

## 국내외 시판 농산물 중간소재의 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 함량 및 항산화 활성

윤소정<sup>1</sup>, 이진규<sup>2</sup>, 유상호<sup>3</sup>, 정명수<sup>2</sup>, 이형재<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>단국대학교 식품공학과

<sup>2</sup>이화여자대학교 식품공학과

<sup>3</sup>세종대학교 식품공학과

Received: June 14, 2016 / Accepted: August 3, 2016

### Total Phenolics Contents, Total Flavonoids Contents and Antioxidant Capacities of Commercially Available Korean Domestic and Foreign Intermediate Food Materials

So Jung Youn<sup>1</sup>, Jin-Kyu Rhee<sup>2</sup>, Sang-Ho Yoo<sup>3</sup>, Myong-Soo Chung<sup>2</sup>, and Hyungjae Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan, Chungnam 31116, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Engineering, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea

Commercial Korean domestic and foreign intermediate food materials (IFMs) of blueberry, *Aronia*, oat, sweet pumpkin, and ginger were purchased to compare their functional properties, including total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), total anthocyanin content (TAC), and antioxidant capacity. Each IFM was extracted using 80% (v/v) methanol for the analyses. The TPC (mg gallic acid equivalent/100 g dried sample) and TFC (mg catechin equivalent/100 g dried sample) levels in domestic blueberry (TPC, 2,916 ± 200; TFC, 1,327 ± 31) and sweet pumpkin (TPC, 476 ± 20; TFC, 23 ± 32) IFMs were significantly higher than those in the foreign IFMs. In the case of TAC (mg cyanidin-3-glucoside/100 g dried sample), the level in domestic blueberry IFM (949 ± 57) was significantly higher than that in the foreign product. Among the domestic IFMs, the antioxidant capacities (mg vitamin C equivalent/100 g dried sample) of blueberry, sweet pumpkin, and ginger were 7,057 ± 321, 311 ± 8, and 3,321 ± 109, respectively, being significantly higher than those of their foreign counterparts, based on the ABTS radical scavenging assay. In the DPPH radical scavenging assay, foreign *Aronia* (12,667 ± 437) and ginger (2,067 ± 99) IFMs showed significantly higher levels of free radical scavenging activity than did the domestic IFMs. These results provide basic information regarding the functional properties of Korean domestic IFMs, compared with their foreign counterparts.

**Keywords:** Intermediate food materials, Korean domestic, total phenolics contents, total flavonoids contents, total anthocyanins contents, antioxidant capacity

## 서론

베리류에 속하는 아로니아와 블루베리는 anthocyanins, flavonoids, phenolic acids 등과 다양한 polyphenolic compounds, vitamin C와 E 등을 다량 함유하여 기능성 원료로 각광받고 있다. 초기 수입에 의존하던 베리류는 최근

국내에서 생산되기 시작된 후 생산량이 점차 증가하고 있다 [29]. 베리류는 특유의 기능성으로 인해 많은 연구가 진행되고 있는데 국외연구로는 항암효과나 항산화능, 유기산과 당, phenolic compound의 분석과 함량을 실험하는 연구[30, 31, 36]가 있었으며, 국내의 경우 베리류의 화학적 조성 및 생리 활성 및 항산화 특성 연구[6, 13, 17]가 많았다. 특히 국내의 경우 최근 들어 아로니아의 국내 생산이 많아지면서 항산화 관련 연구[12, 14, 27] 및 조리 연구[21]가 활발히 진행되고 있다.

채소류 중 단호박은 서양계 호박(*Cucurbita maxima*

### \*Corresponding author

Tel: +82-41-550-3561, Fax: +82-41-559-7868

E-mail: lee252@dankook.ac.kr

© 2016, The Korean Society for Microbiology and Biotechnology

Duch)으로 분류되며 당분과 단백질, 지방, 총 아미노산, 유리당, vitamin A·B1, B2 및 vitamin C와 Fe 및 카로틴 함량이 높고, 전자공여에 의한 라디칼 소거능, SOD 유사활성 및 아질산염 소거작용 등의 항산화능이 우수한 것으로 알려져 있다[10]. 단호박의 국내 재배는 1990년대 후반부터 시작되었으며, 영양소와 섬유질이 풍부한 식품으로 알려져 있다. 그러나 생과로 보관하기에는 저장기간이 짧아 단호박을 가공하여 보관하는 형태가 많다. 단호박 관련 연구로는 주로 영양성분[10, 23]과 단호박의 가공된 형태를 조리에 적용하는 내용이 많았다[18, 26].

곡류 중 귀리(*Avena sativa* L.)는 수용성 식이섬유의 생리적 기능이 우수한 것으로 알려지면서 수용성  $\beta$ -glucan의 함량이 높은 귀리에 대한 관심이 증가하게 되었다[19, 28]. 귀리는 식품에 이용될 때 생곡류의 특유의 이취를 없애고 풍미를 좋게 하기 위하여 중간소재로서 볶음처리 후 사용하는 경우가 많다. 이러한 기능적인 특성으로 선식이나 곡류 차등 음료의 중간소재로서 많이 사용하게 되었다. 귀리에 대한 연구는 귀리의 성분분석과 그 기능적 측면을 제시한 연구[15, 33] 등이 보고되어 있다.

특용작물인 생강(Ginger, *Zingiber officinale* Rosc.)은 생강과(Zingiberaceae)에 속하는 아열대 또는 열대 원산의 다년생 초본 식물의 하나로서 특유의 맛과 향기를 갖고 있으며, 특히 생강의 매운맛 성분 중의 하나인 6-gingerol은 소염, 살균효과 및 항산화능을 나타내는 것으로 알려져 있다[7, 20, 32]. 관련 연구로는 생강의 항산화능과 관련하여 유효성분을 높이기 위한 가공기술이나 추출 관련 연구가 이뤄지고 있다[16, 22, 25].

지금까지 보고된 논문을 살펴보면 하나의 소재의 기능적 실험에 대해서는 많이 연구되어 왔으나 최근 국내의 생산량이 많아진 중간소재에 대한 기초 연구로서 국내산과 외국산 농산물 중간소재의 기능성을 비교한 논문은 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 국내외산 시판 중간소재 중 베리류와 채소류, 곡류와 특용작물 중 기능성이 우수한 블루베리와 아로니아, 단호박과 귀리, 생강의 총페놀함량, 총플라보노이드와 총안토시아닌 및 항산화능을 확인하고, 이를 통해 국내외산 중간소재의 기능적 차이에 대한 연구의 기초자료로 사용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용한 블루베리와 아로니아는 동결건조 분말이었으며, 귀리는 귀리 쌀을 갈아 볶은 형태를 실험에 사용하였다. 또 단호박과 생강은 원료를 건조하여 분쇄한 형태의

중간소재를 구입하여 사용하였다. 미국산 블루베리는 (주)자연그대로(Korea)에서 국내산은 전북 고창에서 재배된 (주)랑농장(Korea)의 것을 구매하였다. 아로니아의 경우 (주)갑당약초(Korea)에서 폴란드산과 경북 고령에서 재배된 국내산 원료의 동결건조 분말을 구매하였다. 볶은 귀리가루는 외국산으로 (주)건우에프피(Korea)에서 캐나다산을 제공받았으며, (주)바른약초(Korea)에서 국내산을 구매하였다. 단호박 분말은 (주)푸른터(Korea)에서 제조한 중국산과 국내산 단호박을 가공한 분말을 사용하였다. 생강의 경우 (주)갑당약초에서 판매하는 국내산과 중국산 생강분말을 구매하여 사용하였다.

### 추출물 제조

추출은 시료 5 g에 80% 메탄올을 100 ml 넣고 분쇄기(Hanil Co., Korea)에 90초 동안 균질화한 뒤 Whatman No. 2 여과지(Whatman Intl. Ltd., England)로 여과하여 사용하였으며, 3번 반복하여 추출하였다. 불순물로 인해 추출이 어려운 경우 원심분리(8,870 × g)로 제거 후 추출하였다. 추출물은 rotary evaporator (BÜCHI, Switzerland)를 이용 감압농축하고, 50% (v/v) 메탄올에 녹인 후, 냉동 보관하였으며, 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 및 항산화능을 측정하는데 사용하였다.

### 총페놀 함량

총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법[37]을 변형하여 측정하였다. 96 well plate (SPL, Korea)에 시료 10  $\mu$ l와 증류수 100  $\mu$ l를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma, USA) 10  $\mu$ l를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시켰다. 그 후 7% (w/v)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Sigma) 80  $\mu$ l를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader (iMark, Bio-Rad Laboratories, USA)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였다. 표준물질로 gallic acid (Sigma)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent (GAE)/100 g dried sample으로 함량을 표기하였다.

### 총플라보노이드 함량

총플라보노이드 함량은 건강기능식품공전방법[24]을 변형하여 실험하였다. 96 well plate에 희석한 시료 17  $\mu$ l와 증류수 96  $\mu$ l를 혼합한 후 2.5% (w/v)  $\text{NaNO}_2$  (Sigma) 10  $\mu$ l를 넣어 균질화하였다. 그 후, 5% (w/v)  $\text{AlCl}_3$  (Sigma) 10  $\mu$ l를 넣고 1 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Sigma) 67  $\mu$ l 넣어 균질화한 후 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였다. 표준물질은 catechin (Sigma)을 사용하였으며, mg catechin equivalent (CE)/100 g dried sample으로 함량을 표기하였다.

### 총안토시아닌 함량

총안토시아닌 함량은 pH differential method[1]을 변형하여 측정하였다. 96 well plate에 적당한 농도로 희석한 시료 10  $\mu$ l를 넣고 각각 2.5 mM potassium chloride buffer (pH 1.0)와 400 mM sodium acetate buffer (pH 4.5) 190  $\mu$ l씩을 넣고 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다. 표준물질은 cyanidin-3-glucoside equivalents의 molecular weight (MW)와 molecular extinction coefficient ( $\epsilon$ ) 값을 통하여 monomeric anthocyanin pigment 방법을 변형하여 사용하였다[8].

### 항산화능

ABTS radical 소거능의 경우, Re 등의 방법[35]을 변형하여 실험하였다. 96 well plate에 1.0 mM AAPH (2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS<sup>2-</sup> (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 phosphate-buffered saline와 혼합하여 70°C에서 반응시킨 후 0.2  $\mu$ m PTFE syringe filter (Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 반응물을 제거 후, ABTS<sup>-</sup>시약과 시료를 10분 동안 반응시켰다. 반응온도는 37°C였으며, 흡광도는 96 well microplate reader를 이용하여 750 nm에서 3회 반복 측정하였다.

DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법[4]을 변형하여 진행하였다. 80% (v/v) 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며,

DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였다. 두 방법 모두 표준물질은 vitamin C (Sigma)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent (VCE)/100 g dried sample으로 항산화능을 표기하였다.

### 통계분석

통계분석은 국내산과 외국산 시료 간의 각각의 함량 차이를 분석하기 위해 Student *t*-test를 진행하였다. SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., USA)을 사용하여 통계분석을 실시하였고, 유의 수준은  $p < 0.05$ 였다.

### 결과 및 고찰

#### 국내외산 중간소재의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 총안토시아닌 함량 비교

Table 1에 5종의 국내외산 농산물 중간소재의 총페놀, 총플라보노이드 및 총안토시아닌 함량을 나타냈다. 블루베리 중간소재의 총페놀 함량은 국내산이  $2,917 \pm 200$  mg GAE/100 g, 국외산이  $2,016 \pm 50$  mg GAE/100 g으로 국내산이 더 높게 나타났고, 총플라보노이드 함량은 국내산이  $1,327 \pm 31$  mg CE/100 g, 국외산이  $1,033 \pm 40$  mg CE/100 g으로 국내산이 더 높은 것으로 나타났다. 총안토시아닌 함량은 국내외산이 각각  $949 \pm 57$ ,  $647 \pm 77$  mg VCE/100 g로 국내산의 안토시아닌 함량이 더 높았으며, 블루베리의 경우 모든 실험

**Table 1. Total phenolics contents, total flavonoids contents, and total anthocyanins contents of Korean domestic and foreign intermediate food materials (IFMs) in the market.**

Source of IFM	Origin	Total phenolics	Total flavonoids	Total anthocyanins
		(mg GAE/100 g dried sample) <sup>a</sup>	(mg CE/100 g dried sample) <sup>a</sup>	(mg CGE/100 g dried sample) <sup>a</sup>
Blueberry	Korean domestic	$2,917 \pm 200^b$	$1,327 \pm 31^*$	$949 \pm 57^*$
	Foreign	$2,016 \pm 50$	$1,033 \pm 40$	$647 \pm 77$
Aronia	Korean domestic	$6,050 \pm 401$	$3,717 \pm 252$	$996 \pm 77$
	Foreign	$7,600 \pm 176^*$	$4,283 \pm 100^*$	$2,032 \pm 153^*$
Oat	Korean domestic	$106 \pm 4$	$23 \pm 2$	ND <sup>c</sup>
	Foreign	$126 \pm 3^*$	$71 \pm 6^*$	ND
Sweet pumpkin	Korean domestic	$476 \pm 20^*$	$23 \pm 2^*$	ND
	Foreign	$273 \pm 20$	$14 \pm 1$	ND
Ginger	Korean domestic	$1,133 \pm 58$	$227 \pm 13$	ND
	Foreign	$1,520 \pm 76^*$	$229 \pm 14$	ND

<sup>a</sup>Total phenolics, total flavonoids and total anthocyanins contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE), catechin equivalents (CE) and cyanidin-3-glucoside equivalents (CGE), respectively.

<sup>b</sup>Mean  $\pm$  standard deviation (SD).

<sup>c</sup>ND, not detected.

<sup>\*</sup>Values with asterisk are significantly different between Korean domestic and foreign IFMs of each item by Student *t*-test at  $p < 0.05$ .

에서 국내외 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Jeong 등[13]은 80% 메탄올 추출한 블루베리의 총페놀함량을 측정된 결과 902.8 mg GAE/100 g으로 보고 했는데, 본 실험에서는 동결건조 분말로 실험을 하여 항산화 능이 이보다 더 높게 나타난 것으로 추정된다.

아로니아 중간소재의 총페놀 함량은 국외산이 각각  $6,050 \pm 401$ ,  $7,600 \pm 176$  mg GAE/100 g으로 국외산에서 함량이 더 높게 나타났다. 총플라보노이드와 총안토시아닌 또한 국내산이 각각  $3,717 \pm 252$  mg CE/100 g,  $996 \pm 77$  mg VCE/100 g, 국외산이 각각  $4,283 \pm 100$  mg CE/100 g,  $2,032 \pm 153$  mg VCE/100 g으로 국외산에서 더 높게 측정되었다. 모든 경우 국내외 소재 간에 차이는 모두 유의적인 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Chung의 연구[6]에서 국내산 아로니아 총페놀 함량은  $117.20 \pm 3.95$  mg/g이었고, Hwang 등의 연구[12]에선  $110$  mg/g이었다. 이외 연구[5]에 따르면 국내산 아로니아 총페놀 함량은  $78.3\text{--}86.5$  mg GAE/g이었고, 폴란드산 아로니아의 경우  $71.2 \pm 0.9$  mg GAE/g으로 용매와 추출횟수, 추출 온도 및 시간에 차이를 고려하였을 때 유사한 결과 값으로 생각된다. 본 연구에서 국내산과 폴란드산을 비교한 경우 총페놀 함량이 약  $1,550$  mg GAE/100 g 정도 차이가 나타났는데, 이전 연구에서 국내산과 폴란드산을 비교한 경우  $1,500$  mg GAE/100 g 정도에 차이를 보인 것과 유사한 결과를 나타냈다[5]. 이외 연구[11]에서 아로니아 생과의 총안토시아닌 함량은  $349.79\text{--}953.7$  mg/100 g으로 본 연구결과에 비해 낮았으나, 이는 본 연구가 아로니아 생과를 이용한 것이 아니라 동결건조된 아로니아 중간소재 사용하여 총안토시아닌 함량이 높게 나온 것으로 생각된다. 이전 보고에서도 동결건조한 아로니아에서 총페놀함량과 총플라보노이드, 총안토시아닌 함량이 높게 측정된 것으로 나타났다[11].

볶은 귀리 중간소재의 총페놀 함량은 국외산이 각각  $106 \pm 4$ ,  $126 \pm 3$  mg GAE/100 g으로 나타났으며, 총플라보노이드 함량은 국외산이 각각  $23 \pm 2$ ,  $71 \pm 6$  mg CE/100 g으로 국외산 간에 유의적으로 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ). 품종별 귀리를 이용한 실험에서 귀리의 총페놀 함량은  $83.41 \pm 4.24\text{--}130.59 \pm 4.54$  mg GAE/100 g sample로 나타났다[9]. 이 결과를 본 실험과 비교 시, 유사한 결과로 보이며 귀리를 볶았을 때와 생귀리를 사용하였을 때 총페놀 함량은 크게 차이가 없을 것으로 생각된다. 따라서, 가공소재를 개발할 때 볶음 가공이 추가되어도 총페놀 함량의 손실이 미미할 것으로 보인다.

단호박 중간소재의 총페놀 함량은 국외산이 각각  $476 \pm 20$ ,  $273 \pm 20$  mg GAE/100 g, 총플라보노이드 함량은 국외산이 각각  $23 \pm 2$ ,  $14 \pm 1$  mg CE/100 g으로, 두 결과 모두 국내산 중간소재가 유의적으로 더 높은 함량을 보였다

( $p < 0.05$ ). Bhagwat 등[3]에 의하면 호박의 총페놀 함량은  $74$  mg GAE/100 g이었는데, 이와 비교 시 단호박이 호박보다 더 높은 총페놀 함량을 갖는 것으로 나타났다[23].

생강 중간소재의 경우 총페놀 함량은 국외산이 각각  $1,133 \pm 58$ ,  $1,520 \pm 76$  mg GAE/100 g으로 국외산이 유의적으로 높았고 ( $p < 0.05$ ), 총플라보노이드 함량은 국외산이 각각  $227 \pm 13$ ,  $229 \pm 14$  mg CE/100 g으로 국내외 소재간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 아세톤과 메탄올 혼합용매를 사용하여 생강을 추출하였을 때 총페놀 함량은  $40$  mg/g[34]이었으며, 80% 에탄올로 생강 원물을 추출하였을 때 총페놀 함량은  $66.4 \pm 0.5$  mg/g [2]으로 보고되었다. 이러한 차이는 가공형태의 차이로 보이며, 생강 원물을 사용한 경우의 총페놀 함량이 더 높은 것으로 보인다.

### 국외산 중간소재의 항산화능 비교

Table 2에 ABTS와 DPPH 라디칼 소거법을 이용하여 측정된 5종의 국외산 농산물 중간소재 항산화능이 나타났다. 국외산 블루베리 중간소재의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 국외산이 각각  $7,050 \pm 321$ ,  $6,094 \pm 184$  mg VCE/100 g이었다. DPPH radical 소거능은 국외산이 각각  $4,000 \pm 176$ ,  $2,483 \pm 444$  mg VCE/100 g으로, 두 실험 모두 국내산이 유의적으로 더 높은 항산화능을 나타냈다 ( $p < 0.05$ ).

국외산 아로니아 중간소재의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 국내산이  $14,461 \pm 356$  mg VCE/100 g, 국외산이  $18,050 \pm 907$  mg VCE/100 g였으며, DPPH radical 소거능은 국내산이  $10,350 \pm 475$  mg VCE/100 g, 국외산이  $12,667 \pm 437$  mg VCE/100 g로 항산화능은 국내산 아로니아보다 국외산이 유의적으로 더 높았다 ( $p < 0.05$ ).

국외산 볶은 귀리의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우, 국외산이 각각  $161 \pm 23$ ,  $2,384 \pm 113$  mg VCE/100 g 유의적 차이가 있었으나 ( $p < 0.05$ ), DPPH radical 소거능의 경우 국외산이 각각  $72 \pm 5$ ,  $70 \pm 6$  mg VCE/100 g으로 국내외산 간에 유의적인 차이가 없었다 ( $p < 0.05$ ). 측정법에 따라 국내외 소재 간 항산화능의 차이가 없거나 국외산의 함량이 더 높은 것으로 보인다. 품종별 귀리의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우  $77.88\text{--}116.14$  mg TEAC/100 g, DPPH radical 소거능의 경우  $25.85\text{--}38.58$  mg TEAC/100 g로 나타났다[9].

국외산 단호박의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 각각  $311 \pm 8$ ,  $133 \pm 4$ , mg VCE/100 g이었으며, DPPH radical 소거능의 경우 국내산이  $199 \pm 46$ , 국외산이  $103 \pm 10$  mg VCE/100 g으로 두 실험 모두 국내산이 유의적으로 더 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 본 연구에서 단호박 중간소재의 항산화능이 낮은 이유는 건조 및 열에 의한 감소로

**Table 2. ABTS and DPPH radical scavenging capacities of Korean domestic and foreign intermediate food materials (IFMs) in the market.**

Source of IFM	Origin	ABTS radical scavenging activity	DPPH radical scavenging activity
		(mg VCE/100 g dried sample) <sup>a</sup>	(mg VCE/100 g dried sample) <sup>a</sup>
Blueberry	Korean domestic	7,050 ± 321 <sup>b*</sup>	4,000 ± 176 <sup>*</sup>
	Foreign	6,094 ± 184	2,483 ± 444
Aronia	Korean domestic	14,461 ± 356	10,350 ± 475
	Foreign	18,050 ± 907 <sup>*</sup>	12,667 ± 437 <sup>*</sup>
Oat	Korean domestic	161 ± 23	72 ± 5
	Foreign	2,384 ± 113 <sup>*</sup>	70 ± 6
Sweet pumpkin	Korean domestic	311 ± 8 <sup>*</sup>	199 ± 46 <sup>*</sup>
	Foreign	133 ± 4	103 ± 10
Ginger	Korean domestic	3,322 ± 109 <sup>*</sup>	1,500 ± 170
	Foreign	1,248 ± 338	2,067 ± 99 <sup>*</sup>

<sup>a</sup>ABTS radical scavenging activity and DPPH radical scavenging activities are expressed as vitamin C equivalents (VCE).

<sup>b</sup>Mean ± Standard deviation (SD).

\*Values with asterisk are significantly different between Korean domestic and foreign IFMs by Student *t*-test at *p* < 0.05.

생각된다. 단호박과 늙은 호박을 비교한 Kim 등 연구[23]에서 늙은 호박과 동결건조 단호박의 항산화능을 비교한 실험에서 전자공여에 의한 radical 소거능, SOD 유사활성과 아질산염 소거작용 모두 늙은 호박에서보다 단호박에서 더 높게 나타났으며, 항산화 활성은 늙은 호박보다 단호박이 뛰어난 것으로 나타나 단호박의 기능성이 부각될 수 있을 것으로 생각된다.

국내외산 생강의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 3,322 ± 109, 1,248 ± 338, DPPH radical 소거능의 경우 국내산이 1,500 ± 170, 국외산이 2,067 ± 99 mg VCE/100 g으로 국내외산 소재간의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(*p* < 0.05). Bhagwat 등[3]에 따르면 생강의 항산화능은 14,978 mg TE/100 g으로 나타났다. 본 연구에서 사용된 생강 중간소재가 전체적으로 항산화능이 낮은 이유는 가공 시 건조 및 열에 의하여 활성이 다소 낮아진 것으로 추정된다.

국내외 시판 중간소재의 기능성 분석 결과, 총페놀 및 총플라보노이드 함량의 경우 블루베리와 단호박 소재에서 국내산 소재가 국외산보다 유의적으로 높게 나타났으며, 총안토시아닌 함량에서는 블루베리에서 국내산 소재가 국외산 소재보다 유의적으로 높게 나타났다. 항산화능의 경우 블루베리, 단호박 소재에서 국내산 소재가 국외산보다 활성이 유의적으로 높았으며, 생강 소재에서는 ABTS radical 소거능에서 국내산 소재가 국외산 소재보다 항산화능이 유의적으로 높게 나타났다. 국내산과 국외산 중간소재의 기능성 차이는 각 소재의 전처리 방법이나 가공 및 보관방법 등에 따라 달라질 수 있으며, 중간소재의 품종이나 생산 지역, 국가, 기

후 등에 의해서도 바뀔 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 농산물을 활용하여 식품의 중간소재로서 개발하기 위해서는 여러 조건을 비교하여 알맞은 농산물을 선정하고, 농산물의 기능성을 최대한 유지할 수 있는 중간소재 가공방법의 개발 및 최적화가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

기능성으로 각광 받는 블루베리, 아로니아, 귀리, 단호박, 생강의 국내의 중간소재를 구입하여 기능성 성분을 비교, 분석하였다. 시판 중간소재 80% 메탄을 추출물의 Total phenolics contents (TPC), total anthocyanins contents (TAC), total flavonoids contents (TFC)를 측정하였고, ABTS radical 소거능, DPPH radical 소거능을 통해 항산화능을 측정 후, 통계적 유의성을 분석하였다. TPC (mg gallic acid equivalent/100 g dried sample)와 TFC (mg catechin equivalent/ 100 g dried sample)의 경우, 모두 국내산 블루베리(TPC, 2,917 ± 200; TFC, 1,327 ± 31)와 단호박(TPC, 476 ± 20, TFC, 23 ± 2)이 국외산 보다 높았고, 국외산은 아로니아, 귀리, 생강의 중간소재가 더 높았다. TAC (mg cyaniding-3-glucoside/100 g dried sample)는 국내산 블루베리(949 ± 57), 국외산 아로니아(2,032 ± 153)가 각각 높았다. 항산화능(mg vitamin C equivalent/100 g dried sample)은 ABTS radical 소거능의 경우, 국내산 블루베리(7,050 ± 321), 단호박(311 ± 8), 생강(3,322 ± 109)이 국외산보다 높았고, DPPH radical 소거능의 경우, 국외산 아로니아(12,667 ± 437), 생강(2,067 ± 99) 중간소재가 국내산보다 높

게 나왔다. 이와 같이 국외산 중간소재와의 비교를 통해 국내산 농산물을 이용한 중간소재의 기능성 성분에 관한 기초 자료를 제공하고, 새로운 기능성 중간소재 개발에 활용할 수 있을 것이다.

## Acknowledgments

This research was supported by High Value-added Food Technology Development Program (315063-3), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Republic of Korea.

## References

1. AOAC International. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, p. 37-39. AOAC International, Rockville, MD. USA.
2. Bae J-S, Kim T-H. 2011. Pancreatic lipase inhibitory and antioxidant activities of *Zingiber officinale* extracts. *Korean J. Food Preserv.* **18**: 390-396.
3. Bhagwat S, Haytowitz DB, Holden JM. 2011. USDA database for the flavonoid content of selected foods, Release 3.1. *Beltsville: US Department of Agriculture* 03-01.
4. Brand-Williams W, Cuvelier M-E, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* **28**: 25-30.
5. Choi K-H, Oh HJ, Jeong YJ, Lim EJ, Han JS, Kim JH, et al. 2015. Physico-chemical analysis and antioxidant activities of Korea *Aronia melanocarpa*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **44**: 1165-1171.
6. Chung H-J. 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.
7. Connell D. 1970. The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Flavour Ind.* **1**: 677-693.
8. Giusti MM, Wrolstad RE. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy, pp. F1.2.1-F1.2.13. In Wrolstad, RE, Acree TE, Decker EA, Penner MH, Reid DS, Schwartz SJ, et al. (eds.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 1st Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
9. Ham H, Woo KS, Lee B, Park J-Y, Sim E-Y, Kim BJ, et al. 2015. Antioxidant compounds and activities of methanolic extracts from oat cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **44**: 1660-1665.
10. Heo S-J, Kim J-H, Kim J-K, Moon K-D. 1998. The comparison of food constituents in pumpkin and sweet-pumpkin. *J. Korean Soc. Food Cult.* **13**: 91-96.
11. Hwang E-S, Thi ND. 2014. Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of aronia (*Aronia melanocarpa*) with different drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **46**: 303-308.
12. Hwang SJ, Yoon WB, Lee O-H, Cha SJ, Kim JD. 2014. Radical-scavenging-linked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *Food Chem.* **146**: 71-77.
13. Jeong C-H, Choi S-G, Heo H-J. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **37**: 1375-1381.
14. Jeong J-M. 2008. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **37**: 1109-1113.
15. Jeong Y-S, Kim J-W, Lee E-S, Gil N-Y, Kim S-S, Hong S-T. 2014. Optimization of alkali extraction for preparing oat protein concentrates from oat groat by response surface methodology. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **43**: 1462-1466.
16. Jo M-H, Ham I-K, Lee G-H, Lee J-K, Lee G-S, Park S-K, et al. 2011. Comparison of active ingredients between field grown and *in vitro* cultured rhizome of Korean native ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J. Plant Resour.* **24**: 404-412.
17. Jun H-I, Kim Y, Kim Y-S. 2014. Antioxidant activities of *Rubus coreanus* Miquel and *Morus alba* L. fruits. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **43**: 381-388.
18. Jung H-A, Kim A-N, Ahn E-M, Kim Y-J, Park S-H, Lee J-E, et al. 2011. Quality characteristics of curd yogurt with sweet pumpkin. *Korean J. Food Preserv.* **18**: 714-720.
19. Kang T, Jeong H, Park H, Lee M, Kong Y, Jung I. 2003. Biological activities of oat soluble  $\beta$ -glucans. *Korean J. Food Preserv.* **10**: 547-553.
20. Kim J-S, Koh M-S, Kim Y-H, Kim M-K, Hong J-S. 1991. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J. Food Sci. Technol.* **23**: 141-149.
21. Kim M-H, Joo S-Y, Choi H-Y. 2015. The effect of aronia powder (*Aronia melanocarpa*) on antioxidant activity and quality characteristics of pork patties. *Korean J. Food Cook. Sci.* **31**: 83-90.
22. Kim S-J, Kim S-H, Lim Y-I, Kim Y-G, Park K-Y. 2014. Inhibitory effects of ginger and Beopje ginger on DSS-induced colitis in mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **43**: 477-484.
23. Kim S-R, Ha T-Y, Song H-N, Kim Y-S, Park Y-K. 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for kabocha squash and pumpkin. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**: 171-177.
24. Korea Food and Drug Administration. 2013. *Health functional food code testing methods*, p. 307-309. Cheongju, Korea.
25. Lee E-J, Yang S-A, Choi H-D, Im H-G, Whang K, Lee I-S. 2011. Comparison of gingerols in various fractions and the antioxidant effects of supercritical fluid extracts from ginger. *Korean J. Food Sci. Technol.* **43**: 469-474.
26. Lee G-S, Han G-P. 2013. Quality characteristics of bread supplemented with sweet pumpkin. *J. Korean Soc. Food Cult.* **28**: 386-391.
27. Lee HM, Kong BJ, Kwon SS, Kim KJ, Kim HS, Jeon SH, et al. 2013. Antioxidative activities of *Aronia melanocarpa* fruit and leaf extracts. *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea* **39**: 337-345.
28. Lee J, Park G, Ahn S. 2002. Comparative of physicochemical and sensory quality characteristics of cookies added with bar-

- leys and oatmeals. *J. Korean Soc. Food Sci.* **18**: 238-246.
29. Lee Y, Lee J-H, Kim S-D, Chang M-S, Jo I-S, Kim S-J, et al. 2015. Chemical composition, functional constituents, and antioxidant activities of berry fruits produced in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **44**: 1295-1303.
30. Mikulic-Petkovsek M, Schmitzer V, Slatnar A, Stampar F, Veberic R. 2012. Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. *J. Food Sci.* **77**: C1064-C1070.
31. 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.
32. No K-M, Seo H-Y, Gyawali R, Shim S-L, Yang S-H, Lee S-J, et al. 2005. Effect of gamma-irradiation on the volatile flavor compounds from dried ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**: 892-898.
33. Pomeranz Y, Youngs V, Robbins G. 1973. Protein content and amino acid composition of oat species and tissues. *Cereal Chem.* **50**: 702-707.
34. Rababah TM, Hettiarachchy NS, Horax R. 2004. Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin E, and *tert*-butylhydroquinone. *J. Agric. Food Chem.* **52**: 5183-5186.
35. 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.
36. 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.
37. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth. Enzymol.* **299**: 152-178.