

## 참취의 건분 및 녹즙이 흰쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향\*

이혜진<sup>§</sup> · 한대석\*\* · 김미경

이화여자대학교 식품영양학과, 한국식품개발연구원\*\*

### Effect of Dried Powder and Juice of *Aster Scaber* on Lipid Metabolism and Antioxidative Capacity in Rats\*

Lee, Hye-jin<sup>§</sup> · Han, Daesuk\*\* · Kim, Mi Kyung

Department of Foods and Nutrition, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea  
Korea Food Research Institute,\*\* Sungnam 463-420, Korea

#### ABSTRACT

This study was performed to investigate the effects of dried powder and juice of *Aster scaber* on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. Twenty one male Sprague-Dawley rats weighing  $170.9 \pm 15.1$ g were blocked into 3 groups according to body weight and raised for 4 weeks with diets containing 5%(w/w) dried powder and juice from the same amount of *Aster scaber*. Food intake, body weight gain, food efficiency ratio and organ weights were not different among all the experimental groups. On lipid metabolism, both dried powder and juice supplementation decreased plasma total lipid, triglyceride(TG), total cholesterol and liver cholesterol levels by increasing fecal lipid excretions. Plasma thiobarbituric acid reactive substance(TBARS) concentrations were significantly decreased in dried powder and juice groups, whereas liver TBARS concentrations were not affected by experimental diets. Red blood cell(RBC) superoxide dismutase(SOD) activities were significantly increased by dried powder and juice supplementation, while activities of other antioxidative enzymes in RBC and liver were decreased or showed no changes. In conclusion, both *Aster scaber* dried powder and juice had the effects on lowering lipid levels by increasing fecal lipid excretions, and inhibiting of plasma lipid peroxidation in animals and the effects of juice were higher than that of dried powder. (*Korean J Nutrition* 34(4) : 375~383, 2001)

KEY WORDS : *Aster scaber*, lipid metabolism, antioxidative capacity.

#### 서 론

우리나라에서는 1970년대 이후 고도의 경제 성장기를 거치면서 생활 수준이 향상되어 영양 부족 또는 영양 불량성 질환은 감소하는 반면, 식생활 패턴이 서구화되면서 육류 및 가공 식품의 섭취의 증가와 함께 지방 섭취가 증가함에 따라<sup>1,2)</sup> 1980년대 이후로 당뇨, 비만, 암, 관상동맥질환 등의 퇴행성 질환이 지속적으로 증가하고 있다.<sup>3)</sup> 최근에는 이러한 퇴행성 질환을 기능성 식품을 섭취함으로써 예방, 치료하고자 하는 관심이 증대되면서 국내의 식용 및 약용 식

물의 기능성에 대한 관심이 증가하여, 국내의 산채류의 이용 실태를 조사하고<sup>4)</sup> 그 생리활성을 탐색하거나,<sup>5,6)</sup> 산채류를 이용한 기능성 식품을 개발하고자 하는 등<sup>7,8)</sup> 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이들 산채류에서 주목받고 있는 기능성 성분으로는 항산화 비타민, flavonoids를 비롯한 polyphenol류 등의 항산화 물질과, 특히 지방 대사와 관련하여 관상 동맥 질환 예방에 효과를 보인다고 알려진 식이섬유가 있다.

지금까지 본 연구실을 비롯한 국내에서 산채류의 영양생리효과에 대하여 이루어진 연구들을 살펴보면, 우리나라의 식물 자원 중 flavonoids 함량이 높은 깻잎, 쑥, 참취의 건분과 에탄올 추출물의 영양생리효과를 알아본 결과 참취가 생체 내 지방 축적과 항산화능의 증진에 효과가 있었다는 보고가 있다.<sup>9)</sup> 또한 박 등의 연구에서는 우리나라 고유의 자생 식물 중에서 전통적으로 식용 및 약용으로 이용되어온

접수일 : 2001년 3월 3일

채택일 : 2001년 4월 9일

\*This research was supported by the grant from National Agricultural cooperative Federation(NACF).

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

속, 참취, 곰취, 쇠비름 중에서 참취가 지방 축적 억제, 항산화능 및 중금속 제독에 미치는 효과가 가장 크다고 하였다.<sup>6)</sup> 이외에도 참취의 건분과 열수 추출물이 혈중 콜레스테롤과 중성 지질을 감소시키고<sup>9)</sup> 고지혈증 흰쥐의 혈관 내피세포의 변화를 지연시키며,<sup>10)</sup> 참취의 메탄올 추출물은 HMG-CoA reductase의 활성을 저해시켰다는 보고<sup>11)</sup>도 있다.

산채류 중 일반적으로 “취”라고 불리우는 참취(Aster scaber THUNBERG)는 우리나라 전국 산지에 자생하거나 농가에서 재배하는 국화과의 다년생 초본으로 식용 및 관상용으로 흔히 이용되어 왔는데, 이와 같이 참취의 기능성이 알려지면서 참취를 이용한 기능성 건강 식품의 개발도 시도되고 있다.<sup>8)</sup> 그러나 대부분의 연구가 참취의 건분이나 그 추출물을 대상으로 이루어지고 있고, 이들에 비해 보다 경제적이고 간편하게 제조하여 섭취할 수 있는 참취의 녹즙에 대한 연구는 매우 적은 실정이다. 최근 우리나라에서는 녹즙기의 보급과 더불어 녹황색 채소를 착즙한 녹즙이 각종 성인병에 효과가 있다고 알려져 이를 응용하는 인구가 늘고 있으나, 이에 비해 녹즙의 생리적 기능을 규명하기 위한 in vivo 연구는 많지 않으며 참취의 녹즙에 대한 in vivo 연구는 전무하다. 녹즙은 가열하지 않은 생야채를 이용하여 제조하므로 항산화 비타민 등의 기능성 성분의 파괴가 적어<sup>12)</sup> 그 생리활성이 클 것으로 생각되며, 실제로 신선초 녹즙이 지질 과산화 생성을 낮추었다는 보고도 있다.<sup>13)</sup>

따라서 본 연구에서는 선행 실험을 통해 흰쥐의 지방대사 개선 및 항산화능에 바람직한 영향을 미치는 것으로 밝혀진 참취의 건분 뿐만 아니라 참취의 녹즙도 참취의 건분과 같은 효과를 나타낼 수 있는지 알아보려고 하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 시료 준비 및 항산화 물질과 식이섬유의 분석

#### 1) 시료 준비

참취(국내산, 1999년산)는 서울 소재 경동 시장에서 구입하였다. 참취를 흐르는 물에 3번 수세하고 50℃에서 18시간 열풍 건조한 후 분쇄하여 참취 건분으로 사용하였다. 참취 녹즙 분말은 건조시켰을 때 식이의 5%에 해당하는 참취를 흐르는 물에 3번 수세한 후 녹즙기를 이용하여 녹즙을 제조하고 이것을 동결건조하여 준비하였다.

#### 2) 참취 시료중 항산화 물질과 식이 섬유 함량 분석

Flavonoids의 함량은 강 등의 방법<sup>14,15)</sup>을 이용하여 Naringin(Sigma Co.)의 농도가 0~0.5mg/ml 범위가 되도록 제조한 표준용액으로 표준곡선을 작성하여 420nm에서 spectrophotometer로 비색정량하였다.

비타민 A의 함량은 Nills의 방법<sup>16)</sup>으로 HPLC를 이용하여 분석하였다. 비타민 C의 함량 분석은 일본 약학회편의 방법을 이용하여 520nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였다.<sup>17)</sup> 비타민 E의 함량 분석은 AOAC의 방법으로 HPLC를 이용하여 분석하였고<sup>18)</sup> 그 결과를 α-tocopherol 당량(α-TE)으로 환산하여 표기하였다.

식이 섬유 함량은 AOAC 공인 방법인 Lee 등의 방법<sup>19)</sup>으로 정량하여 불용성 식이 섬유와 수용성 식이 섬유의 양을 합하여 총 식이 섬유(total dietary fibers, TDF)의 양으로 간주하였다.

### 2. 실험동물의 사육 및 식이

생후 4주된 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐 21마리를 구입하여 실험 시작 전 1주일간 고품 배합 사료(삼양사료)로 적응시켰다. 적응기간 후 체중이 170.9 ± 15.1g인 쥐들을 체중에 따라 난괴법(randomized complete block design)에 의해 7마리씩 3군으로 분류하여 4주간 사육하였다. 실험동물은 한 마리씩 분리하여 stainless steel cage에서 사육하였고, 식이와 물은 자유롭게 먹도록 하였다.

실험에 사용된 식이의 구성성분은 Table 1과 같다. 식이의 탄수화물 급원으로는 옥수수전분(corn starch, 신동방)을, 지방 급원으로는 옥수수유(corn oil, 해표)를 사용하였으며, 단

Table 1. Composition of experimental diets(g per kg diet)

Ingredients	Groups <sup>1)</sup>		
	C	P	J
Corn starch	698	648	648
Casein	150	150	150
Corn Oil	100	100	100
Mineral mixture <sup>2)</sup>	40	40	40
Vitamin mixture <sup>3)</sup>	10	10	10
Choline chloride	2	2	2
Aster scaber powder	0	50	0
Aster scaber juice powder + starch	0	0	50
			(9.34 + 40.66)

1) C: Control, P: Dried powder of Aster scaber, J: Dried powder of Aster scaber juice

2) AIN-76 mineral mixture(g/kg mixture) : Calcium phosphate, dibasic (CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) 500, Sodium chloride(NaCl) 74, Potassium citrate, monohydrate(K<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>·H<sub>2</sub>O) 220, Potassium sulfate(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 52, Magnesium oxide(MgO) 24, Manganous carbonate(45-48% Mn) 3.5, Ferric citrate(16-17% Fe) 6, Zinc carbonate(70% ZnO) 1.6, Cupric carbonate(53-55% Cu) 0.3, Potassium iodate(KIO<sub>3</sub>) 0.01, Sodium selenite(Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O) 0.01, Chromium potassium sulfate(CrK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O) 0.55, Sucrose finely powdered, to make 1,000gram.

3) AIN-76 vitamin mixture(mg/kg mixture) : Thiamine HCl 600, Riboflavin 600, Pyridoxine HCl 700, Nicotinic acid 3000, D-Calcium Pantothenate 1600, Folic acid 200, D-Biotin 20, Cyanocobalamin (vitamin B<sub>12</sub>) 1, Retinyl palmitate(vitamin A) 120,000 retinol equivalents, DL-α-Tocopheryl acetate(vitamin E) 5,000IU vitamin E activity, Cholecalciferol 2.5(100,000IU, powder form), Menadione(vitamin K) 5.0, Sucrose finely powdered, to make 1,000 gram.

백질 급원으로는 casein(edible acid casein, Murry Goulburn Co-operative Co., Australia)을 사용하였다. 무기질과 비타민은 시약급을 사용하여 혼합한 것을 각각 식이무게의 4%, 1% 수준으로 식이에 섞어 공급하였다. 참취 건분군은 건분을 식이무게의 5% 수준으로 식이에 섞어 공급하였고, 참취 녹즙 분말군은 참취 건분으로서 식이의 5%에 상응하는 참취로부터 제조한 녹즙 분말을 식이에 첨가하고 건분량과의 차이는 옥수수전분을 첨가하여 보충하였다.

식이 섭취량은 일주일에 3회 일정한 시기에 측정하였고, 총 사육기간의 체중증가량을 같은 기간에 섭취한 식이량으로 나누어 식이 효율(food efficiency ratio, FER)을 계산하였다.

### 3. 변, 혈액 및 각종 장기의 채취

실험동물을 희생하기 4일 전에 대사장에서 24시간동안 변을 채취하였다. 이때 식이에 의해 변의 성분이 오염되는 것을 막기 위하여 대사장에 식이 그릇을 넣어주지 않았다. 변은 대사장에서 12시간씩 두 번 채취하여 이것을 합친 것을 1일간의 변으로 간주하였다. 즉, 처음 1일간은 오후 9시부터 오전 9시까지 변을 채취하였고, 그날 오전 9시부터 다음날 오전 9시까지 다시 식이를 섭취하도록 한 후 변 채취 3일째는 오전 9시부터 오후 9시까지 다시 12시간동안 변을 채취하였다. 이 기간중 물은 제한 없이 공급하였고, 채취한 변은 무게를 측정 후 -20℃에서 냉동보관 하였다.

실험기간이 종료된 실험동물을 12시간 절식시킨 후 diethyl ether로 마취시켜 개복한 후 10ml 주사기를 이용하여 심장에서 혈액을 채취하였다. 이때 주사기는 3.8% sodium citrate 용액 0.1ml로 내부를 coating하여 사용하였다. 채취한 혈액은 응고되는 것을 방지하기 위해 EDTA(Ethylene-diaminetetraacetic acid)가 들어있는 polystyrene 원심분리관에 담아 ice bath에 20분간 방치한 후, 원심분리기(Sorvall, RT 6000B)로 4℃에서 2,800rpm으로 30분간 원심분리하여 아래층의 적혈구와 혈장을 분리하고, 혈장은 지방 농도와 과산화지질의 양을 측정하기 위해 -70℃ deep freezer에 보관하였다.

아래층의 적혈구는 ice cold saline을 첨가하여 원심분리기로 4℃에서 2,800rpm으로 10분간 원심분리하는 세척과정을 세 차례 반복하였다. 이 세척된 적혈구와 0.9% NaCl buffer의 부피비가 1:1이 되도록 희석하여 50% 적혈구 현탁액을 만든 후 -70℃ deep freezer에 보관하여 항산화 효소의 활성을 측정하는 데에 이용하였다.

혈액을 채취한 후 ice bath 위에서 즉시 간을 떼어 ice cold saline에 넣어 세척한 다음 무게를 측정하고 바로 -70℃ deep freezer에 보관한 후 지방 수준, 과산화지질의 양 및

항산화 효소의 활성을 측정하는 데에 사용하였다. 신장, 비장, 부고환지방은 떼어서 무게를 측정하였다.

## 4. 생화학적 분석

### 1) 혈장, 간 및 변의 지방

혈장의 총 지방 농도는 Frings의 방법<sup>20)</sup>을 이용하여 측정하였다. 혈장의 중성지방 농도는 GPO-PAP법을 이용한 kit(영동제약)로 546nm에서, 총 cholesterol 농도는 cholesterol hydrolase를 이용한 효소법 kit(영동제약)로 500nm에서, HDL-cholesterol 농도는 cholesterol esterase를 이용한 효소법 kit(영동제약)로 500nm에서 spectrophotometer(Spectronic 301, Milton Roy)를 사용하여 비색정량하였다.

간과 변의 총 지방 농도는 Bligh와 Dyer의 방법<sup>21)</sup>을 이용하여 측정하였고, 중성지방 및 총 cholesterol 농도는 위에서 추출한 총 지방을 chloroform으로 녹인 후 혈장과 같은 방법으로 측정하였다.

### 2) 혈장과 간의 과산화지질(TBARS)

혈장의 thiobarbituric acid reactive substance(TBARS) 함량은 Yagi의 방법<sup>22)</sup>을 이용하여 1,1,3,3-tetramethoxypropane을 표준용액으로 excitation 515nm, emission 553nm의 luminescence spectrometer(Perkin Elmer, LS 50)로 정량하였다.

간의 TBARS는 Buckingham의 방법<sup>23)</sup>을 이용하여 spectrophotometer로 532nm에서 비색정량하였다.

### 3) 적혈구와 간의 항산화 효소 활성

항산화 효소인 catalase, superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GSH-Px)의 활성을 앞에서 언급한 대로 준비한 적혈구 현탁액과 간에서 측정하였다.

적혈구와 간의 SOD 활성은 Flohé 등의 방법<sup>24)</sup>을 이용하여 측정하였는데, 이때 분당 활성은 cytochrome C(Fe<sup>+++</sup>)의 환원을 50% 방해하는 SOD양을 1 unit으로 하여 나타내었다. 적혈구와 간의 catalase 활성은 Johansson과 Hakan의 방법<sup>25)</sup>을 이용하여 spectrophotometer로 550nm에서 흡광도를 측정한 후 formaldehyde를 표준용액으로 하여 얻은 표준 곡선으로부터 활성을 계산하였다. 적혈구와 간의 GSH-Px 활성은 Paglia 등의 방법<sup>26)</sup>과 Flohé 등의 방법<sup>27)</sup>을 이용하여 측정하였는데 340nm의 spectrophotometer에서 분당 산화되는 NADPH의 흡광도를 30초 간격으로 3분간 측정하였다.

위의 방법으로 측정된 항산화 효소들의 활성을 계산하는 데에 필요한 각 효소원의 단백질 농도는 Lowry의 방법<sup>28)</sup>에

준하여 bovine serum albumin을 standard로 하여 분석하였다.

### 5. 자료처리

본 연구의 모든 분석결과는 실험군당 평균과 표준오차로 나타내었고, 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후  $\alpha = 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군의 평균치간의 유의성을 검정하였다.

## 실험결과 및 고찰

### 1. 시료의 식이섬유, flavonoids 및 항산화 비타민 함량

본 실험에서 사용한 참취의 건분 및 참취 녹즙 분말의 식이섬유, flavonoids 및 항산화 비타민의 함량은 Table 2와 같다. 녹즙 분말 내의 함량은 참취 건분의 수율과 참취 녹즙 분말의 수율을 고려하여 참취 건분 1g 당 함량으로 환산하여 나타내었다. 이는 참취를 건분과 녹즙으로 달리 제조하였을 때 동량의 참취로부터 얻어질 수 있는 각각의 식이섬유, flavonoids 및 항산화 비타민의 양의 차이를 비교해 보기 위해서이다.

참취 건분의 총 식이섬유 함량은 28.68%였고 그 중 불용성 식이섬유가 26.85%, 수용성 식이섬유가 1.83%로 불용성 식이섬유의 함량이 수용성 식이섬유에 비해 매우 높았다. 박 등의 실험<sup>6)</sup>에서는 참취 건분의 총 식이섬유 함량이

**Table 2.** Total dietary fibers, total flavonoids, vitamin A, vitamin C and vitamin E contents of *Aster scaber* powder and juice

	P <sup>1)</sup>	J <sup>1)</sup>
Total dietary fibers(% of powder)	28.68	2.27
Insoluble dietary fibers( " )	26.85	0.11
Soluble dietary fibers( " )	1.83	2.16
Flavonoids(mg/g powder)	7.40	11.52
Vitamin A( $\mu$ g/g powder)	190.67	0.12
Vitamin C( $\mu$ g/g powder)	79.70	46.90
Vitamin E( $\mu$ g/g powder)	100.21	0.95

1) See Table 1.

**Table 3.** Food intake, body weight gain and food efficiency ratio

Groups <sup>1)</sup>	Food intake (g/day)	Body weight gain (g/4 weeks)	Food efficiency ratio
C	<sup>2)</sup> 20.8 $\pm$ 0.5 <sup>N.S.3)</sup>	145.3 $\pm$ 6.9 <sup>N.S.</sup>	0.26 $\pm$ 0.01 <sup>N.S.</sup>
P	20.8 $\pm$ 0.7	144.7 $\pm$ 8.5	0.26 $\pm$ 0.01
J	20.3 $\pm$ 0.9	139.4 $\pm$ 9.5	0.25 $\pm$ 0.01

1) See Table 1.

2) Mean  $\pm$  Standard Error(n = 7)

3) N.S.: not significantly different at  $\alpha = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

40.17%였고 그 중 불용성 식이섬유가 36.13%, 수용성 식이섬유가 4.04%로서 본 실험에서 사용한 참취보다 총 식이섬유의 함량이 높고 수용성 식이섬유의 비율이 높았는데 이는 참취의 채취 시기 및 재배조건 등의 차이에 따른 것으로 생각된다. 참취 녹즙 분말의 총 식이섬유 함량은 2.27%로서 참취 건분에 비해 매우 낮았으며 그 중 불용성 식이섬유가 0.11%, 수용성 식이섬유가 2.16%로 참취 녹즙 분말의 식이섬유는 주로 수용성 식이섬유였다. 따라서 참취를 녹즙으로 제조할 경우 대부분의 수용성 식이섬유를 얻을 수 있으나 불용성 식이섬유는 거의 제거됨을 알 수 있었다.

참취 건분의 flavonoids 함량은 7.40mg/g, 녹즙 분말은 11.52mg/g으로 녹즙 분말의 flavonoids 함량이 건분에 비해 다소 높았는데, 이는 건분 내의 flavonoids가 열풍 건조에 의하여 파괴되었거나 녹즙의 경우 파괴되기 어려운 세포벽 내의 flavonoids가 착즙 과정에서 용출되었기 때문인 것 같다. 그러나 비타민 C의 함량은 참취의 건분이 79.70 $\mu$ g/g, 녹즙 분말이 46.90 $\mu$ g/g으로 녹즙 분말이 더 낮았다. 또한 지용성 항산화 비타민인  $\beta$ -catotene과 비타민 E의 함량은 건분이 각각 190.67 $\mu$ g/g, 100.21 $\mu$ g/g이었고 녹즙 분말이 각각 0.12 $\mu$ g/g, 0.95 $\mu$ g/g으로서 녹즙 분말이 건분에 비해 매우 낮았다.

이상의 결과로 볼 때, 참취를 녹즙으로 제조할 경우 불용성 식이섬유와  $\beta$ -carotene, 비타민 E와 같은 지용성 비타민은 대부분 손실되는 반면 수용성 식이섬유나 flavonoids, 비타민 C와 같은 수용성 성분들은 대부분 보존되거나 비교적 손실이 적은 것으로 나타났고, 특히 수용성 식이섬유와 flavonoids의 함량이 높아서 녹즙을 섭취할 경우 이들이 생리활성 효과를 나타낼 것으로 기대된다.

### 2. 실험 동물의 성장

식이 섭취량은 참취 건분 및 녹즙 분말을 섭취한 군과 대조군 사이에 유의적인 차이가 없었고, 체중 증가량과 식이 효율도 모든 실험군들간에 유의적인 차이가 없었다.

또한 실험 동물의 장기 무게를 Table 4에 제시하였는데, 간, 신장, 비장, 부고환 지방의 무게 역시 모든 실험군들간에 유의적인 차이가 없었다.

**Table 4.** Organ Weights of the experimental animals

Groups <sup>1)</sup>	Liver (g)	Kidney (g)	Spleen (g)	Epididymal fat (g)
C	<sup>2)3)</sup> 9.29 $\pm$ 0.23 <sup>N.S.3)</sup>	2.08 $\pm$ 0.06 <sup>N.S.</sup>	0.57 $\pm$ 0.03 <sup>N.S.</sup>	4.13 $\pm$ 0.17 <sup>N.S.</sup>
P	9.88 $\pm$ 0.54	2.12 $\pm$ 0.07	0.59 $\pm$ 0.03	4.46 $\pm$ 0.29
J	9.41 $\pm$ 0.44	2.14 $\pm$ 0.10	0.59 $\pm$ 0.03	3.71 $\pm$ 0.32

1) See Table 1.

2)3) See Table 3.

**Table 5.** Concentrations of lipid and HDL : total cholesterol ratio in plasma

Groups <sup>1)</sup>	Plasma total lipid (mg/dl)	Plasma TG (mg/dl)	Plasma total cholesterol (mg/dl)	Plasma HDL-cholesterol (mg/dl)	HDL : total cholesterol ratio
C	<sup>2)</sup> 227.71 ± 10.13 <sup>3)</sup>	83.19 ± 6.96 <sup>a</sup>	94.47 ± 4.07 <sup>a</sup>	19.04 ± 2.46 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.02 <sup>b</sup>
P	205.56 ± 16.56 <sup>ab</sup>	53.61 ± 8.35 <sup>b</sup>	73.78 ± 6.45 <sup>b</sup>	34.02 ± 5.28 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.06 <sup>a</sup>
J	187.12 ± 10.24 <sup>b</sup>	42.55 ± 5.19 <sup>b</sup>	69.11 ± 3.62 <sup>b</sup>	21.29 ± 2.83 <sup>b</sup>	0.31 ± 0.06 <sup>b</sup>

1) See Table 1. 2) See Table 3.  
3) Values with different alphabet within the column are significantly different at α=0.05 by Duncan's multiple range test.

**Table 6.** Concentrations of lipid in liver

Groups <sup>1)</sup>	Liver total lipid (mg/g wet weight)	Liver TG (mg/g wet weight)	Liver cholesterol (mg/g wet weight)
C	<sup>2)</sup> 43.79 ± 2.90 <sup>N.S.3)</sup>	6.96 ± 0.42 <sup>N.S.</sup>	2.05 ± 0.09 <sup>4)</sup>
P	41.11 ± 1.85	6.76 ± 0.41	1.73 ± 0.07 <sup>b</sup>
J	40.80 ± 1.32	6.84 ± 0.65	1.62 ± 0.08 <sup>b</sup>

1) See Table 1. 2)3) See Table 3. 4) See Table 5.

따라서 참취의 건분과 참취 녹즙 분말의 섭취는 실험동물의 성장에 유의적인 영향을 미치지 않았다.

### 3. 지방대사

참취의 건분 및 녹즙 분말은 Table 5에서와 같이 모두 혈장의 총 지방, 중성 지방 및 총 cholesterol 수준을 낮추어 주었고, 녹즙 분말이 건분에 비해 그 효과가 조금 더 높은 경향을 보였다. 또한 참취의 건분은 녹즙 분말과는 달리 혈장의 HDL-cholesterol 농도와 HDL : total cholesterol ratio를 유의적으로 높여주었다.

간의 총 지방과 중성 지방 수준은 모든 실험군간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 총 cholesterol 수준은 참취 건분군과 녹즙 분말군에서 유의적으로 낮아졌다.

변의 무게, 변중 총 지방 및 중성 지방, 총 cholesterol 배설량은 Table 7에서와 같이 참취 건분군이 가장 높았다. 참취 녹즙 분말군은 변의 무게는 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았으나 변의 중성 지방과 cholesterol 배설량이 대조군보다 높게 나타났다.

이상과 같이 참취의 건분과 녹즙 분말은 모두 변을 통한 중성 지방과 cholesterol 배설을 증가시킴으로써 혈장의 총 지방, 중성 지방, cholesterol 수준 및 간의 총 cholesterol 수준을 낮추는 것으로 보인다. 이와 같은 참취의 체내 지방 저하 효과는 참취에 함유되어 있는 식이섬유와 flavonoids와 같은 polyphenol 등의 작용에 의한 것으로 생각할 수 있다.

식이섬유는 용해도에 따라 수용성과 불용성으로 구분되는데 일반적으로 수용성 식이섬유들이 hypocholesterolemic effect를 나타내는 것으로 알려져 있다. 즉, 수용성 식이섬유는 장에서 gel을 형성하여 점도가 높은 비소화성 중

**Table 7.** Fecal weight and lipid excretions

Groups <sup>1)</sup>	Fecal weight (g wet weight/day)	Fecal total lipid (mg/day)	Fecal TG (mg/day)	Fecal cholesterol (mg/day)
C	<sup>2)</sup> 0.79 ± 0.06 <sup>b 3)</sup>	42.33 ± 3.59 <sup>N.S.4)</sup>	0.56 ± 0.06 <sup>c</sup>	3.78 ± 0.35 <sup>b</sup>
P	1.32 ± 0.06 <sup>a</sup>	52.96 ± 3.02	1.82 ± 0.11 <sup>a</sup>	5.26 ± 0.28 <sup>a</sup>
J	0.67 ± 0.15 <sup>b</sup>	48.18 ± 7.38	0.97 ± 0.17 <sup>b</sup>	4.70 ± 0.72 <sup>ab</sup>

1) See Table 1. 2) See Table 3.  
3) See Table 5. 4) See Table 3.

합체를 형성하여 cholesterol 등의 지방을 비롯한 각종 영양소와 담즙산을 격리하고 확산을 억제시켜 대변으로 배설 시킴으로써 체내 지질 수준을 낮춘다.<sup>29,30)</sup> 또한 수용성 식이섬유는 대장 내에서 미생물의 작용을 받아 propionic acid로 발효되어 이것이 HMG CoA reductase의 inhibitor로 작용하여 체내 지질 수준을 낮춘다고도 한다.<sup>31)</sup> 한편 수용성 식이섬유 뿐만 아니라 불용성 식이섬유도 적으나 저지혈증 효과를 나타낼 수 있는데 이는 소장에서 지방 흡수를 저하시키기 때문이 아니라 대장 내에서 미생물의 작용을 적게 받아 비발효 잔사로 남게 되어 그 구조를 유지함으로써 대변의 부피와 무게를 증가시켜서<sup>32)</sup> 장의 활동을 활발하게 하여 지질의 배설을 증가시키기 때문이다. 본 실험에서 참취 건분군의 변 무게가 녹즙 분말군에 비해 높았던 것은 건분에 함유된 불용성 식이섬유 때문인 것으로 생각되며 불용성 식이섬유 함량이 적은 참취 녹즙 분말군의 변무게는 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그럼에도 불구하고 참취 녹즙 분말군은 변을 통한 총지방과 cholesterol 배설량이 대조군보다 높았고 체내 지질 수준도 낮아졌는데 이는 참취 녹즙 분말에 포함된 수용성 식이섬유와 flavonoids의 작용에 의한 것으로 생각되어질 수 있다.

Flavonoids를 포함한 식품 내 polyphenols이 지방대사에 미치는 영향에 대한 연구는 광범위하게 이루어지지는 않았으나 수용성 polyphenol류와 농축된 탄닌류가 변으로의 지방 배설을 증가시켰다는 보고가 있고,<sup>33,34)</sup> 김 등의 연구<sup>40)</sup>에서도 naringin, hesperidin 등의 flavonoids를 공급시 변으로의 지방 배설이 증가되어 혈장, 간의 지질 수준이 낮아졌다고 하였다. 또한 권 등<sup>40)</sup>은 (+)-catechin이 체내 총 cholesterol, 중성지방, 인지질 농도를 낮추고 HDL-cholesterol 수준을

높여 지질 대사를 개선시켰다고 보고하였다.

그러나 본 실험에서 혈장 HDL-cholesterol 수준은 녹즙 분말에 비해서 참취 건분 섭취시 더 높았는데, 임 등<sup>40)</sup>의 연구에서도 참취의 분말 공급시 HDL-cholesterol이 증가되었다고 하였으며 성 등<sup>40)</sup>의 실험에서도 어성초의 즙보다는 분말을 섭취했을 때 HDL-cholesterol이 증가되었다고 한다. 즉, 이는 녹즙 분말에 비해 건분에 더 많이 함유되어 있는 또다른 성분의 작용에 의한 효과일 수 있는데, 이 등<sup>40)</sup>의 연구에 의하면 비타민 C의 보충 급여시 흡연자의 혈중 cholesterol이 낮아지고 HDL-cholesterol이 증가되었다고 하며, 본 실험에서도 참취 건분의 항산화 비타민 함량이 녹즙 분말보다 높았으므로 항산화 비타민이 지질 대사에 영향을 미칠 수 가능성도 생각해 볼 수 있다. 이와 같이 식이섬유와 flavonoids를 제외한 기타 다른 성분들도 지질 대사에 영향을 미칠 수 있으므로 앞으로 이와 관련된 연구가 필요할 것으로 생각된다.

**4. 항산화능**

Table 8에서 볼 수 있는 바와 같이 참취의 건분과 녹즙 분말은 모두 혈장의 지질 과산화물 수준을 유의적으로 낮추어 주었고 녹즙 분말의 효과가 다소 더 높은 경향을 보였다. 그러나 간의 지질 과산화물 수준은 모든 실험군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

적혈구 내의 항산화 효소 중에서 SOD의 활성은 참취의 건분 및 녹즙 분말군에서 더 높게 나타났으나 catalase의 활성은 참취 건분 및 녹즙 분말군에서 더 낮았고 GSH-Px

**Table 8.** Plasma and liver TBARS levels

Groups <sup>1)</sup>	Plasma TBARS (nmol/dl plasma)	Liver TBARS (nmol/g wet liver)
C	<sup>2)</sup> 86.65 ± 9.70 <sup>a,3)</sup>	6.87 ± 0.32 <sup>N,5,4)</sup>
P	63.37 ± 5.33 <sup>b</sup>	6.27 ± 0.61
J	43.31 ± 5.55 <sup>b</sup>	6.20 ± 0.25

1) See Table 1. 2) See Table 3.  
3) See Table 5. 4) See Table 3.

**Table 9.** Antioxidative enzyme activities of erythrocyte

Groups <sup>1)</sup>	RBC SOD <sup>5)</sup>	RBC catalase <sup>5)</sup>	RBC GSH-Px <sup>5)</sup>
C	<sup>2)</sup> 18.64 ± 0.88 <sup>b,3)</sup>	5.39 ± 0.16 <sup>a</sup>	0.312 ± 0.011 <sup>N,5,4)</sup>
P	31.18 ± 1.34 <sup>a</sup>	4.40 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.301 ± 0.012
J	30.13 ± 1.02 <sup>a</sup>	4.64 ± 0.18 <sup>b</sup>	0.312 ± 0.010

1) See Table 1. 2) See Table 3.  
3) See Table 5. 4) See Table 3.

5) Superoxide dismutase(SOD) activities are expressed as Units per mg protein(1 unit will inhibit the rate of reduced of cytochrome C by 50% in a coupled system with xanthine oxidase at pH 7.8 and 25℃ in a 3.0ml reaction volume). Catalase activities are expressed as nmole formaldehyde utilized as standard per µg protein. Glutathione peroxidase(GSH-Px) activities are expressed as unit per mg protein(1 unit will catalyze the oxidation by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> of 1.0µmol of reduced glutathione to oxidized glutathione per min at pH 7.0 and 25℃).

의 활성은 모든 실험군간에 유의적인 차이가 없었다. 간의 항산화 효소 중에서는 SOD의 활성은 참취의 건분과 녹즙 분말군에서 더 낮았으나 catalase와 GSH-Px의 활성은 모든 실험군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

결과적으로 참취의 건분과 녹즙 분말은 모두 혈장 과산화 지질 생성을 억제하는 효과가 있었는데, 이는 참취의 건분과 녹즙 분말에 함유되어 있는 항산화 비타민이나 flavonoids와 같은 항산화물질들이 혈액의 SOD의 활성을 증가시켜 free radical의 생성이 억제되었기 때문으로 생각된다.

Free radical은 생물체의 산화 대사과정 중 부산물로서 형성되거나 생체 내에서 생화학적 물질을 합성할 때 중간물질로서 형성되며 superoxide anion(·O<sub>2</sub>), hydroxyl radical(·OH), peroxy radical(ROO·), alkoxy radical(RO·) 등이 존재한다. Free radical은 대식세포의 살균작용, 정보 전달, 오래된 단백질의 제거 등에 이용되는 필수 불가결한 물질이므로 적량의 free radical은 체내에서 생산되지 않으면 안 되나, 이들은 생체 내에서 그 방어 기전을 벗어나 일시적 또는 영구적으로 생체에 손상을 줄 수도 있다.<sup>44)</sup> 즉, DNA와 반응하거나 지질 과산화를 일으켜 유해물질 생성을 촉진하며 세포의 노화와 암을 유발하고 각종 염증을 촉진하는 등 여러 질병의 원인이 된다.<sup>45)</sup> 그러나 생체는 효소적, 비효소적 항산화 system을 통하여 이러한 free radical로부터 세포막과 세포내 물질을 보호한다.

효소적 항산화 system은 SOD, catalase, GSH-Px와 같은 항산화 효소에 의한 것으로,<sup>46)</sup> SOD는 O<sub>2</sub>가 한 개의 전자를 받아들여 불완전 산화된 superoxide anion(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)를 빠르게 분해하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub>를 만들고, catalase와 GSH-Px는 dismutation으로 생긴 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 분해함으로써 조직의 과산화적 손상을 방지한다. 비효소적 항산화 system은 항산화 비타민들이나 flavonoids와 같은 polyphenol 등 항산화 물질의 작용에 의한 것이다. Flavonoids는 free radical damage를 촉진하는 Fe, Cu 이온과 안정적인 금속 이온 복합체를 형성하거나<sup>47)</sup> free radical들을 직접 scavenging함으로써 지질 과산화를 억제하여 항산화 효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며<sup>48,49)</sup> 또한 이 등의 연구에 의하면 직접 항산화 효소의 활성을 증진시키는 것으로도 나타났다.<sup>50)</sup> 항산화 비타민 중

**Table 10.** Antioxidative enzyme activities of liver

Groups <sup>1)</sup>	Liver SOD <sup>5)</sup>	Liver catalase <sup>5)</sup>	Liver GSH-Px <sup>5)</sup>
C	<sup>2)</sup> 20.53 ± 0.31 <sup>a,3)</sup>	34.14 ± 1.32 <sup>N,5,4)</sup>	0.758 ± 0.041 <sup>N,5)</sup>
P	16.96 ± 0.48 <sup>b</sup>	35.95 ± 2.22	0.818 ± 0.047
J	15.84 ± 0.68 <sup>b</sup>	35.66 ± 1.03	0.818 ± 0.039

1) See Table 1. 2) See Table 3.  
3) See Table 5. 4) See Table 3.  
5) See Table 9.

carotenoids는 singlet molecular oxygen의 가장 효율적인 비활성화제이고 carotenoids의 복합 2중 결합이 증가할수록 항산화 효과가 증진된다.<sup>51)</sup> 비타민 C는 수용성 항산화제로서 세포 외액에서 가장 중요한 항산화제이며 산소 제거제나 수소 공여체로 작용하여 superoxide나 hydroxy radical과 빠르게 반응한다.<sup>51,52)</sup> 또한 phenolic 항산화제의 synergist로 작용하는데, 산화된 tocopherol을 환원시켜 tocopherol의 활성을 증진시킴으로써 세포막을 산화로부터 보호한다.<sup>53)</sup> 비타민 E, 즉 tocopherol은 수소 공여체로 작용하고 구조에 따라 항산화 효과가 다르며, 지용성이므로 생체막 내부에 집중되어 생체막에서 지방의 peroxy radical 또는 alkoxy radical과 반응시 수소 원자를 제공함으로써 지방 산화의 연쇄 반응을 종결시킨다.<sup>51,52)</sup>

항산화 비타민의 항산화 효과에 대한 in vivo 연구를 살펴 보면, 산화적 stress 상태에서 비타민 E를 공급할 경우 항산화 효소 활성이 증진되고 과산화지질이 감소한다는 보고들이 있으며,<sup>54,55)</sup> 박 등<sup>56)</sup>의 실험에서는 PUFA를 섭취한 흰쥐에게 비타민 E를 공급시 SOD, GSH-Px의 활성이 증가되고 과산화 지질 함량이 감소하였다. 또한 박 등<sup>57)</sup>에 의하면 caffeine을 공급한 흰쥐에게 비타민 E를 보충했을 때 항산화 효소 활성이 증가되고 과산화지질이 감소되었다고 하며, 이 등<sup>58)</sup>도 에탄올을 장기간 섭취한 흰쥐의 간기능을 회복시키고 간내 과산화지질 형성을 억제하는 데 비타민 C와 비타민 E의 복합 투여 또는 비타민 E의 단독 투여가 효과적임을 밝혔다.

본 실험에서 참취의 건분과 녹즙 분말의 항산화 비타민과 flavonoids의 함량을 조사한 결과, 녹즙 분말이 참취의 건분에 비해 flavonoids의 함량은 다소 높았으나 항산화 비타민의 함량은 낮았음에도 불구하고 녹즙 분말의 항산화 효과가 참취 건분의 효과와 큰 차이를 보이지 않았으므로, 이를 통하여 참취 자체에 함유된 flavonoids의 항산화능이 뛰어남과 동시에 녹즙 분말 내의 flavonoids의 생체 이용률이 높음을 알 수 있었다.

Flavonoids를 포함하는 polyphenol의 생체내 항산화 효과는 이미 여러 실험을 통하여 입증되고 있다. 한 등<sup>60)</sup>은 polyphenol을 함유한 더덕의 물추출물이 사염화탄소를 투여하여 손상된 흰 쥐의 항산화 효소 활성을 증진시킨다고 하였고, 류 등의 실험<sup>61)</sup>에서는 녹차 추출물이 자외선을 조사한 쥐 표피의 효소에 대하여 항산화 효과를 보인다고 하였으며 차 등<sup>62)</sup>은 꾸지뽕나무의 polyphenol 화합물이 항산화 활성을 가짐을 보고하였다. 또한 영경귀에서 분리한 flavone 배당체 역시 흰쥐의 지질 과산화를 낮추었고<sup>63)</sup> 녹차의 catechin은 cytochrome P450, xanthine oxidase 등의 유리기 생성계를 약화시킴으로써 지질 과산화를 억제

한다고 하였다.<sup>64)</sup>

그러나 본 실험에서 참취 건분과 녹즙 분말은 혈액의 SOD 활성을 제외하고는 혈액과 간의 다른 항산화 효소들의 활성에 유의적인 영향을 미치지 못하거나 혹은 그 활성을 낮추었는데, 이것은 혈액 내 SOD의 활성이 증가되어 항산화 효소들 중 가장 먼저 작용하여 free radical을 이미 충분히 제거함으로써 혈액 내의 나머지 두 항산화 효소와 간의 항산화 효소들의 활성 증진이 불필요하게 된 때문으로 보인다. 또한 참취의 건분 및 녹즙 분말에 함유되어 있는 항산화 비타민과 polyphenol류 등의 항산화 물질들이 직접적으로 free radical에 작용해서 항산화 효소의 기능을 대체하기 때문으로도 사료된다. 박 등<sup>65)</sup>의 연구에서도 참취를 비롯한 산채류의 공급시 지질 과산화물 생성이 억제되었으면서도 흰쥐의 항산화 효소 활성은 대조군에 비해 낮은 결과를 나타내었고, 김 등<sup>40)</sup>은 hesperidin, naringin 등의 flavonoids가 항산화 효소 활성을 촉진하기보다는 free radical scavenger로 작용하여 항산화 효과를 보였다고 하였다.

이상과 같이 참취의 건분과 녹즙 분말은 혈액의 SOD의 활성을 높임과 동시에 생체 내에서 free radical을 직접 scavenging함으로써 혈액의 지질 과산화물 생성을 억제하는데 효과적이었다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 선행 실험을 통해 지방대사를 개선시키고 항산화능을 증진시키는 것으로 알려진 참취 자체 뿐만 아니라 참취의 녹즙 역시 이러한 효과를 나타낼 수 있는지 알아보 고자 하였다. 이를 위하여 참취의 건분 및 녹즙 분말을 함유한 식이로 동물을 사육하고 혈장, 간, 변의 총지방, cholesterol 및 중성지방 농도를 분석하여 지방 대사를 알아보고 혈장과 간의 thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 농도, 적혈구와 간의 SOD, catalase, GSH-Px의 활성을 측정하여 항산화능을 알아보았다.

본 실험에서 사용한 참취 건분의 총 식이섭유는 28.68% 였는데, 불용성 식이섭유가 26.85%, 수용성 식이섭유가 1.83%로서 불용성 식이섭유의 함량이 수용성 식이섭유에 비해 매우 높았던 데 비해, 참취 녹즙 분말의 총 식이섭유 함량은 2.27%로 참취 건분에 비해 매우 낮았으며 불용성 식이섭유가 0.11%, 수용성 식이섭유가 2.16%로서 참취 녹즙 분말의 식이섭유는 주로 수용성 식이섭유였다. 참취 건분의 총 flavonoids 함량은 7.40mg/g, 녹즙 분말은 11.52mg/g으로 녹즙 분말의 flavonoids 함량이 건분보다 다소 높았으나 비타민 C의 함량은 참취 건분이 79.70µg/g, 참취 녹즙

분말이 46.90 $\mu\text{g/g}$ 으로 녹즙 분말이 건분에 비해 낮았고  $\beta$ -carotene, 비타민 E 등 지용성 비타민의 함량은 참취 건분이 각각 190.67 $\mu\text{g/g}$ , 100.21 $\mu\text{g/g}$ 이었고 참취 녹즙 분말이 각각 0.12 $\mu\text{g/g}$ , 0.95 $\mu\text{g/g}$ 로서 녹즙 분말의 지용성 비타민 함량이 건분보다 매우 낮았다.

식이 섭취량, 체중 증가량, 식이 효율 및 장기 무게는 모든 실험군들간에 유의적인 차이를 보이지 않아서 참취 건분과 녹즙 분말의 섭취는 실험동물의 성장에 유의적 영향을 미치지 않았다.

지방 대사를 살펴보면, 참취 건분과 참취 녹즙 분말은 모두 혈장의 총 지방, 중성 지방 및 cholesterol 수준을 낮추어 주었고, 녹즙 분말이 건분에 비해 그 효과가 조금 더 높은 경향을 보였다. 또한 간의 총 cholesterol 수준도 참취 건분과 녹즙 분말의 섭취에 의해 낮아졌다. 이것은 참취 건분과 녹즙 분말이 변으로의 지방 배설을 증가시켰기 때문인데, 참취 녹즙 분말군은 건분군에 비해 불용성 식이섬유의 함량이 적으므로 변의 무게는 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 수용성 식이섬유와 flavonoids에 의하여 변을 통한 중성지방과 cholesterol 배설량이 증가되어 체내 지방 수준이 낮아진 것으로 보인다.

항산화능에 대하여 살펴보면, 참취 건분과 녹즙 분말은 모두 혈액에서 적혈구 SOD의 활성을 증가시켰고 혈장의 과산화지질 수준을 낮추어 주었으나, 간에서는 뚜렷한 과산화지질 저하 효과를 나타내지 않았다. 또한 적혈구의 SOD를 제외한 적혈구와 간의 다른 항산화 효소들의 활성은 대조군과 유의적인 차이가 없거나 더 낮아졌는데, 이는 참취 건분과 녹즙 분말 내의 항산화 물질들이 직접 free radical scavenger로 작용한 결과로 생각된다.

결과적으로 참취의 건분 및 녹즙 분말은 모두 변을 통한 지방 배설량을 증가시켰으므로써 혈장의 총지방, 중성지방, 총 cholesterol 수준 및 간의 총 cholesterol 수준을 낮추어 주었다. 또한 이들은 모두 혈액에서 SOD의 활성을 증가시키거나 이들 내에 함유되어 있는 항산화 물질들이 직접적으로 free radical에 작용해서 항산화 효소의 기능을 대체함으로써 혈장의 지질 과산화물의 생성을 억제하는 효과가 있었다. 즉, 참취의 녹즙 분말도 참취 건분과 마찬가지로 흰쥐의 지질 대사를 개선시키고 체내 항산화능을 증진시키는 효과를 나타내었는데, 참취 녹즙 분말이 건분에 비하여 그 효과가 더 우수하였다.

#### Literature cited

1) Kwon TW, Kang SK. Development of food industry and our eating

- style. Korean Dietary Culture Association autumn symposium, 1993
- 2) Lee HS. Dietary fiber intake of Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25(2): 540-548, 1997
  - 3) Korea statistical yearbook. National statistical office, Republic of Korea, pp.20-39, 1996
  - 4) Cho EJ. A survey on the usage of wild grasses. *Korean J Dietary Culture* 15(1): 59-68, 2000
  - 5) Kim JH, Kim MK. Effect of dried powders and ethanol extracts of *perilla frutescens*, *Artemisia princeps var. orientalis* and *Aster scaber* on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32(5): 540-551, 1999
  - 6) Park JA, Kim MK. Effect of Korean native plant diet on lipid metabolism, antioxidative capacity and cadmium detoxification in rats. *Korean J Nutr* 32(4): 353-368, 1999
  - 7) Ham SS, Lee SY, Oh DH, Kim SH, Hong JK. Development of beverages drinks using mountain edible herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(1): 92-97, 1997
  - 8) Lee JM, Chung HJ. Physicochemical and sensory characteristics of Snack using Cham chwi(*Aster scaber*). *Korean J Dietary Culture* 14(1): 49-55, 1999
  - 9) Lim SS, Lee JH. A study on the chemical composition and hypocholesterolaemic effect of *Aster scaber* and *Ixeris dentata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(1): 123-129, 1997
  - 10) Lim SS, Lee JH. Effect of *Aster scaber* and *Ixeris dentata* on contractility and vasodilation of cardiovascular and endothelial cell in hyperlipidemic rat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(2): 300-307, 1997
  - 11) Park JR, Park JC, Choi SH. Screening and characterization of anticholesterogenic substances from edible plant extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(2): 236-241, 1997
  - 12) Chung SY, Kim HW, Yoon S. Analysis of antioxidant nutrients in green yellow vegetable juice. *Korean J Food Sci Technol* 31(4): 880-886, 1999
  - 13) Jung HK, Park PS, Huh NC, Kim SO, Kim KS, Lee MY. Inhibitory effect of *Angelica keiskei* koidz green juice on the liver damage in CCl<sub>4</sub>-treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(3): 531-536, 1998
  - 14) Kang YH, Park YK, Ha TY, Moon KD. Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 25(3): 367-373, 1996
  - 15) Kang YH, Park YK, Ha TY, Moon KD. Effects of pine needle extracts on enzyme activities of serum and liver morphology in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 25(3): 374-378, 1996
  - 16) Nills HJCF. Isocratic nonaqueous reversed-phase liquid chromatography of carotenoids. *Anal Chem* 55: 270-275, 1983
  - 17) The guide to hygienic experimental method. Japan Drug Association. Kumwon Press, Japan, 1995
  - 18) Official methods of analysis. 16th Ed. AOAC international USA, 1995
  - 19) Lee SC, Prosky L, DeVries JW. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in food-enzymatic gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *J Assoc off Anal Chem* 75: 395-416, 1992
  - 20) Frings CS, Dunn RT. A calorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfuric-phospho-vanillin reaction. *Am J Clin Nutr* 53: 89, 1970
  - 21) Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917, 1959
  - 22) Yagi K. Assay for blood plasma or serum. Method in enzymology. Academic Press, Inc., 105: 328-331, 1984
  - 23) Buckingham KW. Effect of dietary polyunsaturated/saturated fatty acid ratio and dietary vitamin E on lipid peroxidation in the rat. *J Nutr* 115: 1425-1435, 1985
  - 24) Johansson LH, Hakan BLA. A spectrophotometric method for determination of catalase activity in small tissue samples. *Analytical*



- Biochem* 174: 331-336, 1988
- 25) Flohé L, Becker R, Brigelius R, Lengfelder E, Otting F. Convenient assays for superoxide dismutase. *CRC handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine*. CRC Press, pp.287-288, 1992
  - 26) Paglia DE, Valentine WN. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J Lab Clin Med* 70(1): 158-169, 1967
  - 27) Flohé L, Gunzler WA. Assays of glutathione peroxidase. *Methods in enzymology*. Academic Press, Inc. Vol., 105: 114-126, 1984
  - 28) Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275, 1951
  - 29) Nishina PM, Schneeman BO, Freedland RA. Effects of dietary fibers on nonfasting plasma lipoprotein and apolipoprotein levels in rats. *J Nutr* 121(4): 431-437, 1991
  - 30) Hagander B, Asp NG, Efendic S, Nilsson-Ehle P, Schersten B. Dietary fiber decrease fasting blood glucose levels and plasma LDL concentration in noninsulin-dependent diabetes mellitus patients. *Am J Clin Nutr* 47(5): 852-858, 1988
  - 31) Anderson H. Suggested sterol-binding mechanisms of dietary fibre based on ileostomy studies. *Eur J Clin Nutr* 49(Suppl 3): S173-S177, 1995
  - 32) Hillman L, Peters S, Fisher AM, Promare EW. Different effects of pectin, cellulose and lignin on stool pH, transit time and weight. *Br J Nutr* 50: 189-195, 1983
  - 33) Bravo L, Saura CF, Goni I. Effects of dietary fibre and tannins from apple pulp on the compositions of faeces in rats. *Br J Nutr* 67: 463-473, 1992
  - 34) Martin CN, Garcia AA, Goni I, Saura CF. Nutritional and physiological properties of grape pomace as a potential food ingredient. *Am J Enol Vitic* 48: 328-332, 1997
  - 35) Bravo L, Abia R, Eastwood MA, Saura CF. Degradation of polyphenols(catechin and tannic acid) in the rat intestinal tract: Effect on colonic fermentation and fecal output. *Br J Nutr* 71: 933-946, 1994
  - 36) Wursch P. Influence of tannin-rich carob pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J Nutr* 109: 685-692, 1979
  - 37) Regerat F, Remesy C, Tixier O, et al. Effects of condensed tannins and pectin on cecal fermentations and lipid metabolism in the rat. *Bull Liaison Groupe Polyphenols* 16: 201-204, 1992
  - 38) Tebib K, Bitri L, Besancon P, Rouanet JM. Polymeric grape seed tannins prevent plasma cholesterol changes in high-cholesterol-fed rats. *Food Chem* 49: 403-406, 1994
  - 39) Tebib K, Besancon P, Rouanet JM. Dietary grape seed tannins affect lipoproteins, lipoprotein lipases, and tissue lipids in rats fed hypercholesterolemic diets. *J Nutr* 124: 2451-7, 1994
  - 40) Kim HJ, Bae KH, Lee HJ, Eun JB, Kim MK. Effect of hesperidin extracted from Tangerin peel on Cd and lipid metabolism, and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32(2): 137-149, 1999
  - 41) Kwon MN, Choi JS, Byun DS. Effect of flavonoid(+)-catechin as stabilizer in rat fed fresh and peroxidized fish oil. *J Korean Soc Food Nutr* 22(4): 381-391, 1993
  - 42) Sung NJ, Lee SJ, Shin JH, Kim HS. The effect of feeding juice and powder of *Houttuynia cordata* Thunb on serum lipids in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(6): 1223-1229, 1998
  - 43) Lee SS, Choi IS, Lee KW, Oh SH. Effect of antioxidant vitamin supplementation on plasma lipid pattern in smoking college men. *Korean J Nutr* 31(3): 297-304, 1998
  - 44) Kim AR, Chung HY. Role of glutathione against cytotoxicity of t-butyl hydroperoxide in cultured liver cells. *Kor J Gerontol* 5(2): 53-58, 1995
  - 45) Husain SR, Cillard J, Cillard P. Hydroxy radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochem* 26: 2489-2491, 1987
  - 46) Harris ED. Regulation of antioxidant enzymes. *J Nutr* 122: 625-626, 1992
  - 47) Isabelle M, Gerard L, Pascale C, Odile S, Nicole P, Pierre B, Pierre C, Josiane C. Antioxidant and iron-chelating activities of the flavonoids catechin, quercetin and diosmetin on iron-loaded rat hepatocyte culture. *Biochem Pharmacol* 45: 13-19, 1993
  - 48) Jadwiga R, Ryszard JG. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochem Pharmacol* 37: 837-341, 1988
  - 49) Torel J, Cillard J, Cillard P. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochem* 25: 383-385, 1986
  - 50) Yi SJ, Kim MJ, Youn HH. Effects of Korean green tea, Oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium and antioxidative detoxification in cadmium administered rats. *The 3rd International Symposium on Green Tea*, Seoul, Korea, pp.21-38, 1995
  - 51) Kim YJ. The protect the living organ from free radicals and the failure of protection: age-related disease. *Bulletin of Food Technology* 10(2): 4-26, 1997
  - 52) Shin DH. The research and prospect of natural antioxidants. *Bulletin of food Technology* 8(2): 28-33, 1995
  - 53) Takagama U. Inhibition of lipoxygenase-dependent lipid peroxidation by quercetin: mechanism of antioxidative function. *Phytochem* 24: 1443-1446, 1985
  - 54) Jung SY, Rhee SJ, Yang JA. Effect of dietary vitamin E levels on lipid peroxidation and enzyme activities of antioxidative system in brain of cadmium administered rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25(4): 575-580, 1996
  - 55) Park YR, Rhee SJ, Lim YS, Joo GJ. Effect of dietary vitamin E on the microsomal mixed function oxidase system of liver and lung in streptozotocin-induced diabetes rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25(6): 969-975, 1996
  - 56) Choi YS, Suh KH, Cho SH. Effects of ethanol and tocopherol on hepatic peroxidation and mitochondrial respiration in the rat. *J Korean Soc Food Nutr* 20(5): 409-417, 1991
  - 57) Park GY, Rhee SJ. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol on lipid peroxidation in rat liver. *Korean J Nutr* 21(5): 295-304, 1988
  - 58) Park ML, Cho SY. Effects of dietary vitamin E level and caffeine on lipid peroxidation in rat liver. *J Korean Soc Food Nutr* 23(4): 561-567, 1994
  - 59) Lee CH, Jung YJ, Park DK, Kim CW, Han YB, Lee WC, Kim JB. Effects of ascorbate and  $\alpha$ -tocopherol administration on liver function in chronically ethanol-treated rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22(2): 132-137, 1993
  - 60) Han EG, Cho SY. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the activities of antioxidative enzymes in carbon tetrachloride treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(6): 1181-1186, 1997
  - 61) Ryu BH, Park CO. Antioxidant effect of green tea extracts on enzymatic activities of hairless mice skin induced by ultraviolet B light. *Korean J Food Sci Technol* 29(2): 355-361, 1997
  - 62) Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(6): 1310-1315, 1999
  - 63) Park JC, Lee JH, Choi JW. Isolation and biological activity of flavone glycosides from the aerial part of *Cirsium japonicum* var. *ussuriense* in Korea. *J Korean Soc Food Nutr* 24(6): 906-910, 1995
  - 64) Park GY, Lee SJ, Im JG. Effects of green tea catechin on cytochrome P450, xanthine oxidase activities in liver and liver damage in streptozotocin induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(5): 901-907, 1997