

## 강원도 재배 참당귀 및 일당귀의 활성에 대한 비교연구

이선구\*

상지대학교 한의과대학 병리학교실

Comparison of Activity of *Angelica Gigas* and *Angelica Acutiloba* from Kangwon

Seon Goo Lee\*

Department of Oriental Pathology, College of Oriental Medicine, Sangji University

In genus *Angelica*, three species have been used and cultivated for medical material in orient, *A. gigas* in Korea, *acutiloba* in Japan and *sinensis* in China. The plant material of *Angelica* spp. is used for the treatment of women's disease as a hematic. The extracts from *A. gigas* and *acutiloba* were fractionated aqueous partitions. And study was performed to examine DPPH scavenging activities, BSA degradation, anti-apoptosis and NO scavenging. DPPH radical scavenger activity was measured by DPPH method, it was shown dose-dependently effect. and BSA degradation was shown same result. Treatment of cells with hydrogen peroxide, a reactive oxygen species was to induced cell death and pretreatment with *Angelica gigas* and *angelica acutiloba* extract attenuated the occurrence of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced cell death. In vitro nitric oxide (NO) scavenging effect on *Angelica gigas* and *angelica acutiloba* extracts. All extracts effectively reduced the generation of NO radicals in a dose-dependant manner.

Key words : *Angelica gigas*, *Angelica acutiloba*, DPPH, BSA, apoptosis, NO

## 서 론

당귀(當歸)의 본초학적 기록은 신농본초경 중품에 '味甘溫 主 欬逆上氣 溫瘧寒熱洗洗在皮膚中 婦人漏下絕子 諸惡瘡瘍金瘡 煮汁飲之 一名 乾歸'라고<sup>1)</sup> 수록된 이래 역대 문헌에서 補, 養血, 調經의 유효한 약으로 광범위하게 사용되었다. 우리나라의 경우 鄉藥採取月令에 그 채취시기가 수록된 이후에 鄉藥集成方에 효능과 활용에 대한 기록이 나타났으며, 그 후 오늘날까지 가장 많이 쓰이는 약재중 하나이다<sup>2)</sup>. 미나리과(Umbelliferae)에 속하는 다년생 초본(2-3년)인 당귀는 동양각국에서 기원이 다른 식물을 약으로 사용하고 있으며, 중국에서는 *Angelica*(=*Ligusticum*) *sinensis* Diels, 일본은 일당귀 *Angelica acutiloba* Kitagawa, 북해도당귀 *A. var. sugiyamana* Hikino의 2종류가 대표적이며, 우리나라 당귀는 참당귀 *Angelica gigas* Nakai로 봄과 가을에 채취하여 건조한 후 사용하며<sup>3)</sup>, 절단면이 일당귀와 중국당귀에 비하여 하얗다. 국내에서 사용되는 당귀는 참당귀, 일당귀, 중국당귀등 3

종류가 있으며<sup>4)</sup>, 사용부위별로 두(頭), 신(身), 미(尾)등을 구분되어 있으나, 유통과정에서는 명확한 기준이 마련되어 있지 않다.

당귀의 연구는 기원, 성분, 활성물질, 효능 등 다양하게 이루어졌다. 최근의 연구를 중심으로 살펴보면, 참당귀, 일당귀, 중국당귀 등 생육특성이나 감별법에 대한 연구<sup>5-8)</sup>, 활성성분에 대한 연구<sup>9-13)</sup>, 간기능에 미치는 영향<sup>14,15)</sup>, 혈관이나 혈액에 미치는 영향<sup>16-24)</sup>, 항산화활성<sup>25-27)</sup>, 면역활성<sup>28-30)</sup>, 항염증<sup>31)</sup> 등에 대한 보고가 있었다. 또한, 당귀를 이용한 식품개발<sup>32)</sup> 등의 연구가 있었다. 대부분의 연구에서는 기원이나 원산지를 표기하였으나, 간혹 명확하지 않거나 기재하지 않은 경우들도 있었다. 원산지과 기원의 명확성은 기초연구뿐만 아니라, 한약재를 이용한 산업화 과정 중에서도 매우 중요한 자료가 될 것이다.

이에 본 연구는 생산지와 기원을 알 수 있는 3종의 당귀를 사용하여 항산화, Apoptosis, NO 억제 등의 활성을 측정하여 그 결과를 보고하는 바이다.

## 실 험

## 1. 시료

\* 교신저자 : 이선구, 강원도 원주시 우산동 660, 상지대학교 한의과대학,

· E-mail : returnto@sangji.ac.kr, · Tel : 033-730-0664

· 접수 : 2008/09/08 · 수정 : 2008/09/24 · 채택 : 2008/10/08

본 실험에 사용한 당귀는 홍천군 재배 참당귀, 홍천군 재배 일당귀, 정선군 재배 참당귀를 사용하였다. 본 실험을 위하여 재배지역과 기원을 확인하여 준비한 당귀재료 100 g을 각각 3시간 동안 물과 함께 전당 한 후 여과액을 동결건조시켜 시료를 얻었으며, 실험에 필요한 농도별로 PBS에 희석하여 본 실험에 사용하였다.

## 2. DPPH 라디칼소거효과

DPPH 라디칼 소거효과는 DPPH(1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)와 시료를 1:1로 반응시켜, DPPH의 짙은 보라색이 무색으로 변하는 색깔 변화를 조사하여 항산화능을 측정하는 방법이다. 96 well plate를 사용하여 DPPH 100  $\mu$ l(150  $\mu$ M in Methanol)에 PBS에 각 농도별로 희석시킨 당귀추출물 100  $\mu$ l씩 혼합한 후 30분간 실온에서 빛을 차단시키며 방치하였다. 대조군은 100  $\mu$ l의 PBS를 사용하였다. 반응이 종료된 후 ELISA 측정기에서 540 nm로 흡광도를 측정한 후 0 mg/ml에서의 값을 0%로 하여 각 농도별 억제능을 계산하였다.

## 3. Bovine serum albumin(BSA) degradation

본 실험은 직접적으로 과산화수소가 시험관 내에서 BSA(Bovine serum albumin)를 공격하는 것을 항산화물질이 방어하는 것을 측정하는 실험이다. 항산화물질을 처리하지 않은 경우는 과산화수소가 BSA를 공격하여 BSA가 분해되는데, 전기영동과 염색의 과정을 거쳐 확인 할 수 있다. 이 때 항산화물질을 처리하면 과산화수소에 의한 BSA의 공격이 방해되어 진한 염색이 나타나므로 비교가 가능한 검증방법이다. BSA 12.5  $\mu$ l(0.5 mg/ml in PBS), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5 $\mu$ l(2.5 mM), CuSO<sub>4</sub> 5  $\mu$ l(100  $\mu$ M), 농도별 당귀추출물 10  $\mu$ l를 넣고 최종 부피가 60  $\mu$ l가 되게 PBS로 조정하였다. 그 후 2시간 동안 실온에 방치한 후 1.2% SDS-PAGE를 실시하여 coomassie blue로 염색과 탈염색 처리 후 젤을 스캐닝 하였다.

## 4. Apoptosis에 미치는 영향

본 연구에 사용된 항산화 모델은 세포사(apoptosis)시 생체 내에서 유발되는 활성산소종의 하나인 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)를 이용하였다. 여러 가지 세포의 인자에 의하여 세포사가 유발될 경우 결정적인 요소인 미토콘드리아 내막과 외막에 있는 세포사멸유전자에 영향을 미쳐 Bax와 Bcl-2에 의하여 cytochrome C가 미토콘드리아에서 빠져 나와 Caspase-3 효소를 활성화하여 세포가 죽음에 이르게 된다. 이러한 세포사 모델을 이용하여 과산화수소로 유발시킨 후 시료가 세포사를 억제하는지 확인하였다.

### 1) 세포배양 및 당귀 시료 처리

본 실험에 사용된 세포는 사람 신경세포주 SK-N-MC 세포를 DMEM(GibcoBRL, USA)에 5% FBS와 Fungizone를 첨가하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub>에서 배양하였다. 배양된 세포에 과산화수소 400  $\mu$ M 을 넣고, 각 종류별 당귀 추출물의 농도를 0.625와 2.5 mg/ml 으로 조정하여 10  $\mu$ l씩 처리한 후 24시간 경과 뒤 이하 실험을 진행하였다.

### 2) 단백질 추출

당귀 추출물이 처리된 SK-N-MC세포에서 단백질을 추출하

기 위하여 1×10<sup>7</sup>의 세포 당 lysis buffer(10 mM Tris-HCl, pH7.6, 150 mM NaCl, 1% SDS) 100  $\mu$ l로 현탁시켜 얼음 위에서 한 시간 동안 방치하여 완전히 lysis시켜 단백질을 추출하였다. 12,000 Xg에서 15분간 원심분리하여 상층액을 새 튜브에 옮겨 다음 실험을 수행하였다.

### 3) 단백질 농도 측정

단백질 정량은 Bicinchoninic Acid(BCA, Sigma, USA) 용액과 bovine serum albumin(BSA, Sigma, USA)으로 표준곡선으로 산출하여 측정하였다. BSA를 농도별로 0, 1, 2, 4, 8, 16  $\mu$ g/ $\mu$ l로 정한 후 96 well plate에 20  $\mu$ l씩 넣고, BCA 용액 100  $\mu$ l를 첨가하여 20분간 37°C에서 방치한 다음 흡광도 540 nm에서 측정하여 표준곡선을 작성하였다. 추출된 단백질 상층액 2  $\mu$ l와 PBS 18  $\mu$ l를 섞고, BCA 용액 100  $\mu$ l을 혼합 후 20분간 37°C에서 방치한 후 540 nm에서 측정하여 표준곡선을 이용하여 단백질농도를 계산하였다.

### 4) 전기영동 및 Western blot

추출한 단백질 50  $\mu$ g을 이용하여 caspase-3, Bcl-2, Bax, cytochrome C, Actin을 확인하기 위하여 12.5% SDS-polyacrylamide gel에 전기영동하여 nitrocellulose membrane으로 transfer 하였다. 이 Membrane을 5% skim milk을 함유한 PBS-Tween(0.01%)에서 1시간동안 상온에서 hybridization 하였다. 이 membrane에 caspase-3(Cell Signalling, USA), Bcl-2(Santa Cruz, USA), Bax(PharMingen, USA), cytochrome c(PharMingen, USA), Actin(Santa Cruz, USA)의 항체를 사용하여 하루 밤 동안 상온에서 shaking하면서 hybridization 시키고 난 후 PBS-Tween 20으로 세척하였다. membrane을 horseradish peroxidase으로 conjugated된 antimouse IgG 또는 antirabbit IgG 로 다시 1시간동안 상온에서 hybridization 하였다. Membrane을 PBS-Tween으로 네번 세척한 후 chemiluminescence 시약(Pierce, USA)으로 반응시킨 후 Fuji X-ray film으로 감광시켜 단백질을 가시화하였다.

## 5. RAW264.7에서 nitric oxide(NO)측정

NO를 측정하기 위하여 RAW264.7(KCBL 40071)세포를 사용하였다. RAW264.7은 DMEM(GibcoBRL, USA)에 5% FBS와 Fungizone를 첨가하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub>에서 배양하였다. 배양된 세포를 24 well plate에 well에 5×10<sup>5</sup>cells/ml 세포로 조정된 세포 1 ml을 분주한 후 배양하다가, LPS 16  $\mu$ l (200 ng/ml)와 당귀를 농도별로 10  $\mu$ l씩 처리한 후 12시간 배양하였다. 배양 종료 후 96 well plate에 배지 100  $\mu$ l와 동량의 Griess 용액(1% sulfanilamine in 5% phosphoric acid + 0.1% naphthylethylenediamine dihydrochloride in H<sub>2</sub>O)을 섞어 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준용액으로 NaNO<sub>2</sub>를 사용하여 농도를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. DPPH 라디칼 소거효과

식물추출물의 항산화효과를 측정하는 방법으로 대표적으로 DPPH 라디칼 소거효과를 이용한다. 본 연구의 경우 각 종류의 당귀 농도를 0.078, 0.156, 0.313, 0.652, 1.25, 2.5, 5, 10 mg/ml까지 사용하였으며, 0 mg/ml를 100%로 하여 각 농도별 DPPH 소거효과를 나타내었다.

각각의 시료는 농도가 증가함에 따라 소거효과를 50%~80%까지 나타냈는데, 홍천산 참당귀와 홍천산 일당귀는 2.5 mg/ml에서 최대 소거 능력을 보였으며, 정선산 참당귀는 1.25 mg/ml에서 최대의 소거효과를 보였다(Fig. 1). 홍천산 참당귀와 일당귀의 경우는 강<sup>26)</sup> 등의 논문 결과와 유사하게 나타났으며, 최 등<sup>33)</sup>의 결과에 의한 현미녹차, 홍차, 녹차 등의 다류와 비교할 때 당귀를 이용한 다류의 개발에 관심을 가질 수 있다.

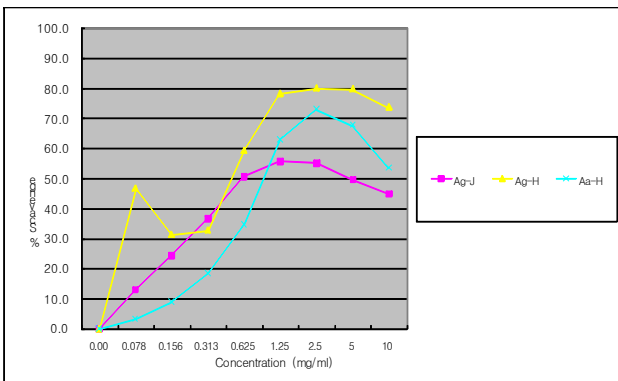


Fig. 1. Effects of *Angelica gigas* and *Angelica acutiloba* on DPPH free radical Scavenging activity Ag-J : *Angelica gigas* from jeongsun. Ag-H : *Angelica gigas* from Hongcheon. Aa-H : *Angelica acutiloba* from Hongcheon.

2. BSA degradation

각 당귀 시료가 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)에 의해 유도되는 BSA의 분해를 억제하는지 측정하였다. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 처리하지 않은 경우 BSA가 모두 확인되나, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 처리하면 분해되어 BSA가 보이지 않는다. 그러나 당귀 시료를 처리하면, 홍천산 참당귀는 0.625 mg/ml에서, 홍천산 일당귀는 0.313 mg/ml, 정선산 참당귀는 1.25 mg/ml에서 항산화 효과가 나타나기 시작하였다(Fig. 2).

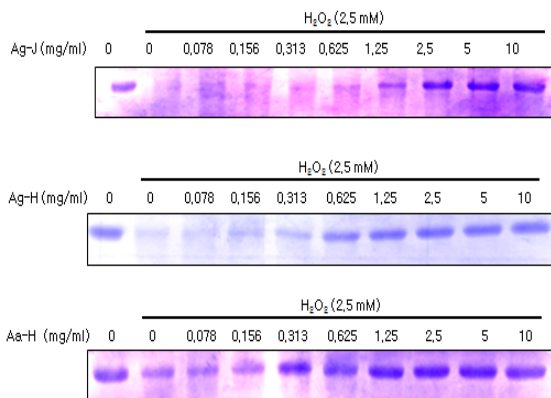


Fig. 2. Protection effects of *Angelica gigas* and *Angelica acutiloba* on BSA degradation against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Ag-J : *Angelica gigas* from jeongsun. Ag-H : *Angelica gigas* from Hongcheon. Aa-H : *Angelica acutiloba* from Hongcheon.

유해물질이나 약물 등에 폭로되었을 때나 병적 상태에서는 세포내에 superoxide radical(O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hydroxyl radical(OH<sup>-</sup>) 및 hydrogen peroxide(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)가 다량 생산되어 조직에 치명적인 손상을 입힐 수 있는데<sup>34)</sup>, 본 연구에서 당귀의 종류별로 농도 의존적으로 산화억제를 보였다. 본 실험에서 과산화수소에 의한 BSA의 분해를 홍천산 일당귀가 가장 낮은 농도에서 나타내었다.

DPPH 소거능과 BSA degradation의 결과에서 홍천군 재배 참당귀와 일당귀가 정선군 재배 참당귀에 비하여 비교적 좋은 결과를 나타내었다. 이런 결과를 같은 기원의 시료라도 생육조건이 다르기 때문에 활성에 차이가 있는 것으로 생각된다.

3. Apoptosis에 미치는 영향

Apoptosis는 고등세포가 외부의 자극에 대해서 능동적으로 대처하는 프로그램된 세포사멸기작이며, 대부분의 동물조직에서 손상되거나 감염된 불필요한 세포와 과잉 생산된 세포를 제거하는 과정으로 배 발생과 종양의 퇴화 및 면역시스템에서 중요한 역할을 한다. 여러 가지 세포외 인자에 의하여 세포사가 유발될 경우 결정적인 요소인 미토콘드리아 내막과 외막에 있는 세포사멸유전자에 영향을 미쳐 Bax와 Bcl-2에 의하여 cytochrome C가 미토콘드리아에서 빠져 나와 Caspase-3 효소를 활성화하여 세포가 죽음에 이르게 된다. 이러한 세포사 모델을 이용하여 과산화수소로 유발시킨 후 당귀가 세포사를 막을 수 있음을 증명하였다. 사용된 과산화수소의 농도는 400 μM이며 당귀는 앞의 실험에서 가장 항산화 효과가 있는 0.625와 2.5 mg/ml를 사용하였다. 결과는 Fig. 3에서 보여주는 바와 같이 0.625 mg/ml이상에서 세포사를 막는 것으로 나타났다. 과산화수소를 처리한 군에서 caspase-3 효소 활성화가 일어났으며, 세포질 내 Bcl-2가 감소하였고 Bax와 cytochrome C는 증가 하였으나, 당귀 처리에 의하여 세포사가 방지됨을 확인할 수 있었다(Fig. 3).

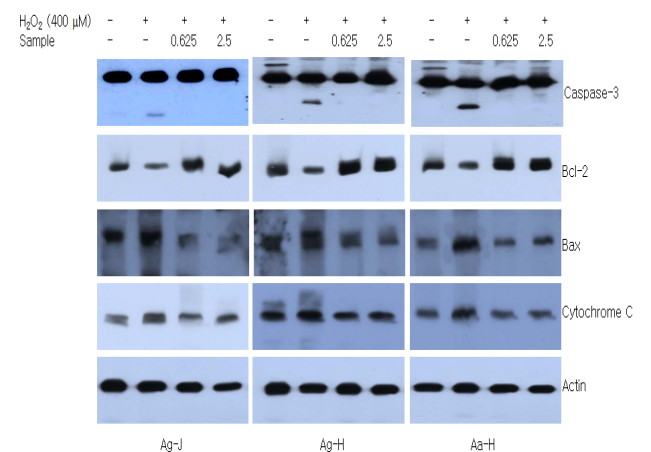


Fig. 3. Anti-apoptosis effects of *Angelica gigas* and *Angelica acutiloba* on SK-N-MC neuroblastoma cell Ag-J : *Angelica gigas* from jeongsun. Ag-H : *Angelica gigas* from Hongcheon. Aa-H : *Angelica acutiloba* from Hongcheon.

4. RAW264.7에서 nitric oxide(NO)측정

일산화질소(nitric oxide, NO)는 염증반응의 중요한 인자로

박테리아의 세포벽성분인 lipopolysaccharide(LPS)에 의해 세포의 inducible nitric oxide synthase(iNOS) 효소가 활성화가 되면 세포에 NO의 농도가 증가하게 된다. 과도한 NO 생성은 급만성 염증에 관여하며 세포의 파괴와 염증조직의 상해를 초래하는 것으로 알려져 있다. 그러므로 당귀에 의하여 이 NO가 감소 될 수 있는지 알아보기 위하여 당귀를 각각 0.078, 0.156, 0.313, 0.652, 1.25, 2.5, 5, 10 mg/ml 농도로 RAW264.7에 LPS와 같이 처리하였다. Fig. 4에서 보여 주는 바와 같이 LPS만을 처리한 세포에서는 NO가 증가 하였으며, 당귀 처리 농도에 따라 각각 NO의 농도가 감소함을 보여 주었다. 이는 당귀가 염증반응의 중요한 원인인 NO를 감소시킴으로서 염증반응을 막을 수 있음을 제시하는 것이다(Fig. 4).

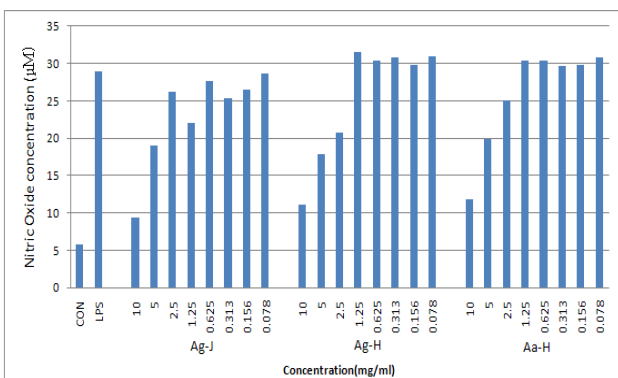


Fig. 4. Inhibit the production of NO in RAW264.7 macrophages by *Angelica gigas* and *Angelica acutiloba* Ag-J : *Angelica gigas* from jeongsun. Ag-H : *Angelica gigas* from Hongcheon. Aa-H : *Angelica acutiloba* from Hongcheon.

## 결론

원산지과 기원을 확인 할 수 있는 3종의 당귀를 이용하여 항산화효과, Apoptosis 억제, NO제거 등의 효과를 측정하였다. 항산화 효과의 경우 홍천산 참당귀, 홍천산 일당귀, 정선산 참당귀 순으로 항산화능이 나타났다. Apoptosis의 경우는 모든 시료에서 비슷한 결과를 나타냈다. NO억제의 경우 모두 농도 의존적인 결과를 나타내었다. 특히, 참당귀의 경우 재배지에 따라 다른 결과를 보일 수 있음을 알 수 있었다. 향후 재배지가 다른 동일 기원의 당귀를 대상으로 성분 및 효능에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 논문의 상지대학교 2005년 하반기 교내연구비와 정선군 농업기술센터의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 신농본초경. 한림사, p 40, 1971.
2. 이동진, 강병수. 당귀의 산지 및 부분별 Lipid 함량에 관한 연구. 대한본초학회지 4(1):23-33, 1989.

3. 윤혜란, 육장수. 토당귀 성분연구. 경희약대논문집. 23(1):55-71, 1995.
4. 최돈우, 김상기, 김두한. 참당귀의 유통경로별 효율성 분석. 식품유통연구, 20(2):23-44, 2003.
5. 유홍섭, 박충현, 박준근, 김영국, 박희운, 성낙술. 당귀의 종별 생육특성 및 생산성 비교. 한약잡지, 12(1):43-36, 2004.
6. 이미영, 임성희, 주영승, 한경식, 정계진, 안덕균, 강현철, 고병섭. RAPD 분석과 뿌리의 내부구조 비교를 통한 당귀류의 감별. Korean J. Medicinal Crop Sci. 8(3):243-249, 2000.
7. 노봉수, 오세연, 김수정. SAW센서를 바탕으로 한 GC를 이용한 국내산 및 수입산 당귀의 향기 패턴분석. 한국식품과학회지 35(1):144-148, 2003.
8. 방경환, 유홍섭, 구달희, 조준형, 박희운, 성낙술, 방상일, 김홍식. 당귀 내추대성 품종 및 건재약재 판별을 위한 RAPD marker 선발. Korean J. Medicinal Crop Sci. 10(1):46-50, 2002.
9. 조민구, 방진기, 채영암. 참당귀와 일당귀의 부위별 휘발성 정유성분 비교. Korean J. Medicinal Crop Sci. 11(5):352-357, 2003.
10. 성정숙, 방경환, 방축현, 박준근, 유홍섭, 박희운, 성낙술. 당귀의 해부형태학적 특징에 따른 기원판별. Korean J. Medicinal Crop Sci. 12(1):67-72, 2004.
11. 인문교, 강찬구, 정남일, 장우현, 퇴영조, 육장수. 중국산 당귀, 천궁의 정유성분 (II). 경희약대논문집 28: 33-43, 2000.
12. 박종희, 이유진, 권성재. 한국산 당귀의 생약학적 연구. Kor. J. Pharmacogn. 36(2):141-144, 2005.
13. 함문선, 김성우, 홍종수, 이진하, 정을권, 박영식, 이현용. 강원도산 참당귀와 일본산 일당귀의 생리 활성 성분 탐색. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 24(5):624-629, 1996.
14. 이문희, 윤수홍. 당귀 수침액이 흰쥐 간기능 장애에 미치는 영향. 한국위생과학회지 9(2):77-87, 2003.
15. 오석용, 차연수, 최동성. 당귀의 첨가 식이가 흰쥐의 지방대사와 알콜대사 및 간기능에 미치는 영향. 한국농화학회지 42(1):29-33, 1999.
16. 김형환, 이주호, 이재현, 안덕균, 박성규. 당귀의 종류에 따른 사물당이 백서의 흉부대동맥 혈관이완에 미치는 영향. 대한본초학회지 16(2):29-34, 2001.
17. 강순아, 장기효, 이지은, 안덕균, 박성규. 한국,중국, 일본 당귀가 cyclophosphamide로 유발된 흰쥐의 빈혈에 미치는 영향의 차이. Korean J. Food Sci. Technol. 35(6):1204-1208, 2003.
18. 한진아, 장기효, 강순아, 조여원. Cyclophosphamide로 유발된 빈혈 흰쥐에서 참당귀 열수추출물이 혈액학적 빈혈지표에 미치는 영향. 한국영양학회지 36(10):1013-1021, 2003.
19. 오하식, 김형환, 안덕균, 최호영. 당귀류가 혈관신생에 미치는 영향에 대한 비교연구. 대한본초학회지 16(2):19-27, 2001
20. 송승현, 서부일, 김호경, 박지하. 토당귀, 일당귀 및 중국당귀가 Hydrocortisone acetate로 유발된 어혈 병태 모형에 미치는 영향. Kor. J. Herbology 19(1):13-21, 2004.
21. 한상균, 이병렬. 대한침구학회지. 당귀약침의 혈해 자입이 Intraluminal Filament 삽입술에 의해 유발된 백서의 허혈성

- 뇌손상에 미치는 영향. 대한침구학회지 21(2):1-20, 2004.
22. 정명현, 임종훈, 오형수. 한국당귀(*Angelicae gigantis Radix*) 엑스가 흰쥐의 실험적 고지혈증에 미치는 영향. Kor. J. Pharmacogn. 29(4):300-311, 1998.
  23. 김연섭. 혈전증에 미치는 당귀미의 효능 연구. 한국본초학회지 15(1):53-57, 2000.
  24. 전연이, 박치상, 박창국. 당귀의 허혈성 뇌손상 억제작용 및 신경세포 보호효과. Kor. J. Herbology. 18(4):25-35, 2003.
  25. 안준철, 문진영, 임종국. 당귀 약침액의 항산화 효능에 관한 연구. 대한침구학회지 13(2):254-262, 1996.
  26. 강순아, 한진아, 장기효, 조여원. 참당귀(*Angelica gigas*)의 DPPH Radical 소거 활성과 항산화 효과. J Korean Soc Food Sci Nutr. 33(7):1112-1118, 2004.
  27. 추명희, 최현숙, 서영남, 이명렬. 일당귀 n-hexane분획이 에탄올을 투여한 흰쥐의 항산화계 및 지질과산화에 미치는 영향. Korean Journal of Food Preservation. 11(3):364-372, 2004.
  28. 문혜선, 함용호, 정인성, 조성기, 홍석일, 박은규, 윤연숙. 당귀추출물이 면역계에 미치는 영향. Korean J. of Immunology, 12(1):113-118, 1990.
  29. 안경섭, 심웅섭, 김환목, 한상배, 김익환. 참당귀(*Angelica gigas Nakai*) 뿌리의 면역 증강활성 성분. Kor. J. Pharmacogn. 27(3):245-261, 1996.
  30. 김정화, 김대호, 유지현, 김철희, 권민철, 성낙술, 이승은, 이현용. 초음파 병행 추출을 이용한 마황과 복분자, 당귀 분획물의 면역활성 조절 효과. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(4):161-170, 2005.
  31. Seong-SOO Choi, Ki-Jung Han, Han-Kyu Lee, Eun-Jung Han, Hong-Won Suh. Antinociceptive Profiles of Crude Extract from Roots of *Angelica gigas Nakai* in Various Pain Models. Biol. Pharm. Bull. 26(9):1283-1288, 2003.
  32. 이소라, 김건희. 국내산 참당귀를 이용한 다식 제조에 관한 연구. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 17(5):421-425, 2001.
  33. Choi, Y., Kim, M., Shin, J.J., Park, J.M., Lee, J. The antioxidant activities of the some commercial teas. J Korean Soc Food Sci Nutr 32: 723-727, 2003.
  34. Goldberg, B. Stern, A. The role of the superoxide anion as a toxic species in the erythrocyte. Arch. Biochem. Biophys. 178: 218-225, 1977.