

장생 도라지의 화학성분과 생리활성

손미에 · 서종권 · 김행자* · 성낙주[†]

경상대학교 식품영양학과 및 농어촌개발연구소

*경상대학교 가정교육과

Chemical Compositions and Physiological Activities of *Doraji (Platycodon grandiflorum)*

Mi-Yae Shon, Jong-Kwon Seo, Haeng-Ja Kim* and Nak-Ju Sung[†]

Dept. of Food and Nutrition and The Institute of Agriculture and Fishery Development,
Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

*Dept. of Home Economics Education, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

Chemical compositions and physiological activities of *Platycodon grandiflorum* roots grown for 4 and 24 years were investigated. Chemical compositions of *P. grandiflorum* roots grown for 24 years were moisture 82.7%, crude protein 1.6%, crude lipid 2.1%, crude ash 0.7%, total sugar 6.0%, total dietary fiber 2.3%, crude saponin 3.4 mg%, and ascorbic acid 3.0 mg%. Contents of each components in 24 years old roots were similar with those of 4 years old roots. However, mineral contents in 24 years old roots were higher than that in 4 years old roots and the most abundant mineral was potassium being 879.9 mg/kg. Physiological activities of solvent extract from *P. grandiflorum* roots grown for 4 and 24 years were high in order of ethanol, methanol and water extract. The electron-donating abilities and nitrite-scavenging effect of solvent extract of 24 years old roots were higher than those of 4 years old roots in the range of 10~50% and 10~40%, respectively.

Key words: *Platycodon grandiflorum*, chemical composition, nitrite-scavenging effect, electron-donating ability

서 론

최근 급속한 공업화로 인하여 환경오염이 가속화되고 있으며 이로 인하여 생성된 독성물질의 대부분은 발암성이 인정되고 있으며, 실제로 여러 가지 경로를 통하여 급·만성적으로 인체에 영향을 미쳐 세포 내의 DNA에 손상을 일으켜 돌연변이 및 암을 유발하는 요인이 되기도 한다(1).

우리 나라 사람들도 예로부터 전통약용식물을 여러 가지 치료제로 많이 이용해 왔으며, 전통약용식물을 비롯한 각종 천연물에서 변이원성을 억제 경감시키는 돌연변이 억제물질의 존재가 밝혀지므로 인해 최근 천연물에 존재하는 생리활성물질의 검색에 관한 연구가 전 세계적으로 이루어지고 있다(2). 국내산 생약류는 그 고유의 맛과 향을 비롯하여 미량으로서 생체 기능을 조절하는 유용 성분을 함유하고 있어 일상생활에서 많이 이용되고 있으며, 이들에 대한 연구로는 인삼의 일반성분이나 생리작용 등 인삼에 대한 보고가 가장 많으며 그 외 전통 생약재들에 대한 연구가 다수 보고되어 있다(3-8).

한편 우리 나라를 비롯한 동아시아 지역에 주로 분포되어 있는 도라지는 보통 1~4년생이 대부분이며, 주로 식용으로

서 이용되어 왔으며 일부분이 한약제로 사용되어져 왔다. 도라지의 효능은 호흡기계 질환, 항폐양 및 혈압강하 등의 용도로 사용되거나 개발되고 있으며, 도라지를 포함한 한방처방수는 방약합편에 49건, 동의보감에 287건이 수록되어 있다(9). 따라서 본 연구에서는 국내산 장생도라지의 유용성분을 기능성 식품제조에 활용하고자, 4년근과 24년근 도라지의 화학성분 분석과 용매별 추출물들에 의한 아질산염 소거작용 및 전자공여 작용의 생리활성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

장생도라지 4년근과 24년근(Fig. 1)은 경남 진주시 금곡면에 소재하는 (주)성호장생도라지로부터 제공받아 세척·탈피한 다음 세절하여 일부는 동결 저장해 두고 일부는 건조한 후 분말화하여 분석용 시료로 사용하였다.

일반성분, 총식이섬유 및 조사포닌의 정량

수분은 105°C 상압가열건조법(10), 조단백질은 semimicro-Kjeldahl법(10), 총당은 산분해법(10), 회분은 건식 회화법(10),

[†]Corresponding author. E-mail: snakju@nongae.gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-751-5975. Fax:

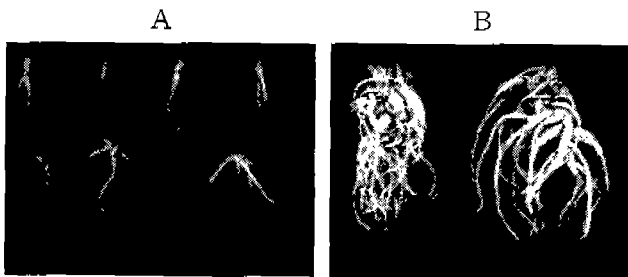


Fig. 1. Photos of the 4 (A) and 24 (B) years old *doraji* roots (*Platycodon grandiflorum*).

조지방은 Soxhlet 추출법(10), 총식이섬유는 Prosky-AOAC 법(11)에 따라 정량하였다. 조사포닌은 Shibata 등(12,13)의 방법에 따라 시료 5 g에 80% 메탄올 50 mL을 가하여 70°C에서 4회 추출하여 농축한 후 물 500 mL을 첨가하고 에테르로 다시 4회 추출하여 물층을 분리하고, 부탄올과 물로 불순물을 제거하여 얻어진 조사포닌을 TLC와 HPLC로 정량하였다.

무기물의 정량

무기물은 95% 에탄올로 추출하여 무기물의 농도를 atomic absorption spectrophotometer(Automscan 25, Thermo Jarrell Ash Co., USA)로 분석하였다.

생리활성물질의 추출 및 soluble solid 함량 측정

분쇄한 장생도라지를 3가지 용매별로 생리활성물질을 추출하였다. 즉 시료 추출은 수직으로 환류냉각관을 부착시킨 플라스크에 시료중량에 대하여 5배 정도의 물, 에탄올, 메탄올을 각각 첨가하여 85°C의 수욕상에서 3시간씩 3회 추출·여과하여 농축하였고, soluble solid 함량은 농축된 추출물 1 mL을 취하여 105°C에서 건조시킨 후, 중발잔사의 양으로 표시하였다(14).

전자공여 작용의 측정

전자공여 작용(electron donating abilities, EDA)의 측정은 Choi 등의 방법(14,15)을 변형하여 측정하였다. 즉 전자공여작용은 각 시료 0.1 mL에 4×10^{-4} MDPH용액(99.9% 에탄올 용해) 5 mL씩을 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하여 10분 후 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 사용하여 백분율로 나타내었다.

아질산염 소거작용의 측정

장생도라지 추출물의 아질산염 소거작용은 Gray와 Dugan(16)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 소정농도의 시료를 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl을 사용하여 반응용액의 pH를 1.2로 조정 한 후, 반응용액의 부피를 1 L를 첨가한 다음에 Griess시약 0.5 mL를 가하여 혼합시켜 실온에서 15분간 방치시킨 후, 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로써 나타내었다. 공시험은 Griess시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 같은 방법으로 행하였다.

$$S(\%) = \left(1 - \frac{A - C}{B}\right) \times 100$$

S : 아질산염 소거율

A : 1 mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B : 1 mM NaNO₂ 용액의 흡광도

C : 시료 추출물의 흡광도

결과 및 고찰

일반성분, 총식이섬유 및 조사포닌의 함량

4년근 도라지와 24년근 도라지의 일반성분을 보면 Table 1과 같다. Table에서 보는 바와 같이 수분과 총당을 제외하면 모든 성분이 4년근에 비하여 24년근에서 높은 함량을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 도라지의 생육기간이 길어짐에 따라 부분적으로 섬유화되는 경향이 높고, 또 도라지가 장기간 성장하면서 수분의 함량이 약간 낮아지며, 특유의 성분들이 생물 농축됨에 따라 그 함량이 높아진 결과로 생각된다.

무기물의 함량

4년근 도라지와 24년근 도라지의 무기물을 보면 Table 2와 같다. Table에서 보는 바와 같이 무기물은 도라지 생육기간에 관계없이 총 9종이 정량되었고, 4년근에 비해 24년근의 시료에서 모두 그 함량이 높았으며, 특히 함량이 높은 것은 칼륨과 칼슘으로서 각각 190.6 mg/kg, 137.7 mg/kg이나 더 높게 정량되었다. 이외 알루미늄, 인 및 마그네슘 등은 64.9~118.9 mg/kg이 더 높았으며, 특히 구리는 24년근이 4년근 0.2 mg/kg에 비해 약 16배나 높게 검출되었다. 이 같은 결과는 Table 1에서 언급한 바와 같이 생육기간이 길어짐에 따라 고유의 성분들이 농축된 결과로 추정된다.

용매별 추출수율

장생도라지의 용매별 추출 수율은 Table 3과 같다. 추출 수율은 4년근과 24년근을 비교해 본 결과 비슷하게 나타났는데, 메탄올 추출의 경우 각각 23%, 25%로 가장 높았고 에탄올 추출이 21%, 23% 그리고 물 추출이 19%, 22%로서 대체로 3가지 추출물은 그 수율이 비교적 높았다. 일반적으로 생리활성 효과가 인정된 식물이라 하더라도 각종 용매에 의한 추출수율

Table 1. Comparison of chemical compositions between the 4 and 24 years old *doraji* roots (*Platycodon grandiflorum*) (g/100 g)

Compositions	4 years	24 years
Moisture	83.2	82.7
Crude protein	1.4	1.6
Crude lipid	1.8	2.1
Ash	0.7	0.9
Total sugar	11.2	10.4
Total dietary fiber	2.0	2.7
Ascorbic acid (mg%)	2.8	3.0
Crude saponin (mg%)	3.2	3.4

Table 2. Comparison of minerals between the 4 and 24 years old *doraji* roots (*Platycodon grandiflorum*) (mg/kg)

Minerals	4 years	24 years
Fe	53.1	71.7
Zn	3.2	7.4
Cu	0.2	3.2
Al	332.1	451.0
Mg	278.0	342.9
Ca	242.2	379.9
K	689.3	879.9
P	431.2	520.8
Mn	5.2	8.0

Table 3. Yield of solvent soluble extract from the 4 and 24 years old *doraji* roots (*Platycodon grandiflorum*) (w/w%, dry base)

Solvents	Yield	
	4 years	24 years
Methanol	23	25
Ethanol	21	21
Water	22	19

이 낮으면 경제성이 없기 때문에 용매별 추출 수율 결과도 중요하다. 따라서 본 실험결과 장생 도라지의 용매 추출 수율은 더덕이나 인삼의 추출 수율이 최고 각각 14.1%, 7.94%에 불과한 것에 비하면 대단히 높은 경향이었다(17).

전자공여 작용

전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 인체의 노화억제 작용과 식품 중의 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있을 뿐만 아니라 인체내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 작용의 척도로써 이용되고 있는데(18-21), 장생도라지 4년근과 24년근을 메탄올, 에탄올 및 물로 추출한 성분을 100~900 ppm농도로 사용하여 전자공여 작용을 살펴본 결과 Table 4에 나타난 바와 같다. 사용한 시료의 농도가 증가할 수록 전자공여능은 증가하여 에탄올 추출물의 경우 4년근은 8.3%에서 48.7%였으며, 24년근은 9.0%에서 84.4%로 나타났다. 메탄올 추출물의 경우 4년근은 5.0%에서 32.2%의 범위로 나타났으며, 24년근은 8.0%에서 77.8%의 범위로 나타났다. 물 추출물의 경우 24년근은 5.0%에서 22.9%의 범위였다. 그리하여 24년근이 4년근보다 전자공여 작용능이 뛰어났으며, 에탄올 추출물>메탄올 추출물>물 추출 순으로 작용이 강한 것으로

Table 4. Electron-donating abilities of solvent soluble extract obtained from the 4 and 24 years old *doraji* roots (*Platycodon grandiflorum*)

Sample	Electron-donating ability (%)					
	4 years			24 years		
	100 ppm	400 ppm	900 ppm	100 ppm	400 ppm	900 ppm
Ethanol extract	8.3	18.5	48.7	9.0	25.0	84.4
Methanol extract	5.0	15.2	32.2	8.0	21.0	77.8
Water extract	3.2	9.5	15.3	5.0	13.8	22.9

Table 5. Nitrite-scavenging effects of solvent soluble extract obtained from the 4 and 24 years old *doraji* roots (*Platycodon grandiflorum*)

Sample	Nitrite-scavenging ratio (%) at pH 1.2					
	4 years			24 years		
	1 mg	5 mg	9 mg	1 mg	5 mg	9 mg
Ethanol extract	19.1	40.0	50.5	24.5	62.0	89.1
Methanol extract	16.3	38.0	45.1	19.9	45.5	78.0
Water extract	15.2	35.2	40.2	19.0	37.0	53.0

나타났다.

아질산염 소거 작용

발암성 니트로사민의 직접적인 생성인자인 아질산염 소거작용은 4년근의 경우는 시료농도 증가에 따라 활성의 변화가 높지 않았으나 24년근의 아질산염 소거 작용을 살펴본 결과는 Table 5와 같이 메탄올 추출물, 에탄올 추출물, 물 추출물은 pH 1.2에서 (16) 시료의 농도 증가에 따라 아질산염 소거작용이 20%에서 90%까지 높게 나타났으며, 특히 에탄올 추출물은 메탄올 추출물이나 물 추출물보다 아질산염의 소거작용 활성이 높게 나타났다. 장생도라지 24년근은 ascorbic acid, cysteine, nicotinamide adenine dinucleotide와 같은 환원성 물질과 마찬가지로 산성조건하에서 아질산염을 nitric oxide로 전환시키는 역할을 하는 것으로 생각된다(18,22).

요 약

4년근과 24년근 도라지의 화학성분 및 생리활성을 조사하였다. 24년근 장생 도라지의 화학성분 조성은 수분 82.7%, 조단백 1.6%, 조지방 2.1%, 조회분 0.7%, 총당 6.0%, 총 식이섬유 2.3%, 조사포닌 3.4 mg% 및 비타민 C 3.0 mg%였으며, 4년근과의 함량차이는 크게 나타나지 않았다. 그러나 무기물의 함량은 24년근이 4년근에 비하여 모두 높게 나타났으며, 그 중에서 K가 879.9 mg/kg으로 가장 높게 나타났다. 24년근과 4년근의 용매별 추출물의 생리활성 정도는 에탄올>메탄올>물의 순이었고, 전자공여능은 24년근이 4년근보다 10~50% 높게 나타났으며, 아질산염 소거효과도 10~40%까지 높게 나타났다.

문 헌

1. Phillips, D.H. : *Chemical carcinogenesis*. In *The Molecular Basis of Cancer*, Willey-Interscience, New York, p.133 (1985)
2. Goto, T., Kondo, T., Tamura, H. and Kawahori, K. : Structure of platycodin, a diacylated anthocyanin isolated from the chinese bell-flower *P. grandiflorum*. *Tetrahedron Lett.*, **24**, 2181-2187 (1983)
3. Kim, Y.B., Kang, M.H. and Lee, S.R. : A study on the quality of "Doojoong" tea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **8**, 70-73 (1976)
4. Chung, T.Y., Cho, D.S. and Song, J.C. : Nonvolatile flavor components in Chinese quince fruits, *Chaenomeles sinensis* koehne. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 293-302 (1988)
5. Oh, M.J., Lee, K.S., Son, H.Y. and Kim, S.Y. : Antioxidative

- components of *Pueraria* root. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 793-798 (1990)
6. Kim, J.Y. and Staba, E.J. : Saponins and sapogenins from American ginseng plants. *Kor. J. Pharmacogn.*, **4**, 193-200 (1973)
 7. Oh, S.L., Kim, S.S., Min, B.Y. and Chung, D.H. : Composition of free sugars, free amino acids, non-volatile organic acids and tannins the extracts of *L. chinensis* M., *A. acutiloba* K., *S. chinensis* B. and *A. sessiliflorum* S. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 76-81 (1990)
 8. Hwang, E.H. : A survey on availability of wild vegetables. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**, 440-447 (1991)
 9. Lee, E.B. : Pharmacological studies on *Platycodon grandiflorum*. *Kor. J. Phamacogn.*, **5**, 49-56 (1974)
 10. Ju, H.K. and Park, C.K. : *Food Analysis*. You-Lim Moonhwas, Seoul, p.220-223 (1990)
 11. Prosky, L.N., Asp, J., Furda, J., Devries, T. and Schweixer, H. : Determination of total dietary fiber in foods and food products. Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **68**, 677-679 (1985)
 12. Shibata, S., Ando, T., Tauaka, D., Meguro, Y., Soma, K. and Ida, Y. : Saponin and sapogenins of *Panax ginseng* C.A. Meyer and some *Danax* sp. *J. Yakugaku.*, **85**, 753-755 (1965)
 13. Shibata, S., Ando, T. and Tauaka, D. : Chemical studies of oriental plant drugs. *Chem. Pharm. Bull.*, **141**, 115-116 (1966)
 14. Choi, U., Shin, D.H., Chang, Y.S. and Shin, J.I. : Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 142-148 (1992)
 15. Choi, J.H. and Oh, S.K. : Studies on the anti-aging action of Korean ginseng. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 506-515 (1985)
 16. Gray, J.I. and Dugan, Jr. L.R. : Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci.*, **40**, 981-988 (1975)
 17. Meung, Y.S. and Park, H.K. : Antioxidative effect of ethanol extracts of *Codonopsis lanceolata*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 311-318 (1991)
 18. Yokotama, H., Hiai, S. and Oura, H. : Rat plasma corticosterone secretion-inducing activities of total saponin and pro-sapogenin methyl ester from the roots of *P. grandiflorum* A. DC. *Yakugaku Zasshi*, **102**, 1191-1197 (1982)
 19. Takaki, K. : Antiinflammatory activity of crude platycodon, its activities on isolated organs and other pharmacological activities. *Yakugaku Zasshi*, **92**, 961-968 (1972)
 20. Kubo, M., Nagao, T., Matsuda, H. and Namba, K. : Immune pharmacological studies on *Platycodi dadix* I : Effect on the phagocytosis in the mouse. *Shoyagaku Zasshi*, **40**, 367-374 (1986)
 21. Nagao, T., Matsuda, H., Namba, K. and Kubo, M. : Immune pharmacological studies on *Platycodi radix* II. Antitumor activity of inulin from *Platycodi radix*. *Shoyagaku Zasshi*, **40**, 375-380 (1986)
 22. Fox, J.B. and Ackerman, S.A. : Formation of nitric oxide myoglobin. Mechanisms of the reaction with various reductants. *J. Food Sci.*, **33**, 364-369 (1968)

(2001년 4월 13일 접수)