

## 개망초 추출 분말의 *In Vitro*에서의 항산화 특성과 고지방식이로 유도된 Mice의 혈청지질 수준에 미치는 영향

김 용 환 · \*최 경 순\*

경기대학교 식품생물공학과, \*삼육대학교 식품영양학과

### Effect of the *Erigeron annuus* *In Vitro* Antioxidant Properties and Extract on Serum Lipid in Mice

Yong-Hwan Kim and \*Kyung-Soon Choi\*

Dept. of Food Science & Biotechnology, Kyonggi University, Suwon 443-760, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

#### Abstract

This study was conducted to verify the effects of *Erigeron annuus* powder on serum lipid levels of high-fat diet-induced mice from a nutritional viewpoint. *Erigeron annuus* powder has been used as a folk remedy since ancient times in Korea. There was no significant difference in the weight of the kidneys and spleens of the mice. The high-fat diet group had a significantly higher kidney weight compared to other groups ( $p < 0.05$ ). In the group of mice fed 20% *Erigeron annuus* powder with a high-fat diet, the concentration of serum LDL-cholesterol was high ( $p < 0.05$ ), whereas the concentration of triglyceride was remarkably lower compared to other groups ( $p < 0.05$ ). The group fed 10% *Erigeron annuus* with a high-fat diet had the lowest concentration of blood phospholipids ( $p < 0.05$ ) as well as the highest alkaline phosphatase and alanine aminotransferase levels in blood ( $p < 0.05$ ). There was no difference in blood insulin concentration. However, blood leptin concentration was significantly higher ( $5.88 \pm 3.53$  ng/dL) in mice fed a high-fat diet compared to other groups ( $p < 0.05$ ). Measurements of *Erigeron annuus* revealed that TPC, ABTS<sup>+</sup> radical scavenging activity of trolox, DPPH radical scavenging activity, and the measured value of FRAP were higher in the ethanol extract than in the water extract. Especially, the antioxidant activity effects were excellent for the ABTS<sup>+</sup> radical scavenging activities of trolox and FRAP values of *Erigeron annuus*. Therefore, *Erigeron annuus* powder showed antioxidant activity. Hence, *Erigeron annuus* powder drastically lessened triglyceride concentration in blood in high-fat diet-induced mice. Thus, the powder is considered to have utility in the food processing industry. Additional related experiments are ongoing.

Key words: *Erigeron annuus*, body weight, antioxidant activity, triglyceride, leptin

#### 서 론

우리나라도 서구화된 식습관으로 인하여 고지방의 섭취량이 증가하고 만성 질환이 증가하면서 건강에 관한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서 특히 혈액의 지질함량이 증가되면서 혈관성 질환으로 인한 심혈관계, 뇌혈관계 질환이 점점 증가

되어 건강을 위협하고 있다. 또한 노화 예방에 관심이 높아지며, 항산화제의 소재를 찾기 위해서도 많은 노력을 하고 있다. 최근에는 식물류로부터 생리활성 성분의 천연 소재를 많이 이용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다(Aruoma OI 1998; Choi 등 2013). 생체 내에서 산화과정 중 많은 양의 활성 산소들이 생성되고, 생체 내 제거 작용에 의해 소멸이 되

†Corresponding author: Kyung-Soon Choi, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea. Tel: +82-2-3399-1652 Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: choiks@syu.ac.kr

지만, 활성 산소가 다량 발생되었을 때 항산화 방어 계와 균형이 깨지게 되면 여러 질환이 발생한다. 각종 바이러스성 감염, 심장질환, 파킨슨병, 알츠하이머 및 노화 등 활성산소에 의해 유발된다고 알려져 있다(Park 등 1998; Choi 등 2013).

개망초(*Erigeron annuus* L.)는 국화과에 속하는 두해살이풀로 북아메리카의 식물로 귀화식물이고, 우리나라에서는 각처의 밭·들판·길가·산비탈에서 야생으로 자라고 있으며, 흔히 볼 수 있는 식물이다. 우리나라에서 불리는 이름은 청쿨(제주), 멸망초(전남 순천), 지심(전남 고흥) 망풀, 잔꽃풀, 지봉초, 큰망초, 개망초 등으로 다양하다(Song JT 1984). 줄기는 곳곳하게 서서 60 cm 안팎의 크기로 자라며, 위쪽에서 가지가 갈라지며, 온몸에 잔털이 생겨나 있고, 잎이 연하고 부드럽기 때문에 한창 자라나는 초여름까지 새순을 뜯어 나물이나 국을 끓여 먹으며, 데쳐서 잠깐 우려내면 된다. 국화의 효능은 본초강목에서는 오랫동안 국화를 복용하면 위장, 감기, 두통, 현기증 등에 대하여 유용하다고 기록되어 있으며(Song JI 1982), 치풍제 및 고혈압환자에 이용되기도 하였다(Yoo 등 2008). 예로부터 소화불량, 장염으로 인한 복통 및 설사 치료, 혈당 강하 작용 등의 약효가 있는 것으로 알려져 있으며(Yoo 등 2008), Sung 등(2011)의 연구에서는 염증으로 유도된 RAW 264.7 대식세포에서 개망초 꽃의 methanol 추출물은 NO 저해 등의 우수한 항염효과를 보였고, 또한 그 기전은 heme oxygenase-1의 발현이 관여하는 것으로 보고되었다. 또한 Kang SY(2007)은 개망초 추출물의 Tyroisnase 활성저해 효과를 연구하여 새로운 미백소재로 가능성을 제시하였다.

식물에 있는 생리활성 물질은 페놀성 화합물이 많고, 대부분 수용성이고, 플라보노이드가 대부분이며, 항균·항산화·항알레르기·항암·심장질환 및 당뇨병 예방에 효과가 있는 것으로 연구되었다(Ho HT 1992; Azuma 등 1999; Ham 등 1997).

이에 본 연구는 개망초 추출 분말을 이용하여 일반성분, 항산화 활성, 그리고 고지방식이 제공된 흰쥐 체내에서의 지질변화 등의 연구를 통하여 개망초가 기능성 식품으로써의 가능성을 제시하기 위해서 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 망초의 일반성분 분석

일반성분 분석은 식품공전법(Korea Food and Drug Administration 2003)에 준하여 실시하였으며, 수분 함량의 측정에는 상압 가열건조법(105°C 건조법), 회분은 직접회화법, 지방은 Soxhlet 추출법 및 조단백질은 Keltech 방법으로 측정하였다. 모든 결과는 3회 반복 실험한 것을 평균값으로 계산하여 나타내었다.

### 2. 항산화 분석

#### 1) 시료 준비

연구에 사용된 개망초는 2014년 4월 25일 경기도 군포시 수리산에서 채취하여 동결 건조한 후, 분말로 만들어 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물을 증류수에 넣고 초음파 추출(SM30-CEP, Mirco, Korea)을 하여 사용하였다. 그 과정은 열수 추출물은 시료를 95°C water bath에서 2시간 열을 가한 후, 원심분리(6,000 rpm, 45 min, 4°C)하여 증발 건조시킨 후 사용하였으며, 70% 에탄올 추출물은 분쇄된 시료를 일정량을 취하여 0.5% 에탄올 85°C에서 2시간 냉각기를 이용하여 응축시킨 후, 원심분리(6,000 rpm, 45 min, 4°C)하여 증발 건조시킨 후 사용하였다.

#### 2) 총 페놀 함량의 측정(Total phenolic content, TPC)

총 페놀 함량의 측정은 Folin-Ciocalteu's(FC) reagent를 이용하여 시험하였다. Metal oxide reduction을 이용한 방법으로 각 시료 20 µL에 증류수 1.58 mL를 추가한 후, FC reagent 100 µL를 vortex로 혼합하여 5분 후 20% sodium carbonate 용액 300 µL를 첨가하여 2시간 동안 실온에서 반응시킨 후 765 nm 파장에서 spectrophotometer(Ultrospec 3,100 pro, Amersham Bio., Cambridge, UK)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 개망초 분말의 페놀 함량은 망초 분말 중 100 g에 해당하는 galic acid의 용량(mg GAE/g dw)으로 표시하였다.

#### 3) ABTS[2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 실험

ABTS assay 방법은 Re 등(1999)의 방법을 변형하여 실험하였다. ABTS 용액은 7 mM ABTS 저장용액과 2.45 mM potassium persulfate(K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)를 포함하는 ABTS 용액에 시료를 혼합하여 실온에서 6분간 반응시킨 후, 734 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 항산화능은 추출용매인 1% HCl이 포함된 60% MeOH을 대조군으로 하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다. Trolox를 표준물질로 Trolox equivalents antioxidant capacity(TEAC) 값을 구하였다.

\* 흡광도의 감소는  $I = [(AB - AA) / AB] \times 100$ 에 의해 구하였다. (I = ABTS · + inhibition%, AB = absorbance of a blank sample, t = 0 min, AA = absorbance of a test sample at the end of the reaction, t = 15 min)

#### 4) DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능 측정

전자 공여능(electron donating ability, EDA) 측정은 Sa'nchez-Moreno 등(1998)의 방법에 준하여 각각의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 시료 50 µL를 넣고 60 µM DPPH 2 mL를 첨가하여 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온의 암실에서 30분 방치한 후, 515 nm 파

장에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 표준물질로 Trolox equivalents antioxidant capacity(TEAC) 값을 구하였다.

### 5) FRAP(Ferric Reducing Antioxidant Power)에 의한 항산화활성 측정

개망초의 환원력을 구하기 위해 Pulido 등(2000)의 방법에 의하여 FRAP assay를 사용하였다. FRAP 용액은 40 mM HCl에 10 mM TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine)로 녹인 용액 2.5 mL와 20 mM FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O 2.5 mL, 0.3 M acetate buffer(pH 3.6) 25 mL를 혼합하여 37°C에서 보관하여 준비하였다. FRAP 용액 900 µL에 시료 30 µL와 증류수 90 µL를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 595 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 Trolox를 표준품으로 이용하여 만든 표준곡선에 대입하여 개망초 분말 중 100 g에 해당하는 Trolox의 용량(mg)으로 표시하였다.

## 3. 동물실험

### 1) 실험동물 및 사육조건

실험동물은 (주)오리엔트 바이오로부터 분양받아 ICR-mouse 8주령 수컷을 성숙기 모델로 잡아 실험군당 7마리를 공시하였다. 시판 고형식이(PicoLab<sup>®</sup> Rodent Diet)로 1주일간 적응시킨 후 무게에 따라 완전입의 배치한 후, 60일간 물과 식이를 충분히 공급(*ad libitum*)해 주면서 사육하였다. 실험 전체 기간 동안 실험실의 사육조건은 20±2°C, 습도 40~60%를 항상 유지시켰고, 명암은 11±1시간을 주기로 조절하였다. 실험기간은 2014년 9월 16일부터 2014년 11월 11일까지 총 8주간 실험하였다. 실험동물(Approved number; SYUIACUC 2014-037) 과정은 삼육대학교 동물실험윤리위원회(IACUC: Institutional Animal Care and Use Committees)의 지침에 따라 수행하였다.

### 2) 동물사료 조성

동물사료는 현재 시판되고 있는 시판용 mice 고형사료를 분말(powder form)로 만든 후 사용하였으며, 동물실험용 사료 조성은 탄수화물 60%(starch + sucrose + glucose + fructose + lactose)를 기준으로 하여 단백질 21%, 지질 13%(고지방 식이 group 33% 첨가)를 영양원으로 하였다. 각종 비타민과 무기질을 각각 1%, 3% 그리고 섬유질 1%, 여기에 망초 분말을 각각 10%와 20% 비율로 첨가하여 배합하였다. 여기에 실험군에서는 탄수화물 급원으로 개망초 추출 분말을 첨가하였으며, 고지방식이를 위하여 지질의 함량(고지방 식이군 33% 첨가)을 더 추가하여 배합하였다.

### 3) 체중 변화 및 장기 무게

실험동물의 체중은 5일에 한 번씩 측정하였다. 각 군들은 희생 12시간 전부터 절식시키고, ethyl ether로 살짝 마취시킨 후 복부를 절개한 뒤 장기를 적출하여 차가운 생리식염수에 씻은 후, 연결조직을 제거하여 중량을 측정하였다.

### 4) 혈액 채취

실험동물의 처리는 실험사육 최종일 12시간 동안 절식시키고, ethyl ether로 살짝 마취시킨 후 복부를 절개한 뒤 심장에서 주사기를 이용하여 채혈하였다. 채취한 각 혈액은 1시간 정도 4°C 냉장실에 놓아둔 후에 5°C 원심분리기를 이용하여 3,000 rpm에서 15 min으로 원심분리를 하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 각각 100 µL씩 micro tube에 넣어 실험에 사용되기 전까지 -70°C에 보관하였다.

## 4. 혈중 지질 농도 분석

### 1) 콜레스테롤 함량 측정

혈청 콜레스테롤 함량은 Cho & Choi(2007)와 Rudel & Morris (1973)의 방법에 따라 o-phthaldehyde 법으로 측정하였다. 시료를 0.1 mL씩 분취한 다음, 33% KOH 용액 0.3 mL와 95% 에탄올 3.0 mL를 첨가하고 잘 혼합한 다음, 혈청은 15분 동안 60°C 수조에서 가열시킨 후 냉각하였다. hexan 5.0 mL를 첨가하여 혼합하고, 증류수 3.0 mL를 가한 다음 1분간 잘 혼합한 다음, 층을 분리하여 1.0 mL의 hexan층을 분취하였다. hexan층을 질소로 농축 및 건조시키고, o-phthaldehyde 시약 2.0 mL를 첨가하여 잘 혼합하고, 10분 후 발색시약으로서 진한 황산 1.0 mL를 첨가하여 잘 혼합하였다. 황산 첨가 후 10~90분 내에 분광광도계(Spectrophotometer; Human corporation, Korea)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고, 표준검량선에 따라 콜레스테롤의 함량을 정량하였다.

### 2) HDL-cholesterol 함량 측정

HDL-cholesterol(HDL-C 555, Eiken Co., Japan) kit 시약을 사용하여 manufacturer's protocols에 의해 분석하였다. 혈청 0.3 mL를 시험관에 넣고, 여기서 침전시약 0.3 mL를 넣어 잘 혼합한 다음, 실온에서 10분간 방치 후 700 × g에서 10분간 원심분리 하였다. 그 후 상층액 50 µL, 표준용액(100 mg/dL) 50 µL, blank로 증류수 50 µL에 각각 HDL 발색시약 3.0 mL씩을 첨가하고 잘 섞은 후, 37°C 수조상에서 5분간 가온시킨다. Blank를 대조로 하여 555 nm에서 흡광도를 측정하여 HDL-cholesterol의 함량을 정량하였다.

### 3) LDL-cholesterol 함량 측정

LDL-cholesterol(BLF, Eiken Co., Japan) kit 시약을 사용하

여 manufacturer's protocols에 의해 분석하였다. 혈청 0.1 mL, 표준혈청 0.1 mL를 시험관에 넣고, 여기에 BLF kit 시약 I 및 II를 각각 4.0 mL씩 넣은 후 5초간 잘 혼합한 다음, 실온 (25±3°C)에서 25분간 방치 후 10분 이내에 증류수를 대조로 하여 분광광도계를 사용하여 650 nm에서 흡광도를 측정하여 LDL-cholesterol의 함량을 정량하였다.

#### 4) 중성지방(triglyceride) 함량 측정

혈청 중의 중성지질은 TG kit(Sigma Co., USA) 시약을 사용하여 분석하여 manufacturer's protocols에 의해 분석하였다. 혈청 10 µL, 표준용액(300 mg/dL) 10 µL와 blank로 탈이온수 10 µL에 TG kit 시약 1.0 mL씩을 첨가하고 잘 혼합한 다음, 37°C 수조상에서 5분간 반응시켰다. Blank를 대조로 하여 분광광도계를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 TG의 함량을 정량하였다.

#### 5. 혈액 내 생화학적 분석

혈액에서 phospholipid, alkaline phosphatase(ALP), alanine transaminase(ALT), aspartate transaminase(AST)은 Reitman & Frankel(1957) 방법에 의해 분석하였다. Serum lactate dehydrogenase(LDH) 활성은 Martinek RG(1972) 방법에 의해 분석하였다. 혈중 insulin 농도는 실험 종료일에 분리한 혈장에서 ELISA(enzyme-linked immunosorbent assay) kit(Linco, USA)를 사용하였고, 분석장비(Molecular device, USA)를 이용하여 녹십자에서 분석하였다. 혈중 leptin 농도는 ELISA를 이용하여 분석하였으며, 분석 방법은 manufacturer's protocols(R&D Systems Inc. Minneapolis, MN, USA)에 의해 분석하였다.

#### 6. Statistical analysis

수집된 모든 자료는 SPSS package(version 18.0) 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 평균치 비교는 one-way ANOVA 방법에 따라 실시하였으며, 평균들 간 차이의 유의성 분석( $p < 0.05$ )은 Duncan의 다중검정법에 의해 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 일반성분

**Table 1. General component composition of *Erigeron annuus***

Oven drying (%)	Dry ashing (%)	Crude fat (%)	Crude protein (%)
6.11±0.14 <sup>1)</sup>	8.65±0.15	5.71±0.24	12.75±0.04

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

개망초 분말의 일반성분 분석은 Table 1에 제시하였다. 수분 함량은 6.11±0.14%이고, 조회분은 8.65±0.15%, 조지방 함량은 5.71±0.24%, 조단백질의 함량은 2.75±0.04%로 나타났다. Jeong 등(2005) 연구에서 개망초의 부위별 일반성분을 분석한 결과, 개망초 잎의 수분과 조단백질은 각각 11.51%, 6.23%로 본 실험결과보다 높게 측정되었고, 조회분과 조지방 함량은 각각 4.58%, 5.14%로 더 낮게 제시되었다.

### 2. 항산화 분석

#### 1) 총 페놀 화합물 함량

개망초 분말의 총 페놀 화합물 함량과 항산화 분석 실험은 Table 2에 제시하였으며, 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물을 이용하여 실시하였다. 본 실험에서 개망초 분말의 총 페놀 화합물 함량의 경우 개망초 분말 열수와 70% 에탄올 추출물에서 각각 18.79±0.74 mg GAE/mg, 24.33±0.54 mg GAE/mg으로 나타났다. Nam EK(2005) 연구에서는 개망초의 메탄올 추출에서 총 페놀 함량이 개망초 잎에서 25.64 mg/mL, 꽃에서 22.95 mg/mL, 줄기에서 12.18 mg/mL, 뿌리에서 10.61 mg/mL 순으로 나타났다.

#### 2) ABTS<sup>+</sup>의 소거활성

ABTS<sup>+</sup>의 소거활성은 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazole-6-sulfonic acid; ABTS<sup>+</sup>)의 색을 띤 양이온 라디칼의 감소에 근거하여 항산화력을 측정하였다. Trolox의 ABTS<sup>+</sup>의 소거활성을 측정하면, 열수 추출물 90.10±4.28 µmol trolox/mg, 70% 에탄올 추출물에서 116.97±6.29 µmol trolox/mg으로 에탄올 추출에서 높게 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다. Kim & Han (2014) 연구에서는 참죽나무 순 분말에서 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물에서 각각 614.43 mM TE/g, 499.52 mM TE/g으로 열수 추출물이 70% 에탄올 추출물보다 유의적으로 높게

**Table 2. Antioxidant activity and total phenolic contents of *Erigeron annuus***

	TPC (GAE mg/g dry weight)	ABTS (trolox/µmol dry weight)	DPPH (trolox/µmol dry weight)	FRAP (trolox/µmol dry weight)
Water extracts	18.79±0.74 <sup>1)</sup>	90.10±4.28	10.80±0.07	33.54±0.46
Ethanol extracts	24.33±0.54	116.97±6.29	14.90±0.05	42.21±0.36

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

나타났다고 보고하였다.

### 3) DPPH 라디칼 소거능 활성

DPPH 라디칼 소거 활성 방법은 항산화 활성을 측정하는 방법 중 비교적 간단한 측정법이다. 이 물질은 radical을 갖는 물질 중에서 비교적 안정한 화합물로 에탄올 용액에서는 보라색으로 발색된다. 항산화 활성을 갖는 물질을 만나면 항산화 활성 물질이 탈색되는 점을 이용하여 항산화 활성을 쉽게 측정할 수 있다. 전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 지질의 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있으며, 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 작용의 척도로 이용되고 있다(Choi & Oh 1995).

DPPH 라디칼 소거 활성 방법의 측정을 보면, 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물로 측정하였을 때, 각각 10.80±0.07 μmol trolox/mg, 14.90±0.05 μmol trolox/mg으로 조사되었다. Kang 등(2001)은 삼주의 용매별 추출물을 이용하여 수소공여능을 측정한 결과, acetone 추출물에서 72.9%로 가장 높은 수소공여능을 나타내었다. Chang 등(2006)은 개망초의 부위별 분획 추출물들의 농도별 DPPH 소거활성은 전반적으로 추출물의 첨가 농도가 상승함에 따라 증가하여 추출물 25 μg 첨가 시 약 30% 내외의 DPPH 소거활성을 보였으며, 100 μg 첨가에서는 약 60~90%로 나타내었다.

### 4) FRAP의 분석

FRAP의 분석은 라디칼 소거방식의 항산화 측정법과는 다르며, 항산화 측정법의 다른 메커니즘을 가지고 있다. 낮은 pH 환경에서 Fe<sup>III</sup>-TPTZ 복합물이 523 nm에서 흡광도가 가장 높은 청색의 Fe<sup>II</sup>로 환원되는 정도를 측정 방법으로, 혈장의 환원력 측정을 위해 개발되었고, 식물의 항산화제 분석으로 사용되고 있다(Benzie & Strain 1996).

FRAP의 분석을 보면, 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물로 실시하였을 때, 각각 33.54±0.46 μmol trolox/mg, 42.21±0.36

μmol trolox/mg을 나타내어 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 높게 나타났다. 참죽나무 순 분말 추출물에서의 FRAP의 측정 결과는 농도가 높아질수록 농도에 따른 환원력이 유의적으로 높아졌고, 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 유의적으로 높았으며, 본 실험과 일치하는 결과를 나타내었다(Kim & Han 2014).

이상의 결과로 개망초 추출 분말은 열수 추출물보다 70% 에탄올 추출물로 연구하였을 때, Total phenolic content의 측정, trolox의 ABTS<sup>+</sup>의 소거활성, DPPH의 소거활성 측정, FRAP의 측정값이 높았다. 특히 개망초 추출 분말에서 trolox의 ABTS<sup>+</sup>의 소거활성과 FRAP의 측정에서 항산화 효과가 뛰어난 것으로 조사되었다.

### 3. 동물실험

#### 1) 흰쥐의 무게 변화

개망초 추출 분말의 동물실험 결과는 Fig. 1과 Table 3에 제시하였다. 체중 변화는 개망초 추출 분말을 섭취했을 때 체중증가율이 낮게 나타나, 비만 예방에 효과가 있음을 알 수 있었다( $p < 0.05$ ). 각 군별로 간의 무게는 대조군이 2.38±0.33 g, 고지방 식이군에서는 2.29±0.23 g, 고지방식이에 개망초 추출 분말을 각각 10%와 20% 섭취한 군에서 2.15±0.91 g, 2.12±0.91

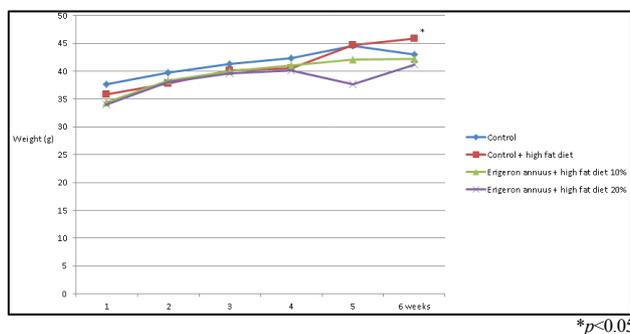


Fig. 1. The change of body weight

Table 3. Organ weight in mice of *Erigeron annuus*

	Mean±S.D.	Control	Control + high fat diet	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 10%	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 20%	Significance
Liver (g/100 g body wt.)	2.23±0.52 <sup>1)</sup>	2.38±0.33	2.29±0.23	2.15±0.42	2.12±0.91	NS <sup>2)</sup>
Spleen (g/100 g body wt.)	0.16±0.03	0.16±0.03	0.16±0.02	0.15±0.04	0.16±0.04	NS
Kidney (g/100 g body wt.)	0.89±0.14	0.95±0.12 <sup>b)</sup>	1.02±0.12 <sup>b)</sup>	0.78±0.06 <sup>a)</sup>	0.82±0.12 <sup>a)</sup>	0.05 <sup>3)</sup>

1) Mean±S.D.

2) NS: statistically no significant difference at  $p < 0.05$  by ANOVA-test

3) Significant at  $p < 0.05$  by ANOVA-test

g으로 대조군이 가장 높았으나, 유의한 차이가 없었다. 비장(spleen)과 신장(kidney)의 무게도 유의한 차이는 없었다. 그러나 고지방 식이군에서는 신장의 무게가  $1.02 \pm 0.12$  g으로 다른 군에 비해 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).

## 2) 혈중 지질 농도

흰쥐의 혈중 지질 농도는 Table 4에 제시하였다. 고지방식을 첨가한 군에서는 Total cholesterol이  $133.50 \pm 28.63$  mg/dL, 고지방식에 개망초 추출 분말을 10%와 20% 섭취한 군에서 각각  $147.00 \pm 15.49$  mg/dL,  $173.00 \pm 28.51$  mg/dL로 개망초 추출 분말을 첨가한 군에서 높게 나타났으나, 유의한 차이는 없었다.

HDL-cholesterol은 군 간의 유의한 차이가 없으나, 고지방 대조군  $131.50 \pm 27.72$  mg/dL, 개망초 추출 분말을 10%와 20% 섭취한 군에서 각각  $140.25 \pm 14.97$  mg/dL,  $167.00 \pm 25.51$  mg/dL로 고지방식에 개망초 추출 분말을 10%와 20% 첨가한 군이 대조군에 비해 높게 나타났다.

LDL-cholesterol의 경우는 고지방 대조군  $10.00 \pm 1.55$  mg/dL, 고지방식에 개망초 추출 분말을 10%와 20% 섭취한 군에서 각각  $9.75 \pm 1.50$  mg/dL,  $14.00 \pm 1.73$  mg/dL로 고지방식에 개망초 추출 분말 20%를 섭취한 군에서 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ).

Triglyceride 수준은 대조군, 고지방군에서 각각  $145.80 \pm 32.49$  mg/dL,  $102.50 \pm 18.24$  mg/dL이고, 개망초 추출 분말을 10%와 20% 섭취한 군에서 각각  $120.75 \pm 26.54$  mg/dL,  $87.00 \pm 39.34$  mg/dL로 나타나, 개망초 추출 분말 20%를 첨가한 그룹에서 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 따라서 본 연구에서 개망초 추출 분말은 중성지방 합성 억제 효과가 있는 것으로 나타

났지만, 개망초 추출 분말을 10%와 20%를 섭취한 군 간의 차이가 커서 좀 더 추가된 연구를 진행해야 할 것으로 사료된다.

## 3) 혈액 내 생화학적 분석

쥐의 혈중 성분은 Table 5에 제시하였다. 혈중 phospholipid의 농도는 고지방식에 개망초 추출 분말 10%를 섭취한 군에서  $218.57 \pm 104.12$  mg/dL로 가장 낮아 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 혈중 Alkaline phosphatase는 고지방식이 대조군에서  $38.00 \pm 12.25$  U/L, 고지방식에 개망초 추출 분말을 10%와 20% 섭취한 군에서 각각  $57.00 \pm 10.68$  U/L,  $42.00 \pm 9.00$  U/L로 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 혈중 Aspartate aminotransferase와 Lactate dehydrogenase에서는 그룹간의 유의적인 차이는 없었다. 혈중 Alanine aminotransferase는 고지방식이 대조군에서  $26.00 \pm 6.20$  U/L, 고지방식에 개망초 추출 분말을 10%와 20% 섭취한 군에서 각각  $42.75 \pm 11.84$  U/L,  $35.00 \pm 13.53$  U/L로 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 혈중 Alkaline phosphatase와 Alanine aminotransferase는 고지방식에 개망초 분말 10%를 섭취한 군에서 가장 높았다( $p < 0.05$ ).

## 4) 혈중 insulin과 leptin의 농도

혈중 insulin과 leptin의 농도는 Table 6에 제시하였다. 쥐의 혈중에서 인슐린 농도는 고지방식이 대조군  $2.15 \pm 1.34$  ng/dL에 비해 고지방식이 개망초 추출 분말 10%와 20% 섭취한 군에서  $1.28 \pm 0.80$  ng/dL,  $1.14 \pm 0.64$  ng/dL로 유의적인 차이가 없었다. 혈중 leptin의 농도는 고지방식이 대조군에서  $5.88 \pm 3.53$  ng/dL로 다른 군에 비해 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ). 선행연구(Kim 등 2007)에서는 고지방식을 섭취하거나 과잉 열량을 섭취하면 leptin의 수준이 증가하여 leptin resistance한 결과를

Table 4. Comparison of blood lipid in mice of *Erigeron annuus*

	Control	Control + high fat diet	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 10%	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 20%	Significance
Total cholesterol (mg/dL)	$139.80 \pm 17.57^1$	$133.50 \pm 28.63$	$147.00 \pm 15.49$	$173.00 \pm 28.51$	NS <sup>2)</sup>
HDL-cholesterol (mg/dL)	$133.20 \pm 19.04$	$131.50 \pm 27.72$	$140.25 \pm 14.97$	$167.00 \pm 25.51$	NS
LDL-cholesterol (mg/dL)	$9.00 \pm 0.00^a$	$10.00 \pm 1.55^a$	$9.75 \pm 1.50^a$	$14.00 \pm 1.73^b$	0.05 <sup>3)</sup>
Triglyceride (mg/dL)	$145.80 \pm 32.49^b$	$102.50 \pm 18.24^{ab}$	$120.75 \pm 26.54^{ab}$	$87.00 \pm 39.34^a$	0.05
HDL-cholesterol/total cholesterol	0.95	0.99	0.95	0.97	-

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> NS: statistically no significant difference at  $p < 0.05$  by ANOVA-test

<sup>3)</sup> Significant at  $p < 0.05$  by ANOVA-test

HDL-cholesterol: high density lipoprotein-cholesterol, LDL-cholesterol: low density lipoprotein-cholesterol

**Table 5. Comparison of phospholipid and liver function test in mice of *Erigeron annuus***

	Control	Control + high fat diet	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 10%	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 20%	Significance
Phospholipid (mg/dL)	288.75±20.55 <sup>1)</sup>	252.00±19.79 <sup>a</sup>	218.57±104.12 <sup>ab</sup>	324.00±61.55 <sup>b</sup>	0.05 <sup>2)</sup>
Alkaline phosphatase (ALP) (U/L)	56.40±7.47 <sup>b</sup>	38.00±12.25 <sup>a</sup>	57.00±10.68 <sup>b</sup>	42.00±9.00 <sup>ab</sup>	0.05
Aspartate aminotransferase (AST) (U/L)	164.40±59.15	160.50±120.10	163.00±71.39	151.00±96.95	NS <sup>3)</sup>
Alanine aminotransferase (ALT) (U/L)	42.00±9.00 <sup>b</sup>	26.00±6.20 <sup>a</sup>	42.75±11.84 <sup>b</sup>	35.00±13.53 <sup>ab</sup>	0.05
Lactate dehydronase (LDH) (U/L)	891.75±265.04	957.50±672.75	1,131.00±1,173.05	783.00±578.34	NS

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> Significant at  $p<0.05$  by ANOVA-test

<sup>3)</sup> NS: statistically no significant difference at  $p<0.05$  by ANOVA-test

**Table 6. Comparison of insulin and leptin level in mice of *Erigeron annuus***

	Control	Control + high fat diet	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 10%	<i>Erigeron annuus</i> + high fat diet 20%	Significance
Insulin (ng/dL)	1.18±0.62 <sup>1)</sup>	2.15±1.34	1.28±0.80	1.14±0.64	NS <sup>2)</sup>
Leptin (ng/dL)	2.06±1.77 <sup>a</sup>	5.88±3.53 <sup>b</sup>	3.03±2.23 <sup>a</sup>	1.97±1.04 <sup>a</sup>	0.05 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> NS: statistically no significant difference at  $p<0.05$  by ANOVA-test

<sup>3)</sup> Significant at  $p<0.05$  by ANOVA-test

초래하게 되며, 뇌에서 leptin signaling이 저해되어 식품섭취 능력이 저하된다고 보고하고 있다. 따라서 본 연구에서도 고지방식을 한 군에서는 혈중 leptin의 함량이 높았으며, 고지방식에 개망초 추출 분말을 첨가한 군에서는 혈중 leptin의 함량이 낮은 결과를 보였다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 민간요법으로 사용하던 개망초의 기능성 식품의 재료로 사용하여 개망초 추출 분말을 동결 건조하여 일반분석, 항산화 분석, 동물실험을 통한 혈중 지질, 인슐린과 leptin 성분을 분석하였으며, 개망초 추출 분말을 이용하여 영양학적 관점으로 망초 분말이 고지방식이로 유도된 쥐에서의 체중 변화와 혈청 지질 농도에 미치는 영향을 확인하고자 실시하였다.

수분 함량은  $6.11\pm 0.14\%$ 이고, 조회분은  $8.65\pm 0.15\%$ , 조지방 함량은  $5.71\pm 0.24\%$ , 조단백질의 함량은  $2.75\pm 0.04\%$ 로 나타났다. 개망초 분말의 총 페놀 화합물 함량의 경우, 개망초 추출 분말 열수 추출물 방법과 에탄올 추출물 방법에서  $18.79\pm 0.74$  mg GAE/mg,  $24.33\pm 0.54$  mg GAE/mg으로 나타났다. Trolox의

ABTS<sup>+</sup>의 소거활성을 측정을 보면 열수 추출물 방법, 에탄올 추출물 방법에서  $90.10\pm 4.28$   $\mu\text{mol trolox/mg}$ ,  $116.97\pm 6.29$   $\mu\text{mol trolox/mg}$ 으로 에탄올 추출에서 높게 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다. DPPH 라디칼 소거 활성 방법의 측정을 보면 열수 추출물 방법, 에탄올 추출물 방법으로 하였을 때  $10.80\pm 0.07$   $\mu\text{mol trolox/mg}$ ,  $14.90\pm 0.05$   $\mu\text{mol trolox/mg}$ 으로 조사되었다. FRAP의 분석을 보면 열수 추출물 방법과 에탄올 추출물 방법으로 실시하였을 때, 각각  $33.54\pm 0.46$   $\mu\text{mol trolox/mg}$ ,  $42.21\pm 0.36$   $\mu\text{mol trolox/mg}$ 을 나타내어 에탄올 추출물이 열수 추출보다 높게 나타났다.

체중 변화는 개망초를 먹었을 때 체중증가율이 낮아 비만 예방에 효과가 있음을 알 수 있었다. 쥐의 신장과 비장의 무게는 유의한 차이는 없었다. 그러나 고지방 식이군에서는 신장의 무게가 다른 군에 비해 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 고지방 식이에 망초 20%를 먹인 군에서 혈청 LDL-cholesterol 농도가 높았으나( $p<0.05$ ), 중성지방의 농도는 다른 군에 비해 현저히 낮은 수치로 조사되었다( $p<0.05$ ). 고지방 식이에 망초 10%를 먹인 군에서는 혈중 phospholipid는 가장 낮았으며( $p<0.05$ ), 혈중 Alkaline phosphatase와 Alanine aminotransferase는 가장 높았다( $p<0.05$ ). 혈중 인슐린 농도에는 변화가 없었

지만, 혈중 leptin의 농도는 다른 군에 비해 고지방 식이를 먹인 군에서  $5.88 \pm 3.53$  ng/dL로 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).

따라서 망초분말은 동물실험결과에서 혈중 중성지방의 농도를 현저히 낮추는 것으로 나타나, 식품가공 산업에 이용 가치가 있다고 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 2014학년도 경기대학교 연구년 수혜로 연구되었습니다.

## References

- Aruoma OI. 1998. Free radical, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *J Am Oil chem Soc* 75:199-212
- Azuma K, Nakayama M, Koshika M, Ippoushi K, Yamaguchi, Y, Kohata K, Yamauchi Y, Ito H, Higashio H. 1999. Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorus olitorius* L. *J Agric Food Chem* 47:3963-3966
- Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 239:1199-1200
- Chang HJ, Nam EK, Shim KH. 2006. Antioxidative activities and nitrate scavenging activity in different parts of *Erigeron annuus*. *J Agriculture & Life Sciences* 40:13-20
- Cho WK, Choi JH. 2007. Effect of pyroligneous liquor on lipid metabolism in serum of CD rats. *Korean J Nutr* 40:24-30
- Choi JU, Oh SK. 1995. Studies on the anti-aging of Korean ginseng. *Korean J Food Sci Technol* 17:506-515
- Choi KS, Kim YH, Kim SO, Shin KO, Chung KH. 2013. Effect of intake of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) seed oil and Yukdomok (*Chionanthus retusa* L.) seed oil on lipid levels of blood and organs of a mice. *Food Sci Biotechnol* 22: 757-763
- Ham SS, Hong JK, Lee JH. 1997. Antimutagenic effects of juices from edible Korean wild herbs. *J Food Sci Nutr* 2:155-161
- Ho HT. 1992. Phenolic compounds in food. In Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health II. Human MT, Ho CT, Lee CY. eds. Maple press, New York, pp2-7
- Jeong CH, Nam EK, Shim KH. 2005. Chemical components in different parts of *Erigeron annuus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:857-861
- Kang EM, Jeong CH, Shim KH. 2001. Functional properties of Korean *Atractylodes japonica* Koidz. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8:68-91
- Kang SY. 2007. Inhibitory effect of *Erigeron annuus* (L.) per extracts on tyrosinase activity. MS Thesis, Soongsil Univ. Seoul. Korea
- Kim IK, Kang JH, Song JH. 2007. Serum leptin levels and changes in body weight and obesity index in Gwacheon elementary school children. *Korean J Nutr* 40:736-744
- Kim MJ, Han YS. 2014. Antioxidant activities of *Cedrela sinensis* tender leaf power extracts obtained from different solvents. *Korean J Food Nutr* 27:1059-1066
- Korea Food and Drug Administration. 2003. Food Code. Korean Foods Ind. Asso. Seoul, Korea
- Martinek RG. 1972. A rapid ultraviolet spectrophotometric lactic dehydrogenase assay. *Clin Chem Acta* 40:91-99
- Nam EK. 2005. Chemical components and antioxidative activities of *Erigeron annuus* L. MS Thesis, Gyeongsang National Univ. Jinju. Korea
- Park NY, Lee GD, Jeong YJ, Kwon JH. 1998. Optimization of extraction conditions for physicochemical properties of ethanol extraction conditions for physicochemical properties of ethanol extracts from *Chrysanthemum boreale*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:585-590
- Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agric Food Chem* 48: 3396-3402
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Reitman S, Frankel S. 1957. Colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am J Clin Pathol* 28:56-63
- Rudel L, Morris MD. 1973. Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *J Lipid Res* 14:364-366
- Sa'nchez-Moreno C, Larrauri, JA, Saura-Calixto FA. 1998. Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J Sci Food Agric* 76:270-276
- Song JI. 1982. Herbal Medicine Dictionary (Chinese pharmaceutical War). Tongdomunwhasa. Seoul. p. 88
- Song JT. 1984. Korea Plant Resources. Mido Publishing, Seoul. p. 1048
- Sung MS, Kim YH, Choi YM, Ham HM, Jeong HS, Lee JS. 2011. Anti-inflammatory effect of *Erigeron annuus* L. flower

extract through heme oxygenase oxygenase-1 induction in RAW264.7 macrophages. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1507-1511

Yoo NH, Jang DS, Yoo JL, Lee YM, Cho JH, Kim JS. 2008. Erigeron flavanone, a flavanone derivative from the flowers

of *Erigeron annuus* with protein glycation and aldose reductase inhibitory activity. *J Nat Prod* 71:713-715

---

Received 5 February, 2015

Revised 27 May, 2015

Accepted 9 June, 2015