

산삼배양근 추출물의 항산화 특성

김재원¹ · 이신호¹ · 노홍균¹ · 홍주현¹ · 윤광섭^{1†}

¹대구가톨릭대학교 식품가공학전공

Antioxidant Properties of Cultured Wild Ginseng Roots Extracts

Jae-Won Kim¹, Shin-Ho Lee¹, Hong-Kyoon No¹, Joo-Heon Hong¹
and Kwang-Sup Youn^{1†}

¹Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

Abstract

We obtained hot-water extracts (HWE) and 70% (v/v) ethanol extracts (EE) from cultured wild ginseng roots (CWGR) and determined the saponin and total polyphenol contents, and antioxidant activities. The yields of freeze-dried powder from the HWE and EE were 27.86% and 18.33% (both w/w), respectively. The total polyphenol content of the EE (22.63 mg/g) was higher than that of the HWE (17.90 mg/g). Ginsenoside-Rb₁ and -Rg₁ contents of hot-air-dried CWGR were 17.90 mg/g and 22.63 mg/g, respectively. The electron-donating ability of HWE and EE were 2.82 - 60.58% and 3.88 - 70.88%, respectively, and the reducing powers (OD₇₀₀) were 0.02 - 0.17 and 0.07 - 1.90, respectively, at concentrations of 1 - 20 mg/mL. Thus, the HWE reducing power was markedly lower than that of the EE, but the SOD-like activity of the EE was significantly higher than that of the HWE. The nitrite-scavenging activities of HWE and EE were 9.25 - 19.18% and 11.94 - 53.49%, respectively, at concentrations of 1 - 20 mg/mL. Additionally, the TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances, % value) of the EE (1 - 20 mg/mL) was 9.18 - 66.59%, thus 1.9 - 2.8-fold greater than that of the HWE (4.74 - 24.88%). In conclusion, we provide experimental evidence that extracts of CWGR may be natural antioxidants.

Key words : cultured wild ginseng roots, polyphenol, antioxidant activity, ginsenoside

서 론

경제성장과 생활의 서구화로 비만, 당뇨, 고혈압, 고콜레스테롤증, 암 등 다양한 생활습관병이 크게 증가하고 있으며 이들 질환은 free radical과의 관련성이 대두되고 있다. Free radical은 생체막에 존재하는 불포화 지방산을 산화시켜 세포의 불활성화를 일으키는 작용을 통하여 노화 및 각종 질병발생에 기여하는 것으로 알려져 있다(1). 따라서 이들에 의한 산화작용으로부터 생체를 보호하고 노화를 예방하기 위하여 항산화 방어계를 강화시키는 생리활성물질의 개발이 요구되고 있다.

산삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오가피 나무과(Araliaceae)에 속하는 음식성 식물로서 동양의학에서 오랜

기간 사용되어 온 약재이다. 인삼의 대표적 약효 성분인 사포닌은 항암, 면역증강, 혈압강하, 혈당강하, 항염증 및 항산화 효과 등 매우 다양한 효과를 가지는 것으로 알려져 있다(2). 그러나 인삼은 다년생식물로서 그 세대기간이 4~6년으로 연작이 불가능하고 재배가능 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 대량생산하고 있으며, 인삼의 부정근 배양기술을 이용한 ginsenoside의 생산은 세포배양과 모상근 배양에 비하여 유전적 안전성과 높은 생산성을 가지고 있어(3) 기능성식품 및 생리활성제품 개발에 관심이 높아지고 있다.

산삼 배양근은 천연 야생산삼으로부터 조직을 분리하여 세포벽(cellus)와 부정근을 단계별로 유도하고, 이들 뿌리

[†]Corresponding author. E-mail : ksyoun@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3209, Fax : 82-53-850-3209

중에서 건실한 것을 선별한 후, 생물반응기를 이용하여 45-60일 가량 배양하여 생산되고 있다. 이렇게 생산된 산삼 배양근은 야생 산삼과 매우 유사한 성분을 함유하고 대체로 인삼보다 사포닌 함량이 높고 인삼에서는 볼 수 없는 다양한 약리성분을 함유하고 있다(4). 또, 면역활성 증강 및 콜레스테롤 저하 효과(5) 등이 보고된바 있으나 조직배양기술 및 성분 분석에 관한 연구들이 대부분이며 산삼배양근의 항산화 특성에 관한 연구는 미미한 실정이다.

산삼배양근을 식품가공의 소재로 활용한다면 산삼의 약리적 효과가 배가된 건강기능성식품의 생산이 가능하며, 소비자들이 원하는 기능성의 가공식품 개발로 식품산업의 경쟁력을 향상 시킬 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 산삼배양근을 식품소재 개발의 활용도를 검토하고 기초 자료를 제공하고자 열수 및 70% 에탄올 추출물에 대한 항산화 활성을 측정하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에서 사용된 산삼 배양근은 경북 영천 Sein Biofood & Beverage에서 제공 받은 것을 사용하였다. 항산화 효과를 측정하기 위해 사용한 시약으로 saponin, Folin-Ciocalteu reagent, gallic acid, rutin hydrate, 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl, pyrogallol, trichloroacetic acid 및 dibutyl hydroxy toluene은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, Mo, USA)에서 구입을 하였으며, n-butanol, sodium carbonate, sodium nitrite, aluminium chloride, potassium ferricyanide, sulfanilic acid 및 naphthylamine은 Junsei Co.(Tokyo, Japan)의 1급 및 특급시약을 사용하였다.

추출물의 제조

열풍건조한 산삼 배양근은 환류냉각관을 부착시킨 둥근 플라스크에 건체 당 8배에 해당하는 증류수와 70% 에탄올을 각각 넣고 80°C의 수욕상에서 4시간 동안 추출하였으며 이 과정을 3회 반복하였다. 추출물은 filter paper (Whatman No 2, Maidstone, England)로 여과한 다음, rotary vacuum evaporator (Model N-1N, Eyela Co., Tokyo, Japan)로 감압농축한 후에 동결건조(FD SFDSM12, Samwon, Korea)하여 분말로 제조하였다.

폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(6)의 방법에 따라 시액 100 μ L에 2% sodium carbonate 2 mL과 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μ L을 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid (Sigma-Aldrich Co., USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

사포닌 함량

열풍건조한 산삼배양근의 saponin 분석은 수포화 n-butanol 추출방법(7)을 사용하였다. 즉, 산삼배양근 추출물을 40°C에서 완전히 농축한 후 증류수 100 mL에 녹인 다음 ethyl ether를 가하여 지질 등을 제거 하고 수포화 n-butanol로 3회 추출하였다. 다음 butanol추출액을 증류수 30 mL로 2회 세척하고 감압농축하여 HPLC용 methanol에 용해한 후 0.45 μ m filter로 여과한 다음 15 μ L를 HPLC에 주입하여 분석하였다. Saponin 분석에 사용된 HPLC는 Water 2690 separation module (Millennium system, Milford, MA, USA)이었으며, column은 μ -Novapak C₁₈ (3.9 \times 150 mm, I.d., Waters, Milford, MA, USA), detector는 Water 996 photodiode array detector (203 nm)를 사용한다. 이동상으로는 A를 H₂O, B를 acetonitrile로 하여 처음에는 82:18, 10분에 77:23, 14분에 75:25, 18분에 69:31, 34분에 67:33, 38분에 62:38, 40분에 82:18의 비율로 하여 0.8 mL/min의 속도로 흘러주었다.

DPPH free radical에 의한 전자공여 활성

Blois(8)의 방법에 따라 시액 0.2 mL에 0.4 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl)용액 0.8 mL를 가하여 10분간 방치 한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 계산식, electron donating ability(%) = 100 - [(O.D. of sample/O.D. of control) \times 100]에 의하여 활성도를 산출하였다.

환원력(reducing power)

Saeedeh와 Asna(9)의 방법에 따라 시액 1 mL에 0.2 M phosphate buffer (pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 용액 2.5 mL를 가한 후 50°C에서 30분간 반응시켰다. 다음에 10% trichloroacetic acid (TCA) 용액 2.5 mL를 가한 후 1,650 \times g에서 10분간 원심분리 하였으며, 상정액 2.5 mL에 증류수 2.5 mL와 0.1% FeCl₃ 용액 0.5 mL를 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Superoxide dismutase (SOD) 유사활성

Marklund와 Marklund (10)의 방법에 따라 시액 200 μ L에 pH 8.5로 조정된 tris-HCl buffer 용액 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 200 μ L을 가하고 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, SOD-like activity(%) = 100 - [(O.D. of sample/O.D. of control) \times 100]에 의하여 활성을 산출하였다.

아질산염 소거능(nitrite scavenging activity)

Kato 등(11)의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 시액 1 mL를 가하고 0.1 N HCl과 0.2 M citrate buffer (pH

2.5)를 가하여 총 부피를 10 mL로 조정하였다. 다음에 37°C에서 1시간 반응시킨 후 1 mL를 취하여 2% 초산용액 3 mL와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent (1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1 : 1) 0.4 mL을 순차적으로 가한 후 실온에서 15분간 방치, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수를 사용하였으며 계산식, nitrite scavenging activity(%) = 100 - [(O.D. of sample/O.D. of control) × 100]에 의하여 산출하였다.

TBARS의 측정

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)는 Buege와 Aust(12)의 방법에 따라 측정하였다. Fish oil 0.5 mL를 함유하는 0.1 M maleic acid buffer (pH 6.5) 8 mL과 tween-20 50 µL을 혼합하여 제조한 fish oil emulsion 0.5 mL에 FeCl₂ 및 CuSO₄ · 5H₂O를 Fe²⁺ 및 Cu²⁺양으로 50 ppm이 되게 한 용액 0.1 mL 및 증류수 1 mL을 가하여 37°C에서 1시간동안 반응시킨 후 7.2% BHT (dibutyl hydroxy toluene) 50 µL을 가하여 반응을 정지시켰다. 다음에 35% TCA와 0.75% TBA 1 mL씩 가하여 100°C 수욕상에서 15분간 가열한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 하였으며 상정액의 흡광도를 531 nm에서 측정하였으며 계산식, TBARS(%) = 100 - [(O.D. of sample/O.D. of control) × 100]에 의하여 산출하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 version 12의 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 t-test를 행하였다.

결과 및 고찰

추출 수율 및 폴리페놀 함량

산삼배양근 열수 및 70% 에탄올 추출물을 동결건조 하였을 때의 수율과 총 폴리페놀 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 열수추출물의 수율은 건물당 27.86%이었으며, 70% 에탄올추출물은 18.33%이었다. 총 폴리페놀 함량은 열수 및 70% 에탄올 추출물에서 각각 17.90 mg/g 및 22.63 mg/g 이었다. Lee 등(13)은 국내 산지에서 채취한 인삼 뿌리의 총 폴리페놀 함량은 0.61~0.86 mg/g라 하였고 Park 등(14)은 백삼의 폴리페놀 함량은 4.46 mg/g라 보고 한 것과 비교해 볼 때 산삼배양근 추출물의 총 폴리페놀 함량은 인삼 및 약용식물보다 월등히 높은 함량을 나타내었다. Lee와 Hwang (15)은 추출온도에 따른 고형분의 수율은 증가한다고 하였으며, 추출용매의 종류에 따라서는 물보다 에탄올 추출물에서 항산화능이 높고, 추출용매의 양이 높을수록 수율이 우수하다고 하였다. 페놀성 화합물은 체내의 항

산화 체계와 함께 radical로부터 조직을 보호해 주는 역할을 하며 항콜레스테롤 작용, 정장작용, 항암 및 항산화 작용 등의 생리적 효과도 높아지는 것으로 알려져 있다(16). Sato 등(17)은 페놀성 화합물과 superoxide radical 소거능과의 관련성을 측정한 결과 양적 상관관계를 나타낸다고 보고한 바 있으며 따라서 산삼배양근 추출물이 산화방지제 및 기능성 식품소재로의 이용 가능성이 높다고 판단된다.

Table 1. Yields and total polyphenol content of water and 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots

Measurement	Water extracts	Ethanol extracts
Yields (g/100 g, dry basis)	27.86±1.47 ^{1)a}	18.33±1.21 ^b
Total polyphenol (mg/g, dry basis)	17.90±0.20 ^b	22.63±0.78 ^a

¹⁾Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure indicate significant differences (p<0.05).

사포닌 함량

열풍건조시킨 산삼배양근의 사포닌 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. Ginsenoside-Rb₁의 함량은 건물기준으로 1.45 mg/g 이었으며, ginsenoside-Rg₁의 함량은 0.96 mg/g 이었다. Jeong 등(18)은 각종 삼류에 대한 ginsenoside Rb₁ 및 ginsenoside Rg₁의 함량을 분석한 결과 산양삼은 1.18 mg/g 및 0.54 mg/g, 6년근 인삼은 1.39 mg/g 및 0.18 mg/g로 보고하였으며 이는 본 실험보다 낮은 함량을 나타내었다. 약리효능으로 Rb₁은 중추신경계 조절 및 진정작용을, Rg₁은 면역반응을 강화 시키는 것으로 보고되어져 있다(19).

Table 2. Saponin content of heated air drying from cultured wild ginseng roots

	Rb ₁	Rg ₁
Ginsenoside (mg/g, dry basis)	1.45±0.09 ^{1)a}	0.96±0.07 ^b

¹⁾Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure indicate significant differences (p<0.05).

DPPH free radical에 의한 전자공여능

산삼배양근 열수 및 70% 에탄올 추출물의 전자공여능을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 농도가 증가함에 따라 비례적인 증가를 나타내었으며 1~20 mg/mL의 농도에서의 전자공여능은 열수 및 70% 에탄올 추출물에서 각각 2.82~60.58% 및 3.88~70.88%로 70% 에탄올 추출물이 열수추출물에 비하여 0.38~47.29% 높은 활성을 나타내었다. Kim 등(20)은 2 mg/mL 농도에서 인삼 물 추출물에서의 전자공여능은 거의 없다고 보고한 반면 Doh 등(21)은 발효인삼 추출물별 전자공여능은 1 mg/mL 농도에서 33.98~48.68%의 활성을 나타낸다고 하여 재료 및 추출용매에 따른 차이를 나타내는 것으로 보인다.

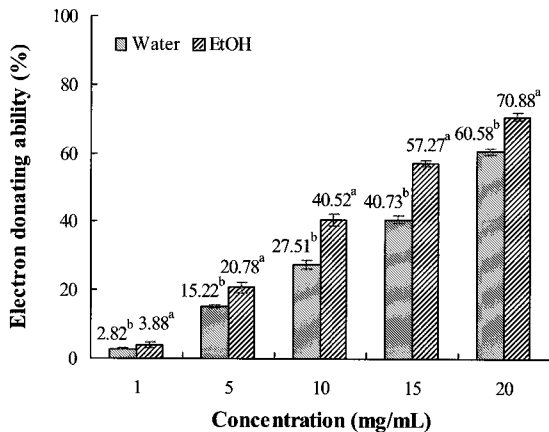


Fig. 1. Electron donating ability of water and 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.

Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure indicate significant differences ($p < 0.05$).

환원력의 변화

산삼배양근 열수 및 70% 에탄올 추출물의 환원력을 측정 한 결과는 Fig. 2와 같다. 물 추출물은 거의 환원력을 가지지 않거나 미미하였으나 70% 에탄올 추출물은 농도가 증가함에 따라 비례적인 증가를 나타내었다. 10~20 mg/mL 농도에서의 70% 에탄올 추출물은 1.21~1.90으로 물 추출물에 비하여 월등히 높은 흡광도를 나타내었다. Chang 등(22)은 각종 식물 및 약재의 열수 및 에탄올 추출물의 항산화력을 검색한 결과 에탄올 추출물이 물추출물에 비하여 높은 항산화 효과를 나타낸다고 하여 전반적으로 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. Osawa(23)는 phenol성 물질은 항산화능을 포함한 다양한 생리적 효능을 나타내며 이는 주로 환원력에 의한 효과라고 보고하여 본 연구의 산삼배양근 에탄올 추출물이 물추출물에 비하여 높은 환원력을 나타내는 것은 이들의 항산화력에 의한 결과라 사료된다.

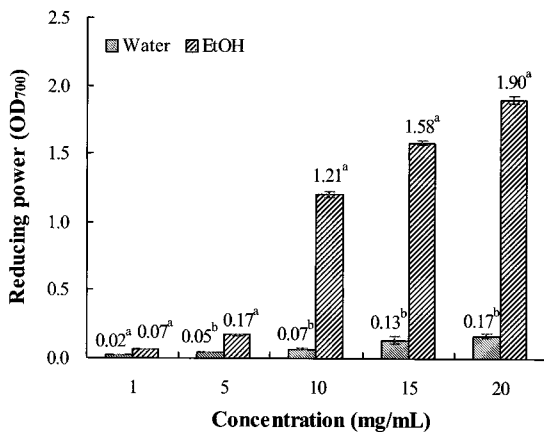


Fig. 2. Reducing power of water and 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.

Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure indicate significant differences ($p < 0.05$).

SOD 유사활성의 변화

SOD 유사물질은 phytochemicals에 속하는 저분자 물질로 SOD와 유사한 역할을 함으로서 superoxide의 산화반응을 억제하여 생체를 보호하는 역할을 한다. 따라서 SOD 유사활성을 갖는 물질은 체내에서 superoxide를 제거함으로써 노화억제와 함께 산화적 장애를 방어하는 것으로 알려져 있다(24). 산삼배양근 열수 및 70% 에탄올 추출물의 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 1~20 mg/mL 농도에서 물 추출물은 4.28~10.15%로 큰 차이는 없었으나 70% 에탄올 추출물에서는 6.26~21.33%로, 추출물의 농도가 증가함에 따라 SOD 유사활성도 증가하였다. 특히 15~20 mg/mL 농도에서 70% 에탄올 추출물이 물 추출물에 비하여 약 2.1배 이상의 높은 활성을 나타내었다. Kim 등(25)은 5 mg/mL 농도에서 각종 약용식물 물추출물의 SOD 유사활성은 백삼 7.9%, 갈근 12.4%, 당귀 11.6%의 활성을 나타낸다고 보고하여 본 연구와 비슷한 활성을 나타내었다.

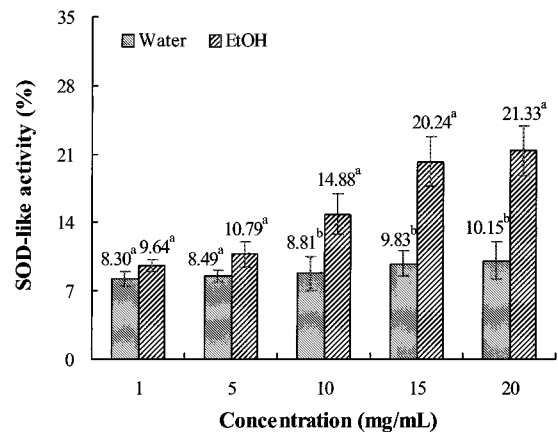


Fig. 3. SOD-like activity of water and 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.

Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure indicate significant differences ($p < 0.05$).

아질산염 소거능의 변화

아질산염은 수산물이나 식품제품에 첨가하여 독소 생성 억제와 발색, 산패방지제로 널리 이용되지만 그자체가 독성을 나타내어 과량 섭취시 혈액중의 hemoglobin이 산화되어 methemoglobin을 형성하여 각종 중독을 일으키는 것으로 알려져 있으며, 아민류와 아질산염이 반응하면 발암물질인 nitrosamine을 생성하므로 아질산염 소거능은 항암작용을 간접적으로 알 수 있는 지표로 활용된다(26). 산삼배양근 열수 및 70% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 1 mg/mL의 농도서는 열수 및 70% 에탄올 추출물이 각각 9.25% 및 11.94%를 나타내어 유사하였다. 반면 20 mg/mL의 농도에서는 각각 19.18% 및 53.49%로 70% 에탄올 추출물이 물 추출물에 비하여 2.7배 높은 활성을 나타내었다.

요 약

산삼배양근을 식품소재 첨가물로의 이용성을 알아보고자 열수 및 70% 에탄올 추출물에 대한 항산화 활성을 측정하였다. 열수추출물의 수율은 건물당 27.86%이었으며, 70% 에탄올추출물은 18.33%이었다. 총 폴리페놀 함량은 열수 및 70% 에탄올 추출물에서 각각 17.90 mg/g 및 22.63 mg/g 이었다. Ginsenoside Rb1 및 Rg1의 함량은 각각 1.45 mg/g 및 0.96 mg/g 이었다. 1~20 mg/mL 농도에서 물추출물 및 70% 에탄올 추출물의 전자공여능은 각각 2.82~60.58% 및 3.88~70.88% 이었으며, 환원력에서는 70% 에탄올 추출물이 0.07~1.90이었고 물 추출물은 대체적으로 낮았다. SOD 유사활성은 물 추출물은 큰 차이가 없었으나 70% 에탄올 추출물에서는 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 아질산염 소거능은 SOD 유사활성의 결과와 유사하였다. 지질산패 억제능은 70% 에탄올 추출물은 9.18~66.59%로 물 추출물의 4.74~24.88%에 비하여 1.9~2.8 배 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때 산삼배양근 추출물은 70% 에탄올 추출물의 항산화성이 우수하여 산화방지제 및 기능성 증진용 소재 활용에 효과가 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 대구가톨릭대학교 특성화사업 지원에 의한 것으로 감사드립니다.

참고문헌

- Halliwell B. (2006) Reactive oxygen species and the central nervous system. *J. Neurochem.*, 59, 1609-1623
- 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
- Song SW, Yang DC, Chung SY. (2005) Acute oral toxicity of adventitious roots extract derived from wild ginseng in beagle dogs. *J. Toxicol. Pub. Health*, 21, 51-55
- 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
- Lee TK, Johnke RK, Allison RR, O'Brien KF, Dobbs LJ. (2005) Radioprotective potential of ginseng. *Mutagenesis*.

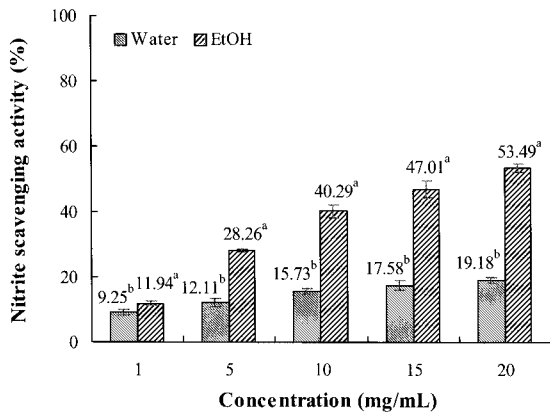


Fig. 4. Nitrite scavenging activity of water and 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.

Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure indicate significant differences ($p < 0.05$).

지질산패 억제능의 변화

TBARS는 지질과산화물의 분해로 생성된 aldehyde의 생성 정도를 나타내는 지표로 수치가 높을수록 지질과산화물의 생성정도가 높음을 의미한다(22). 산삼배양근 열수 및 70% 에탄올 추출물의 지질산패 억제능을 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 농도가 증가함에 따라 지질산패는 함량 의존적으로 억제되었으며 70% 에탄올 추출물에서 억제능이 높게 나타났다. 1~20 mg/mL 농도에서의 70% 에탄올 추출물은 9.18~66.59%로 물 추출물의 4.74~24.88%에 비하여 1.9~2.8배 높은 활성을 나타내었다. Jang 등(18)은 발효산삼 배양액 부산물 급여 식이가 세포막의 지질 과산화물 생성을 감소시킨다고 보고하였다. Torel 등(27)은 폴리페놀성 화합물이 lipid peroxy radical 소거능과의 양적 상관관계를 나타낸다고 하였으며 특히 지질산화 초기단계에서 radical을 저해할 수 있다고 보고하였다. 따라서 산삼배양근 추출물에서도 이러한 생리활성을 기대할 수 있을 것으로 사료되며 지질의 산화를 억제하는 기능과 동시에 식품의 보존성 증진에 효과가 있을 것으로 사료된다.

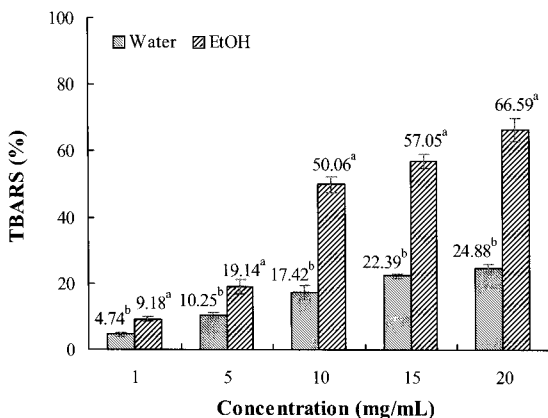


Fig. 5. Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) of water and 70% ethanol extracts from cultured wild ginseng roots.

Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure indicate significant differences ($p < 0.05$).

- 20, 237-243
6. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3010-3014
 7. 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.
 8. Blois MS. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1200
 9. Saeedeh AD, Asna U. (2007) Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chem.*, 102, 1233-1240
 10. Marklund S, Marklund G. (1974) Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biol. Chem.*, 47, 468-474
 11. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.*, 51, 1333-1338
 12. Buege JA, Aust SD. (1978) Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.*, 52, 302-310
 13. 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
 14. 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
 15. Lee BY, Hwang JB. (2000) Physicochemical characteristics of *Agastache rugosa* O. Kuntze extracts by extraction conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 1-8
 16. Lee SO, Lee HI, 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.*, 37, 233-240
 17. 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
 18. Jang HD, Kim HJ, Min BJ, Cho JH, Chen YG, Yoo JS, Lee JJ, Han MH. (2007) Effects of fermented wild ginseng culture by products on growth performance, blood characteristics, meat quality and ginsenoside concentration of meat in finishing pigs. *J. Anim. Sci. Technol.*, 49, 329-340
 19. Anoja S, Attele AW, Yuan CS. (1999) Ginseng pharmacology. *Biochem. Pharmacol.*, 58, 1685-1693
 20. 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
 21. Doh ES, Chang JP, Lee KH, Seong NS. (2010) Ginsenoside change and antioxidation activity of fermented ginseng. *Korean J. Med. Crop Sci.*, 18, 255-265
 22. Chung JH, Ho JS, Moon CK. (1990) Direct interaction of streptozotocin with TBA(thiobarbituric acid) in lipid peroxidation analysis. *Korean J. Food Hyg.*, 5, 237-242
 23. 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, Garcia VV, Mendoza EM, eds. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan. p. 241-251
 24. Kitani K, Minami C, Amamoto T, Kanai S, Ivy GO, Carrillo MC. (2002) Pharmacological interventions in aging and age-associated disorders: potentials of propargylamines for human use. *Ann. NY Acad. Sci.*, 959, 295-307
 25. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. (2004) Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36, 333-338
 26. Na GM, Han HS, Ye SH, Kim HK (2004) Physiological activity of medicinal plant extracts. *Korean J. Food Preserv.*, 11, 388-393
 27. Torel J, Gillard J, Gillard P. (1986) Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochem.*, 25, 383-385

(접수 2010년 7월 12일, 수정 2010년 10월 26일, 채택 2010년 10월 29일)