

당귀와 승검초의 기능성 성분과 아질산염 소거능

김향숙 · 정선우
충북대학교 식품영양학과

Effective Components and Nitrite Scavenging Ability of Root and Leaves a *Angelica gigas Nakai*

Hyang Sook Kim*, Sun-Woo Joung
Dept. of Food and Nutrition, Chungbuk National University

Abstract

This research was conducted to examine the usability of Dangui (*Angelica gigas Nakai*, Root) and Seungumcho (*Angelica gigas Nakai*, Leaf) as functional food in aspects of their functional components and nitrite scavenging ability. Analysis of proximate composition showed that Dangui contains more moisture, crude lipid and crude protein than Seungumcho. On the other hand, Seungumcho contains more than twice amount of crude ash and crude fiber than Dangui. Dangui showed higher contents in phosphorus, iron, magnesium, and Seungumcho showed higher contents in copper, calcium, sodium, potassium compare to each other. Substances such as calcium, magnesium and iron that showed high contents in Dangui and Seungumcho are the most important inorganic substances. Total dietary fiber(TDF) of Dangui, sum of IDF and SDF, was 24.2%, and Seungumcho showed 28.18%. vitamin C contents of a 29.690.33 mg/100g appeared only in Seungumcho. Total phenol contents of Dangui was 0.100±002% and that of Seungumcho 0.0900±008%. Nnitrite Scavenging ability of both water soluble and methanol soluble extracts were more than 90% at pH 1.2, and it decreased as pH level adjusted to pH 4.2, pH and 6.0.

Key words : functional food, dietary fiber, vitamin C, nitrite scavenging ability

1. 서 론

우리나라 산야에서 자생하는 식용식물들은 신선한 상태 또는 건조된 것으로 식용되거나, 약재로 다양하게 사용되어 왔다. 특히 이들은 식용 가치 면에서 다양한 비타민, 무기질 및 섬유소를 함유하고 있으며 독특한 맛과 풍미를 가지고 있어 고부가가치 식품으로서 개발 가능성이 매우 높다.

이러한 식품화 가능성을 가지고 있는 식용식물자원

중의 하나인 참당귀(*Angelica gigas Nakai*)는 주로 그 뿌리를 약재로 사용하는데, 이를 당귀라 하며 강원도의 고산지대에서 주로 생산되는 약용식물이다. 옛부터 진정, 진통, 빈혈 및 월경통, 냉대하증 등의 부인과 질환에 보혈청혈요약으로 널리 임상에 사용되어 여성들에게 특히 유효한 식물성 식용재료라고 할 수 있다(송주택 1989). 당귀는 coumarin계의 decursinol, decursin과 nodakenetin, umbelliferon, β -sitosterol 등의 성분이 함유되어 알려져 있으며 decursin과 decursinol등은 토끼의 적출장관 및 적출심장을 마비시키며 혈압강하, 호흡억제 작용이 있고, 적출자궁에 대하여 decursin은 흥분적으로, decursinol은 억제적으로 작용한다고 보고된 바 있다(최종부 1990).

당귀의 어린 싹인 승검초는 방향성 식물로 식용, 약용에 쓰이며 잎자루와 연한 줄기는 생으로 먹고 어린

Corresponding author : Hyang Sook Kim, Dept. Food and Nutrition,
Chungbuk National University, Gaesin-dong, Chongju, Chungbuk
361-763, Korea
Tel : 82-43-261-2746
Fax : 82-43-261-2746
E-mail : hyangkim@chungbuk.ac.kr

순을 나물로 먹으며(김대정 1996), 항생, 항균, 항응고, 항암, 구충 등의 작용을 하는 약리 성분의 쿠마린(coumarin)이 들어있다(김호경 1993). 따라서 천연재료의 많은 성분을 함유하고 있는, 대중화가 가능한 전통 식품으로 이용할 수 있다. 또한, 식용 식물자원에는 식이섬유와 페놀화합물과 같은 다양한 기능성 성분을 함유하고 있어 이들을 이용한 건강증진, 질병관리 및 예방을 위한 건강기능성 식품개발이 기대된다.

식이섬유는 다양한 구조의 난소화성 다당류로서 장내에서 이온교환 기작을 통하여 불필요한 물질들을 matrix구조내로 흡착하여 제거하는 효과가 있고, 대장운동을 활발하게 하여 변비개선 및 과민성 대장증세를 개선해 주는 생리활성기능이 있는 것으로 알려져 있다(승정자 1995).

페놀물질들은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화-환원 반응 시 기질로 작용하며, 미생물의 공격을 막아 식물자체를 보호하는 동시에 식품 등에서 떼은 맛, 쓴맛과 같은 식물성 식품의 고유한 맛에 관계한다. 식물 및 식품에 포함되어 있는 페놀 화합물은 다양한 형태로 존재한다. Antonia 등(1990) 및 Kumar와 Singh(1984)에 의하면, 페놀성 물질은 phenolic hydroxyl 그룹이 단백질 또는 효소 단백질, 기타 거대분자와 결합해서 효소활성을 저해하고 단백질의 침전을 초래하고 떼은 맛을 주어 식이섭취량을 저하시킨다고 한다. 반면, 페놀 성분에 의한 항산화(Cuvelier 등 1992), 항돌연변이성, 항균성(이정희와 이서래 1994) 등 기능성에 관한 많은 보고가 있다.

육류 가공품에 발색제로 첨가되는 질산염이나 아질산염은 소화기관내에서 또는 식품의 저장 중에 질산환원효소나 질산염 환원세균에 의하여 아질산염으로 환원되며 아질산염은 2급 및 3급 amine류와 반응하여 nitrosamine을 생성하는 것으로 알려져 있다(Macrae R 등 1993). Nitrosamine은 체내에서 diazoalkane($C_nH_{2n}N_2$)으로 변화하여 핵산이나 단백질 또는 세포내의 성분을 알킬화 함으로써 암을 유발한다고 하며(Bartsh H 등 1988), 또한 아질산염은 그 자신이 독성을 갖고 있기 때문에 일정한 농도 이상 계속 섭취 시 혈액중의 헤모글로빈을 산화시켜 메트헤모글로빈증을 유발한다(Kim DS 등 1987). 아질산염은 여러 가지 발암성 물질 중에서도 발암력이 매우 강하며 각종 식물에 널리 분포되어 있어 식품 속에 함유된 형태로 체내에 섭취되면 식

도암 혹은 소화기계통의 암 등 신체의 여러 부분에서 암을 유발하며 후손에게까지 악성 종양의 유발에 영향을 미친다(류태형 1985).

Ascorbic acid가 nitrosamine 생성을 억제한다고 보고된 이래(Mirvish SS 1970), α -tocopherol, 황화합물, 총 phenol화합물 등도 nitrosamine의 생성 억제 효과가 있는 것으로 알려졌다. 특히, phenol성 화합물의 경우, 산성조건에서 N-nitromorpholine 형성 즉, nitroso화 반응을 강력하게 억제하며(Cooney RV와 Ross PD 1987) dihydroxyphenol류가 nitrous acid에 의해 quinon으로 산화되고 nitrous acid는 무해한 nitric oxide로 변화된다(Pignatell 등 1984). 이들은 nitrosamine 생성의 기질인 아민과 경쟁적으로 작용하며, 생성억제 정도는 상호간의 농도 및 pH에 의해 영향을 받는다.

최근에 nitrosamine 생성억제인자의 함량이 높은 천연추출물에서 아질산염 소거능에 대한 연구가 이루어지고 있다. 채소추출물(마늘, 산초, 생강, 양파, 파, 당근)과 해조추출물(김, 미역, 청각, 파래)의 아질산염 분해능을 실험한 결과 전반적으로 분해능이 있는 것으로 나타났고, pH가 낮을수록 분해능이 우수하다고 하였다(김동수 등 1987). 미나리과 산채인 참나물, 신선초, 방풍의 경우 가용성 획분에서 pH가 낮을수록 아질산염 소거능이 우수하고, 총페놀 화합물과 아질산염 소거능은 높은 상관관계를 나타내었다. 또한, 복령 균사체 및 복령을 배양한 쌀의 경우 복령쌀보다는 복령 균사체의 아질산염 소거작용이 우수하다고 하였다(김대곤 등 2002). 대나무 에탄올추출물(임진아 등 2004), 동충하초(박찬성 등 2002), 솔잎발효추출물(홍근택 등 2004)에서도 아질산염 소거작용을 보였다.

지금까지의 연구들로 미뤄보아 당귀의 향기성분, 약리성분 등에 관한 연구 이외에 기능성 식품으로서의 가치를 나타낼 수 있는 항산화 영양성분 분석에 대한 연구는 미비한 실정이다. 또한, 당귀의 짝으로 알려져 있는 승검초에 관한 논문은 더욱 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 당귀와 승검초의 식이섬유소와 항산화 영양성분 등의 기능성 성분을 분석하고, 수용성 획분과 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거능의 분석을 통해 새로운 기능성 식품으로서의 가능성을 연구하여 산업적 활용을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 당귀는 충북 청주시 남주동에 위치한 대동 한약전재사에서 분말형태로 구입하였고, 승검초는 (사)궁중음식연구원에서 분말형태로 구입하여 폴리에틸렌 주머니에 밀봉하여 냉동저장하면서 실험하였다.

2. 실험방법

1) 일반성분

일반성분 함량은 A.O.A.C.(1995) 방법을 이용하여 분석하였다. 즉, 수분은 105°C 상압가열 건조법에 의하여 측정하였고, 조지방 함량은 diethyl ether를 용매로 하여 Soxhlet 추출법으로 측정하였다. 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl 방법을, 조회분은 건식 회화법으로 측정하였다. 조섬유는 Henneberg-stohmann개량법(1995)으로 측정하였다.

2) 무기성분 분석

무기질(P, Fe, Mg, Cu, Ca, Na, K) 정량은 A.O.A.C(1995)법으로 정량하였다. 즉, 시료 1 g을 채취하여 도가니에 넣은 후 500°C에서 2시간 회화시킨 후 방냉하였다. 탈이온수를 약 10방울 떨어뜨리고 조심스럽게 3~4 ml HNO₃를 넣고 핫플레이트(100~120°C)에서 증발시켰다. 다시 도가니를 500°C 회화로에서 1시간 회화시킨 후 방냉하였다. 도가니에 HCl 10 ml을 넣고 50

ml volumetric flask에 정용한 용액을 원자흡광분석기(ICP)로 분석하였다. 분석조건은 Table 1과 같이 하였다.

3) 식이섬유소 분석

① 불용성 식이섬유 정량

식이섬유소 정량은 A.O.A.C.(1995)법과 이성현 등(2004)의 방법에 의해 구하였다. IDF(insoluble dietary fiber)는 500 ml 폴리카본(PC) 비커에 시료 1 g씩을 넣고 pH 8.2로 보정된 Mes-Tris buffer를 40 ml 가한 후 내열성 α-amylase 용액 50 μl를 가하여 97°C 수욕 조에서 35분간 반응시켰다. 반응후 protease용액 100 μl를 가하고 60°C에서 30분 반응후 0.561 N HCl 5 ml을 가하고 1 N HCl과 1 N NaOH로 60°C에서 pH 4.0~4.7로 조정후 amyloglucosidase 용액 300 μl를 가하고 60°C에서 30분 반응 완료하였다. crucible에 약 0.5 g의 celite를 넣어 78%의 ethanol을 wash bottle에 담아 뿌려 주어 crucible 안의 celite를 적시고 다시 고루 잘 가라앉게 한 후, 분해액을 여과하고 잔유물은 70°C 증류수 10 ml로 2회 세척하여 여액 및 세척액은 수용성 식이섬유 정량용으로 하였다. 잔사는 곧바로 78% 에탄올, 95% 에탄올 그리고 아세톤의 순으로 각각 15 ml씩 2회 세척 후 105°C의 건조기에서 건조하여 함량을 구하고 각각 조회분과 조단백질을 측정후 감하여 IDF를 구하였다.

② 수용성 식이섬유 정량

SDF(soluble dietary fiber)는 IDF 측정과정에서 얻어진 여액 및 세척액을 60°C의 95% 에탄올로 실온에서 1시간 침전시킨 후 crucible에 celite를 넣고 78% 에탄올을 가하여 고루 잘 가라앉게 한 후, 침전물과 용액을 여과하고 비커의 잔유물에 78% 에탄올, 95% 에탄올 그리고 아세톤의 순으로 각각 15 ml 씩 2회 세척하였다. IDF와 동일한 방법으로 세척한 crucible을 건조하여 함량을 구하고 각각 조회분과 조단백질을 측정후 감하여 SDF를 구하였다. 총식이섬유인 TDF(total dietary fiber)는 IDF와 SDF를 합하여 구하였다.

Table 1. Operating conditions for induced couple plasma

Instrument	Jobin Yvon JY38PLUS
Reflected power	1.0 kW
Coolant gas & flow rate (L/min)	0.2 L/min
Plasma gas & flow rate (L/min)	14 L/min
Carrier gas	Ar
Sample gas pressure	40
Torch height	10 min
Rince time	70 seconds
Intergration time	20 seconds
Nebulizer carrier gas flow rate(L/min)	0.2 L/min
Pump rate(L/min)	2.5 L/min
Wavelength(nm)	P(213.6) Fe(238.2) Mg(279.6) Cu(324.8) Ca(393.4) Na(589.6) K(766.5)

$$\text{Residue weight} = (\text{Residue} + \text{Celite} + \text{Crucible}) - (\text{Celite} + \text{Crucible})$$

$$B = [(B_1 + B_2) / 2] - B_{\text{protein}} - B_{\text{ash}}$$

$$\text{IDF or SDF} = [(R_1 + R_2) / 2 - \text{mg}_{\text{protein}} - \text{mg}_{\text{ash}} - B] / (M_1 + M_2 / 2) \times 100$$

$$\text{Total dietary fiber (TDF, \%)} = \text{IDF} + \text{SDF}$$

$$B = \text{Blank(mg) used for IDF or SDF calculation}$$

$$B_1 + B_2 = \text{Individual blank values(mg)}$$

$B_{protein}$ = protein(mg) in blank
 B_{ash} = Ash(mg) in blank
 $mg_{protein}$ = Protein(mg) in sample residue
 mg_{ash} = Ash(mg) in sample residue
 R_1, R_2 = Residue weights(mg) of sample duplicates
 M_1, M_2 = Weights(mg) of sample duplicates

4) 항산화 영양성분 분석

비타민 C는 hydrazine 비색법(주현규와 조규성 1995)에 따라 다음과 같은 방법으로 행하였다. 시료를 정확히 달아 막자사발에 넣고 5% metaphosphoric acid 용액과 정제해사 소량을 가하여 잘 마쇄한 뒤 3,000 rpm에서 10분 간 원심분리하여 상층액을 여과하고 100 ml 메스플라스크에 5% 메타인산 용액으로 정용한 것을 침출액으로 사용하였다. 침출액 2 ml씩을 시험관에 취하고 DCP(2,6-dichlorophenol indophenol)수용액을 1 ml씩을 가하여 혼합하고 1분 간 방치하는 것을 extract이 유리될 때까지 행하였다. 여기에 2 ml의 Thiourea-HPO₃ 용액을 가하여 extract을 소실시켰다. DNP수용액 1 ml를 공전시험관에 가한 뒤 50°C의 water bath에서 70분 동안 방치시킨 후 병수에 담가 조작한다. 85% 황산 5 ml를 가하고 바탕용 시험관에 1 ml의 DNP를 가하여 혼합시켜 실온에서 30분간 방치 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총비타민 C의 양은 L-ascorbic acid 표준품으로 표준곡선을 작성하여 산출하였다.

총페놀 함량은 Folin-Denis법에 의하여 측정하였다(A.O.A.C, 1995). 즉 시료 10~30 g을 정확히 취해 70% 에탄올 100 ml를 넣고 70°C 항온조에서 30분 간 추출, 냉각, 여과하여 시험용액으로 하였다. 정량은 시험용액 5 ml에 Folin-Denis 시약 5 ml와 5% 탄산나트륨 포화용액 10 ml를 넣은 후 전량을 100 ml로 하여 30분 간 방치한 후 760 nm에서 흡광도로 측정하였다. 분석은 각 시료 당 3번 실시하고, 측정된 흡광도는 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 % tannic acid 당량으로 환산하였다.

$$\% \text{ tannic acid 당량} = \frac{[TA]}{AB} \times 10$$

[TA] : 시료의 흡광도로부터 계산된 tannic acid 농도(mg/100ml)

A : 시료채취량(g)

B : 시험용액의 채취량(ml)

5) 아질산염 소거능

수용성 획분은 건조 시료 1.25 g, 2.5 g, 5 g에 각각 증류수 250 ml를 가하여 0.5%, 1%, 2%를 만들어 5시간 교반 후 원심분리(3,500 rpm, 10 min)하여 상층액을 취한 후 따라내어 아질산염 소거능을 분석하기 위한 시료로 사용하였다. 메탄올 가용성 획분은 메탄올 250 ml를 가하여 수용성 획분과 같은 방법으로 처리하였다.

시료 추출물의 아질산염 소거능은 Kato(1987)의 방법으로 측정하였다. 즉, 1 mM 아질산나트륨 용액 1 ml에 시료추출물 0.5 ml를 가하고 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2) 및 0.2 M 구연산완충용액(pH 4.2 및 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 4.2 및 6.0으로 조정하여 반응용액을 10 ml로 정용하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 각각 1 ml씩 취하고 여기에 2% acetic acid 5 ml, Griess시약(30% acetic acid로 각각 조제한 1% sulfanylic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 0.4 ml를 가하여 잘 혼합시켜 15분 간 실온에서 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 그리고 대조구는 Griess 시약 대신 증류수를 가하여 상기와 동일하게 실시하였고, 아질산염 소거능은 시료 첨가 전후의 아질산염 백분율(%)로 표시하였다.

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

N : 아질산염 소거율

A : 1 mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 방치시킨 후의 흡광도

B : NaNO₂ 용액의 흡광도

C : 시료 자체의 흡광도

3. 자료의 처리 및 분석

모든 실험결과는 Statistic Analysis System(SAS, Ver 6.2) program을 이용하여 분석하였으며, 그 결과는 평균(mean)±표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였다. 각 실험군의 평균의 차이는 Duncan's multiple range test를 이용하여 p < 0.05 유의수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

당귀와 승검초의 일반성분 함량을 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 당귀의 수분함량은 $9.04 \pm 0.04\%$ 이고, 승검초는 $6.09 \pm 0.03\%$ 로 나타났다. 조지방은 각각 $6.56 \pm 0.08\%$ 와 $2.63 \pm 0.11\%$ 로 당귀가 더 높은 함량을 보였고, 조단백질은 $7.77 \pm 0.91\%$ 와 $2.83 \pm 0.18\%$ 로 조지방과 마찬가지로 당귀가 더 높은 함량을 보였다. 이에 반해, 회분과 조섬유는 승검초가 더 많은 함량을 보였는데 회분의 경우 당귀는 $5.61 \pm 0.03\%$ 로 나타났고, 승검초는 $12.86 \pm 0.01\%$ 를 나타냈다. 조섬유의 경우, 당귀는 $6.10 \pm 0.02\%$, 승검초는 $13.87 \pm 0.04\%$ 로 당귀보다 2배 이상의 함량을 가지고 있었다.

식품성분표(2001)에 따르면 당귀는 조지방 6.7%, 조단백질 3.35%, 조회분 4.47%, 조섬유 15.64%로 본 연구의 결과와 조지방, 조회분은 비슷하였으나 조단백질은 높게 나타나고 이에 반해 조섬유는 훨씬 낮게 나타났다. 승검초는 조지방 3.42%, 조단백질 15.38%, 조회분 10.26%, 조섬유 8.97%로 본 연구의 결과는 조지방, 조회분은 비슷하였으나, 조단백질은 본 연구 분석치가 훨씬 낮았고, 조섬유는 높은 값을 보여 본 연구와 차이가 있었다.

오상룡 등(1990)에 따르면 당귀의 일반성분을 분석한 결과, 조지방 11.2%, 조단백질 13.2%, 조회분 6.5%, 조섬유 3.8%로 나타나 조지방과 조단백질은 본 실험보다 높게 나타났고, 조회분은 비슷하게 나타났으며, 조섬유는 적게 나타났다. 각 실험의 차이는 토양의 비옥도, 강수량, 일조량, 바람, 수확기에 따른 차이로 사료된다.

2. 무기성분

당귀와 승검초의 무기질 함량은 Table 3에 나타난

Table 2. Proximate composition of *Angelica gigas Nakai* root and leaf (unit : %)

	Root	Leaf
Moisture	9.04 ± 0.04	6.09 ± 0.03
Crude lipid	6.56 ± 0.08	2.63 ± 0.11
Crude protein	7.77 ± 0.91	2.83 ± 0.18
Crude Ash	5.61 ± 0.03	12.86 ± 0.01
Crude fiber	6.10 ± 0.02	13.87 ± 0.04

것과 같이 인은 79.7 ± 0.72 mg%, 철이 9.7 ± 0.29 mg%, 마그네슘이 129.0 ± 1.41 mg%로 승검초의 인 46.3 ± 0.52 mg%, 철 6.0 ± 0.56 mg%, 마그네슘 87.9 ± 2.29 mg%보다 높았다. 승검초는 이와 반대로 구리가 1.9 ± 0.73 mg%, 칼슘이 413.7 ± 2.62 mg%, 나트륨이 102.3 ± 15.11 mg%, 칼륨이 495.7 ± 20.82 mg%로 당귀의 구리 0.5 ± 0.07 mg%, 칼슘 101.0 ± 0.00 mg%, 나트륨 11.0 ± 1.39 mg%, 칼륨 406.7 ± 3.40 mg%보다 높은 함량을 나타내었다.

식품성분표(2001)에 따르면 당귀는 칼슘 39 mg%, 인 69 mg%, 철 3.1 mg%로 본 연구의 결과보다 낮게 나타났고, 나트륨 76 mg%와 칼륨 458 mg%은 높게 나타났다. 승검초는 칼슘 209 mg%, 나트륨 7 mg%로 본 연구의 결과보다 낮았고, 인 117 mg%, 철 7.0 mg%, 칼륨 677 mg%은 높게 나타나 본 실험과 차이를 보였다.

김진구 등(1997)에 의하면, 천마의 무기성분을 연구한 논문에서 칼슘은 68.9 mg%, 철분 3.5 mg%, 나트륨 8.1 mg%, 마그네슘 50.5 mg%로 당귀와 승검초보다 낮게 나타났고, 인과 칼륨은 각각 124.5 mg%, 736.8 mg%으로 당귀와 승검초보다 높게 나타났다.

당귀와 승검초에서 높은 함량을 보인 무기성분 중 칼슘, 마그네슘, 철 등은 인체에 가장 중요한 무기질일 뿐만 아니라 결핍되기 쉬운 조건을 지니고 있다. 따라서, 당귀와 승검초의 섭취로 무기질의 섭취에 도움이 되리라 사료된다.

3. 식이섬유

당귀와 승검초의 식이섬유 함량은 Table 4와 같다. 당귀의 IDF(Insoluble Dietary Fiber)는 $21.0 \pm 0.54\%$ 로 나타났고, SDF(Soluble Dietary Fiber)는 $3.3 \pm 0.27\%$ 로 나타났으나 TDF(Total Dietary Fiber) 함량은 $24.2 \pm 0.81\%$ 를 함유하고 있었다. 반면, 승검초의 IDF 함량은 $26.8 \pm$

Table 3. Mineral contents of *Angelica gigas Nakai* root and leaf (unit : mg%)

Minerals	Root(Mean±S.D.)	Leaf(Mean±S.D.)
P	79.71 ± 0.72	46.33 ± 0.52
Fe	9.70 ± 0.29	5.95 ± 0.56
Mg	129.00 ± 1.41	87.93 ± 2.29
Cu	0.49 ± 0.07	1.90 ± 0.73
Ca	101.00 ± 0.00	413.67 ± 2.62
Na	11.02 ± 1.39	102.33 ± 15.11
K	406.67 ± 3.40	495.67 ± 20.82

0.89%로 당귀보다 높은 함량을 나타내었고, 수용성 SDF는 $1.4\pm 0.14\%$ 로 당귀보다 낮은 함량을 나타내어 TDF는 당귀보다 높은 $28.2\pm 1.03\%$ 를 보였다.

김지민과 김대진(2004)에 의하면, 쌀 샐러드의 식이 섬유를 연구한 논문에서 신선초의 경우 IDF는 $27.3\pm 2.30\%$, SDF는 $11.1\pm 1.78\%$ 로 TDF는 $38.4\pm 0.83\%$ 으로 나타났다. 또한 참나물의 경우 IDF는 $26.3\pm 0.60\%$, SDF는 $6.6\pm 1.41\%$ 로 TDF는 $32.9\pm 1.34\%$ 로 나타나 승검초의 IDF 함량과 비슷하게 나타났다.

이경숙과 이서래(1993)에 의하면, 식물성 식품의 식이 섬유 함량을 분석한 결과, 채소류의 TDF함량은 상치 28.0%, 시금치 28.5%를 나타냈고, 버섯류의 느타리 버섯은 31.2%, 양송이버섯은 18.4%로 승검초의 TDF 함량과 비슷하게 나타났다.

또한, 황선희 등(1996)에 의하면 채소류의 식이 섬유 함량을 분석한 결과, 근대 31.2%, 케일 34.4%, 배추 26.3%, 콜리플라워 31.1%, 썬바귀 29.3%로 나타나 평소 섭취하는 상용 식품의 TDF함량과 본 실험의 승검초와 비슷한 결과를 나타냈다.

4. 항산화 영양성분 함량

1) 비타민 C

항산화성과 아질산염 소거능이 관련이 있는 것으로 알려진 비타민 C 함량은 Table 5와 같다. 승검초의 비타민 C 함량은 29.7 ± 0.33 mg/100g으로 나타났고, 당귀에서는 비타민 C가 검출되지 않았다.

식품성분표(2001)에 따르면 당귀는 11 mg/100g, 승검초는 252 mg/100g으로 본 연구의 분석치와 큰 차이를 보였다. 승검초의 경우, 허수진 등(2001)의 연구에서는 비타민 C 함량이 0.30 mg%로 나타나 본 실험과 많은 차이가 있었다.

정소영 등(1999)은 녹즙추출물의 비타민 C 함량을 연구한 결과, 신선초는 31.4 ± 4.0 mg/100g, 케일 105.1 ± 4.5 mg/100g, 당근 5.2 ± 0.4 mg/100g으로 나타나 신선초와 승검초의 비타민 C 함량이 비슷하게 나타났다.

Table 4. Contents of dietary fiber in *Angelica gigas Nakai* root and leaf (unit: g/DM¹⁾ 100 g)

	Dietary Fiber(%)		
	Insoluble	Soluble	Total
Root	20.95 ± 0.54	3.27 ± 0.27	24.22 ± 0.81
Leaf	26.79 ± 0.89	1.39 ± 0.14	28.18 ± 1.03

¹⁾DM : Dry matter

2) 총 페놀 함량

당귀와 승검초의 총 페놀 함량을 Table 5에 나타내었다. 당귀의 총 페놀 함량은 $0.10\pm 0.002\%$ 로 나타났고, 승검초의 경우는 $0.09\pm 0.008\%$ 로 비슷한 함량을 나타내었다.

허수진 등(2001)의 연구에서 승검초의 경우, 총페놀 함량이 0.545%로 나타났고, 문지숙 등(2004)은 당귀의 페놀성 물질함량을 chlorogenic acid를 표준물질로 연구한 결과, 0.052%로 나타났으며, 이소라와 김건희(2001)는 참당귀의 페놀 함량이 0.223%로 나타나 실험 결과마다 많은 차이를 보였다.

총페놀 함량은 추출 방법 및 실험절차와 표준물질에 따라 분석치 간의 차이가 크므로 단순한 비교고찰은 쉽지 않았다. 또한 당귀의 산지특성이나 자라난 환경에 따라 차이가 있으리라 추측된다. 총 페놀 실험에 있어서 실험방법과 표준물질을 일정하게 정립하는 것이 필요하리라 사료된다.

정소영 등(1999)은 녹즙추출물의 총페놀 함량을 연구한 결과, 신선초는 $0.03\pm 0.006\%$, 케일은 $0.05\pm 0.004\%$, 당근은 $0.02\pm 0.006\%$ 로 나타나 당귀와 승검초의 결과는 비교적 높았다.

5. 아질산염 소거능

1) 수용성 획분의 아질산염 소거능

단백질 식품, 의약품 및 잔류농약 등에 함유되어 있는 2급 및 3급 아민과 아질산염이 반응하여 발암성 물질인 nitrosamine 생성을 억제하기 위하여 당귀와 승검초로부터 분리한 수용성과 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거유무를 조사한 결과는 Table 6에 나타내었다.

당귀와 승검초의 수용성 획분을 0.5 g%, 1 g%, 2 g%로 농도를 달리하여 pH 1.2, 4.2, 6.0에서 각각 반응시킨 후 아질산염 소거능을 나타내었다. 아질산염 소거능은 당귀와 승검초 모두 pH가 낮을수록 높게 나타나 pH 1.2에서의 아질산염 소거능이 가장 높았고 pH 4.2와 pH 6.0의 순으로 나타났다.

Table 5. Contents of vitamin C and total phenol in *Angelica gigas Nakai* root and leaf

	Root	Leaf
	vitamin C (mg/100g)	N.D. ¹⁾
Total phenol (%)	0.10 ± 0.002	0.09 ± 0.008

¹⁾ N.D. - not detected

당귀의 수용성 획분은 pH 1.2에서 모든 농도가 90% 이상으로 높은 소거율을 보였고, pH 4.2에서는 농도별로 각각 27.01±3.57%, 23.56±1.38%, 19.81±2.96%로 나타났고, pH 6.0에서는 13.7±3.02%, 11.2±3.69%, 5.0±3.34%로 나타났다. 승검초의 수용성 획분은 pH 1.2에서 거의 90% 이상으로 당귀와 마찬가지로 높은 소거율을 보였다. pH 4.2에서는 농도별로 각각 22.5±0.50%, 17.4±1.42%, 13.6±2.03%로 당귀보다는 낮은 소거율을 보였고, pH 6.0에서는 각각 17.2±2.90%, 15.6±3.05%, 9.4±3.64%로 당귀보다 높은 소거율을 보였다. Kato 등(1987)이 여러 가지 pH 조건에서 nondialyzable melanoidins을 첨가하여 nitrosamine 형성억제 효과를 측정한 결과 pH 1.2에서 99%로 가장 높은 억제효과를 보였다는 보고와 일치한다.

2) 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거능

농도를 달리하여 pH 1.2, 4.2, 6.0 조건에서 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거능 실험결과는 Table 6과 같다. 당귀의 메탄올 가용성 획분은 pH 1.2에서 90% 이상의 높은 소거율을 나타냈고, pH 4.2에서는 농도별로 각각 pH 4.2에서는 농도별로 각각 80.4±5.46%, 66.6±5.98%, 47.1±1.17%로 나타났고, pH 6.0에서는 24.3±6.96%, 20.2±6.12%, 12.4±4.97%로 나타났다.

승검초의 메탄올 가용성 획분은 pH 1.2에서 90%에

가까운 높은 소거율을 보였다. pH 4.2에서는 농도별로 각각 66.4±1.65%, 54.1±9.03%, 41.6±1.27%로 당귀보다 낮은 소거율을 보였고, pH 6.0에서는 각각 23.3±4.78%, 11.8±4.60%, 9.0±4.51%로 당귀보다 낮은 소거율을 보였다. 전반적으로 수용성 획분보다 메탄올 가용성 획분의 소거능이 높았고 pH는 1.2, 4.0, 6.0 순으로 소거능이 우수했다. pH에 따른 아질산염 소거능은 수용성 획분과 마찬가지로 pH 1.2에서 가장 효과가 뛰어났으며 pH 6.0보다는 pH 4.2가 더 효과적이었다. 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거능은 모든 pH 조건에서 더 높은 소거율을 보였다.

Gray와 Dugan(1975)에 의하면, 아질산염은 식육제품에 첨가되어 발색제 및 보존제로 이용되고 있으나, 식품 중에 존재하는 아민류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하는데 이 과정은 pH가 낮은 조건에서 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있다.

또한, Leaf 등(1987)에 의하면 니트로화(nitrosation)에 영향을 주는 nitrite는 nitrous acid(HNO₂)를 형성하기 위해서 산성화되고 HNO₂는 H₂NO₂⁺으로 proton화되어 선택적으로 amide와 반응하여 nitrosamide를 형성한다. 이러한 산성화과정 때문에 니트로화 반응은 주로 생체 내 산성 위(acidic stomach)에서 발생한다고 한다. 연구 결과에 의하면, 아질산염 소거능이 농도와 큰 관련 없이 인체의 위내 pH 조건과 비슷한 pH 1.2에서 90% 이상 가장 우수한 것으로 측정되어 당귀와 승검초 추출물은 생체 내에서도 효과적인 아질산염 소거작용을 통해 nitrosamine 생성을 억제할 것으로 생각된다.

당귀와 승검초의 농도를 달리한 수용성 획분과 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거능을 보면 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능도 비례적으로 증가하는 경향을 보였다.

당귀의 수용성 획분을 보면 pH 4.2와 pH 6.0에서는 농도에 따라 유의적인 차이를 보였지만, pH 1.2에서는 유의적인 차이가 없었다. 즉 농도가 증가하면서 아질산염 소거능도 비례적으로 증가하지만 적은 농도로도 아질산염 소거능이 크다는 것을 알 수 있었다. 당귀의 메탄올 가용성 획분을 보면 pH 4.2에서는 농도에 따라 유의적인 차이를 보였지만, pH 1.2와 6.0에서는 유의적인 차이가 없었다. 승검초 수용성 획분의 경우도 pH 1.2와 pH 4.2에서는 유의적인 차이가 있었지만, pH 6.0에서는 유의적인 차이가 없었다. 또한, 승검초 메탄올

Table 6. Nitrite scavenging ability of *Angelica gigas Nakai* root and leaf (unit : %)

	concentration (%)	Nitrite scavenging ability		
		pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
RW ¹⁾	0.5	92.78±4.07 ^{ja}	19.81±2.96 ^b	5.03±3.34 ^b
	1	94.10±0.42 ^a	23.56±1.38 ^{ab}	11.19±3.69 ^{ab}
	2	96.51±0.44 ^a	27.01±3.57 ^a	13.69±3.02 ^a
RM	0.5	93.00±3.35 ^a	47.14±1.17 ^c	12.44±4.97 ^a
	1	94.99±2.89 ^a	66.58±5.98 ^b	20.23±6.12 ^a
	2	98.86±0.37 ^a	80.40±5.46 ^a	24.29±6.96 ^a
LW	0.5	91.41±2.05 ^b	13.59±2.03 ^c	9.42±3.64 ^a
	1	94.23±1.84 ^{ab}	17.38±1.42 ^b	15.62±3.05 ^a
	2	97.47±0.82 ^a	22.47±0.50 ^a	17.24±2.90 ^a
LM	0.5	88.52±4.39 ^a	41.56±1.27 ^b	8.95±4.51 ^b
	1	89.50±3.45 ^a	54.12±9.03 ^{ab}	11.78±4.60 ^b
	2	90.60±2.93 ^a	66.43±1.65 ^a	23.26±4.78 ^a

¹⁾ RW: Root water extract; RM: Root methanol extract; LW: Leaf water extract; LM: Leaf methanol extract

²⁾ In each column, different alphabets in superscript show statistically significant difference (p <0.005).

가용성 획분의 경우 pH 4.2와 pH 6.0에서는 유의적인 차이가 있었지만, pH 1.2에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 적은 양으로도 아질산염 소거능이 탁월하다는 것을 볼 수 있었다.

또한, 당귀와 승검초 모두 수용성 획분보다 메탄올 가용성 획분에서 아질산염 소거능이 더욱 크게 나타났다.

이정민과 안명수(1997)의 연구에서 각종 차성분의 아질산염 소거능을 알아본 결과, 오미자의 MeOH 추출물에서 농도에 따른 아질산염 소거능은 pH 1.2 에서 농도가 50 mg%일 때 38.5%에서 200 mg%일 때 90.9%로 나타나 아질산염 소거능이 가장 높게 나타났다. 아질산염 소거능은 농도의 증가에 따라 비례적으로 증가하는 경향을 알 수 있었다.

임진아 등(2004)은 대나무 에탄올 추출물의 아질산염 소거능을 연구한 결과, 각 pH 조건(pH 1.2, pH 3.0, pH 6.0)에서 아질산염 소거능은 각각 43.02%, 35.46%, 9.86%로 나타나 pH 의존적인 아질산염 소거능을 보였다. 이처럼 아질산염 소거능은 인체의 위내 pH 조건과 비슷한 pH 1.2에서 가장 우수한 것을 알 수 있었다.

여생규 등(1994)은 동일용매에 있어서는 추출횟수에 따른 아질산염 소거효과의 차이가 없으며, 수용성 획분보다 메탄올 가용성 획분에서 보다 높은 효과를 나타낸다고 보고한 바 있다. 또한 pH에 따른 아질산염 소거작용은 위내의 pH와 유사한 pH 1.2에서 가장 높았고, pH가 증가할수록 아질산염 소거작용은 감소하는 경향이었는데, 특히 이런 현상은 총 페놀의 함량이 높은 획분에서 더 큰 효과를 나타내므로 아질산염 소거에 영향을 주는 물질이 주로 페놀 화합물이라고 하였다.

본 실험에서 총 페놀 함량에 비해 아질산염 소거능이 높은 것은 ascorbic acid와 그 외 nitrosamine 생성억제인자에 의한 것으로 생각되고, 총 페놀의 실험방법 및 산지특성 등 여러 차이로 인하여 많지 않은 양이 추출되었지만, 아질산염 소거능과의 연관성이 있으리라 추측된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 식용식물자원 중의 하나인 당귀와 승검초의 식품소재로서 가능성을 검토하고자 연구하였다. 이를 위해 식이섬유소와 항산화 영양성분 등의 기능성 성분을 분석하고, 수용성 획분과 메탄올 가용성

획분의 아질산염 소거능을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

당귀의 일반성분을 분석한 결과 수분, 조지방, 조단백질은 당귀가 더 많은 함량을 보였고, 조회분과 조섬유는 당귀보다 승검초가 2배이상 더 많은 함량을 가지고 있었다. 당귀는 인, 철, 마그네슘이 높은 함량을 보였고, 구리, 칼슘, 나트륨, 칼륨은 승검초가 높게 나타났다. 당귀와 승검초에서 높은 함량을 보인 칼슘, 마그네슘, 철 등은 인체에 가장 중요한 무기질일 뿐만 아니라 결핍되기 쉬운 조건을 지니고 있고, 칼륨은 알칼리성 식품원료로서의 이용가능성을 가지고 있다.

당귀의 IDF와 SDF를 합한 TDF는 24.22%, 승검초는 28.18%로 평소 섭취하는 상용식품의 TDF함량과 비슷한 수치를 나타냈다. 산화성과 아질산염 소거능이 관련 있는 것으로 알려진 비타민C 함량은 승검초의 경우 29.69 ± 0.33 mg/100g로 나타났고, 당귀에서는 비타민 C가 검출되지 않았다. 당귀의 총페놀 함량은 $0.10 \pm 0.002\%$ 로 나타났고, 승검초의 경우는 $0.09 \pm 0.008\%$ 로 비슷한 함량을 나타내었다.

당귀와 승검초의 농도와 pH를 달리하여 수용성 획분과 methanol 가용성 획분의 아질산염 소거능을 알아 보았다. 수용성 획분과 methanol가용성 획분 모두 pH 1.2에서 대부분 90% 이상의 높은 소거율을 보였고, pH 4.2, pH 6.0 순으로 소거율은 낮아졌다. 또한 당귀의 수용성 획분 pH 1.2와, 당귀의 methanol 가용성 획분 pH 1.2, pH 6.0와, 승검초 수용성 획분 pH 6.0, 승검초 methanol 가용성 획분 pH 1.2에서는 농도에 따른 유의적인 차이가 없었다. 따라서 0.5%의 적은 농도로 2% 정도의 아질산염 소거능이 있는 것으로 보아, 당귀와 승검초의 아질산염 소거능은 탁월하다고 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 충북대학교 기성희 교내연구비의 지원에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 김대곤, 손동화, 최용규, 조영석, 김수민. 2002. 복령 균사체의 항산화성 및 아질산염 소거작용. 한국식품영양과학회지 31(6):1097-1101
- 김동수, 김선봉, 안병원, 염동민, 이동호. 1987. 천연식품성분에

- 의한 발암성 니트로사민생성인자 분해작용: 2. 해조추출물의 아질산염 분해작용. 한국수산학회지 20(5):469
- 김동수, 안방원, 염동민, 이동호, 김선봉. 1987. 천연식품성분에 의한 발암성 니트로사민생성인자 분해작용: 1. 야채추출물의 아질산염 분해작용. 한국수산학회지, 20(5):463
- 김지민, 김대진. 2004. 씬샐러드 채소류의 일반성분과 식이섬유에 관한 연구. 한국식품영양과학회지 33(5):852-856,
- 김진구, 차원섭, 박준희, 오상룡, 천성호, 정신교. 1997. 천마의 무기성분 및 항산화 작용에 관한연구. 농산물저장유통학회지 4(3):317-321
- 김호경. 1993. 진피 쿠마린의 고속 액체 크로마토그래피. 석사학위논문. 중앙대학교
- 김태정. 1996. 한국의 자원식물. 서울대학교 출판부
- 류태형. 1985. 영양과 암의 관계. 한국영양식량학회지 14:305
- 문지숙, 김선재, 박윤미, 황인식, 김의형, 박정욱, 박인배, 김상욱, 강성국, 박양균, 정순택. 2004. 약용식물 추출물에 대한 항미생물 활성 검색과 폴리페놀함량. 한국식품저장유통학회지 11(2):207-213
- 박찬성, 권충정, 최미애, 박금순, 최경호. 2002. 동충하초의 항산화작용 및 아질산염소거작용. 한국식품저장유통학회지 9(1):109-113
- 송주택. 1989. 식물대도감, 일흥. 서울
- 농촌진흥청. 식품성분표. 2001. 제6개정판 제II편, 농촌진흥청 농촌생활 연구소
- 승정자. 1995. 식이섬유의 생리활성과 이용. 식품과학과 산업 28:2-23
- 여생규, 염동민, 이동호, 안철우, 김선봉, 박영호. 1994. 녹차추출물의 아질산염 분해작용. 한국영양식량학회지 23:287-292
- 오상룡, 김성수, 민병용, 정동효. 1990. 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물의 유리당, 유리아미노산, 유기산 및 타닌의 조성. 한국식품과학회지 22(1):76-81
- 이경숙, 이서래. 1993. 국내산 식물성 식품중 식이섬유 함량의 분석. 한국식품과학회지 25(3):225-231
- 이성현, 박홍주, 조수목. 2004. 식이섬유의 정량 및 기능성 분석, 한국작물학회지23-30
- 이소라, 김건희. 2001. 국내산 참당귀를 이용한 다식 제조에 관한 연구. 한국조리과학회지 17(5):421-425
- 이정민, 안명수. 1997. 각종 차성분의 아질산염 소거능에 대한 연구. 한국식생활문화학회지 12(5):567-572
- 이정희, 이서래. 1994. 국내산 식물성 식품 중 페놀성 물질의 함량 분석. 한국식품과학회지 26(3):310-316
- 임진아, 나영순, 백승화. 2004. 대나무 에탄올추출물의 항산화 효과 및 아질산염 소거작용. 한국식품과학회지 36(2):306-310
- 정소영, 김낙경, 윤 선. 1999. 녹즙추출물의 아질산염 소거능에 대한 연구. 한국식품영양과학회지. 28(2):342-347
- 주현규, 조규성. 1995. 식품분석법. 학문사
- 최중부. 1990. 약제용 당귀 추출액의 안정성 평가에 관한 연구. 석사학위논문. 경희대학교
- 허수진, 양미옥, 조은자. 2001. 미나리과 산채의 성분분석 및 육가공품에 대한 항산화 효과. 한국조리과학회지 17(5)
- 홍근택, 이용립, 임무현, 정낙현. 2004. 솔잎발효추출물의 효소적 저해활성 및 아질산염 소거작용. 한국식품저장유통학회지 11(1):94-99
- 황선희, 김정인, 승정자. 1996. 채소류, 버섯류, 과일류 및 해조류 식품의 식이섬유 함량. 한국영양학회지 29(1):89-96
- Antonia H, Juan FB, Rafael G. 1990. Cellulase inhibition by polyphenols and olive fruits. Food Chem 38:69
- A.O.A.C. 1995. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of official analytical chemists. Washington, D.C.
- Bartsh H, Ohshima H, Pignatelli B. 1988. Inhibition of endogenous nitrosation: Mechanism and implications in human cancer prevention. Mut Res. 202:307-324
- Cooney RV, Ross PD. 1987. N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: Effect of vanillin and related phenols. J Agric Food Chem. 35:789
- Cuvelier ME, Richard H, Berset C. 1992. Comparison of the antioxidative activity of some acid-phenols: Structure-activity relationship. Biosci Biotech Biochem 56:324
- Gray JJ, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. J Food Sci 40:981-984
- Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric Bio Chem 51:1333-1338
- Kim DS, Ahn BW, Yeum DM, Lee DH, Kim SB, Park YH. 1987. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components: 1. Nitrite-scavenging effects of vegetable extracts. Bull Korean Fish Soc 20:463-468
- Kumar R, Singh M. 1984. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition J Agric Food Chem 32:447
- Leaf CD, Vecchio AJ, Roe DA, Hotchkiss JH. 1987. Influence of ascorbic acid dose on N-nitrosoproline formation in humans. Carcinogenesis 8:791-795
- Macrae R, Robinson RK, Sadler MJ. 1993. Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition. Academic Press. New York, NY. 3240-3249
- Mirvish SS. 1970. Kinetics of dimethylamine nitrosation in relation to nitrosamine carcinogenesis. J Nat Cancer Inst. 44:633
- Mirvish SS. 1975. Formation of N-nitroso compounds: Chemistry, kinetics, and in vivo occurrence. Toxicol Appl Pharmacol 31:325-351
- Pignatelli B, Scriban R, Descotes G, Bartsch H. 1984. Modifying effect of polyphenols and other constituents of beer on the formation of N-nitroso compounds. J Am Soc Brew Chem. 42:18

(2006년 12월 11일 접수, 2006년 12월 20일 채택)