

다양한 용매에 의해 추출된 오미자의 항산화능과 항유전독성 효과

김민정 · 박은주[†]

경남대학교 식품영양학과

Antioxidative and Antigenotoxic Effect of *Omija* (*Schizandra chinensis* B.) Extracted with Various Solvents

Min-Jung Kim and Eunju Park[†]

Dept. of Food and Nutrition, Kyungnam University, Gyeongsang 631-701, Korea

Abstract

The purpose of this study was to evaluate antioxidant and antigenotoxic effects of *Omija* (*Schizandra chinensis* B.) extracted with various solvents (acetone, ethanol, and methanol). The total polyphenol content (TPC) of methanol extract (ME), ethanol extract (EE) and acetone extract (AE) from *Omija* were 1183.3, 1009.4, and 747.3 mg/100 g (garlic acid equivalents: GAE), respectively. Antioxidant effects of the *Omija* extracts was measured by DPPH radical-scavenging activity (RSA) and superoxide dismutase (SOD)-like activity. The IC₅₀ for DPPH RSA was in the order of EE (1411.1 µg/mL)=AE (1462.0 µg/mL)>ME (1585.0 µg/mL). The IC₅₀ for SOD-like activities was the highest in ME (905.7 µg/mL)=EE (970.3 µg/mL)>AE (1579.4 µg/mL). The anti-genotoxic effect of *Omija* on DNA damage induced by H₂O₂ in human leukocytes was evaluated by comet assay. H₂O₂ induced DNA damage was effectively protected by all of the *Omija* extracts. Aetone extract of *Omija* showed the highest antigenotoxic effect (IC₅₀ value of AE is 14.6 µg/mL) followed by EE, and ME (21.4 and 34.4 µg/mL), respectively. As a result, we propose that *Omija* (*Schizandra chinensis* B.) can serve as a new natural source enriched with potent antioxidant and antigenotoxic agents.

Key words: *Omija* (*Schizandra chinensis* B.), antioxidant, antigenotoxic

서 론

인간을 비롯한 모든 호기성 생물체들은 공기 중의 산소를 이용하여 생명유지에 필요한 에너지를 생성한다(1). 이러한 생체 내의 대사과정에서 발생하는 산화적 대사 부산물인 활성산소에 의한 산화 스트레스는 노화 및 다양한 퇴행성 질환과 관계가 있는 것으로 알려져 있다(2,3). 이러한 생체 내의 활성산소는 DNA를 분절시킴으로 DNA의 유전정보에 손상을 주어 유전독성의 원인이 되며 생체 기능을 저하시킨다(4). DNA의 유전정보는 정확히 복제되어야 하므로 활성산소에 의한 DNA 손상을 억제하는 여러 물질들은 생체 내의 완전한 DNA복제에 필수적이다. 인체에 존재하는 superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase 등 항산화 효소는 세포 활동 중 생성되는 활성산소의 유리기를 제거함으로써 산화-항산화 균형을 유지하여 산화적 스트레스로부터 인체를 보호하고 있다(5). 그러나 현대인은 흡연, 각종 환경오염물질, 알코올, 약물, 방사선, 격렬한 운동 등 물리, 화학적 요인들에 의해 발생하는 체내 활성 산소종의 생성과다로 산화적 스트레스에 시달리고 있다(6,7). 현대 사

회는 국민소득의 증가와 경제성장으로 건강한 삶과 장수에 대한 요구가 날로 높아짐에 따라 천연물 소재의 항산화제에 대한 연구가 수행되고 있으며, 최근에는 식물에서 유래한 항산화물질에 대한 관심이 집중되고 있는 추세이다. 이러한 식물 소재 항산화물질은 활성산소의 연쇄 반응을 저해하여 각종 질병으로부터 인체를 보호할 뿐만 아니라 식품의 저장 수명도 연장시킨다(8).

오미자(*Schizandra chinensis* B.)는 목련과에 속하는 상록성 덩굴식물로 품종과 재배환경에 따라 다소 차이가 있지만 단맛, 신맛, 쓴맛, 매운맛, 짠맛의 다섯 가지 맛을 내며 안토시아닌에 의해 선명한 붉은색을 나타내는 것이 특징이다(9,10). 오미자의 붉은색은 떡, 녹말다식, 녹말편 등의 음식에 천연의 붉은색을 내는데 사용하며(11), 각종 음료, 차, 엑기스, 주류 등 가공식품으로 이용되고 있다. 오미자는 주성분이 lignan 화합물이며 palmitic acid와 stearic acid 등의 지방산과 유기산 등을 함유하고 있다(12). 오미자는 예로부터 한방에서 진정, 진해, 해열제 등으로 이용되었으며, 알코올 해독, 혈당 강하, 콜레스테롤 저하, 면역 조절, 항암 및 항종양 등 다양한 생리활성을 가지는 것으로 보고되고 있다(13,14).

[†]Corresponding author. E-mail: pej@kyungnam.ac.kr
Phone: 82-55-249-2218, Fax: 82-0505-999-2139

오미자에 관한 연구로는 Kim 등(15)이 오미자의 일반성분, 유기산, 색소 등에 대하여 보고하였고, Yang 등(16)은 anthocyanin 색도 안정성에 대하여 보고하였다. 또한 Lee (17)는 오미자 부위별 유리당, 지질 및 비휘발성 유기산 조성 에 대한 연구를 보고하였다. 한편, 오미자의 약리학적 작용에 관한 연구로는 Lee와 Lee(18)가 알코올 해독작용, Sheo 등(19)은 혈당 강하 작용에 대하여 보고한 바 있다. 이외에도 Kim과 Choi(20)의 오미자의 이화학적 특성 및 항산화 활성, Jeon 등(21)의 오미자 에탄올 추출물의 항돌연변이 활성 분석 등이 진행되었으며, 오미자에서 분리된 lignan으로서 di-benzocyclooctadiene 유도체인 Schisandrin B(Sch B)의 쥐에서 대뇌 허혈/재관류 손상에 대한 보호 효과 연구(22)와 Gentamicin에 의해 유도된 쥐의 신독성에 대한 Schisandrin B(Sch B)의 보호 효과 연구(23) 등이 보고되었다. 다양한 유기용매에 의해 추출된 오미자의 항산화 활성에 관한 연구로는 methanol, ethanol, butanol, ethyl acetate, petroleum ether를 이용한 Jang 등(24)의 오미자 추출물의 항산화 효과가 보고되었다. 이상과 같이 오미자의 일반성분, 생리활성 및 항산화 활성에 대한 연구는 다양하게 보고되고 있으나 인체세포를 이용한 DNA 손상억제 효과, 즉 항유전독성 효과에 관한 연구는 아직 보고되고 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다양한 용매에서 추출한 오미자 추출액의 항산화 활성과 comet assay를 통한 항 유전 독성 활성을 측정하여 천연 생리활성 물질로서의 활용 가능성과 오미자를 이용한 기능성식품을 개발하기 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 오미자는 경북 상주에서 재배한 것을 마산 어시장 한약재 판매점에서 구입하여 사용하였고, 항산화력 측정에 사용된 Folin-Ciocalteu 시약은 Wako Pure Chemical Industries, Ltd.(Osaka, Japan)에서 구입하였고, 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl(DPPH), gallic acid, pyrogallol은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. Trizma hydrochloride(Tris-HCl), ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt dihydrate(EDTA), dimethyl sulfoxide(DMSO) 등을 비롯한 기타 시약 및 용매는 모두 일급 이상의 등급을 사용하였다.

시료의 추출

오미자 5 g에 100 mL의 용매(메탄올, 에탄올, 아세톤)를 각각 가하여 상온에서 3일 동안 추출하였다. 각각의 추출물은 여과지(Whatman No. 1)로 감압여과한 후, 이것을 회전 진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 37°C에서 농축하였다. 각 농축물은 50 mg/mL의 농도로 DMSO에 녹여 4°C에서 보관하면서 적당한 농도로

희석해서 실험에 사용하였다.

총 페놀 함량

총 페놀 함량은 분석방법으로 널리 사용되고 있는 Folin-Denis 방법(25)으로 측정하였다. 즉, 시료 1 mL를 취하여 D.W 1 mL를 가하여 희석하고 1 N Folin-Ciocalteu 시약 2 mL를 가하여 실온에서 3분간 방치한 후, 10% Na₂CO₃용액 2 mL를 가하여 이 혼합액을 1시간 동안 상온에서 방치하였다. 이 혼합물에서 200 µL를 취하여 분광광도계(UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로 mg/100 g gallic acid equivalents(GAE) 단위로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Mensor 등(26)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 80 µL의 0.2 mM DPPH 에탄올 용액을 농도별 시료 20 µL에 가한 후 10초 동안 잘 혼합해 주고 상온에서 10분간 반응시켜 분광광도계(UV-1601, Shimadzu)를 사용하여 492 nm에서 흡광도를 측정하였다. 무처리구에는 20 µL의 DMSO로 처리하여 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 DPPH radical 소거능은 아래의 식에 의해 계산하여 나타내었으며, 각 용매별로 DPPH radical을 50% 저해하는 농도인 IC₅₀을 구하였다. 대조구로 ascorbic acid의 활성을 측정하여 IC₅₀값을 제시하였다.

Radical scavenging activity (RSA, %)=(1 - A/B) × 100

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 무처리구의 흡광도

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund의 방법(27)을 변형하여 측정하였다. 즉, 농도별 시료 50 µL에 50 µL Tris-HCl buffer(pH8.5)와 7.2 mM pyrogallol 50 µL을 가하여 25°C에서 45분간 반응시킨 후, 분광광도계(UV-1601, Shimadzu)를 사용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 무처리구에는 50 µL의 DMSO로 처리하여 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 SOD 유사활성은 아래의 식에 의해 계산하여 나타내었으며, 각 용매별로 pyrogallol을 50% 저해하는 농도인 IC₅₀을 구하였다. 대조구로 ascorbic acid의 활성을 측정하여 IC₅₀값을 제시하였다.

SOD-like activity (%)=(1 - A/B) × 100

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 무처리구의 흡광도

혈액 내 백혈구 세포 분리

건강한 성인남성으로부터 채혈한 신선한 전혈을 Histo-paque 1077을 이용해 백혈구만을 분리해 낸 후 본 실험에 사용하였다.

시료의 처리 및 산화적 스트레스 유발

분리해 놓은 백혈구에 DMSO로 희석한 각 추출물을 1,

5, 10, 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도로 처리하여 37°C에서 30분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후 백혈구를 PBS(phosphate buffered saline)로 세척한 후 인위적으로 산화적 스트레스를 유발하기 위하여 200 μM 의 H_2O_2 를 백혈구에 처리하여 4°C에 5분간 반응시킨 다음 다시 PBS로 세척하였다. Positive control을 위해 오미자 시료 대신 용매인 DMSO를 처리한 후 200 μM H_2O_2 를 처리하였고, negative control인 용매(DMSO) 처리 세포에는 H_2O_2 를 처리하지 않았다. 이때 ascorbic acid의 활성을 측정하여 IC_{50} 값을 제시하였다.

DNA 손상 측정(Comet assay)

반응을 끝낸 백혈구를 75 μL 의 0.7% low melting agarose gel(LMA)과 섞은 후, 1.0% normal melting agarose(NMA)가 precoating된 normal slide 위로 cell suspension과 low melting agarose(LMA)의 현탁액이 골고루 분산되게 한 후 cover glass로 덮어 4°C 냉장고에 보관하였다. Gel이 굳으면 cover glass를 벗기고 그 위에 다시 0.7% LMA 용액 75 μL 로 중층하였다. 미리 준비해 둔 차가운 alkali lysis buffer(2.5 M NaCl, 100 mM Na_2EDTA , 10 mM Tris)에 사용 직전에 1% Triton X-100을 섞은 후 slide를 담가 저온 암실에 1시간 동안 침지시켜 DNA의 double strand를 풀어주었다. Lysis가 끝난 후, slide를 electrophoresis tank에 배열하고 4°C의 차가운 전기영동 buffer(300 mM NaOH, 10 mM Na_2EDTA , $\text{pH}>13$)를 채워 20분 동안 unwinding 시켜 DNA의 alkali labile sites가 드러나게 한 후 25 V/300 \pm 3 mA의 전압을 걸어 20분간 전기영동을 실시하였다. 빛에 의해 DNA가 부가적으로 손상되는 것을 방지하기 위해 위의 과정은 전기영동 tank를 어두운 천으로 덮은 채 실시하였다. 전기영동이 끝난 후 0.4 M Tris buffer(pH 7.4)에 10분씩 담가 세척하는 과정을 3회 반복하여 slide를 건조시켰다. 20 $\mu\text{L}/\text{mL}$ 농도의 ethidium bromide로 핵을 염색하여 cover glass로 덮은 뒤 형광현미경(Leica, Wetzlar, Germany) 상에서 관찰하였다. CCD camera(Nikon, Tokyo, Japan)를 통해 보내진 각각의 세포핵 image는 Komet 5.0 comet image analyzing system(Kinetic Imaging, Liverpool, UK)이 설치된 컴퓨터상에서 분석하였다. 백혈구의 hydrogen peroxide에 의한 DNA 손상 및 각 추출물에 의한 손상억제 정도는 핵으로부터 이동해서 꼬리 부분으로 떨어져 나간 꼬리 부분 내 DNA %함량(% Tail DNA)을 측정하여 나타내었다. 각각의 처리구에서 2개의 slide를 만들어 각각 100개 세포의 DNA 손상 정도를 측정하고 각 처리구는 최소 3회 반복 실험하였다.

통계처리

모든 데이터의 통계처리는 각 항목에 따라 SPSS/Windows 12.0을 이용하여 분석하였고 평균과 표준오차를 구하여 신뢰수준 95%($p<0.05$)에서 평균값들에 대해 유의성을 검증하였다. 각 항목은 one-way 분산분석(ANOVA)을 시행하여 F값을 구하고 Duncan's multiple range test를 이

용하여 각 구간의 유의성 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

총 페놀 함량

다양한 용매를 이용하여 추출한 오미자 추출물들의 총 페놀 함량을 측정한 결과는 다음과 같다. 메탄올 추출물의 총 페놀 함량이 1183.3 \pm 5.1 mg/100 g GAE로 에탄올(1009.4 \pm 5.8 mg/100 g GAE)과 아세톤(747.3 \pm 5.4 mg/100 g GAE) 추출물에 비해 유의적으로 높았다. 오미자 에탄올 추출물의 총 페놀 함량은 1009.4 mg/100 g GAE로 Jeon 등(21)에 의해 보고된 953 mg/100 g과 비슷한 결과를 보여 주었다. Cho 등(29)의 연구에서 60% 에탄올로 추출한 오미자 추출물은 640 mg/100 g의 총 페놀 함량을 나타낸 것과 Kim 등(30)의 연구에서 60% 에탄올로 60°C에서 추출한 오미자 추출물은 530 mg/100 g의 총 페놀 함량을 나타낸 것에 비해 본 연구의 에탄올 추출물이 더 높은 총 페놀 함량을 보였다. 이는 오미자의 산지와 재배 조건, 추출용매인 에탄올의 농도 차이와 추출방법에 기인한 것으로 사료된다. 오미자 추출물에서 높은 함량을 나타낸 페놀 화합물은 다양한 식물들에 널리 존재하며, 구조 내 phenolic hydroxyl기를 가짐으로 농도가 높을수록 항산화 활성 등 다양한 생리활성이 높아지는 것으로 보고되고 있다(31,32).

DPPH 라디칼 소거능

DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl)은 화학적으로 안정화된 free radical을 가지고 있는 수용성 물질로, 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 매우 빠른 속도로 전자를 내어주면서 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazine으로 전환되며 색깔이 변하는 특징을 가진다(33). Free radical은 식품 중 불포화 지방의 자동산화 원인으로 알려져 있으며, 색깔이 변하는 정도는 항산화 추출물의 DPPH radical 소거능을 나타낸다(34). 다양한 용매에 의해 추출된 오미자 추출물의 농도에 따른 DPPH radical 소거능과 라디칼을 50% 저해하는 농도인 IC_{50} 값을 Fig. 1에 나타내었다. 이때 오미자 색소의 간섭 효과를 보정하기 위하여 오미자 자체의 흡광도를 희석용매인 DMSO를 가하여 측정한 결과 DMSO 자체 흡광도와 차이가 없는 것으로 나타났다. 모든 시료에서 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical 소거능은 유의적으로 증가하였다. 에탄올과 아세톤 추출물에서 비슷한 IC_{50} 값을(1411.1 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 1462.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 보여주었고 메탄올 추출물은 이들보다 유의적으로 낮게 나타났(1585.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$). 활성 비교를 위해 측정한 ascorbic acid의 IC_{50} 값은 48.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 측정되었다. 총 페놀 함량은 메탄올 추출물이 가장 높는데 반해 DPPH radical에 대한 소거능은 다른 경향을 보였다. 이는 오미자 추출물의 DPPH radical에 대한 소거능에는 페놀 화합물 이외에 에탄올이나 아세톤에 함유된 다른 항산화 활성 물질의 기여가 컸던 것으로 사료되며 앞으로 이들 물질에

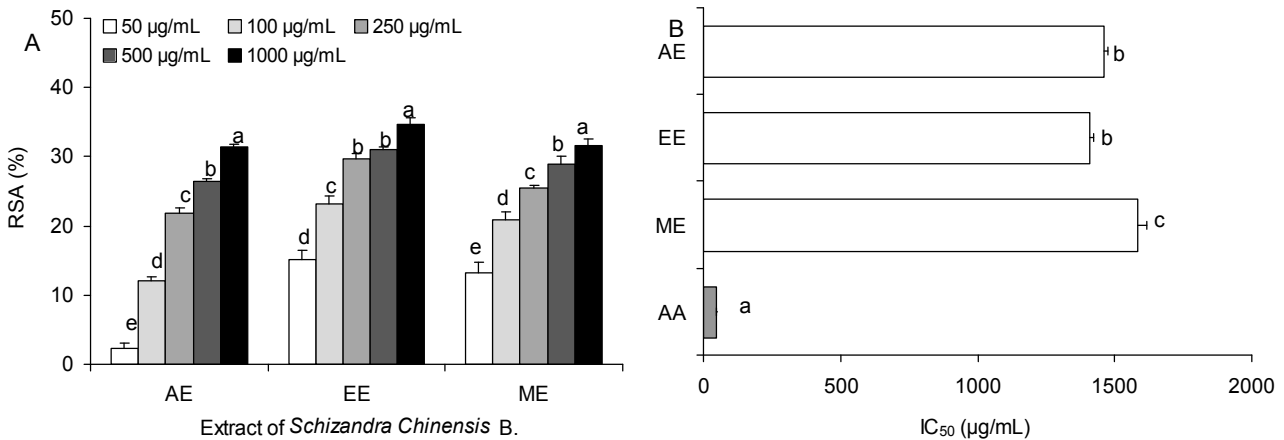


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity (A) and IC₅₀ (B) of *Schizandra chinensis* B. extracted with various solvents. AE: acetone, EE: ethanol, ME: methanol, AA: ascorbic acid. Values are mean with standard error. Values not sharing the same letter are significantly different from one another (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

대한 연구가 수행되어야 할 것이다. 또한 오미자 추출물에는 페놀 화합물 외에 여러 가지 많은 화합물들이 존재하므로 오미자 추출물의 총 페놀 함량과 DPPH radical에 대한 소거 능력이 서로 상관관계가 적은 것도 이러한 맥락에서 이해할 수 있을 것이라 사료된다.

SOD(superoxide dismutase) 유사활성

SOD 유사활성은 항산화제의 superoxide 산화 억제 작용을 알아보기 위한 실험으로 원리는 superoxide와 반응하여 갈변물질을 생성하는 pyrogallol 자동산화 반응을 측정하는 것이다(27). 갈변물질 생성이 적어 흡광도가 낮을수록 항산화 효과가 뛰어난 것을 나타낸다. 오미자 색소의 간섭효과를 보정하기 위하여 오미자 자체의 흡광도를 회석용매인 DMSO를 가하여 측정한 결과 DMSO 자체 흡광도와 차이가 없었다. 여러 가지 용매에 의해 추출된 오미자 추출물의 농도에 따른 SOD 유사활성을 측정한 결과와 pyrogallol 자동산화 반응을 50% 저해하는 농도인 IC₅₀값을 Fig. 2에 나타내었다. 모든 시료에서 추출물의 농도가 증가함에 따라 SOD

유사활성은 유의적으로 상승하였다. IC₅₀값은 오미자 메탄올 추출물의 활성이 905.7 µg/mL로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 에탄올 추출물이 970.3 µg/mL, 아세톤 추출물이 1579.4 µg/mL 순으로 유의적으로 낮은 활성을 보였다. 활성 비교를 위해 측정한 ascorbic acid의 IC₅₀값은 34.8 µg/mL로 측정되었다. 추출 용매별 SOD 유사활성은 총 페놀 함량 결과와 비슷한 경향을 보여 주었는데, Song 등(35)은 쥘레 영지 버섯 추출물의 생리활성 연구에서 SOD 유사활성은 폴리페놀 성분과 단백질 다당체 등에 의해 나타난 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 오미자의 메탄올과 에탄올 추출물에서 높은 함량을 나타낸 페놀 화합물이 SOD 유사활성에 기여한 것으로 사료되며, 상관관계 분석 결과 총 페놀 화합물과 SOD 유사활성 간에 상관관계가 있음이 나타났다.

산화적 DNA 손상에 미치는 오미자 추출물의 효과

Single cell gel electrophoresis로도 알려져 있는 comet assay는 Ostling과 Johanson(36)에 의해 도입된 방법으로 각각의 세포수준에서 DNA 손상을 직접 확인할 수 있다. 또

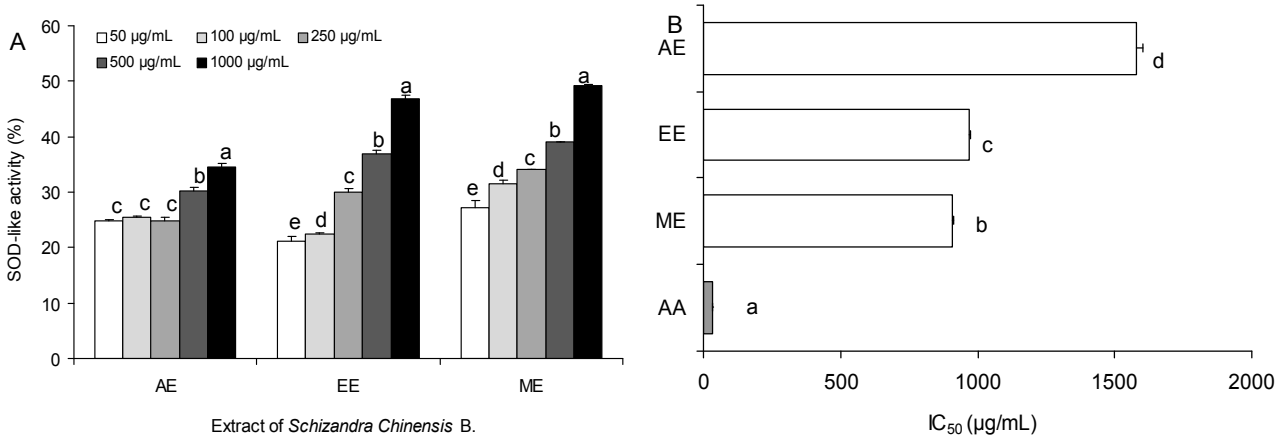


Fig. 2. SOD-like activity (A) and IC₅₀ (B) of *Schizandra chinensis* B. extracted with various solvents. AE: acetone, EE: ethanol, ME: methanol, AA: ascorbic acid. Values are mean with standard error. Values not sharing the same letter are significantly different from one another (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

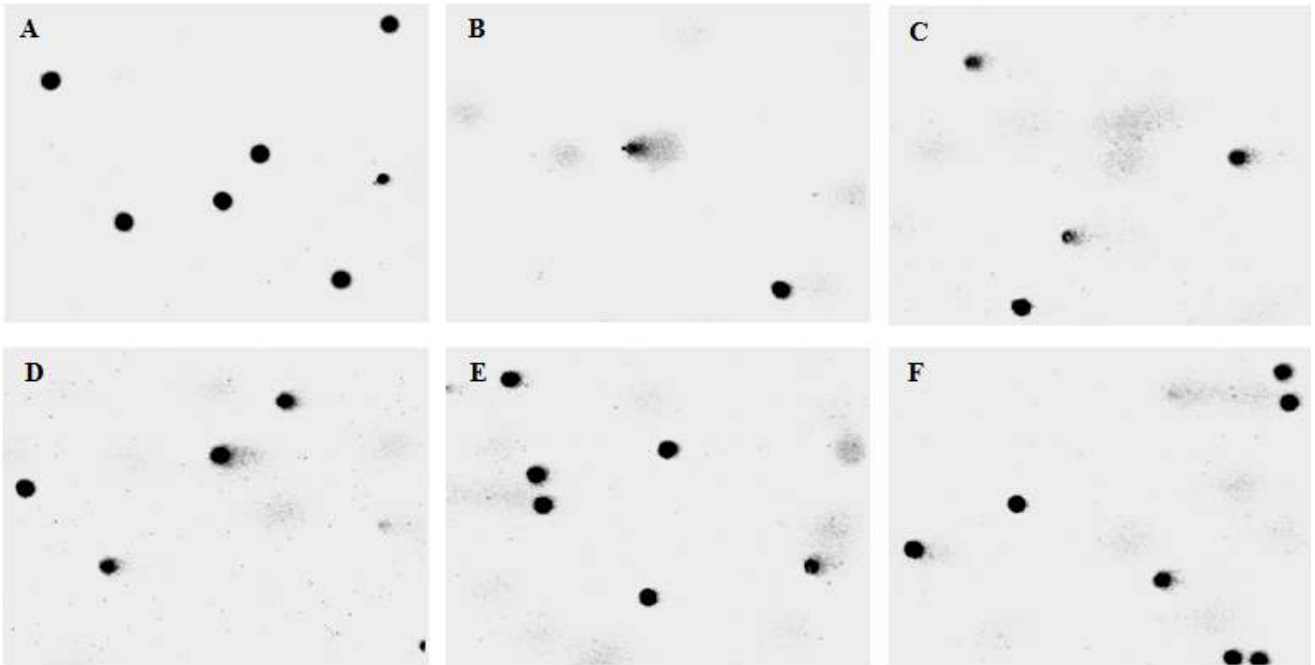


Fig. 3. Comet images of human leukocytes. A: negative control, B: 200 μM H_2O_2 -treated positive control, C: acetone extract 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ +200 μM H_2O_2 , D: acetone extract 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ +200 μM H_2O_2 , E: acetone extract 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ +200 μM H_2O_2 , F: acetone extract 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ +200 μM H_2O_2 .

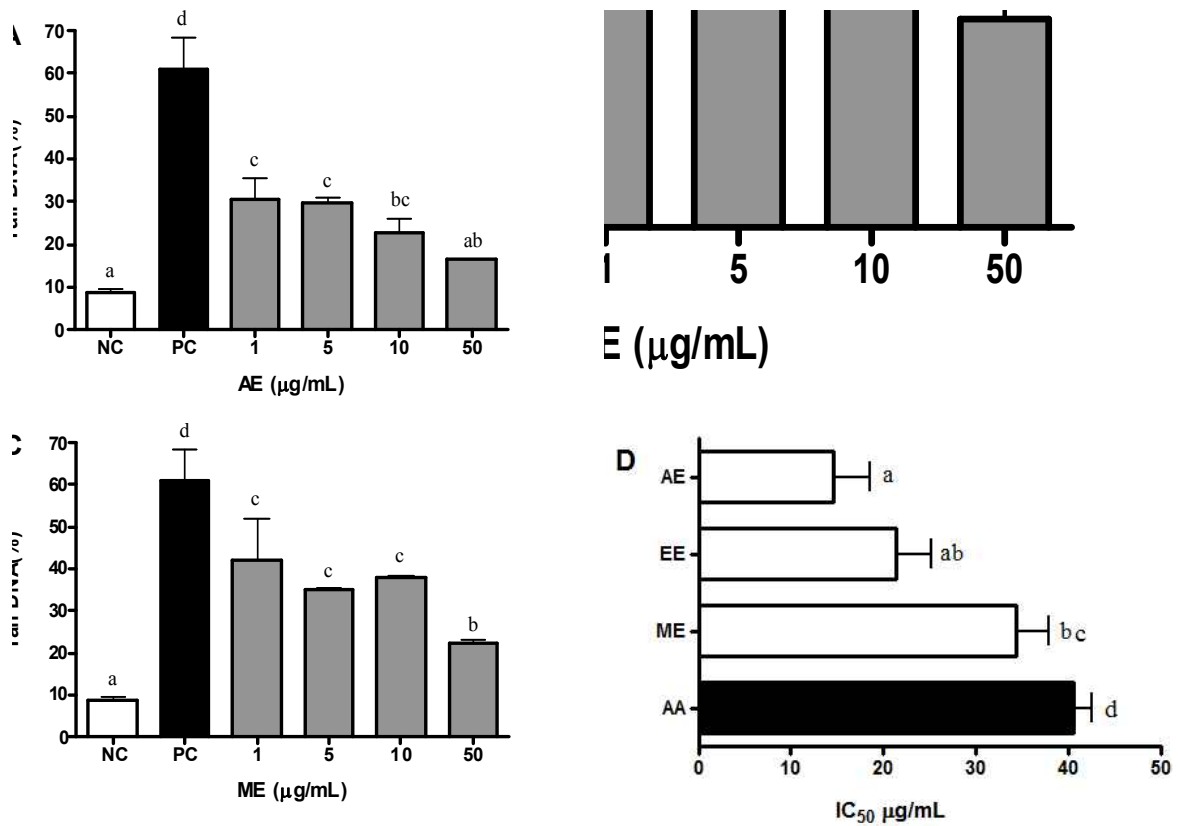


Fig. 4. Effect of supplementation *in vitro* with different concentrations of *Schizandra chinensis* B. on H_2O_2 -induced DNA damage in human leukocyte. A: acetone, B: ethanol, C: methanol, D: IC_{50} . AE: acetone, EE: ethanol, ME: methanol, AA: ascorbic acid. Values are mean with standard error. NC: DMSO-treated normal control, PC: 200 μM H_2O_2 -treated positive control. Values not sharing the same letter are significantly different from one another ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

한 comet assay는 실험과정이 비교적 간단하고 소량의 시료로 실험이 가능하며 DNA손상을 민감하게 감지하여 생물학적 biomarker로 유용하게 사용되는 실험방법이다(37). Comet assay를 이용하여 H₂O₂에 의해 유도된 백혈구의 손상 정도를 형광현미경(Leica) 상에서 관찰한 결과와 오미자 추출물의 H₂O₂에 의한 산화적 DNA 손상 억제 효과 실험의 결과는 Fig. 3과 Fig. 4에 제시하였다. 여러 가지 용매에 의해 추출된 오미자 추출물을 1, 5, 10, 50 µg/mL의 농도로 먼저 백혈구에 처리한 다음 H₂O₂을 200 µM의 농도로 처리하여 DNA 손상을 유도한 후 손상된 DNA tail 부분의 DNA 함량을 측정된 결과 모든 농도의 추출물 처리구에서 H₂O₂ 처리 양성 대조구에 비해 DNA 손상이 유의적으로 감소하였다. 이러한 결과를 50 µg/mL 농도에서의 %tail DNA inhibition으로 나타내면, 오미자 아세톤 추출물이 73.1%로 높은 억제력을 보였고, 다음으로 오미자 메탄올 추출물(63.7%), 에탄올 추출물(62.8%) 순서로 나타났다. 또한 오미자 추출물의 DNA 손상 억제 효과는 메탄올 추출물 10 µg/mL 농도를 제외하고, 처리 농도가 높아짐에 따라 유의적으로 증가한 것으로 나타났다. IC₅₀값은 아세톤 추출물이 14.6 µg/mL로 유의적으로 높게 나타났으며, 다음으로 에탄올 추출물 21.4 µg/mL, 메탄올 추출물 34.4 µg/mL의 순서로 활성을 보였다. 이와 같은 결과는 DPPH radical 소거능과 비슷한 결과를 보여 주었으며, 총 페놀 함량과 상관관계가 나타나지 않았다. 활성 비교를 위해 시료와 같은 농도로 측정된 ascorbic acid의 IC₅₀값은 39.6 µg/mL로 오미자 추출물의 산화적 DNA 손상 억제 효과가 뛰어난 것으로 나타났다. 오미자의 생리적 활성을 나타내는 성분은 schizandrin, schizandran, ethamigrenal, gomisin, schizandrol 등의 lignan 화합물로 보고되어 있다(38). 이러한 lignan 화합물들은 비극성의 성질을 가지고 있으며, 에탄올이나 메탄올 추출물에 비하여 아세톤 추출물에 많이 용출되어 아세톤 추출물의 항산화 활성을 높여 DNA 손상 억제 효과에 영향을 미친 것으로 사료되며, 추후 이들 물질들에 대한 항산화 활성, 항암 활성 등의 부가적인 연구가 요구된다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 다양한 용매에 의해 추출된 오미자 추출물은 H₂O₂에 의해 유도되는 DNA 손상을 효과적으로 억제시켜 항유전독성을 가지고 있는 것을 알 수 있었다.

요 약

오미자 5 g에 100 mL의 세 가지 용매(아세톤, 에탄올, 메탄올)를 각각 가하여 추출하여 농축한 다음, DMSO 용매에 녹여 항산화활성과 항유전독성을 조사하였다. 그 결과 총 페놀 함량에서 메탄올 추출물이 1183.3 mg/100 g으로 가장 높았다. 항산화활성을 50, 100, 250, 500, 1000 µg/mL 농도에서 측정하였을 때 DPPH radical 소거능과 SOD 유사활성은 각각 농도에 의존하여 결과 값이 향상되었으며, DPPH radi-

cal 소거능에서 높은 IC₅₀값을 나타낸 것은 에탄올 추출물로 1411.1 µg/mL을 나타내었고, SOD 유사활성에서 IC₅₀값은 오미자 메탄올 추출물과 에탄올 추출물이 905.7 µg/mL, 970.3 µg/mL 순으로 비슷한 활성을 나타내었다. 또한 comet assay에서는 오미자 추출물을 1, 5, 10, 50 µg/mL의 농도로 백혈구에 처리한 후 H₂O₂ 200 µM의 농도로 처리하여 DNA 손상을 유도한 결과 손상된 50 µg/mL 농도에서 DNA tail 부분의 DNA 함량을 측정된 % tail DNA inhibition이 각각 AE(73.1%), ME(63.7%), EE(62.8%)로 H₂O₂ 처리 양성 대조구에 비해 유의적으로 증가하였다. 이는 오미자에 함유되어 있는 페놀 화합물 외에 lignan 화합물을 포함한 여러 가지 다른 생리활성 물질들의 항산화력으로 인해 DPPH radical 소거능과 SOD 유사활성, 항유전독성 활성이 상호 의존적이지 않음을 나타내고 있다고 사료된다. 따라서 오미자의 항산화 활성과 항유전독성의 메카니즘적 상호관계를 규명하는 연구가 향후 수행되어야 할 것이다. 이상의 결과에서 오미자의 용매에 따른 추출물들은 각각 항산화 활성과 항유전독성이 있음을 알 수 있었고, 따라서 본 연구에서는 오미자의 천연 생리활성 물질로서의 활용 가능성을 규명할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 경남대학교 학술논문게재연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- Gutteridge JMC, Halliwell B. 1994. *Antioxidants in nutrition, health, and disease*. Oxford University Press, Oxford, UK. p 1-62.
- Park MH, Kang SM, Jung HY, Hong SG. 2003. Protecting effects of vitamin E against immobilization stress-induced oxidative damage in rat brain. *Korean J Nutr* 36: 570-576.
- Wiseman H. 1996. Dietary influences on membrane function: importance in protection against oxidative damage and disease. *J Nutr Biochem* 7: 2-15.
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telsler J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 39: 44-84.
- Ji LL. 1993. Antioxidant enzyme response to exercise and aging. *Med Sci Sport Exercise* 25: 225-231.
- Chance B, Sies H, Boveris A. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol Rev* 59: 527-605.
- Wickens AP. 2001. Ageing and the free radical theory. *Respir Physiol* 128: 379-391.
- Kinsella JE, Frankel E, German B, Kanner J. 1993. Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technol* 47: 85-89.
- Lee JS, Lee MG, Lee SW. 1989. A study on the general components and minerals in parts of *Omiija* (*Schizandra chinensis* Baillon). *Kor J Dietary Culture* 4: 173-176.
- Lee JS, Lee SW. 1990. Effect of water extracts in *Omiija* (*Schizandra chinensis* Baillon) on alcohol metabolism. *Kor J Dietary Culture* 5: 259-263.

11. 이춘영, 김우정. 1987. 천연향신료와 식용색소. 향문사, 서울. p 95.
12. Kim DG, Kim MB, Kim H, Park JH, Im JP, Hong SH. 2005. *Herb medicinal pharmacognosy*. Shinill Books, Seoul, Korea. p 407.
13. Mok CK. 2005. Quality characteristics of instant tea prepared from spray-dried *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extract/grape juice mixture. *Food Eng Prog* 9: 226-230.
14. Oh SL, Kim SS, Min BY, Chung DH. 1990 Composition of free sugars, free amino acid, non-volatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M., *A. acutiloba* K., *S. chinensis* B. and *A. sessiliflorum* S. *Korean J Food Sci Technol* 22: 76-81.
15. Kim KI, Nam JH, Kwon TW. 1973. On the peroximate composition, organic acid and anthocyanins of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J Food Sci Technol* 5: 178-182.
16. Yang HC, Lee JM, Song KB. 1982. Anthocyanins in cultured *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) and its stability. *J Korean Soc Agri Chem Biotechnol* 25: 35-43.
17. Lee JS, Lee SW. 1989. A study on the compositions of free sugars, lipids, and nonvolatile organic acids in parts of *omija* (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J Dietary Culture* 4: 177-181.
18. Lee JS, Lee SW. 1990. Effect of water extract in fruits of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) on alcohol metabolism. *Korean J Dietary Culture* 5: 259-262.
19. Sheo HJ, Lee MY, Hwang JS. 1987. Effect of *Schizandrae fructus* extract on blood constituents of alloxan induced diabetic rabbits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 16: 262-268.
20. Kim JS, Choi SY. 2008. Physicochemical properties and antioxidative activities of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J Food & Nutr* 21: 35-42.
21. Jeon YH, Kil JH, Lim SM, Kim MH, Kim MR. 2008. Analysis of antioxidative activity and antimutagenic effect of ethanol extract from *Schizandra chinensis* Baillon. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 746-752.
22. Chen N, Chiu PY, Ko KM. 2008. Schisandrin B enhances cerebral mitochondrial antioxidant status and structural integrity, and protect against cerebral ischemia/reperfusion injury in rats. *Biol Pharm Bull* 31: 1387-1391.
23. Chiu PY, Leung HY, Ko KM. 2008. Schisandrin B enhances renal mitochondrial antioxidant status, functional and structural integrity, and protects against gentamicin-induced nephrotoxicity in rats. *Biol Pharm Bull* 31: 602-605.
24. Jang EH, Pyo YH, Ahn MS. 1996. Antioxidant effect of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *Korean J Soc Food Sci* 12: 372-376.
25. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungsticphosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
26. Mensor LL, Menezes FS, Leitao GG, Reis AS, Santos TC, Coube CS, Leitao SG. 2001. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother Res* 15: 127-130.
27. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
28. Singh PN, McCoy MT, Tice RR, Schneider EL. 1988. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. *Exp Cell Res* 175: 184-191.
29. Cho YJ, Ju IS, Kim BC, Lee WS, Kim MJ. 2007. Biological activity of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 198-203.
30. Kim SI, Sim KH, Ju SY, Han YS. 2009. A study of antioxidative and hyperglycemic activities of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract conditions. *Korean J Food & Nutr* 22: 41-47.
31. Kim HB, Kim SK, Moon JY, Chang SJ. 2003. Quantification and varietal variation of free sugars in mulberry fruits. *Kor J Seric Sci* 45: 80-84.
32. Kim CJ, Suh HJ. 2005. Antioxidant activities of *Rhubarb* extracts containing phenolic compounds. *Korean J Food Culture* 20: 77-85.
33. Huang D, Ou B, Prior RL. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem* 53: 1841-1856.
34. Shimada KK, Fujikawa KY, Nakamura T. 1992. Antioxidative properties of xanthan on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin. *J Agric Food Chem* 40: 945-948.
35. Song JH, Lee HS, Hwang JK, Chang TY, Hong SR, Park KM. 2003. Physiological activities of *Phellinus ribis* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 690-695.
36. Ostling O, Johanson KJ. 1984. Microgel electrophoretic study of radiation-induced DNA damages in individual mammalian cells. *Biochem Biophys Res Commun* 123: 291-298.
37. Collins AR, Gedik CM, Olmedilla B, Southon S, Bellizzi M. 1998. Oxidative DNA damage measured in human lymphocytes: large differences between sexes and between countries, and correlation with heart disease mortality rates. *FASEB J* 12: 1397-1400.
38. Donald MW, Nell GH. 1984. Biological activities of lignans. *J Phytochem* 23: 1207-1213.

(2009년 12월 30일 접수; 2010년 4월 1일 채택)