

## 쪽 종자의 영양성분과 메탄올 추출물의 생리활성 효과

박윤점<sup>1</sup>, 천길용<sup>2</sup>, 송현우<sup>2</sup>, 신창식<sup>2</sup>, 구양규<sup>1</sup>, 강나루<sup>1</sup>, 허복구<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 원예산업학과, <sup>2</sup>(재)전남생물산업진흥원 식품산업연구센터, <sup>3</sup>(재)나주시천연염색문화재단

### Mineral Composition and Physiological Activities of Methanol Extract from the Seeds of *Persicaria tinctoria*

Yun-Jum Park<sup>1</sup>, Gil-Yong Cheon<sup>2</sup>, Hyun-Woo Song<sup>2</sup>, Chang-Sik Shin<sup>2</sup>, Yang-Gyu Ku<sup>1</sup>, Na-Ru Kang<sup>1</sup> and Buk-Gu Heo<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

<sup>2</sup>Jeonnam Bioindustry Foundation, Food Research Center, Naju-City 58275, Korea

<sup>3</sup>Naju Foundation of Natural Dyeing Culture, Naju-City 58280, Korea

**Abstract** - In order to improved use of *Persicaria tinctoria* seeds and to get basic information, general composition, fatty acid, mineral, amind acid analysis and physiological activity of methanol extract of *Persicaria tinctoria* seeds were investigated. Total calories of *Persicaria tinctoria* seeds were 348.00 kcal/100 g, general composition, carbohydrate, crude protein, crude fat and crude ash consisted of 7.85%, 67.90%, 10.10%, 4.00% and 10.15%, respectively. The amount of saturated and unsaturated fatty acids was showed 0.9048 g/100 g and 2,714 g/100 g, respectively. Minerals contained 100g of *Persicaria tinctoria* seeds were followed by K (549.5 mg), Mg (264.4 mg), Ca (216.2 mg), Fe (12.1 mg), Zn (3.0 mg). Total 15 kinds of amino acids were detected, these amino acids displayed higher value in the alanine (1,432.6 mg/100 g) and glutamic acid (1,088.8 mg/100 g). Total polyphenol and flavonoid contents were 11.08 mg/L and 3.56 mg/L, respectively. DPPH radical scavenging and ABTS radical scavenging activity in the methanol extract of 1,000 mg/L was showed 86.74% and 61.74%, respectively.

**Key words** - ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging, Flavonoid, Indigo plant, General composition

## 서 언

쪽(*Polygonum tinctorium* Lour.)은 마디풀과(Polygonaceae)의 1년생 초본식물로 중앙아시아 및 중국이 원산지이다(Kim *et al.*, 2012a). 한국, 중국 및 일본에서는 1,000년 전부터 청색 염료 식물 및 약재로 이용되어 왔다(Heo *et al.*, 2012). 동양의학에서 쪽잎은 진통제(anodyne), 해열제(anti-febrile), 해독제(detoxicant) 및 항염제로 널리 사용되어 왔으며, 쪽 종자는 해열과 해독에 이용되어 왔다(Heo *et al.*, 2011). 쪽에 대한 연구는 주로 인디고(indigo) 전구물질의 함량, 인디고 색소의 염색성 등 염색 측면에서 많이 이루어져 왔다(Kim *et al.*, 2012). 최근에는 쪽에 함유된 인디루빈(indirubin), 트립탄트린(tryptanthrin),

캠페롤(kaempferol) 등의 기능성물질(Heo *et al.*, 2011; Heo *et al.*, 2013; Iwaki *et al.*, 2011), 잎 추출물의 생리활성 효과(Kim *et al.*, 2012), 쪽 잎 추출물의 암세포 증식 억제 효과(Jang *et al.*, 2012b) 등에 대한 연구가 이루어졌다.

한편, 쪽은 마디풀과 식물로 8월 하순경부터 개화하여 10월 중하순에 종자 채취가 가능하며, 종자의 수확량은 재배와 결실 조건이 많으면 400-500 kg/ha를 생산할 수 있다(Heo *et al.*, 2011). 종자 추출물은 암세포 증식을 억제하는 효과가 있는 것으로 보고되었으며(Heo *et al.*, 2014), 일본에서는 쪽 종자 추출물을 이용한 보습제가 상품화되어 있는 실정이다(Heo *et al.*, 2011). 쪽 종자는 이처럼 단위면적당 수확량이 많고, 추출물을 이용한 제품이 유통되고 있으나 쪽 종자의 영양성분과 생리활성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

이와 같은 배경에서 본 연구는 쪽 종자의 이용성 향상을 위

\*교신저자: bukgu@naver.com

Tel. +82-61-335-0801

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한 기초 자료 확보 측면에서 쪽 종자의 일반성분, 지방산, 무기물, 아미노산 함량 분석과 메탄올 추출물의 생리활성 효과를 조사하기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 쪽 종자

전남 나주에서 재배한 쪽(*Polygonum tinctorium*) 종자를 11월 초순에 채취하여 실내에서 3개월간 보관 후 사용하였다.

### 시료의 추출

시료를 grinder로 분쇄한 후 20 g을 취하여 메탄올(Burdick & Jackson, USA) 500 ml에 넣어 18시간 동안 침지하였다. 이후 homogenizer를 이용하여 추출한 후 뷰크너 깔대기에 여과지(Whatman NO. 2)로 감압여과, 추출 여액을 얻었다. 추출여액은 회전식 진공 농축기(EYELA, Tokyo, Japan)로 농축한 후 최종 메탄올 추출물(1.2392 g, yield 6.19%)을 얻어 -20.0°C의 온도에서 보관하면서 쪽 종실 메탄올 추출물의 생리활성 실험에 사용하였다.

### 일반성분 분석

쪽 종실의 일반성분은 식품공전의 분석방법(KFDA, 2002)에 따라 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 수분함량은 105°C 상압건조법, 회분 함량은 550°C에서 직접회화법을 이용하여 분석하였으며, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법을 이용한 단백질 자동분석기(Büchi Kjeldahl System, Büchi, Switzerland)로, 조지방 함량은 Soxhlet법을 이용하여 분석하였다. 탄수화물은 100-(수분+조회분+조단백질+조지방)의 식으로 계산하여 그 값을 표시하였고, 에너지(Calory)는 탄수화물(g) × 4 kcal, 지방(g) × 9 kcal, 단백질(g) × 4 kcal의 식으로 산출하였다.

### 지방산 분석

시료 25 mg을 취한 후 내부표준물질(undecanoic acid methyl ester, Sigma-Aldrich, Bellefonte, PA, USA) 1 ml 가하고 0.05 N NaOH/ methanol를 1.5 ml 첨가한 후 N<sub>2</sub> 가스를 충전하였다. 이것을 100°C에서 5분간 가수분해 후 냉각하여 14% BF<sub>3</sub>/methanol 2 ml를 첨가 및 N<sub>2</sub> 가스 충전 후 밀봉하여 100°C에서 30분간 가온한 후 30-40°C로 냉각하였다. 여기에 1 ml 이소옥탄을 넣고 N<sub>2</sub> 가스를 충전한 다음 30초간 격렬히 진탕한 다음 5 ml 포화식염수를 넣고 다시 질소 충전한 다음 30초간 진탕

반응시켰다. 이후에 이소옥탄층을 분리하고 무수황산나트륨으로 탈수한 후 질소 충전하여 시험용액으로 하였으며, 불꽃이온화 검출기(FID)가 장착된 gas chromatography (GC-2010Plus, Shimadzu, Japan)를 이용하여 분석하였다. 칼럼은 SP-2560 capillary column (100 m × 0.25 mm × 0.2 μm), 검출기 온도는 260°C였다. 주입기 온도는 260°C, 오븐의 온도는 140°C/5 min-4°C/min-250°C/15 min, Carrier gas로는 N<sub>2</sub> 가스를 사용하였다. 표준 FAME mix (C14-C24)는 Supeico (Bellefonte, PA, USA)사 제품을 사용하였다

### 아미노산 분석

구성 아미노산 분석은 검체 0.5 g에 6 N HCl 10 ml를 가하여 105°C Dry oven에서 24시간 반응 후 분해된 시료를 회전진공 농축기로 감압 건조하여 0.02 N HCl 10 ml로 녹여 정용 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 것을 분석용 시료로 사용하였다. 위의 분석용 시료는 아미노산 전용분석기(Hitachi L-8900, Japan)를 이용하여 분석하였고, 분석에 이용된 column은 ion exchange column #2622SC PH (11 ± 2 μm)이었다. Flow rate는 25 ml/hr이었고, 이동상은 Na-citrate buffer (pH 3.2-pH 6.45)였다. Column과 reaction chamber의 온도는 각각 47-88°C와 135°C로 하였다.

### 무기질 분석

쪽 종자의 무기질 함량 분석은 습식분해법에 의해 시료 1 g에 질산 8 ml를 넣고 마이크로웨이브(Multiwave 3000, Antor Paar, Austria)에서 유기물을 분해한 후, 원자흡광분광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer: AA, AAnalyst 400, Perkin Elmer, MA, USA)를 이용하여 분석하였다. 각 무기질 검출파장은 Ca 422.67 nm, Mg 285.21 nm, K 766.49 nm, Fe 248.33 nm, Zn 213.86 nm에서 측정하였다. 각각의 표준용액 농도는 Ca은 0, 1.25, 2.5, 5.0 ppm의 농도로, Fe은 0, 0.5, 1.0, 2.0 ppm의 농도로, K과 Mg, Zn은 0, 0.25, 0.5, 1.0 ppm의 농도로 조제하여 검량곡선을 작성 시료의 함량을 측정하였다.

### 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger, 1981)에 따라 시료(5 mg/L) 25 μl와 Folin-Ciocalteau's phenol reagent (Sigma-Aldrich, USA) 50 μl 혼합한 후 3분간 정치한 뒤 2% sodium carbonate 1 ml 혼합하여 실온에서 1시간 방치시키고, 분광광도계(UV-Visible spectrophotometer, VARIAN, USA) 750 nm

에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량을 정량분석하기 위해 표준물질인 chlorogenic acid (Sigma-Aldrich, MA, USA)를 증류수에 녹여 일정한 농도별로 조제하고 시료와 동일한 방법으로 실험하여 검량선을 작성, 정량분석에 사용하였다.

총 플라보노이드 함량은 시료를 5 mg/L로 희석한 후 48 well에 시료 25  $\mu$ l를 넣고 diethylene glycol 500  $\mu$ l와 1N NaOH 50  $\mu$ l를 37°C 1시간 방치 후 분광광도계(UV-Visible spectrophotometer, VARIAN, USA) 420 nm에서 측정하였다. 표준물질은 Quercetin (Sigma-Aldrich, USA) 10, 25, 50, 100 mg/L를 사용하였다.

### DPPH radical 소거능

Blois (1958)의 방법에 따라 DPPH [di (phenyl)-(2,4,6-trinitrophenyl) iminoazanium, Sigma-Aldrich, USA] solution (180  $\mu$ M) 1,800  $\mu$ l에 시료를 농도별로 200  $\mu$ l 처리한 후 실온에서 30분간 방치한 다음 분광광도계(UV-Visible spectrophotometer, VARIAN, USA) 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### ABTS radical 소거능

쪽 종자에 대한 ABTS radical 소거활성은 Van den Berg *et al.*, (1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. ABTS<sup>+</sup> [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid), Sigma-Aldrich, USA] 7 mM에 potassium persulfate 2.45 mM을 동량 넣고 12-16 hr 동안 암소에 방치하여 734 nm에서 흡광도 값이 0.7이 되도록 17배 희석한 후 ABTS<sup>+</sup> solution 500  $\mu$ l에 시료 10  $\mu$ l를 처리한 후 분광광도계(UV-Visible spectrophotometer, VARIAN, USA)로 흡광도를 측정하였다.

### 통계처리

분석결과는 SPSS program (SPSS version 14.0K, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통해 3회 반복하여 측정한 평균값과 표준편차로 나타냈으며, 시료 간의 결과는 분산분석(ANOVA test)을 실시, Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)하여 유의성( $p < 0.05$ ) 검사를 실행하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

쪽 종자 100 g의 총 열량은 348.00 kcal였으며, 일반성분은 수분 7.85%, 탄수화물 67.90%, 조단백 10.10%, 조지방 4.00%,

Table 1. Contents of different general nutrients of *Polygonum tinctoria* seeds

Nutrients		Contents (fresh weight basis)
Calories (kcal)		348.00 $\pm$ 1.53 <sup>z</sup>
Moisture		7.85 $\pm$ 0.58
General nutrients (%)	Crude protein	10.10 $\pm$ 1.54
	Crude fat	4.00 $\pm$ 1.05
	Crude ash	10.15 $\pm$ 1.23
	Carbohydrate <sup>y</sup>	67.90 $\pm$ 1.39

<sup>z</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SD of triplicate determinations.

<sup>y</sup>Carbohydrate=100-(moisture + crude protein+crude fat + crude ash).

조지방 10.15%로 구성되었다(Table 1). 영양분의 함량을 평가할 때에는 실제적인 고형물 함량이 중시 된다는 점을 감안하여 본 연구 결과에서 나타난 신선한 종자의 일반성분을 건조 종자로 환산해 보면 탄수화물은 73.68%, 조단백 10.97%, 조지방 11.01% 및 조지방 4.34%로 나타났다. 따라서 쪽 종자의 주된 성분은 식물체의 구성성분인 탄수화물과 단백질로 구성되어 있었고 일반성분 중 조지방의 함량은 가장 낮았다. 이러한 결과는 메밀 종자의 영양성분은 수분 13.5%, 탄수화물 69.6%, 조단백 12.0%, 조지방 3.1%, 회분 1.8%으로 구성되었다는 보고(Lee *et al.*, 1994)와 비교해 볼 때 쪽 종자에는 조지방 함량이 월등하게 많았으며, 탄수화물, 조단백, 조지방의 함량은 다소 유사한 수준이었다.

### 지방산

쪽 종자에 함유된 포화지방산의 총량은 0.905 g/100 g (fresh weight basis)이었고, 불포화지방산의 총량은 2.717 g/100 g으로 포화지방산의 3배 정도의 높은 수치를 나타냈다(Table 2). 포화지방산 중에는 palmitic acid이 75.4%인 0.655 g/100 g으로 가장 많은 양이 함유되어 있었다. 단순불포화지방산(Monounsaturated fatty acids: MUFAs)의 총량은 0.941 g으로 포화지방산과 비슷한 양이었으며, oleic acid (0.765 g/100 g, 81.3%)이 주요 성분이었다. 다가불포화지방산(Polyunsaturated fatty acids: PUFAs)의 총량은 1.776 g/100 g이었으며, linoleic acid (1.725 g/100 g)와 linolenic acid (0.042 g/100 g)이 다가 불포화지방산 함량의 99.5%, 전체 지방산 함량의 65.1%를 차지하였다. 한편, 쪽 종실의 불포화지방산의 총량은 2.717 g/100 g으로 포화지방산의 0.905 g/100 g과 비교해 약 3배 정도 높은 수치를 나타냈다.

Table 2. Content of fatty acid in the seeds of *Polygonum tinctoria*

	Fatty acid	Content (g/100 g, fresh weight basis)
Saturated	Palmitic acid (C16:0)	0.655 ± 0.53 <sup>z</sup>
	Stearic acid (C18:0)	0.088 ± 0.01
	Arachidic acid (C20:0)	0.010 ± 0.00
	Heneicosanoic acid (C21:0)	0.128 ± 0.06
	Behenic acid (C22:0)	0.013 ± 0.00
	Lignoceric acid (C24:0)	0.011 ± 0.00
	Total	0.905
Monounsaturated	Palmitoleic acid(C16:1)	0.162 ± 0.02
	Oleic acid (C18:1n9c)	0.765 ± 0.13
	Erucic acid (C22:1n9)	0.014 ± 0.00
	Total	0.941
Polyunsaturated	Linoleic acid (C18:2n6c)	1.725 ± 0.58
	Linolenic acid (C18:3n3)	0.042 ± 0.01
	cis-11, 14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.009 ± 0.00
	Total	1.776

<sup>z</sup>All values are expressed as mean ± SD of triplicate determinations.

Table 3. Content of various mineral nutrients in the seeds of *Polygonum tinctoria*

Minerals	Contents (mg/100 g, fresh weight basis)
Ca	216.2 ± 14.62 <sup>z</sup>
K	549.5 ± 26.32
Zn	3.0 ± 0.25
Fe	12.1 ± 2.05
Mg	264.4 ± 12.54

<sup>z</sup>All values are expressed as mean ± SD of triplicate determinations.

### 무기질

쪽 종자 100 g에 함유된 무기질은 K (549.5 mg), Mg (264.4 mg), Ca (216.2 mg), Fe (12.1 mg), Zn (3.0 mg) 순으로 많았다(Table 3). K는 쪽 종자의 무기질 함량 중 52.57%를 차지하고 있었는데, 인체에서 에너지 대사, 세포막 내외의 전위차 유지, Na과 상호 작용, 혈압의 유지 등과 더불어 고혈압 개선에 효과적이며, 이뇨작용에 도움을 주는 역할을 한다고 알려져 있다(Lim *et al.*, 2013). 그러므로 쪽 종자에 함유된 무기질은 K의 활용 측면에서 의의가 있을 것으로 생각된다.

### 아미노산 조성

쪽 종자에서는 15종의 구성아미노산이 검출되었으며, alanine

(1,432.6 mg/100 g)과 glutamic acid (1,088.8 mg/100 g)의 함량이 많았다(Table 4). 필수아미노산 함량은 3,206 mg/100 g (fresh weight basis), 비필수아미노산 함량은 약 5,188 mg/100 g (fresh weight basis)으로, 비필수아미노산 대비 필수아미노산 함유량 비율은 약 61.8%였다.

### 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

쪽 종자 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 11.08 mg/L였으며, 총 플라보노이드 함량은 3.56 mg/L였다(Table 5). 식물체에 널리 분포되어 있는 페놀성 물질은 다양한 구조와 분자량을 가지며, 이것들의 phenolic hydroxyl이 단백질처럼 거대분자와 결합하여 항균, 항암, 혈압강화작용, 간 보호 작용, 진경작용, 항산화작용 등 여러 가지 생리기능을 갖는 것으로 알려져 있다(Chon *et al.*, 2008; Jang *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2006). 플라보노이드는 현재까지 4,000종 이상이 알려져 있는데(Cha and Cho, 2001), 항산화 작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하 작용, 면역증강 작용, 모세혈관 강화작용 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kawaguchi *et al.*, 1997). 그러므로 함량이 많을수록 좋다고 할 수 있는데, 쪽잎의 초고압과 열풍건조 처리 후 메탄올 추출물의 폴리페놀함량은 0.08-0.12 mg/L였으며, 총 플라보노이드

Table 4. The contents of amino acid in the seeds of *Polygonum tinctoria*

Amino acid	Contents (mg/100 g, fresh weight basis)
Asparatic acid	735.3 ± 8.56 <sup>z</sup>
Threonine*	355.1 ± 4.58
Serine	437.7 ± 3.62
Glutamic acid	1,088.8 ± 20.25
Glycine	565.4 ± 6.84
Alanine	1,432.6 ± 18.38
Valine*	552.6 ± 9.45
Methionine*	121.5 ± 2.36
Isoleucine*	355.9 ± 5.28
Leucine*	857.1 ± 8.51
Trosine	190.0 ± 2.76
Phenylalanine*	456.6 ± 3.68
Lysine*	320.1 ± 3.91
Histidine*	187.2 ± 0.43
Arginine	738.7 ± 7.49
Total EAA <sup>y</sup>	3,206.1
Total NEAA <sup>x</sup>	5,188.5
EAA/NEAA (%)	61.8

\*Essential amino acid.

<sup>z</sup>All values are expressed as mean ± SD of triplicate determinations.

<sup>y</sup>Total EAA: Total essential amino acid.

<sup>x</sup>Total NEAA: Total nonessential amino acid.

Table 5. Content of polyphenols and flavonoids of the methanol extract from the seeds of *Polygonum tinctoria*

Items	Content (mg/ g, fresh weight basis)
Total polyphenols	11.08 ± 3.53 <sup>z</sup>
Total flavonoids	3.56 ± 0.62

<sup>z</sup>All values are expressed as mean ± SD of triplicate determinations.

함량은 2.29-3.22 mg/L였다(Park *et al.*, 2014)의 연구 결과와 비교해 볼 때 쪽 종자 중의 총 폴리페놀 함량은 잎에 비해 90배나 높아 매우 의미가 있었다. 총 플라보노이드 함량은 쪽 잎과 비슷한 수준을 나타냈다.

#### DPPH 및 ABTS<sup>+</sup> radical 소거능

쪽 종자의 추출물이 1000 mg/L일 때 DPPH radical 소거능은 70.7%였으며, ABTS radical 소거능은 34.80%를 나타냈다(Table 6). 인체에서 활성산소는 산소라디칼에 의하여 산화적 손상을

초래함으로써 독성을 나타내며(Kappus, 1986), 활성산소의 산화적 손상은 glutamate 수용체의 과 활성 및 흥분성 아미노산의 분비를 유도하여 세포독성을 나타내는데(Mattson *et al.*, 1993), 전자공여능의 작용은 자유라디칼에 전자를 공여하여 식품의 지방산화를 억제하고 인체 내에서는 자유라디칼에 의한 노화를 억제시키는 작용으로 주로 이용되어 진다(Lee *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2015). 이러한 배경에서 다양한 식물을 대상으로 DPPH와 ABTS radical 소거능에 대한 연구가 이루어지고 있는데(Heo *et al.*, 2007, 2008), Park *et al.* (2014)은 쪽 잎을 초고압과 열풍건조 처리 후 메탄올 용매로 추출한 추출물 1,000 mg/L의 DPPH radical 소거능은 66.54-80.25%였으며, ABTS radical 소거능은 64.45-90.14%였다고 하였다. 따라서 본 연구에서 조사된 쪽 종자 메탄올 추출물의 DPPH radical 소거능은 잎 추출물 보다 높게 나타났다. 반면에 ABTS radical 소거능은 잎 추출물 보다 다소 낮은 활성을 나타냈다. 쪽 종자 추출물의 IC<sub>50</sub> 값은 DPPH radical 소거능의 경우 270.60 mg/L였으며, ABTS radical 소거능은 782.32 mg/L를 나타냈다.

#### 적 요

쪽 종자의 이용성 향상을 위한 기초 자료 확보 측면에서 쪽 종자의 일반성분, 지방산, 무기물, 아미노산 함량 분석과 쪽 종자의 메탄올 추출물을 이용하여 생리활성 효과를 조사하였다. 쪽 종자의 총 열량은 348.00 kcal/100 g이었으며, 일반성분은 수분 7.85%, 탄수화물 67.90%, 조단백 10.10%, 조지방 4.00%, 조회분 10.15%로 구성되어 있었다. 포화지방산의 총량은 0.905 g/100 g이었고, 불포화지방산의 총량은 2.717 g/100 g이었다. 쪽 종자 100 g에 함유된 무기질은 K (549.5 mg), Mg (264.4 mg), Ca(216.2 mg), Fe (12.1 mg), Zn (3.0 mg) 순으로 많았다. 구성 아미노산은 총 15종이 검출되었으며, 이 중 alanine (1,432.6 mg/100 g)과 glutamic acid (1,088.8 mg/100 g)의 함량이 많았다. 총 폴리페놀 함량은 11.08 mg/L였고, 총 플라보노이드 함량은 3.56 mg/L였다. 쪽 종자 메탄올 추출물의 생리활성 중 radical scavenging activity는 1,000 mg/L일 때 DPPH radical 소거능 86.74%, ABTS radical 소거능 61.74%로 나타났다.

#### 사 사

이 논문은 농림수산식품기술기획평가원(IPET)의 '인디고/인디루빈 생산 작물 산업화 연구' 지원과제(810003-03-3-SB110)

Table 6. DPPH and ABTS+ radical scavenging activity of the methanol extract from the seeds of *Polygonum tinctoria*

Concentration (mg/ L)	Radical scavenging activity (%)	
	DPPH	ABTS <sup>+</sup>
100	24.57 ± 3.89 <sup>a</sup>	11.89 ± 3.70 <sup>a</sup>
250	62.52 ± 5.41 <sup>b</sup>	21.18 ± 2.70 <sup>b</sup>
500	70.70 ± 1.20 <sup>c</sup>	34.80 ± 3.04 <sup>c</sup>
1,000	86.74 ± 2.49 <sup>d</sup>	61.71 ± 2.81 <sup>d</sup>
IC <sub>50</sub> <sup>z</sup> (mg/ L)	270.60	782.32

<sup>z</sup>IC<sub>50</sub> (concentration required for 50% inhibition) values for DPPH and ABTS<sup>+</sup> radical scavenging activities of methanol extract of *Persicaria tinctoria* seeds in comparison with the standard antioxidants ascorbic acid and α-tocopherol.

<sup>a-d</sup>Values within different superscripts are different within the same column at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. All values are mean ± SD.

에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

## References

- Blois, M.A. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-200.
- Cha, J.Y. and Y.S. Cho. 2001. Biofunctional activities of citrus flavonoids. *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 44:122-128 (in Korean).
- Chon, S.U., B.G. Heo, J.Y. Cho and S. Gorinstein. 2008. Characteristics of the leaf parts of some traditional Korean salad plants used for food. *J. Sci. Food Agric.* 88:1963-1968.
- Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in olive oils. *JAOCS* 58:966-967.
- Heo, B.G., H.G. Jang and D.Y. Rhyu. 2011. Function and Utilization of Indigo Plant. Pubplan Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 31-35 (in Korean).
- Heo, B.G., H.G. Jang, J.Y. Cho, J. Namiesnik, Z. Jastrzebski, K. Vearasilp, G. Gonzalez-Aguilar, A.L. Martinez-Ayala, M. Suhaj and S. Gorinstein. 2013. Partial characterization of indigo (*Polygonum tinctorium* Ait.) plant seeds and leaves. *Industrial Crops and Products* 42:429-439.
- Heo, B.G., Y.J. Park, K.S. Kim, J.Y. Cho and H.O. Boo. 2012. Antioxidant enzyme activity and antimicrobial activity of *Isatis tinctoria* extract. *Korean J. Plant Res.* 25(5):543-549 (in Korean).
- Heo, B.G., Y.J. Park, Y.S. Park, J.H. Bae, J.Y. Cho, K. Park, Z. Jastrzebski and S. Gorinstein. 2014. Anticancer and antioxidant effects of extracts from different parts of indigo plant. *Industrial Crops and Products* 56:9-16.
- Heo, B.G., Y.S. Park, S.U. Chon, J.Y. Cho and S. Gorinstein. 2007. Antioxidant activity and cytotoxicity of methanol extracts from aerial parts of Korean salad plants. *BioFactors* 30:79-89.
- Heo, B.G., Y.S. Park, W.N. Hou, M.H. Im, Y.J. Park, H.J. Kim, J.S. Sin and J.Y. Cho. 2008. *In vitro* assay on physiological activities of flower and leaf extracts of red lotus. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26:331-337 (in Korean).
- Iwaki, K., E. Ohashi, N. Arai, K. Kohno, S. Ushio, M. Taniguchi and S. Fukuda. 2011. Tryptanthrin inhibits Th2 development, and IgE-mediated degranulation and IL-4 production by rat basophilic leukemia RBL-2H3 cells. *J. Ethnopharmacol.* 134(2):450-459.
- Jang, H.G., B.G. Heo, Y.S. Park, J. Namiesnik, E. Katrick, K. Vearasilp, S. Trakhtenberg and S. Gorinstein. 2012. Chemical composition, antioxidant and anticancer effects of the seeds and leaves of indigo plant. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 167:1986-2004.
- Jang, H.Y., H.J. Bu and S.J. Lee. 2015. Screening for antioxidative activity of Jeju native plants. *Korean J. Plant Res.* 28(2):158-167.
- Kappus, H. 1986. Overview of enzyme systems involved in bioreduction of drugs and in redox cycling. *Biochem. Pharmacol.* 35:1-6.
- Kawaguchi, K., T. Mizuno, K. Aida and K. Uchino. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Biotechnol. Biochem.* 61:102-104.
- KFDA (Korea Food and Drug Administration). 2002. Food Standard Codex. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea. pp. 301-301 (in Korean).
- Kim, K.S., W.G. Hwang, H.G. Jang, B.G. Heo, M. Suhaj, H. Leontowicz, Z. Jastrzebski, Z. Tashma and S. Gorinstein. 2012a. Assessment of indigo water extracts' bioactive

- compounds, and their antioxidant and antiproliferative activities. *LWT-Food Science and Technology* 46:500-510.
- Kim, S.J., B.G. Heo and K.S. Kim. 2012b. Differences of growth characteristics and colorant level in two breeding lines of *Persicaria tinctoria* H. gross. *Kor. J. Crop Sci.* 57(3):209-214 (in Korean).
- Lee, M.H., H.S. Son, O.K. Choi, S.K. Oh and T.B. Kwon. 1994. Changes in physicochemical properties and mineral contents during buck wheat germination. *Kor. J. Food Nutr.* 7:267-272 (in Korean).
- Lee, S.J., D.W. Park, H.G. Jang, C.Y. Kim, Y.S. Park, T.C. Kim and B.G. Heo. 2006. Total phenol content, electron donating ability, and tyrosinase inhibition activity of pear cut branch extract. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24:338-341 (in Korean).
- Lim, H.S., Y.S. Ko, D.S. Shin, Y.R. Heo, H.J. Chung, I.S. Chae, H.Y. Kim, M.H. Kim, D.G. Leem and Y.K. Lee. 2013. Sodium and potassium content of school meals for elementary and junior high school students in Daegu, Masan, Gwangju, and Jeju. *J. Kor. Soc Food Sci Nutr.* 42(8):1303-1317 (in Korean).
- Mattson, M.P., Y. Zhang and Y. Bose. 1993. Growth factors prevent mitochondrial dysfunction, loss of calcium homeostasis and cell injury, but not ATP depletion in hippocampal neurons. *Expt. Neurol.* 121:1-13.
- Park, Y.J., C.S. Shin, B.E. Kim, G.Y. Cheon, J.H. Bae, Y.G. Ku, S.M. Park, B.G. Heo, D.G. Kim, J.Y. Cho and S. Gorinstein. 2014. Antioxidant and binding properties of methanol extracts from indigo plant leaves. *Chemical Papers* 68(10):1421-1427.
- Park, Y.J., Y.G. Ku, N.R. Kang, J.Y. Cho and B.G. Heo. 2015. Amino acid contents and various physiological activities of *Erythronium japonicum*. *J. Korean Soc. People Plants Environ.* 18(5):345-351 (in Korean).
- Van den Berg, R., G.R. Haenen and H.B.A. Van den Berg. 1999. Applicability of an improved trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *J. Sci. Food Agric.* 88:1963-1968.

(Received 16 September 2015 ; Revised 1 December 2015 ; Accepted 15 December 2015)