

## 괴각(槐角)의 식품영양학적 접근 및 몇 가지 생리활성물질 함량 분석

최영수<sup>1</sup> · 신언환<sup>2</sup> · 박성진<sup>3\*</sup> · 김종대<sup>1</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 BT특성화학부 식품생명공학전공

<sup>2</sup>울산과학기술대학 호텔조리과

<sup>3</sup>한림성심대학 관광외식조리과

### Nutritional Characteristics and Some Bioactive Components Contents of *Sophorae fructus*

Young Su Choi<sup>1</sup>, Eon Hwan Shin<sup>2</sup>, Sung Jin Park<sup>3\*</sup>, and Jong Dai Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Food Biotechnology, School of Biotechnology, Kangwon University, Gangwon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Hotel Culinary Arts, Ulsan College, Ulsan 682-715, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym College, Gangwon 200-711, Korea

#### Abstract

The purpose of this study is to determine the possibility of using *Sophorae fructus* as natural health food source. To accomplish this purpose, the contents of general and antioxidative nutrients of *Sophora fructus* were measured. The contents of carbohydrate, crude protein, crude lipid and ash are 75.9%, 16.4%, 2.41%, and 5.2%, respectively, while the calories of *Sophora fructus* was 337.3 kcal. Total dietary fiber was 15.07% of total carbohydrates. The percentages of water soluble dietary fiber to insoluble dietary fiber were 1.09% and 10.36%, respectively. The protein was composed of a total of 18 different kinds of amino acids. The contents of essential and non-essential amino acids were 2,310.91 mg and 5,218.52 mg. The K was the largest mineral followed by Ca, P and Mg, which means *Sophorae fructus* is alkali material. The contents of saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids were 24.94%, 32.40%, and 32.86%, respectively. Therefore, the amount of the total unsaturated fatty acid was higher than that of any other plant. The content of vitamin C in *Sophorae fructus* was higher than that of any other plant, which suggests that it could increase blood elasticity. The content of rutin, which is responsible for capillary vessel permeability, was 1.78%. The contents of water soluble antioxidative materials in 1 mL of water-extracted *Sophorae fructus* were 4.95 µg which is comparable to 1,560.96 mmol of vitamin C in antioxidant effect. The general nutrients and other antioxidatant bioactive materials in *Sophorae fructus* were also potential materials for good health food. It is expected that a follow up study on *Sophorae fructus* through developing processed food and evaluation of their functional properties would provide useful information as a source of medicinal foods.

**Key words:** *Sophorae fructus*, nutrients, health food

#### 서론

경제의 급속한 발달로 우리의 생활은 예전에 비해 풍요로워졌지만 환경의 오염, 생활의 스트레스, 운동량 부족, 식습관의 변화로 인한 영양 불균형 등의 이유로 생활습관병을 포함한 각종 만성질환이 급속히 늘어나고 있다(1-3). 또한 생활 및 의료 수준의 향상에 따라 고령화 사회로 진입하면서 식·의약의 섭취를 포함한 생활환경을 조절함으로써 노화를 지연시키고 질병을 예방하려는 국민 개개인의 요구 수준은 점점 높아져 가고 있는 실정이다(4). 만성질환의 경우 현재까지는 의학적인 방법이 질병의 주된 치료 방법으로 이용되어 왔지만 치료의 한계성 및 치료약의 부작용 등으로

많은 제약을 받고 있으며, 한편으로는 식품의 유효성분에 의한 건강증진 및 질병예방 효과들이 여러 연구로부터 증명·보고되면서(5-7) 섭취하는 식품이나 음식의 조절을 통해 생활습관에 의한 만성질환의 예방과 치료가 가능해지고 있다.

이에 따라 이의 예방 및 치료를 위해서는 약물 이외의 식생활 변화가 절실히 요구되고 있다. 따라서 무엇을 어떻게 먹을 것인지에 대한 관심이 증대되면서 건강보조식품, 영양보충용 및 식사대용식품 등의 특수영양식품과 다양한 형태의 먹거리가 소개되어 있으며 최근에는 건강기능식품의 개발에 많은 관심이 집중되면서(8), 특히 식물자원들의 성분과 기능에 관한 과학적인 연구가 활발히 진행되고 있다

\*Corresponding author. E-mail: sjpark@hsc.ac.kr  
Phone: 82-33-240-9234, Fax: 82-33-240-9119

(9-11). 그러나 식물자원을 이용한 건강기능식품의 제조·사용이 늘어나고 있는 만큼 고가의 비용과 효능에 대한 논란 및 형태의 제한 등이 맹점으로 대두되면서(12), 국민의 건강과 복지를 위해서는 또 다른 대안이 요구되고 있다. 따라서 식품의 3차 기능은 물론 영양 가치와 기호성이 동시에 충족될 수 있으며 과학적인 근거를 바탕으로 접근한 경제적인 약이성 식품 또는 음식이 대안 중의 하나가 될 수 있으며 이 분야의 연구가 필요하리라 생각된다.

동의보감에 의하면 음식과 의·약은 그 근원이 같다고 보고 있으며 현대 영양학에서 다루는 열량과 5대 영양소의 개념 이외에 모든 식물(食物)을 기미론(氣味論)적 방법으로 그 성질과 효능을 규명하여 약이적 특징을 중요시하였다(13). 또한 최근에는 식품이 갖는 주요 기능 중 생리조절 기능이나 항산화 유지에 관여하는 기능 등에 대한 연구가 진행되면서(13) 이러한 기능을 갖는 식품은 건강증진, 질병의 예방이나 노화억제 등 인간의 건강을 증진하는데 중요한 역할을 한다고 판단하여 이런 성분들을 많이 함유하고 있는 식물자원에 관한 연구가 활발하며 우리나라에도 한약재를 포함한 생약을 이용한 연구가 진행되고 있다(3,14).

괴각(*Sophræ fructus*)은 콩과의 식물인 회화나무(*Sophora japonica* L.)의 열매를 지칭하는 것으로서 말린 협과는 원기둥 모양이고 간혹 구부러져 있으며 종자사이에는 바싹 움츠러져 구슬껍미처럼 되어있고 길이가 1~6 cm이며 지름이 0.6~1 cm이다. 표면은 황록색, 갈색 또는 흑갈색이고 한쪽 가장자리의 등 쪽 이음 선은 황색이다. 주성분은 9개의 flavonoid와 isoflavonoid 화합물이 함유되어 있는데, 여기에는 genistein, sophoricoside, sophorabioside, kaempferol glucoside-C, sophoraflavonololide 및 rutin 등이 있는데 rutin의 함량은 매우 높아 어린 열매 속의 함량은 46%에 달한다. 괴각은 치질출혈, 대변출혈, 자궁출혈, 소변출혈 등에 지혈 효과가 있으며 약리작용으로 혈당상승, 포도당구균, 대장균 억제작용이 보고된 바 있다(15).

이에 본 논문에서는 괴각의 일반영양성분과 rutin, catechin류 및 rutin, quercetin 등의 flavonoids 함량, 항산화비타민과 수용성 항산화 물질 등 체내에서 생리활성 효능을 발휘할 수 있는 기능성 물질의 함량을 분석하여 향후 괴각의 유효성을 평가하는데 기초 자료로 삼고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 괴각의 준비

본 실험에 사용된 괴각은 2003년에 재배된 것을 전주 금오당에서 구입하여 원광대학교 익산 한방병원에서 검증하여 사용하였다. 증류수로 가볍게 씻어 음지에서 말려서 일반성분 분석에 사용하였다. 또한, 삼각플라스크에 준비된 괴각을 9배의 증류수를 가해서 4시간 환류추출하고 추출액을 면포로 여과한 후 감압농축(CCA-1100, Eyela, Tokyo,

Japan)하여 -70°C에서 급속동결건조(PVTFA 10AT, ILSIN, Korea)과정을 거쳐 분말 상태로 준비하여 그 외 실험에 사용하였다.

#### 괴각의 일반성분 분석

괴각의 일반성분은 AOAC법(16)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분함량은 105°C 상압건조법, 회분 함량은 550°C에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-kjeldahl 법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator, Sweden)로, 조지방 함량은 Soxhlet 법을 이용하여 분석하였다. 총 당질 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

#### 식이섬유 함량 분석

총 식이섬유(total dietary fiber, TDF) 함량은 AOAC법(17)에 의한 효소중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 분석하였다. 즉, 건조분말시료를 heat stable termamyl  $\alpha$ -amylase로 액화시킨 다음 protease와 amyloglucosidase를 차례로 반응시켜 단백질을 가수분해시키고 용액 중의 수용성 식이섬유를 에탄올로 침전시켰다. 미리 항량을 구해 놓은 crucible에 이 용액을 감압여과한 다음 잔사를 에탄올과 아세톤으로 세척, 건조한 후 건조잔사 중의 단백질과 회분의 양을 제외한 건조 전후의 무게차로 총 식이섬유의 함량을 구하였다.

불용성 식이섬유(Insoluble dietary fiber, IDF) 함량은 총 식이섬유 함량 분석법과 마찬가지로 효소중량법인 AOAC법(18)으로 분석하였다. 즉, 건조분말시료를 총 식이섬유 분석법과 동일한 방법으로 효소적 가수분해 과정을 거친 후, 에탄올 처리를 하지 않고 미리 항량을 구해 놓은 crucible에 이 용액을 감압 여과하였다. Crucible의 잔사를 증류수와 에탄올, 아세톤으로 순차적으로 세척, 건조한 후 건조잔사 중의 단백질과 회분의 양을 제외한 건조 전후의 무게차로 불용성 식이섬유의 함량을 구하였다. 수용성 식이섬유 함량은 총 식이섬유와 불용성 식이섬유의 함량차로 구하였다.

#### 괴각의 아미노산 조성 분석

아미노산 함량은 AOAC법(19)에 따라 아미노산 분석기로 분석하였다. 즉, 시료 10 g을 냉각 아세톤으로 탈수시킨 후 60°C의 dry oven에서 여과지에 퍼서 건조시키고 마쇄하였다. 경질시험관(1.6×1.6 cm)에 마쇄시료 5 mg을 취하여 6 N-HCl 5 mL 가하여 탈기한 후 밀봉하여 110°C에서 24시간 가수분해 시켰다. 이를 50 mL의 원심분리관에 옮기고 용기를 0.01 N-HCl용액으로 잘 씻어 원심분리관에 합치고 여기에 2 N-NaOH용액 2 mL를 넣고 중화한 후 5,000 rpm에서 30분간 원심분리 하여 상층액을 따로 취하여 60°C의 수욕상에서 질소가스를 통과시키면서 농축하고 잔류물을 0.02 N-HCl 20 mL에 녹이고 이를 0.45  $\mu$ m filter로 여과한 후 시험용액으로 하였다. 정량은 아미노산 혼합 표준용액과

**Table 1. Operating conditions of amino acid analyzer**

Instrument	System 6300 hyperperformance analyzer (Beckman)
Column	Li 10 cm column No. 338051 ion-exchange (Beckman)
Analyzer time	150 min
Buffer flow rate	20 mL/hour
Ninhydrin flow rate	10 mL/hour
Column pressure	1,380 psi
Buffer change steps	Li A→Li D→Li E→Li F
Optimum sample quantity	50 µL
N <sub>2</sub> gas pressure	40 psi

**Table 2. Operating conditions of ICP for mineral analysis**

Power	1 kw for aqueous	
Nebulizer pressure	3.5 bars for meinhard type C	
Aerosol flow rate	0.3 L/min	
Sheath gas flow	0.3 L/min	
Cooling gas	12 L/min	
Wavelength (nm)	Ca	393.366
	Mg	279.553
	Na	588.995
	K	766.490
	P	213.618
	Fe	238.204
	Zn	213.856
	Cu	224.796
	Mn	766.490

시험용액을 아미노산 분석기에 주입하여 chromatogram의 peak 면적으로 계산하였으며 분석조건은 Table 1과 같다.

#### 괴각의 무기질 조성 분석

무기질(Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn) 함량은 AOAC법(20)에 의하여 분석하였다. 즉, 시료를 0.1 mg 단위 까지 정확히 칭량하여 550°C에서 6시간 동안 회화시킨 다음, 20°C sand bath상에서 5 mL의 HNO<sub>3</sub> 용액을 가하여 10 분 동안 가온하고 방냉 후, 25 mL volumetric flask에 넣고 증류수를 가해 여과하면서(whatman filter paper No. 41) 정용한다. 이렇게 여과된 여과액을 각 희석용액으로 적절한 농도로 희석한 후 Inductively Coupled Spectrometer(ICP, Lactam 8440, Plasma Lab., Astraila)를 이용한 유도결합 Plasma 방출분석법으로 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

#### 괴각의 지방산 조성 분석

괴각의 지방산 조성은 Folch법(21) 및 Morrison법(22) 등을 이용하여 GC로 분석하였다. 즉, 시료를 soxhlet 추출기로 24시간 지방을 추출한 후 BF<sub>3</sub>-methanol으로 methylation하여 가스액체크로마토그래피(HP 5890A gas chromatograph, USA)로 분석하였다(23,24). 이때 분석조건은 Table 3과 같다.

#### 괴각의 유리당 함량 분석

Richmond 등(23)의 HPLC 분석조건을 응용하였다. 즉,

**Table 3. Operating conditions of GC for fatty acids analysis**

Instrument	Hewlett-packard 5890 series II Plus
Column	HP-FFAP (25 m×0.32 mm×0.52 µm film thickness)
Detector	Flame Ionization Detector (FID)
Oven temperature	160°C (1 min)-3°C/min-220°C (19 min)
Injector temperature	230°C
Detector temperature	250°C
Column flow rate	1.5 mL/min
Total flow rate	30 mL/min
Split ratio	20:1
Injection volume	1.0 µL

시료 5 g을 칭량하여 80% methanol 100 mL를 넣고 13,000 rpm에서 3분 동안 균질화 하였다. 이 균질체를 환류냉각기를 부착한 추출장치에 옮긴 후 80°C에서 2시간 동안 추출한 후 여과하였다. 이 추출조작을 2회 반복하여 모은 여액을 45°C에서 감압·농축한 후 증류수를 넣어 100 mL로 정용하였다. 이렇게 조제한 시료용액은 -70°C에서 냉동 보관하면서 분석하였다. 분석조건은 Sugar-Pak I column(Waters, USA, 300 mm×6.5 mm)과 용출용매 Ca-EDTA(500 mg/L)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 mL를 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 column에 20 µL씩 주입하였다. 이때의 칼럼의 온도는 90°C를 유지하였다. 용출용매는 0.5 mL/min로 흘러보냈으며 검출은 refractive index(RI) detector를 이용하였다. 표준품 용액과 시료의 유리당 peak를 직접 비교하여 확인하였다. 정량은 각 표준품의 검량곡선을 따로 작성한 후 peak의 면적에서 산출하였다.

#### 괴각의 항산화비타민 및 β-carotene 함량 분석

항산화비타민 및 β-carotene 함량 분석은 Kwak 등(24)의 방법을 응용하여 HPLC로 분석하였다. 항산화비타민 중 비타민 C의 분석은 시료 1 g에 증류수 5 mL를 가하여 5분간 초음파로 처리하여 추출한 액을 여과하여, 잔류물에 다시 증류수 5 mL를 가하여 같은 조작을 3회 반복하여 추출한 액을 모두 합하여 추출액의 전량을 20 mL로 한 것을 여과하여 HPLC 분석용 시료로 사용하였으며, 같은 조작을 3회 반복하여 측정수치의 평균을 취하였다. 시료 중 존재할 가능성이 있는 산화형인 dehydro-ascorbic acid(DAA)의 분석을 위해 시료를 10 mM dithiothreitol(DTT)로 환원처리 후 측정된 것을 산화형과 환원형의 총 ascorbic acid(AA)의 양으로 계산하였다. 이 때 HPLC(JASSCO, Japan) 분석조건은 stationary phase: CDS C18(250 mm, Thermo Separation Products), mobile phase: methanol/water(97:3), flow rate: 0.5 mL/min, detector: λ<sub>max</sub>=254 nm이었다. 또한, 비타민 A와 E의 함량은 HPLC(Alliance 2690 Separation Module, Waters, USA)를 사용하여 분석하였다. 즉, 시료를 0.1 mg까지 정밀히 취하여 50 mL screw-capped extraction tube에 각각 넣고 DMSO(dimethyl sulfoxide) 1 mL 첨가

및 N<sub>2</sub> gas로 충전하여 capping한 후, vortex mixer를 이용하여 1분간 잘 혼합하였다. 혼합 후 약 5분간 방치한 후 ethanol 10 mL로 하여 다시 vortex를 이용하여 1분간 잘 혼합하였다. 혼합된 tube를 SOR-VALL evolution RC centrifuge(Kendro, newtown, CT, USA)에서 13,000 rpm, 10 분간 원심분리한 후 중간층을 용액을 취하여 0.2 µm membrane filter로 여과하여 HPLC에 주입하였다. 칼럼은 XTerra C18 column(4.6×250 mm, 5 µm, Waters, USA)을 사용하였으며, 이동상은 methanol : water(93:7, v/v, isocratic mode) 혼합액을 이용하여 분리하였다. 검출기는 474 fluorescence detector(형광검출기, Waters, USA)의 excitation과 emission 파장을 각각 340, 460 nm으로 고정하여 분석하였으며, 또한 photodiode array detector 996(Waters, USA)을 사용하여 200~800 nm의 범위에서 scanning하여 분석하였다. 한편, β-carotene 분석은 시료 1 g에 증류수 5 mL를 가한 후 ethyl ether와 petroleum ether 혼합용액(1:1) 10 mL를 가하여 강하게 흔들어 준 후 상층액을 beaker에 취하였다. 잔류물을 다시 동일 용매를 가하여 같은 조작을 3회 반복한 후 추출된 용액을 모두 합하였다. 추출된 용액을 증류 flask에 넣은 후 감압증류하여 용제를 제거시킨 후 acetone에 용해시켜 전량을 20 mL로 하였다. Acetone에 용해시킨 시료를 여과지로 여과한 후, 다시 HPLC용 여과지로 여과하여 HPLC 분석용 시료로 사용하였으며, 같은 조작을 3회 반복하여 측정수치의 평균을 취하였다. 이 때 HPLC(JASSCO, Japan) 분석조건은 stationary phase: CDS C18(300 mm, Thermo Separation Products), mobile phase: acetone/ water(100:5), flow rate: 1 mL/min, detector: λ max=450 nm이었다.

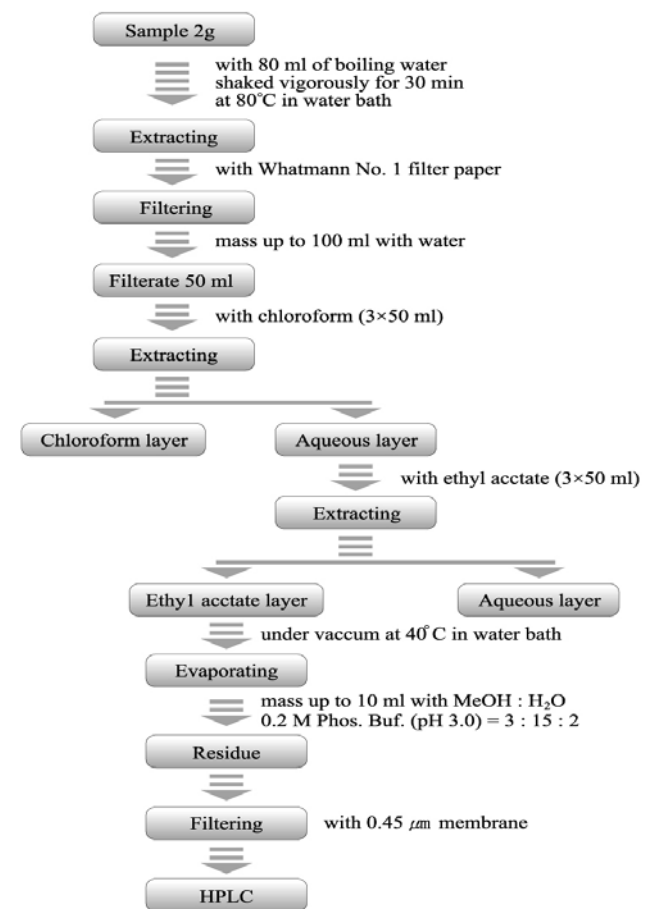
괴각의 폴리페놀 화합물 함량분석

**Rutin, quercetin 및 quercitrin:** 괴각의 루틴 함량은 Ohara 등(25)의 방법을 응용하여 HPLC로 분석하였다. 즉, 시료 1 g을 메탄올 20 mL에 가한 다음 80°C 수욕조에서 1시간 동안 환류 추출한 후 냉각하였다. 냉각된 추출용액을 여과지(Whatman No.41)로 여과한 후 20 mL로 정용하고 즉시 millipore filter(pore size 0.45 µm)로 여과하여 그 여액을 HPLC에 injection하였다. 이때 사용한 HPLC(JASSCO 851-AS, Japan) 분석조건은 Table 4와 같다.

**Catechin류 함량 분석:** 시료의 카테킨류(EGC, EC, EGCG 및 ECG)의 함량은 Ikegaya 등(26)의 방법을 약간 변형하여 Fig. 1과 같이 시료를 전처리한 후 HPLC로 동시 분리·정량하였다. 카테킨류 혼합용액 표준용액은 메틸알콜 : 물 : 0.2 M 인산완충액(pH 3.0)(3:15:2)으로 용해하여 EGC, EC, EGCG 및 ECG가 각각 100, 100, 100 및 200 ppm이 되도록 조제하였다. 시험용액 및 혼합표준용액을 각각 10 µL씩 HPLC에 주입하였으며 Peak 면적법으로 계산하였다. 이 때 사용한 HPLC(Jasco 851-AS, Japan)의 조건은 칼럼:

**Table 4. Rutin, quercetin and quercitrin analyses conditions**

Instrument	JASCO 851-AS
Detector	Variable UV/VIS detector
Wave length	350 nm
Column	µ-Bondapak C18
Solvent	2.5% acetic acid : methanol : acetonitril = 35:5:10 (v/v/v)
Column temp.	30°C
Flow rate	1.0 mL/min
Inj. volume	20 µL



**Fig. 1. Schematic diagram of sample preparation for the determination of EGC, EC, EGCG, and ECG in *Sophora fructus*.**

Capcellpak C18 UG120 5 µm, 4.6 mm×250 mm, 이동상: acetonitrile/acetic acid/methanol/distilled water=113:5:20: 863, 유속: 1.0 mL/min, 검출기: UV, wavelength: 280 nm이었다.

괴각의 수용성 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

수용성 항산화 물질 함량은 직접적인 방법으로 항산화분석기(Photochem, Analytik Jena AG, Germany)을 이용하여 비타민 C를 대조하여 비교하였다(27).

Table 5. Proximate compositions of the *Sophorae fructus*

Nutrients		Contents
Calories (kcal)		337.3±3.54
General nutrients (%)	Moisture	13.8±1.01 <sup>1)</sup>
	Carbohydrate	65.5±2.56 (76.0) <sup>2)</sup>
	Crude protein	14.1±1.12 (16.4)
	Crude fat	2.1±0.99 (2.4)
	Crude ash	4.5±1.01 (5.2)
Dietary fiber (%)	Total	9.87±2.58 (11.45)
	Soluble	0.94±0.40 (1.09)
	Insoluble	8.93±1.05 (10.36)

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup>Percentages of wet weight basis.

<sup>2)</sup>Percentages of dry weight basis.

## 결과 및 고찰

### 괴각의 식품영양학적 접근

**일반성분 및 식이섬유소 함량:** 본 연구에서 분석된 괴각의 일반성분과 식이섬유소 함량을 Table 5에 정리하였다. 괴각 100 g(wet weight basis) 중에는 수분 13.8%, 탄수화물 65.5%, 조단백 14.1%, 조지방 2.1%, 조회분 4.5%가 함유되어 있으며, 탄수화물 중 총 식이섬유소 함량은 11.45%이었다. 식이섬유 중 가용성과 불용성 식이섬유소 함량은 각각 1.09% 및 10.36%로 나타나 불용성 식이섬유소 함량이 높은 것으로 나타났다. 또한 괴각 100 g의 총 열량은 337.3 kcal로 분석되었다.

한편 영양소의 함량을 평가하는 데는 실제적인 고품질의 함량이 중시되므로 wet weight basis보다는 dry weight basis가 효과적일 것으로 판단하여 괴각의 일반성분과 식이섬유소 함량을 건량기준으로 환산하여 Table 5의 괄호 안에 표시하였다. 그 결과 탄수화물 75.9%, 조단백 16.4%, 조지방 2.4% 및 조회분 5.2%로 나타났다. 따라서 괴각의 주된 성분은 대부분의 식물체의 구성성분인 탄수화물이며 탄수화물 중 식이섬유 함량이 약 15.07%로 구성되어 있었다. 반면 괴각의 일반성분 중에서 조지방 함량이 가장 낮았다.

**아미노산 조성:** Table 5에 나타난 바와 같이 괴각 100 g(dry weight basis) 중에는 조단백질 함량이 16.40%이었고 Table 6과 같이 괴각의 구성아미노산의 종류는 총 18종이며, 이 중 asparagine과 tyrosine 함량이 가장 높은 함량을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 필수아미노산 함량은 괴각 100 g(wet weight basis)당 약 2.3 g, 비필수아미노산 함량은 약 5.2 g으로써 필수아미노산과 비필수아미노산의 비율이 약 0.44이었다(Table 6).

**무기질 함량:** Table 7는 괴각 100 g(wet weight basis) 중 무기질 함량을 분석한 결과이다. 칼륨이 약 1.3 g으로 가장 함량이 높았고 그 다음이 칼슘(457.62 mg), 인(256.83 mg), 마그네슘(197.35 mg) 순이었다. 미량영양소인 철분, 구리, 아연 및 망간 함량도 각각 16.45 mg, 1.05 mg, 2.84 mg 및 1.65 mg 함유되어 있는 것으로 분석되었다(Table 7).

Table 6. The contents of amino acids in the *Sophorae fructus*

Amino acid	Contents (mg/100, wet weight basis)
Asparagine	1438.95±95.12
Threonine*	229.94±45.25
Serine	199.45±25.36
Glutamic acid	569.19±83.25
Proline	408.24±31.51
Glycine	288.97±21.33
Alanine	301.97±29.11
Cystein	18.65±1.44
Valine*	389.51±39.57
Methionine*	35.93±19.42
Isoleucine*	225.43±38.09
Leucine*	373.92±70.04
Tyrosine	1414.91±43.19
Phenylalanine*	265.67±42.88
Histidine*	417.97±18.59
Tryptophan*	66.29±18.26
Lysine*	306.25±29.45
Arginine	578.19±40.00
Essential amino acids	2,310.91±37.75
Nonessential amino acids	5,218.52±40.99
EAA/NEAA	0.44±0.09

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

\*Essential amino acid.

Table 7. The contents of minerals of the *Sophorae fructus*

Mineral	Contents (mg/100 g, wet weight basis)
Ca	457.62±15.68
Mg	197.35±13.21
Na	35.70±6.87
K	1,324.65±18.32
P	256.83±13.28
Fe	16.45±5.24
Zn	2.84±0.24
Cu	1.05±0.04
Mn	1.65±1.08

**지방산 조성:** Table 8에는 괴각의 지방산 함량을 총 지방산에 대한 area percentage로 나타내었다. Linoleic acid 30.29%, oleic acid 함량 28.07%, palmitic acid 15.31%로 구성되어 이 세 가지 지방산이 높은 조성 비율을 보였다. 총 포화지방산 24.94%, 단일불포화지방산 32.40% 및 다가불포화지방산 32.86%로 구성되어 있어 일반 식물 종자, 잎 및 줄기, 뿌리에서 보고된 지방산 조성보다 다가불포화지방산 함량이 높은 것이 특징이었다(Table 8).

**유리당 함량:** Table 9에는 괴각에서 분석된 glucose, fructose 및 maltose의 함량을 정리하였다. Fructose의 함량이 전체 유리당의 약 50%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

### 괴각의 각종 생리활성 물질 함량

**항산화비타민 및 β-carotene 함량:** Table 10에는 비타민 A, C, E 및 β-carotene 함량을 분석하여 정리하였다. 괴각에서 분석된 항산화비타민인 비타민 A, C, E 및 β-carotene 함량 중 비타민 C의 함량이 괴각 100 g당 약 2.4 g

**Table 8. Fatty acid composition of *Sophorae fructus***

Fatty acid	Contents (Area %)
C6:0	0.39±0.01
C8:0	0.06±0.05
C10:0	0.28±0.04
C12:0	1.18±0.04
C14:0	0.39±0.08
C14:1	0.80±0.09
C16:0	15.31±0.99
C16:1	3.05±0.10
C18:0	4.83±0.14
C18:1 (n-9)	28.07±1.95
C18:2 (n-6)	30.29±1.35
C18:3 (n-3)	1.93±0.04
C20:0	0.98±0.18
C20:3 (n-3)	0.11±0.01
C20:5 (n-3)	0.53±0.05
C22:0	0.63±0.02
C24:0	0.89±0.01
C24:1	0.48±0.07
Saturated fatty acid (SFA)	24.94±1.04
Monounsaturated fatty acid (MUFA)	32.40±2.85
Polyunsaturated fatty acid (PUFA)	32.86±2.17

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

**Table 9. The contents of free sugar of the *Sophorae fructus***

Free sugar	Contents (%)
Glucose	8.40±0.73
Fructose	8.71±0.05
Maltose	0.20±0.28

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

**Table 10. The contents of antioxidative vitamins of the *Sophorae fructus***

Vitamin	Contents (mg/100 g, wet weight basis)
β-Carotene	0.07±0.06
Vitamin E	0.25±0.02
Vitamin C	2,422.45±24.65
Vitamin A	0.04±0.04

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

정도로 가장 높은 함량을 나타냈고, 비타민 E는 0.25 mg, 비타민 A는 0.04 mg, β-carotene은 0.07 mg 함유되어 있었다(Table 10).

**카테킨류의 함량:** Table 11에는 괴각에 함유된 카테킨류의 함량을 분석하였다. 총 카테킨 화합물 중 (-)-epi-

**Table 11. Contents of catechins in *Sophorae fructus***

Catechins	Contents (%)
EGC	0.08±0.01
EC	0.30±0.08
EGCG	0.92±0.21
ECG	0.40±0.06
Total	1.70±0.19

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates. EGC: (-)-epigallocatechin, EC: (-)-epicatechin, EGCG: (-)-epigallocatechin 3-gallate, ECG: (-)-epicatechin 3-gallate.

galocatechin 3-gallate 함량이 0.92%로 가장 높았고 그 다음에는 (-)-epicatechin 3-gallate이 0.40%이었고, (-)-epicatechin과 (-)-epigallocatechin의 함량도 각각 0.30%, 0.08% 함유된 것으로 분석되었다(Table 11). 괴각의 카테킨이 환원작용, 금속이온 봉쇄작용 등에 의하여 항산화성을 나타내는 폴리페놀성 화합물이기 때문에 지질 과산화에 의한 생체의 순환기장애와 발암 및 노화억제 등과 같은 생체 조절 물질로서 이용될 가능성이 있으리라 사료된다.

**각종 플라보노이드화합물의 함량:** 괴각 속에 함유된 flavonoids의 함량을 Table 12에 정리하였다. 괴각 중에는 루틴이 1.78%로 가장 높은 비율을 차지하고 있었다. 또한 quercetin은 0.13% 함유되어 있는 것으로 분석되었다(Table 12). 이러한 루틴은 rutin과 quercetin은 모세혈관에 작용하여 혈관의 탄력성을 회복시키고 항염증 효능을 발휘한다. 또한 rutin, quercetin 및 quercitrin도 심장혈관을 확장시키고 관상혈류량을 증가시키므로, 괴각은 혈관의 탄력성, 항염증 및 관상혈류량 증가에 도움을 주리라 사료된다.

**괴각의 수용성 항산화물질 함량:** 괴각의 물추출물 1 mL당 수용성 항산화물질의 함량은 4.95 µg 함유되어 있었으며 이는 mL당 1,560.96 mmol 비타민 C에 해당되는 항산화능력을 가지는 것으로 나타났다.

**괴각의 식품학적 활용 가능성의 타진**

본 연구에서도 괴각의 항산화 영양소 및 항산화 물질 함량과 항산화 활성을 측정하여 기능성 소재로서의 활용가능성을 타진하고자 하였다(Table 13). 항산화 영양소로는 비타민 C, E 및 β-carotene과 망간, 아연, 구리 등의 미량영양소가 함유되어 있었으며 그 외 여러 기초 연구 등에서 항산화 활성이 보고된 flavonoids 및 catechin 화합물 등의 pol-

**Table 12. The contents of rutin and quercitrin of the *Sophorae fructus***

Flavonoids	Contents (%)
Rutin	1.78±0.13
Quercitrin	0.13±0.04

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

**Table 13. Total antioxidant compound in *Sophorae fructus***

Antioxidant compound	Contents (mg/100 g)
β-Carotene	0.07±0.06
Vitamin C	2,422.45±24.65
Vitamin E	0.25±0.02
Mn	1.65±1.08
Zn	2.84±0.24
Cu	1.05±0.04
Rutin	17,800.00±210.00
Quercitrin	1,300.00±83.00
(-)-Epigallocatechin	800.00±25.00
(-)-Epicatechin	3,000.00±48.00
(-)-Epigallocatechin 3-gallate	9,200.00±130.00
(-)-Epicatechin 3-gallate	4,000±95.00

Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

yphenol이 함유되어 있었다. 비타민 중에서는 비타민 C의 함량이 가장 높게 나타났고(100 g당 약 2.4 g), 망간은 100 g당 1.65 mg, 아연은 2.84 mg 및 구리는 1.05 mg 함유되어 있었다. 또한 괴각 물 추출물 중의 수용성 항산화 물질이 1 mL당 4.95 µg 함유되어 있었는데 이는 mL당 비타민 C 1,560.96 mmol에 해당되는 항산화능력을 가지는 것이다. 항산화 작용이 있는 물질의 함량과 항산화 능력이 양의 상관성이 있다고 말할 수는 없으나 기능성 소재로의 활용 면에서는 그 가능성이 있다고 판단된다(Table 13).

현재까지 진행된 이와 관련 연구로는 약용침출물의 제조 및 효능(28), 건강음료 및 기능성 식품개발, 약초의 화학성분(29), 일부 새로운 물질의 분리와 화학구조의 규명(30,31) 등과 한약재에서의 일부 효능이 기대되는 물질의 분리와 효능 평가에 관한 연구(32-35)가 대부분으로 생약 및 한약재의 생리적 효능에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 특히 이들의 일반성분, 무기질, 아미노산 및 지방산 등의 영양성분 함량에 관한 연구는 연구자 마다 매우 단편적으로 이루어져 있어(36-38) 이 분야의 체계적인 자료의 확보가 필요하다고 생각된다. 생약재와 한약재의 식품학적 분석 보고는 인삼, 대추, 오갈피, 도라지, 구기자, 유자 등 30여 가지에 대한 일부 일반성분의 분석결과가 보고되어 있고(38), 근래에 Hwang 등(39,40)에 의해 80여종의 한약재에 대해 일반성분은 물론 아미노산, 무기질 함량을 보고되어 있다. 괴각(*Sophorae fructus*)은 예로부터 한방에서 혈관의 수축과 이완과 혈관의 투과성을 조절하고, 혈중의 콜레스테롤 수치를 내려주며 혈액의 순환을 원활히 하는데 효과가 있으며 오랫동안 먹어도 독성이 없는 상품(上品)의 한약자원이다(41). 본 연구에서 분석된 괴각의 영양성분은 다른 연구자들에 의해 보고된 자료가 없어 비교·고찰할 수 없으나 전체적인 영양성분 구성으로 보아 식물성 식품으로서의 활용하기 위한 기준은 갖추어졌다고 사료된다.

## 요 약

본 연구는 괴각을 대상으로 약이성 음식으로의 활용을 위한 가능성을 타진하고자 계획·수행되었다. 따라서 괴각의 영양성분 분석을 통한 식품영양학적 접근, 생리활성 기능을 기대할 수 있는 관련 물질 함량을 분석하였다. 식품영양학적 접근에서의 괴각의 일반성분은 건량기준으로 당질 75.9%, 조단백질 16.4%, 조지방 2.41% 및 조회분 5.2%이었고 괴각 100 g의 함유 열량은 337.3 kcal로 분석되었으며, 총 식이섬유소 함량은 건량기준으로 총 당질 중 11.45%이었고 수용성 및 불용성 식이섬유소 함량은 각각 1.09%, 10.36%로 나타났다. 또한, 총 18종의 아미노산으로 구성되었으며 필수아미노산과 비필수아미노산 함량은 각각 2,310.91 mg, 5,218.52 mg이었고, 무기질 중 칼륨의 함유량이 가장 높았고 그 다음이 칼슘, 인, 마그네슘 순으로 나타나 알칼리

성 재료임을 알 수 있었으며, 지방산 함량의 경우 총 포화지방산 24.94%, 단일불포화지방산 32.40% 및 다가불포화지방산 32.86%로 구성되어 있어 다른 식물류에 비해 불포화지방산의 함량이 높은 것으로 나타났다. 괴각의 생리활성 물질의 분석에서는 생리활성 작용이 기대되는 항산화비타민의 경우 비타민 C의 함량이 가장 높아 혈관의 탄력성 증진에 관여하리라 생각된다. 또한 혈관의 탄력 및 모세혈관 투과성에 관여하는 루틴의 함량이 1.78%를 차지하고 있었으며, 괴각의 물추출물 1 mL당 수용성 항산화물질의 함량은 4.95 µg 함유되어 있었으며 이는 mL당 비타민 C 1,560.96 mmol에 해당하는 항산화능력을 가지는 것으로 나타났다.

## 문 헌

1. Yim JE, Choue RW, Kim YS. 1998. Effect of dietary counseling and HMG CoA reductase inhibitor treatment on serum lipid levels in hyperlipidemic patients. *Korean J Lipidol* 8: 61-76.
2. Moon SJ. 1996. Korean disease pattern and nutrition. *Korean J Nutr* 29: 381-383.
3. Han SM. 2001. Studies on the functional components and cooking aptitude for medicinal tea of *Chrysanthemum indicum* L. *MS Thesis*. Sejong University.
4. National Technology Road-map. Vision. 2002. Aiming at Bio-healthtopia. p 123-154.
5. Han HK, Lim SJ. 1998. Effect of fractions from methanol extract of *Commelina ommuris* on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Soc Food Sci* 14: 577-583.
6. Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB. 1998. Composition of organic acid, fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 100-106.
7. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
8. Park SH, Han JH. 2003. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. *Korean J Nutr* 36: 49-63.
9. Choi MS, Do DH, Choi DJ. 2002. The effect of mixing beverage with *Aralia continentatis* Kitagawa root on blood pressure and blood constituents of the diabetic and hypertensive elderly. *Korean J Food & Nutr* 15: 165-172.
10. Cha WS, Kim CK, Kim JS. 2002. On the development of functional health beverages using Citrus reticulata, *Ostrea glgas*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 17: 503-507.
11. Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. 2002. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower seed. *Korean J Food Sci Technol* 34: 617-624.
12. Han H, Song YJ, Park SH. 2004. Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function in Aorta relaxation. *Korean J Oriental Physiol Pathol* 18: 1078-1082.
13. Kim PJ. 2002. Study on the diet according to the sasang constitution. *MS Thesis*. Dong Eui University.
14. Seo MW, Jeong SI, Shin CG, Ju YS. 2003. The morphological standard and isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Chrysanthemum indicum* L.

- Korean J Herbology* 18: 133-144.
15. Chung DK, Lee SI. 1985. Comparison of pharmacological effects of *Sophorae* and *Sophorae fructus*. *Oriental Medicine* 10: 5-18.
  16. AOAC. 1990a. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 788.
  17. AOAC. 1995a. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. Chapter 45, p 70.
  18. AOAC. 1995b. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. Chapter 32, p 5.
  19. AOAC. 1995d. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. Chapter 41, p 20.
  20. AOAC. 1984a. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 878.
  21. Folch J, Lees M, Slane SGH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 226: 497-509.
  22. Morrison WR, Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methyl-ester and dimethylacetals from lipids with boron trifluoride-methanol. *J Lipid Res* 5: 600-608.
  23. Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM. 1981. Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by HPLC. *J Agric Food Chem* 29: 4-7.
  24. Kwak BM, Lee KW, Ahn JH, Kong UY. 2004. Simultaneous determination of vitamin A and E in infant formula by rapid extraction and HPLC with photodiode array detection. *Korean J Food Sci Technol* 36: 189-195.
  25. Ohara T, Ohinata H, Muramatsu N, Matsuhashi T. 1989. Determination of rutin in buckwheat foods by high performance liquid chromatography. *Nippon shakuhin Kogyo Gakkaishi* 36: 114-117.
  26. Ikegaya K, Takayanagi H, Anan T. 1990. Quantitative analysis of tea constituents. *Chagyō Kenkyū Hokoku* 71: 43-74.
  27. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1202.
  28. Min YK, Jeong HS. 1995. Manufacture of some Korean medicinal herb liquors by soaking. *Korean J Food Sci Technol* 27: 210-215.
  29. Han DY, Kim CJ, Kim JH. 1985. A study on the chemical constituents of *Acanthopanax koreanum* Nakai and its pharmaco-biological activities. *Yakhak Hoeji* 29: 357-361.
  30. Kim CW, Lee HY. 1990. Studies on the constituents of seeds of *Acanthopanax senticosus* for. *inermis* Harms. *Kor J Pharmacogn* 21: 235-238.
  31. Ryu KS, Hong ND, Kim NJ, Kong YY. 1990. Studies on the coumarin constituents of the root of *Angelica gigas* Nakai. Isolation of decursinol angelate and assay of decursinol angelate and decursin. *Kor J Pharmacogn* 21: 64-68.
  32. Bae IT, Jeong HW. 2005. Effects of *Leonuri herba* extracts on regional cerebral blood flow and mean arterial blood pressure in normal rats. *Korean J Oriental Physiol Pathol* 19: 1599-1603.
  33. Park JH, Kim CS. 2002. Antioxidant activity of green tea extract in soybean and rice bran oils. *Nutraceuticals and Food* 7: 151-156.
  34. Yim MH, Hong TG, Lee JH. 2006. Antioxidant and antimicrobial activity of fermentation and ethanol extracts of *Pinus densiflora*. *Food Sci Biotechnol* 15: 582-588.
  35. Shin ET, Kim CS. 1985. Composition of fatty acid and organic acid in *Acanthopanax*. *Korean J Food Sci Technol* 17: 403-405.
  36. Shin KK, Yang CB, Park H. 1992. Studies on lipid and fatty acid composition of Korean perilla leaves (*Perilla frutescens* var. japon). *Korean J Food Sci Technol* 24: 640-615.
  37. Lee BY, Hwang JB. 1998. Some components analysis for chinese water chestnut processing. *Korean J Food Sci Technol* 6: 481-487.
  38. Cha HS, Hwang JB, Park JS, Park YK, Jo JS. 1999. Changes in chemical composition of mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits during maturation. *Korean J Food Sci Technol* 30: 35-41.
  39. Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1997. Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J Food Sci Technol* 29: 671-679.
  40. Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1998. Survey for amino acid of medicinal herbs. *Korean J Food Sci Technol* 30: 35-41.
  41. Lee KS, Shin MK. 2000. *The encyclopidia of oriental herbal medicine*. Jungdam, Seoul, Korea. p 381-383.

(2008년 7월 8일 접수; 2008년 9월 8일 채택)