

## 산삼 배양근의 영양성분 및 생리활성 탐색

박성진 · 유선미\* · †김영언\*\*

한림성심대학교 관광외식조리과 / 한림성심대학교 생물소재연구소,  
\*농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, \*\*한국식품연구원 대사기능연구본부

### Nutritional Characteristics and Screening of Biological Activity of Cultured Wild Ginseng Roots

Sung Jin Park, Seon Mi Yoo\* and †Young Eon Kim\*\*

Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea /

Research Institute of Biomaterial, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea

\*Dept. of Agro-Food Resource, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-857, Korea

\*\*Division of Metabolism and Functionality Research, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

#### Abstract

The purpose of this study is to determine the possibility of using cultured wild ginseng roots as a natural health food source. To accomplish this purpose, the contents of general and antioxidative nutrients of cultured wild ginseng roots were measured. The contents of carbohydrate, crude protein, crude lipid and ash are 61.72%, 17.36%, 0.23% and 10.90%, respectively. Further, the calories of cultured wild ginseng roots were 323.97 kcal. Total dietary fiber was 82.13%. The protein contained a total of 18 different kinds of amino acids. The contents of amino acids were 16.15 g. The K was the largest mineral followed by P, Ca, and Mg, which means cultured wild ginseng roots is alkali material. The contents of saturated fatty acids and unsaturated fatty acids were 0.23 g, and 0.62 g, respectively. Crude saponine content was 25.87 mg/g. Total phenolic contents of cultured wild ginseng roots were 11.2 mg/g, and total flavonoids contents were estimated as 4.2 mg/g. The electron donating ability of cultured wild ginseng roots were 24.7~31.6%. The nitrite scavenging activity was pH dependent, and was highest at pH 1.2 and lowest at pH 6.0. The cultured wild ginseng roots extract showed the highest reducing power (0.06) at the concentration of 1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ . Based on the above results, we deemed that the cultured wild ginseng roots might have potential antioxidant activities.

Key words: cultured wild ginseng, nutrients, health food, DPPH radical scavenging activity, total flavonoid

#### 서 론

경제성장과 식생활의 서구화로 비만, 당뇨, 고혈압, 고지혈증 및 암 등 다양한 생활 습관병이 크게 증가하고 있으며, 이들 질환은 free radical과의 관련성이 대두되고 있다. Free radical은 생체막에 존재하는 불포화지방산을 산화시켜 세포의 불활성화를 일으키는 작용을 통하여 노화 및 각종 질병 발생에 기여하는 것으로 알려져 있다(Halliwell B 2006). 따라서 이들에 의한 산화작용으로부터 생체를 보호하고, 노화를

예방하기 위하여 방어계를 강화시키는 생리활성물질의 개발이 요구되고 있다.

산삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피나무과(Araliaceae)에 속하는 식물로서, 동양의학에서 오래 전부터 사용되어온 약재이며, 최근에는 식품의 원료로 사용량이 늘어나고 있다. 인삼의 대표적인 약효 성분인 사포닌은 항암, 면역 증강, 혈압 강하, 항염증 및 항산화 효과 등 다양한 효과를 가지므로 알려져 있다(Zhang 등 2006). 그러나, 인삼은 다년생 식물로써 그 세대기간이 4~6년으로 연작이 불가능하고, 재배

† Corresponding author: Young-Eon Kim, Division of Metabolism and Functionality Research, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea. Tel: +82-31-780-9072, Fax: +82-31-7800-9073, E-mail: radog@kfri.re.kr

가능 면적이 점차 줄어들고 있으며, 해가림이라는 특수한 시설조건 하에서만 재배가 가능하기 때문에 산업적으로 응용하기에는 어려움이 따른다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 식물의 조직 배양기술을 이용하여 인삼을 대량 생산하고 있으며, 인삼의 부정근 배양기술을 이용한 ginsenoside의 생산은 세포 배양과 모상근 배양에 비하여 유전적 안전성과 높은 생산성을 가지고 있어(Song 등 2005) 기능성 식품 및 생리활성제품 개발에 관심이 높아지고 있다.

산삼 배양근은 천연 야생산삼으로부터 조직을 분리하여 세포괴(cellus)와 부정근을 단계별로 유도하고, 이들 뿌리 중에서 건실한 것을 선별한 후, 생물반응기를 이용하여 45~60 일 가량 배양하여 생산되고 있다. 이렇게 생산된 산삼 배양근은 야생 산삼과 매우 유사한 성분을 함유하고, 대체로 인삼보다 사포닌 함량이 높고, 인삼에서는 볼 수 없는 다양한 약리 성분을 함유하고 있다(Son 등 1999). 또, 면역 활성 증강 및 콜레스테롤 저하 효과(Lee 등 2005) 등이 보고된 바 있으나, 조직배양기술에 연구가 대부분이며, 산삼 배양근의 성분 분석 및 항산화 특성에 관한 연구는 미미한 실정이다.

산삼 배양근을 식품가공의 소재로 활용한다면 산삼의 약리적 효과가 배가된 건강기능성 식품의 생산이 가능하며, 소비자들이 원하는 기능성의 가공식품 개발로 식품산업의 경쟁력을 향상시킬 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 산삼 배양근을 식품 소재 개발의 활용도를 검토하고 기초 자료를 제공하고자, 일반성분, 미량 영양성분 및 70% 에탄올 추출물에 대한 항산화 활성을 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

한국식품연구원에서 공여받은 산삼 배양근을 동결건조기(PVTF A 10AT, ILSIN, Korea)를 사용하여 동결 건조하였다. 건조된 시료는 마쇄하여 유리병에 넣고 밀봉한 후 냉장고(4°C)에 보존하면서 시료로 사용하였다.

### 2. 산삼 배양근 추출물 제조

시료의 70% 에탄올 추출물은 동결 건조 시료 100 g에 증류수 1 l를 가하여 70°C 수욕 상에서 환류냉각시키면서 5시간 씩 2회 반복 추출한 다음 여과한 여액을 회전식진공농축기를 이용하여 농축시킨 후 동결건조기(PVTF A 10AT, ILSIN, Korea)를 사용하여 분말 상태로 준비하여 실험에 사용하였으며, 추출수율은 18.78%였다.

### 3. 일반성분 분석

산삼 배양근의 일반성분은 AOAC의 표준분석법(AOAC 1990a)

에 의하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압건조법, 회분 함량은 550°C에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl 법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator Co., Sweden)로, 조지방 함량은 Soxhlet법을 이용하여 분석하였다. 총 당질 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

### 4. 아미노산 조성 분석

일정량의 산삼 배양근에 6N-HCl 용액을 가하고 질소가스를 충전한 후 110°C에서 24시간 가수분해하고, 감압 농축시켰다. 이를 membrane filter(0.45 μm, Millipore, USA)로 여과하고, 여액 중 일부를 취해 건조 튜브에 넣고 유도체 시약 methanol:triethylamine:water:phenylisothiocyanate(PITC) 혼합용액(7:1:1:1, v/v)을 첨가하여 유도체화 한 다음 이를 감압 건조하였다. 건조물을 용해시킨 후 pico-tag 방법에 따라 HPLC로 분석하였다. 이때 분석조건은 instrument: JASCO HPLC system(Japan Spectroscopic Co., Tokyo, Japan), column: pico-tag, column temp.: 40°C, eluent: pico-tag eluent A & B, flow rate: 1.0 ml/min, chart speed: 1.0 cm/min, detector: UV 254 nm, injection volumn: 10 μl이었다.

### 5. 무기질 조성 분석

무기질 함량은 산삼 배양근을 예비탄화한 후 550°C 회화로에서 회화시킨 회분에 염산을 가하여 용해시키고, 일정량으로 정용한 후 ICP-AES(inductively coupled plasma, JA38 PLUS, ISA instrument S.A., Longjumeau, France)로 분석하였다(Osborne 등 1981). ICP-AES의 작동조건은 power: 1 kW for aqueous, nebulizer pressure: 3.5 bars for meinhasd type C, aerosol flow rate: 0.3 l/min이었으며, 각 무기질의 검출파장은 Ca: 393.37, Mg: 279.55, K: 766.49, Na: 588.99, P: 213.62, Fe: 238.20, Zn: 213.86, Cu: 224.80, Mn: 766.49 nm이었다.

### 6. 지방산 분석

지방산은 산삼 배양근을 n-hexane으로 추출하여 얻은 지질 200 mg에 0.5 N NaOH/MeOH 5 ml를 가하여 분해시킨 다음, BF<sub>3</sub> 촉매 하에 methyl ester를 만들어 GC(HP 6890, Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였으며(Metcalf 등 1996), 지방산 함량을 총 지방산에 대한 area percentage로 나타내었다. 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

### 7. 유리당 함량

Richmond 등(1981)의 HPLC 분석조건을 응용하였다. 즉, 시료 5 g을 칭량하여 80% methanol 100 ml를 넣고 13,000 rpm에서 3분 동안 균질화 하였다. 이 균질체를 환류냉각기를 부

**Table 1. Operating conditions of GC for fatty acids analysis**

Instrument	Hewlett-packard 5890 series II Plus
Column	HP-FFAP (25 m×0.32 mm×0.52 μm film thickness)
Detector	Flame Ionization Detector (FID)
Oven temperature	160°C (1 min)-3°C/min-220°C (19 min)
Injector temperature	230°C
Detector temperature	250°C
Column flow rate	1.5 ml/min
Total flow rate	30 ml/min
Split ratio	20:1
Injection volum	1.0 μl

착한 추출장치에 옮긴 후 80°C에서 2시간 동안 추출한 후 여과하였다. 이 추출조작을 2회 반복하여 모은 여액을 45°C에서 감압·농축한 후 증류수를 넣어 100 ml로 정용하였다. 이렇게 조제한 시료용액은 -70°C에서 냉동 보관하면서 분석하였다. 분석조건은 Sugar-Pak I column(Waters, USA, 300 mm×6.5 mm)과 용출용매 Ca-EDTA(500 mg/l)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 ml를 취하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 column에 20 μl씩 주입하였다. 이때의 컬럼의 온도는 90°C를 유지하였다. 용출용매는 0.5 ml/min로 흘려보냈으며, 검출은 refractive index(RI) detector를 이용하였다. 표준품 용액과 시료의 유리당 peak를 직접 비교하여 확인하였다. 정량은 각 표준품의 검량곡선을 따로 작성한 후 peak의 면적에서 산출하였다.

### 8. 조 사포닌 함량

조 사포닌 함량은 식품공전에 준하여 분석하였다. 즉, 건조 산삼 배양근 1~2 g을 정밀히 달아 삼각플라스크에 넣고 물 60 ml에 녹여 분액갈때기에 옮기고 에테르 60 ml로 씻은 다음 물층을 물포화 부탄올 60 ml로 3회 추출한 후, 추출액을 모두 합쳐서 물 50 ml로 씻는다. 물포화 부탄올층을 미리 향량으로 한 농축플라스크에 옮겨 감압 농축한 후 105°C에서 20분간 건조하고, 다시 데시케이터에서 30분간 식혀 무게를 달아 다음 식에 따라 조 사포닌의 양을 구하였다.

$$\text{사포닌(mg/g)} = \frac{A-B}{S}$$

A: 물포화 부탄올층을 농축 건조한 후의 플라스크의 무게(mg)

B: 향량으로 한 빈 플라스크의 무게(mg)

S: 검체의 채취량(g)

### 9. 총 페놀 및 플라보노이드

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger T 1981)에 따라 추

출물 1 ml에 Folin-Ciocalteu 시약 및 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 각 1 ml씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 spectrophotometer(UV 1600 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid(Sigma Co., USA)를 0~100 μg/ml의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하였다.

총 플라보노이드는 Moreno 등(2000)의 방법에 따라 추출물 0.5 ml에 10% aluminum nitrate 0.1 ml 및 1 M potassium acetate 0.1 ml, ethanol 4.3 ml를 차례로 가하여 혼합하고, 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Co., USA)를 표준물질로 하여 0~100 μg/ml의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

### 10. DPPH radical에 대한 전자공여능 측정

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 각각의 추출물에 대한 DPPH(α, α-diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 에탄올 1 ml, 시료 10 μl, 100 mM sodium acetate buffer(pH 5.5) 990 μl를 분주한 시험관에 0.5 mM DPPH 용액(Abs. EtOH soln.) 0.5 ml를 넣어 교반하고, 암실에서 5분간 반응을 유도한 후, 잔존 radical의 농도를 UV spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하였다(Lee & Lee 2008). 전자공여능(%)은 [(1-As/Ac)×100]으로 나타내었고, As와 Ac에 실험군과 대조군의 흡광도 값을 각각 대입하여 계산하였다.

$$\text{EDA(\%)} = \left(1 - \frac{A_s}{A_c}\right) \times 100$$

As: 추출물 첨가구의 흡광도

Ac: 추출물 무첨가구의 흡광도

### 11. 아질산염 소거능

아질산염 소거작용은 Gray와 Dugan(1975)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 ml에 일정 농도의 시료 1 ml를 가하고 0.1 N HCl (pH 1.2)을 사용하여 pH를 1.2로 조정된 반응용액을 가해 총량을 10 ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1 ml씩 취하여 2% 초산용액 5 ml, Griess 시약 0.4 ml를 가하여 잘 혼합시켰다. 그 후 실온에서 15분간 방치시킨 후 UV-spectrophotometer를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 공시험은 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 ml 가하여 동일하게 행하였다. 아질산염 소거작용은 시료를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율로써 나

타냈으며, 이 값이 큰 것일수록 아질산염 소거작용이 크다는 것을 의미한다.

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

N: 아질산염 소거율

A: 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

C: 시료 추출물 자체의 흡광도

## 12. 환원력 측정

Oyaizu(1986)의 방법에 따라 측정하였으며, 시료 1 ml에 pH 6.6의 200 mM 인산 완충액 및 1%의 potassium ferricyanide를 각 1 ml씩 차례로 가하여 교반한 후 50°C의 수욕상에서 20분간 반응시켰다. 여기에 15% TCA(trichloroacetic acid) 용액을 1 ml 가하고 12,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 상장액 1 ml에 증류수 및 ferric chloride 각 1 ml를 가하여 혼합한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 흡광도의 값으로 나타내었다.

## 13. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 군당 3개의 시료를 사용하여 3회 반복 시행하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 산삼 배양근의 영양성분 분석

#### 1) 산삼 배양근의 일반성분 함량

산삼 배양근에 대한 일반성분 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 시료 100 g(wet weight basis) 중에는 수분 9.08%, 탄수화물 61.72%, 조단백 17.36%, 조지방 0.23%, 조회분 10.90%가 함유되어 있었으며, 산삼 배양근 100 g의 총 열량은 323.97 kcal로 분석되었다.

#### 2. 아미노산 조성

Table 3에는 아미노산 조성을 나타내었다. 아미노산 조성 중 glutamic acid와 asparagine의 함량이 가장 높은 함량을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

#### 3. 무기질 함량

**Table 2. Proximate compositions of the cultured wild ginseng roots**

Nutrients		Cultured wild ginseng roots
Calories (kcal)		323.97 ± 1.47
Moisture		9.08 ± 0.85 <sup>1)</sup>
General nutrients (%)	Carbohydrate	61.72 ± 2.38
	Crude protein	17.36 ± 1.58
	Crude fat	0.23 ± 1.05
	Crude ash	10.90 ± 1.34

Values are mean±S.D. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup> Percentages of wet weight basis.

**Table 3. The contents of amino acids in the cultured wild ginseng roots**

Amino acid	Contents (mg/100 g)
Asparagine	1,616.7 ± 98.12
Threonine*	772.3 ± 49.50
Serine	911.3 ± 30.47
Glutamic acid	2,817.6 ± 87.00
Proline	672.0 ± 37.51
Glycine	750.8 ± 28.47
Alanine	1,190.4 ± 30.11
Cysteine	153.76 ± 1.94
Valine*	1,021.1 ± 41.47
Methionine*	194.9 ± 22.42
Isoleucine*	796.3 ± 41.09
Leucine*	1,267.0 ± 77.04
Tyrosine	334.9 ± 51.19
Phenylalanine*	737.7 ± 44.18
Histidine*	482.6 ± 27.59
Tryptophan*	239.1 ± 18.76
Lysine*	1,292.0 ± 37.45
Arginine	899.4 ± 44.00
Essential amino acid	6,803.0 ± 23.40
Nonessential amino acid	9,346.9 ± 19.47

Values are mean±S.D. Values are mean of triplicates.

\*: Essential amino acid.

Table 4는 산삼 배양근 100 g 중 무기질 함량을 분석한 결과이다. 칼륨이 약 3.0 g으로 가장 함량이 높았고, 그 다음이 인(474.2 mg), 칼슘(396.5 mg), 마그네슘(226.6 mg) 순이었다. 미량영양소인 철분, 구리, 아연 및 망간 함량도 각각 17.8 mg, 1.0 mg, 1.2 mg 및 20.8 mg 함유되어 있는 것으로 분석되었다.

**Table 4. The contents of minerals of the cultured wild ginseng roots**

Mineral	Contents (mg/100 g, wet weight basis)
Ca	396.5 ± 15.68
Mg	226.6 ± 13.21
Na	23.6 ± 6.87
K	2,978.1 ± 18.32
P	474.2 ± 13.28
Fe	17.8 ± 5.24
Zn	1.2 ± 0.24
Cu	1.0 ± 0.04
Mn	20.8 ± 1.08

Values are mean±S.D. Values are mean of triplicates.

#### 4. 지방산 함량

Table 5에는 산삼 배양근의 지방산 함량을 총 지방산에 대한 area percentage로 나타내었다. Linoleic acid 36.04%, oleic acid 함량 34.65%, palmitic acid 18.47%로 구성되어 이 세 가지 지방산이 높은 조성비율을 보였다. 총 포화지방산 27.14%, 불포화지방산 72.48%로 구성되었다.

#### 5. 유리당 함량

Table 6에는 산삼 배양근에서 분석된 포도당, 과당 및 맥아당의 함량을 정리하였다. 포도당의 함량이 전체 유리당의 약 70%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

#### 6. 산삼 배양근의 조 사포닌 함량

인삼의 사포닌성분은 인삼의 주요 생리활성물질 중의 하

**Table 5. The contents of fatty acids of the cultured wild ginseng roots**

Fatty acid	Contents (Area %)
C16:0	18.47 ± 0.99
C18:0	5.92 ± 0.14
C18:1(n-9)	34.65 ± 1.95
C18:2(n-6)	36.04 ± 1.35
C18:3(n-3)	1.12 ± 0.04
C20:0	0.64 ± 0.18
C20:3(n-3)	0.11 ± 0.01
C22:0	1.08 ± 0.02
C24:0	1.03 ± 0.01
Saturated fatty acid (SFA)	27.14 ± 1.04
Unsaturated fatty acid (UFA)	72.48 ± 2.17

Values are mean±S.D. Values are mean of triplicates.

**Table 6. The contents of free sugar of the cultured wild ginseng roots**

Free sugar	Contents(%)
Glucose	5.52 ± 0.52
Fructose	1.39 ± 1.355
Maltose	ND

Values are mean±S.D. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup> ND: Not detect.

**Table 7. The contents of crude saponin of the cultured wild ginseng roots**

	Contents (mg/g)
Cultured wild ginseng roots	25.87 ± 0.58

Values are mean±S.D. Values are mean of triplicates.

나로서 다양한 약리효과와 생리활성이 밝혀져 인삼 품질평가의 지표성분으로 활용되고 있다(Hwang & Oh 1984). 산삼 배양근의 조 사포닌 함량은 Table 7에 나타내었으며, 함량이 10.96 mg/g을 나타내었다. 인삼, 도라지, 더덕, 콩 등에 saponin이 함유되어 있으며, 인삼 saponin은 특유의 terpenoid를 aglycon으로 하고 있고, 도라지 등의 saponin은 steroid를 aglycon으로 하고 있다고 알려져 있다. Han 등(2008)의 연구결과에서는 7.99%를 나타내어 본 실험에 사용한 시료와 큰 차이를 나타내었는데, 이는 배양조건에 따른 사포닌의 함량 차이로 사료된다.

#### 7. 총 페놀 및 플라보노이드 함량

산삼 배양근 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 8과 같다. 총 페놀 함량은 11.2 mg/g, 플라보노이드 함량은 4.2 mg/g을 나타냈다. 식물 기원의 시료에서 페놀 화합물은 그 함량은 많을수록 항산화 활성이 높으며(Du val & Shetty 2001), 식물시료의 변색에 주된 영향을 미치는 인자로 알려져 있다(Choi & Lee 1999). 플라보노이드류는 polyphenolic substance로서, 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되며, 물과 에탄올에 대한 용해도가 다르고, 이들의 구조적 차이에 따라 과산화 지질 생성 억제 등의 생화학적 활성에 영향을 준다(Middleton & Kandaswami 1994).

**Table 8. Total phenol and flavonoid contents in 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots (mg/g)**

Sample	Cultured wild ginseng roots
Phenol contents	11.2 ± 0.7
Flavonoid contents	4.2 ± 2.1

Values are mean±S.D. Values are mean of triplicates.

국내 산지에서 채취한 인삼 뿌리의 총 폴리페놀 함량은 0.61 ~ 0.86 mg/g이라 하였고(Lee 등 2004), 백삼의 폴리페놀 함량은 4.46 mg/g이라 보고한 것과 비교해 볼 때 산삼 배양근 추출물의 총 폴리페놀 함량은 인삼 및 약용식품보다 월등히 높은 함량을 나타내었다(Park 등 2009). 페놀성 화합물은 체내의 항산화 체계와 함께 radical로부터 조직을 보호해 주는 역할을 하며, 항콜레스테롤 작용, 정상작용, 항암 및 항산화 작용 등의 생리적 효과도 높아지는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2005). 페놀성 화합물과 superoxide radical 소거능과의 관련성을 측정한 결과, 양적 상관관계를 나타낸다고 보고(Sato 등 1996)한 바 있으며, 따라서 산삼 배양근 추출물이 산화방지제 및 기능성 식품소재로의 이용 가능성이 높다고 판단된다.

### 8. DPPH radical에 대한 전자공여능

전자공여능 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH)은 안정한 자유 라디칼로서, 그것의 비공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내며, 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하며, 각 추출물에서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성산소를 비롯한 다른 라디칼에 대하여 소거 활성을 기대할 수 있으며, 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다.

산삼 배양근 추출물의 전자 공여능을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 농도가 증가함에 따라 비례적인 증가를 나타내었다. 2 mg/ml 농도에서 인삼 물 추출물에서의 전자 공여능은 거의 없다고 보고(Kim 등 2007)한 반면, 발효 인삼 추출물별 전자공여능은 1 mg/ml 농도에서 33.98~48.68%의 활성을 나타낸다고 보고하였다(Doh 등 2010).

### 9. 아질산염 소거능

발암에 관련된 물질로 알려진 nitrite는 독성을 가지고 있고, nitrate도 체내, 체외에서 효소작용에 의해 nitrite로 환원되기 때문에 일정농도 이상 섭취할 경우, 식품내의 amine류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하고, 또한 혈액 중의 hemoglobin이 산화되어 methenoglobin을 형성하여 methemoglobin 증 등 각종 중독을 일으키는 것으로 알려져 있다. 따라서 이러한 아질산염을 소거 및 제거하여 그에 동반되는 질병을 억제할 수 있는 천연물 검색에 대한 연구가 필요하다. Ascorbate와 같은 환원물질이 아질산염과 반응하면 nitrosamine의 생성을 저해할 수 있으며, phenolic 화합물인 tannic acid 유도체는 식품 보존료 및 N-nitrosamine 형성 저해제로 사용되기도 한다. 산삼 배양근 추출물의 아질산염 소거능은 반응조건의 pH를 1.2, 3.0, 4.2, 6.0으로 달리하여 각각 측정하였다(Fig. 2). pH 1.2에서는 41%, pH 3.0에서는 35.7%, pH 4.2에서는

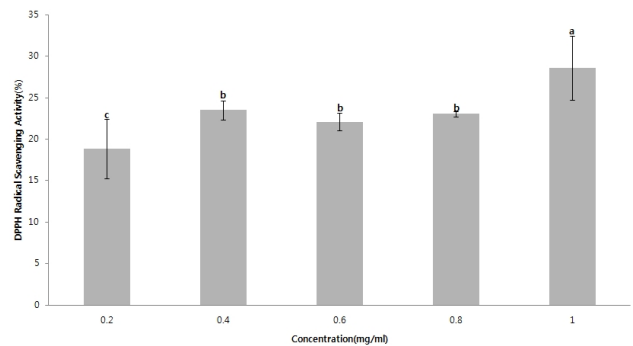


Fig. 1. DPPH radical scavenging ability in 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.

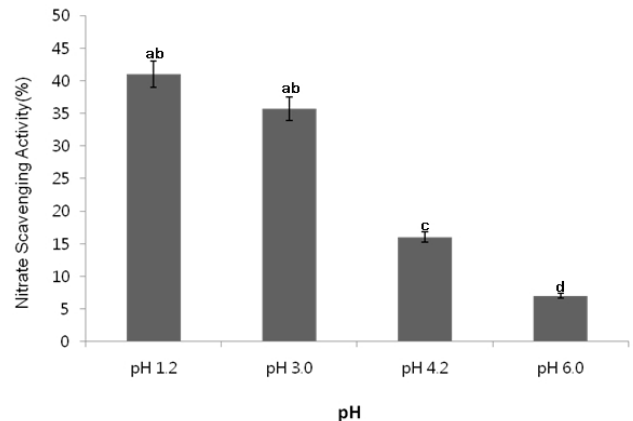
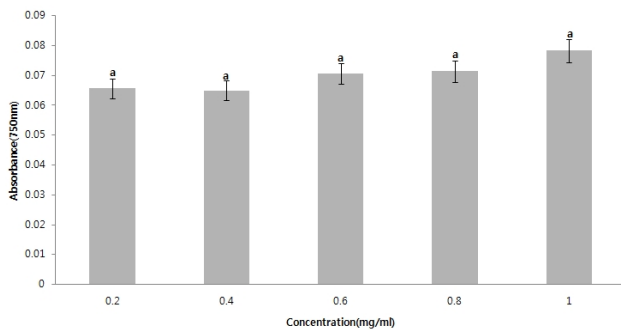


Fig. 2. Nitrite scavenging activity in the 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.

16.0%, pH 6.0에서는 7.0%로 나타나, 강한 산성에서는 일정 활성을 나타내었으나, pH 3.0 이후 pH 증가에 따라 소거율이 크게 감소하는 경향을 보였다. 항균 및 항암 효과가 있다고 알려진 솔잎 추출물 연구(Park 등 2002)에서 보고된 77.85%나 썩 추출물 연구(Kim 등 2003)의 37% 아질산염 소거능에는 미치지 못하는 수치로, 높은 효과를 얻기 위해서는 시료로부터의 활성물질 분리·동정 연구가 병행되어야 할 것으로 사료된다.

### 10. 환원력 측정

항산화 작용의 여러 가지 기작 중에서 활성 산소종 및 유리기에 전자를 공여하는 능력이 환원력이므로, 이를 측정하여 항산화 활성을 검정하는 수단으로 이용할 수 있으며, 환원력이 강할수록 녹색에 가까게 발색되므로 항산화 활성이 큰 물질일수록 높은 흡광도 값을 나타낸다(Osawa T 1994). 그리하여 산삼 배양근 추출물의 환원력을 조사한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 산삼 배양근 추출물은 농도가 증가함에 따라 비례적인 증가를 나타내었으며, 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 0.08로 가장 높



**Fig. 3. Reducing power of the 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.**

은 환원력을 나타내었다. Phenol성 물질은 항산화능을 포함한 다양한 생리적 효능을 나타내며, 이는 주로 환원력에 의한 효과라고 보고(Osawa T 1994)하여 본 연구의 산삼 배양근에 탄을 추출물이 환원력을 나타내는 것은 이들의 항산화력에 의한 결과라 사료된다.

## 요 약

산삼 배양근 기능성 식품 및 화장품 소재로서의 이용 가능성을 조사하기 위해 산삼 배양근 70% 에탄올 추출물의 영양 성분 및 항산화 활성(총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 전자공여능, 아질산염소거능, 환원력) 등을 측정하였다. 식품영양학적 접근에서의 산삼 배양근의 일반성분은 건량 기준으로 당질 61.72%, 조단백질 17.36%, 조지방 0.23% 및 조회분 10.90%이었고, 산삼 배양근 100 g의 함유 열량은 323.97 kcal로 분석되었다. 또한, 총 18종의 아미노산으로 구성되었으며, 함량은 16.15 g이었고, 무기질 중 칼륨의 함유량이 가장 높았으며, 그 다음이 인, 칼슘, 마그네슘 순으로 나타나 알칼리성 재료임을 알 수 있었으며, 지방산 함량의 경우 총 포화 지방산 0.26 g, 불포화지방산 0.62 g으로 구성되어 있었다. 조 사포닌의 함량은 25.87 mg/g으로 분석되었다. 총 페놀 함량은 11.2 mg/g, 총 플라보노이드 함량은 4.2 mg/g으로 나타났으며, 전자공여능은 24.7~31.6%의 범위로 활성을 나타내었다. 아질산염소거능은 모든 pH 조건하에서 pH가 증가할수록 감소하였다. 환원력의 경우에는 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 0.06의 값으로 가장 높은 활성을 보였다. 이상의 결과로부터 산삼 배양근 70% 에탄올 추출물은 항산화능이 있음을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 한국식품연구원 한방식품개발용역사업 및 농촌진흥청의 연구비 지원(과제번호, PJ008234)으로 수행된 연구

결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- A.O.A.C. 1990a. Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p 788
- Choi KS, Lee HY. 1999. Characteristics of useful components in the leaves of Baechohyang (*Agastache rugosa* O. Kuntze). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25:326-322
- Doh ES, Chang JP, Lee KH, Seong NS. 2010. Gensenoside change and antioxidation activity of fermented ginseng. *Korean J Med Crop Sci* 18:255-265
- Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed andise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377
- Gray JI, Dugan LR Jr. 1975. Inhibition of n-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40:981-984
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *JAOCS* 58:966-967
- Halliwell B. 2006. Reactive oxygen species and the central nervous system. *J Neurochem* 59:1609-1623
- Han JY, Chung KH, Ryu GH. 2008. Comparison of physicochemical properties and release characteristics of extruded tissue cultured mounrain ginseng. *J Korean Sci Food Sci Nutr* 3:1018-1024
- Hong TG, Lee YR, Hyun CN, Yim MH. 2004. Physiological functionality and nitrite scavenging ability of fermentation extracts from pine needles. *Korean J Food Preser* 11:94-99
- Hwang WI, SK Oh. 1984. A study on the anticancer activities of lipid soluble ginseng extract and ginseng saponin derivatives against some cancer cells. *Korean J Ginseng Sci* 8:153-166
- Kim JH, Kim JK, Kang WW, Ha YS, Choi SW, Moon KD. 2003. Chemical composition and DPPH radical scavenger activity in different sections of safflower. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:733-738
- Kim KT, Yoo KM, Lee JW, Eom SH, Hwang IK, Lee CY. 2007. Protective effect of steamed American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) in V79-4 cells induced by oxidative stress. *J Ethnopharmacol* 111:443-450
- Lee HH, Lee SY. 2008. Cytotoxic and antioxidant effects of *Taraxacum coreanum* Nakai and *T. officinale* Web. extracts.

- Korean J Medicinal Crop Sci* 16:79-85
- Lee SE, Lee SW, Bang JK, Yu YJ, Seong NS. 2004. Antioxidant activities of leaf, stem and root of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J Med Crop Sci* 12:237-242
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 34:233-240
- Lee TK, Johnke RK, Allison RR, O'Brien KF, Dobbs LJ. 2005. Radioprotective potential of ginseng. *Mutagenesis* 20:237-243
- Metcalf LD, Schumits AA, Pelka JR. 1996. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 38:514-522
- Middleton EJ, Kandaswami C. 1994. Potential health promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48:115-119
- Moreno MIN, Isla MIN, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J Ethnopharmacology* 71:109-114
- Osawa T. 1994. Novel natural antioxidant for utilization in food and biological system. In postharvest Biochemistry of Plant Food Material in the Tropics. Uritani I, GarciaVV, Mendoza EM, eds. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan. pp. 241-251
- Osborne DT, Voogt P. 1981. The analysis of nutrients in foods. In: Food Science and Technology. Stewart GF, Mark EM, Chichester CO, Scott JK, Hawthorn J, Von Sydow E (eds). Academic Press, London, UK. pp. 169-169
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J Nutr* 44:307-315
- Park CS, Kwon CJ, Choi MA, Park GS, Choi KH. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activities of mugwort and pine needle extracts. *Korean J Food Preser* 9:248-253
- Park JC, Cha JY, Lee CH, Doh ES, Kang IH, Cho YS. 2009. Biological activities and chemical characteristics of *Monascus* fermented Korean red ginseng. *J Life Sci* 19:1553-1561
- Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM. 1981. Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by HPLC. *J Agric Food Chem* 29:4-7
- Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M, Ochi H. 1996. Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J Agric Food Chem* 44:37-41
- Son SH, Choi SM, Hyung SJ, Yun S, Choi MS, Shin EM, Hong YP. 1999. Induction and culture of mountain ginseng adventitious roots and AFLP analysis for identifying mountain ginseng. *Biotechnol Bioprocess Eng* 4:119-123
- Song SW, Yang DC, Choung SY. 2005. Acute oral toxicity of adventitious roots extract derived from wild ginseng in beagle dogs. *J Toxicol Pub Health* 21:51-55
- Yu KW. 2000. Production of the useful metabolites through bioreactor culture of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer), Major in Hort. Sci. Depart. Hort. Grad. School, Chungbuk National University
- Zhang S, Chen R, Wang C. 2006. Ginsenoside extraction from *Panax quinquefolium* L. (American ginseng) root by using ultrahigh pressure. *J Pharmaceut Biomed Anal* 41:57-63

접 수 : 2012년 9월 10일  
 최종수정 : 2012년 10월 9일  
 채 택 : 2012년 10월 11일