

오미자 열수 추출물의 항산화 활성과 아질산 소거능 및 α -Glucosidase 저해 효과

조혜은¹ · 최영주¹ · 조은경^{2*}

¹신라대학교 식품영양학과
²신라대학교 바이오식품소재학과

Antioxidant and Nitrite Scavenging Activity and α -Glucosidase Inhibitory Effect of Water Extract from *Schizandra chinensis* Baillon

Hea Eun Cho¹, Young Ju Choi¹, and Eun Kyung Cho^{2*}

¹Dept. of Food and Nutrition and ²Dept. of Bio-Food Materials, Silla University, Busan 617-736, Korea

Abstract

The nutraceutical role of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) water extract (OWE) was determined through the analysis of antioxidant activity, nitrite scavenging activity, and xanthine oxidase and α -glucosidase inhibitory effects. Antioxidant activity of OWE was measured by using 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity and superoxide dismutase-like activity (SODA). DPPH radical scavenging activity and SODA increased in a dose-dependent manner, and was about 49.0% at 2.5 mg/mL and 69.2% at 5 mg/mL, respectively. The xanthine oxidase and α -glucosidase inhibitory activities of OWE were about 88.8% and 86.2% at 1 mg/mL, respectively. Nitrite scavenging activity of OWE was about 54.9%, 42.4%, and 34.2% on pH 1.2, 3.0, and 6.0 at 1 mg/mL, respectively. These results suggest that OWE has a strong antioxidant activity, and xanthine oxidase and α -glucosidase inhibitory effects.

Key words: antioxidant activity, xanthine oxidase, α -glucosidase, *Schizandra chinensis* Baillon, nitrite scavenging activity

서 론

오미자(*Schizandra chinensis* Baillon)는 목련과의 낙엽 덩굴로 한국, 일본, 만주, 중국 등에 주로 분포되어 있다. 국내에는 오대산, 지리산, 발왕산 지역에서 자생하고, 강원도의 화천, 인제, 평창, 경상북도 봉화, 전라북도 무주, 진안, 장수 및 경상남도 함양 등지에서 재배되어 약재로 사용되고 있다. 오미자는 공 모양의 짙고 붉은 빛깔로 단맛, 신맛, 쓴맛, 짠맛, 매운맛의 5가지 맛이 난다고 해서 그 명칭이 유래된 것이라 한다. 또한 오미자 과육의 신맛은 주로 사과산, 주석산, 등의 유기산에 기인하는 것으로 알려져 있다. 오미자는 한국산이 우수하다고하여 약용으로서도 효용이 인정되었고, 오미자차, 오미자술, 강장제 등으로도 널리 사용되어 왔다. 오미자의 붉은색은 anthocyanin에 기인하며 차, 술 등의 가공식품에 천연의 붉은색을 부여한다(1). 최근 세계 음료 시장에서는 건강 기능성을 지닌 추출물을 이용한 음료가 차지하는 비중이 점차 커지는 추세이며 위와 같은 특징으로 인하여 오미자는 상품성 높은 원료로서 새롭게 주목받고 있다(2). 성분으로는 schizandrin, schizadran, γ -schizadrin, ethamigrenal, gomisins류 등이 보고된 바 있으며, 특히 수종

의 gomisins이 항산화 작용을 나타낸다고 보고하였다(3). 오미자 성분에 관한 연구로는 lignan류인 gomisins의 구조를 확인 분류한 연구보고와 lignan 정량 분석에 관한 연구, 유리당, 유리아미노산, 탄닌의 조성에 대한 연구보고가 있다. 또한 Yang 등(4)이 anthocyanin 색도의 안정성에 대하여 보고하였으며, Lee와 Lee(5)는 오미자의 부위별 유리당, 지질 및 비휘발성 유기산 조성에 대한 연구를 수행하였다. 그러나 다양한 생리활성을 지닌 오미자를 음료를 비롯한 가공식품에 이용하는데 있어 추출 조건에 따라 오미자의 색도안정성, 수율의 증감, 그리고 효능을 보유한 물질의 손상이 일어날 수 있다. 일반적으로 오미자의 추출방법으로는 오미자의 특성을 위하여 저온에서 물 추출을 한다. 하지만 저온 물 추출의 경우 생리활성물질의 수율이 높지 않을 뿐만 아니라 그 활성 또한 약하다(6). 따라서 오미자의 생리활성 및 특성 증진을 위해서는 추출조건이 가장 중요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 오미자를 열수 추출하여 생리활성을 조사하고자 하였다. 오미자의 열수 추출물의 항산화 활성은 DPPH를 이용한 radical 소거작용과 SOD 유사활성 측정 및 xanthine oxidase 저해활성을 측정함으로써 조사하였다. 항염증 작용은 아질산 소거능으로 분석하였으며, 혈당강하효과

*Corresponding author. E-mail: choeun@silla.ac.kr
Phone: 82-51-999-6242, Fax: 82-51-999-6959

는 오미자 열수 추출물의 α -glucosidase 저해활성 측정으로 확인하였다. 이들 결과들은 기능성 제품 개발의 천연물 소재로서 오미자의 활용성에 대한 기초자료로 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시료 및 추출

본 실험에 사용한 오미자(*Schisandra chinensis* Baillon)는 경상남도 거창 농가로부터 구입하여 동결건조 시켰으며, 이 시료 50 g에 증류수 1 L를 가하고, 90°C에서 24시간 동안 추출하였다. 추출한 다음은 Whatman No. 2 filter paper로 여과한 후 rotary evaporator(EYELA N-1000, Rikakikai Co., LTD., Tokyo, Japan)에서 농축하여 -70°C에서 동결건조 하여 시료로 사용하였다. 시료는 증류수에 농도별로 녹여 분석에 이용하였다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

오미자 열수 추출물의 전자공여능은 Blois의 방법(7)에 따라 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. DPPH 용액은 100 mL 에탄올에 DPPH 1.5×10^{-4} M을 녹인 후 증류수 100 mL 혼합하여 Whatman filter paper No. 2로 여과하여 만들었다. 96 well plate에 시료와 DPPH용액을 1:4 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, ELISA reader를 이용하여 520 nm(Molecular Device, VersaMax Microplate Reader, CA, USA)에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 $EDA(\%) = (\text{대조구흡광도} - \text{시료첨가구흡광도}) / \text{대조구흡광도} \times 100$ 으로 계산하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조그룹과 흡광도차를 비교하여 프리라디칼의 제거활성을 백분율로 나타내었다.

SOD 유사활성(superoxide dismutase-like activity: SODA) 측정

오미자 열수 추출물의 SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund의 방법(8)에 따라 활성 산소종을 과산화수소(H_2O_2)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 각 추출시료를 DMSO에 녹여 농도별로 희석하여, 10 μ L씩 96 well plate에 첨가한 후, Tris-HCl Buffer(50 mM Tris aminomethane, 10 mM EDTA, pH 8.0) 150 μ L와 7.2 mM pyrogallol 10 μ L을 첨가하여, 실온에서 10분간 반응시키고, 1 N HCl 50 μ L을 첨가하여 반응을 정지시킨 후 ELISA reader를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 추출물 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

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

A: 추출물 첨가구의 흡광도, B: 추출물 무첨가구의 흡광도

α -Glucosidase 활성억제 효과 측정

α -Glucosidase 활성억제 효과 측정은 Tibbot과 Skadsen의 방법(9)에 따라 측정하였다. 50 mM sodium succinate buffer(pH 4.2)에 p-nitrophenol- α -D-glucopyranoside (PNPG)를 용해시켜 1 mg/mL의 농도로 기질을 만들고, 기질용액 1 mL와 효소액 30 unit/0.1 mL를 혼합하고 대조구에는 증류수 0.1 mL, 반응구에는 시료 0.1 mL를 넣어 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1 N-NaOH 0.1 mL를 첨가하여 발색시켰다. 이때 생성된 p-nitrophenol(PNP)은 400 nm에서 spectrophotometer로 흡광도를 측정하여 다음의 식으로 저해율을 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left(1 - \frac{\text{반응구의 p-nitrophenol 생성량}}{\text{대조구의 p-nitrophenol 생성량}}\right) \times 100$$

Xanthine oxidase 저해효과 측정

Xanthine oxidase에 의해 생성된 superoxide radicals 소거활성은 NBT(nitro-blue tetrazolium) 환원법(10)을 사용하여 분석하였다. 즉, 0.8 mM xanthine을 포함하는 0.1 mM phosphate buffer(pH 8.0) 0.5 mL와 0.48 mM NBT를 포함하는 0.1 mM phosphate buffer(pH 8.0)에 오미자 열수 추출물을 혼합한 후, 37°C에서 5분간 incubation 하였다. 반응물에 1.0 mL의 xanthine oxidase(0.049 U/mL)을 가하여 37°C에서 20분간 incubation 시킨 후, 69 mM SDS를 2.0 mL을 첨가하여 반응을 종결시킨 다음 560 nm에서 흡광도를 측정하였다. 농도별 시료에 따른 NBT 환원에 대한 저해능은 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$XO \text{ inhibition } (\%) = \frac{C - S}{C - B} \times 100$$

B(Blank): 0.8 mM xanthine 포함한 0.1 mM buffer(pH 8.0)와 69 mM SDS만 첨가한 반응액 흡광도

C(Control): 시료 대신 0.48 mM NBT를 첨가한 반응액의 흡광도

S(Sample): 시료 첨가한 반응액의 흡광도

아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능은 Gray와 Dugan(11)의 방법을 변형하여 측정하였다. 아질산염 용액에 시료 용액을 가하고 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2) 및 0.2 M 구연산 완충용액(pH 3.0과 6.0)을 사용하여 반응 용액의 pH를 각각 1.2, 3.0 및 6.0으로 조정하여 반응용액을 준비하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 각각 1 mL씩 취하고 Griess 시약을 가하여 혼합시켜 15분간 실온에 방치시킨 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 구하였다. 공식은 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 다음과 같은 계산식으로 계산하였다.

$$\text{아질산염 소거율}(\%) = [1 - (A - C)/B] \times 100$$

- A: 1 mM NaNO₂ 용액에 추출 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도
- B: NaNO₂ 용액의 흡광도
- C: 추출시료 자체의 흡광도

결과 및 고찰

DPPH 라디칼 소거능 측정

인체 내의 free radical은 지질, 단백질 등과 반응하여 생체의 노화를 촉진할 수 있는 물질로, 이러한 free radical을 제거할 수 있는 천연물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거법은 항산화물질의 전자공여능을 이용한 항산화 측정법으로 주로 phenolic 구조와 aromatic amine 화합물에서 많이 사용되는 방법이다. 오미자 열수 추출물의 항산화 효과를 DPPH radical 제거 정도를 측정하여 전자공여능으로 나타낸 결과 1 mg/mL 농도에서 25.5%였고, 가장 높은 농도의 2.5 mg/mL의 농도에서는 49%로 나타났다(Fig. 1). 이는 positive control로 사용한 동일한 농도의 BHA(1 mg/mL)보다 낮은 수준의 항산화 활성을 나타내고 있다. Park과 Kim (12)이 보고한 바에 따르면 백차 열수 추출물 0.1 mg/mL에서 44.3%를 나타냈고, 백차 열수 추출물 1 mg/mL에서는 86.6%의 DPPH 라디칼 소거능을 나타냈다. 또한 Cho 등(13)이 보고한 바에 따르면 오미자 물 추출물에서는 200 µg/mL에서 97.5%, 60% ethanol 추출물에서는 200 µg/mL 96.2%로 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타내어 본 실험결과와는 차이를 나타내었다. 이는 오미자의 추출조건에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 가진 물질의 차이로 인한 결과로 판단된다.

SOD 유사활성(superoxide dismutase-like activity: SODA)

Superoxide dismutase(SOD)는 항산화 효소로서 세포에 유해한 oxygen radical을 과산화수소로 전환시키고, 다시

catalase에 의하여 무해한 물 분자와 산소분자로 전환시켜 활성산소로부터 생체를 보호하는 기능으로 알려져 있다. SOD는 분자량이 비교적 큰 단백질로서 열이나 알칼리에 약하여 이러한 단점을 보완할 수 있는 저분자물질로 체내에서 역할이 유사한 SOD 유사활성 물질에 대한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서 오미자 열수 추출물의 SOD 활성은 농도의존적으로 증가하였는데, 1 mg/mL 농도에서 28.0±6.5%로 나타났으며 최고농도 10 mg/mL 농도에서 83.2±1.4%의 활성을 보였다(Fig. 2). 이러한 결과는 비교적 항산화력이 높은 과일로 알려진 딸기 착즙액 1 mg/mL의 SOD 유사활성 30%와 유사하게 나타났다(14). 또한 Choi 등(15)의 보고에 따르면 8월에 채취한 와송의 메탄올과 물 추출물의 SOD 유사활성을 측정된 결과 1 mg/mL의 농도에서 메탄올과 물 추출물은 각각 38.9±0.25와 32.5±0.33을 나타냈다고 보고하였다. Nice 등(16)은 SOD 정제 시 열안정성이 높고 SOD와 유사한 활성을 나타내는 물질을 함께 정제하였는데 이것은 SOD와 결합된 phenolic 물질인 것으로 보고한 바 있다. SOD 유사활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 주로 phytochemical에 속하며 superoxide의 반응성을 억제하여 항산화력을 나타내는 것으로 밝혀져 있다.

Xanthine oxidase 저해효과 측정

Xanthine oxidase는 purine 대사에 관여하는 효소로서 xanthine 또는 hypoxanthine의 산소를 떼어내면서 과산화수소(H₂O₂)를 생성하게 되고, 나머지 골격이 uric acid를 형성하여 혈장 내에 과량 존재하게 되면 골절에 축적되어 심한 통증을 유발하는 통풍과 신장에 침착되어 신장질환을 일으키는 효소로 알려져 있다. Xanthine oxidase 저해활성 측정은 일종의 항산화 능을 측정하는 방법으로 본 실험에서는 대조구로 catechin을 사용하였으며 오미자 열수 추출물과 농도별로 비교하였다. Xanthine oxidase 저해활성 측정 결과 450, 550, 750, 850, 1000 µg/mL의 각 농도에 따라 저해활

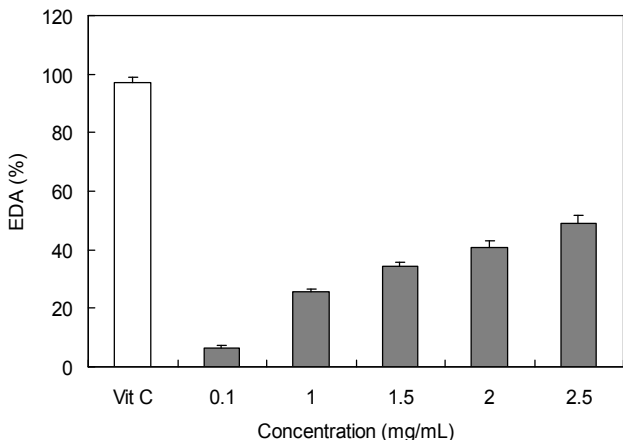


Fig. 1. DPPH free radical scavenging activity of omija water extracts (OWE) depending on concentration. Results are mean±SD of triplicate data. Vit C: vitamin C (1 mg/mL).

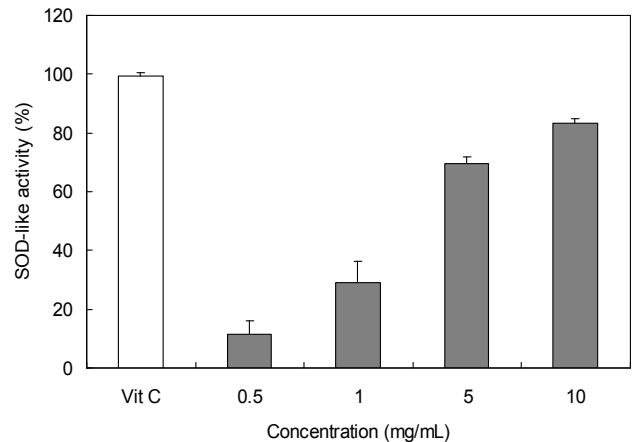


Fig. 2. Superoxide dismutase (SOD)-like activity of omija water extracts (OWE) depending on concentration. Results are mean±SD of triplicate data. Vit C: vitamin C (0.1 mg/mL).

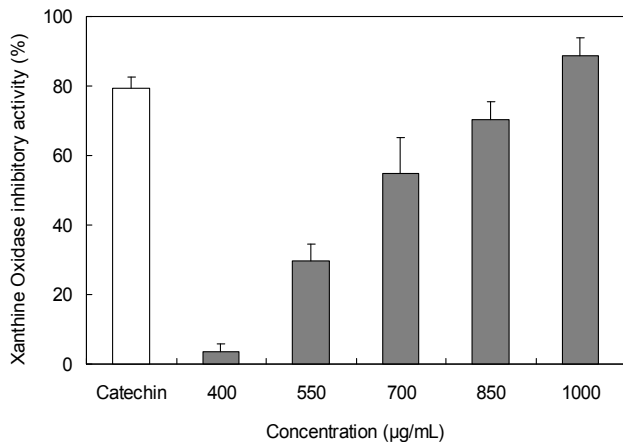


Fig. 3. Xanthine oxidase inhibitory activity of omija water extracts (OWE) depending on concentration. Results are mean \pm SD of triplicate data. Concentration of catechin is 1 mg/mL.

성이 증가하였으며, 대조구인 catechin 1 mg/mL에서는 79.4%를 나타냈고, 오미자 열수 추출물의 경우 1 mg/mL의 농도에서 88.8%로 거의 비슷한 수준의 높은 저해활성을 나타내었다(Fig. 3). Catechin은 polyphenol계 항산화 물질로써 식물성 대사산물로 알려져 있으며 항산화효과가 비타민 E에 비해 무려 50배나 되고, 비타민 C에 비해 100배에 달하기 때문에, 체내의 활성산소를 제거하는 효과가 매우 탁월하다고 알려져 있다(17). Moon과 Lee(18)는 감잎 열탕 추출물의 xanthine oxidase 저해력은 1 mg/mL에서 82.9%의 저해율을 나타냈으며, 2 mg/mL에서는 92.4%의 저해효과를 나타내어 농도가 증가할수록 저해효과도 서서히 증가한다고 보고하였다. 또한 Yeo 등(19)도 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 xanthine oxidase 저해력은 녹차의 경우 10 mg/mL에서 89.2~93.2%, 오롱차는 10 mg/mL에서 88.8% 그리고 홍차는 10 mg/mL에서 78.7%였다. 따라서 오미자 열수 추출물은 우수한 항산화 소재로 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

α -Glucosidase 활성억제 효과 측정

α -Glucosidase는 α -amylase에 의해 분해된 당질을 최종적으로 단당류를 전환시킨다. 이러한 효소의 활성 저해는 당질 가수분해와 흡수과정을 지연시킴으로 식후 당 농도를 제한한다(20). 따라서 α -glucosidase 저해제는 제2형 당뇨병과 같은 당질 관련 질병을 위한 치료제 개발에 유용하다(21).

오미자 열수 추출물로부터 제2형 당뇨병 환자의 당 분해를 억제할 수 있는 가능성을 찾기 위한 항당뇨 효과의 지표로 α -glucosidase 저해활성을 살펴 본 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 즉, 대조구인 acarbose 0.5 mg/mL에서는 40.4%를 나타냈고, 오미자 열수 추출물은 1 mg/mL의 농도에서 86.2%의 높은 저해활성을 나타냈다. Cho 등(13)의 보고에 따른 α -glucosidase 활성억제 효과는 오미자 물 추출물 200 µg/mL에서 97.4%, 60% ethanol 추출물 200 µg/mL에서 84.5%로 높게 나타났다고 보고하였다. 이는 추출조건에 따른 차이라고 사료된다. Yin 등(23)의 보고에 따른 약제인 6년

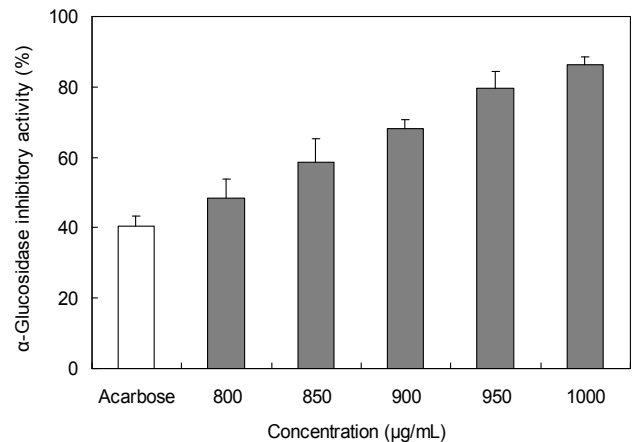


Fig. 4. Inhibitory effects of omija water extracts (OWE) on α -glucosidase. Results are mean \pm SD of triplicate data. Concentration of acarbose is 0.5 mg/mL.

근 황기의 경우 α -glucosidase 활성억제 효과는 0.5 mg/mL의 농도에서 $14.62 \pm 2.68\%$, 1 mg/mL의 농도에서 $49.71 \pm 1.01\%$ 의 활성을 보였다. 또한 Shinde 등(20)은 acarbose의 α -glucosidase에 대한 IC_{50} 이 233 µg/mL라고 보고하였다. 또한, phenol 성분인 gallic acid의 α -glucosidase에 대한 IC_{50} 이 458 µg/mL라고 보고하였다. 따라서 오미자 열수 추출물은 탄수화물의 소화 과정에서 α -glucosidase에 의한 단당류 생성을 저해함으로써 식사 후 혈당이 급격히 상승하는 등의 증상에 효과적으로 이용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

아질산염 소거능 측정

단백질 식품이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재하는 2급, 3급 등의 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성하는 아질산염은 식품내의 상재 성분으로 널리 존재하고 있는 아민류를 함유하고 있는 음식을 동시에 섭취했을 때, 위내에서 발암성 물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높다고 하였다(24). 그러므로 산성 영역에서 니트로사민의 생성인자인 아질산염을 효과적으로 소거하여 니트로사민의 생성을 억제하기 위해 오미자 열수 추출물로 실험하였다. 오미자 열수 추출물의 농도별 0.1, 0.5, 1, 2 mg/mL에 따라 pH 1.2, 3.0 및 6.0에서 반응시켜 아질산염 소거능을 실험한 결과는 Fig. 5와 같다. 아질산염 소거능의 positive control인 vitamin C 1 mg/mL의 경우 pH 1.2와 3.0에서는 각각 76%와 61%, pH 6.0에서는 49%의 소거능을 보인 반면 오미자 열수 추출물 1 mg/mL의 경우 pH 1.2와 3.0에서 각각 54%와 42%, pH 6.0에서는 34.2%로 비교적 낮은 소거능을 나타내었다. Jung 등(25)의 보고에 의하면 pH 1.2에서 오미자 종자는 methanol과 ethanol 추출물 1 mg/mL에서 각각 95.6%와 91.9%로 높은 아질산염 소거능을 나타내었고 같은 농도의 열수 추출물은 pH 1.2에서 51.7%라고 보고하였다. pH 1.2에서 오미자 종자 열수 추출물 1 mg/mL의 아질산염 소거능은 본 실험의 결과와 유사한 것으로 나타났다. 또한 Jeon 등(26)은 오미자 ethanol 추출물의 경우 pH 1.2에서는 76~83%의 소거능을

문헌

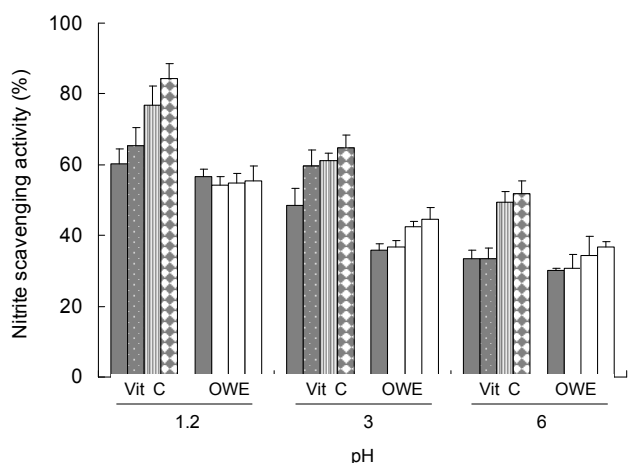


Fig. 5. Nitrite scavenging effect of omija water extracts (OWE) under different pH conditions (pH 1.2, 3.0, 6.0) depending on concentration. Vit C, vitamin C; OWE, omija water extracts. ■, 0.1 mg/mL; □, 0.5 mg/mL; ▨, 1 mg/mL; ▩, 2 mg/mL. Results are mean±SD of triplicate data.

나타내었고, pH 3.0에서는 69~74%, pH 6.0에서는 매우 낮은 소거능을 나타냈다고 보고하였다. 따라서 본 실험과 비교해서 볼 때 아질산염 소거에서 오미자 열수 추출물의 농도 차에 의한 효과의 차이는 크지 않았으나 반응 pH 조건에 따라서는 차이가 나타났다. 즉, pH 6.0에서는 활성이 높지 않았으나, 인체의 위액과 조건이 비슷한 pH 1.2~3.0에서 상대적으로 활성이 높았다. 이런 결과를 통해 아질산염 소거 기능성 천연식품소재로도 오미자 열수 추출물의 활용이 가능한 것으로 나타났다.

요약

오미자 열수 추출물의 항산화 효과를 측정하기 위해 DPPH radical 소거능과 SOD 유사활성을 측정하였다. 그 결과 DPPH법을 통해 측정된 오미자 열수 추출물의 radical 소거능은 2.5 mg/mL에서 49.0%로 나타났으며, 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 SOD 유사활성은 5 mg/mL 농도에서 69.2%로 비교적 높은 SOD 유사활성을 보였다. 통풍과도 관련이 있는 xanthine oxidase 저해활성 측정 실험에서는 오미자 열수 추출물 1 mg/mL에서 88.8%의 높은 xanthine oxidase 저해활성을 나타내었다. 오미자 열수 추출물의 혈당 강하 효과를 조사하기 위하여 α-glucosidase 활성억제 효과를 측정하였다. 그 결과 1 mg/mL의 농도에서 86.2%의 높은 저해활성을 나타냈다. 아질산염 소거능 측정 실험에서는 오미자 열수 추출물 1 mg/mL의 경우 pH 1.2와 3.0에서는 각각 54%와 42%, pH 6.0에서는 34%의 아질산염 소거능을 나타내었다. 이상의 결과를 통해 오미자 열수 추출물은 높은 항산화 효과, xanthine oxidase 저해효과, 혈당강하 효과 및 아질산염 소거능이 있음을 확인할 수 있었다.

- Lee JS, Lee SW. 1990. Effect of water extract in fruit of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon.) on alcohol metabolism. *Korean J Dietary Culture* 5: 259-262.
- Haglund C, Tengblad J. 1994. Effect of caffeine containing energy drinks. *Scand J Nutr* 43: 169-175.
- Kim OC, Jang HJ. 1994. Volatile components of *Schizandra chinensis* Baillon. *Korean J Agric Biotech* 39: 30-36.
- Yang HC, Lee JM, Song KB. 1982. Anthocyanins in cultured Omija (*Shizandrae chinensis* Baillon.) and its stability. *J Korean Agric Chem Soc* 25: 35-43.
- Lee JS, Lee SW. 1989. A study on the compositions of free sugar, lipids and nonvolatile organic acids in parts of Omija (*Shizandrae chinensis* Baillon.). *Korean J Dietary Culture* 4: 177-179.
- Kim HK, Na GM, Ye SH, Han HS. 2004. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Shizandrae chinensis* extracts. *Korean J Food Culture* 19: 484-490.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1198-1200.
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
- Tibbot BK, Skadsen RW. 1996. Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative α-glucosidase gene from barley. *Plant Mol Biol* 30: 229-241.
- Parejo IF, Viladomat J, Bastida A, Rosas-Romero N, Flerlage J, Burillo CC. 2002. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *J Agric Food Chem* 50: 6882-6890.
- Gray JI, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J Food Sci* 40: 981-984.
- Park EY, Kim YC. 2009. Effectiveness of white tea water extract on skin whitening using *in vitro* test. *Korean J Soc Cosm* 15: 611-617.
- Cho YJ, Ju IS, Kim BC, Lee WS, Kim MJ. 2007. Biological activity of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon.) extracts. *Korean J Appl Biol Chem* 50: 198-203.
- Kim JD, Yoon TH, Choi M, Lim KJ, Ju JS, Lee SY. 1990. Effect of dietary supplementation with pine leaf on lipid parameters in rat. *Korean J Gerontol* 1: 47-50.
- Choi SY, Chung MJ, Sung NJ. 2008. Studies on the antioxidative ability of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. berger according to harvest times. *Korean J Food Nutr* 21: 157-164.
- Nice DJ, Robinson DS, Jolden MA. 1995. Characterization of a heat-stable antioxidant co-purified with the superoxide dismutase activity from dried peas. *Food Chem* 52: 393-397.
- Ruidavets J, Teissedre P, Ferrières J, Carando S, Bougard G, Cabanis J. 2000. Catechin in the Mediterranean diet: vegetable, fruit or wine? *Atherosclerosis* 153: 107-117.
- Moon SH, Lee MK. 1998. Inhibitory effects of xanthine oxidase by boiled water extract and tannin from persimmon leaves. *Korean J Food Nutr* 24: 154-159.
- Yeo SG, Park YB, Kim IS, Kim SB, Park YH. 1995. Inhibition of xanthine oxidase by tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 154-159.
- Shinde J, Taldone T, Barletta M, Kunaparaju N, Hu B, Kumar S, Placido J, William ZS. 2008. α-Glucosidase in-

- hibitory activity of *Syaygium cumini* (Linn). Skeels seed kernel *in vitro* and in Goto-Kakizaki (GK) rats. *Carbohydrate Res* 343: 1278-1281.
21. Baron AD. 1998. Postprandial hyperglycemia and α -glucosidase inhibitors. *Diabetes Res Clin Pract* 40: 51-55.
 22. Park YE, Cho HM, Lee HJ, Hwang YS, Choi SSN, Lee SJ, Park ES, Lim JD, Choung MG. 2007. Antioxidant and inhibition on angiotensin converting enzyme activity of colored potato extracts. *Korean J Crop Sci* 52: 447-452.
 23. Yin Y, Heo SI, Jung MJ, Wang MH. 2009. Antioxidant and antidiabetic effects of various sections of *Astragalus membranaceus*. *Korean J Pharmacogn* 40: 1-5.
 24. Park YB, Lee TG, Kim OK, Do JR, Yeo SG, Park YH, Kim SB. 1995. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. *Korean J Food Sci Technol* 27: 124-128.
 25. Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* Ruprecht (Omija) seed. *Korean J Food Sci Technol* 32: 928-935.
 26. Jeon TW, Jo C, Kim KH, Byun MW. 2002. Inhibitory effect on tyrosinase and xanthine oxidase, and nitrite scavenging activities of *Schizandrae fructus* extract by gamma irradiation. *Korean J Food Preserv* 9: 369-374.

(2010년 1월 8일 접수; 2010년 2월 8일 채택)