

## 버찌, 아로니아, 마키베리의 성분 및 항산화 활성 비교 연구

이기원 · 제해종\* · 정태환\*\* · 이유림\*\*\* · 최재환\*\*\* · 황효정\*\*\*\* · †신경옥\*\*\*\*\*

삼육대학교 식품영양학과 강사, \*삼육대학교 신학과 부교수, \*\*삼육대학교 보건바이오융합학과 박사과정 대학원생,  
\*\*\*삼육대학교 식품생명산업학과 석사과정 대학원생, \*\*\*\*삼육대학교 식품영양학과 겸임교수  
\*\*\*\*\*삼육대학교 식품영양학과 부교수

### Comparison of Components and Antioxidant Activity of Cherry, Aronia, and Maquiberry

Ki-Won Lee, Haejong Je\*, Tae-Hwan Jung\*\*, Yu lim Lee\*\*\*, Jae-Hwan Choi\*\*\*,  
Hyo-Jeong Hwang\*\*\*\* and †Kyung-Ok Shin\*\*\*\*\*

Lecturer, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

\*Associate Professor, Dept. of Theology, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

\*\*Doctoral Graduate Student, Biomaterials Research Institute, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

\*\*\*Master's Course, Food Science and Biotechnology, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

\*\*\*\*Adjunct Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

\*\*\*\*\*Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

### Abstract

This study was performed to facilitate development of new food materials by comparing general components, functional components and antioxidant activity of cherry, aronia, and maquiberry. Cherry revealed higher content of water (6.71%), crude protein (4.61%) and crude protein (5.33%) than aronia and maquiberry. Crude fat content of cherry fruits was the lowest at 1.46%. Content of iron per 100 g was 0.96 mg in cherry, significantly higher than other berries. Total phenolic content of cherry, aronia and maquiberry was 31.32~95.05 GAE mg/g. Total flavonoid content in water extract was 2.07 QE mg/g in cherry, compared with aronia and maquiberry. FRAP reduction power of cherry, aronia and maquiberry was 86.94~331.83 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ . FRAP reduction power (156.50 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ ) of cherry was higher than that of aronia (121.72 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ ) at 95°C deionized water extract. In the case of water extract, 117.00 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ , and cherry was higher in ABTS radical scavenging ability than aronia (86.55  $\mu\text{mol/g}$ ). DPPH radical scavenging activity of cherry, aronia and maquiberry was 26.34~493.53 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ . DPPH radical scavenging activity was lowest in cherry. In conclusion, in place of foreign expensive aronia and maquiberry, the price of cherry is low and use of cherry widely distributed has increased and is used as a material of functional food.

Key words: cherry, aronia, maquiberry, proximate composition, mineral composition, total phenolic content, antioxidant activity

### 서 론

최근 미세먼지 등의 유발로 인한 급격한 주위 환경의 변화는 소비자들로 하여금 대중매체를 중심으로 건강의 관심도

를 매우 강하게 증가시키고 있다. 특히 만성퇴행성질환 예방, 혈관건강, 면역력 증강, 항암효과, 항산화력 증강 및 노화방지에 대한 관심도가 높아지면서 식품의 기능성 성분을 분석하여 식품의 소재로 사용이 가능한지 여부, 기능성 제품개발 및

† Corresponding author: Kyung-Ok Shin, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea. Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

대체식품으로 활용도에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 국내 건강기능식품(2015년)의 시장규모는 전년보다 16.2%가 증가한 2조 3,291억 원이었으며, 그 중에서도 면역이나 항노화와 관련성이 높은 제품군이 79.5% 이상으로 판매되었다(KMFDS 2016). 또한, 국내에 재배되는 베리류는 복분자, 오디, 블루베리, 블랙베리 및 아로니아 등이 주류를 이루고 있으며, 최근 기능성 베리류에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 전국적으로 재배면적이 증가하고 있다(Choi 등 2017). 베리류에는 안토시아닌 색소, 폴리페놀, 플라보노이드, 탄닌 및 유기산 등이 풍부하여 항산화, 항암, 항염 및 심혈관계 질환 등에 도움을 준다고 하여 관심이 높아지고 있다(Seeram 등 2006; Lee 등 2015). 따라서 소비자들이 쉽게 접할 수 있는 각종 과실에서 항산화 활성 등과 같은 생리활성을 가지는 화합물을 얻고자 하는 관심이 점차적으로 증가하고 있어 이에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있으며, 그 대표적인 과실이 바로 베리류이다(Shin 등 2006; Ju 등 2007; Jeong 등 2008).

벚나무(oriental flowering cherry) 열매인 버찌(*Prunus pauciflora* Bunge)는 검붉은 빛을 띤 핵과의 하나로 한방에서는 야앵화(野櫻花)라고 부리우는 장미목 장미과 벚나무속(*Prunus*) 벚나무아속(*Cerasus*)에 딸린 벚나무·신양벚나무·양벚나무·왕벚나무 등 여러 식물의 열매를 구분하지 않고 부르는 이름이다(Kim 등 2011). 항균, 항염, 항암, 신경통 및 천식에 효과가 있으며, 버찌를 주로 버찌주(酒)로 만들어 먹거나, 효소로 담가서 물에 희석시켜서 먹는 것으로 알려져 있다(Chung & Chung 2015).

아로니아(aronia, *Aronia melanocarpa*)는 블랙 초크베리(black chokeberry)라고 불리우며, 북아메리카가 원산지인 다년생 낙엽관목의 열매이다(Chung HJ 2016). 아로니아는 주로 관상용이나 열매를 얻기 위한 식용으로 재배하며, 열매는 신맛이 나고, 잼·시럽·주스·와인 등 다양한 식품에 활용되고 있다. 항산화 물질인 폴리페놀 및 플라보노이드 등이 풍부하여 슈퍼푸드의 하나로 알려졌다(Lee & Choi 2016).

마키베리(maquiberry, *Aristotelia chilensis*)는 안데스 산맥이나 칠레 남부 지역에서 자라는 베리류이며, 주로 야생에서 채집하는 것으로 알려져 있었으나, 그 효능이 알려지면서 재배지가 증가하고 있다고 한다(Chung HJ 2016). 마키베리 나무는 상록활엽수로 크기는 4~5 m까지 자라며, 봄과 여름 사이에 흰색 꽃이 핀다. 칠레에서는 매년 12~3월 사이 열매를 채취하며, 열매는 보라색이고, 지름이 4~6 mm 정도이다(Daum dictionary 2018). 열매는 폴리페놀 및 안토시아닌(델피니딘, Delphinidin)이 다량 함유되어 있고, 항산화 성분이 풍부해 슈퍼푸드의 하나로 알려졌다(Chung HJ 2016). 마키베리의 기능으로는 지질생성 억제, 항염증, 항산화 등이 보고되고 있다(Rojo 등 2012; Chung HJ 2016). 마키베리는 잼, 주스 등의

가공식품으로 활용되며, 음료·요거트·샐러드 등에 섞어 먹는다.

현재 국내에서 잼, 와인, 소스, 막걸리, 과자 등의 원료로 시판 및 유통되고 있는 베리류는 대부분이 국내산보다는 수입산이 많아서 소비자가 구매하기에는 비싼 가격으로 판매되고 있으며, 학문적으로도 국내에서는 베리류에 대한 연구 논문도 아직은 많은 편이 아니다.

이에 본 연구에서는 국내에서 누구나 쉽게 구할 수 있는 열매임에도 불구하고, 기능성 식품으로의 활용도가 낮은 버찌가 수입산인 아로니아와 마키베리의 일반성분 및 항산화 활성에 차이가 있는지를 비교함으로써 새로운 식품소재 개발에 도움을 주어 버찌의 활용도를 높이기 위해 본 연구를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 시약

버찌는 2018년 5~7월 사이에 불암산 근처에서 서식하는 벚나무에서 직접 채취하여  $-50\sim-40^{\circ}\text{C}$  사이에서 동결 건조(FDTL-4504, Operon, Korea)하였다. 아로니아와 마키베리는 현재 시중에서 시판되고 있는 미국산 분말을 구입한 후,  $-20^{\circ}\text{C}$  냉동고에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 분쇄한 재료 20 g씩을 500 mL의 탈 이온수와 에탄올에 각각 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 3시간씩 2회 추출하였다. 추출액은 압착 여과 후 원심분리(6,000 rpm, 30 min,  $4^{\circ}\text{C}$ )하고, 상등액을  $45^{\circ}\text{C}$ 에서 진공농축 후, 동결건조(LYPH-LOCK 12, Labconco, USA)하여 분말 시료로 하였다.

본 실험에 사용된 시약들은 각각 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt form(ABTS), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchloroman-2-carboxylic acid(Trolox)는 Fluka(Switzerland) 제품, Folin-Ciocalteu reagent(FC reagent), 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), potassium persulfate는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA) 제품, gallic acid, sodium carbonate, sodium acetate, acetic acid,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 는 Riedel de Haën(Selze, Germany) 제품을 사용하였으며, 기타 시약과 용매는 analytical grade를 사용하였다(Lee 등 2017).

### 2. 일반성분 분석

버찌, 아로니아 및 마키베리 분말의 수분은 상압가열건조법(FS-620, Toyo Seisakusho Co., Ltd., Japan), 조단백질은 micro-Kjeldahl 법에 준하여 조단백 자동분석장치(Kjeltec TM 2300, FOSS, Höganäs, Sweden), 회분은 직접회화법(KL-160, Toyo Seisakusho Co., Ltd., Japan), 조지방의 정량은 Soxhlet 법

에 준하여 측정하였다(Lee 등 2008; Choi 등 2016).

### 3. 무기질 분석

인체 영양상 미량 무기질은 세포가 기능을 수행하는데 필수인 요소이며, 중요성이 강조되어 필수 미량 무기질을 선택하여 분석하였다(Kwak 등 2010). 구리, 아연, 철, 셀레늄 및 망간의 무기질 함량은 Kim 등(2007)이 제시한 방법에 따라 분석하였다. 시료 전처리는 건식분해법에 따라 분해 및 여과하여 증류수로 100 mL까지 정용한 시험용액으로 하였으며, 시료를 넣지 않은 공시험도 같은 방법으로 실시하였다. 전처리된 시험용액은 유도결합 플라즈마 분광기(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer, Z 6100, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석 조건에 맞추어 분석하였다(Choi 등 2016).

### 4. 총 페놀 함량 측정(Total Phenolic Content: TPC)

버찌, 아로니아 및 마키베리 분말의 총 페놀 함량 측정은 Waterhouse AL(2002)의 방법에 의하여 측정하였다. 조제 시료 20  $\mu$ L에 탈 이온수 1.58 mL를 가하고, Folin-Ciocalteu's reagent 100  $\mu$ L를 첨가하여 vortex로 혼합하였다. 실온에서 5분간 반응시킨 후, 20% sodium carbonate 용액 300  $\mu$ L를 첨가하여 실온의 암소에서 2시간 반응시키고, 765 nm에서 흡광도(UV-visible spectrophotometer, Agilent Technologies, UMC Science, Korea)를 측정하였다. 총 페놀 함량은 조제 시료 1 g에 해당하는 gallic acid의 용량(GAE mg/g dry weight)으로 표시하였다.

### 5. 총 플라보노이드 함량(Total Flavonoids Content: TFC)

총 플라보노이드 함량은 Horszwald 등(2013)의 방법을 수정하여 실시하였다. 희석된 샘플 125  $\mu$ L를 375  $\mu$ L의 95%에탄올(v/v)과 혼합하였다. 시료에 25  $\mu$ L의 10%  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  및 25  $\mu$ L의 1M 아세트산 칼륨을 첨가한 후, 700  $\mu$ L의 탈 이온수를 첨가하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수득된 결과는 mg 케르세틴(Q)/g 단위로 나타내었다.

### 6. FRAP에 의한 환원력 측정

버찌, 아로니아 및 마키베리 분말의 FRAP 환원력은 Pulido 등(2000)의 방법에 의하여 측정하였다. FRAP 용액은 40 mM HCl에 10 mM TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine)를 녹인 용액 2.5 mL와 20 mM  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  2.5 mL 그리고 300 mM acetate buffer(pH 3.6) 25 mL를 혼합하여 37°C에서 보관하여 준비하였다. FRAP 용액 900  $\mu$ L에 시료 30  $\mu$ L와 탈 이온수 90  $\mu$ L를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, 595 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 trolox를 이용하여 TEAC

$\mu$ mol/g dry weight로 표시하였다(Lee 등 2017).

### 7. ABTS 라디칼 소거활성 측정

ABTS 라디칼 소거활성은 Re 등(1999)과 Lee 등(2017) 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS 용액과 140 mM potassium persulfate( $K_2S_2O_8$ )를 혼합하여 12~16시간 암소에서 반응시킨 후, phosphate buffered saline(PBS, pH 7.4)을 사용하여 734 nm 파장에서 흡광도 값  $0.7(\pm 0.02)$ 이 되도록 희석하여 사용하였다. Radical inhibition(%)이 20~80%가 되도록 희석한 조제 시료 10  $\mu$ L와 ABTS 용액 1 mL를 혼합하여 15분간 반응시킨 후, 734 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical cation scavenging capacity는 제시된 공식 (1)에 의하여 계산하였으며, 각 시료의 라디칼 소거능은 TEAC  $\mu$ mol/g dry weight로 나타내었다.

$$\begin{aligned} \text{ABTS scavenging activity(\%)} &= \\ &= \frac{[(\text{ABTS}_{\text{Control}} - \text{ABTS}_{\text{Sample}}) / \text{ABTS}_{\text{Control}}] \times 100}{\text{ABTS}_{\text{Control}}} \quad (1) \\ \text{ABTS}_{\text{Control}} &= \text{Absorbance of a blank sample at the beginning} \\ &\quad \text{of the reaction (} t=0 \text{ min)} \\ \text{ABTS}_{\text{Sample}} &= \text{Absorbance of a test sample at the end of the} \\ &\quad \text{reaction (} t=15 \text{ min)} \end{aligned}$$

### 8. DPPH 라디칼 소거활성 측정

DPPH 라디칼 소거활성은 Thaipong 등(2006)의 방법에 의하여 측정하였다. DPPH stock solution은 DPPH 24 mg을 methanol 100 mL에 용해시킨 후 -20°C에서 보관하면서 사용하였다. DPPH 용액은 515 nm 파장에서 흡광도 값  $1.1(\pm 0.02)$ 이 되도록 methanol로 희석하여 사용하였다. Radical inhibition(%)이 20~80%가 되도록 희석한 조제 시료 50  $\mu$ L와 DPPH 용액 2 mL를 혼합하여 실온의 암소에서 30분간 반응시킨 후, methanol을 blank로 하여 515 nm에서 시료의 잔존 흡광도를 측정하였다(Lee 등 2017). DPPH radical scavenging capacity는 제시된 공식 (2)에 의하여 계산하였으며, 각 시료의 라디칼 소거능은 TEAC  $\mu$ mol/g dry weight로 나타내었다.

$$\begin{aligned} \text{DPPH scavenging activity(\%)} &= \\ &= \frac{[(\text{DPPH}_{\text{Control}} - \text{DPPH}_{\text{Sample}}) / \text{DPPH}_{\text{Control}}] \times 100}{\text{DPPH}_{\text{Control}}} \quad (2) \\ \text{DPPH}_{\text{Control}} &= \text{Absorbance of a blank sample at the beginning} \\ &\quad \text{of the reaction (} t=0 \text{ min)} \\ \text{DPPH}_{\text{Sample}} &= \text{Absorbance of a test sample at the end of the} \\ &\quad \text{reaction (} t=30 \text{ min)} \end{aligned}$$

### 9. EC<sub>50</sub> value 측정

ABTS radical cation scavenging capacity와 DPPH radical scavenging capacity의 EC<sub>50</sub> value는 Alexander 등(1999)과 Lee

등(2017)의 방법에 따라 제시된 공식 (3)에 의하여 계산하였다.

$$EC_{50} = D - [(A - 50\% \text{ max response}) \times (D - C)] / (A - B) \quad (3)$$

A = Immediately higher response of 50% max response

B = Immediately lower response of 50% max response

D = log concentration corresponding to A response

C = log concentration corresponding to B response

## 10. 통계처리

실험된 모든 자료는 SPSS package version 18.0(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 각각 평균과 표준편차를 구하였다. 평균치 비교는 one-way ANOVA 방법에 따라 실시하였으며, 평균들 간 차이의 유의성 분석( $p < 0.0001$ 과  $p < 0.01$ )은 Duncan의 다중 검정법(Duncan's multiple range test)에 의해 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 일반성분 분석

버찌, 아로니아 및 마키베리의 일반성분 분석은 Table 1에 제시하였다. 버찌는 수분이  $6.71 \pm 0.62\%$  ( $p < 0.0001$ ), 조단백질이  $4.61 \pm 0.24\%$  ( $p < 0.0001$ ) 및 조회분이  $5.33 \pm 0.55\%$  ( $p < 0.01$ )로 아로니아와 마키베리보다 높은 함량을 나타내었으며, 조지방 함량은 마키베리가  $8.40 \pm 0.31\%$ 로 유의하게 높은 반면에, 버찌는  $1.46 \pm 0.27\%$ 로 가장 낮은 함량을 보였다( $p < 0.0001$ ). 아로니아는 수분이  $2.72 \pm 0.89\%$ , 조단백질이  $1.59 \pm 0.13\%$ , 조지방이  $3.05 \pm 0.79\%$  및 조회분이  $3.49 \pm 0.26\%$ 였으며, 마키베리는 수분이  $2.48 \pm 0.15\%$ , 조단백질이  $3.12 \pm 0.32\%$ , 조지방이  $8.40 \pm 0.31\%$  및 조회분이  $3.08 \pm 0.09\%$ 이었다.

식품성분표(RDA, 2006a)에 제시된 버찌와 일반영양 성분

**Table 1. Proximate composition of cherry, aronia, and maquiberry**

| Composition (%) | Cherry               | Aronia            | Maquiberry        | p-value              |
|-----------------|----------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| Moisture        | $6.71 \pm 0.62^{1b}$ | $2.72 \pm 0.89^a$ | $2.48 \pm 0.15^a$ | 0.0001 <sup>2)</sup> |
| Crude protein   | $4.61 \pm 0.24^c$    | $1.59 \pm 0.13^a$ | $3.12 \pm 0.32^b$ | 0.0001               |
| Crude fat       | $1.46 \pm 0.27^a$    | $3.05 \pm 0.79^b$ | $8.40 \pm 0.31^c$ | 0.0001               |
| Crude ash       | $5.33 \pm 0.55^b$    | $3.49 \pm 0.26^a$ | $3.08 \pm 0.09^a$ | 0.01                 |

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> Significantly different ( $p < 0.0001$  &  $p < 0.01$ ) among samples in a row. Values of the amount in the same row with different superscripts (<sup>a-c</sup>) are significantly different (Duncan's multiple range test).

을 비교해 보면, 국내산 버찌 생것 가식부 100 g당 수분이 82.9 g, 단백질이 1.2 g, 지질이 0.3 g, 회분이 0.6 g으로 제시되었다. 버찌 생것 가식부 100 g당 미국산의 경우 수분이 81.1 g, 단백질이 1.2 g, 지질이 0.1 g, 회분이 0.5 g이고, 일본산의 경우 수분이 83.1 g, 단백질이 1.0 g, 지질이 0.2 g, 회분이 0.5 g이라고 보고하였다(RDA, 2006a). 또한, 블루베리와 비교해 보면, 가식부 100 g당 수분이 84.6 g, 단백질이 0.7 g, 지질이 0.4 g, 회분이 0.2 g로 제시되고 있다(RDA, 2006a). Jeong 등(2012)의 연구에서는 보이즌베리의 일반성분은 수분 79.52%, 조단백질 1.08%, 조지방 0.73%, 조섬유 2.51%, 조회분 0.62%이라고 제시하였으며, 본 연구의 버찌와 비교했을 때, 보이즌베리에 비해 버찌가 조단백질, 조지방 및 조회분이 높은 것으로 나타났다.

### 2. 무기질 함량

버찌, 아로니아 및 마키베리의 주요 무기질 함량은 Table 2에 제시하였다. 철의 함량은 100 g당 버찌에서  $0.96 \pm 0.05$  mg으로 다른 베리류에 비해 유의하게 높았다( $p < 0.0001$ ). 식품성분표(RDA, 2006a)에 제시된 버찌와 일반영양 성분을 비교해 보면, 철의 함량은 버찌 생것 가식부 100 g당 국내산은 0.6 mg, 미국산은 0.3 mg, 일본산은 0.3 mg이었으며, 블루베리의 경우는 0.2 mg으로 제시하였다. 이와 비교해 볼 때, 본 연구에서 제시한 버찌의 철분 함량은 매우 높았다. 또한, Lee 등(2015) 연구에서 제시한 철의 함량과 비교해 볼 때, 100 g당 오디  $0.8 \pm 0.0$  mg, 블랙라즈베리  $0.9 \pm 0.0$  mg, 라즈베리  $0.4 \pm 0.0$  mg 및 블루베리  $0.4 \pm 0.1$  mg으로 나타나 본 연구에서 제시한 버찌가 철의 함량이 높은 것으로 나타났다.

아로니아의 무기질 함량은 100 g당 구리, 아연, 셀레늄 및 망간 함량은 각각  $0.29 \pm 0.02$  mg,  $0.49 \pm 0.02$  mg,  $0.03 \pm 0.002$  mg 및  $0.51 \pm 0.04$  mg으로 다른 두 종류의 베리류에 비해 유의하게 높았다( $p < 0.0001$ ). 또한, 구리와 아연은 마키베리보다 버

**Table 2. Mineral composition of cherry, aronia, and maquiberry**

| Composition (mg/100 g) | Cherry               | Aronia             | Maquiberry         | p-value              |
|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Copper                 | $0.23 \pm 0.01^{1b}$ | $0.29 \pm 0.02^c$  | $0.20 \pm 0.01^a$  | 0.0001 <sup>2)</sup> |
| Zinc                   | $0.41 \pm 0.03^b$    | $0.49 \pm 0.02^c$  | $0.35 \pm 0.02^a$  | 0.0001               |
| Iron                   | $0.96 \pm 0.05^c$    | $0.60 \pm 0.03^b$  | $0.46 \pm 0.02^a$  | 0.0001               |
| Selenium               | $0.01 \pm 0.002^a$   | $0.03 \pm 0.002^b$ | $0.02 \pm 0.003^a$ | 0.0001               |
| Manganese              | $0.40 \pm 0.02^a$    | $0.51 \pm 0.04^b$  | $0.41 \pm 0.03^a$  | 0.0001               |

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> Significantly different ( $p < 0.0001$ ) among samples in a row. Values of the amount in the same row with different superscripts (<sup>a-c</sup>) are significantly different (Duncan's multiple range test).

찌에 더 많이 함유되어 있었다( $p<0.0001$ ). 버찌 생것 가식부 100 g당 미국산은 구리 0.08 mg, 아연 0.1 mg, 셀레늄 0 mg 및 마그네슘이 12 mg으로 보고하였으며, 블루베리의 경우 가식부 100 g당 구리 0.04 mg, 아연 0.1 mg, 셀레늄 0 mg 및 마그네슘이 5 mg으로 제시하였다(RDA, 2006b). Jeong 등(2012)의 연구에서는 보이즌베리의 가용성 무질소물 15.54%였으며, 주요 무기성분은 칼륨, 인 및 칼슘으로 그 함량이 각각 219.30 mg/100 g, 46.25 mg/100 g 및 39.60 mg/100 g이었다고 보고하였다. 선행연구(Lee 등 2015)에서는 국내 재배 베리류에 함유된 주요 무기질은 칼륨·칼슘·마그네슘이었고, 망간·철·구리의 함량은 미량 함유되어 있었으며, 총 무기질 함량은 92.9~256.0 mg/100 g으로 블랙라즈베리에 유의적으로 높게 함유되어 있었고, 블루베리가 가장 낮았다고 보고하였다.

### 3. 항산화 활성

#### 1) 총 페놀 함량

버찌, 아로니아 및 마키베리의 총 페놀 함량은 Table 3에 제시하였다. 버찌, 아로니아 및 마키베리의 총 페놀 함량 31.32~95.05 GAE mg/g으로 나타났다. 탈 이온수 추출물의 경우 마키베리 60.25±1.33 GAE mg/g, 버찌 58.52±3.40 GAE mg/g, 아로니아 31.32±1.25 GAE mg/g 순이었다. 에탄올 추출의 경우 아로니아가 95.05±2.66 GAE mg/g으로 나타나 버찌와 마키베리에 비해 3.40~3.57배 총 페놀 함량이 높았다( $p<0.0001$ ).

총 페놀 함량은 Chung HJ(2014)의 연구에서는 블루베리 70% methanol 추출물의 경우 42.26 mg/g이고, Jeong 등(2008)의 연구에서는 블루베리의 경우 9.03 mg/g, 라즈베리는 5.34 mg/g이며, Jeong 등(2012)의 연구에서는 보이즌베리의 총 페놀 함량은 39.20 mg/GAE g이었다고 보고하였다. Chung HJ (2016)의 연구에 의하면 총 폴리페놀 함량은 마키베리가 73.66

mg GAE/g으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 아로니아 59.26 mg GAE/g, 블랙커런트 43.70 mg GAE/g 순이었다고 보고하였다. 선행연구(Lee 등 2015)에서는 총 페놀 함량은 블랙라즈베리 547.2 mg/100 g, 오디 331.6 mg/100 g, 블루베리 298.2 mg/100 g 및 라즈베리 198.2 mg/100 g 함유되어 있다고 보고하였으며, 베리류에서 총 페놀화합물의 함량이 높을수록 항산화 활성이 크다고 보이나, 총 페놀화합물의 함량과 항산화 활성과의 상관성에 대한 심도 있는 조사를 위해서는 향후 특정 항산화 성분에 대한 더 많은 연구가 필요하다고 강조하였다. 또한, 총 페놀 함량은 산지, 품종, 유전형 별로 큰 차이를 보였다는 연구(Connor 등 2002; Moyer 등 2002; Lee 등 2015)를 종합하여 볼 때, 베리류 간의 명확한 비교를 위해서는 여러 요소를 고려하여 반복적인 연구가 필요하다고 사료된다.

#### 2) 총 플라보노이드 함량

3가지 베리류의 총 플라보노이드 함량은 Table 3에 제시하였다. 총 플라보노이드의 함량은 탈 이온수 추출물의 경우, 아로니아와 마키베리에 비해 버찌에서 2.07±0.05 QE mg/g으로 높았다( $p<0.0001$ ). 그러나 에탄올 추출물에서는 아로니아가 2.23±0.12 QE mg/g으로 함량이 가장 높았다( $p<0.0001$ ). 총 플라보노이드 함량은 Chung HJ(2014)의 연구에서는 블루베리 70% methanol 추출물의 경우, 26.39 mg/g이라고 보고하였다. Lee 등(2015)의 연구에서는 총 플라보노이드 함량은 블랙라즈베리 94.6 mg/100 g, 오디 55.1 mg/100 g, 블루베리 39.6 mg/100 g 및 라즈베리 5.0 mg/100 g으로 함유되어 있다고 보고하였다. Chung HJ(2016)의 연구에 의하면, 총 플라보노이드 함량은 마키베리 28.08 mg/g, 아로니아 24.26 mg/g, 블랙커런트 16.82 mg/g 순으로 나타났다고 보고하였다. Choi 등(2017)의 연구에서는 건조방법에 따른 블랙베리의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 동결건조에서 9.3 mg/g 및 6.2 mg/g으로 가장 높았으며, 열풍건조에서는 온도 증가에 따라 높아졌

**Table 3. Total phenolic content, TFC and FRAP value of berries**

| Berry type      | Total phenolic content (GAE mg/g) |                         | TFC (QE mg/g dry weight) |                        | FRAP (TEAC $\mu$ mol/g dry weight) |                          |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------|
|                 | DIW <sup>1)</sup>                 | EtOH <sup>2)</sup>      | DIW                      | EtOH                   | DIW                                | EtOH                     |
| Cherry          | 58.52±3.40 <sup>3)b</sup>         | 26.65±1.36 <sup>a</sup> | 2.07±0.05 <sup>b</sup>   | 0.80±0.02 <sup>a</sup> | 156.50±3.18 <sup>b</sup>           | 86.94±3.17 <sup>a</sup>  |
| Aronia          | 31.32±1.25 <sup>a</sup>           | 95.05±2.66 <sup>b</sup> | 0.92±0.02 <sup>a</sup>   | 2.23±0.12 <sup>b</sup> | 121.72±4.34 <sup>a</sup>           | 331.83±6.98 <sup>c</sup> |
| Maquiberry      | 60.25±1.33 <sup>b</sup>           | 27.99±1.60 <sup>a</sup> | 2.00±0.02 <sup>b</sup>   | 0.81±0.04 <sup>a</sup> | 214.50±4.48 <sup>c</sup>           | 125.83±3.79 <sup>b</sup> |
| <i>p</i> -value | 0.0001 <sup>4)</sup>              | 0.0001                  | 0.0001                   | 0.0001                 | 0.0001                             | 0.0001                   |

<sup>1)</sup> Water extract.

<sup>2)</sup> Ethanol extract.

<sup>3)</sup> Values represented mean±S.D. of three parallel measurements.

<sup>4)</sup> Significantly different ( $p<0.0001$ ) among samples in a row. Values of the amount in the same row with different superscripts (<sup>a-c</sup>) are significantly different (Duncan's multiple range test).

다고 보고하였다.

### 3) FRAP에 의한 환원력

탈 이온수와 에탄올 추출물의 FRAP에 의한 환원력은 Table 3에 제시하였다. 버찌, 아로니아 및 마키베리의 FRAP 환원력은 86.94~331.83 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타났다. 이 중 아로니아의 에탄올 추출물의 경우, 331.83 $\pm$ 6.98 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높은 수치를 보였으며, 마키베리는 탈 이온수 추출물의 경우 214.50 $\pm$ 4.48 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 환원력이 가장 높았다 ( $p<0.0001$ ). 버찌의 환원력은 탈 이온수 추출물의 경우 156.50 $\pm$ 3.18 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타났다.

### 4) ABTS 라디칼 소거활성

ABTS 라디칼 소거활성은 Table 4에 제시하였다. 버찌, 아로니아 및 마키베리의 ABTS 라디칼 소거활성은 86.55~282.36 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타났다. 이 중 버찌의 탈 이온수 추출물의 경우 117.00 $\pm$ 2.52 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타나 아로니아보다 높았으며, 에탄올 추출물의 경우 46.48 $\pm$ 1.25 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타나 아로니아와 마키베리 보다 낮은 수치를 보였다 ( $p<0.0001$ ). 선행연구(Lee 등 2015)에서는 ABTS 라디칼 소거활성은 블랙라즈베리가 가장 높은 2.99 mmol TEAC/100 g이었으며, 라즈베리는 유의적으로 가장 낮았다고 보고하였다.

### 5) DPPH 라디칼 소거활성

DPPH 라디칼 소거활성은 Table 5에 제시하였다. 버찌, 아로니아 및 마키베리의 소거활성은 26.34~493.53 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타났다. 탈 이온수 추출물의 경우 아로니아, 마키베리 및 버찌가 각각 493.53 $\pm$ 3.84 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ , 151.10 $\pm$ 1.35  $\mu\text{mol/g}$  및 85.27 $\pm$ 3.14 TEAC  $\mu\text{mol/g}$  순이었으며, 에탄올 추출물의

**Table 4. ABTS radical cation scavenging activity of berries**

| Berry type      | TEAC ( $\mu\text{mol/g}$ dry weight) |                                 | EC <sub>50</sub> values (mg/mL) |                  |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|
|                 | DIW <sup>1)</sup>                    | EtOH <sup>2)</sup>              | DIW                             | EtOH             |
| Cherry          | 117.00 $\pm$ 2.52 <sup>3b)</sup>     | 46.48 $\pm$ 1.25 <sup>a)</sup>  | 6.76 $\pm$ 0.14                 | 17.02 $\pm$ 0.46 |
| Aronia          | 86.55 $\pm$ 0.85 <sup>a)</sup>       | 282.36 $\pm$ 1.52 <sup>c)</sup> | 9.14 $\pm$ 0.09                 | 2.80 $\pm$ 0.02  |
| Maqui-berry     | 180.81 $\pm$ 2.89 <sup>c)</sup>      | 105.46 $\pm$ 1.01 <sup>b)</sup> | 4.37 $\pm$ 0.07                 | 7.50 $\pm$ 0.07  |
| <i>p</i> -value | 0.0001 <sup>4)</sup>                 | 0.0001                          | -                               | -                |

<sup>1)</sup> Water extract.

<sup>2)</sup> Ethanol extract.

<sup>3)</sup> Values represented mean $\pm$ S.D. of three parallel measurements.

<sup>4)</sup> Significantly different ( $p<0.0001$ ) among samples in a row. Values of the amount in the same row with different superscripts (<sup>a-c</sup>) are significantly different (Duncan's multiple range test).

**Table 5. DPPH radical scavenging activity of berries**

| Berry type      | TEAC ( $\mu\text{mol/g}$ dry weight) |                                 | EC <sub>50</sub> values (mg/mL) |                  |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|
|                 | DIW <sup>1)</sup>                    | EtOH <sup>2)</sup>              | DIW                             | EtOH             |
| Cherry          | 85.27 $\pm$ 3.14 <sup>3a)</sup>      | 26.34 $\pm$ 0.41 <sup>a)</sup>  | 9.28 $\pm$ 0.35                 | 30.03 $\pm$ 0.47 |
| Aronia          | 493.53 $\pm$ 3.84 <sup>c)</sup>      | 213.03 $\pm$ 3.74 <sup>c)</sup> | 1.60 $\pm$ 0.01                 | 3.71 $\pm$ 0.07  |
| Maqui-berry     | 151.10 $\pm$ 1.35 <sup>b)</sup>      | 78.17 $\pm$ 1.95 <sup>b)</sup>  | 5.23 $\pm$ 0.05                 | 10.12 $\pm$ 0.26 |
| <i>p</i> -value | 0.0001 <sup>4)</sup>                 | 0.0001                          | -                               | -                |

<sup>1)</sup> Water extract.

<sup>2)</sup> Ethanol extract.

<sup>3)</sup> Values represented mean $\pm$ S.D. of three parallel measurements.

<sup>4)</sup> Significantly different ( $p<0.0001$ ) among samples in a row. Values of the amount in the same row with different superscripts (<sup>a-c</sup>) are significantly different (Duncan's multiple range test).

경우 아로니아, 마키베리 및 버찌가 각각 213.03 $\pm$ 3.74 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ , 78.17 $\pm$ 1.95 TEAC  $\mu\text{mol/g}$  및 26.34 $\pm$ 0.41 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 의 수치를 보였다( $p<0.0001$ ). Lee 등(2015) 연구에서는 DPPH의 경우 블랙라즈베리가 다른 베리류보다 약 2배 이상 유의적으로 높은 2.03 mmol TEAC/100 g이었고, 블루베리는 0.86 mmol TEAC/100 g, 오디는 0.85 mmol TEAC/100 g, 라즈베리는 0.77 mmol TEAC/100 g이었다고 보고하였다. 선행연구(Chung HJ 2016)에서는 아로니아와 블랙커런트에 비해 마키베리는 DPPH 라디칼 소거활성, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 환원력에서 유의적으로 높은 활성을 나타나 천연 항산화제 및 건강 기능성 식품소재로서의 활용 가능성이 매우 높을 것이라고 제시하였다. 또한, Jeong 등(2012)의 연구에서는 보이즌베리 농도 1.25 mg/mL일 때, 89.11%의 DPPH 라디칼 소거활성을 보였으며, 환원력은 1.31(흡광도)이었고, 보이즌베리는 항산화제와 같은 기능성 식품소재로 활용가능성이 매우 높을 것으로 사료된다고 강조하였다. Nam 등(2015)의 연구에서는 총 폴리페놀 함량은 체리, 아로니아 및 크랜베리가 다른 베리류(포도, 블루베리, 라즈베리)에 비해 높게 함유되어 있었으며, 각 농도별로 측정된 베리 착색액의 DPPH 라디칼 소거능은 모든 시료에서 농도에 따라 높아졌고, 특히 아로니아, 크랜베리 및 라즈베리의 소거능이 포도나 체리류에 비해 높았다고 보고하였다.

### 6) EC<sub>50</sub> value

ABTS 라디칼 소거활성의 EC<sub>50</sub> value는 Table 4에서와 같이 2.80~17.02 mg/mL로 나타났으며, 버찌의 에탄올 추출물의 경우 17.02 $\pm$ 0.46 mg/mL, 탈 이온수 추출물의 경우 6.76 $\pm$ 0.14 mg/mL로 나타났다. DPPH 라디칼 소거활성의 EC<sub>50</sub> value는 Table 5에서와 같이 1.60~30.03 mg/mL로 나타났으며, 버찌의 에탄올 추출물의 경우 30.03 $\pm$ 0.47 mg/mL, 탈 이온수 추출

물의 경우  $9.28 \pm 0.35$  mg/mL를 나타냈다. 따라서 버찌의 에탄올 추출물과 탈 이온수 추출물이 아로니아와 마키베리에 비하여 대단히 높은 ABTS 소거활성과 DPPH 소거활성을 나타내었다는 것을 알 수 있었다.

## 요약 및 결론

본 연구는 국내산 버찌가 수입산인 아로니아와 마키베리의 일반성분과 항산화 활성에 차이가 있는지 비교함으로써 새로운 식품소재 개발에 도움을 주고자 본 연구를 실시하였다. 버찌는 수분이 6.71%, 조단백질이 4.61% 및 조회분이 5.33%로 나타나 아로니아와 마키베리보다 높은 함량을 보였으며, 조지방 함량의 경우 버찌는 1.46%로 가장 낮은 함량을 보였다. 또한, 100 g당 철의 함량은 버찌에서 0.96 mg으로 다른 베리류에 비해 유의하게 높았다. 총 플라보노이드의 함량은 탈 이온수 추출물의 경우 아로니아와 마키베리에 비해 버찌에 2.07 QE mg/g으로 가장 높았으며, 버찌의 FRAP 환원력 (156.50 TEAC  $\mu$ mol/g)은 탈 이온수 추출물의 경우 아로니아 (121.72 TEAC  $\mu$ mol/g)에 비해 높은 수치를 보였다. 버찌의 탈 이온수 추출물의 경우 ABTS 라디칼 소거활성은 아로니아에 비해 높았다. 또한, ABTS 라디칼 소거활성과 DPPH 라디칼 소거활성의 EC<sub>50</sub> value는 버찌의 에탄올 추출물과 탈 이온수 추출물이 아로니아와 마키베리에 비하여 대단히 높은 ABTS 소거활성과 DPPH 소거활성을 나타내었다는 것을 알 수 있었다.

따라서 본 연구 결과를 종합해 보면, 버찌는 우리나라 전역에서 쉽게 채취할 수 있고, 가격이 저렴하며, 항산화 활성과 철 함량이 아로니아나 마키베리에 뒤쳐지지 않는다. 따라서 국내산 버찌를 기능성 식품의 재료로 활용하는 다양한 제품생산의 방안을 구축하는 것이 중요하다고 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 “2018 삼육대학교 교내공모과제(RI12018027) 연구비” 지원에 의해 이루어진 것으로 지원에 감사드립니다.

## References

- Alexander B, Browse DJ, Reading SJ, Benjamin IS. 1999. A simple and accurate mathematical methods for calculation of the EC<sub>50</sub>. *J Pharmacol Toxicol Methods* 41:55-58
- Choi KS, Kim YH, Shin KO. 2016. Effect of mulberry extract on the lipid profile and liver function in mice fed a high fat diet. *Korean J Food Nutr* 29:411-419
- Choi SR, Song EJ, Song YE, Choi MK, Han HA, Lee IS, Shin SH, Lee KK, Kim EJ. 2017. Quality characteristics of blackberry powder obtained by various drying methods. *Korean J Food Nutr* 30:609-617
- Chung GY, Chung KK. 2015. Herbal Medicine. pp.386-387. Globooks
- Chung HJ. 2014. Comparison of total polyphenols, total flavonoids, and biological activities of black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1349-1356
- Chung HJ. 2016. Comparison of bioactive constituents and biological activities of aronia, blackcurrant, and maqui berry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1122-1129
- Connor AM, Luby JJ, Tong CBS, Finn CE, Hancock JF. 2002. Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars. *J Am Soc Horticult Sci* 127:89-97
- Daum Dictionary. 2018. Maqui Berry. Available from <http://100.daum.net/encyclopedia/view/47XXXXXd1271> [cited 5 September 2018]
- Horszwald A, Julien H, Andlauer W. 2013. Characterisation of aronia powders obtained by different drying processes. *Food Chem* 141:2858-2863
- 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
- Jeong CH, Jang CW, Lee KY, Kim IH, Shim KH. 2012. Nutritional components and antioxidant activities of boysenberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:450-455
- Ju IS, Kim BC, Lee WS, Kim MJ, Lee BG, An BJ, Kim JH, Kwon OJ, Cho YJ. 2007. Biological activity of *omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *Appl Biol Chem* 50:198-203
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM. 2007. Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-Geol radish, Ganwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol* 39:255-259
- Kim KH, Jo JE, Lee SA, Yook HS. 2011. Antioxidative properties of ethanolic extracts from flowering cherry (*Prunus serotina* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit with various doses of gamma radiation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1378-1383
- KMFDS [Korea Ministry of Food and Drug Safety]. 2016.

- Analysis report for annual production of functional food in 2016. pp.1-12
- Kwak YH, Kim HS, Choi SJ, Kim DJ. 2010. Substantial estimated availability and NDF-bound trace minerals (Fe, Zn, Cu, and Mn) contents of seven different seaweeds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1078-1082
- Lee JH, Choi JE. 2016. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies supplemented with aronia powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1071-1076
- Lee KS, Kwon YJ, Lee KY. 2008. Analysis of chemical composition, vitamin, mineral and antioxidative effect of the lotus leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1622-1626
- Lee KW, Kim YH, Shin KO. 2017. *In vitro* antioxidant activities and antimicrobial activity of lotus (leaf, stem, and seed pod) extracts. *Korean J Food Nutr* 30:771-779
- Lee Y, Lee JH, Kim SD, Chang MS, Jo IS, Kim SJ, Hwang KT, Jo HB, Kim JH. 2015. Chemical composition functional constituents, and antioxidant activities of berry fruits produced in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1295-1303
- Moyer RA, Hummer KE, Finn CE, Frei B, Wrolstad RE. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *J Agric Food Chem* 50:519-525
- Nam JS, Han YJ, Yeo SM. 2015. Antioxidant and antimicrobial activities of various berry juices. *Korean J Food Nutr* 28: 328-334
- Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agric Food Chem* 48: 3396-3402
- RDA [Rural Development Administration]. 2006a. Food composition table I. 7 revision. pp.184-186. National Rural Resources Development Institute, RDA
- RDA [Rural Development Administration]. 2006b. Food composition table II. 7 revision. pp.460-462. National Rural Resources Development Institute, RDA
- 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
- Rojo LE, Ribniky D, Logendra S, Poulev A, Rojas-Silva P, Kuhn P, Dun R, Grace MH, Lila MA, Raskin I. 2012. *In vitro* and *in vivo* anti-diabetic effects of anthocyanins from maqui berry (*Aristotelia chilensis*). *Food Chem* 131:387-396
- 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
- 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
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Compos Anal* 19:669-675
- Waterhouse AL. 2002. Wine phenolics. *Ann N Y Acad Sci* 957:21-36

---

Received 16 August, 2018

Revised 17 September, 2018

Accepted 28 September, 2018