass flask에 합하여 100 mL로 정용한 다음 0.45 µm syringe filter로 여과하여 HPLC (U3000, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)로 분석하였다. Column은 Shiseido C₁₈ (4.6 mm× 250 mm, 5 µm)를 사용하였고, solvent와 flow rate는 0.05 M KH₂PO₄ : acetonitrile (60 : 40)과 1.0 mL/min, UV 파장과 injection volume은 각각 254 nm와 20 µL 이었다(15).

총 페놀성 화합물 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% Na₂CO₃용액 10 mL를 넣어 다시 혼합한 다음 3차 증류수로 25 mL로 정용하였다. 이 혼합 용액을 23°C에서 2시간 동안 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 검량선으로 총 페놀화합물 함량을 계산하였다(16).

항산화 활성

ABTS 라디칼 소거활성은 1.0 mM [2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl] (AAPH)와 2.5 mM ABTS를 150 mM NaCl 더해진 100 mM phosphate buffer (pH 7.4)와 함께 혼합하여 68°C water bath에서 30분 동안 열을 가하고 실온에서 10분 동안 식혔다. ABTS 용액은 734 nm에서 흡광도 값이 0.650 ± 0.020이 나오도록 buffer로 희석시켜 사용하였다. 시료용액 20 µL에 흡광도 값을 맞춘 ABTS 용액 980 µL를 혼합하여 37°C에서 10분간 반응시키고, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(15). Ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay에 사용된 시약은 0.3 M sodium acetate buffer (pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM TPTZ solution, 그리고 20 mM FeCl₃ solution을 사용하였다. 미리 제조된 sodium acetate buffer, TPTZ solution 및 FeCl₃ solution을 10 : 1 : 1 (v/v/v)의 비율로 혼합하여 37°C에서 15분간 incubation 시켜 FRAP reagent를 준비하였다. FRAP reagent 1.5 mL를 추출물 50 µL에 혼합하여 vortex하여 실온에서 30분간 방치한 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다(17).

통계처리

모든 실험은 3회 반복 실시하여 mean ± s.d.로 나타내었

다. 실험군 간의 유의성은 SAS version 9.1 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

무기성분 및 유리당 함량

블루베리 잎의 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 블루베리 잎에서 무기성분이 총 8종이 분리되었으며, 가장 많이 함유되어있는 무기성분은 칼슘으로 399.81 ± 3.84 mg%이 함유되어 있었고, 다음으로 칼륨 371.41 ± 2.33 mg%, 마그네슘 194.59 ± 6.59 mg%, 인 109.99 ± 5.74 mg% 및 나트륨 51.07 ± 0.16 mg%순으로 함유되어 있었으며, 그 외 철, 망간도 소량 함유되어 있었다. 대표적으로 잎의 형태로 섭취되는 녹차의 경우, 칼륨은 3,000 mg% 이상의 함량으로 블루베리 잎의 무기성분 함량이 상대적으로 적었지만(18), 베리류인 딸기와 비교해보았을 때 칼륨 216.53 ± 2.14 mg% , 칼슘 39.63 ± 1.30 mg%, 나트륨 21.75 ± 0.06 mg% 등의 순으로 미네랄이 다량 함유되어 있다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다(19).

Table 1. Minerals content of blueberry leaf extract

Minerals	Blueberry leaf
Na	51.07 ± 0.16
Mg	194.59 ± 6.59
K	371.41 ± 2.33
Ca	399.81 ± 3.84
Fe	14.21 ± 1.06
Zn	¹⁾
P	109.99 ± 5.74
Mn	15.83 ± 0.78

¹⁾Not detected

블루베리 잎의 유리당은 sucrose, glucose, fructose 및 maltose로 총 4종류가 있었으며, 그 함량은 Table 2로 나타내었다. 가장 많이 함유되어 있는 유리당은 glucose로 810.00 ± 0.03 mg%의 함량을 보였고, 그 외에도 sucrose, maltose 및 fructose 순으로 유리당이 함유되어 있었다. 메밀의 유리당 함량과 비교해 보았을 때, 건량기준으로 glucose는 7.71 mg%, rhamnose는 6.80 mg%의 순으로 함량이 많았으며, 그 외에 maltose와 fructose도 함유되어 있어(20) 블루베리 잎을 차로 섭취하였을 경우 메밀보다 더 많은 유리당을 섭취할 수 있을 것으로 판단된다.

아미노산 함량

아미노산은 열에 의해 당과 반응하여 차의 구수한 향기와 맛을 부여하는 성분으로 블루베리 잎의 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총 17종의 아미노산이 분리, 동정되었으며, 블루베리 잎에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산으로는 glutamic acid 142.30 mg%, aspartic acid 118.72 mg%, leucine 108.83 mg% 및 lysine 81.29 mg% 순이었으며, 필수아미노산의 함량은 440.05 mg%, 총 아미노산 함량은 1093.17 mg% 이었다. 블루베리와 라즈베리의 아미노산 함량은 모두 glutamic acid와 aspartic acid의 순으로 많은 것으로 보고되어 본 실험의 결과와 유사한 결과를 보였다(21).

Table 2. Free sugars content of blueberry leaf extract

Unit : mg%	
Free sugars	Blueberry leaf
Fructose	430.00 ± 0.06
Glucose	810.00 ± 0.03
Sucrose	650.00 ± 1.02
Maltose	460.00 ± 0.56
Rhamnose	- ¹⁾
Xylose	- ¹⁾

¹⁾Not detected

Table 3. Amino acids content of blueberry leaf extract

Unit : mg%	
Amino acids	Blueberry leaf
Aspartic acid	118.72 ± 5.12
Threonine	60.31 ± 4.31
Serine	60.46 ± 0.98
Glutamic acid	142.30 ± 2.35
Proline	70.69 ± 1.54
Glycine	69.74 ± 2.49
Alanine	79.26 ± 1.79
Cystine	3.74 ± 4.82
Valine	61.08 ± 1.27
Methionine	18.80 ± 2.53
Isoleucine	48.15 ± 5.33
Leucine	108.83 ± 1.27
Tyrosine	22.36 ± 4.38
Phenylalanine	61.59 ± 4.30
Histidine	25.53 ± 3.21
Lysine	81.29 ± 2.95
Arginine	60.32 ± 3.94
Total A.A.	1093.17 ± 52.58

지방산 함량

블루베리 잎에 함유되어 있는 지방을 ‘Soxhlet 추출법’으로 추출하여 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4과 같다. 블루베리 잎에 가장 많이 함유되어 있는 포화지방산으로는 palmitic acid로서 26.81%를 차지하고 있었으며, 불포화지방산으로는 eicosenoic acid와 linoleic acid가 각각 33.64%와 13.07%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 또한 포화지방산과 불포화지방산의 비율은 40.94%와 54.35%로 불포화지방산이 높은 비율을 보였다.

Table 4. Fatty acids composition of blueberry leaf extract

Unit : %		
Fatty acid	Blueberry leaf	
SFA ¹⁾	Myristic acid	1.82 ± 0.01
	Palmitic acid	26.81 ± 0.01
	Stearic acid	2.49 ± 0.02
	Arachidic acid	5.72 ± 0.01
	Capric acid	1.44 ± 0.03
	Behenic acid	1.02 ± 0.01
	Lauric acid	1.64 ± 0.02
Total	40.94 ± 0.11	
UFA ²⁾	Myristoleic acid	0.69 ± 0.02
	Oleic acid	4.89 ± 0.01
	Linoleic acid	13.07 ± 0.03
	Eicosenoic acid	33.64 ± 0.01
	Eicosapentaenoic acid	2.06 ± 0.01
Total	54.35 ± 0.08	

¹⁾Saturated fatty acid

²⁾Unsaturated fatty acid

비타민 C 및 총 플라보노이드 함량

vitamin C와 flavonoid는 식물성 천연물에 상대적으로 다량 함유되어 있는 성분으로 항산화, 항균 및 항암 효과와 같은 다양한 생리활성 효과를 나타내는 대표적인 유효성분으로 알려져 있으며 블루베리 잎의 vitamin C와 total flavonoid의 함량을 측정된 결과는 Table 5와 같다. Young 등(22)에 의하면 녹차, 우롱차, 및 홍차의 vitamin C 함량은 각각 101.6 mg%, 99.1 mg%, 및 108.0 mg%으로 보고하였다. 이에 비해 블루베리 잎의 비타민 C 함량은 다소 높게 나타나 향후 블루베리 잎차와 같은 건강지향성 식품 개발에 유용한 소재가 될 수 있을 것으로 판단된다.

Table 5. Vitamin C and total flavonoid contents of blueberry leaf extract

Unit : mg%		
Blueberry leaf	Vitamin C	Total flavonoid
	112.64 ± 0.02	13.09 ± 0.01

총 페놀성 화합물 함량

블루베리 잎에 들어있는 flavonoid와 같은 phenolics는 식물성 천연물에 많이 함유되어 있는 성분으로 이들의 주요 역할은 free radicals를 소거하는 것이라는 연구가 많이 보고되고 있으며, 이러한 phenolics인 flavonoid, phenolic acids 및 anthocyanins 등의 총량인 total phenolics 함량은 ABTS/DPPH 라디칼 소거활성과 같은 항산화 활성에 중요한 인자로 작용한다(23). 또한 식물성 식품 속에 함유되어 있는 많은 생리활성 물질 중 phenolics는 phenolic hydroxyl 그룹 때문에 단백질 또는 효소 단백질, 기타 거대 분자들과 결합하는 성질 및 2가 금속이온과의 결합력으로 인하여 높은 항산화 효과를 가지는 것으로 알려져 있다(24). 먼저 블루베리 잎의 추출용매를 선정하기 위해 증류수, 20%, 40%, 60%, 80%, 및 99% 에탄올을 이용하여 환류냉각 방법을 통해 총 페놀성 화합물 함량을 분석한 결과는 Fig. 1(A)와 같으며, 각각 13.73, 14.49, 26.32, 45.14, 56.13, 및 15.32 mg of GAE/g으로 80% 에탄올 추출물에서 가장 높은 총 페놀성 화합물 함량을 나타내었다. Taha M(25)등은 잎의 형태로 많이 섭취하는 녹차, 홍차 등의 추출물에 대한 phenolics의 함량을 측정하였는데, 녹차와 홍차 추출물의 경우 약 60 mg of CAE/g으로 본 실험의 80% 에탄올로 추출한 블루베리 잎의 총페놀 함량과 유사한 결과를 보였다. 그 결과를 바탕으로 80% 에탄올을 최종 추출물로 선정하고 80% 에탄올 추출물을 활용하여 극성에 따른 선택적인 phenolics 분리를 위하여 계통 추출을 실시하였다. 블루베리 잎의 hexan, chloroform, 에틸아세테이트, 및 물 분획물의 total phenolics 함량은 Fig. 1(B)와 같으며, 각각 9.71, 18.15, 50.51, 및 25.59 mg of GAE/g으로 나타나 에틸아세테이트 분획물에서 가장 높은 함량을 보여주었다.

항산화 활성

ABTS 라디칼 소거활성의 장점은 hydrogen-donating antioxidants와 chain breaking antioxidants 모두를 측정할 수 있고, aqueous phase와 organic phase 모두에 적용이 가능하다는 점이다(26). 블루베리 잎 용매 분획물을 이용하여 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 2(A)와 같다. 블루베리 잎 용매 분획물의 농도가 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거활성이 증가하는 경향을 보였으며, 일반적으로 항산화력이 높아 positive control로 많이 사용되는 vitamin C의 경우 500 µg/mL에서 약 99%의 라디칼 소거활성을 보이는데 블루베리 잎 에틸아세테이트 분획물은 이와 유사한 높은 항산화력을 나타내었다. 또한 차의 형태로 섭취하는 생강의 부산물인 생강 잎 추출물의 농도 2.19 mg/mL에서 ABTS 라디칼 소거활성이 약 50% 인 것(27)과 비교하였을 때 블루베리의 부산물인 블루베리 잎이 생강 잎 보다 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 나타났다.

FRAP assay는 흡광도가 증가함에 따라 항산화력이 커지

는 것을 의미하는 것으로 블루베리 잎 용매 분획물을 이용하여 총 항산화력을 측정한 결과는 Fig. 2(B)과 같다. 용매 분획물의 농도가 증가함에 따라 흡광도 역시 증가하였으며 이는 ABTS 라디칼 소거활성과 유사한 경향을 나타내었다. 에틸아세테이트 분획물의 농도 500 µg/mL에서는 2.60으로 positive control인 vitamin C와 유사한 항산화력을 나타냈다. 이와 같은 결과로 많은 연구자들이 total phenolics의 함량이 항산화 등과 같은 생리적 기능성과 매우 깊은 연관성을 지니고 있다는 것과 동일한 결과를 보였다(28). 결국 본 연구에서 보이는 우수한 항산화 효과는 블루베리 잎에 함유되어 있는 천연 항산화 물질로서의 flavonoids와 같은 phenolics에 의한 것으로 판단된다.

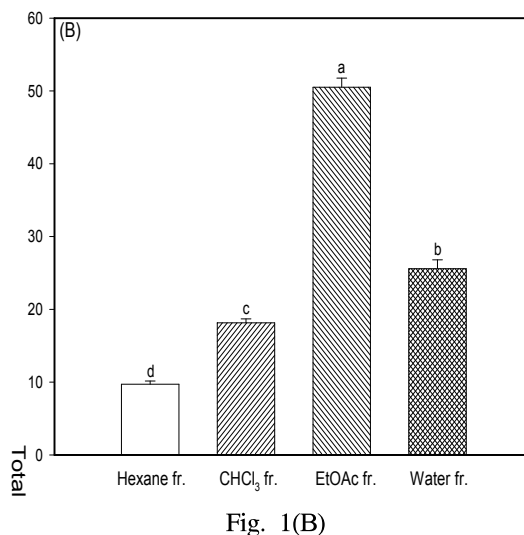
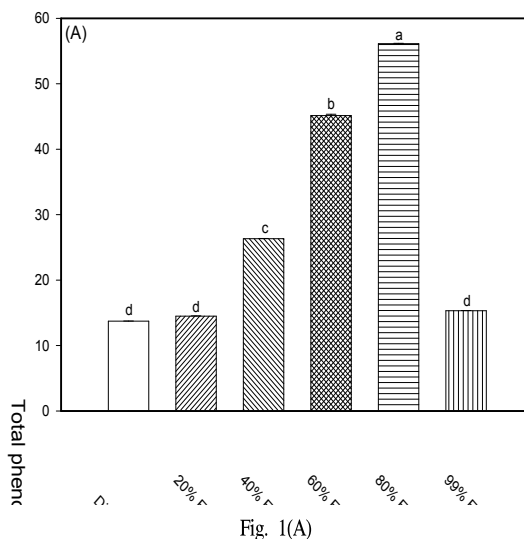


Fig. 1. Total phenolics of distilled water, 20%, 40%, 60%, 80%, 99% ethanol (A) and various solvent fractions (B) from blueberry leaf. Results are mean \pm s.d. ($n=3$) and mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

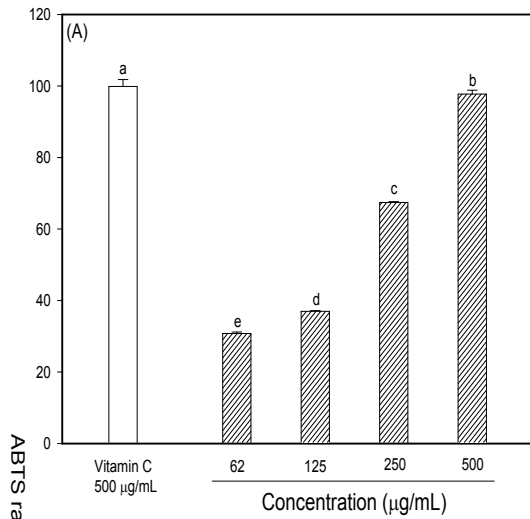


Fig. 2(A)

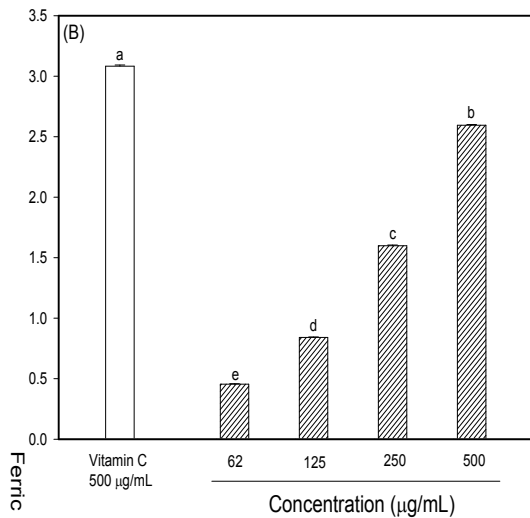


Fig. 2(B)

Fig. 2. ABTS radical scavenging activities (A) and Ferric reducing antioxidant power (B) of ethyl acetate fraction from blueberry leaf.

Results are mean \pm s.d. ($n=3$) and mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

요약

블루베리 잎의 무기질은 칼슘과 칼륨의 순으로 많았으며, 유리당은 glucose가 대부분을 차지하였다. 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine의 순으로 많이 함유되어 있었으며, 지방산 함량은 eicosenoic acid, palmitic acid순으로 높았다. vitamin C와 total flavonoid 함량은 각각 112.64 ± 0.02 mg%, 13.09 ± 0.01 mg%이었다. 블루베리 잎 80% 에탄올 추출물을 이용한 분획물의 total phenolics 함량은 에틸아세테이트 분획물이 50.51 mg of GAE/g로 제일 높았

으며, 블루베리 잎 에틸아세테이트 분획물의 ABTS 라디칼 소거활성 및 FRAP assay는 농도 의존적으로 항산화 활성이 증가하는 경향을 보였다. 본 연구 결과를 종합해볼 때, 생리활성 소재로서의 phenolics를 함유한 블루베리 잎은 양질의 영양학적 성분 구성 및 *in vitro* 항산화 효과를 기초로 한 고부가가치 건강지향 식품 소재로서의 활용가치가 높다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 정부의 재원으로 지식경제부 지역산업 기술개발사업(전남-S71-500206) 및 교육과학기술부 일반연구지원사업 (KRF-2011-0021664)의 지원을 받아 수행된 연구 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Jeong EJ, Sung SH, Kim JS, Kim H, Kim YC (2008) *Rhus verniciflua* stokes attenuates glutamate-induced neurotoxicity in primary cultures of rat cortical cells. *Nat Prod Sci*, 14, 156-160
- Parfenova H, Basuroy S, Bhattacharya S, Tcheranova D, Qu Y, Regan RF, Leffler CW (2006) Glutamate induces oxidative stress and apoptosis in cerebral vascular endothelial cells: contributions of HO-1 and HO-2 to cytoprotection. *Am J Physiol Cell Physiol*, 290, 1399-1410
- Criqui MH, Ringel BL (1994) Does diet or alcohol explain the French paradox? *Lancet* 344, 1719-1723
- Loliger J (1991) The use of antioxidants in foods. In: Free radicals and food additives. Aruoma OI, Halliwell B, Eds. Taylor and Francis: London, p 121-150
- Westwood MN (1993) Temperate-zone pomology. Timber Press, Portland, OR, USA, p 100-101
- 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
- Magdalini AP, Andriana D, Zacharoula IL, Paul C,

- Dorothy K, Marigoula M, Fotini NL (2009) Effect of a polyphenol-rich wild blueberry extract on cognitive performance of mice, brain antioxidant markers and acetylcholinesterase activity. *Behavioural Brain research*, 198, 352-358
9. Zheng W, Wang SY (2003) Oxygen radical absorbending capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and ligoberries, *J Agric Food Chem*, 51, 502-509
 10. Connor AM, Ludy JJ, Hancock JF, Berkeimer S, Hanson EJ (2002) Changes in fruit antioxidant among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J Agric Food Chem*, 50, 893-898
 11. Jeong CH, Bae YI, Lee HJ, Shim KH (2003) Chemical components of propolis and its ethanolic extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32, 501-505
 12. Choi JH, Jang JG, Park KD, Park MH, Oh SK (1981) High performance liquid chromatographic determination of free sugar in ginseng and its products. *Korean J Food Sci Technol*, 13, 107-113
 13. Jeong CH, Shim KH (2004) Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 716-722
 14. Metcalf LD, Schmits AA, Pelka JR (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem*, 38, 514-515
 15. Jeong CH, Lee WJ, Bae SH, Choi SG (2007) Chemical components and antioxidative activity of Korean gold kiwifruit. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 36, 859-865
 16. Kim DO, Jeong SW, Lee CY (2003) Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. *Food Chem*, 81, 321-326
 17. Jeong CH, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim DO, Kim YJ, Heo HJ (2010) Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*. *Food Chem*, 118, 272-282
 18. Ko KS, Oh SS, Lee JH, Hyun JW, Kim YG (2010) Distribution of inorganic in jeju green tea. *Korean Tea Soc*, 16, 85-88
 19. 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
 20. Son HS, Lee MH, Oh SK, Kwon TB, Ju JS (1995) Changes in α -Amylase activity and free sugar contents of buckwheat during germination. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 8, 32-36
 21. 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
 22. Lee YJ, Ahn MS, Hong KH (1998) A study on the content of general compounds, amino acid, vitamins, catechins, alkaloids in green, oolong and black tea. *J Fd Hyg Safety*, 13, 377-382
 23. Jeong CH, Choi SG, Heo HJ (2008) Analysis of nutritional components and evaluation of functional activities of *Sasa borealis* leaf tea. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 586-592
 24. Kwak JH, Choi GN, Park JH, Kim JH, Jeong HR, Jeong CH, Heo HJ (2010) Antioxidant and neuronal cell protective effect of purple sweet potato extract. *J Agric Life Sci*, 44, 57-66
 25. Taha M, Rababah, Nanam S, Hettiarachchy, Ronny Horax (2004) Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, greentea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin E, and tert-butylhydroquinone. *J Agric Food Chem*, 52, 5183-5186
 26. 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
 27. Lee HJ, Lee HS, Cho HJ, SY Kim, HJ Suh (2012) Utilization of hydrolytic enzymes for the extraction of ginsenosides from Korean ginseng leaves. *Process Biochem*, 47, 538-543
 28. Ho ST, Tung YT, Chen YL, Zhao YY, Chung MJ, Wu JH (2012) Antioxidant activities and phytochemical study of leaf extracts from 18 indigenous tree species in Taiwan. *Evid.-based Complement Altern Med*, 2012, Article ID 215959, 8 pages