

Bioactive Materials and Biological Activity in the Extracts of Leaf, Stem Mixture and Root from *Angelica gigas* Nakai

Jin Sun Heo, Jae Young Cha¹, Hyun Woo Kim¹, Hee Young Ahn², Kyung Eun Eom², Su Jin Heo² and Young Su Cho^{3*}

Sancheong Institute of Medicinal Herb on Foundation, Gyeongsangnam-do 666-802, Korea

¹Technical Research Institute, Daesun Distilling Co., Ltd., Busan 619-934, Korea

²Department of Medical Biosciences, Graduate School, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

³Department of Biotechnology, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

Received April 1, 2010 / Accepted May 10, 2010

The bioactive materials (phenolic compounds, flavonoids, minerals, decursin and decursinol angelate) and biological activities (DPPH [α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl] free radical scavenging capability, reducing power, and tyrosinase activity) in the extracts of leaf, stem mixture (AGLS), and root (AGR) from *Angelica gigas* Nakai were examined by using water, hot water and ethanol solvent. The highest extract yield (21.89%) was found in the water extract of AGR. The highest concentrations of phenolic compounds and flavonoids in the ethanol extracts of AGLS and AGR were 14.99% and 14.79%. Major minerals of AGLS and AGR were K, Mg, Fe, Na and Ca. Decursin and decursinol angelate were the major ingredients of *Angelica gigas*, detected at 18.71 and 18.89 min of retention time by HPLC analysis, respectively. The highest concentrations of decursin and decursinol angelate in the *Angelica gigas* ethanol extract were found in root (41.7 $\mu\text{g/g}$) and leaf (34.04 $\mu\text{g/g}$). The highest free radical scavenging activity was found in the hot water extracts of AGLS and AGR, and its activity was stronger in all extracts of AGLS than AGR. The highest reducing power was found in the ethanol extracts of AGLS and AGR and this was dependent on the sample concentration. The hot water extracts of AGLS and AGR revealed the highest inhibition activity on tyrosinase. Overall, these results may provide the basic data needed to understand the biological activities of bioactive materials derived from *Angelica gigas*.

Key words : *Angelica gigas* Nakai, decursin, decursinol angelate, antioxidative activity

서 론

인간에게서 질병이 발생하고, 노화가 진행되는 대사과정 중 산화반응에 의해 생성된 hydroxyl, nitric oxide, superoxide, hydroperoxyl radical 등의 산화반응물은 체내 지질, 단백질, DNA와 같은 물질의 손상을 유발하여 심혈관질환, 동맥경화, 암, 당뇨 등과 같은 만성질환을 유발시키는 것으로 알려져 있다[14]. 식물 유래의 phenolic compounds, carotenoids, flavonoids, tocopherol 등의 생리활성 물질은 천연 항산화제로 알려져 있는데, 이들 성분을 많이 함유하고 있는 각종 한방 생약재 또는 과채류 등의 식용식물을 충분히 섭취하게 되면 노화방지 및 심혈관질환과 같은 성인성 만성질환의 예방과 개선에 도움이 되는 것으로 보고되고 있다[5,30].

유용 식물자원으로 미나리과(*Umbelliferae*)에 속하는 다년생 초본인 당귀는 주로 한국, 중국, 일본에서 한방 생약재로 많이 사용되고 있으며, 예로부터 질병치료와 건강증진 목적으로 널리 이용 되어온 우리나라의 대표적인 생약재로서 방약합편의

한방약재 처방전에서도 감초 다음으로 많이 사용되고 있는 약재로 수록되어 있다[9]. 당귀의 종류는 우리나라에서 생산되는 참당귀 또는 토당귀(*Angelica gigas* Nakai)와 중국당귀(*Angelica acutiloba* Kitagawa) 및 일본당귀(*Angelica sinensis* Diels)로 구분된다. 예로부터 당귀는 약성이 따뜻하고, 맛은 달고, 무독하여 부작용이 없는 생약재로서 특히 부인과 질환에 널리 사용됨으로서 여성들에게 유효한 약재로 인식되고 있다. 당귀는 또한 면역증강작용[21], 항산화 작용[18], 항암작용[32], 혈소판 응집 억제작용[26], 알코올 대사 촉진작용 및 간질환 개선작용[30] 등이 알려져 있다. 또한 당귀는 혈류 개선 효과가 있어서 혈액순환 촉진 작용에 의한 노화 방지, 자외선 차단에 의한 주름개선, 조직 재생 및 tyrosinase 저해에 의한 미백효과도 알려져 있다[17]. 국내에서 자생되고 있는 참당귀의 한방 생리적 약효성분으로는 coumarine계의 decursin, decursinol, decursinol angelate, nodakenetin, nodakenin, umbelliferone, β -sitosterol, α -pinene, limonene 등이 함유되어 있다[10,20,33]. 특히 당귀 뿌리의 주요 성분인 decursin 및 decursinol angelate는 각각 봉화산 4.86 및 3.46%, 영천산 4.75 및 3.23%, 수원산 2.33 및 1.49%로 두 성분의 구성 비율은 6:4 정도로 재배환경에 따라 당귀의 유효성분이 크게 달라지는

*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7586 , Fax : +82-51-200-7505

E-mail : choys@dau.ac.kr

것으로 나타났다[34]. 참당귀의 주요 약효성분인 decursin과 decursinol angelate의 수율을 향상시키기 위한 추출 및 정제 방법에 관한 연구도 많이 진행되었다[12,32].

국내산 참당귀가 중국당귀 및 일본당귀와 비교해 유효성분(decursin 및 decursinol angelate)이 더 많이 함유되어 있는 것으로 분석됨에 따라서 국내산 참당귀가 한방약재에 주로 이용되고 지역별 재배환경에 의해서도 약효성분 함량이 달라지기 때문에 우리나라에서 청정지역으로 알려진 지리산 일대에서 재배되고 있는 참당귀가 주목받고 있다[24,34].

최근 들어 음료에 대한 기호성이 달라지면서 청량감 음료에서 웰빙을 추구하는 트랜드로 인삼, 홍삼, 홍화, 두충, 오갈피, 오미자 등의 약용식물을 소재로 한 다양한 기능성 음료의 출시가 많아지고 있고, 이에 대한 연구도 매년 증가하고 있다. 그러나 이러한 약용식물을 이용한 건강증진 음료 개발에 대한 체계적인 연구는 아직까지 미진한 상태이지만, 최근 들어 음료소비량이 많은 젊은 층을 대상으로 한 천연소재를 이용한 건강 지향적 음료개발은 활발히 이루어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라에서 청정지역으로 알려진 지리산 일대에서 농가 소득 작목으로 많이 재배되고 있는 참당귀의 이용 가치를 높이고자 건강 지향적 식품 및 음료개발을 위한 기초 연구로서 우선 추출조건에 따른 생리활성 물질 및 그 활성에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 참당귀(*Angelica gigas* Nakai)는 2009년 9월에 경상남도 산청군 지리산 일대에서 재배되고 있는 것을 농가로부터 직접 구입하여 잎, 줄기혼합물 및 뿌리부분으로 나누어 읍지에서 건조시켜 분쇄 후 시료로 사용하였다.

추출 조건 및 수율

시료의 추출은 참당귀 잎, 줄기 혼합물과 뿌리의 건조 분말 500 g을 각각 취해 20배의 정제수로 상온(온수 추출물)과 80°C에서 열수 추출(열수 추출물)하고, 유기용매 추출은 20배의 95% 에탄올을 사용하여 상온에서 3시간씩 3회 환류 추출하여 Whatman No. 1 여과지(Toyo 2A; Toyo Roshi, Tokyo, Japan)로 여과한 다음, 회전진공농축기(Buchi Rotavapor R-215, Flawil, Switzerland)로 40°C에서 농축하여 유기용매를 완전히 제거한 조추출물을 얻어 동결건조기(Eyela FUD-2100, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 동결건조 시켜 추출 수율(%)을 구하고 분석 시료로 사용하였다.

Decursin 및 decursinol angelate 함량 측정

참당귀 잎, 줄기 혼합물과 뿌리의 각 건조 분말 20배에 해당하는 95% 에탄올로 3시간씩 3회 환류 추출 한 다음 Sartorius

Minisart 0.45 μm filter (Sartorius Stedim, Goettingen, Germany)로 여과 한 후 진공농축기(Buchi Rotavapor R-215, Flawil, Switzerland)로 농축하였다. 농축된 시료를 메탄올로 녹인 다음 Sartorius Minisart 0.2 μm filter로 여과시킨 후 분석 시료로 사용하였다. 메탄올에 녹인 시료는 HPLC (Agilent 1200, Agilent Technologies, USA)를 사용하여 칼럼은 Waters symmetry C18 column (4.5x250 mm, 5 μm), 온도 25°C, 이동상의 속도는 1 ml/min, UV 파장은 340 nm, 분석 용매는 용매 A 정제수 및 용매 B acetonitrile, 분석조건은 0-20분까지 용매 B 0-100%의 gradient로 분석하였다.

페놀성 화합물 함량 측정

페놀성 화합물의 함량은 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리를 이용한 Folin-Denis 법[36]으로 측정하였다. 즉, 0.1%(w/v) 시료 용액 0.5 ml에 Folin-ciocalteu's phenol reagent 2.5 ml를 첨가하여 잘 혼합하고 5분간 실온에서 방치하였다. 정확히 5분 반응시킨 후 7.5% Na_2CO_3 2 ml를 가하여 혼합하고 50°C에서 5분간 발색시킨 후 spectrophotometer (Hitachi U-2900, Hitachi High-Technologies Co., Tokyo, Japan) 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 페놀성 화합물의 함량은 tannic acid를 0-500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도로 하여 시료와 동일한 방법으로 측정된 표준곡선으로부터 계산하였다.

Flavonoid 함량 측정

Flavonoid 함량은 Jia 등의 방법[13]에 따라 측정하였다. 0.1% (w/v) 시료 용액 0.25 ml에 1.25 ml의 정제수와 5% NaNO_2 용액 5 ml를 가하고, 5분후 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.15 ml를 잘 혼합하고, 이 혼합 용액을 spectrophotometer (Hitachi U-2900, Hitachi High-Technologies Co., Tokyo, Japan)의 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 플라보노이드 함량은 표준 물질로서 (+)-catechin hydrate을 20-200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도로 시료와 동일한 방법으로 측정하여 작성한 표준 곡선으로부터 계산하였다.

DPPH에 의한 항산화 활성 측정

항산화 활성 측정은 Abe 등의 방법[1]에 따라 측정하였다. 즉, 에탄올 100 ml에 α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) 16 mg을 녹인 후 증류수 100 ml를 혼합하여 Whatman filter paper NO. 2에 여과시켜 DPPH 반응 용액을 만들었다. 참당귀 잎, 줄기혼합물과 뿌리 각 용매 추출물 분말을 0.01%, 0.05%, 0.1%의 농도로 시료 용액으로 만들어 1 ml을 취하고, 여기에 DPPH 반응 용액 5 ml를 넣어 잘 혼합한 후 암소에서 30분간 반응시킨 후 spectrophotometer (Hitachi U-2900, Hitachi High-Technologies Co., Tokyo, Japan)의 528 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 활성 비교를 위하여 기존에 항산

화제로 많이 사용되고 있는 합성 항산화제 BHT를 0.05% 농도로 첨가하여 시료와 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였다. DPPH를 이용한 항산화 활성은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도차를 백분율(%)로 표시하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{sample absorbance}_{528\text{nm}} / \text{control absorbance}_{528\text{nm}})] \times 100$$

미네랄 함량 측정

참당귀의 잎, 줄기 혼합물과 뿌리 건조 분말의 미네랄 함량은 AOAC 분석 방법[2]에 준하여 측정하였다. 즉, 건조 분말 1 g을 정확히 취해 각 550°C 회화로에서 3시간 회화 시킨 후 6 N HCl에 용해시켜 완전히 산분해시켜 수욕상에서 산을 완전히 제거하고, 이 건고물에 3 N HCl를 가하여 여과한 후 원소 종류에 따라 각각 일정비율로 희석하여 원자흡광 분광광도계 (Analyst 300, Perkin Elmer, Norwalk CT, USA)를 이용하여 측정하였다.

Fe/Cu 환원력 측정

Fe-환원력 측정은 Zhu 등의 방법[38]에 따라 측정하였다. 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리 각 용매 추출물 0.01%, 0.05%, 0.1%의 농도로 시료 용액을 만들어 0.75 ml을 취하고, 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 6.6) 1.25 ml 및 1% (w/v) potassium ferricyanide [K₃Fe(CN)₆] 1.25 ml을 혼합하여 50°C에서 20분간 진탕반응 시켰다. 이 반응액에 10% trichloroacetic acid (w/v)를 1.25 ml 가하여 산성으로 하여, 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 시켰다. 상층액 2.5 ml를 취하고 증류수 2.5 ml 및 0.5% ferric chloride (FeCl₃) 0.5 ml를 혼합한 후 실온에서 10분간 반응 시켜 spectrophotometer (Hitachi U-2900, Hitachi High Co., Technologies Co., Tokyo, Japan)의 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 한편, Cu-환원력 측정은 참당귀 잎, 줄기 혼합물과 뿌리 각 용매 추출물 0.01%, 0.05%, 0.1%의 농도로 시료 용액을 만들어 0.2 ml에 0.01 M CuCl₂ 0.25 ml, 7.5 mM ethnolic neocupprone solution 0.25 ml, 1 M NH₄OAc buffer 0.25 ml를 혼합하고 증류수 1.05 ml를 넣은 후 상온에서 30분간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 환원력 비교를 위하여 기존에 항산화제로 많이 사용되고 있는 천연 항산화제 ascorbic acid와 합성 항산화제 BHT를 각각 시료와 동일 농도로 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였다. 환원력은 시료 반응액에서 흡광도가 증가된 만큼 강한 환원력을 나타내어 준다.

Tyrosinase 활성 측정

Tyrosinase 활성은 Masamoto 등의 실험 방법[29]을 약간 변형하여 측정하였다. *In vitro* mushroom tyrosinase 활성 저해 능력을 측정하기 위하여 1.5 ml plastic cuvette에 2.5 mM 3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) 0.3 ml, 시료 추출물

0.05 ml 및 0.1 M 인산완충용액(pH 6.8)을 혼합하여 25°C에서 먼저 반응시켰다. 여기에 1,380 units/ml mushroom tyrosinase (2,500 unit, Sigma Chemical Co., St. Louis MO, USA) 0.05 ml를 넣은 후 25°C에서 2분간 반응시키면서 spectrophotometer (Hitachi U-2900, Hitachi High-Technologies Co., Tokyo, Japan)의 475 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다. 대조구는 시료가 들어있지 않는 시료 용해 용액을 사용하였고, 양성대조구는 tyrosinase 저해제로 알려진 0.6 mM kojic acid를 사용하였다. 이때 tyrosinase 활성 저해율(%)은 다음의 공식에 의하여 산출하였다.

$$\text{Tyrosinase 활성 저해율(\%)} = 100 - [(A-B)/A] \times 100$$

A: 시료가 들어있지 않은 반응액의 0.5-1분 사이의 흡광도 차이

B: 시료가 들어있는 반응액의 0.5-1분 사이의 흡광도 차이

통계처리

본 실험의 결과 자료는 3회 반복측정하여 얻은 결과를 평균 ±표준오차로 나타내었으며, 통계 처리는 ANOVA (one-way analysis of variance)를 이용하여 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 차이를 검정하였다[7]. 미네랄분석은 Student t-test를 이용하여 비교하였다.

결과 및 고찰

추출물 수율

식용식물 자원으로부터 생리활성 물질과 같은 유효 성분을 가장 효율적으로 추출하기 위하여 시료의 사용량, 추출 용매의 종류, 온도 및 시간 등이 다양하게 검토되었다[6,32]. 식용식물 중의 flavonoid와 같은 식물성 페놀성 화합물은 수용성 또는 지용성으로 구분되어 있어 추출되는 용매에 따라 성분들이 달라지기 때문에 추출 수율에 있어서도 많은 차이를 보이고 있다[6].

본 실험에서 추출한 참당귀 잎, 줄기 혼합물과 뿌리를 추출하였다. 수용성 추출물의 경우 온수 추출물 수율 16.01%가 열수 추출물 수율 12.34% 보다 높았으며, 당귀 뿌리의 경우도 온수 추출물 수율 21.89%가 열수 추출물 수율 17.91% 보다 높았다(Table 1). 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 에탄올 추출물은 7.36%인데 비해 뿌리 에탄올 추출물은 8.15%의 수율을 얻어

Table 1. Yield of the water, hot-water, and ethanol extracts from the leaf plus stem and root of *Angelica gigas*

Extracts	Extracted yield (%)	
	Leaf+Stem	Root
Water	16.01	21.89
Hot Water	12.34	17.91
Ethanol	7.36	8.15

모든 추출물에서 참당귀 잎, 줄기혼합물 보다는 뿌리에서 추출 수율이 높았다.

Jeong 등[12]은 당귀 뿌리를 500 Mpa의 초고압으로 15분간 추출하였을 때 수율이 13.67%로 60°C 열수 추출시 5.98%보다 높았다고 하였고, Kim 등[17]도 당귀 뿌리의 열수 추출시 15분간 초고압 처리한 후 60°C에서 열수 추출한 수율이 12.24%로 초음파 처리 후 60°C 열수 추출의 수율 8.31%와 60°C 열수 추출의 수율 5.98%에 비해 2배 이상 수율이 높았다고 하였으나, 본 실험 결과에서 보여주고 있는 당귀 뿌리 수용성 추출물의 수율이 더 높은 경향을 보여 주었다. Oh 등[31]도 당귀 뿌리를 용매별로 추출 하였을 때 에탄올 추출보다는 물 추출에서 추출 수율이 더 높다고 하여 본 결과와 일치하였다. 일반적으로 수용성 추출의 경우 전분, 섬유질, 펙틴질 및 단백질 등의 고분자물질이 다량 용출되어 고농도 에탄올 사용 때보다 많은 양의 추출물을 얻을 수 있으며, 고농도 에탄올의 경우 배당체, 유기산, 정유성분 등이 용출되거나 추출 수율이 다소 떨어져 제조하고자 하는 제품의 특성에 따라 추출 용매의 선택이 달라져야 한다고 하였다[24]. 참당귀에는 조단백질 16.25% 및 전분질 68.75% 함유된 것으로 분석되어 이와 같은 고분자 물질이 수용성 추출물 중에 다량 용출됨으로서 고농도 에탄올 사용 때보다 수율이 증가 될 수 있다는 것을 암시해 준다[24].

페놀성 화합물 함량

페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로서 flavonoid, catechin, tannin 류로 크게 구분되며, 이들 물질들은 전자공여능이 있어 높은 항산화 작용을 나타내는 것으로 알려져 있다[31]. 국내산 식용식물 자원 중 페놀성 화합물 함량을 분석한 결과를 보면 뽕나무 잎 1.32% 및 꾸지뽕나무 잎 1.34%[4], 땅두릅 잎 1.54%[8], 감 잎 5.76%[23], 두릅나무 잎 6.21%[16], 물영경귀 잎 13.02%[25] 함유되어 있었으며, 뿌리의 경우 쇠무릎 뿌리 1.67%[25], 칩 뿌리 2.01%[23], 음양곽 8.12%[8], 두릅나무 뿌리 7.02%[16] 함유되어 있었다.

본 실험에서 사용한 당귀 잎, 줄기 혼합물과 뿌리 추출물의 페놀성 화합물 함량은 참당귀 잎, 줄기 혼합물 에서 온수 및 열수 추출물은 9.26% 및 13.96%로 열수 추출물에서 더 많이 함유되어 있었으며(Table 2), 에탄올 추출물에서는 14.99%로 온수나 열수 추출물보다 높은 농도를 나타내어 두릅잎에서 보여준 이전의 결과와 일치하였다[6]. 또한 참당귀 뿌리의 경

우는 온수 및 열수 추출물은 2.78% 및 3.09%로 참당귀 잎, 줄기 혼합물보다 낮은 농도를 보였으며, 참당귀 뿌리의 에탄올 추출물에서는 14.40%로 수용성 추출물에서보다 더 많은 함량을 보였다. 항산화 활성을 나타내는 약용식물의 소재를 탐색하는 시험에 사용되었던 당귀 뿌리에서도 폴리페놀 화합물이 1.48% 함유되어 본 실험 결과보다도 낮게 함유되어 있었다[8]. 한편, 일본당귀 뿌리에서 페놀성 화합물의 일종인 타닌 함량이 물 추출물 0.53% 보다 50% 에탄올 추출물 0.59%로 용해도 차이에 의해 에탄올이 물에 비하여 타닌이 많이 용출되었다고 하였다[31]. 이상의 결과들을 비교해보면 참당귀 잎, 줄기 혼합물에서 많은 폴리페놀 화합물을 함유하고 있으며, 특히 뿌리의 경우는 에탄올 추출물에서 많은 폴리페놀 화합물을 함유하고 있어서 향후 천연 항산제로서의 사용 가능성과 기능성 관련 식품 및 화장품 개발의 소재로 활용될 가능성이 있을 것으로 생각되어 진다.

Flavonoid 함량

식용식물 자원에 함유되어 있는 flavonoid는 항균 활성, 항산화 효과, 항염증 작용, 콜레스테롤 저하작용, 지방간 억제 작용 등이 보고되어 있으며, 여러 종양 세포의 성장 및 분화를 저해시키는 효과도 다수 보고되어 있다[5,18]. 식물성 식품 중 flavonoid 함량을 분석한 결과를 보면 녹차 4.47%, 땅두릅 1.13% 및 땅두릅잎 1.54% [8]가 함유되어 있다고 보고하였다. 또한 당귀뿌리의 수용성 추출물 중의 flavonoid 함량이 0.72% 함유되어 있었고, 감초에도 5.5% 함유되었다고 보고하였다[18].

본 연구 결과에서는 참당귀 잎, 줄기 혼합물에서 온수 및 열수 추출물은 4.50% 및 5.64%로 열수 추출물에서 약간 많이 함유되어 있었고, 에탄올 추출물에서는 14.79%로 온수나 열수 추출물보다 2배 이상 높게 함유되어 있었다(Table 2). 또한 참당귀 뿌리의 경우는 온수 및 열수 추출물은 1.03% 및 1.15%로 참당귀 잎, 줄기 혼합물보다 낮은 농도를 보였으며, 참당귀 뿌리의 에탄올 추출물에서 3.30%로 수용성 추출물에서보다 더 많이 함유하고 있었다. 특히, 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 에탄올 추출물에서 flavonoid 14.79%의 함량은 페놀성 화합물 14.99%와 거의 비슷한 수준으로 함유되어 있는데, 대부분의 식물체에서 폴리페놀 함량이 플라보노이드보다 많이 함유되어 있으면서 대체로 폴리페놀 함량이 많은 식물이 플라보노이드의 함량도 많이 함유하고 있으나, 감초, 삼칠근 및 인삼의

Table 2. Concentrations of phenolic compounds and flavonoids in the water, hot-water, and ethanol extracts from the leaf plus stem and root of *Angelica gigas*

Extracts	Phenolic compounds (%)		Flavonoids (%)	
	Leaf+Stem	Root	Leaf+Stem	Root
Water	9.22±0.17	2.78±0.00	4.50±0.03	1.03±0.01
Hot Water	13.96±0.13	3.09±0.01	5.64±0.20	1.15±0.08
Ethanol	14.99±0.28	14.40±0.09	14.79±0.09	3.30±0.10

Values are mean±SE, n=3.

경우는 오히려 플라보노이드 함량이 폴리페놀보다 많았다는 결과도 보고되고 있다[18]. 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리의 수용성 추출물에서는 폴리페놀 함량이 플라보노이드보다 2배 이상 많아 플라보노이드 이외의 다른 페놀성 화합물이 함유되어 있는 것으로 추정되는데, 갈근, 산수유, 오갈피, 음양곽, 해동피에서도 비슷한 결과가 보고되었다[18].

Decursin 및 decursinol angelate 함량

참당귀의 줄기 및 뿌리에 생리활성 물질 중에서 dihydropyranocoumarin 계열의 대표적인 화합물인 decursin과 decursinol angelate가 함유되어 있고, 이차 알코올기가 각각 3,3-dimethyl acryloyl group과 angleoyl group이 에스테르화되어 있는 구조 이성질체로서 물성이 거의 유사하여 추출방법, 분리방법 및 산지별로 그 함량이 달라지는 것으로 알려져 있다[20,32-34]. 당귀의 생육 특성상 생육 초기에 지상부 성장을 주로 하는 4월에서 7월까지의 생육전반기와 일교차가 크고 일조량과 일조 시수가 많으며 뿌리 비대 및 양분을 축적하는 8월에서 10월 사이의 생육후반기로 통상 나누어지는데[34], 본 실험에서는 잎과 줄기 그리고 뿌리 각 부분을 활용할 목적으로 9월에 수확한 것을 시료로 채취하였다. 당귀 뿌리의 decursin과 decursinol angelate 산지별 함량 측정에서 봉화산은 4.86% 및 3.46% 정도로 많이 함유되어 있으나, 수원산의 경우 2.33% 및 1.49%로 비교적 함량이 낮는데 평균적으로 3.84% 및 2.60%로 지역에 따라 함량 차이가 있는 것으로 보고한 바 있다[36]. 또한 분쇄한 당귀분말을 95% 에탄올로 -20°C에서 추출한 다음 다시 60% 에탄올로 재추출한 후 recycling HPLC로 분석하여 순도 95% 이상의 decursin과 decursinol angelate 성분을 얻었다고 하였으며, HPLC/Mass로 이들 분자량을 확인한 결과 각각 329 및 351이었다[20].

본 실험에서 HPLC 분석에 의한 당귀 잎, 줄기 및 뿌리에서의 총 면적에 대한 decursin과 decursinol angelate의 혼합 면적 비율이 각각 66.1%, 82.2%, 79.8%로 나타났으며, decursin 비율은 각각 13.0%, 37.6%, 47.1%이고, decursinol angelate 비율은 53.2%, 44.6%, 32.6%로서 뿌리에서는 decursin이 잎에서는 decursinol angelate가 각각 많이 함유되어 있었다(Table 3). 이러한 decursin과 decursinol angelate의 HPLC 분석 결과

(Fig. 1)에서와 같이 앞쪽에 decursin peak가 나타나고, 뒤쪽에 decursinol angelate peak가 나타나 이전 다른 연구자들의 실험 결과와 일치하였다[20].

미네랄 함량

참당귀 잎, 줄기혼합물 및 뿌리의 미네랄 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 미네랄 성분 조성 비율을 보면 전체적으로 참당귀 뿌리에서 K가 166 ppm으로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 다음으로 Mg가 20.2 ppm 함유되어 있었고, Fe 4.41, Na 3.07, Ca 2.20, Mn 0.81, Zn 0.25 ppm 순으로 함유되어 있었다. 참당귀, 일본당귀, 중국당귀의 미네랄 분석 결과에서도 모두 K가 각각 329.2(3,292 m%), 282.8(2,828 m%), 223.2(2,232 m%) ppm으로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 다음으로 Mg, Fe, Na 순으로 함유되어 본 실험 결과와 일치하였다[24]. 그러나 본 실험에 사용한 지리산 재배 참당귀의 미네랄 중 Ca (2.20 vs 1.43 ppm), Fe (4.41 vs 2.60 ppm), Mg (20.20 vs 19.48 ppm), Na (3.07 vs 2.07 ppm)은 Lee 등[24]이 분석한 국내산 참당귀보다 많이 함유되어 있었으나, K (165.87 vs 329.20 ppm), Mn (0.81 vs 2.22 ppm), Zn (0.25 vs 0.45 ppm) 성분은 본 실험에 사용된 참당귀에서 적게 함유된 것으로 약간의 함량 차이가 있었다. Hwang 등[10]의 참당귀와 일본당귀의 미네랄 분석과 Kim과 Joung [19]의 참당귀 뿌리와 어린싹인 승검초의 미네랄 분석에서도 K가 가장 많이 함유되어 있어 본 실험 결과와도 일치하였다. 그러나 당귀 승검초의 경우 K, Ca, Na, Mg 순으로 미네랄이 함유되어 있어 참당귀 뿌리에서의 조성과는 다르게 나타났다. 본 실험에서 참당귀 잎, 줄기혼합물의 미네랄 분석 결과 K, Mn 및 Zn 함량이 345, 1.72 및 0.53 ppm으로 잎, 줄기혼합물의 166, 0.81 및 0.25 ppm보다 2배 이상 높은 함량을 보였으나, 나머지 미네랄 성분은 뿌리에서 높은 함량을 나타내었다(Table 4). 그리고 전체적인 조성 비율에 있어서는 잎, 줄기혼합물과 뿌리 사이에 별다른 함량 차이는 없었다.

당귀와 같은 미나리과에 속하는 다른 한방약재인 방풍의 미네랄 분석에서는 K, Ca, P, Mg 순이었고, 천궁은 K, P, Ca, Mg 순이었고, 사상자는 Ca, K, P, Mg 순으로 함유되어 있어서

Table 3. Content analysis by HPLC chromatogram of decursin and decursinol angelate in ethanol extract of the leaf, stem and root of *Angelica gigas*

	Name	RT	Height	Area	Area (%)	Amount (ug/g)
Leaf	Decursin	18.716	264.5	1639.4	13.0	8.32
	Decursinol angelate	18.896	1023.8	6729.3	53.2	34.04
Stem	Decursin	18.713	692.9	4430.8	37.6	21.80
	Decursinol angelate	18.893	785.4	5254.0	44.6	25.87
Root	Decursin	18.715	1409.2	9182.1	47.1	47.1
	Decursinol angelate	18.895	929.0	6382.6	32.6	32.6

RT: retention time

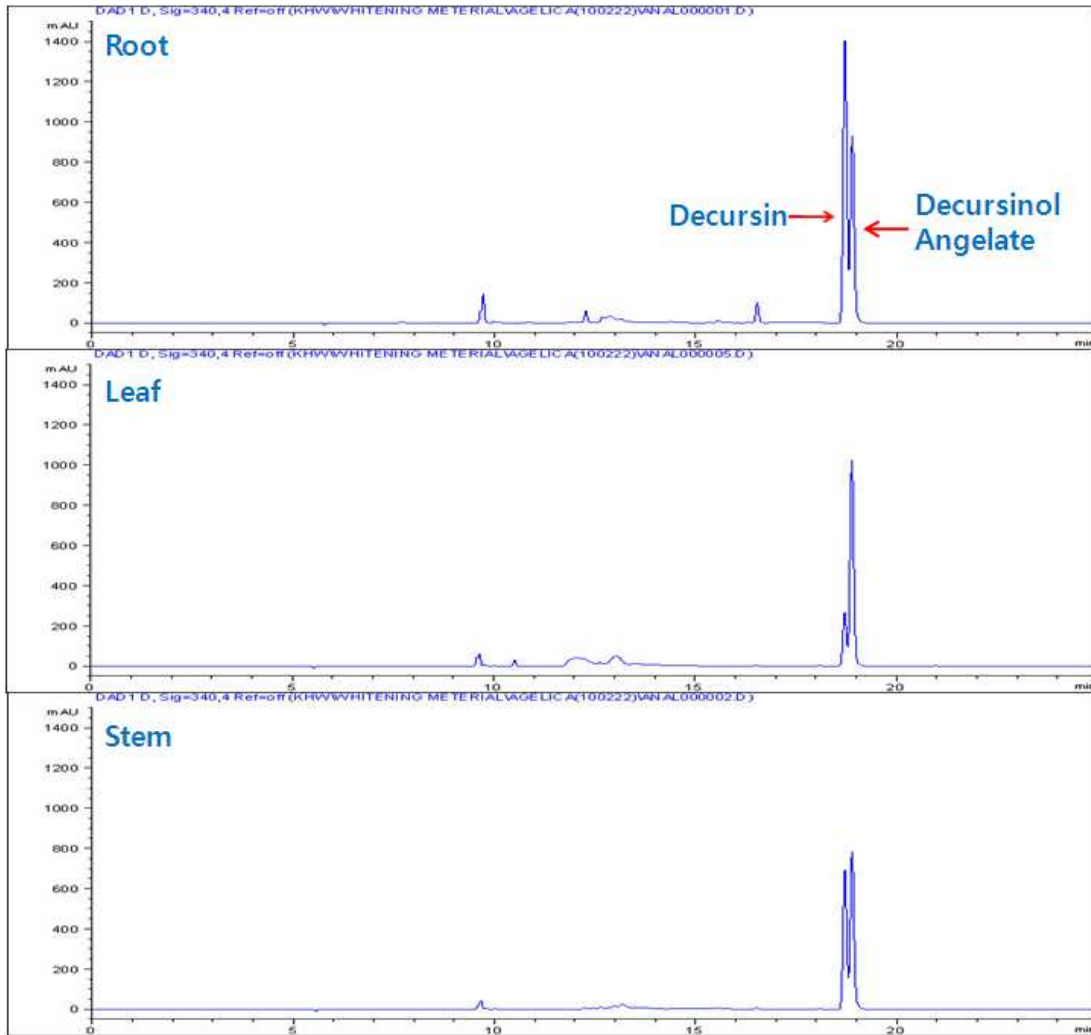


Fig. 1. HPLC chromatogram of decursin and decursinol angelate in ethanol extract of the leaf, stem and root of *Angelica gigas*

Table 4. Mineral concentrations in the leaf plus stem and root of *Angelica gigas*

Minerals	Mineral concentrations (ppm)	
	Leaf+Stem	Root
K	345.00±5.00	165.87±0.33
Mg	14.77±0.09	20.20±0.00
Fe	3.09±0.04	4.41±0.02
Na	1.69±0.07	3.07±0.48
Ca	2.09±0.06	2.20±0.01
Mn	1.72±0.00	0.81±0.00
Zn	0.53±0.00	0.25±0.00
Cu	0.01±0.00	0.06±0.01

Values are mean±SE, n=3.

한방생약재 종류에 따라 미네랄 함량과 조성에서 약간씩 차이가 있다는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과와 같이 당귀에 많이 함유된 K, Mg, Ca, Fe 등은 인체에 중요한 필수 미네랄 성분으로 영양적인 측면에서도 매우 중요 하며, 특히 순환기계질환

의 발병과 진행과정에 밀접하게 관련된 중성지질과 콜레스테롤의 혈중 지질수준 개선에 유익한 효과를 가지며, 혈압 강하, 인슐린 분비 및 작용에 필수적인 역할을 하여 당뇨병을 개선하는 등 생활습관병에도 유익한 작용을 하는 필수 영양성분으로 인식되고 있다[27]. 따라서, 예로부터 당귀는 약성이 따뜻하고, 맛은 달고, 부작용이 없는 한방약재로서 생리불순, 무월경, 빈혈치료 등의 여성 혈관계 질환에 널리 사용됨으로서 여성들에게 유효한 약재로 인식되고 있어, 이를 이용한 여성을 대상으로 하는 제품개발 소재로 활용한다면 그 효용가치가 높을 것으로 생각된다.

DPPH 라디칼 전자공여능에 의한 항산화 활성

DPPH 라디칼을 이용한 항산화 활성은 페놀성 및 방향성 아민 화합물에서 많이 사용되는 방법으로 식물성 추출물의 항산화 활성을 간단히 측정할 수 있는 동시에 실제 항산화 활성과도 연관성이 높기 때문에 많이 이용되어 지고 있다

[4,13]. 본 실험에서 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 온수 및 열수 추출물 0.1% 농도에서 항산화 활성은 각각 39.72% 및 69.27%로서 열수 추출물에서 항산화 활성이 높았는데, 이는 대부분 식물 추출물에서 폴리페놀 함량이 높을수록 항산화 활성이 높다고 하는 결과와 일치하였다[18]. 당귀 뿌리에서도 온수 추출물의 26.23% 보다는 열수 추출물에서 37.14%로 항산화 활성이 더 높게 나타났다. 그러나 당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리의 에탄올 추출물에서는 이들 온수 또는 열수 추출물에 비해서 항산화 활성이 낮아지는 것으로 나타났다(Table 5). 대부분의 식물체 추출물에서 폴리페놀 화합물 또는 플라보노이드 성분의 함량이 높으면 항산화 활성이 높다는 상관관계를 보여주지만[18], 일부에 있어서는 폴리페놀 화합물 함량은 높으나 항산화 활성이 낮은 경우도 보고되어 있어 당귀의 경우는 이들 식물체와 유사하게 생각되어 진다[28]. 약용식물의 수용성 추출물 0.1% 시료 농도에서 전자공여능에 의한 항산화 활성은 당귀 15.8%, 감초 13.3%, 옥죽 5.4%로 비교적 낮은 활성을 보였으며[18], 두릅순 수용성 추출물도 에탄올 추출물 보다 항산화 활성이 높았다고 하였다[6]. 이 때 대조구로 사용된 시판 합성 항산화제인 BHT 0.05% 처리에 의해서는 92.35%로 항산화 활성이 높았다. 이상의 결과에서 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리의 항산화 활성은 추출 용매의 차이에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다.

환원력 효과

Fe 또는 Cu 환원력에 의한 항산화 반응은 수소 원자를 제공하는 유리 라디칼의 연쇄 반응이며, 또한 과산화 반응에서 일정한 전구물질과 반응하여 과산화 물질의 형성을 방해하는데, 플라보노이드 화합물은 이 안정된 생성물로 이들을 전화시키기 위하여 유리기와 반응하거나 전자를 공여함으로써 환원과 같은 유사한 형태에서 반응하고 유리 라디칼 연쇄 반응을 종료하는 것으로 알려져 있다[11]. 환원력 효과는 반응 물질의

흡광도 수치가 높을수록 환원력의 세기가 높다는 것을 나타내는데, 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 Fe 환원력은 모두 온수, 열수 및 에탄올 추출물 순으로 높게 나타났으며, 이는 추출물 중에 함유된 폴리페놀 화합물 및 플라보노이드 함량과 밀접한 관계를 보였다(Table 6). 또한 당귀 뿌리의 Fe 환원력도 온수, 열수 및 에탄올 추출물 순으로 높게 나타났으나, 당귀 잎, 줄기 혼합물보다 상당히 낮았다. 한편, Cu 환원력의 경우도 당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리 모두 온수, 열수 및 에탄올 추출물 순으로 높게 나타났으며(Table 6), 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 추출물에서 환원력이 높았다. 이 때 대조구로 BHT 및 비타민C 0.1% 처리 농도에서 2.463 및 2.100으로 당귀 잎, 줄기 혼합물의 에탄올 추출물의 1.798과 유사 하였다. 복령과 후박 추출물의 0.01% 처리 농도에서 환원력은 각각 0.63 및 1.06으로 나타났다[35].

Tyrosinase 활성

멜라닌은 피부, 머리카락, 눈동자 등 생물체에 널리 분포되어 있는 색소 성분으로 인체 내에서는 표피층의 멜라노사이트라는 색소세포 내의 멜라노솜에서 합성되는데, tyrosine을 시발 물질로 하여 tyrosinase 효소에 의해 DOPA (3,4-dihydroxy-phenylalanine) 또는 DOPA 퀴논으로 산화 및 중합 반응에 의해 멜라닌이 만들어 진다[37]. 이때 생성되는 멜라닌이 자외선과 같은 피부자극에 대해 저항력을 높여주지만, 과도한 멜라닌 생성은 기미, 주근깨, 검버섯과 같은 색소 침착과 피부 손상을 일으키는데, 이때 피부 미백효과를 측정하는 하나의 지표로 tyrosinase 활성을 측정하고 이를 효과적으로 저해하는 생리활성물질을 탐색하는 것은 화장품산업에서 매우 중요한 부분이다. 멜라노마 세포 증식과 멜라닌 생합성을 억제시키는 대표적인 화합물 중에 페놀성 화합물, flavonoid, albutin, glycolic acid, kojic acid, pentadecenoic acid, ferulic acid, iso-flavonoids 등이 제시되고 있다[3,15,22]. 국내에서 자생하고

Table 5. DPPH free radical scavenging activities in the water, hot-water, and ethanol extracts from the leaf plus stem and root of *Angelica gigas*

Composition	Conc. (%)	Radical scavenging activities (%)	
		Leaf+Stem	Root
BHT	0.05	92.35±0.05	92.35±0.05
Water	0.01	10.45±0.57	16.72±0.12
	0.05	13.26±0.45	19.01±0.08
	0.1	39.72±0.03	26.23±0.32
	0.01	9.79±0.13	24.40±0.40
Hot Water	0.05	44.82±0.23	30.53±0.38
	0.1	69.27±0.06	37.14±2.92
	0.01	0.00±0.00	0.00±0.00
Ethanol	0.05	13.60±1.12	0.00±0.00
	0.1	60.02±1.26	0.00±0.00

BHT: butylated hydroxytoluene.
Values are mean±SE, n=3.

Table 6. Reducing power in the water, hot-water, and ethanol extracts from the leaf plus stem and root of *Angelica gigas*

Composition	Conc. (%)	Fe-Reducing power		Cu-Reducing power	
		Leaf+Stem	Root	Leaf+Stem	Root
BHT	0.01		0.550±0.02		0.540±0.01
	0.05		1.469±0.06		1.436±0.01
	0.1		1.802±0.02		2.463±0.00
AA	0.01		0.985±0.07		0.893±0.00
	0.05		1.485±0.01		1.749±0.01
	0.1		1.679±0.05		2.100±0.03
Water	0.01	0.091±0.00	0.013±0.00	0.242±0.00	0.039±0.00
	0.05	0.355±0.00	0.066±0.00	0.351±0.01	0.085±0.00
	0.1	39.72±0.00	0.123±0.00	0.586±0.01	0.127±0.01
Hot Water	0.01	0.173±0.00	0.021±0.00	0.213±0.00	0.040±0.00
	0.05	0.800±0.01	0.101±0.00	0.866±0.00	0.197±0.00
	0.1	1.414±0.09	0.181±0.00	1.490±0.01	0.285±0.00
Ethanol	0.01	0.166±0.00	0.089±0.00	0.269±0.01	0.066±0.00
	0.05	0.619±0.00	0.187±0.00	0.811±0.00	0.239±0.00
	0.1	1.448±0.02	0.313±0.00	1.798±0.02	0.455±0.01

BHT: butylated hydroxytoluene, AA: ascorbic acid.
 Values are mean±SE, n=3.

Table 7. Inhibition activity of tyrosinase in the water, hot-water, and ethanol extracts from the leaf plus stem and root of *Angelica gigas*

Composition	Conc. (%)	Tyrosinase inhibition activity (%)	
		Leaf+Stem	Root
Albutin	0.1		76.04±2.50
AA	0.1		72.59±1.98
Kojic acid	0.1		77.23±2.27
Water	0.1	23.12±2.50	18.00±0.98
Hot Water	0.1	39.57±1.45	40.88±1.52
Ethanol	0.1	23.60±1.06	26.34±0.95

BHT: butylated hydroxytoluene, AA: ascorbic acid.
 Values are mean±SE, n=3.

있는 한방 생약재 중에서 수용성 추출물인 함초 42%, 상백피 63%, 감초 13-52%, 작약 44%, 천궁 28%, 복령 4%의 tyrosinase 활성 저해효과가 보고되었다[15]. Kim 등[17]도 초고압으로 추출한 당귀 추출물 1 mg/ml 농도에서 69.4%로 처리 농도 의존적으로 활성 저해 효과가 있었으며, 이 때 동일 농도로 처리한 ascorbic acid에 의해서는 70.8%의 저해 효과가 있었다고 하였고, Jung 등[15]도 당귀 수용성 추출물에 tyrosinase 저해 활성이 39%라고 보고하였다. 본 실험에서도 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 온수, 열수 및 에탄올 추출물의 경우 각각 23.12, 39.59 및 23.60%의 저해 효과가 있었고, 참당귀 뿌리의 온수, 열수 및 에탄올 추출물의 경우 각각 18.00, 40.88 및 26.34%의 저해 효과가 있었다(Table 7). 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리의 열수 추출물에서 tyrosinase 저해 활성이 다른 추출물보다 높은 것으로 나타났는데, DPPH radical scavenging 항산화 활성 결과와 동일한 경향을 보였다. 이러한 저해효과는 당귀에 함

유되어 있는 주요 성분인 decusin 및 decusinol angelate로 생각되어진다. 따라서 한방 생약재 유래의 미백 화장품 개발에는 당귀 열수 추출물을 사용하는 것이 좋을 것으로 생각되어진다.

감사의 글

본 연구는 동아대학교 연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

References

1. Abe, N., T. Murata, and A. Hirota. 1998. Novel DPPH radical scavengers, bisorbicillinol and demethyl-trichodimerol, from a fungus. *Biosci. Biotechnol. Biochem* 62, 661-666.

2. AOAC. 1975. Official methods of analysis. 12th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C., USA.
3. Cabanes, J., S. Chazarra, and F. Garcia-Carmona. 1994. Kojic acid, a cosmetic skin whitening agent, is a slow binding inhibitor of catecholase activity of tyrosinase. *J. Pharm. Pharmacol.* **46**, 982-985.
4. Cha, J. Y., H. J. Kim, C. H. Chung, and Y. S. Cho. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1310-1315.
5. Cha, J. Y., Y. S. Cho, I. Kim, T. Anno, S. M. Rahman, and T. Yanagita. 2001. Effect of hesperetin, a citrus flavonoid, on the liver triacylglycerol content and phosphatidate phosphohydrolase activity in orotic acid-fed rats. *Plant Foods Human Nutr.* **56**, 349-358.
6. Cha, J. Y., H. Y. Ahn, K. E. Eom, B. K. Park, B. S. Jun, and Y. S. Cho. 2009. Antioxidative activity of *Aralia elata* shoot and leaf extracts. *J. Life Sci.* **19**, 652-658.
7. Duncan, D. B. 1959. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* **1**, 1-42.
8. Han, G. J., D. S. Shin, and M. S. Jang. 2008. A study of the nutritional composition of *Aralica continentalis* Kitagawa and *Aralica continentalis* Kitagawa leaf. *Korean J. Food Sci. Technol.* **40**, 680-685.
9. Hong, M. W. 1972. Statistical studies on the formularies of oriental medicine(I) prescription frequency and their origin distribution of herb drugs. *Korean J. Pharmaco* **3**, 57-64.
10. Hwang, J. B. and M. O. Yang. 1997. Comparison of chemical components of *Angelica gigas* Nakai and *Angelica acutiloba* Kitagawa. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 1113-1118.
11. Jayaprakasha, G. K., R. P. Singh, and K. K. Sakariah. 2001. Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models *in vitro*. *Food Chem* **73**, 285-290.
12. Jeong, H. S., J. G. Han, J. H. Ha, Y. Kim, S. H. Oh, S. S. Kim, M. H. Jeong, G. P. Choi, W. Y. Park, and H. Y. Lee. 2009. Enhancement of anticancer activities of *Ephedra sinica*, *Angelica gigas* by ultra high pressure extraction. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **17**, 102-108.
13. Jia, Z., M. Tang, and J. Wu. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* **64**, 555-559.
14. Johnson, J. E., R. Walford, D. Harma, and J. Miquel. 1986. In 'Free radicals, aging and degenerative disease', Alen R. Liss, N.Y.
15. Jung, S. W., N. K. Lee, S. J. Kim, and D. S. Han. 1995. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 891-896.
16. Jung, W. S., C. Y. Yu, J. G. Park, M. J. Kim, J. H. Kim, and J. K. Kim. 2006. Comparison of biological activities in extracts from *Oplopanax elatus*. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **14**, 630-631.
17. Kim, C. H., M. C. Kwon, H. G. Han, C. S. Na, H. G. Kwak, G. P. Choi, U. Y. Park, and H. Y. Lee. 2008. Skin-whitening and UV-protective effects of *Angelica gigas* Nakai extracts on ultra high pressure extraction process. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **16**, 255-260.
18. Kim, E. Y., I. H. Baik, J. H. Kim, S. R. Kim, and M. R. Rhyu. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 333-338.
19. Kim, H. S. and S. W. Joung. 2006. Effective components and nitrile scavenging ability of root and leaves a *Angelica gigas* Nakai. *Korean J. Food Cookery Sci.* **22**, 957-965.
20. Kim, K. M., J. Y. Jung, S. W. Hwang, M. J. Kim, and J. S. Kang. 2009. Isolation and purification of decursin and decursinol angelate in *Angelica gigas* Nakai. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 653-656.
21. Kim, S. B., Y. H. Kim, C. W. Lee, S. M. Park, K. S. Ahn, I. H. Kim, and H. M. Kim. 1998. Characteristic immunostimulation by angelan isolated from *Angelica gigas* Nakai. *Immunopharmacol.* **40**, 39-48.
22. Kim, S. J., M. Y. Heo, K. H. Bae, S. S. Kang, and H. P. Kim. 2003. Tyrosinase inhibitory activity of plant extract (III): Fifty Korean indigenous plants. *J. Applied Pharmacol.* **11**, 245-248.
23. Lee, J. H. and S. R. Lee. 1994. Analysis of phenolic substances content on Korea plant foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 310-316.
24. Lee, J. J., A. R. Kim, Y. N. Seo, and M. Y. Lee. 2009. Comparison of physicochemical composition of three species of genus *Angelica*. *Korean J. Food Preserv.* **16**, 94-100.
25. Lee, S. O., H. J. Lee, M. H. Yu, H. G. Im, and I. S. Lee. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**, 233-243.
26. Lee, Y. Y., S. Lee, J. L. Jin, and H. S. Yun-Choi. 2003. Platelet anti-aggregatory effects of coumarins from the roots of *Angelica genulflexa* and *A. gigas*. *Arch Pharm Res.* **26**, 723-726.
27. Luthringer, C. Y. Rayssiguier, E. Gueux, and A. Berthelot. 1988. Effect of moderate magnesium deficiency on serum lipids, blood pressure and cardiovascular reactivity in normotensive rats. *Br. J. Nutr.* **59**, 243-250.
28. Maxson, E. and L. Rooney. 1972. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chem* **49**, 719-729.
29. Masamoto, Y., H. Ando, Y. Murata, Y. Shimoishi, M. Tada, and K. Takahata. 2003. Mushroom tyrosinase inhibitory activity of esculetin isolated from seeds of *Euphorbia lathyris* L. *Biosci. Biotechnol. Biochem* **67**, 631-634.
30. Oh, S. H., Y. S. Cha, and D. S. Choi. 1999. Effects of *Angelica gigas* Nakai diet on lipid metabolism, alcohol

- metabolism and liver function of rats administered with chronic ethanol. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **42**, 29-33.
31. Oh, S. L., S. S. Kim, B. Y. Min, and D. H. Chung. 1990. Composition of free sugars, free amino acids, non-volatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M., *A. acutiloba* K., *S. chinesis* B. and *A. sessiliflorum* S. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 76-81.
32. Park, K. W., S. R. Choi, M. E. Shon, I. Y. Jeong, K. S. Kang, S. T. Lee, K. H. Shim, and K. I. Seo. 2007. Cytotoxic effects of decursin from *Angelica gigas* Nakai in human cancer cells. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 1385-1390.
33. Ryu, K. S., N. D. Hong, and Y. Y. Kim. 1990. Studies on the coumarin constituents of the root of *Angelica gigas* Nakai. Isolation of decursinol angelate and assay of decursinol angelate and decursin. *Korean J. Pharmacol.* **21**, 64-68.
34. Seong, N. S., S. W. Lee, K. S. Kim, and S. T. Lee. 1993. Environmental variation of decursin content in *Angelica gigas*. *Korean J. Crop Sci.* **38**, 60-65.
35. Shon, M. E. 2007. Antioxidant and anticancer activities of *Poria cocos* and *Machilus thunbergii* fermented with mycelial mushrooms. *Food Indus. Nutr.* **12**, 51-57.
36. Swain, T., W. E. Hillis, and M. Oritega. 1959. Phenolic constituents of *Ptunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* **10**, 83-88.
37. Vile, G. F. and R. M. Tyrrell. 1995. UVA radiation-induced oxidative damage to lipid and protein *in vitro* and in human skin fibroblast is dependent on iron and singlet oxygen. *Free Radical Biol. Med.* **18**, 721-730.
38. Zhu, Q. V., R. M. Hackman, X. X. Jodilensunsa, R. R. Holt, and C. L. Keen. 2002. Antioxidative activities of Oolong tea. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 6229-6934.

초록 : 참당귀 잎, 줄기혼합물과 뿌리 추출물의 생리활성물질 및 그 활성작용

허진선¹ · 차재영¹ · 김현우¹ · 안희영² · 엄경은² · 허수진² · 조영수^{3*}

(¹재)산청한방약초연구소, ¹대전주조(주) 기술연구소, ²동아대학교 대학원의생명과학과, ³동아대학교 생명공학과)

지리산 청정지역에서 재배되고 있는 참당귀의 생리활성 물질과 효능을 이용한 건강 기능성 식품 또는 화장품 소재 개발을 위한 기초연구의 일환으로 참당귀의 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리의 추출방법에 따른 phenolic compounds, flavonoids, minerals, decursin 및 decursinol angelate 등의 생리활성 물질 분석과 항산화 활성 및 환원력을 측정하였다. 당귀 뿌리의 온수 추출물 수율은 21.89%로 가장 높았다. 페놀성 화합물 및 플라보노이드 함량은 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 에탄올 추출물에서 가장 높은 함량을 보였고, 참당귀 뿌리 보다는 잎, 줄기 혼합물에서 높았고, 수용성 추출물보다 에탄올 추출물에서 높았다. 미네랄함량은 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리 모두에서 K, Mg, Fe, Na, Ca, Mn, Zn 순으로 함유되어 있었다. HPLC 분석에 의한 참당귀 잎, 줄기, 뿌리의 decursin 및 decursinol angelate의 혼합 면적 비율은 각각 66.1%, 82.2%, 79.8%로 나타났으며, decursin은 13.0%, 37.6%, 47.1%로 뿌리에서 가장 높았고 decursinol angelate는 53.2%, 44.6%, 32.6%로서 잎에서 가장 높았다. Free radical scavenging 항산화 활성은 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리 각각의 열수 추출물에서 가장 높았으며, 뿌리보다는 잎, 줄기 혼합물의 모든 추출물에서 항산화 활성이 높았다. Fe 및 Cu 환원력은 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리의 온수, 열수 및 에탄올 추출물 순으로 높게 나타났으며, 참당귀 잎, 줄기 혼합물의 추출물이 뿌리 추출물 보다 높은 활성을 보였는데 이는 페놀성 화합물이나 플라보노이드 함량과 밀접한 관계를 보였다. Tyrosinase 저해 활성은 참당귀 잎, 줄기 혼합물 및 뿌리의 열수 추출물에서 가장 높은 것으로 나타났다. 이상의 실험 결과 참당귀에탄올 추출물에서는 페놀성 화합물과 플라보노이드 함량 및 환원력이 높았으며, 열수 추출물에서는 항산화 효과가 높아 참당귀 유래의 생리활성물질과 그 활성을 이용한 제품 개발에 필요한 기초 자료를 제공해주는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.