

韓國獨活과 中國獨活의 항산화효능 비교 연구

신명섭, 한효상, 이영종*

경원대학교 한의과대학 본초학교실

Comparative Studies on the Anti-oxidation Activities of *Aralia continentalis* Root and *Angelica pubescens* Root

Myoung-Soup Shin, Hyo-Sang Han, Young-Jong Lee*

Dept. of Herbology, College of Oriental Medicine, Kyungwon University

ABSTRACTS

Objectives : The present study compared *Aralia continentalis* Root and *Angelica pubescens* Root used in Korea and China respectively concerning their anti-oxidant effect.

Methods : We tested the anti-oxidant effect through *in vitro* experiment and *in vivo* experiment that induced oxidative stress using ethanol.

Results : 1. DPPH scavenging activity was stronger in *Aralia continentalis* Root than in *Angelica pubescens* Root.

2. Superoxide anion radical scavenging activity was similar between *Aralia continentalis* Root and *Angelica pubescens* Root.

3. The linoleic acid peroxidation inhibition effect was stronger in *Aralia continentalis* Root than in *Angelica pubescens* Root.

4. The phenolic component was higher in *Aralia continentalis* Root than in *Angelica pubescens* Root.

5. Both *Aralia continentalis* Root and *Angelica pubescens* Root increased the concentration of GSH and decreased SOD activity in mice, in which oxidative stress was induced, and the effect was stronger in *Aralia continentalis* Root.

6. *Aralia continentalis* Root increased GSH peroxidase activity but *Angelica pubescens* Root did not have such an effect.

7. Neither *Aralia continentalis* Root nor *Angelica pubescens* Root had a significant effect on catalase, ADH and ALDH in mice, in which oxidative stress was induced.

Conclusions : *Aralia continentalis* Root has a stronger anti-oxidant effect than *Angelica pubescens* Root. Thus, although *Aralia continentalis* Root is not an original plant recorded in botanical literature, it may be usable based on the data about its effects.

Key words : *Aralia continentalis* Root, *Angelica pubescens* Root, anti-oxidant effect

서론

獨活은 《神農本草經》¹⁾上品에 “獨活 味苦平. 主風寒所擊, 金瘡止痛, 賁豚, 癰瘡, 女子疝瘕. 久服, 輕身耐老”

이라고 처음 기재된 이후, 祛風除濕, 通痺, 解表止痛의 효능이 있어서 風寒濕痺, 腰膝疼痛, 關節屈伸不利, 惡寒發熱, 頭痛身痛, 肢體沈重 등 증에 빈용되고 있다²⁾.

獨活의 기원으로 대한약전³⁾에는 오갈피과(Araliaceae)

* 교신저자 : 이영종, 경기도 성남시 수정구 복정동 산65 경원대학교 한의과대학 본초학교실
· Tel : 031-750-5415 · E-mail : garak@mail.kyungwon.ac.kr
· 접수 : 2009년 5월 21일 · 수정 : 2009년 6월 19일 · 채택 : 2009년 6월 22일

에 속하는 독활 *Aralia continentalis* Kitagawa의 뿌리로 되어 있고, 中國藥典⁴⁾과 臺灣藥典⁵⁾에는 傘形科(Umbelliferae)에 속한 重齒毛當歸 *Angelica pubescens* Maxim, f. *biserrata* Shan et Yuan의 말린 뿌리로 되어 있으며, 북한약전⁶⁾에는 우리와 같이 땃두릅(피두릅) *Aralia continentalis* Kitagawa의 뿌리로 되어 있고, 《日本藥局方外生藥規格》⁷⁾에는 *Aralia cordata* Thunb.를 和羌活이라 하고, 중국에서 獨活로 사용하는 中國獨活 *Angelica pubescens* Maxim.을 唐獨活로 하고 있어 기원식물이 서로 다른 실정이다.

독활(땃두릅) *A. continentalis*의 뿌리 성분은 ent-kaur-16-en-19-oic acid, 16- α -hydroxy-kauran-19-oic acid, β -sitosterol, daucosterol, continentalic acid, ferulic acid 및 caffeic acid 등이 알려져 있고⁸⁾, 韓 등⁹⁾은 continentalic acid의 항염증 효과를 보고하였고, 金 등¹⁰⁾은 생장억제물질을 보고하였다.

中國獨活 *A. pubescens*의 뿌리 성분으로는 columbianetin, columbianetin acetate, osthole, isoimperatorin, bergapten, xanthotoxin, columbianadin, columbianetin- β -D-glucopyranoside, anpubesol, angelol, γ -aminobutyric acid와 정유성분이 알려져 있고⁸⁾, 특히 coumarin 성분에 대한 연구는 오래 전부터 이루어져^{11,12)}, 그 유효성분이 osthole로 명명되었으며, osthole은 항응고작용¹³⁾, 혈관이완¹⁴⁾, 혈관근육의 세포증식억제¹⁵⁾ 등의 효능이 있다고 보고된 바 있다. 이 밖에 中國獨活은 기도이완, 항염 및 鎮痛 등의 효과가 Teng 등¹⁶⁾, Chen 등¹⁷⁾, Okuyama 등¹⁸⁾에 의해 보고되었다.

한국과 중국의 공정서에 獨活의 기원식물이 서로 다른 식물로 수재되어 있는 상황에서 어느 종류의 獨活을 사용하느냐에 따라 효능이 달라질 수 있기 때문에 이들 약재의 효능을 비교할 필요가 있다. 이에 저자는 獨活의 효능으로 알려진 祛風, 和血, 항염 등이 항산화 효과와 연관이 있음을 고려하여, 韓國獨活과 中國獨活을 대상으로 항산화 효능을 실험하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

실 험

1. 재료

1) 약재

韓國獨活 (*A. continentalis* Root)은 국내산을 시중에서, 中國獨活 (*A. pubescens* Root)은 중국산을 중국 안국시장에서 구입하여 경원대학교 본초학교실에서 감정한 후 사용하였다.

2) 동물

동물로는 Sprague-Dawley계의 수컷 흰쥐를 2주일 이상 사육장 환경에 적응시킨 후 사용하였다. 사육장은 인공조명설비에 의하여 조명시간을 오전 7:00부터 오후 7

:00까지 12시간으로 조절하며, 실내온도는 22 \pm 1 $^{\circ}$ C, 습도는 60% 내외로 유지하였고, 급수는 일반 상수도를 사용하였고 사료와 급수는 제한하지 않았다. 정상사료를 食餌하면서 사육한 후에 체중이 220 \pm 10 g인 개체를 실험에 사용하였다.

3) 시약 및 기기

(1) 시약

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), glutathione, linoleic acid, NAD (diphosphopyridine nucleotide), NBT (nitro blue tetrazolium chloride monohydrate), sodium azide, sodium xanthine, magnesium chloride, PMS (phenazine methosulfate), rotenone, semicarbazide-HCl 등은 SIGMA 제품, acetaldehyde, glutamine, hydrogen peroxide, silymarin group, tanic acid, trichloroacetic acid, picric acid 등은 Aldrich 제품, ethanol은 JT Baker 제품, xanthine oxidase는 Calbio 제품을 사용하였다.

(2) 기기

원심분리기로는 high speed centrifuge (Kontron, Model T-324, Italy), ultra centrifuge (Kontron, Model T-2000, Italy), 조직마쇄용으로 homogenizer (B·Braun, Model Potter S, Germany), 용액시료의 냉동건조에는 freeze-dryer (Labconco, Model LYPH·LOCK 12, USA)와 centra-vac system (Vision, Model VS-802F, Korea), 흡광치측정용으로 UV-visible spectrophotometer (Shimadzu, Model Mini-1240, Japan), 건조시료의 분쇄에는 pulverizer (Rong-Tsong Iron workers, Taiwan), 용액시료의 농축에는 rotary evaporator (Tokyo Rikakikai Co, Model Eyela, Japan), 세포배양에는 CO2 incubator (Nuair, USA) 및 Clean bench (Hansol SM, Korea) 등의 기기를 이용하였다.

2. 방법

1) 검액의 조제

In vivo 실험에는 전탕액을, 그리고 *in vitro* 실험에는 전탕 엑스 분말을 사용하였다. 약재를 냉각기가 부착된 등근 플라스크에 넣은 후, 10-15배량의 증류수를 첨가한 다음, 플라스크 탕액이 끓는 시점으로부터 2시간 동안 전탕하였다. 전탕이 끝난 용액을 4겹의 거어즈로 여과한 후 여과액을 비이커에 옮겨 넣고 가열하여 농축하였고, 농축된 전탕액을 적당량으로 분주하여 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다. 조제된 韓國獨活 및 中國獨活 전탕액의 농도는 0.41 g/ml이었다. 항산화 및 세포증식 실험 등 *in vitro* 실험을 위한 시료로는 준비된 전탕액을 동결건조기로 완전 건조한 분말을 사용하였다. 韓國獨活 전탕액으로부터 얻은 분말의 수율은 7.8%였으며, 中國獨活 전탕액으로부터 얻은 분말의 수율은 9.2%였다.

2) 산화반응 억제효과 측정

(1) DPPH 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Lee 등¹⁹⁾의 방법에 따라 실시하였다. 1.5×10^{-4} M의 농도로 에탄올에 녹여 조제한 DPPH 반응액과 일정 농도의 시료를 30 μ l를 첨가해 최종 부피가 3 ml가 되게 혼합하고 3분 후에 517 nm에서 흡광도를 측정하여 소거능(%)을 산출하였다.

(2) Superoxide anion radical 소거능

Superoxide anion radical 소거능은 Nishikimi 등²⁰⁾의 방법에 따라 실시하였다. 시료 500 μ l, 0.1M Tris-HCl 완충액 (pH 8.5) 100 μ l, 100 μ M PMS 200 μ l, 500 μ M NBT 200 μ l 및 500 μ M NADH 400 μ l를 가해 560 nm에서 흡광도 측정하고 시료를 함유하지 않은 용매에 대한 소거능(%)으로 결과를 나타내었다.

(3) Linoleic acid 과산화저해

Linoleic acid 과산화저해율은 Haraguchi 등²¹⁾의 방법에 따라 실시하였다. 25 mg/ml 농도의 시료용액 30 μ l, linoleic acid 400 μ l, phosphate buffer 800 μ l, 증류수 770 μ l를 가해 반응 혼합물을 만들어 40°C에서 자동산화를 유발하였다. 이 반응액 0.1 ml를 24시간 후 취해 0.1 ml의 30% NH₄SCN 및 75% 에탄올 2.7 ml와 혼합한 액에 2.45 mg/ml 농도의 ferrous chloride 0.1 ml를 가해 혼합하고 3분 후 500 nm에서 흡광도 측정하여 용매를 사용한 대조군의 흡광도에 대한 저해율(%)로서 항산화 효과를 나타내었다.

(4) 총페놀 함량

페놀 함량은 Kim 등²²⁾의 방법에 따라 실시하였다. 시료액 100 μ l와 2% Na₂CO₃ 2ml 및 50% Folin-Ciotalteau 시약 100 μ l를 혼합하고 30분 후 흡광도를 750 nm에서 측정 후 얻어진 흡광도를 tannic acid를 표준물질로 사용한 검량선에 근거하여 산출하였다.

3) 산화 동물모델에서의 항산화 효과 측정

(1) 산화적 스트레스 유발 및 약제투여

Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 1주일간 예비 사육한 후, 에탄올 단독투여군인 대조군, 강력한 항산화제인 silymarin(1 g/kg body weight/day)투여군, 그리고 검액 투여군 등으로 실험군을 나누어, 모든 실험군에 2주일 동안 매일 마리당 30% 에탄올 3.0 ml를 경구투여하여 산화적 스트레스를 유발하였다(Table 1).

산화적 스트레스 유발과 동시에 검액 투여군에는 韓國獨活 전탕액(0.41 g drug/ml)과 中國獨活 전탕액(0.41 g drug/ml)을 2주일 동안 매일 1회에 걸쳐 17:00-18:00시에 개체당 0.5 ml씩 경구투여하였고, 대조군에는 전탕액 대신에 생리식염수(0.85% NaCl)를, 실리마린 투여군에는 실리마린(1 g/kg body weight/day)을 투여하였다.

Table 1. Experimental Design for *in vivo* Test for 2 Weeks

Groups	Administrations	
	Ethanol	
Control	Yes	Saline
Silymarin	Yes	Silymarin(1g/kg body weight/day)
Experimental group	Yes	Ext(0.205g/220g=0.93g/kg bw/day)

(2) 간 적출 및 효소액 조제

간은 0.9%의 식염수로 관류한 후 적출하여 세척하고 여과지로 수분을 제거한 다음 -70°C의 냉동고에 보관하면서 사용하였으며, 조직 균질액 및 효소액 준비과정은 Fig. 1과 같다. 간 1 g에 10.0 ml의 0.1 M phosphate buffer를 가한 다음 빙냉상태에서 마쇄하였다. 마쇄한 용액을 600×g로 15분간 원심분리하였으며, 상등액 1.0 ml를 취하여 GSH(glutathione) 함량측정에 사용하였다. 나머지 9.0 ml을 8,000×g으로 10분 동안 재원심분리하여 얻은 침전물에 1.0 ml의 50 mM PBS(phosphate buffered saline, pH 7.0)을 가하여 catalase 및 ALDH (acetaldehyde dehydrogenase) 활성측정에 사용하였다. 상등액은 105,000×g에서 1시간 동안 초원심분리한 다음 그 상등액을 SOD (superoxide dismutase), GSH-peroxidase 및 ADH (alcohol dehydrogenase) 측정용 시료로 사용하였다(Fig. 1).

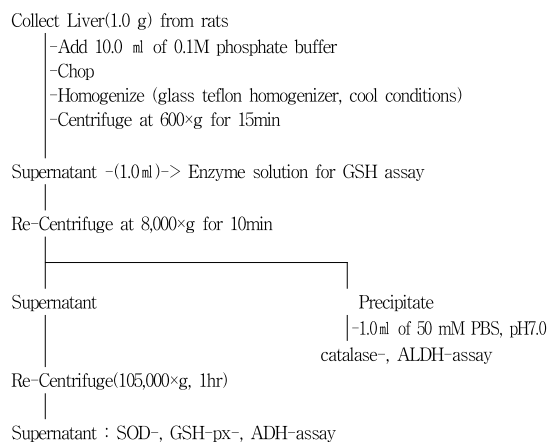


Fig. 1. Preparation of tissue homogenate and enzyme solution from rat liver

(3) GSH(glutathione) 함량 측정

GSH의 함량은 Ellman 등²³⁾의 방법에 따라 간(liver) 조직의 분쇄액을 준비하여 측정하였다. 균질화한 액을 20분간 원심분리(1,000×g, 4°C)하여 상등액을 취하였다. 마쇄하여 얻은 homogenate액에 0.1% picric acid를 첨가한 다음, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하였다. 그 상등액을 취하여 0.2 mM NADPH, 0.6 mM DTNB, 5 mM EDTA 및 glutathione reductase가 포함된 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5)를 첨가하여 412 nm에서 30초 간격으로 3분간 흡광치변화를 측정하였다.

(4) GSH-px(glutathione peroxidase) 활성 측정

GSH-px 활성은 Flohe²⁴⁾의 방법에 따라 측정하였다. 1×10^{-3} M sodium azide와 1mM EDTA를 함유하는 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.0) 500 μ l, 효소액 100 μ l, glutathione reductase(2.768 U/ml) 100 μ l, 1×10^{-2} M glutathione 100 μ l를 혼합, 37°C에서 10분 동안 예비 배양한 후 이 반응액에 0.1% NaHCO₃에 녹인 1.5×10^{-3} M NADPH 100 μ l를 가해 1분간 그리고 1.5×10^{-3} M H₂O₂ 100 μ l를 가한 후 다시 1분간 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 흡광도와 NADPH의 molecular extinction coefficient($E=6.22 \times 10^6$ cm)로부터 효소액과 대조군의 1분간의 NADPH 농도의 변화(Δ [NADPH]/min.)를 산출하고 이 효소액의 수치에서 대조군의 수치와 GSH-px와 관련없는 인자에 의해 나타나는 Δ [NADPH]/min.를 빼준 값을 다음의 식에 대입하여 GSH-px의 활성(Uk/mg protein)을 산출하였다.

$$U_k = 0.868 (\Delta[NADPH]/[GSH0]) \times t \times (V_i/V_s)$$

V_i/V_s : 희석배수

V_i : incubation volume

V_s : initial sample volume,

GSH0 : glutathione의 초기 농도

(5) SOD (superoxide dismutase) 활성 측정

SOD 활성은 Ptichis 등²⁵⁾의 방법에 따라 측정하였다. 15 mM sodium xanthine (in 0.1 M NaOH) 1.0 ml와 10 mM hydroxylamine hydrochloride 0.1 ml, 원심분리한 조직상등액 10 μ l 그리고 1/15 M phosphate buffer(pH 7.8) 1.49 ml를 혼합한 후 37°C에서 10분간 예열하였다. 여기에 xanthine oxidase(0.1 U/ml) 200 μ l를 가하고 다시 37°C에서 20분간 배양후, 0.05% sulfanilamide 0.1 ml, 0.02% N-(1-naphthyl) ethylenediamine 0.1 ml를 가한 후 실온에서 20분간 방치한 후 595 nm에서의 흡광치변화를 측정하였다. 이와 함께 표준 SOD를 사용하여 동일한 과정을 행하여 표준검량선을 얻었으며, 시료의 단백질함량을 반영하여 활성(unit/mg protein)을 나타내었다.

(6) Catalase 활성 측정

Catalase 활성은 Abei²⁶⁾의 방법에 따라 측정하였다. 0.1 ml의 원심분리한 상등액, 기질인 10.5mM H₂O₂ 그리고 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0)를 혼합하여 3 ml가 되게 한 후 25°C에서 30초 동안 반응시켰으며, 이 반응액을 240 nm에서 H₂O₂의 흡광도 변화로 효소 활성을 측정하였고, 효소활성(k/mg protein)은 1분간 1 μ M H₂O₂를 분해시키는데 요구되는 효소량으로 나타내었다.

(7) ADH (alcohol dehydrogenase) 활성 측정

Tottmar 등²⁷⁾의 방법에 따라 측정하였다. 0.2 M ethanol 0.1 ml, 0.5 M semicarbazide 0.02 ml, 0.1 M NAD(in 0.01 M HCl) 0.02 ml 및 0.1 M Tris buffer(pH 8.5) 2.0 ml를

혼합한 다음, 30°C로 온도를 조정하였다. 이 혼합액에 미리 준비된 효소액 0.1ml를 가하여 파장 340 nm에서 1분간의 흡광도변화를 측정하였으며, 생성된 NADH의 양을 활성으로 환산하였으며, 계산식은 다음과 같았다.

$$\text{units/ml} = \frac{(\Delta A_{340}/\text{min}) \times (\text{reaction vol}) \times (\text{dillution factor})}{(\text{sample vol}) \times 6.22}$$

$$\text{units/mg protein} = \frac{\text{Activity (units/ml)}}{\text{mg protein / ml of sample}}$$

(Note) 6.22 : millimolar extinction coefficient of NAD⁺ at 340nm

(8) ALDH(aldehyde dehydrogenase) 활성 측정

ALDH활성은 Tottmar 등²⁷⁾의 방법에 따라 측정하였다. 75 mM phosphate buffer(pH8.8) 0.4 ml에 증류수 70 μ l, 12 mM NAD 70 μ l, 12 mM magnesium chloride 70 μ l, 2.4 mM 4-methyl pyrazole 70 μ l, 8 mM rotenone (in MeOH) 2 μ l를 혼합한 다음, 준비된 효소 용액 0.1ml를 첨가하였으며, 5mM acetaldehyde 0.1 ml를 가하여 반응을 시작하였다. 반응은 30°C에서 시행하였고, 340 nm에서 1분간 흡광도 측정하여 생성된 NADH의 양을 활성으로 환산하였으며, 계산식은 다음과 같았다.

$$\text{units/ml} = \frac{(\Delta A_{340}/\text{min}) \times (\text{reaction vol}) \times (\text{dillution factor})}{(\text{sample vol}) \times 6.22}$$

(Note) 6.22 : millimolar extinction coefficient of NAD⁺ at 340nm

4) 통계처리

In vivo 실험으로부터 얻은 결과들의 실험군별 상호비교를 위한 평균치는 평균 \pm 표준오차(Mean \pm SD)로 산출하였다. 실험군간의 유의성 검증은 student's *t*-test 분석 방법을 이용하여 *p*-value가 0.05 미만인 경우에 그 유의성을 인정하였다.

성 적

1. 산화반응 억제효과

1) DPPH 소거 효과

韓國獨活 전탕액 및 中國獨活 전탕액을 냉동건조하여 얻은 시료의 DPPH 소거능을 측정하여, 항산화제로 널리 활용되고 있는 BHT (butylated hydroxy toluene)의 DPPH 소거활성과 비교하였다. 62.5, 125, 250, 500, 1,000 μ g/ml (=mg/kg; ppm)의 시료를 사용하였을 때, 韓國獨活의 DPPH 소거능은 각각 19.9%, 29.9%, 44.4%, 76.2% 및 83.6%였다. 시료의 양이 증가함에 따라 DPPH 소거능도 증가하였으나, 시료량이 500 μ g/ml 이상인 경우에는 소거활성이 다소 둔화되는 경향을 보였다. 中國獨活의

DPPH 소거능은 투여된 전탕 엑스 분말의 양에 따라 각각 11.4%, 19.1%, 33.9%, 53.5% 및 75.3%로, 시료의 양이 증가함에 비례하여 DPPH 소거능이 증가하였다. 전반적으로 韓國獨活이 中國獨活보다 DPPH 소거활성이 더 강하였다. BHT의 DPPH 소거활성은 62.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도에서 74.2%로서 韓國獨活의 약 3.7배의 소거활성을 보였으며, 250 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이상에서는 소거활성이 94.5% 이상이었다. 본 연구에서 사용한 BHT는 고순도(99.8%)이며, 韓國獨活 및 中國獨活은 전탕액을 냉동건조하여 얻은 분말임을 고려할 때, 韓國獨活과 中國獨活의 DPPH 소거활성은 매우 강한 편이라고 생각된다(Fig. 2).

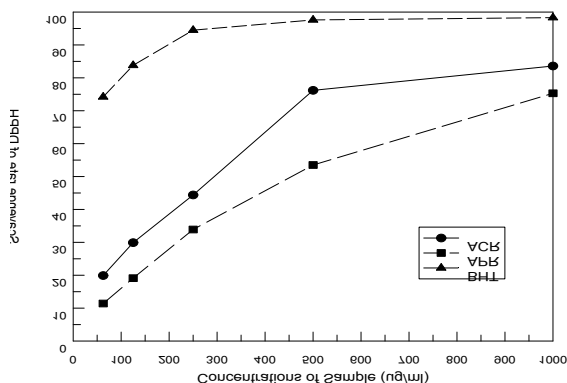


Fig. 2. DPPH-scavenging activities of *A. continentalis* root and *A. pubescens* root

ACR : Extract powder of *A. continentalis* root-decoction.
 APR : Extract powder of *A. pubescens* root-decoction.
 DPPH : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl.
 BHT : Butylated hydroxy toluene.

2) Superoxide anion radical 소거 효과

전탕액을 냉동건조하여 얻은 전탕 엑스 분말의 superoxide anion radical 소거능(scavenging activity)을 측정하였다. 100, 300, 500, 700 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (=mg/kg)의 전탕 엑스 분말을 사용하였을 때, 韓國獨活의 superoxide anion radical 소거능은 각각 0%, 0.3%, 7.3% 및 11.7%로, 300 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이하의

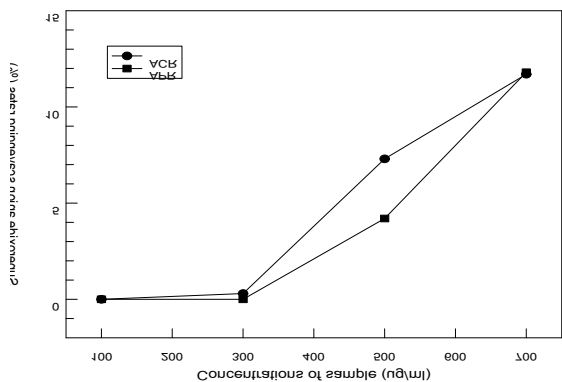


Fig. 3. Superoxide anion radical scavenging effects of *A. continentalis* root and *A. pubescens* root

ACR : Extract powder of *A. continentalis* root-decoction.
 APR : Extract powder of *A. pubescens* root-decoction.

농도는 소거능이 없었으나, 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이상 첨가된 경우에는 시료의 양에 비례하여 소거능이 증가하였다. 中國獨活은 100, 300, 500, 700 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 시료를 사용하였을 때 superoxide anion radical 소거능이 각각 0.0%, 0.0%, 4.2% 및 11.8%로, 역시 시료의 양이 증가함에 따라 소거능 또한 증가하였으나, 그 활성이 특별히 강하지는 않았다. 이와 같이 韓國獨活과 中國獨活의 superoxide anion radical 소거활성은 유의한 차이가 없었다(Fig. 3).

3) Linoleic acid 과산화 저해 효과

불포화유리지방산의 일종인 linoleic acid에 대한 韓國獨活 및 中國獨活의 산화억제 활성(oxidation inhibition)을 측정하였으며, 항산화제로 널리 활용되고 있는 BHT (butylated hydroxy toluene)와 ascorbic acid (AA; Vitamin C)의 산화억제활성을 같이 검사하여 비교하였다. 韓國獨活과 中國獨活의 초기산화억제활성은 8.9% 및 4.8%로 15.6% 및 52.4%인 BHT 및 ascorbic acid에 비하여 훨씬 약한 수준이었으나, 투여 후 28시간째에는 韓國獨活의 억제활성이 78.0%, 中國獨活의 억제활성이 70.4%로서 BHT의 억제활성 84.9%에 근접하였다. 항산화제로 널리 활용되고 있는 ascorbic acid의 초기 산화억제율은 52.4%로 8.9% 및 4.8%인 韓國獨活 및 中國獨活보다 훨씬 높은 억제효율을 보였으나, 52시간에는 산화억제율이 저하되어 韓國獨活 및 中國獨活과 대등한 억제율을 보였고, 64시간 이후에는 韓國獨活 및 中國獨活의 산화억제율이 오히려 더 높았다. Linoleic acid에 대한 韓國獨活 및 中國獨活의 산화억제 활성은 반응시간대별로 거의 유사하였으나, 전반적으로 韓國獨活이 中國獨活보다 다소 강한 산화억제활성을 보였다(Fig. 4).

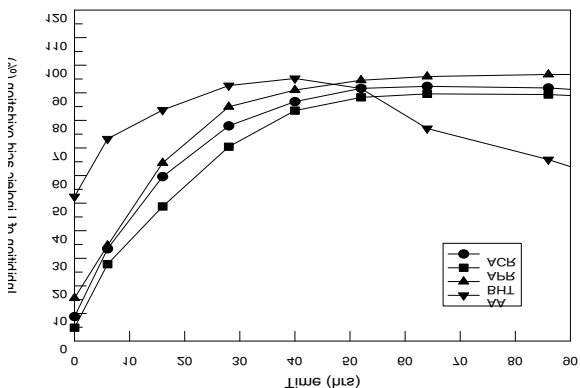


Fig. 4. Inhibition effects of *A. continentalis* root and *A. pubescens* root on the oxidation of linoleic acid

ACR : Extract powder of *A. continentalis* root-decoction.
 APR : Extract powder of *A. pubescens* root-decoction.
 BHT : Butylated hydroxy toluene.
 AA : Ascorbic acid (vitamin C).

4) 페놀성 성분의 함량

페놀성 물질(phenolic compounds)은 여러 산화반응을 억제하는 영향을 미치기 때문에, 韓國獨活 및 中國獨活 전탕 엑스 분말에 포함되어 있는 페놀성 성분의 함량측

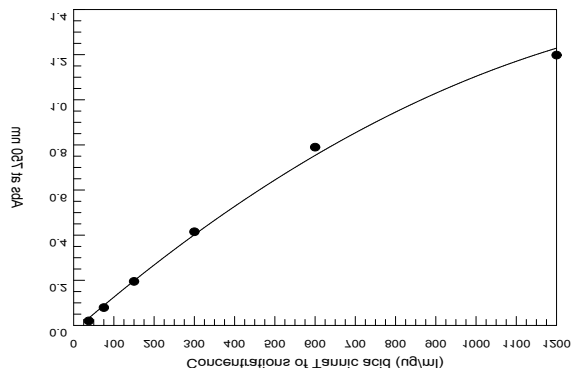


Fig. 5. Standard curve of tannic acid for the determination of phenolic compound

정을 위하여, tannic acid를 표준물질로 사용하여 작성한 표준곡선은 Fig. 5와 같았다.

韓國獨活 전탕 엑스 분말에는 페놀성 성분이 57.48 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 그리고 中國獨活 전탕 엑스 분말에는 34.89 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 의 페놀성 성분이 함유되어 있어, 中國獨活보다 韓國獨活의 페놀성 성분비율이 더 높았다(Table 2).

Table 2. The Contents of Phenolic Compound in A. Continentalis Root and A. Pubescens Root

Samples	Contents	Contents of phenolic compound (M \pm SD;n=4)
ACR		57.48 \pm 0.03 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ of sample)
APR		34.89 \pm 0.02 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ of sample)

ACR : Extract powder of A. continentalis root-decoction
 APR : Extract powder of A. pubescens root-decoction

2. 흰쥐 간에서의 항산화 효능

1) GSH 함량

흰쥐에 에탄올을 투여하여 산화적 스트레스를 유발하는 한편, 각 실험군에 韓國獨活 전탕액, 中國獨活 전탕액 및 강력한 항산화제인 실리마린을 각각 투여하여, 스트레스만 유발한 대조군(control)과 비교하였다. 흰쥐의 간(liver)을 절취하여 간에서의 산화적 스트레스의 지표가 되는 GSH 성분의 함량 또는 활성을 검사한 결과, 에탄올만 투여한 대조군의 GSH 농도는 6.7 \pm 0.6 $\mu\text{g}/\text{g}$ tissue였으며, 실리마린 투여군은 15.4 \pm 0.8 $\mu\text{g}/\text{g}$ tissue로 대조군의 230.0%에 달하였다. 韓國獨活 전탕액 투여군의 GSH 농도는 12.8 \pm 0.9 $\mu\text{g}/\text{g}$ tissue로 대조군과 비교하였을 때 233.0%로 현저히 상승되었으며($p < 0.01$), 中國獨活 투여군의 GSH함량은 10.0 \pm 1.0 $\mu\text{g}/\text{g}$ tissue로 역시 대조군에 비하여 유의하게 상승하였다($p < 0.05$). 韓國獨活 및 中國獨活 투여군 모두 대조군에 비하여 GSH농도가 증가하였으나, 韓國獨活 투여군의 증가폭이 더 컸다(Fig. 6).

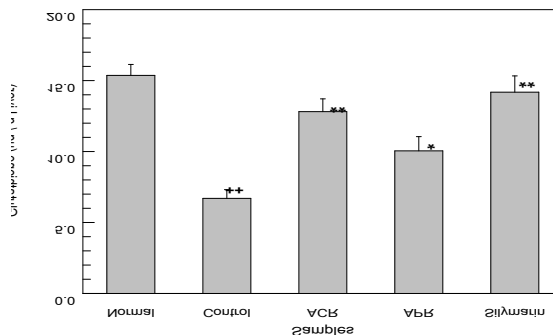


Fig. 6. The effects of the decoction prepared from A. continentalis root and A. pubescens root on the contents of glutathione after chronic ethanol intake in rat tissue

Normal : Not administrated with ethanol or drug.
 Control : Administrated with ethanol (3.0 ml of 30% ethanol).
 ACR : Administrated with A. continentalis root-decoction (0.205 g ACR/0.5 ml/day).
 APR : Administrated with A. pubescens root-decoction (0.205 g APR/0.5 ml/day).
 Silymarin : Administrated with silymarin (1 g/kg body weight/day).
 + : compared with normal group, * : compared with control group.
 (++, ** : $p < 0.01$. * : $p < 0.05$).

2) GSH-px 활성

산화적 스트레스를 유발시키기 위하여 에탄올을 경구 투여한 대조군의 GSH-px 활성은 3.4 \pm 0.2 U/mg protein이었으며, 이는 에탄올을 투여하지 않은 정상군의 활성 4.6 \pm 0.2 U/mg protein에 비하여 현저하게 저하된 활성이었다($p < 0.01$). 항산화제인 실리마린 투여군의 활성은 4.3 \pm 0.1 U/mg protein으로 대조군에 비하여 GSH-px 활성이 현저하게 상승되었다($p < 0.01$). 韓國獨活 전탕액 투여군의 GSH-px 활성은 4.0 \pm 0.1 U/mg protein으로 대조군에 비하여 현저하게 GSH-px 활성이 상승되었다($p < 0.01$). 中國獨活 전탕액 투여군의 GSH-px 활성은 3.8 \pm 0.2 U/mg protein으로 대조군의 활성에 비하여 다소 상승하는 경향성을 보였으나 유의한 수준은 아니었다(Fig. 7).

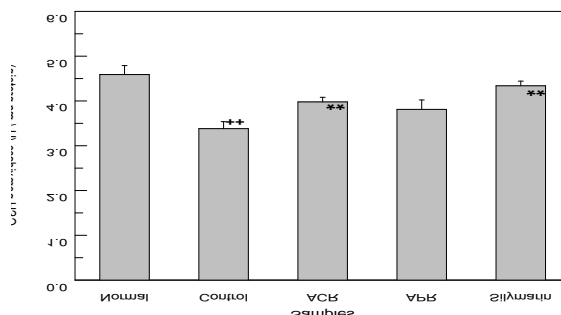


Fig. 7. The effects of the decoction prepared from A. continentalis root and A. pubescens root on the activities of GSH-peroxidase after ethanol intake during 14 days in rat tissue

Normal : Not administrated with ethanol or drug.
 Control : Administrated with ethanol (3.0 ml of 30% ethanol).
 ACR : Administrated with A. continentalis root-decoction (0.205 g ACR/0.5 ml/day).
 APR : Administrated with A. pubescens root-decoction (0.205 g APR/0.5 ml/day).
 Silymarin : Administrated with silymarin (1 g/kg body weight/day).
 + : compared with normal group, * : compared with control group.
 (++, ** : $p < 0.01$. * : $p < 0.05$).

3) SOD 활성

SOD의 활성에 따른 흡광치의 변화를 측정하여 SOD 표준곡선(Fig. 8)을 기준으로 간추출용액의 SOD 활성을 측정하고, 이와 함께 각 시료가 투여된 개체에서 절취하여 준비된 효소용액의 단백질량을 검사하였으며, 이를 근거로 Soluble SOD(Cu·Zn-SOD) 활성을 환산하였다.

정상군의 SOD 활성은 0.43 ± 0.03 U/mg protein이었고, 에탄올이 경구투여된 대조군의 활성은 0.70 ± 0.06 U/mg protein으로 정상군에 비하여 현저하게 상승하였다($p < 0.01$). 에탄올 투여와 더불어 韓國獨活 전탕액 투여군의 SOD 활성은 0.33 ± 0.02 , 中國獨活 전탕액 투여군은 0.56 ± 0.04 , 그리고 에탄올과 함께 실리마린이 투여된 경우의 SOD 활성은 0.58 ± 0.03 U/mg protein의 활성을 보였다. 대조군과 비교하였을 때, 韓國獨活 투여군의 SOD 활성은 대조군에 비하여 현저하게 저하되었다($p < 0.01$). 中國獨活 투여군도 SOD 활성이 대조군의 77.8%로 유의하게 저하되었으나($p < 0.05$) 그 하강폭이 韓國獨活 투여군 보다는 작았다. 실리마린 투여군의 SOD 활성은 대조군의 82.9%로 다소 저하되는 경향성을 보였으나 유의한 수준이 아니었다(Fig. 9).

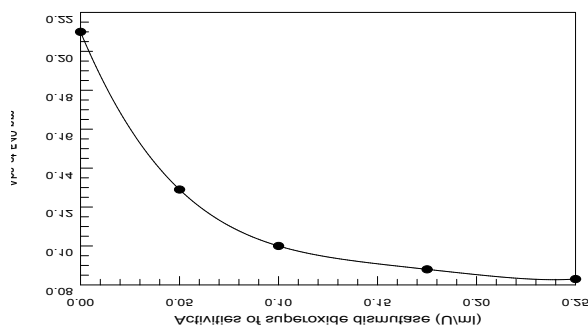


Fig. 8. Standard curve of superoxide dismutase

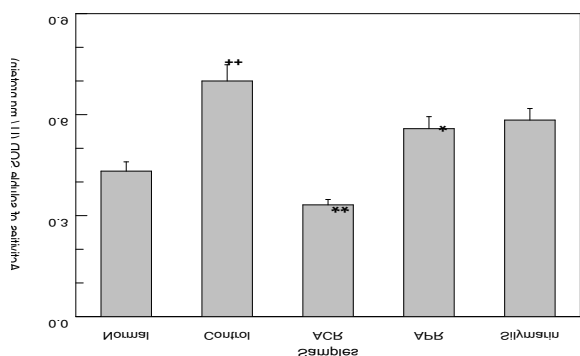


Fig. 9. The effects of the decoction prepared from *A. continentalis* root and *A. pubescens* root on the activities of soluble superoxide dismutase (SOD) after ethanol intake during 14 days in rat tissue

Normal : Not administrated with ethanol or drug.

Control : Administrated with ethanol (3.0 ml of 30% ethanol).

ACR : Administrated with *A. continentalis* root-decoction (0.205 g ACR/0.5 ml/day).

APR : Administrated with *A. pubescens* root-decoction (0.205 g APR/0.5 ml/day).

Silymarin : Administrated with silymarin (1 g/kg body weight/day).

+ : compared with normal group, * : compared with control group.

(+, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$).

4) Catalase 활성

과산화수소(H_2O_2)를 분해시키는 정도를 검사하여 catalase 활성을 측정하였으며, 이를 위하여 작성한 과산화수소의 표준곡선은 Fig. 10과 같았다. 정상군의 catalase 활성은 152.8 ± 5.5 kU/mg protein이었고, 에탄올을 투여하여 산화적 스트레스를 유발한 대조군의 catalase 활성은 118.3 ± 5.0 U/mg protein으로 정상군에 비하여 현저하게 저하되었다($p < 0.01$). 韓國獨活 전탕액 투여군의 catalase 활성은 127.0 ± 4.4 , 中國獨活 전탕액 투여군의 활성은 135.8 ± 7.2 , 그리고 항산화제인 실리마린(1 g/kg body weight /day)투여군의 catalase 활성은 143.7 ± 7.6 k U/mg protein의 활성을 보였다. 中國獨活 투여군의 catalase 활성이 韓國獨活 투여군의 catalase 활성보다 다소 높은 경향성을 보였으나, 대조군과 비교하여 두 실험군 모두 유의한 차이를 보이지는 않았다. 이에 비하여 실리마린 투여군의 활성은 대조군에 비하여 유의하게 상승하였다($p < 0.05$)(Fig. 11).

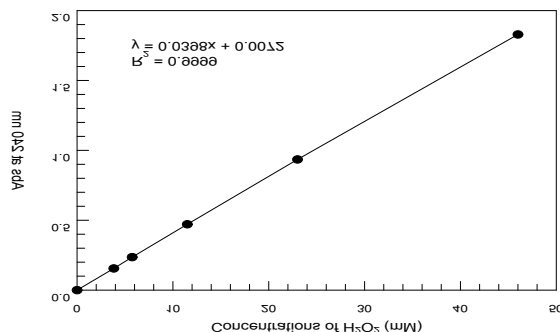


Fig. 10. Standard curve of superoxide

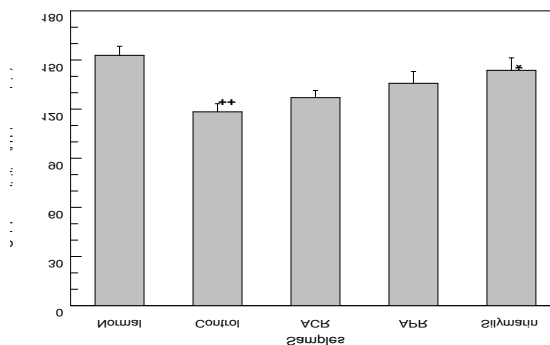


Fig. 11. The effects of the decoction prepared from *A. continentalis* root and *A. pubescens* root on the activities of catalase after ethanol intake during 14 days in rat tissue

Normal : Not administrated with ethanol or drug.

Control : Administrated with ethanol (3.0 ml of 30% ethanol).

ACR : Administrated with *A. continentalis* root-decoction (0.205 g ACR/0.5 ml/day).

APR : Administrated with *A. pubescens* root-decoction (0.205 g APR/0.5 ml/day).

Silymarin : Administrated with silymarin (1 g/kg body weight/day).

+ : compared with normal group, * : compared with control group.

(+, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$).

5) ADH 활성

에탄올을 투여하여 산화적 스트레스를 유발시킨 흰쥐

간의 ADH 활성을 검사하였다. 에탄올을 투여하지 않은 정상군의 ADH 활성은 1.83 ± 0.12 mU/mg protein이었고, 에탄올이 투여된 대조군의 ADH 활성은 2.38 ± 0.13 mU/mg protein으로 정상군에 비하여 유의하게 상승하였다 ($p < 0.05$). 에탄올 투여와 병행하여 약재가 투여된 韓國獨活 투여군의 ADH 활성은 2.63 ± 0.14 , 中國獨活 투여군의 ADH 활성은 2.75 ± 0.18 , 그리고 실리마린 투여군의 활성은 2.89 ± 0.14 mU/mg protein이었다. 대조군과 비교하였을 때, 韓國獨活 투여군은 ADH 활성이 대조군에 비하여 114.3%의 활성을 보여 다소 증가한 경향성을 보였으나 유의한 정도는 아니었다. 中國獨活 투여군의 ADH 활성 역시 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 한편 실리마린 투여군의 ADH 활성은 대조군에 비하여 유의하게 상승하였다(Fig. 12).

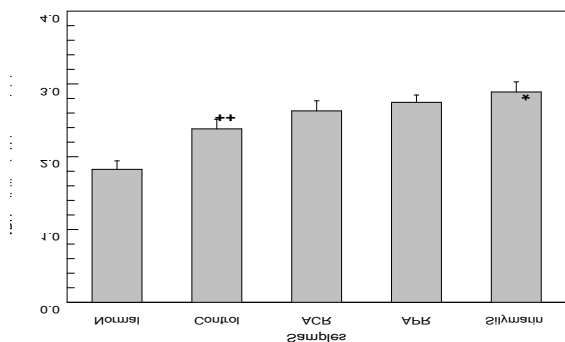


Fig. 12. The effects of the decoction prepared from *A. continentalis* root and *A. pubescens* root on the activities of alcohol dehydrogenase after ethanol intake during 14 days in rat tissue

Normal : Not administrated with ethanol or drug.

Control : Administrated with ethano l (3.0 ml of 30% ethanol).

ACR : Administrated with *A. continentalis* root-decoction (0.205 g ACR/0.5 ml/day).

APR : Administrated with *A. pubescens* root-decoction (0.205 g APR/0.5 ml/day).

Silymarin : Administrated with silymarin (1 g/kg body weight/day).

+ : compared with normal group, * : compared with control group.

(++ : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$).

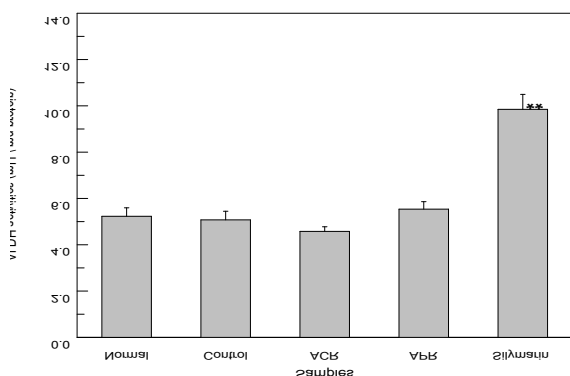


Fig. 13. The effects of the decoction prepared from *A. continentalis* root and *A. pubescens* root on the activities of acetaldehyde dehydrogenase after ethanol intake during 14 days in rat tissue

Normal : Not administrated with ethanol or drug.

Control : Administrated with ethano l (3.0 ml of 30% ethanol).

ACR : Administrated with *A. continentalis* root-decoction (0.205 g ACR/0.5 ml/day).

APR : Administrated with *A. pubescens* root-decoction (0.205 g APR/0.5 ml/day).

Silymarin : Administrated with silymarin (1 g/kg body weight/day).

** : $p < 0.05$: compared with control group.

6) ALDH 활성

에탄올을 투여하여 산화적 스트레스를 유발시킨 흰쥐 간장의 ALDH 활성을 검사한 결과, 에탄올을 투여하지 않은 정상군의 ALDH 활성은 5.23 ± 0.37 mU/mg protein이었으며, 에탄올이 투여된 대조군의 ALDH 활성은 5.07 ± 0.37 mU/mg protein으로 정상군과 비교하였을 때 유의한 차이를 보이지 않았다. 에탄올과 함께 韓國獨活 전탕액을 투여한 군의 ALDH 활성은 4.58 ± 0.20 , 中國獨活 전탕액을 투여한 군의 활성은 5.54 ± 0.32 mU/mg protein으로 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 이에 비하여 실리마린 투여한 군의 ALDH 활성은 9.85 ± 0.65 mU/mg protein으로 대조군에 비하여 현저하게 상승하였다(Fig. 13).

고 찰

獨活은 《神農本草經》¹⁾上品에 “獨活 味苦平. 主風寒所擊, 金瘡止痛, 賁豚, 癩瘻, 女子疝瘕. 久服, 輕身耐老. 一名 羌活, 一名 羌青, 一名 擴羌使者, 生川谷”이라고 처음 수재되었는데, 獨活과 羌活이 같은 약재로 쓰였음을 알 수 있으며, 《名醫別錄》²⁸⁾에 “味甘 微溫, 無毒. 主治諸賊風, 百節痛風無久新者. 一名 胡王使者, 一名 獨搖草. 此草 得風不搖, 無風自動”이라 하여 無風自動이라 하여 獨搖草 혹은 獨活이라 불린다고 하였다. 그리고 《新修本草》²⁹⁾에 “療風宜用獨活, 兼水宜用羌活”이라 하였고, 《圖經本草》³⁰⁾에 “二物 同一類, 今人以紫色而密節者爲羌活, 黃色而作塊者爲獨活”이라 하여 羌活과 獨活이 구별되기 시작했다.

獨活의 기원으로 대한약전³⁾에는 오갈피과(Araliaceae)에 속하는 독활 *Aralia continentalis* Kitagawa의 뿌리로 되어 있고, 북한약전⁶⁾에도 우리와 같이 맛두릅(피두릅) *Aralia continentalis* Kitagawa의 뿌리로 되어 있으며, 《東醫寶鑑》³¹⁾에 “맛돌흙”이라고 되어 있는 바와 같이, 우리나라에서는 오래전부터 獨活의 기원식물로 독활(맛두릅)을 사용해왔다. 그러나 中國藥典⁴⁾과 臺灣藥典⁵⁾에는 傘形科(Umbelliferae)에 속한 重齒毛當歸 *Angelica pubescens* Maxim, f. *biserrata* Shan et Yuan의 말린 뿌리로 되어 있으며, 일본⁷⁾에서는 우리의 독활(맛두릅)과 同屬인 *Aralia cordata* Thunb.를 和羌活이라 하고, 중국에서 獨活로 사용하는 中國獨活 *Angelica pubescens* Maxim.을 唐獨活로 하고 있어 우리와 다르게 사용하고 있다. 중국에서도 *A. cordata*를 九眼獨活이라고 하여 獨活로 사용하는 지역이 있는데³²⁾, 李 등³³⁾ 일부 문헌에는 *A. cordata*를 *A. continentalis*와 同一한 種으로 표기하기도 하나, Zhuravlev 등³⁴⁾은 *A. cordata*와 *A. continentalis*는 서로 다른 種이며 *A. cordata*는 American *A. hispida*와 유전적으로 유사하다고 보고한 바 있다. 실제로 중국에서는 *A. cordata*를 九眼獨活이라 하고, *A. continentalis*는 長白樅木이라 하여 구별하고 있다⁸⁾.

이처럼 한국과 중국의 공정서에 獨活의 기원식물이 科가 다른 식물로 수재되어 있는 상황에서 어느 종류의 獨活을 사용하느냐에 따라 효능이 달라질 수 있기 때문에 이들 약재의 효능을 비교할 필요가 있다. 독활 *A. continentalis*의 효능으로 韓 등⁹⁾은 continentalic acid의 항염증 효과를 보고하였고, 金 등¹⁰⁾은 생장억제물질을 보고하였으며, 李 등³⁵⁾이 땀두릅 새순의 항산화 효능을 보고한 바 있다. 九眼獨活 *A. cordata*의 효능에 대해서는 Lee 등³⁶⁾이 대식세포의 IL-8 억제효능을, Okuyama 등²¹⁾이 鎮痛효과, Dang 등³⁷⁾이 cyclooxygenase 활성억제를 보고하였으며, 中國獨活 *A. pubescens*은 coumarin 성분에 대한 연구가 오래 전부터 이루어져,^{11,12)} 그 유효성분인 osthole이 항응고작용¹³⁾, 혈관이완¹⁴⁾, 혈관근육의 세포 증식억제¹⁵⁾ 등의 효능이 있다고 보고된 바 있다.

이에 본 연구에서는 韓國獨活(땀두릅) *A. continentalis*와 中國獨活 *A. pubescens*의 효능을 비교하기 위해 항산화 효능에 대한 영향을 검사하였다.

*In vitro*에서의 항산화효과를 검사한 결과, 韓國獨活은 中國獨活보다 DPPH 소거활성이 2배 정도 더 강하였고, linoleic acid 산화억제 활성 또한 보다 강하였으며, 페놀성 성분의 함량도 더 높았으나, superoxide anion radical 소거활성은 中國獨活과 유사하였다.

흰쥐에 에탄올을 투여하여 산화성 스트레스를 유발한 다음 간에서의 항산화 정도를 검사한 결과, 韓國獨活 및 中國獨活 투여군 모두 glutathione 농도가 증가하였으나, 韓國獨活 투여군의 증가폭이 中國獨活 투여군보다 더 컸고, 韓國獨活은 GSH-peroxidase 활성을 상승시켰으나, 中國獨活은 그러한 효과를 보이지 않았으며, SOD 활성은 두 투여군 모두 유의하게 저하되었으나 그 하강폭이 韓國獨活 투여군이 더 컸다. 그러나 두 투여군 모두 catalase 활성, ADH 활성 및 ALDH 활성 등에 대해서는 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 결과를 고려할 때, 韓國獨活은 中國獨活보다 더 강한 항산화효능을 갖는다고 사료된다.

이러한 결과들을 종합할 때, 韓國獨活은 中國獨活보다 항산화 효능이 더 강하다고 할 수 있다. 비록 韓國獨活 이 본조문헌에 기록된 기원식물이 아니라 할지라도, 이처럼 강한 항산화 효능을 바탕으로 적절한 사용을 하는 것이 타당하다고 사료된다.

결론

한국과 중국에서 각각 獨活로 사용되는 韓國獨活 (*Aralia continentalis* Root)과 中國獨活 (*Angelica pubescens* Root)의 항산화 효능에 대한 영향을 검사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. DPPH 소거활성은 韓國獨活이 中國獨活보다 강하였다.
2. 韓國獨活과 中國獨活의 superoxide anion radical 소

거활성은 비슷하였다.

3. Linoleic acid 과산화 저해효과는 韓國獨活이 中國獨活보다 강하였다.
4. 페놀성 성분 함량은 韓國獨活이 中國獨活보다 더 높았다.
5. 韓國獨活 및 中國獨活은 산화적 스트레스가 유발된 흰쥐의 GSH 농도를 증가시키고, SOD 활성은 저하시켰으며, 韓國獨活이 더 강하였다.
6. 韓國獨活은 GSH-px 활성을 상승시켰으나, 中國獨活은 효과가 없었다.
7. 韓國獨活과 中國獨活은 산화적 스트레스가 유발된 흰쥐의 catalase, ADH, ALDH에 유의한 영향을 주지 않았다.

이러한 결과들을 종합할 때, 韓國獨活은 中國獨活보다 항산화 효능이 더 강하였다.

참고문헌

1. 孫星衍 輯. 神農本草經. 北京 : 科學技術文獻出版社. 1999 : 16.
2. 全國韓醫科大學 本草學共同教材編纂委員會 編. 本草學. 서울 : 영림사. 2004 : 305-6.
3. 지형준, 이상인, 안덕균, 이경순, 이숙연, 이영중 편. 대한약전 및 대한약전의 한약규격주해 제2개정. 서울 : 한국메디칼인텍스사. 1998 : 185.
4. 中華人民共和國 衛生部 藥典委員會 編. 中華人民共和國 藥典. 北京 : 化學工業出版社. 2005 : 215-6.
5. 行政院 衛生署 編. 中華民國中藥典範 1985年版. 臺北 : 達昌印刷有限公司. 1985 : 290, 291.
6. 조선민주주의인민공화국 보건부 약전위원회. 조선민주주의인민공화국 약전 제5판. 평양 : 의과학출판사. 1996 : 287-8.
7. 厚生省 藥務局 審査第二科 監修. 日本藥局方外生藥規格. 東京 : 藥事日報社. 1989 : 23, 64.
8. 國家中醫藥管理局 中華本草編委會. 中華本草. 上海 : 上海科學技術出版社. 1999 ; (5) : 782-5, 877-81.
9. 한용남, 한병훈, 이은옥, 박명환, 한기애. 獨活의 항염증 유효 성분 Continentalic acid 화학구조, 생약학회지. 1982 ; 13(4) : 169.
10. 김길웅, 백경환. 獨活(*Aralia continentalis* root)로부터 생장억제물질의 분리 및 동정. 韓國雜草學會誌. 1990 ; 10(3) : 221-6.
11. Hata K, Kozawa M. The formation of angelical from angelol, a new coumarin isolated from the root of *Angelica pubescens* Maxim. (umbelliferae). *Yakugaku Zasshi*. 1967 ; 87(2) : 210-1.
12. Hata K, Nishino T, Hirai Y, Wada Y, Kozawa M. On coumarins from the fruits of *Angelica*

- pubescens Maxim (author's transl). Yakugaku Zasshi. 1981 ; 101(1) : 67-71.
13. Ko FN, Wu TS, Liou MJ, Huang TF, Teng CM. Inhibition of platelet thromboxane formation and phosphoinositides breakdown by osthole from *Angelica pubescens*. Thromb Haemost. 1989 ; 62(3) : 996-9.
 14. Ko FN, Wu TS, Liou MJ, Huang TF, Teng CM. Vasorelaxation of rat thoracic aorta caused by osthole isolated from *Angelica pubescens* root. Eur J Pharmacol. 1992 ; 219(1) : 29-34.
 15. Guh JH, Yu SM, Ko FN, Wu TS, Teng CM. Antiproliferative effect in rat vascular smooth muscle cells by osthole, isolated from *Angelica pubescens* root. Eur J Pharmacol. 1996 ; 298(2) : 191-7.
 16. Teng CM, Lin CH, Ko FN, Wu TS, Huang TF. The relaxant action of osthole isolated from *Angelica pubescens* in guinea-pig trachea. Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol. 1994 ; 349(2) : 202-8.
 17. Chen YF, Tsai HY, Wu TS. Anti-inflammatory and analgesic activities from roots of *Angelica pubescens*. Planta Med. 1995 ; 61(1) : 2-8.
 18. Okuyama E, Nishimura S, Ohmori S, Ozaki Y, Satake M, Yamazaki M. Analgesic component of *Notopterygium incisum* Ting. Tokyo : Chem Pharm Bull. 1993 ; 41(5) : 926-9.
 19. Lee SE, Seong NS, Park CG, Seong JS. Screening for antioxidative activity of oriental medicinal plant materials. Korean J Medicinal Crop Sci. 2002 ; 10 : 171-6.
 20. Nishikimi N, NA Rao, and K Yagi. The occurrence of superoxide anion in the reaction of reduced phenazine methosulfate and molecular oxygenin Biochem. Biophys Res Commun. 1972 ; 46 : 849.
 21. HK Hashimoto and A Yagi. Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. J Agric Food Chem. 1992 ; 40 : 1349-51.
 22. Kim NM, Sung HS, Kim WJ. Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts. Korean J Food Sci Technol. 1993 ; 25 : 204-9.
 23. Ellman GL. Tissue sulfhydryl group. Arch Biochem Biophys. 1950 ; 82 : 79.
 24. Flohe' L, Miguel J, AT Quintanilha, H Weber (eds.). Determination of glutathione peroxidase. In Handbook of Free Radicals and Antioxidants in Biomedicine, Vol. III. CRC Press. 1989 : 283, 284.
 25. Pttichis K, LL Louca and V Glover. Quantitation of soluble Superoxide dismutase in rat, based on the inhibition of ritrite formation from hydroxylammonium chloride. Anal Biochem. 1994 ; 221 : 428-31.
 26. Abei H, L Packer(ed). Catalase in vitro, In "Methods in enzymology(vol. 5)". Academic Press. 1984 : 121-6.
 27. Tottmar SOC, Pettersson H, Kiessling KH. The subcellular distribution and properties of aldehyde dehydrogenase in rat liver. Biochem J. 1973 : 135, 577-6.
 28. 陶弘景 集, 尙志均 輯校. 名醫別錄. 北京 : 人民衛生出版社. 1986 : 16.
 29. 尙志鈞 輯校. 新修本草. 合肥 : 安徽科技出版社. 1981 : 165.
 30. 蘇頌 撰, 胡乃長, 王致譜 輯注. 圖經本草 輯復本. 福建 : 龍源出版社. 1988 : 94-5.
 31. 許浚. 東醫寶鑑. 서울 : 南山堂. 1986 : 721.
 32. 江蘇新醫學院 編. 中藥大辭典. 上海 : 商務印書館 香港分館. 1979 : 1703-6.
 33. 李愚喆. 韓國植物名考. 서울 : 아카데미서적. 1996 : 771.
 34. Zhuravlev IuN, Artiukova EV, Kozyrenko MM, Reunova GD. Genetic relationships among Far Eastern species of the family Araliaceae inferred by RAPD analysis. Genetika. 2003 ; 39(1) : 57-63.
 35. 이택수, 이명환, 강삼식, 최재수, 김주선. 땃두릅 (*Aralia continen- talis*)의 항산화 성분. 생약학회지. 1998 ; 29(1) : 13-7.
 36. Lee GI, Ha JY, Min KR, Nakagawa H, Tsurufuji S, Chang IM, Kim Y. Inhibitory effects of Oriental herbal medicines on IL-8 induction in lipopolysaccharide-activated rat macrophages. Planta Med. 1995 ; 61(1) : 26-30.
 37. Dang NH, Zhang X, Zheng M, Son KH, Chang HW, Kim HP, Bae K, Kang SS. Inhibitory constituents against cyclooxygenases from *Aralia cordata* Thunb. Arch Pharm Res. 2005 ; 28(1) : 28-33.