

## 재래종과 '으뜸' 도라지의 품질 특성 및 항산화성 비교

강다경 · 김은지 · 박예지 · 김태정 · 김미리

충남대학교 식품영양학과

### Comparison of Antioxidant Activities and Quality Characteristics between Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum*

Da Kyung Kang, Eun Ji Kim, Ye Ji Park, Tae Jung Kim, and Mee Ree Kim

Department of Food & Nutrition, Chungnam National University

**ABSTRACT** In this study, antioxidant activities, proximate composition, and physicochemical characteristics of tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum* (SD) were evaluated and compared with those of a domestic diploid variety in *P. grandiflorum* (ND). Moisture content, crude fat, crude fiber, and crude ash contents were higher in ND, whereas crude protein and carbohydrate content were higher in SD. The amount of crude saponin in SD (2.01%) was higher than that in ND (0.88%). The reducing sugar contents of ND and SD were 3.09% and 2.82%, respectively ( $P<0.05$ ). The pH level was lower in the ND (ND, 4.98; SD, 5.68). Acidity was 2.74% in ND and 2.34% in SD. Under the Hunter color system, redness was lower and lightness/yellowness higher in SD compared to those in ND. Total phenol contents of ND and SD were 0.100 mg/mL and 0.227 mg/mL, respectively. Antioxidant activities based on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl scavenging activity and SOD-like activity of SD were higher than those in ND. Based on these results, SD is a good candidate for food processing in terms of its physicochemical and antioxidative activities.

**Key words:** tetraploid 'Etteum', *Platycodon grandiflorum*, quality characteristics, crude saponin content, antioxidant activity

## 서 론

도라지(*Platycodon grandiflorum* A. DC.)는 국화목에 해당하는 초롱꽃과(Campanulaceae) 초롱꽃속에 속하며, 영명은 bell flower, balloon flower 또는 Chinese bell flower 등으로 부르고, 한약명은 길경(桔梗)이다(1). 도라지는 다년생으로 잎의 모양은 가장자리에 톱니형이 있는 긴 계란형이고, 7~8월에 보라색 또는 흰색의 꽃이 핀다(1,2). 도라지는 우리 민족이 일상 식생활에서 즐겨 이용하는 산나물 중의 하나이다. 또한, 도라지는 오래전부터 다양한 질병에 사용되어 온 약용식물이기도 한데, 재래종 도라지의 경우 2~3년 재배하여야 약효가 증대된다(3). 도라지에는 단백질, 지질, 당류, 철, 무기질 등이 많이 함유되어 있어(4) 식품으로서의 가치가 높을 뿐 아니라 다량의 사포닌이 함유되어 있어 용혈, 진해, 거담 및 해열 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(4). 도라지에 함유된 주요한 사포닌으로는 platycodin A, C, D와 platycoside A, B, C, D, E 등이며, phytosterin, inulin 등도 함유되어 있다(4-6). 도라지에 대한

연구로는 무기물, 아미노산 등의 일반성분(7,8)과 장생도라지의 화학성분과 생리활성(9), 다년생 도라지의 항암 및 면역 활성(10), 항콜린작용(11), 혈당강하작용(12) 및 콜레스테롤 대사 개선작용(13) 등이 보고되었다.

신품종 으뜸도라지는 일반도라지보다 약 40% 생산력이 높아 재배 기술 개선을 통해 1년 재배가 가능하다고 보고되었다. 으뜸도라지는 재래종 도라지에 콜히친 처리를 하여 4배체를 육성한 신품종으로, 재래종 도라지 염색체는 18개인데 비해 4배체 육성품종 도라지는 36개이다. 육성한 신품종은 2005년 1월 18일 으뜸도라지로 명명 품종보호출원을 하여 2007년 4월 18일 품종등록을 마친 상태이다(14). 그러나 우수한 품종으로 개발된 으뜸도라지에 대한 연구결과가 보고된 바가 없다.

본 연구에서는 으뜸도라지의 일반성분과 항산화 활성을 분석하여 으뜸도라지의 식품으로서의 특성을 규명하여 활용도를 높이기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 연구에 사용된 으뜸도라지와 일반도라지 분말은 충북 보은에서 생산된 것으로 보은 황토영농법인으로부터 제공

Received 7 November 2016; Accepted 29 December 2016

Corresponding author: Mee Ree Kim, Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea  
E-mail: mrkim@cnu.ac.kr, Phone: +82-42-821-6837

받았다.

### 일반성분 분석

도라지의 일반성분 분석은 AOAC method(15)에 따라 분석하였다. 수분의 함량은 상압가열 건조법에 의해 적외선 수분측정기(Sartorius, Gottingen, Germany)를 사용하여 측정하였고, 조단백질 함량은 Kjeldahl법에 따라 Büchi Kjeldahl system(B-339, B-435, B-412, Büchi Co., Ltd., Flawil, Switzerland)으로, 조지방 함량은 Soxtherm(Röse Gottlieb Co., Ltd., Gerhardt, Germany)을 이용하여 Soxhlet 추출법으로, 조회분은 건식회화법에 따라 550°C에서 직접 회화법으로 정량하였다. 탄수화물은 100에서 조지방, 조단백질, 조회분, 수분 함량을 뺀 값으로 나타내었고 조섬유는 건식 회화법으로 측정하여 백분율로 나타내었다.

### 조사포닌 분석

도라지 분말 시료 5 g에 70% 에탄올을 100 mL 넣고 초음파추출기로 40°C에서 60분간 추출한 후 여과하고 잔사는 같은 방법으로 총 3회 반복한 다음 여액을 합쳐서 50°C에서 evaporator로 감압 농축하였다. 농축물에 증류수 30 mL를 넣고 잘 녹인 후 분액 여부에 넣고 디에틸에테르 50 mL를 가하여 추출하여 물층을 분리하고 상층용액인 에테르층은 다시 반복 추출하여 물층을 얻었다. 물층을 수포화부탄올 30 mL로 총 3회 반복 추출하여 부탄올층을 회수하고 감압 농축하여 조사포닌을 추출 정량하였다(16).

### 가용성 고형물 함량 및 환원당

가용성 고형물 함량은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 상정액을 취하여 당도계(SCM-1000, Hm Digital, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다.

환원당은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다(17).

### pH 및 산도

pH는 AOAC method(15)를 적용하여 시료 2.5 g을 47.5 mL의 증류수와 함께 넣고 균질화하였다. 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 한 후 상정액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

산도는 AOAC method(15)를 적용하여 시료 2.5 g을 취하여 47.5 mL의 증류수를 첨가한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 한 다음 상정액 3.5 mL를 취하여 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는 데 필요한 0.1 N NaOH

양(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

### 색도

색도는 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 4회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 도라지 분말을 페트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 72.78, a값 1.89, b값 10.14인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

### 총페놀 함량

페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 Folin-Denis법(18)에 의해 측정하였다. 시료 1.5 g에 메탄올 50 mL를 넣은 후 12시간 동안 잘 교반한 다음 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 1 mL 메탄올을 첨가하여 200 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 증류수 2.5 mL에 0.2 mg/mL로 희석한 시료 0.33 mL, Folin-Denis 0.16 mL, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화 용액을 넣고 30분간 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀성 물질 함량의 표준곡선은 포화 tannic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd., Kyoto, Japan)를 사용하였다.

### DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능

시료 1.5 g에 메탄올 50 mL를 넣은 후 12시간 동안 잘 교반한 다음 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 1 mL 메탄올을 첨가하여 200 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료용액으로 사용하였다. 농도별로 희석한 시료용액 50 µL에 1.5×10<sup>-4</sup> mM DPPH 용액 150 µL를 가하여 30분 후에 분광광도계(UV-1800 240V)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며(19), 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC<sub>50</sub> 값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect (\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{blank}}} \times 100$$

### SOD 유사활성(superoxide dismutase-like activity)

SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund(20)의 방법에 따라 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 시료용액 20 µL에 Tris-HCl의 완충용액(50 mM Tris+

10 mM EDTA, pH 8.5) 260  $\mu$ L와 7.2 mM pyrogallol 20  $\mu$ L를 가하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후, 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 %로 나타내었다.

$$\text{Activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{blank}}}\right) \times 100$$

### 통계처리

실험 결과는 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었으며 SPSS 21.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package 프로그램 중에서 Student's t-test를 실시하여 시료 간의 유의차를 검증하였다( $P < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 일반성분

일반도라지와 으뜸도라지의 일반성분은 Table 1과 같다. 수분 함량은 일반도라지가 12.34%, 으뜸도라지는 10.03%로 일반도라지가 으뜸도라지보다 약간 높았다. 탄수화물은 일반도라지에 60.33%, 으뜸도라지에 60.82%로 비슷하게 함유되어 있었다. 조단백은 일반도라지에 9.06%, 으뜸도라지에 14.28%로 으뜸도라지에 높게 함유되어 있었다. 조지방은 일반도라지에 1.80%, 으뜸도라지에 1.29%가 함유되어 있었다. 조섬유는 일반도라지에 9.96%, 으뜸도라지에 8.76%가 함유되어 있었다. 조회분은 일반도라지에 6.51%, 으뜸도라지에 4.82%가 함유되어 있었다. 수분, 조지방, 조섬유, 조회분 함량은 일반도라지가 유의적으로 높은 것으로 나타났으나 조단백 및 탄수화물은 으뜸도라지가 일반도라지보다 유의적으로 높게 나타났다. Chung 등(8)의 연구에 따르면 도라지의 주요한 아미노산으로 arginine, glutamine, asparagine 및 alanine 등이 대부분을 차지하고 있는데 이들 성분이 약리작용 및 독특한 풍미에 영향을 미치는

**Table 1.** Proximate composition of domestic diploid variety and tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum* (% , dry basis)

	ND	SD
Carbohydrate	60.33±0.10	60.82±0.12*
Crude protein	9.06±0.11	14.28±0.05*
Crude fat	1.80±0.11	1.29±0.11*
Crude fiber	9.96±0.05	8.76±0.05*
Crude ash	6.51±0.02	4.82±0.06*
Moisture	12.34±0.12	10.03±0.04*

ND: domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*, SD: tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*.

All values are mean±SD (n=3).

\*Significant at  $P < 0.05$ .

것으로 보고되었다. 또한, Kim 등(21)의 연구에 따르면 2배체와 4배체 도라지의 단백질 발현양상 비교 분석 시 배수성에 따른 특이성은 없는 것으로 관찰되었으나 단백질을 기능별로 분류한 결과 산화환원효소의 활성기능을 갖는 단백질이 23.7%의 비율로 가장 많은 것으로 보고하였다. 따라서 일반도라지보다 조단백질 함량이 높은 으뜸도라지가 약리작용이 높을 것으로 생각된다.

### 조사포닌

일반도라지와 으뜸도라지에 따른 사포닌을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 일반도라지의 조사포닌 함량은 0.88%, 으뜸도라지는 2.01%로 으뜸도라지가 약 2배 높은 수치를 나타냈다. 사포닌은 주로 인삼, 더덕 및 도라지 같은 약용식물에 함유된 대표적인 활성성분으로 이를 구성하는 진세노사이드의 종류에 따라 다양한 생리활성이 보고되었다(22). 도라지의 주요 약리성분으로 분류되는 platycoside는 동물 실험에서 진해, 거담작용, 중추신경 억제작용, 혈압 및 혈당 강하작용, 콜레스테롤 개선작용, 항산화 및 항암 효과 등이 있는 것으로 밝혀졌다(22-30). 따라서 으뜸도라지는 일반도라지에 비해 높은 생리활성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

### 가용성 고형물 함량 및 환원당

일반도라지, 으뜸도라지의 가용성 고형물 함량 및 환원당을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 가용성 고형물 함량은 일반도라지가 3.57°Brix, 으뜸도라지는 6.47°Brix로 으뜸도라지가 일반도라지보다 높았으며, 환원당 함량은 일반도라지가 3.09%, 으뜸도라지가 2.82%로 일반도라지가 으뜸도라지보다 높게 나타났다.

**Table 2.** Crude saponin of domestic diploid variety and tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*

	ND	SD
Crude saponin (%)	0.88±0.21	2.01±0.17*

ND: domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*, SD: tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*.

All values are mean±SD (n=3).

\*Significant at  $P < 0.05$ .

**Table 3.** Soluble solid content and reducing sugar content of domestic diploid variety and tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*

	ND	SD
Soluble solid content (°Brix)	3.57±0.06	6.47±0.06*
Reducing sugar content (%)	3.09±0.12	2.82±0.05*

ND: domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*, SD: tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*.

All values are mean±SD (n=3).

\*Significant at  $P < 0.05$ .

**Table 4.** pH and acidity of domestic diploid variety and tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*

	ND	SD
pH	4.98±0.02	5.68±0.06*
Acidity (%)	2.74±0.04	2.34±0.10*

ND: domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*, SD: tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*.

All values are mean±SD (n=3).

\*Significant at  $P<0.05$ .

**pH 및 산도**

일반도라지, 으뜸도라지의 pH 및 산도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. pH는 일반도라지가 4.98, 으뜸도라지는 5.68로 으뜸도라지가 일반도라지보다 약간 높았다. 산도는 일반도라지 2.74%, 으뜸도라지 2.34%로 으뜸도라지가 일반도라지보다 약간 낮게 나타났다. Kim 등(31)의 연구에서 도라지 추출 농축액의 pH는 4.85로 일반도라지 4.98과 유사한 결과를 나타내었다.

**색도**

일반도라지와 으뜸도라지의 색도를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 L값은 일반도라지가 62.50, 으뜸도라지가 79.27로 으뜸도라지가 높게 나타났다. 이는 일반도라지보다 으뜸도라지가 더 밝은 것을 알 수 있다. 적색도를 나타내는 a값은 일반도라지가 3.35, 으뜸도라지가 2.02로 일반도라지가 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 일반도라지가 11.99, 으뜸도라지가 12.40으로 으뜸도라지가 높게 나타났다. 색도는 시료 간의 유의적인 차이를 나타내었다( $P<0.05$ ).

**총페놀 함량**

일반도라지와 으뜸도라지의 총페놀 함량을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. Jeong 등(32)에서 총페놀 화합물은 천연물에 많이 함유된 성분으로 이들의 주요 역할은 자유 라디칼을 소거하는 것이라는 연구가 많이 보고되고 있으며, 페놀계 화합물은 생체 내에서 항산화, 항암 및 항비만 효능 등의 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(33). 총페놀은 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl(-OH)기를 가진 방향족 화합물들을 총칭하며, 플라보노이드와 탄닌이 주된 식물계 폴리페놀 물질로 활성산소 제거, 염증 억제,

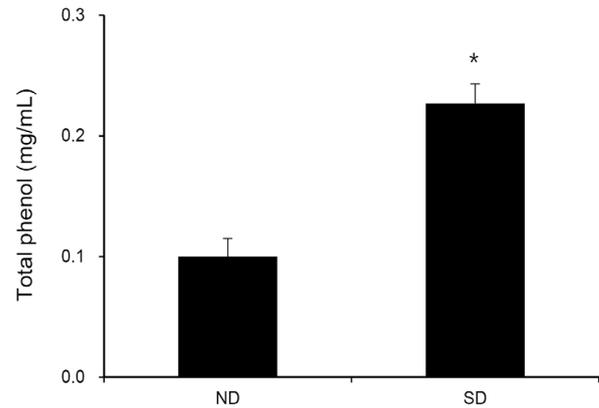
**Table 5.** Color values of domestic diploid variety and tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*

	ND	SD
L (lightness)	62.50±0.18	79.27±0.07*
a (redness)	3.35±0.02	2.02±0.01*
b (yellowness)	11.99±0.07	12.40±0.01*

ND: domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*, SD: tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*.

All values are mean±SD (n=4).

\*Significant at  $P<0.05$ .

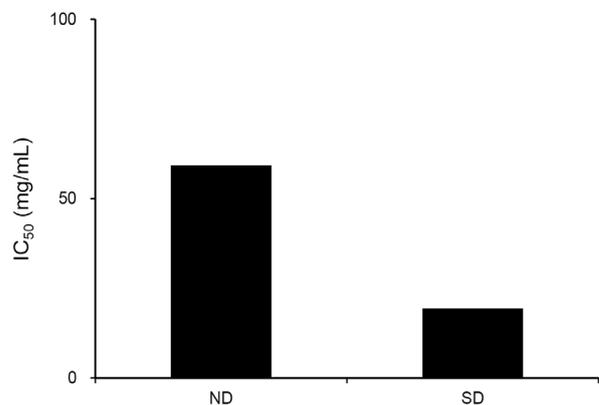


**Fig. 1.** Total phenol contents of domestic diploid variety and tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*. ND, domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*; SD, tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*.  $P<0.05$ .

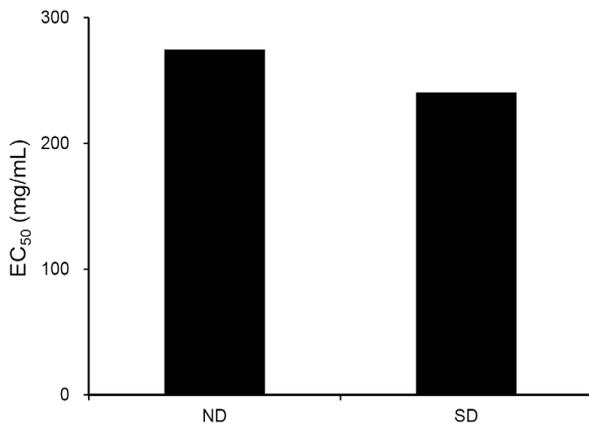
암 예방, 면역 증강 등 다양한 생리활성을 가진다(34). 또한, 총페놀 함량은 DPPH 라디칼 소거 활성과 같은 항산화 활성에 중요한 인자로 작용한다. 일반도라지와 으뜸도라지의 총페놀 함량은 시료 농도가 50 mg/mL일 때 일반도라지가 0.100 mg/mL, 으뜸도라지가 0.227 mg/mL로 일반도라지보다 으뜸도라지에서 높은 함량을 나타내었다.

**DPPH 라디칼 소거능**

DPPH법은 항산화 활성을 나타내는 물질에 의해 환원됨으로써 짙은 자색이 없어지는 정도에 따라 항산화 효과를 측정하는 방법으로 항산화 물질 탐색에 가장 일반적으로 사용되는 항산화 측정 방법으로 알려져 있다(35). 일반도라지, 으뜸도라지의 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. IC<sub>50</sub> 값은 일반도라지가 59.32 mg/mL, 으뜸도라지는 19.44 mg/mL로 으뜸도라지가 낮아 DPPH 라디칼 소거능은 으뜸도라지가 높은 것으로 나타났다. 이는 총페놀 함량을 측정된 결과(Fig. 1)와 일치하는 경향이였다. Shon



**Fig. 2.** DPPH radical scavenging activity of domestic diploid variety and tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*. ND, domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*; SD, tetraploid ‘Etteum’ variety in *Platycodon grandiflorum*.



**Fig. 3.** SOD-like activity of domestic diploid variety and tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*. ND, domestic diploid variety in *Platycodon grandiflorum*; SD, tetraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*.

등(9)의 연구에서 도라지의 연근별 전자공여작용을 측정된 결과 24년근과 4년근 비교 시 24년근이 약 2배 정도 높은 전자공여작용을 보였고 추출물의 농도가 증가함에 따라서 전자공여작용이 증가한다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 또한, Lee 등(36)의 연구에서 도라지 추출물의 총페놀 함량이 높은 시료에서 DPPH 라디칼 소거능도 높게 나타났다는 보고와 일치한다.

#### SOD 유사활성 측정

일반도라지, 으뜸도라지의 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. EC<sub>50</sub> 값은 일반도라지가 274.81 mg/mL, 으뜸도라지는 240.69 mg/mL로 으뜸도라지가 낮아 SOD 유사활성은 으뜸도라지가 높은 것으로 나타났다. 이는 총페놀 함량(Fig. 1) 및 DPPH 라디칼 소거능(Fig. 2)과 일치하는 경향이였다.

SOD는 생체 내에서 O<sub>2</sub><sup>-</sup>(superoxide)의 소거에 관여하는 효소이다. 생체 내에서 생성된 활성 산소는 체내에서 산화적 장애를 초래하게 되므로 SOD 유사활성이 높은 으뜸도라지는 일반도라지보다 이러한 산화적 장애를 억제하는 데 효과적일 것으로 생각된다.

#### 요 약

본 연구는 으뜸도라지의 이화학적 품질 특성 및 항산화성을 일반도라지와 비교 분석하였다. 일반성분인 조지방, 조섬유, 조회분 및 수분 함량은 일반도라지가 높았고 조단백질, 탄수화물은 으뜸도라지가 높게 나타났다. 가용성 고형물 함량은 으뜸도라지가, 환원당 함량은 일반도라지가 각각 높게 나타났다. 산도는 일반도라지가 2.74%로 으뜸도라지 2.34%에 비하여 높았다. 색도는 적색도를 나타내는 a값은 일반도라지가 3.35로 으뜸도라지 2.02보다 높았고 나머지 명도(L), 황색도(b)는 으뜸도라지가 높게 나타났다. 조사포닌 함량은

으뜸도라지가 2.01%로 일반도라지 0.88%보다 약 2배가량 높게 나타났다. 총페놀 함량은 으뜸도라지(0.227 mg/mL)가 일반도라지(0.100 mg/mL)보다 높았다. DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub> 값(일반도라지 59.32 mg/mL, 으뜸도라지 19.44 mg/mL) 및 superoxide dismutase(SOD) 유사활성의 LC<sub>50</sub> 값(일반도라지 274.81 mg/mL, 으뜸도라지 240.69 mg/mL)은 으뜸도라지가 높았다. 이상의 결과로부터 으뜸도라지는 일반도라지보다 조단백이 풍부하고 조사포닌 함량이 높을 뿐 아니라 총페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능, SOD 유사활성에서 일반도라지보다 항산화능이 우수하므로 가공식품 또는 건강기능 식품소재로 활용 가치가 매우 높다고 생각한다.

#### 감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업(115098021SB010)의 지원을 받아 연구되었으며 지원에 감사드립니다.

#### REFERENCES

- Lim KH. 1971. *A medicinal phytoogy (the details)*. Dongmyoungsa, Seoul, Korea. p 281.
- Sung NJ, Seo JK. 1998. Medical action of perennial *Platycodon radix*. Proceeding of Institute Agriculture Research Utility Symposium for 50th Anniversary of Gyeongsang National University. Jinju, Korea. p 35-47.
- Kim HK, Choi JS, Yoo DS, Choi YH, Yon GH, Hong KS, Lee BH, Kim HJ, Kim EJ, Park BK, Jeong YC, Kim YS, Ryu SY. 2007. HPLC analysis of saponins in *Platycodi Radix*. *Kor J Pharmacogn* 38: 192-196.
- Joe TD. 2011. *Encyclopedia of Korean herbs*. Daewonsa, Seoul, Korea. p 97-98.
- Konishi T, Tada A, Shoji J, Kasai R, Tanaka O. 1978. The structures of platycodin A and C, monoacetylated saponins of the roots of *Platycodon grandiflorum* A. DC.. *Chem Pharm Bull* 26: 668-670.
- Tada A, Kaneiwa Y, Shoji J, Shibata S. 1975. Studies on the saponins of the root of *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle: I. Isolation and the structure of platycodin-D. *Chem Pharm Bull* 23: 2965-2972.
- Lee EB. 1974. Pharmacological studies on "*Platycodi Radix*". *Kor J Pharmacogn* 5: 49-56.
- Chung JH, Shin PG, Ryu JC, Jang DS, Cho SH. 1997. Chemical compositions of *Platycodon grandiflorum* (jacquin) A. *De Candolle. Agric Chem Biotechnol* 40: 148-151.
- Shon MY, Seo JK, Kim HJ, Sung NJ. 2001. Chemical compositions and physiological activities of doraji (*Platycodon grandiflorum*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 717-720.
- Kim YS, Lee BE, Kim KJ, Lee YT, Cho KB, Chung YC. 1998. Antitumor and immunomodulatory activities of the *P. grandiflorum* cultivated for more than 20 years. *Yakhak Hoeji* 42: 382-387.
- Oh HG, Kim JH, Shin EH, Kang YR, Lee BG, Park SH, Moon DI, Kwon LS, Kim YP, Choi MH, Kim OJ, Park KH, Lee HY. 2013. Improving effects of *Platycodon* extracts jelly on  $\beta$ -amyloid-induced cytotoxicity and scopol-

- amine-induced cognitive impairment animal models. *Korean J Plant Res* 26: 417-425.
12. Seo JK, Chung YC, Chun SS, Lee YY, Lee SJ, Shon MY, Sung NJ. 2004. Effect of physiologically active compounds isolated from *Platycodon grandiflorum* on streptozotocin induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 981-986.
  13. Kim KS, Ezaki O, Ikemoto S, Itakura H. 1995. Effects of *Platycodon grandiflorum* feeding on serum and liver lipid concentrations in rats with diet-induced hyperlipidemia. *J Nutr Sci Vitaminol* 41: 485-491.
  14. Joe SY. 2012. *Short-term cultivation of bell-flower roots*. Goesan Agricultural Technology & Extension Center, Goesan, Korea. p 4,7.
  15. AOAC. 1990. *Official methods of analysis of the association*. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. p 342.
  16. Shibata S, Ando T, Tanaka O, Meguro Y, Sôma K, Iida Y. 1965. Saponins and sapogenins of *Panax ginseng* C.A. Meyer and some other *Panax* spp.. *Yakugaku Zasshi* 85: 753-755.
  17. The Korea Society of Food Science and Nutrition. 2000. *Handbook of experiments in food science and nutrition*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. p 151-152.
  18. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16: 144-158.
  19. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
  20. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
  21. Kim HR, Kwon SJ, Roy SK, Cho SW, Kim HH, Moon YJ, Boo HO, Woo SH. 2015. Proteomic responses of diploid and tetraploid roots in *Platycodon grandiflorum*. *Korean J Crop Sci* 60: 394-400.
  22. Kim AY. 2011. Changes of platycoside of *Platycodon grandiflorum* by puffing. *MS Thesis*. Kyunghee University, Seoul, Korea. p 11-27.
  23. Jang JR, Hwang SY, Lim SY. 2011. Inhibitory effect of extracts of *Platycodon grandiflorum* (the ballon flower) on oxidation and nitric oxide production. *Korean J Food Preserv* 18: 65-71.
  24. Choi CY, Kim JY, Kim YS, Chung YC, Seo JK, Jeong HG. 2001. Aqueous extract isolated from *Platycodon grandiflorum* elicits the release of nitric oxide and tumor necrosis factor- $\alpha$  from murine macrophages. *Int Immunopharmacol* 1: 1141-1151.
  25. Zhao HL, Cho KH, Ha YW, Jeong TS, Lee WS, Kim YS. 2006. Cholesterol-lowering effect of platycodin D in hypercholesterolemic ICR mice. *Eur J Pharmacol* 537: 166-173.
  26. Kim YS, Kim JS, Choi SU, Kim JS, Lee HS, Roh SH, Jeong YC, Kim YK, Ryu SY. 2005. Isolation of a new saponin and cytotoxic effect of saponins from the root of *Platycodon grandiflorum* on human tumor cell lines. *Planta Med* 71: 566-568.
  27. Kim YP, Lee EB, Kim SY, Li D, Ban HS, Lim SS, Shin KH, Ohuchi K. 2001. Inhibition of prostaglandin E<sub>2</sub> production by platycodin D isolated from the root of *Platycodon grandiflorum*. *Planta Med* 67: 362-364.
  28. Lee H, Kang R, Kim YS, Chung SI, Yoon Y. 2010. Platycodin D inhibits adipogenesis of 3T3-L1 cells by modulating Kruppel-like factor 2 and peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$ . *Phytother Res* 24: S161-S167.
  29. Lee KJ, Jeong HG. 2002. Protective effect of *Platycodon radix* on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity. *Food Chem Toxicol* 40: 517-525.
  30. Lee KJ, You HJ, Park SJ, Kim YS, Chung YC, Jeong TC, Jeong HG. 2001. Hepatoprotective effects of *Platycodon grandiflorum* on acetaminophen-induced liver damage in mice. *Cancer Lett* 174: 73-81.
  31. Kim DB, Shin GH, Gho JH, Baik SO, Lee OH. 2013. Antioxidant activities of beverage concentrates and purees. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 997-1002.
  32. Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional components and evaluation of functional activities of *Sasa borealis* leaf tea. *Korean J Food Sci Technol* 40: 586-592.
  33. Frei B, Higdon JV. 2003. Antioxidant activity of tea polyphenols *in vivo*: evidence from animal studies. *J Nutr* 133: 3275S-3284S.
  34. Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 128-134.
  35. Son CW, Jeon MR, Kim MH, Kim MR. 2008. Quality characteristics and antioxidant activities of green tea garlic paste added calcium. *Korean J Food Cook Sci* 24: 876-881.
  36. Lee SJ, Bang WS, Hong JY, Kwon OJ, Shin SR, Yoon KY. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of black *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J Food Preserv* 20: 510-517.