

## 덩굴차(*Gynostemma pentaphyllum* Makino) 추출물의 항산화 효과

현선희 · 이종숙<sup>1</sup> · 이광배<sup>2</sup> · 이재성<sup>3,\*</sup>

경희대학교 약학대학, <sup>1</sup>영남대학교 약학대학, <sup>2</sup>대구보건대학 임상병리과, <sup>3</sup>영남대학교 식품외식학부

## Antioxidative Activity of *Gynostemma pentaphyllum* Makino Extracts

Sun Hee Hyun, Jong Suk Lee<sup>1</sup>, Kwang Bae Lee<sup>2</sup>, and Jae Sung Lee<sup>3,\*</sup>

College of Pharmacy, Kyunghee University

<sup>1</sup>College of Pharmacy, Yeungnam University

<sup>2</sup>Department of Clinical Pathology, Daegu Health College

<sup>3</sup>Food Technology and Food Service Industry, Yeungnam University

**Abstract** This study was carried out to examine the antioxidant activity of *Gynostemma pentaphyllum* Makino. Using the DPPH method, we found that free radical scavenging activity was strong in all the fractions except the water fraction of the water extract (GPW) and ethanol extract (GPE) of *G. pentaphyllum* Makino. Pseudo-SOD activity was highest in the diethyl ether fraction of the ethanol extract, while the other fractions of the ethanol and water extracts were lower. For xanthine oxidase inhibition activity, the diethyl ether fraction and butanol fraction of GPW, and the diethyl ether fraction and butanol fraction of GPE, showed activities over 80%. Nitrite scavenging ability was strong (over 60%) in all the GPW and GPE fractions. The diethyl ether fraction and butanol fraction of GPW had more effective nitrite scavenging abilities than the other extract fractions. These results suggest that the extracts of *G. pentaphyllum* Makino can be used as a functional material in a tea or drink.

**Key words:** *Gynostemma pentaphyllum* Makino extract, solvent fraction, antioxidative ability,

## 서 론

최근 식품관련 산업 및 학계에서는 자연계에 존재하는 다양한 동·식물 및 미생물로부터 얻어지는 각종 유용성분을 식품소재로 활용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 생체조절 기능이나 방어능력이 있는 것으로 알려진 일부 성분들은 질병예방과 노화억제 등 건강을 유지하는데 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀짐에 따라 이들을 이용한 기능성 식품의 개발이 식품산업의 새로운 연구 목표가 되고 있다(1-3).

천연 자원의 이용측면에서 중요한 위치를 차지하고 있는 차는 전 세계의 음료 중에서 가장 오랜 역사를 가지고 있으며 커피, 코코아와 함께 3대 기호음료로서 160여개 국가에서 널리 음용되고 있다(4). 차가 중요한 기호 음료로서 발전해 온 가장 큰 이유는 차가 여러 민족의 구미에 맞는 대중적인 기호성을 가지고 있을 뿐만 아니라 생체리듬의 조절, 면역력의 증가, 질병의 예방이나 회복, 노화 억제 등 신체 조절기능을 갖는 기능성 식품으로서 중요성이 새삼 강조되고 있기 때문이라고 할 수 있을 것이다. 전 세계적으로 녹차를 비롯한 다류식품의 소비가 크게 증가하고 있으며, 우리나라에서는 생강, 감잎, 두충, 오미자, 구기자, 산수유, 신선초 등 다양한 식물을 주원료로 한 기능성 식품 및 다류 제

품들이 많이 이용되고 있다(5-6).

덩굴차(*Gynostemma pentaphyllum* Makino)는 박과(Cucurbitaceae)에 속하는 덩굴성 다년생 식물로서 자웅이주이며 학명은 *Gynostemma pentaphyllum* Makino으로 우리나라에서는 돌외, 덩굴차 및 덩굴감자라고도 부른다(7-9). 덩굴차는 1977년 일본에서 발견되었으며 우리나라에는 1980년대부터 각지에서 재배하여 보급되어져왔다. 이 차는 「救荒本草通解(1525)」(10)에 의하면 사람이 섭취하여도 해가 없는 안전한 풀로 기록되어 있으며 中約大辭典(11)에도 약초 또는 차나 술로 만들어 마신 것으로 기록되어져 있다. Takemoto 등(12,13)은 덩굴차에서 50여 종의 사포닌(Gypenoside)을 동정하였으며, 덩굴차의 함유성분은 sterol과 당류, 색소 및 glycoside 이외에 잎과 줄기에 triol계 사포닌인 Rg<sub>3</sub>, Rg<sub>1</sub>, Rf가 미량 존재하는 것으로 발표하였다. 또한, 사포닌함량은 인삼보다 많고, 종류도 많으며 덩굴차에 함유된 gynosaponin 혼합물을 酸 가수분해하여 얻은 사포닌 중에 panaxadiol이 존재한다고 알려져 있다(14,15). 일본에서는 인삼사포닌을 공업적으로 생산하는데 덩굴차를 대량 사용하고 있다는 점등으로 보아 덩굴차는 한방에서 뿐만 아니라 기능성 식품자원으로 이용 가능성이 크다고 할 수 있다(16,17). 또한, 국외에서는 *G. pentaphyllum*의 추출물이 항이뇨제, 해열제, 항염증효과, 기관지염 치료에 효과가 있는 것으로 보고되었으며(18), 그 중에서 *G. pentaphyllum*로부터 추출, 정제한 gypenoside를 이용하여 *in vitro*, *in vivo*에서의 연구 결과가 다수 보고되고 있다(19-23). 그러나 이와 같은 실험에는 *G. pentaphyllum*은 주로 중국이나 대만에서 생산되어 특정성분인 gypenoside으로 정제된 제품을 사용한 것이었으며 특히, 국내에서 생산되는 *G. pentaphyllum*에 대해서는 성분 분석에 대한 연구는 일부 발표되

\*Corresponding author: Jae-Sung Lee, Food Technology and Food Service Industry, Yeungnam University, Gyongsan 712-749, Korea  
 Tel: 82-53-810-2955  
 Fax: 82-53-816-7365  
 E-mail: jslee@ynu.ac.kr

Received February 21, 2007; accepted May 22, 2007

었으나 생리 활성에 대한 연구는 거의 없는 것이 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 국내에서 생산되는 *G. pentaphyllum*의 기능성 및 기능성 식품 소재로써 이용가능성을 검토하고자 *G. pentaphyllum*를 에탄올과 물로 추출하고 추출물을 용매로 분획한 다음 각 용매의 분획별 항산화효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 *G. pentaphyllum*는 경남 거창에서 수확하여 건조, 가공한 것을 사용하였다. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), pyrogallol, xanthine oxidase, griess reagent, naphthylamine, sodium nitrite, sulfanilic acid와 기준의 항산화제로 잘 알려진 butylated hydroxytolune, ascorbic acid는 Sigma(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며, 기타 시약은 분석용 등급이상의 시약을 사용하였다.

### 추출 및 분획

*G. pentaphyllum*를 Fig. 1과 같이 각각 20배 증류수와 70% 에탄올을 이용하여 70°C에서 3분간 2회 반복, 추출하였다. 각 추출물을 diethyl ether, chloroform, ethyl acetate, *n*-butanol로 순차 분획 후 농축하고 동결 건조하여 분획물을 얻었다.

### 추출수율 측정

각 분획별로 얻어진 추출물의 추출 수율은 원료의 고형분 함량에 대한 추출물의 고형분 함량(%)으로 표시하였다.

### 전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability)은 Bios(24)의 방법에 의하여 시료의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)에 대한 환원력으로 측정하였다. 즉, 각 시료 4 mL에  $1.5 \times 10^{-4}$  M의 DPPH시액 1 mL를 가하고 잘 섞은 후 실온에서 30분 동안 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은  $\{1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도}/\text{시료 무첨가구의 흡광도})\} \times 100$ 으로 나타냈으며 대조구로서 기준의 항산화제인 BHT(1,000 ppm)와 비교하였다.

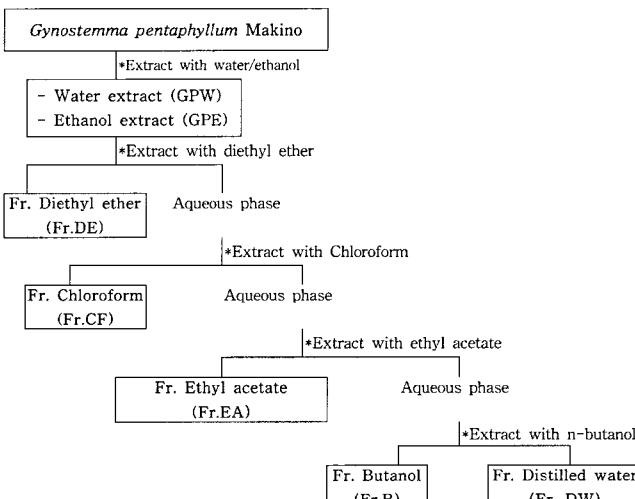


Fig. 1. Fractionation of extract from *G. pentaphyllum* Makino by solvent partitioning.

### Superoxide Dismutase(SOD) 유사활성능

SOD 유사활성능은 Marklund과 Marklund(25)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 각 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer(50 nM tris + 10 mM EDTA) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 실온에서 10분간 방치한 후, 1 N HCl 1 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은  $\{1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도}/\text{시료 무첨가구의 흡광도})\} \times 100$ 으로 나타냈으며 대조구로는 BHT 1,000 ppm을 이용하여 비교하였다.

### Xanthine oxidase 저해활성

Xanthine oxidase 저해활성은 Noro(26)의 방법에 준하여 실시하였다. 즉, 소정의 시료 추출물 1 mL에 40 mU의 xanthine oxidase 0.1 mL 및 1/15 M phosphate buffer(pH 7.5) 2.9 mL를 가하여 25°C에서 15분간 preincubation 시켰다. 여기에 0.15 mM xanthine 2 mL를 가하고, 다시 30분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시켜 290 nm에서 흡광도를 측정하였다. Xanthine oxidase 저해능은  $\{1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도}/\text{시료 무첨가구의 흡광도})\} \times 100$ 으로 나타냈으며 대조구로는 ascorbic acid 1,000 ppm을 이용하여 비교하였다.

### 아질산염 소거능

아질산염 소거능(nitrite scavenging ability)은 Kato 등(27)의 방법에 준하여 측정하였다. 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 mL에 각각의 시료 추출물을 가하고 0.1 N HCl(pH 1.2)로 반응용액의 pH를 1.2로 조정한 다음 총양을 10 mL로 하여 이 용액을 37°C에서 1시간동안 반응하였다. 반응액 1 mL에 2% acetic acid 용액 5 mL, griess 시약(30% acetic acid로 각각 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1로 혼합한 것) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합하였다. 이를 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 계산하였다. 아질산염소거능 =  $\{1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도}/\text{시료 무첨가구의 흡광도})\} \times 100$ 으로 나타냈으며 대조구는 ascorbic acid 1,000 ppm을 이용하여 비교하였다.

### 통계처리

본 실험 결과의 통계 처리는 SPSS 12.0(windows 용)을 이용하여 실험군당 평균(mean)±표준편차(S.D.)로 나타내었으며, 각 군의 평균차에 대한 통계적 유의성 검정은 Duncan의 다중검증법(DMRT: Duncan's multiple range test)으로 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 분획물의 수율

덩굴차 100 g을 물과 70% 에탄올로 추출하여 수율을 측정한 결과 덩굴차 물 추출물(GPW) 6.39%, 덩굴차 에탄올 추출물(GPE) 3.79%으로 물로 추출하였을 때 수율이 높은 것으로 나타났다. 이것을 순차적으로 용매별로 분획하여 얻은 각 회분들의 수율은 추출물 모두 water회분에서 5.30%, 1.67%로 가장 높았다(Table 1).

### DPPH radical 소거능

전자공여능 측정은 지질과산화 연쇄반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 공여함으로써 free radical의 생성 억제 정도를 간접적으로 측정할 수 있다. Fig. 2에 덩굴차 추출물의 각 회분의 전자공여능을 측정한 결과, 각 추출물 모두 70-98%의 높은 활성을 나타내었다(Fig. 2). 특히, GPW의 diethyl ether회분, chlo-

Table 1. The fraction yields of *G. pentaphyllum* Makino extract

Solvent Yield (%)	Diethyl ether	Chloroform	Ethyl acetate	Butanol	Water
Water extract	0.04	0.11	0.11	0.83	5.30
Ethanol extract	0.41	0.34	0.39	0.98	1.67

\*Fraction yields were described as the percent of dry substance of fractions based on the dry substance of the *G. pentaphyllum* Makino.

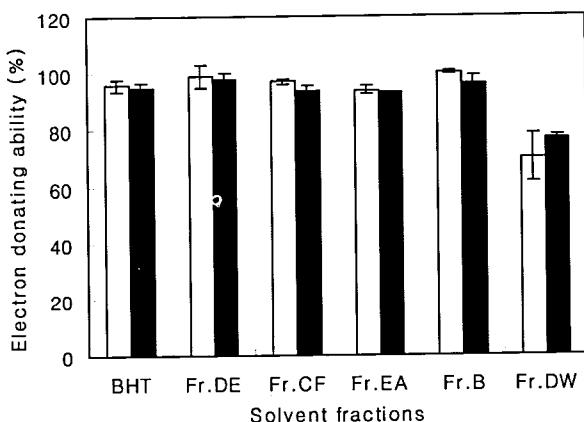


Fig. 2. Electron donating activity of various fraction obtained from *G. pentaphyllum* Makino extracts by DPPH assay. The results are the mean  $\pm$  S.D. from three replications. Each sample was tested at the concentration of 1,000 ppm. The symbols are below; □: *G. pentaphyllum* Makino water extract, ■: *G. pentaphyllum* Makino ethanol extract, BHT: butylated hydroxytoluene, Fr.DE: diethyl ether fraction, Fr.CF: chloroform fraction Fr.EA: ethyl acetate fraction, Fr.B: butanol fraction Fr.DW: water fraction.

roform획분, butanol획분과 GPE의 diethyl ether획분, chloroform획분은 양성 대조구인 BHT의 활성(96.5%)과 비슷하거나 더 높은 활성을 보였다. 차 등(28)은 오배자의 전자공여능을 측정한 결과 n-hexane, ethyl acetate, butanol획분이 합성항산화제인 BHA보다 우수한 항산화 효과를 나타냈다는 결과를 보고한 바 있다. 또한, Jhee와 Yang(29)은 방아 시료의 ether 추출물중 폐놀성획분에서 항산화 활성이 가장 높았다고 보고하였다. 항산화 효과는 시료를 어떠한 용매로 추출하느냐에 따라 항산화능의 차이가 나는 것으로 알려져 있는데 예를 들어 sweet potato(30)와 붉나무(31)는 methanol, 석이버섯(32)은 diethyl ether, 산수유(33)는 water, 소목(34)은 ethyl acetate 등이 이용되고 있어 용매의 극성도에 따라 추출물질이 달라짐을 알 수 있다. 반면에, 덩굴차 추출물은 모든 획분에서 항산화 효과가 높은 것으로 나타난 것으로 보아 식품재료에 이용 형태에 따라 추출조건을 달리하여도 무방할 것으로 판단된다.

#### Superoxide Dismutase(SOD) 유사활성

항산화 효소의 하나인 superoxide dismutase(SOD)는 세포에 해로운 환원산소종을 과산화수소로 전환시키는 반응( $2O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$ )을 촉매하는 효소이며, SOD에 의해 생성된  $H_2O_2$ 는 peroxidase나 catalase에 의해 무해한 물분자와 산소분자로 전환된다. 덩굴차 추출물의 SOD 유사활성능을 측정한 결과(Fig. 3), GPE의 diethyl ether획분과 water획분에서 각각 95.1%, 30.7%이었으나 GPW에서는 20% 내외로 활성이 낮았다. Lim 등(35)은 대나무 에탄올 추출물에서 SOD 유사활성능이 76.1%로 우수한 항산화력이

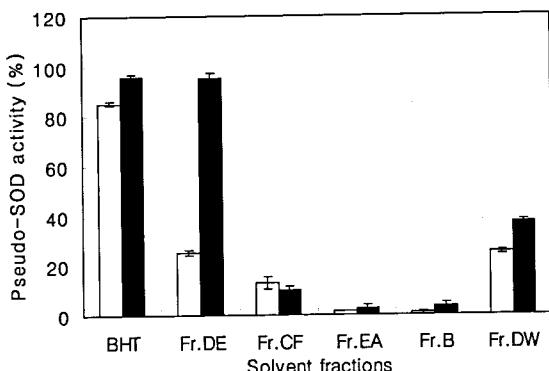


Fig. 3. Pseudo-SOD activity of various fraction obtained from *G. pentaphyllum* Makino ethanol extract. The results are the mean  $\pm$  S.D. from three replications. Each sample was tested at the concentration of 1,000 ppm. The symbols are below; □: *G. pentaphyllum* Makino water extract, ■: *G. pentaphyllum* Makino ethanol extract, BHT: butylated hydroxytoluene, Fr.DE: diethyl ether fraction, Fr.CF: chloroform fraction Fr.EA: ethyl acetate fraction, Fr.B: butanol fraction, Fr.DW: water fraction.

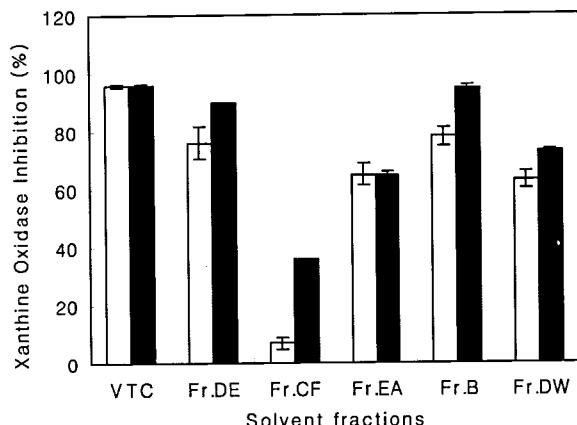
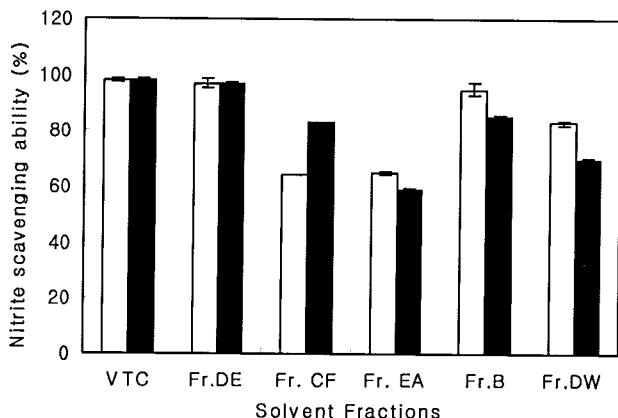


Fig. 4. Xanthine oxidase inhibition activity of various fraction obtained from *G. pentaphyllum* Makino extract. The results are the mean  $\pm$  S.D. from three replications. Each sample was tested at the concentration of 1,000 ppm. The symbols are below; □: *G. pentaphyllum* Makino water extract, ■: *G. pentaphyllum* Makino ethanol extract, VTC: ascorbic acid, Fr.DE: diethyl ether fraction, Fr.CF: chloroform fraction Fr.EA: ethyl acetate fraction, Fr.B: butanol fraction Fr.DW: water fraction.

관찰되었다고 보고하였으며, 또한, Choi 등(36)은 밤꽃 메탄올 추출물이 65.1%의 SOD 유사활성능이 나타났다고 보고하였다. 그리고 Chung 등(37)은 SOD 활성 염색법을 활용하여 60여종의 약용작물에 대한 항산화 효과를 검증하였는데 평균 34.8% 정도의 활성을 나타내는 것으로 보고하였다. 이들의 결과와 비교해 볼 때, GPE의 diethyl ether획분의 SOD 소거능이 우수하며 더욱이 양성대조구인 BHT와 유사한 활성을 보였으며 이 활성 성분은 비극성으로 용매에 의하여 놓축된 것으로 판단된다.

#### Xanthine oxidase 저해활성

Xanthine oxidase는 생체내 퓨린대사에 관여하는 효소로써 xanthine 또는 hypoxanthine으로부터 urate를 형성하여 혈장내 urate가 증가되면 골절에 축적되어 통풍을 유발하며, 신장에 침착되어 신장 질환을 일으킨다고 알려져 있다(38).



**Fig. 5. Nitrite scavenging abilities of various fraction obtained from *G. pentaphyllum* Makino extract.** The results are the mean  $\pm$  S.D. from three replications. Each sample was tested at the concentration of 1,000 ppm. The symbols are below; □: *G. pentaphyllum* water extract, ■: *G. pentaphyllum* Makino ethanol extract, VTC: ascorbic acid, Fr.DE: diethyl ether fraction, Fr.CF: chloroform fraction, Fr.EA: ethyl acetate fraction, Fr.B: butanol fraction, Fr.DW: water fraction.

Fig. 4는 덩굴차 추출물의 xanthine oxidase 저해활성을 조사한 결과이다. GPW의 diethyl ether획분, ethyl acetate획분, butanol획분, water획분에서 76.3, 64.8, 77.6, 64.3%이었으나 chloroform획분의 활성(5.2%)은 매우 낮았다. GPE에서도 GPW와 마찬가지로 diethyl ether획분, chloroform획분, ethyl acetate획분, butanol획분, ethanol획분에서 각각 89.7, 64.6, 96.1, 71.8%로 높은 활성을 나타내었다. 특히, 에탄올 추출물의 diethyl ether과 butanol획분은 양성대조구인 ascorbic acid와 유사한 xanthine oxidase 저해활성을 보였다.

#### 아질산염 소거능

질산염은 식물체내, 소화기관 및 식품의 저장과정에서 질산화원효소, 환원세균 등의 작용에 의해 아질산염으로 환원된다. 질산염이 많이 함유된 식품을 다량 섭취하게 되면 methemoglobin 증 등 중독 증상을 일으킬수 있으며 또한 아질산염과 nitroso화 반응은 위장내의 낮은 산성조건에서 쉽게 일어나서 발암물질인 nitrosamine을 생성할 수 있다(39). GPW의 diethyl ether획분 98.0%, butanol획분 95.0%로 가장 높았으며 그 다음으로 water획분 83.2%, ethyl acetate획분 67.1%, chloroform획분 66.6%이었다. 또한, GPE에서도 diethyl ether획분 98.0%, butanol획분 87.6%, chloroform획분 82.0%, ethyl acetate획분 58.7%, water획분 69.9%으로 매우 높은 아질산염 소거능이 있는 것을 확인하였다.

Jung 등(40)은 오미자 종자의 메탄올과 에탄올 추출물에서 98.6% 와 91.9%의 높은 아질산염 소거능을 나타내었다고 하였다. 또한, Kim 등(41)의 감태 용매 추출물에 있어서 ethyl ether와 ethyl acetate 분획에서, 박 등(42)의 결명자 메탄올 추출물의 ethyl acetate 분획물이 가장 높은 아질산염 소거율을 나타내는 것으로 보고하여 본 연구 결과와 유사한 것으로 나타났다. 위의 결과에서와 같이 *G. pentaphyllum*도 각 분획에서 아질산염 소거능이 높은 것으로 나타났으므로 *G. pentaphyllum*을 tea나 drink로서 복용할 경우 체내의 효과적인 아질산염 소거작용을 통해 nitrosamine 생성을 억제할 것으로 판단된다.

## 요약

덩굴차(*Gynostemma pentaphyllum* Makino)의 물(GPW)과 에탄올 추출물(GPE)의 각 용매 획분에 대한 항산화효과를 검토한 결과는 다음과 같다.

전자공여능은 GPW와 GPE의 water획분을 제외한 나머지 모든 획분에서 모두 90% 이상의 강한 활성을 나타냈으며, SOD 유사 활성능은 GPW의 water획분 40%, GPE의 diethyl ether획분 95%의 활성만이 나타났다. Xanthine oxidase 저해 활성은 GPW의 ethyl ether획분, butanol획분, GPE의 diethyl ether획분, butanol획분에서 80%이상으로 높았으며, 아질산염 소거능은 GPW의 diethyl ether획분과 butanol획분에서 95%이상, GPE의 diethyl ether획분, chloroform획분, butanol획분이 80%이상으로 높은 것으로 나타났다.

이와 같이 덩굴차 추출물은 항산화 관련 free radical 소거(electron donating ability, superoxide dismutase activity, nitrite scavenging activity)과 및 생성 억제(xanthine oxidase inhibition activity)에 있어서 분획물에 따라 다소 차이는 있었으나 전자공여능과 xanthine oxidase 저해 활성은 90%이상의 전반적으로 강한 활성이 있었으며 아질산염 소거능 또한 비극성 및 극성 분획물에서 전반적으로 소거활성이 나타났다. 덩굴차 추출물은 소거계뿐만 아니라 생성 억제계에서도 전반적으로 항산화 활성을 보인 것으로 보아 이것은 덩굴차가 다류로서뿐만 아니라 기능성 식품의 부재료로서의 가능성이 충분히 있는 것으로 판단된다.

## 문헌

- Pszczola DE. Designer food. Food Technol. Chicago, IL, USA. 47: 92-101 (1993)
- Sadaki O. The development of functional foods and materials. Bioindustry 13: 44-50 (1996)
- Elliott MJ. Biological properties of plant flavonoids: An overview. J. Pharmacog. 34: 344-348 (1996)
- Kim JT. *Science and Culture of Tea*. Borimsa Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 322-328 (1996)
- Yeo SG, Ann CW, Lee YW, Lee TG, Park YH, Kim SB. Antioxidative effect of tea extracts from green tea, oolong tea, and black tea. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 299-304 (1995)
- Lee JO, Kim MC, Kim MH, Park JS, Park EJ, Kim JW, Song KH, Shin DW, Mok JM, Shin HK. Studies on the phenolic compounds and the antioxidant properties of various plants used as commercial teas (I). Annu. Rep. KFDA 1: 21-32 (1995)
- Ministry of Education. *Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea 5<sup>th</sup>*. Samhwa Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea. p. 1139 (1970)
- Jung BS, Shin BS. *Illustrated Medicine Dictionary*. Younglimsa, Seoul, Korea. p. 952 (1990)
- Song JT, Jung HB, Jin HS. *Korean Native Flora*, Institute of Korea Native Flora, Seoul, Korea. p. 1002 (1983)
- Lim UK, Kim HJ. Saponins of *Gynostemma pentaphyllum*. Korean J. Crop Sci. 31: 249-252 (1986)
- Chiang Su New Medicinal Collage. *Dictionary of Chinese Crude Drugs*. Shanghai Scientific Technologic Publisher, Shanghai, China p. 16 (1977)
- Takemoto T. Studies on the constituent of *Gynostemma pentaphyllum* Makino I. structure of gypenoside I-XIV. Yakug. Zasshi 103: 173-185 (1983)
- Im WG. Effects of medicine and Culture from *Gynostemma pentaphyllum*. Tamgudang, Seoul, Korea. pp. 108-109 (1986)
- Park H, Lee MK. Saponins in leaf and stem of *Gynostemma pentaphyllum*. J. Ginseng Res. 8: 172-177 (1984)

15. Jung BS, Shin BS. Illustrated Medicine Dictionary. Younglimsa Seoul, Korea. p. 551 (1990)
16. Nagai M, Izawa, Nagumo S, Sarurai N. Two glycosides of a novel dammarane alcohol from *Gynostemma pentaphyllum*. Chem. Pharm. Bull. 29: 779-783 (1981)
17. Lee HO, Ko YS. Studies on the constituents of *Gynostemma pentaphyllum* Makino. Korean J. Soc. Food Sci. 6: 69-83 (1990)
18. Lin JM, Lin CC, Chiu HF, Yang JJ, Lee SG. Evaluation of the anti-inflammatory and liver-protective effects of *Anoectochilus formosanus*, *Ganoderma lucidum* and *Gynostemma pentaphyllum* in rats. Am. J. Chin. Med. 21: 59-69 (1993)
19. Megalli S, Aktan F, Davies NM, Roufogalis BD. Phytopreventative anti-hyperlipidemic effects of *Gynostemma pentaphyllum* in rats. J. Pharm. Pharm. Sci. 8: 507-515 (2005)
20. Reuter BK, Davies NM, Wallace JL. Nonsteroidal antiinflammatory drug enteropathy in rats: role of permeability, bacteria, and enterohepatic circulation. Gastroenterology 112: 109-117 (1997)
21. Ruijanawate C, Kanjanapothi D, Amornlerdpison D. The anti-gastric ulcer effect of *Gynostemma pentaphyllum* Makino. Phytomedicine 11: 431-435 (2004)
22. Kulwat C, Lertprasertsuke N, Leechanachai P, Kongtawelert P, Vinitketkumnun U. Antimutagenicity and DT-diaphorase inducing activity of *Gynostemma pentaphyllum* Makino extract. J. Med. Invest. 52: 145-150 (2005)
23. Lin CC, Huang PC, Lin JM. Antioxidant and hepatoprotective effects of *Anoectochilus formosanus* and *Gynostemma pentaphyllum*. Am. J. Chin. Med. 28: 87-96 (2000)
24. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181: 1198-1744 (1958)
25. Marklund S, Marklund G. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem. 47: 468-474 (1974)
26. Noro T, Oda Y, Miyase T, Ueno A, Fukushima S. Inhibitors of xanthine oxidase from the flowers and buds of *Daphne genkwa*. Chem. Pharm. Bull. 31: 3984 (1983)
27. Kato H, Lee IE, Chyuen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibitory of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agr. Biol. Chem. Tokyo 51: 1333-1338 (1987)
28. Cha BC, Lee SB. Antioxidative and free radical scavenging effects of *Rhus javanica* Linne. Korean J. Med. Crop Sci. 6: 181-187 (1998)
29. Jhee OH, Yang CB. Antioxidative activity of extract from Bangah herb. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 1157-1163 (1996)
30. Hayase F, Kato H. Antioxidative components of sweet potatos. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 30: 37-41 (1984)
31. Lee YJ, Shin DH, Chang YS, Kang WS. Antioxidative effect of *Rhus javanica* Linne extract by various solvents. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 677-682 (1993)
32. Jeong EJ. Antioxidative and nitrite scavenging effect of solvent extracts from *Gyrohora esculenta*. Korean J. Food Nutr. 11: 426-430 (1998)
33. Seo KI, Lee SW, Yang KH. Antimicrobial and antioxidative activities of *Corni Fructus* extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 6: 99-103 (1999)
34. Lim DK, Chio U, Shin DH. Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 83-89 (1996)
35. Lim JA, Na YS, Baek SH. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract from *Phyllostachys bambusoides*. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 306-310 (2004)
36. Choi CS, Song ES, Kim JS, Kang MH. Antioxidative activities of *Castanea Crenata* Flos. methanol extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 1216-1220 (2003)
37. Chung IM, Kim KH, Ahn, JK. Screening of Korean medicinal and food plants with antioxidant activity. Korean J. Med. Crop Sci. 6: 311-322 (1998)
38. Storch J, Feber E. Detergent-amplified chemiluminescence of lucigenin for determination of superoxide anion production by NADPH oxidase and xanthine oxidase. Anal. Biochem. 169: 262-267 (1988)
39. Bartsch H, Ohshima H, Pignatell B. Inhibition of endogenous nitrosation: Mechanism and implications in human cancer prevention. Mut. Res. 202: 307-324 (1988)
40. Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. The antioxidative, antimicrobial, and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* ruprecht (*omija*) seed. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 928-935 (2000)
41. Kim OK, Lee TG, Park YB, Park DC, Lee YW, Yeo SG, Kim IS, Park YH, Kim SB. Inhibition of xanthine oxidase by seaweed extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 1069-1073 (1996)
42. Park YB, Lee TG, Kim OK, Do JR, Yeo SG, Park YH, Kim SB. Characteristics of nitrite scavenger derived from seed of *Cassia tora* L. Korean J. Food Technol. 27: 124-128 (2000)