

# Evaluation of the Biological Activities of Berries as an Inner Beauty Ingredient

Ye-Rin Kim<sup>1</sup>, Ae-Jung Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Nutrition Therapy, The Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul, Korea

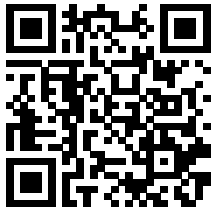
\*Corresponding author: Ae-Jung Kim,  
Department of Nutrition Therapy, The  
Graduate School of Alternative Medicine,  
Kyonggi University, 24, Kyonggidae-ro-9 gil,  
Seodaemun-gu, Seoul 03752, Korea  
Tel.: +82 2 390 5012  
Fax: +82 050 4246 1464  
Email: aj5249@naver.com

Received July 08, 2020

Revised August 28, 2020

Accepted September 02, 2020

Published September 30, 2020



## Abstract

**Purpose:** It has investigated the applicability of berries, which are significantly used in Korea, such as aronia (*Aronia melanocarpa*, AM), blueberry (*Vaccinium corymbosum*, VC), raspberry (*Rubus coreanus* Miquel, RCM), blackberry (*Rubus fruticosus* L, RFL), mulberry (*Morus bombycis* Koidz, MBK), and cherry (*Prunus avium* L, PA) as Inner Beauty Ingredients. **Methods:** After freeze-drying of these six berries, we measured the contents of Vitamin C and  $\beta$ -Carotene. We also measured MTT assay, NO (nitric oxide) assay, total polyphenol assay, and 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate (DPPH) free radical-scavenging activities to evaluate safety and biological activity (anti-inflammatory and antioxidation) using freeze-dried hot-water extracts from the berries. Besides, we obtained the correlation between active ingredients from the berries and biological activities. **Results:** It showed the highest results: mulberry for Vitamin C, aronia for  $\beta$ -carotene, and raspberry for total polyphenol assay, raspberry followed by aronia for DPPH free radical-scavenging activities; and aronia, blueberry, followed by raspberry for NO inhibitory effect. From these results, we confirmed that total polyphenol was highly associated with biological activities such as NO inhibition and antioxidant activity. **Conclusion:** Berry compounds will bring a synergistic effect as a tea or mist type, and we anticipate seeing future studies about antibacterial, whitening, and anti-wrinkle effects.

**Keywords:** Berry, MTT assay, Antioxidant activities, NO production, Inner beauty

## Introduction

현대사회는 의학과 과학의 발달로 삶의 질 개선과 함께 100세 혹은 그 이상의 고령화 시대에 접어들면서 항노화에 대한 관심이 늘어나고 있다(Choi *et al.*, 2017). 또한 현대인들은 영양섭취 불균형, 운동부족 및 스트레스로 인한 여러 만성질환에 시달리고 있으며, 외부 환경에 의해 체내 대사과정 중 발생하는 활성산소는 만성질환, 암 등 다양한 질병의 원인이 된다(Jung *et al.*, 2019).

최근에는 시대적 흐름에 맞추어 이너 뷰티 푸드(inner beauty food)는 기능성을 가진 식품을 통해 건강을 관리하는 식품으로 연구가 이루어지고 있다(Jung *et al.*, 2019). Inner beauty는 인위적인 방법으로 피부 표면만을 일시적으로 좋게 만드는 것이 아닌, 식습관 및 생활습관을 통해 피부 노화를 예방 및 개선하는 방법으로 ‘먹는 화장품’ 이라고도 불린다(Lee *et al.*, 2017). 건강과 아름다움

을 유지하고자 외부로부터 영양을 공급받는 outer nutrition과 함께 inner nutrition의 중요성이 부각되면서 화장품과 식품의 중간형태의 이너뷰티, 미용기능식품(nutri-cosmetics, beauty foods)이라는 개념이 등장하였으며, 과일, 채소, 베리류 및 곡류의 생리활성 소재에 대한 관심이 높아지면서 이들의 항산화, 항염증 효능 등이 과학적으로 입증되고 있다(Kim, 2018).

그 가운데, 베리류에는 phenolic류, flavonoid류, anthocyanin과 같은 페놀 화합물이 풍부하게 함유되어 있으며, 그에 따라 다양한 생리활성 효과를 나타내는 것으로 보고되었다(Heinrich *et al.*, 2011; Kang *et al.*, 2015). 베리류 중 *Vaccinium*속(cranberry, blueberry)과 *Rubus*속(raspberry, blackberry)이 섭취량이 많으며, 그 중 복분자(*Rubus coreanus*), 블루베리(*Vaccinium corymbosum*), 오디(*Morus alba* L)의 소비가 증가되고 있다. 또한 체리(*Prunus avium*)는 국내에서 소비량이 비교적 높고, 아로니아

(*Aronia melanocarpa*)는 다른 베리류에 비해 안토시아닌과 프로안토시아닌 함량이 매우 높아 최근 국내에서 관심을 받고 있다(Yang *et al.*, 2015b; Park *et al.*, 2016; Choi, 2019).

아로니아(*Aronia melanocarpa*; black chokeberry)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 다년생 낙엽관목의 열매로 블랙 초크베리(black chokeberry), 블랙 베리(black berry), 아로니아 베리(aronia berry) 등으로 불린다(Jang *et al.*, 2018). 아로니아의 과육과 껍질에는 생리활성 기능 및 강력한 항산화 효능이 있는 페놀성 식물 화합물인 anthocyanin, proanthocyanidin, chlorogenic acid, neochlorogenic acid 등을 함유하고 있으며, cyanidin-3-O-arabinoside, cyanidin-3-O-galactoside가 다량 함유되어 있어 식품과 의약품으로도 널리 활용되고 있다(Shin & Choe, 2015).

블루베리(*Vaccinium corymbosum*; blueberry)는 진달래과(Ericaceae)에 속하는 관목의 열매로 전 세계적으로 약 400여 종이 있는 것으로 알려져 있다(Jeon *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2014). 블루베리는 당, 유기산, 비타민이 풍부할 뿐만 아니라 페놀성 화합물질을 다량 함유하고 있어 항산화, 항염증, 항암 등의 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려져 있다(Giovanelli *et al.*, 2013; Kwon *et al.*, 2018).

블랙베리(*Rubus fruticosus* L; blackberry)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 관목의 열매로 나무딸기 중 한 종으로 분류된다(Lee *et al.*, 2018). 블랙베리는 강한 항산화 활성이 있는데, 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)을 불활성화 하여 제거함으로써 심혈관계 질환을 개선하는 효과가 있다고 보고된 바 있다(Ryu *et al.*, 2016; Cho *et al.*, 2005).

체리(*Prunus avium* L)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 벚나무속의 열매로 주로 과실이 포함하고 있는 맛을 기준으로 단 체리(sweet cherry)와 신 체리(sour cherry)로 구분된다(Gu, 2012). 체리는 다량의 페놀화합물과 안토시아닌을 함유하고 있어 항산화, 항염증 효과(Mulabagal *et al.*, 2009), 신경세포 보호 효과(Kim *et al.*, 2005), 항균 활성(Ahn *et al.*, 2009) 등이 보고되었다.

오디(*Morus alba* L; mulberry fruit)는 뽕나무과(Moraceae)에 속하는 뽕나무 열매로 국내에서 재배된 대표적인 베리류 과일 중 하나이다(Lee *et al.*, 2015). 오디의 cyaniding-3-O-b-D-glucopyranoside(C3G) 성분이 마우스의 뇌경색을 억제하고, 기억력 향상에 도움을 주는 것으로 보고된 바 있다(Kang *et al.*, 2006; Kaewkaen *et al.*, 2012).

복분자(*Rubus coreanus* Miquel)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 복분자딸기의 과실로 국내에서 자생하는 대표적인 베리류 과일 중 하나이다(Kim *et al.*, 2002). 복분자는 플라보노이드를 다량 함유하고 있어 간 기능 개선효과가 있는 것으로 보고되었다(Lee & Park, 2011; Ko & Hong, 2011).

이와 같이 베리류에 대한 연구는 주로 만성질환 저감화 소재로 연구가 활발히 진행되어 왔으나 (Samak *et al.*, 2009; Hogan *et al.*,

2010), 이너뷰티 소재화로 이용되기 위한 연구는 드문 현실이다.

따라서 본 연구에서는 베리류의 이너뷰티 소재로의 활용 가능성을 규명하고자 국내 다소비 6종 베리류의 생리활성(항산화, 항염증 효과)을 평가하고자 하였다.

## Methods

### 1. 실험재료

본 연구에서는 아로니아, 블루베리, 블랙베리, 체리, 오디 및 복분자 등 6종의 베리류를 가락동 농수산물 시장(Seoul, Korea)에서 일괄 구입하여 시료로 사용하였다. 모든 시료는 흐르는 물에 세척한 후 -70℃ 냉동고(NIHON, freezer, Japan)에서 24 h 냉동시킨 후 120 h 동안 동결건조(Iljin Biobase, Kyunggi-do, Korea)한 후 분말화 하여 냉동보관 하면서 시료로 사용하였다.

### 2. 이화학적 성분 분석

#### 1) 일반성분

6종 베리류의 일반성분은 Horwitz & Latimer (2005)에 준하여 분석하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro kjeldhal법, 조지방은 majonnier법, 조회분은 550℃ 직접회화법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 시료의 무게를 100%로 하여 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 총 함량(%)을 감한 것으로 산출하였다.

#### 2) 비타민 C 및 베타카로틴 함량

비타민 C의 함량 분석은 시료 2 g에 동량의 10% metaphosphoric acid (Sigma-Aldrich, USA)를 가하여 10 min간 현탁 시킨 후 적당량의 5% metaphosphoric acid를 넣어 균질화 한 다음 시료를 100 mL mass flask에 옮기고 소량의 5% metaphosphoric acid 용액을 용기를 씻은 후 mass flask에 합하여 100 mL로 정용한 다음 4,000 rpm에서 10 min간 원심분리(Supra 22K, Hanil science Industrial, Korea)하여 상등액을 0.2 µm membrane filter (Pall Gelman Laboratory, AnnArbor, USA)로 여과하여 HPLC용 분석 시료로 사용하였으며, Vitamin C 정량을 위한 표준물질은 L(+)-ascorbic acid (Samchun pure chemical Co, Ltd., Anyang, Korea)를 사용하였다. 피크의 높이와 면적을 표준 검량곡선(R<sup>2</sup>=0.998)에 대입하여 베리 시료 중의 함량(mg %)을 산출하였다. 베타카로틴 함량 분석은 Thomas *et al.* (2001)의 방법에 따라 알칼리 비누 화법으로 추출한 후 HPLC로 분석하였다. 즉 시료와 60% KOH 용액 8 mL를 추출관에 넣어 잘 혼합한 후 추출관의 상부 공기를 질소로 치환시켰다. 치환 시킨 추출관을 75℃, 100 rpm으로 조절된 shaking water bath (HB-205SW, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 1 h 동안 검화 처리한 후 찬물에 냉각하

고 2% NaCl 용액 20 mL를 가하여 반응을 종결시켰다. 검화액에 추출용매(hexane:ethyl acetate=85:15, v/v, 0.01% butylated hydroxytoluene, BHT) 15 mL를 가한 다음 정치시켜 층을 분리했다. 층이 분리된 상층액을 KOH가 채워진 유리관에 통과시켜 수분을 제거하여 플라스크에 수집했다. 과정을 3회 반복하여 추출용액을 수집한 후 추출 용매를 이용하여 50 mL로 정용하였다. 추출액을 취한 후 질소 농축한 다음 잔류물을 CHCl<sub>3</sub>로 용해한 후 HPLC (Agilent, USA)를 이용하여 베타카로틴 함량을 측정하였다.

### 3. 항산화 활성 측정

#### 1) 추출물 제조

6종 베리류의 항산화 활성 측정을 위한 시료는 동결 건조한 6종의 시료 무게 대비 각각 20 배 부피의 증류수를 첨가한 후 환류 냉각관을 부착한 80℃의 heating mantle (HM250C, Sergrim Lab Tech, Korea)에서 2 h 추출시킨 후 3회 여과(No. 2, Whatman, England) 하여 분석용 시료로 사용하였다.

#### 2) Total polyphenol 함량 측정

Total polyphenol 함량 측정은 Singleton & Rossi의 방법 (Singleton & Rossi, 1965)을 변형하여 측정하였다. 전처리 시료 1 mL에 1N Folin-Ciocalteu reagent 0.5 mL를 가하고 3 min 정치시킨 후 1 mL의 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 가하고 이 혼합액을 1 h 동안 정치한 다음 분광광도계를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준 곡선으로부터 환산하였다.

#### 3) DPPH radical 소거능 측정

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH; Sigma-Aldrich, USA) 라디칼 소거능은 Blois의 방법(Blois, 1958)을 변형하여 시료 0.1 mL에 1.5 × 10<sup>-4</sup> M DPPH 용액 0.1 mL를 가한 후 실온의 암실에서 30 min 반응 시켜 750 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 4. 안전성 및 항염증 활성 평가

#### 1) 시료 전처리

추출 시료를 원물 무게 기준 200 µg/mL, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL 농도로 DMEM을 이용하여 희석한 후 syringe filter (SM25P020SS; Hyundai Micro, Korea)로 여과 및 멸균 처리하여 분석용 시료로 사용하였다.

#### 2) 세포배양

RAW 264.7 대식세포는 한국세포주은행(Korean Cell Line Bank: KCLB, Korea)에서 구입하여 사용하였다. DMEM (Gibco, USA)에 10% (v/v)의 FBS (Gibco, USA)와 penicillin (100 unit/mL)을 첨가하여 배지로 사용하였으며 37℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건으로

humidified incubator (Thermo Fisher Scientific, USA)에서 배양하였다.

#### 3) MTT assay

세포독성을 평가하기 위해 배양한 RAW 264.7 세포에 각 시료를 다양한 농도(200 µg/mL, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL)로 처리하고 37℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건으로 humidified incubator에 24 h 동안 배양하였다. 24 h 배양 후 상층액을 제거하고 1 mg/mL 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl) -2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT, Invitrogen, USA)를 각 well에 첨가한 뒤 4 h 동안 반응시켰다. 반응 후 MTT 용액을 제거하고 DMSO를 300 µL/well에 분주하여 formazan crystal을 용해시킨 뒤 ELISA에서 540 nm 흡광도로 측정하였고, 결과는 대조군에 대한 세포 생존율을 백분율(%)로 표시하였다.

#### 4) NO 생성량 측정

Nitric oxide (NO) 생성 억제 활성을 측정하기 위해 RAW 264.7 세포를 5 × 10<sup>4</sup> cells/well의 농도로 96 well plate에 분주하여 37℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건으로 humidified incubator에 24시간 동안 배양하였다. 배양 후 배지를 제거하고 다양한 농도(200 µg/mL, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL)의 각 시료와 동량의 LPS를 1 µg/mL 농도로 처리한 뒤 37℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건으로 humidified incubator에 24 h 동안 배양하였다. 24 h 배양 후 배양액 100 µL와 동량의 griess reagent를 96 well plate에 각각 첨가한 뒤 10 min 동안 반응시킨 후 ELISA에서 540 nm 흡광도로 측정하였다. 결과는 nitrite standard를 이용하여 세포배양액의 NO 농도를 구한 후 대조군에 대한 샘플 처리군의 NO 농도를 백분율(%)로 표시하였다.

### 5. 통계처리

모든 자료는 SPSS statistics 24 (SPSS Institute, USA)를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 시료 간의 유의성은 ANOVA를 실시한 후, Duncan's multiple range test로 각 시료의 평균 차이에 대한 사후 검정을 5% 유의수준에서 실시하였다.

## Results and Discussion

### 1. 6종 베리류의 이화학적 성분

#### 1) 일반성분

아로니아(AM), 블루베리(VC), 블랙베리(RFL), 체리(PA), 오디(MBK) 및 복분자(RCM) 등 6종 베리류의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에 제시된 바와 같다.

아로니아(AM)의 수분은 5.17 ± 0.15%, 탄수화물은 83.63 ± 0.25%, 조단백질은 5.83 ± 0.06%, 조지방은 2.40 ± 0.00%, 조회

## Biological Activities of Berries

분은  $2.97 \pm 0.06\%$ 로 나타났다. 블루베리(VC)의 수분은  $7.47 \pm 0.15\%$ , 탄수화물은  $86.96 \pm 1.00\%$ , 조단백질은  $3.37 \pm 0.06\%$ , 조지방은  $1.07 \pm 0.06\%$ , 조회분은  $1.13 \pm 0.06\%$ 로 나타났다. 블랙베리(RFL)의 수분은  $8.50 \pm 0.20\%$ , 탄수화물은  $78.48 \pm 1.18\%$ , 조단백질은  $8.03 \pm 0.21\%$ , 조지방은  $2.43 \pm 0.15\%$ , 조회분은  $2.56 \pm 0.15\%$ 로 나타났다. 체리(PA)는 수분은  $7.63 \pm 0.15\%$ , 탄수화물은  $83.80 \pm 1.45\%$ , 조단백질은  $4.30 \pm 0.17\%$ , 조지방은  $0.87 \pm 0.06\%$ , 조회분은  $3.40 \pm 0.10\%$ 로 나타났다. 오디(MBK)는 수분은  $7.87 \pm 0.06\%$ , 탄수화물은  $70.33 \pm 0.12\%$ , 조단백질은  $10.43 \pm 0.12\%$ , 조지방은  $6.97 \pm 0.12\%$ , 조회분은  $4.40 \pm 0.30\%$ 로 나타났다. 복분자(RCM)의 수분은  $6.57 \pm 0.15\%$ , 탄수화물은  $78.93 \pm 0.70\%$ , 조단백질은  $7.17 \pm 0.21\%$ , 조지방은  $4.00 \pm 0.17\%$ , 조회분은  $3.33 \pm 0.21\%$ 로 나타났다.

베리류의 수분함량은 5.17–8.50%의 범위로 대부분 수분함량이 낮았는데 이는 모두 건조된 형태로 구입하여 시료로 사용하였기 때문이며, 탄수화물 함량의 경우 모든 성분 중 비중이 가장 크게 나타났는데 이는 다른 베리류에 비해 단맛이 강하고 신맛이 적은 특징을 지니고 있는 블루베리(VC)가 가장 높았고 오디(MBK)가 가장 낮게 나타났다.

조단백질 함량은 블루베리(VC)가  $3.37 \text{ g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 낮았고,

영양 과실(Kim *et al.*, 2003)인 오디(MBK)가  $10.43 \text{ g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 조지방 함량의 경우, 체리(PA)가  $0.87 \text{ g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 낮았고, 오디(MBK)가  $6.97 \text{ g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 조회분 함량의 경우 복분자(1.13%)가 가장 낮았고 오디(4.40%)가 가장 높았다.

### 2) 비타민 C 및 베타카로틴 함량

아로니아(AM), 블루베리(VC), 블랙베리(RFL), 체리(PA), 오디(MBK) 및 복분자(RCM) 등 6종 베리류의 비타민 C와 베타카로틴 함량은 Table 2에 제시된 바와 같다.

비타민 C의 함량은 아로니아(AM)  $15.06 \pm 0.09 \text{ mg}/100 \text{ g}$ , 블루베리(VC)  $0.35 \pm 0.01 \text{ mg}/100 \text{ g}$ , 블랙베리(RFL)  $25.32 \pm 0.88 \text{ mg}/100 \text{ g}$ , 체리(PA)  $6.28 \pm 0.17 \text{ mg}/100 \text{ g}$ , 오디(MBK)  $134.67 \pm 1.53 \text{ mg}/100 \text{ g}$ , 복분자(RCM)  $0.30 \pm 0.01 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 으로 오디의 비타민 C 함량이 가장 높게 나타났고, 복분자가 가장 낮게 나타났다. 블루베리(VC), 복분자(RCM)는  $100 \text{ g}$ 당  $1 \text{ mg}$  이하의 함량을 보여 비타민 C 함량이 낮은 편에 속했고, 오디(MBK)는  $134.67 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 으로 다른 베리류에 비해 매우 높은 수치를 나타냈다.

베타카로틴 함량은 지용성 비타민으로 비검화물(unsaponifiable compound)에 속하는 색소 성분이다. 주로 야채와 과일류에 노란색,

**Table 1. Comparative content of the general composition of six berries**

(g/100 g)

Samples \ Variables	Moisture	Carbo-hydrate	Crude protein	Crude fat	Crude ash
AM	$5.17 \pm 0.15^{1(e2)}$	$83.63 \pm 0.25^b$	$5.83 \pm 0.06^d$	$2.40 \pm 0.00^c$	$2.97 \pm 0.06^e$
VC	$7.47 \pm 0.15^c$	$86.96 \pm 1.00^a$	$3.37 \pm 0.06^f$	$1.07 \pm 0.06^d$	$1.13 \pm 0.06^e$
RFL	$8.50 \pm 0.20^a$	$78.48 \pm 1.18^c$	$8.03 \pm 0.21^b$	$2.43 \pm 0.15^c$	$2.56 \pm 0.15^d$
PA	$7.63 \pm 0.15^{bc}$	$83.80 \pm 1.45^b$	$4.30 \pm 0.17^e$	$0.87 \pm 0.06^e$	$3.40 \pm 0.10^b$
MBK	$7.87 \pm 0.06^b$	$70.33 \pm 0.12^d$	$10.43 \pm 0.12^a$	$6.97 \pm 0.12^a$	$4.40 \pm 0.30^a$
RCM	$6.57 \pm 0.15^d$	$78.93 \pm 0.70^c$	$7.17 \pm 0.21^c$	$4.00 \pm 0.17^b$	$3.33 \pm 0.21^b$

AM, aronia (*Aronia melanocarpa*); VC, blueberry (*Vaccinium corymbosum*), RFL, blackberry (*Rubus fruticosus* L.); PA, cherry (*Prunus avium* L.); MBK, mulberry fruit (*Morus bombycis* Koidz); RCM, Korean raspberry (*Rubus coreanus* Miquel).

<sup>1</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>2</sup>Different superscripts differ significantly according to Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$

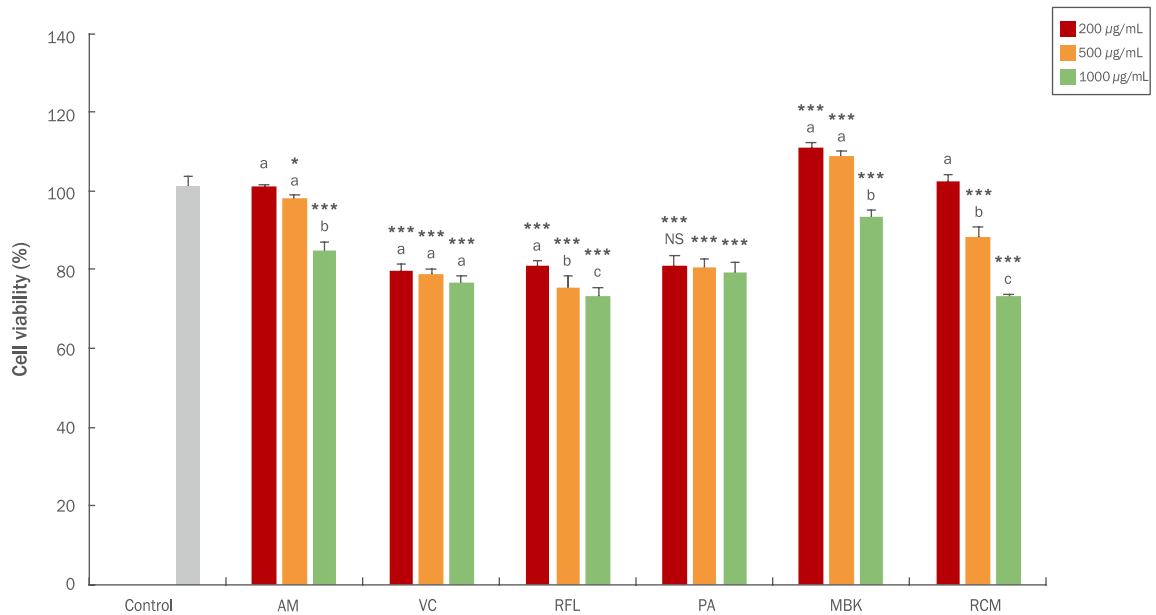
**Table 2. Comparative content of vitamin C and β-carotene of six berries**

Samples \ Variables	Vitamin C (mg/100 g)	β-carotene (μg/100 g)
AM	$15.06 \pm 0.09^{2(c3)}$	$3809.33 \pm 9.29^a$
VC	$0.35 \pm 0.01^e$	$141.33 \pm 3.06^e$
RFL	$25.32 \pm 0.88^b$	$522.67 \pm 8.50^c$
PA	$6.28 \pm 0.17^d$	$537.67 \pm 2.52^b$
MBK	$134.67 \pm 1.53^a$	$258.33 \pm 4.04^d$
RCM	$0.30 \pm 0.01^e$	$57.67 \pm 1.15^f$

AM, aronia (*Aronia melanocarpa*); VC, blueberry (*Vaccinium corymbosum*), RFL, blackberry (*Rubus fruticosus* L.); PA, cherry (*Prunus avium* L.); MBK, mulberry fruit (*Morus bombycis* Koidz); RCM, Korean raspberry (*Rubus coreanus* Miquel).

<sup>1</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>2</sup>Different superscripts differ significantly according to Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .



**Figure 1. Cell viability of freeze-dried extract of six berries (by MTT assay).**

Extracts of six berries were treated at different concentrations (200, 500, and 1,000 µg/mL) in RAW 264.7 cells. Data are presented as mean±SD (n=4). AM, aronia (*Aronia melanocarpa*); VC, blueberry (*Vaccinium corymbosum*); RFL, blackberry (*Rubus fruticosus* L.); PA, cherry (*Prunus avium* L.); MBK, mulberry fruit (*Morus bombycis* Koidz); RCM, Korean raspberry (*Rubus coreanus* Miquel); MTT, 3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyl tetrazolium bromide.

주황색, 녹황색의 색으로 나타난다. 베타카로틴의 주된 항산화 능력으로는 *in vitro* 실험에서 lipid radical scavenger와 singlet oxygen quencher로서 주된 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(Grune *et al.*, 2010).

베타카로틴 함량의 경우 아로니아(AM)는 3809.33±9.29 µg/100 g, 블루베리(VC)는 141.33±3.06 µg/100 g, 블랙베리(RFL)는 522.67±8.50 µg/100 g, 체리(PA)는 537.67±2.52 µg/100 g, 오디(MBK)는 258.33±4.04 µg/100 g, 복분자(RCM)는 57.67±1.15 µg/100 g 으로 베타카로틴 함량이 나타났다. 베타

카로틴 함량은 아로니아가 3809.33 µg/100 g으로 다른 베리류보다 함량이 크게 높았으며, 복분자(57.67 µg/100 g)에서 가장 낮게 나타났다.

**2. 항산화 활성**

6종 베리류의 열수 추출물과 혼합물의 항산화 관련 생리활성 평가로 total polyphenol 함량과 DPPH radical 소거능을 측정하였으며 그 결과를 Table 3에 제시하였다.

Total polyphenol 함량은 복분자(RCM)가 26.22 mg TAE/g, 아

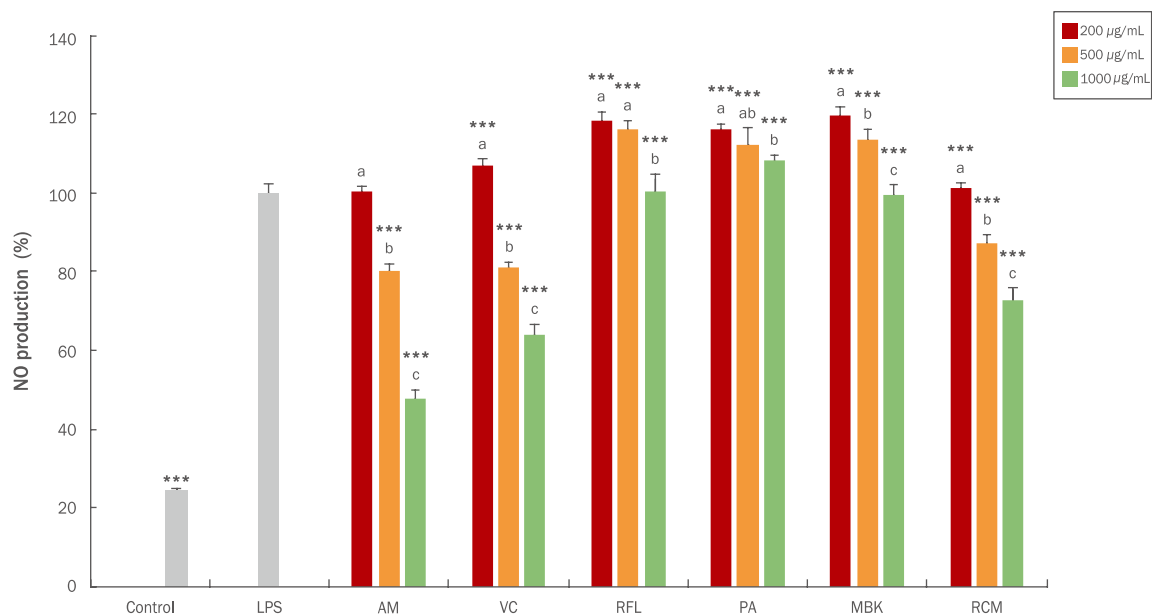
**Table 3. Total polyphenol content and DPPH radical scavenging activity of six berries**

Samples	Total polyphenol content (mg TAE)/g	DPPH radical scavenging activity (%)
AM	11.95±0.32 <sup>1(b2)</sup>	80.84±1.85 <sup>b</sup>
VC	9.59±0.12 <sup>c</sup>	67.93±1.34 <sup>d</sup>
RFL	8.99±0.04 <sup>d</sup>	73.80±0.74 <sup>c</sup>
PA	2.75±0.12 <sup>e</sup>	27.67±0.39 <sup>e</sup>
MBK	9.48±0.08 <sup>c</sup>	67.53±2.05 <sup>d</sup>
RCM	26.22±0.23 <sup>a</sup>	93.78±1.10 <sup>a</sup>

AM, aronia (*Aronia melanocarpa*); VC, blueberry (*Vaccinium corymbosum*), RFL, blackberry (*Rubus fruticosus* L.); PA, cherry (*Prunus avium* L.); MBK, mulberry fruit (*Morus bombycis* Koidz); RCM, Korean raspberry (*Rubus coreanus* Miquel)); TAE, tannic acid equivalent; DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.

<sup>1</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>2</sup>Different superscripts differ significantly according to Duncan's multiple range test at p<0.05.



**Figure 2. Suppressive effect of freeze-dried extract of six berries on nitric oxide production in LPS (1 µg/mL)-induced RAW 264.7 cells.**

Extracts of six berries were treated at different concentrations (200, 500, and 1,000 µg/mL) in RAW 264.7 cells. Data are presented as mean±SD (n=4). Means with different letters (a–d) are significantly different at  $p < 0.05$  according to Duncan’s multiple range test. \*\*\* $p < 0.001$  compared with LPS. NO, nitric oxide; LPS, lipopolysaccharide; AM, aronia (*Aronia melanocarpa*); VC, blueberry (*Vaccinium corymbosum*); RFL, blackberry (*Rubus fruticosus* L.); PA, cherry (*Prunus avium* L.); MBK, mulberry fruit (*Morus bombycis* Koidz); RCM, Korean raspberry (*Rubus coreanus* Miquel).

로니아(AM)는 11.95 mg TAE/g, 블루베리(VC)는 9.59 mg TAE/g, 오디(MBK)는 9.48 mg TAE/g, 블랙베리(RFL)는 8.99 mg TAE/g, 체리(PA)는 2.75 mg TAE/g 순으로 높게 나타났다. Kang *et al.* (2015)의 연구에서 복분자가 10.81 mg/g으로 오디와 블루베리보다 높게 나타나 본 연구 결과와 유사하였다. 또한 복분자는 다른 식물에 비해 polyphenol 함량이 높아 항산화 효능이 뛰어나다고 보고된 것(Kim *et al.*, 2010)과 일치하였다.

DPPH radical 소거능의 경우 복분자가 93.78%로 가장 높았고, 아로니아(80.84%), 블랙베리(73.80%), 블루베리(67.93%), 오디(67.53%), 체리(27.67%) 순으로 높게 나타났다. Total polyphenol 함량이 가장 높았던 복분자가 DPPH radical 소거능도 가장 높게 나타나 베리류의 폴리페놀과 DPPH radical 소거능간에 유의한 상관관계가 있다고 한 Kim *et al.* (2018)의 연구 결과와 일치하였다. 또한

블랙베리보다 복분자의 DPPH radical 소거능이 높게 나타난 Kim *et al.* (2019)의 연구 결과와도 일치하였다.

### 3. 안전성 및 항염증 활성

#### 1) 세포 생존율

6종 베리류의 열수 추출물에 대한 세포독성을 측정하기 위해 시료를 농도별(200 µg/mL, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL)로 RAW 264.7 cell에 처리하였고, 그 결과를 Figure 1에 제시하였다.

아로니아의 경우 200 µg/mL, 500 µg/mL에서 독성을 보이지 않았고 1,000 µg/mL 에서도 84% 이상의 생존율을 보였다.

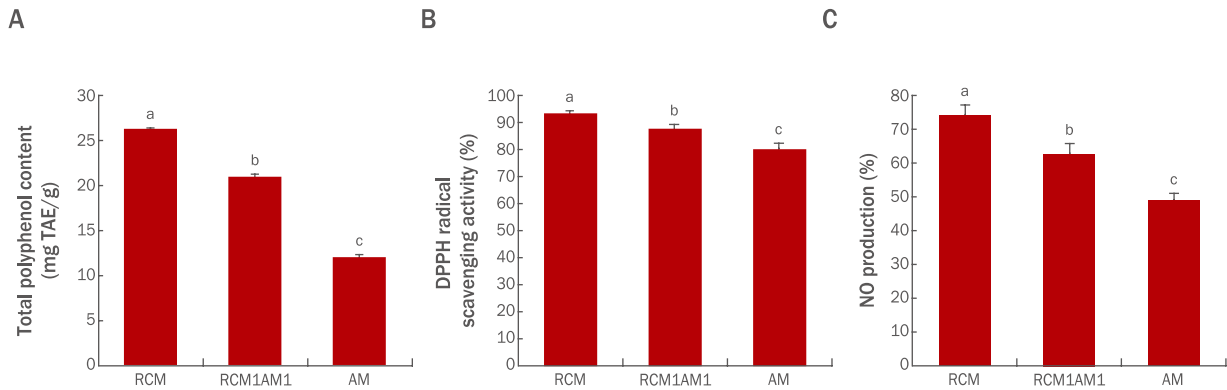
블루베리는 1,000 µg/mL 농도에서 76.02%, 500 µg/mL 농도에서 77.92%, 200 µg/mL 농도에서 78.93%의 생존율을 보였다.

블랙베리는 200 µg/mL 농도에서도 80.39%의 생존율을 보였고,

**Table 4. Correlation coefficients between functional materials and biological activities of berry extracts**

Variables	NO production	DPPH radical scavenging activity
Vitamin C	0.435	-0.013
β-carotene	-0.463*	0.176
Total polyphenol	-0.680**	0.828***

Correlation is significant at levels of \*\*\* $p < 0.001$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \* $p < 0.05$ ; NO, nitric oxide; DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.



**Figure 3. Physiological effect of the combination of RCM and AM.**

Means with different letters (a–c) are significantly different at  $p < 0.05$  according to Duncan’s multiple range test. RCM, Korean raspberry (*Rubus coreanus Miquel*); RCM1AM1, mixture of RCM and AM; AM, aronia (*Aronia melanocarpa*); NO, nitric oxide; DPPH, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl; TAE, tannic acid equivalent.

500 µg/mL, 1,000 µg/mL에서는 74.54%, 72.62%의 생존율을 보였다.

체리는 200 µg/mL 농도에서는 80.05%의 생존율을 보여 블랙베리와 유사하였지만, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL에서는 79.61%, 78.42%로 농도가 높아져도 생존율이 크게 감소하지 않아 블랙베리와는 다른 경향을 보였다.

오디는 200 µg/mL 농도에서 109.65%, 500 µg/mL 농도에서 107.71%, 가장 고농도인 1,000 µg/mL 농도에서 92.49%의 생존율을 보여 모든 농도에서 독성이 나타나지 않았다.

복분자는 200 µg/mL 농도에서 101.15%, 500 µg/mL에서는 87.26%, 1,000 µg/mL에서는 72.49%의 생존율을 보였다.

본 연구결과 동결 건조한 6종 베리류의 열수 추출물 시료의 세포 생존율은 베리의 당성분으로 인해 생존율이 다소 떨어지긴 하였으나, 실험 농도인 1,000 µg/mL까지는 대체로 독성이 나타나지 않았다.

## 2) NO 생성 억제 활성

일반적인 iNOS에 의한 NO 생성은 종양이나 세균을 제거하기도 하지만 과도하게 생성될 경우 염증을 유발하여 조직이나 신경의 손상, 유전자 변이 등을 일으킨다(Weisz *et al.*, 1996). NO는 아민류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하는데, nitrosamine은 superoxide (O<sub>2</sub><sup>-</sup>)와 반응하여 강한 독성 산화제인 peroxynitrite (ONOO)를 생성한다(Yang *et al.*, 2015a).

따라서 본 연구에서는 동결 건조한 6종 베리류의 열수 추출물 시료의 농도별(200 µg/mL, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL) NO 생성량을 측정 후 Figure 2에 제시하였다.

아로니아의 경우 200 µg/mL 농도에서 100.43%, 500 µg/mL 농도에서 80.02%, 1,000 µg/mL 농도에서 47.8% 수준으로 나타나 농

도 의존적으로 NO 생성 억제 효과가 커짐을 확인할 수 있었다. Yang *et al.* (2015a) 역시 아로니아 열수 추출물이 0–500 µg/mL 농도에서 농도 의존적으로 염증성 사이토카인 분비를 억제하여 염증반응을 조절하였다고 하여, 본 연구 결과와 일치하였다.

블루베리는 200 µg/mL 농도에서는 107.02%로 NO 생성이 억제되지 않았으나, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL 농도에서는 각각 81%, 64.1% 수준을 보여 농도 의존적으로 NO 생성이 억제되었다.

블랙베리와 체리는 모든 농도에서 NO 생성억제 효과를 확인할 수 없었다.

오디는 200 µg/mL, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL 농도에서 각각 119.85%, 113.65%, 99.6% 수준으로 나타나 1,000 µg/mL 이하의 농도에서는 NO 생성이 억제되지 않았다.

복분자는 200 µg/mL 농도에서는 101.15%로 NO 생성 억제 활성이 나타나지 않았으나, 500 µg/mL, 1,000 µg/mL 농도에서는 각각 87.26%, 72.49%로 나타나 농도 의존적으로 뛰어난 활성을 보였다. Polyphenol의 뛰어난 항산화 효능은 염증 억제 효과가 있는 것으로 알려져 있는데(Cilla *et al.*, 2009; Seymour *et al.*, 2009), 본 연구에서도 아로니아와 복분자가 polyphenol 함량과 항산화능이 다른 베리류 보다 높게 나타나 연구 결과와 일치하는 것을 알 수 있었다.

## 4. 베리의 생리활성물질과 생리활성 간의 상관관계

6종 베리의 추출물 시료들의 생리활성물질과 생리활성 간의 상관관계를 분석하여 Table 4에 제시하였다.

6종 베리의 추출물 시료의 NO 생성량은 비타민 C와 0.435로 양의 상관관계를 보였으나 유의하지 않았다. 베타카로틴은 -0.463, total polyphenol 함량과는 -0.680으로 유의한 음의 상관관계를 보였다.

DPPH radical 소거능의 경우 비타민 C가 -0.013으로 유의하

지 않은 음의 상관관계를 보였다. 베타카로틴은 0.176으로 양의 상관관계를 보였으나 유의하지 않았다. Total polyphenol 함량과는 0.828로 유의한 양의 상관관계를 보였다.

이러한 결과를 볼 때 베리 추출물에 포함된 베타카로틴과 total polyphenol과 같은 항산화물질이 NO 생성을 억제했고, 그중 total polyphenol은 DPPH radical 소거능을 향상시키는 역할을 한 것이라 생각된다.

### 5. 베리 혼합물의 생리활성 효과

6종 베리의 추출물 시료 중 항산화능이 가장 높은 복분자와 항염증 활성이 가장 높은 아로니아를 혼합한 시료의 total polyphenol 함량, DPPH radical 소거능, NO 억제 활성 분석 결과는 Figure 3에 제시된 바와 같다.

Total polyphenol 함량의 경우 복분자(RCM)가 26.22 mg TAE/g, 아로니아(AM)는 11.95 mg TAE/g, 복분자와 아로니아 혼합물(RCM1AM1)은 20.90 mg TAE/g이었으며, 혼합물(RCM1AM1)의 total polyphenol 함량이 복분자(RCM)에 비해 낮았으나, 아로니아(AM)에 비해서는 높은 것을 알 수 있었다(Figure 3A).

DPPH radical 소거능의 경우 복분자(RCM)가 93.78%, 아로니아(AM) 80.84%, 복분자와 아로니아 혼합물(RCM1AM1)은 88.31%로 나타났으며, 혼합물(RCM1AM1)의 DPPH radical 소거능이 복분자(RCM)에 비해 낮았으나, 아로니아(AM)에 비해서는 높은 것을 알 수 있었다(Figure 3B).

NO 생성량의 경우 1,000 µg/mL 농도에서 아로니아(AM)가 47.8%로 NO 생성 억제 효과가 가장 높았고, 혼합물(RCM1AM1) 61.35%, 복분자(RCM) 72.49% 순으로 나타났다. 또한 혼합물(RCM1AM1)의 NO 생성 억제 효과가 아로니아(AM)에 비해서는 낮았으나, 복분자(RCM)에 비해서는 높은 것을 알 수 있었다(Figure 3C).

본 연구 결과, 6종 베리류 중 항산화 효능이 가장 높은 복분자(RCM)와 항염증 활성이 가장 높은 아로니아(AM)를 혼합하였을 때, 혼합물(RCM1AM1)의 항산화 관련 생리활성은 복분자(RCM)에 비해, 항염증 활성은 아로니아(AM)에 비해 상대적으로 낮은 것을 알 수 있었다. 그러나, 단일물 보다 혼합하였을 때 항산화 효능과 항염증 효능 모두 상승되어 상호보완적 시너지 효과가 있는 것으로 보여진다.

## Conclusion

본 연구에서는 국내에서 다소비 되고 있는 아로니아, 블루베리, 복분자, 블랙베리, 오디 및 체리 등 총 6종의 베리류를 선정하여 이너뷰티 소재로 그 활용 가능성을 평가하고자 하였다. 따라서 이화학적 성분 분석(일반성분, 비타민 C 및 베타카로틴), 항산화 관련 생리

활성(total polyphenol 함량, DPPH radical 소거능), 그리고 안전성 및 항염증 효능(MTT assay, NO 생성 억제 활성)을 측정하였으며, 6종 베리류 중 항산화 효능과 항염증 효능이 각각 우수한 복분자와 아로니아 혼합물을 제조하여 각각의 생리활성을 비교분석 하였다.

비타민 C와 베타카로틴 함량은 각각 오디, 아로니아가 가장 많은 것으로 나타났고 항산화 관련 생리활성 평가인 total polyphenol 함량은 복분자가 26.22 TAE/g, 아로니아가 11.95 TAE/g로 높게 나타났다. DPPH radical 소거능 역시 복분자가 93.78%, 아로니아가 80.84%로 높게 나타나 total polyphenol 함량과 같은 경향으로 나타났다.

6종 베리류의 안전성을 MTT assay로 측정한 결과, 1,000 µg/mL 농도까지는 75%–110% 수준의 세포 생존율을 보여 특이한 세포독성은 관찰되지 않았다. NO 생성량은 1,000 µg/mL 농도에서 아로니아(47.8%), 블루베리(64.1%), 복분자(72.49%)순으로 아로니아의 NO 억제 효과가 가장 크게 나타났다.

6종 베리류의 생리활성 물질과 생리활성 간의 상관관계를 분석한 결과, 총 폴리페놀 함량이 생리활성(NO 생성 억제, 항산화 효능)과 높은 정의 상관성이 있음을 알 수 있었다. 또한 6종 베리류 중 항산화 효능과 항염증 효능이 각각 우수한 복분자와 아로니아 혼합물의 total polyphenol 함량, DPPH radical 소거능, NO 억제 활성을 비교분석한 결과, 혼합물에서 각각의 효능이 모두 상승되어 상호보완적 시너지 효과가 나타나 향후 inner beauty 소재로 개발할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

### Author's contribution

YRK as the first author, contributed to all aspects of analysis and experimental design, and wrote the manuscript. AJK as the second author, contributed to all the experimental design in detail and correcting the errors directly.

### Author details

Ye-Rin Kim (Graduate student), Department of Alternative Medicine, Kyonggi University, 24, Kyonggidaero-9 gil, Seodaemun-gu, Seoul 03746, Korea; Ae-jung Kim (Professor), Department of Nutrition Therapy, The Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, 24, Kyonggidaero-9 gil, Seodaemun-gu, Seoul 03752, Korea.

## References

Ahn SM, Ryu HY, Kang DK, Jung IC, Sohn HY. Antimicrobial and antioxidant activity of the fruit of *Prunus avium* L.



- Korean journal of microbiology and biotechnology*, 37: 371-376, 2009.
- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199-1200, 1958.
- Cho YJ, Chun SS, Kwon HJ, Kim JH, Yoon SJ, Lee KH. Comparison of physiological activities between hot-water and ethanol extracts of Bokbunja (*Rubus coreanum* F.). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 34: 790-796, 2005.
- Choi MH, Seo YJ, Shin HJ. Application of domestic bamboo stems mainly for inner beauty product development: A review. *Korean society for biotechnology and bioengineering Journal*, 32: 1-8, 2017.
- Choi MJ. Effects of green tea and aronia mixture on blood lipids and liver lipids in OVX rats. *Journal of the Korean Tea Society*, 25: 43-49, 2019.
- Cilla A, De Palma G, Lagarda MJ, Barberá R, Farré R, Clemente G, Romero F. Impact of fruit beverage consumption on the antioxidant status in healthy women. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 54: 35-42, 2009.
- Giovanelli G, Brambilla A, Sinelli N. Effects of osmo-air dehydration treatments on chemical, antioxidant and morphological characteristics of blueberries. *LWT-Food Science and Technology*, 54: 577-584, 2013.
- Grune T, Lietz G, Palou A, Ross AC, Stahl W, Tang G, Thurnham D, Yin SA, Biesalski HK.  $\beta$ -Carotene is an important vitamin A source for humans. *The Journal of Nutrition*, 140: 2268S-2285S, 2010.
- Heinrich M, Dhanji T, Casselman I. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.): A phytochemical and pharmacological assessment of the species' health claims. *Phytochemistry Letters*, 4: 10-21, 2011.
- Hogan S, Chung H, Zhang L, Li J, Lee Y, Dai Y, Zhou K. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açai. *Food Chemistry*, 118: 208-214, 2010.
- Horwitz W, Latimer GW. Official methods of analysis of AOAC international (18th ed.). AOAC International, Gaithersburg, Md., pp114-118, 2005.
- Jang NH, Rho HS, Kang ST. Quality characteristics of sponge cake made with aronia powder. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 50: 69-75, 2018.
- Jeon MH, Lee WJ. Characteristics of blueberry added Makgeolli. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 40: 444-449, 2011.
- Jung YH, Han JS, Kim AJ. Quality evaluation and antioxidant activity of inner beauty tea prepared from roasted lotus root and burdock. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 17: 235-245, 2019.
- Kaewkaen P, Tong-Un J, Wattanathorn J, Muchimapura S, Kaewrueng W, Wongcharoenwanakit S. Mulberry fruit extract protects against memory impairment and hippocampal damage in animal model of vascular dementia. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 1: 1-9, 2012.
- Kang DR, Chung YH, Shim KS, Shin DK. Comparison of chemical properties and phenolic compound for ethanol extract of blueberry, Bokbunja and mulberry and their pomaces. *Korean Journal of Organic Agriculture*, 23: 535-547, 2015.
- Kang TH, Hur JY, Kim HB, Ryu JH, Kim SY. Neuroprotective effects of the cyanidin-3-O- $\beta$ -d-glucopyranoside isolated from mulberry fruit against cerebral ischemia. *Neuroscience Letters*, 391: 122-126, 2006.
- Kim DO, Heo HJ, Kim YJ, Yang HS, Lee CY. Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9921-9927, 2005.
- Kim GN. Eating cosmetics inner beauty. *The Journal of the Korean Institute of Power Electronics*, 23: 74-75, 2018.
- Kim HB, Kim AJ, Kim SY. The analysis of functional materials in mulberry fruit and food product development trends. *Food Science and Technology*, 36: 49-60, 2003.
- Kim JS, Moon YS, Kwak EJ. Comparison of phenolic composition, content, and antioxidant activity in raspberries and blackberries. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 36: 115-127, 2018.
- Kim SH, Kim MJ, Lee UK. Selection of Korean black raspberry (*Rubus coreanus* Miq.) for larger fruit and high productivity. *Journal of Korean Society of Forest Science*, 91: 96-101, 2002.
- Kim SI, Sim KH, Choi HY. A comparative study of antioxidant activity in some Korean medicinal plant used as food materials. *Molecular & Cellular Toxicology*, 6: 279-285, 2010.
- Kim SJ, Kim HI, Hur YY, Im DJ, Lee DH, Park SJ, Jung SM,

- Chung KH. Anthocyanin and polyphenol analysis and antioxidant activity of small fruit and berries in Korea. *Korean Journal of Plant Resources*, 32: 407-414, 2019.
- Ko DY, Hong HY. Quality characteristics of muffins containing Bokbunja (*Rubus coreus* Miquel) powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 21: 863-870, 2011.
- Kwon SE, Ahn SY, Yun HK. Antioxidant activity and content of phenolic compounds in fruits of mainly cultivated blueberries in Korea. *Journal of Plant Biotechnology*, 45: 392-399, 2018.
- Lee JA, Park GS. Consumption and preference for Bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel) products. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 27: 11-20, 2011.
- Lee SH, Cho YJ, Kang SM. Potential efficacy against anti-inflammation and wrinkle improvement of tyndallized *Lactobacillus rhamnosus* IDCC 3201 for inner beauty. *Journal of the Korean Society of Cosmetology*, 23: 345-351, 2017.
- Lee SJ, Kim EJ, Kang MJ, Kim JI, Ryu CH. Fermentation characteristics of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) vinegar mixed with vegetables. *Journal of Agriculture & Life Science*, 52: 87-96, 2018.
- Lee Y, Lee JH, Kim SD, Chang MS, Jo IS, Kim SJ, Hwang KT, Jo HB, Kim JH. Chemical composition, functional constituents, and antioxidant activities of berry fruits produced in Korea. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44: 1295-1303, 2015.
- Mulabagal V, Lang GA, DeWitt DL, Dalavoy SS, Nair MG. Anthocyanin content, lipid peroxidation and cyclooxygenase enzyme inhibitory activities of sweet and sour cherries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 1239-1246, 2009.
- Park HJ, Lee MJ, Lee HR. Vitamin C and antioxidant capacity stability in cherry and romaine during storage at different temperatures. *Journal of Nutrition and Health*, 49: 51-58, 2016.
- Park SG, Jegal KH, Jung JY, Back YD, Byun SH, Kim YW, Cho IJ, Park SM, Kim SC. Leonuri Fructus ameliorates acute inflammation via the inhibition of NF- $\kappa$ B-mediated nitric oxide and pro-inflammatory cytokine production. *Journal of Physiology & Pathology in Korean Medicine*, 28: 178-185, 2014.
- Ryu J, Kwon SJ, Jo YD, Jin CH, Nam BM, Lee SY, Jeong SW, Im SB, Oh SC, Cho L, *et al.* Comparison of phytochemicals and antioxidant activity in blackberry (*Rubus fruticosus* L.) fruits of mutant lines at the different harvest time. *Plant Breeding and Biotechnology*, 4: 242-251, 2016.
- Samak G, Shenoy RP, Manjunatha SM, Vinayak KS. Superoxide and hydroxyl radical scavenging actions of botanical extracts of *Wagatea spicata*. *Food chemistry*, 115: 631-634, 2009.
- Seymour EM, Lewis SK, Urcuyo-Llanes DE, Tanone II, Kirakosyan A, Kaufman PB, Bolling SF. Regular tart cherry intake alters abdominal adiposity, adipose gene transcription, and inflammation in obesity-prone rats fed a high fat diet. *Journal of Medicinal Food*, 12: 935-942, 2009.
- Shin DH, Choe TB. Study on the bioactive characteristics of aronia extract as a cosmetic raw material. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 13: 275-283, 2015.
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal for Enology and Viticulture*, 16: 144-158, 1995.
- Thomas JB, Kline MC, Gill LM, Yen JH, Duewer DL, Sniegoski LT, Sharpless KE. Preparation and value assignment of standard reference material 968 cFat-soluble vitamins, carotenoids, and cholesterol in human serum. *Clinica Chimica Acta*, 305: 141-155, 2001.
- Weisz A, Cicatiello L, Esumi H. Regulation of the mouse inducible-type nitric oxide synthase gene promoter by interferon- $\gamma$ , bacterial lipopolysaccharide and NG-monomethyl-L-arginine. *Biochemical Journal*, 316: 209-215, 1996.
- Yang H, Oh KH, Yoo YC. Anti-inflammatory effect of hot water extract of aronia fruits in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44: 7-13, 2015a.
- Yang JW, Jung SK, Song KM, Kim YH, Lee NH, Hong SP, Lee KH, Kim YE. Quality characteristics of Sikhye made with berries. *The East Asian Society of Dietary Life*, 25: 1007-1017, 2015b.

국문초록

이너뷰티 소재로서의 가능성을 알아보기 위한 베리류의 생리활성 평가

김예린<sup>1</sup>, 김애정<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경기대학교 대체의학과, 서울, 한국

<sup>2</sup>경기대학교 대체의학대학원 식품치료전공, 서울, 한국

**목적:** 본 연구에서는 국내에서 다소비 되고 있는 아로니아, 블루베리, 복분자, 블랙베리, 오디 및 체리 등 6종 베리류의 이너뷰티 소재로서의 활용 가능성을 평가하고자 하였다. **방법:** 6종 베리류를 동결건조 후 일반성분, 비타민 C 및 베타카로틴 함량을 측정하였으며, 항산화 관련 생리활성(총 폴리페놀 함량, DPPH radical 소거능), 안전성 및 항염증 효능(MTT assay, NO 생성량)을 측정하였다. 또한 베리의 생리활성 물질과 생리활성 간의 상관관계를 분석하였으며 베리 혼합물을 제조하여 각각의 생리활성을 비교분석하였다. **결과:** 비타민 C, 베타카로틴, total polyphenol 함량은 각각 오디, 아로니아, 복분자가 가장 높게 나타났다. DPPH radical 소거능은 복분자, 아로니아 순으로 높았으며, NO 생성 억제 효과는 아로니아, 블루베리, 복분자 순으로 높게 나타났다. 6종 베리류의 생리활성 물질과 생리활성 간의 상관관계를 분석한 결과 total polyphenol이 생리활성(NO 생성 억제, 항산화 효능)과 높은 정의 상관성이 있음을 알 수 있었다. **결론:** 6종 베리류 중 항산화 활성과 항염증 효능이 우수한 복분자와 아로니아 혼합물에서 각각의 효능이 모두 상승되어 상호보완적 시너지 효과가 나타나 향후 inner beauty 소재로 개발 가능성을 확인하였다.

**핵심어:** 베리, 항산화, 세포독성, NO 생성량, 이너뷰티

참고문헌

고대영, 홍하영. 복분자 분말을 첨가한 머핀의 품질특성. *동아시아식생활학회지*, 21: 863-870, 2011.

권순은, 안순영, 윤해근. 한국의 주요 블루베리 품종의 항산화 활성 및 페놀화합물 함량 분석. *한국식물생명공학회지*, 45: 392-399, 2018.

김교남. 먹는 화장품 이너뷰티. *전력전자학회지*, 23: 74-75, 2018.

강다래, 정이형, 심관섭, 신대근. 블루베리·복분자와 오디 그리고 이들 부산물 주정 추출물의 이화학적 특성 및 페놀화합물 함량 비교. *한국유기농업학회지*, 23: 535-547, 2015.

김세현, 김만조, 이울. 대립 다수성 복분자딸기 선발에 관한 연구. *한국산림학회지*, 91: 96-101, 2002.

김수진, 김현일, 허윤영, 임동준, 이동훈, 박서준, 정성민, 정경호. 국내 재배 소과류 및 베리류의 안토시아닌 및 폴리페놀 분석. *한국자원식물학회지*, 32: 407-414, 2019.

김지상, 문용선, 곽은정. 나무딸기, 복분자, 블랙베리의 페놀성 화합물 조성, 함량 및 항산화 활성비교. *원예과학기술지*, 36: 115-127, 2018.

김현복, 김애정, 김선영. 오디의 기능성 물질 분석 및 개발식품 동향. *식품과학과 산업*, 36: 49-60, 2003.

박성규, 제갈경환, 정지윤, 백영두, 변성희, 김영우, 조일제, 박상미, 김상찬. NF-κB 조절을 통한 충울자의 염증억제효과. *동의생리병리학학회지*, 28: 178-185, 2014.

박희정, 이명주, 이혜란. 저장 조건에 따른 로메인 및 체리의 비타민 C 함량 및 항산화능의 변화. *한국영양학회지*, 49: 51-58, 2016.

신동화, 최태부. 화장품 소재로서 아로니아 추출물의 생리활성 연구. *아시아뷰티화장품학술지*, 13: 275-283, 2015.

안선미, 류희영, 강동균, 정인창, 손호용. 체리(*Prunus avium* L.)의 항균 및 항산화 활성. *한국미생물·생명공학회지*, 2009.

양지원, 정성근, 송경모, 김영호, 이남혁, 홍상필, 이경희, 김영언. 베리류로 제조한 식혜의 품질 특성에 관한 연구. *동아시아*

- 아식생활학회지, 25: 1007-1017, 2015.
- 양혜, 오광훈, 유영춘. LPS 자극 RAW 264.7 대식세포에 있어서 아로니아 열매 열수 추출물의 항염증 효과. *한국식품영양과학회지*, 44: 7-13, 2015.
- 이수정, 김은자, 강민정, 김정인, 류충호. 채소류를 혼합한 블랙베리(*Rubus fruticosus* L.) 식초의 발효 특성. *농업생명과학연구*, 52: 87-96, 2018.
- 이승훈, 조영재, 강상모. 이너뷰티 소재로서의 틴달화 락토바실러스 람노시스 IDCC 3201의 항염·주름개선에 대한 잠재적 효능. *한국미용학회지*, 23: 345-351, 2017.
- 이용철, 이집호, 김성단, 장민수, 조인순, 김시정, 황금택, 조한빈, 김정현. 국내 재배 베리류의 화학 조성 및 기능성 성분과 항산화 활성. *한국식품영양과학회지*, 44: 1295-1303, 2015.
- 이정애, 박금순. 복분자 제품에 대한 기호도 및 이용실태 조사. *한국식품조리과학회지*, 27: 11-20, 2011.
- 장낙훈, 노현수, 강성태. 아로니아 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성. *한국식품과학회지*, 50: 69-75, 2018.
- 전미향, 이원종. 블루베리 첨가 막걸리의 발효특성. *한국식품영양과학회지*, 40: 444-449, 2011.
- 정연희, 한정순, 김애정. 로스팅한 연근과 우영을 이용한 이너 뷰티 차의 항산화 활성과 품질 평가. *아시아뷰티화장품학술지*, 17: 235-245, 2019.
- 조영제, 천성숙, 권효정, 김정환, 윤소정, 이경환. 복분자(*Rubus coreanum* F.) 열수 및 에탄올추출물의 생리활성비교. *한국식품영양과학회지*, 34: 790-796, 2005.
- 최문희, 서영진, 신현재. 이너뷰티 제품 개발을 중심으로 국내산 대나무 줄기의 생물공학적 활용방안. *KSBB Journal*, 32: 1-8, 2017.
- 최미자. 녹차와 아로니아 혼합물이 난소절제쥐의 혈중 지질농도와 간지질 함량에 미치는 영향. *한국차학회지*, 25: 43-49, 2019.

## 中文摘要

### 浆果类作为内在美容成分的生物活性评价

金豫璘<sup>1</sup>, 金愛貞<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>京畿大学代替医疗学科, 首尔, 韩国

<sup>2</sup>京畿大学代替医疗大学院食品治疗学科, 首尔, 韩国

**目的:** 研究了在韩国大量使用的6中浆果类例如浆果 (*Aronia melanocarpa*, AM), 蓝莓 (*Vaccinium corymbosum*, VC), 覆盆子 (*Rubus coreanus* Miquel, RCM), 黑莓 (*Rubus fruticosus* L, RFL), 桑 (*Morus bombycis* Koidz, MBK) 和櫻桃 (*Prunus avium* L, PA) 等作为内在美容成分的适用性。**方法:** 将这六种浆果冷冻干燥后, 我们测量了维生素C和β-胡萝卜素的含量。我们还测量了MTT测定, NO测定, 总多酚测定法和DPPH清除自由基的活性, 以评估安全性和生物活性。此外, 我们还获得了浆果中有效成分与生物活性之间的相关性。**结果:** 维生素C, β-胡萝卜素和总多酚的含量分别在奥迪, 浆果和覆盆子中最高。DPPH自由基清除活性最高的顺序为覆盆子和蓝莓, 而NO生成的抑制作用最高的顺序为浆果, 蓝莓和覆盆子。从这些结果, 证实总多酚与诸如NO抑制和抗氧化剂活性的生物活性高度相关。**结论:** 在6种浆果中, 具有出色的抗氧化活性和抗炎作用的覆盆子和浆果的混合物均提高了功效, 产生了互补的协同效应, 从而证实了将来有可能发展成为内部美容原料。

**关键词:** 浆果, MTT测定, 抗氧化活性, 不产生, 内在美

