

# 갯잎, 쑥, 참취의 건분 및 에탄올 추출물이 흰쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향\*

김 주 회 · 김 미 경

이화여자대학교 식품영양학과

## Effect of Dried Leaf Powders and Ethanol Extracts of *Perilla frutescens*, *Artemisia Princeps* Var. *Orientalis* and *Aster Scaber* on Lipid Metabolism and Antioxidative Capacity in Rats

Kim, Joo Hee · Kim, Mi Kyung

Department of Foods and Nutrition, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

### ABSTRACT

This study was performed to investigate the effects of dried leaf powders and ethanol extracts of *Perilla frutescens* (perilla leaf), *Artemisia princeps* var. *orientalis* (mugwort) and *Aster scaber* (chamchui) on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. Forty-nine male Sprague-Dawley rats weighing  $105.9 \pm 1.7$ g were blocked into seven groups according to body weight and raised for four weeks with diets containing 5% dried powders of perilla leaf, mugwort and chamchui, or ethanol extracts from the same amount of each dried leaf powder. Food intake was higher in the control and chamchui powder groups than the other remaining groups. Weight gain was not significantly different among all experimental groups. Food efficiency ratio was highest in the perilla leaf powder group. Plasma total lipid and cholesterol, liver total lipid and triglyceride levels were highest in the perilla leaf powder group. In contrast, dried powders of mugwort and chamchui showed hypolipidemic effects in plasma and liver. Plasma and liver TBARS levels in both dried powder and ethanol extract groups of the three plants were lower than control. There was also no significant difference between corresponding dried powder and ethanol extract groups. Catalase and GSH-Px activities in erythrocyte and liver were not different among all the experimental groups. However, SOD activities were significantly different among the experimental groups. In erythrocyte, SOD activities of all dried powder and ethanol extract groups except the perilla leaf powder group were higher than control, and the chamchui powder group showed the highest activity among them. In liver, all the plant groups showed higher SOD activities than control. There was no significant difference between corresponding dried powder and ethanol extract groups. In conclusion, the dried chamchui powder was most effective in lowering lipid levels in plasma and liver. The dried perilla leaf powder instead increased lipid levels in plasma and liver. All the dried plant powder and ethanol extract were effective in decreasing the TBARS levels of liver and particularly plasma. Among the antioxidative enzymes, SOD activity was most responsive to the experimental diets. All the plant groups showed increases in liver SOD activities and there were more increments in dried powder groups. Since the effects of dried powder groups on lipid metabolism were better than those of extract groups, it is plausible that the high dietary fiber level in dried powders was effective. Antioxidative effects were not significantly different between corresponding dried powder and extract groups, and it was thought that ethanol extracts from these three plants also had similar antioxidative effects as dried powders. (Korean J Nutrition 32(5) : 540~551, 1999)

KEY WORDS : perilla frutescens, artemisia princeps var. orientalis, aster scaber, lipid metabolism, antioxidative capacity.

### 서 론

최근 우리나라에서는 생활환경과 더불어 식생활 패턴이 서구화<sup>1)</sup>되고 이에 따라서 사망원인과 질병 발생 추이도 많이

채택일 : 1999년 5월 6일

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

변화<sup>2)</sup>되고 있다. 1970년대에 경제 성장을 거치면서 생활 수준이 전반적으로 향상되고 곡류, 채소류의 섭취가 감소하는 한편 지방, 육류 및 가공 식품의 섭취가 증가함<sup>3)</sup>에 따라서 1980년대 이후로 당뇨, 비만증, 고혈압, 고지혈증, 동맥경화증 등의 만성 퇴행성 질환의 발병이 증가추세에 있고 순환계 질환, 암 등에 의한 사망이 증가하고 있다.<sup>2)</sup> 따라서, 이러한 만성 성인병의 예방 및 치료를 위한 식이요법의 개

발이 절실히 요구되는 가운데 여러 연구에서 특히 지방과 연관된 만성 퇴행성 질환의 예방 효과를 보인 식이 섬유의 중요성이 강조되고 있고<sup>1)</sup> 최근에는 생체 내에서 각 조직의 활성산소의 반응산물이 증가되어 여러 가지 질병 및 노화를 가져오는 것<sup>2)</sup>으로 보고 이에 대한 연구로서 항산화 물질인 항산화 비타민을 비롯한 여러가지 polyphenol류에 대한 연구가 활발히 진행중이다.

생체 내에는 활성산소의 반응산물로서 각 조직에서 생성되는 자유기(free radicals)로부터 세포막과 세포 내의 물질을 보호하는 효소적·비효소적 항산화 시스템이 존재한다.<sup>4)</sup> 효소적 항산화 시스템에 속하는 항산화 효소들 중에는 catalase, superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GSH-Px) 등이 가장 중요한 것으로 간주되고,<sup>5)</sup> 비효소적 항산화 시스템에는 항산화 비타민 등의 항산화제<sup>6)</sup>와 더불어 최근에는 bioflavonoid류가 큰 관심을 모으고 있다.<sup>6)</sup> 특히, 각종 채소, 과일 등에 다량으로 존재하는 것으로 알려진 flavonoid류가 갖는 항암성, 항염성, 항바이러스성, 항알러지성 등이 밝혀지면서<sup>7)</sup> 이에 대한 관심이 고조되고 있다.

Flavonoid류는 polyphenolic substance로서 화학적 구조에 따라 flavonols, flavones, flavanones, catechins, anthocyanidins, isoflavones, dihydroflavonols, chalcones 등으로 구분하는데<sup>8)</sup> 이러한 flavonoid류의 화학적 구조가 과산화지질 생성 억제제를 비롯한 그들의 생화학적 활성에 영향을 미친다고 보고되고 있다.<sup>9)</sup> 식물의 polyphenolic substance중 가장 광범위하게 분포되어 있는 flavonoid류의 일반적인 구조는 Fig. 1과 같이 두개의 aromatic ring들이 oxygenated heterocycle을 형성하는 세개의 탄소로 연결된 diphenylpropanes(C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>)이다.<sup>8)</sup> Flavonoid류가 과산화지질의 생성을 효과적으로 억제하기 위해서는 구조적으로 C ring의 C-3 위치에 -OH가 존재하여야 하고,<sup>9)</sup> C ring의 C-2와 C-3 사이에 이중결합이 있어야 하며,<sup>9)</sup> A와 B ring의 -OH의 수가 4개 이상이어야 하고<sup>10)</sup> flavonoid glycoside 형태보다는 aglycone 형태로 존재하여야 한다.<sup>11)</sup>

선진국에서는 80년대 말에서 90년대 초에 이미 자국민이 상용하는 채소, 과일, 차와 포도주를 포함한 음료 등이 함유한 flavonoid류의 종류와 성질을 규명하기 시작하였고,<sup>12)13)</sup> 미국인의 경우 flavonoids의 하루 평균 섭취량이 1~1.5g으로 추정되고 있다.<sup>8)</sup> 최근에는 국내에서도 천연물 즉 식품, 한약 및 민간약 등으로부터 생리활성 물질을 탐구하는 연구가 활발히 진행되고 있는데 이중 산채류의 경우 일반적으로 현재 100여종이 알려져 있고, 이 안에는 각종 알칼로

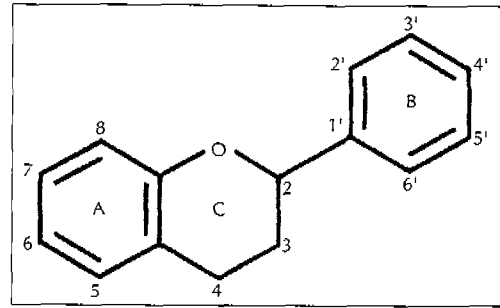


Fig. 1. Basic structure and numbering system of flavonoids.

이드, 탄닌, 사포닌, 배당체, flavonoid류 등이 많이 함유되어 있기 때문에 특수한 생리학적 기능을 나타낼 가능성이 매우 높은 것으로 지적되고 있다.<sup>14)</sup> 따라서 본 연구는 선행 연구에서 행해진 식물 자원 내의 flavonoids 함량 분석을 통해서 그 함량이 높은 것 중 국내에서 식품으로 상용되는 깻잎, 쑥, 참취의 건분과 에탄올 추출물의 영양생리효과를 알아보기 위해 수행되었다.

깻잎(학명: *Perilla frutescens* var. *japonica* HARA.)은 동남아시아가 원산(原産)이며 재배식물로 들여와 각처의 농가에서 흔히 재배하는 귀화식물로 1년생 초본이다.<sup>15)</sup> 식용, 약용으로 쓰이고 잎과 씨를 식용하며 기름을 짜내고 민간에서 강장, 해수, 소화, 충독, 음증 등에 약으로 쓰인다.<sup>15)</sup> 깻잎에는 anthocyanins, flavones 및 flavone glycosides와 같은 안토시아닌계 색소가 많이 함유되어 있어 일본에서는 식용 착색제로 이용되고 있으며 이러한 잎의 색깔과 향기를 가지는 새로운 타입의 음료도 개발되고 있다.<sup>16)</sup> 현재까지 깻잎에 관한 연구들에서는 사람의 위암 세포에서의 암세포 성장 억제 효과,<sup>17)</sup> 메탄올 추출물의 항돌연변이 효과 및 과산화지질 생성의 억제 작용,<sup>18)</sup> 열수추출물에서 flavonoid류의 일종인 apigenin와 scutellarein의 발견,<sup>19)</sup> *Perilla*속 식물로부터 항산화제들의 분리<sup>20)</sup> 등이 보고되었고, *Perilla frutescens*에서 anthocyanin 생합성에 관한 유전자 발현에 대해서도 연구<sup>21)</sup>가 행해졌다.

쑥(학명: *Artemisia princeps* var. *orientalis* HARA.)은 우리나라 전국 각처에서 약 300여종이 자생하는 국화과(Compositae)의 다년생초본으로 손쉽게 구할 수 있는 이점 때문에 오래 전부터 식용과 약용으로 이용되어져 왔다.<sup>15)</sup> 한방과 민간요법에서 쑥의 약리 작용을 이용하여 복통, 하열, 소화불량, 만성간염, 장염, 기관지염, 천식, 진통제, 지혈제 등에 사용하고 있고 쑥의 특수성분으로는 cineol, thujone, borneol 등이 알려져 있다.<sup>15)</sup> *Artemisia*속 식물의 주요 성분은 isocoumarin, coumarin, diterpenelactone, flavonoid, 정유계 등으로 나눌 수 있다.<sup>22)</sup> 그밖에 *Artemi-*

sia속 식물은 항진균 활성,<sup>23)</sup> 담즙 분비,<sup>24)</sup> 간 보호작용,<sup>25)</sup> 당뇨 증상의 완화<sup>26)</sup> 등의 효과가 있는데, *Artemisia princeps*, *Artemisia montana*, *Artemisia capillaris*의 추출액은 지질의 과산화 방지, 즉 항산화 작용과 GOT, GPT의 활성도가 상승되는 것을 방지하는 효과가 있는 것으로 보고되었다.<sup>27)</sup> 이러한 *Artemisia*속 식물의 다양한 생리활성에도 불구하고 국내에서 식용으로 많이 이용되고 있는 *Artemisia princeps*에 대한 연구는 미흡하여 어떤 성질의 성분들이 항산화 효과를 지니는 지에 대한 연구는 충분치 않았다.

참취(학명: *Aster scaber* THUNBERG.)는 우리나라 전국 각처의 산야지에 흔히 자생하며 농가에서 재배하기도 하는 국화과(Compositae)의 다년생초본이다.<sup>15)</sup> 흔히 "취"라고도 불리우며 식용, 관상용으로 쓰이고 해수, 이노, 방광염, 두통, 원기증 등에 약용으로 쓰이기도 한다.<sup>15)</sup> 현재까지 이루어진 참취에 관한 연구에서는 참취 건분과 열수 추출물의 고지혈증 예방효과와 혈중 콜레스테롤, LDL, VLDL 농도의 저하 및 혈관내피세포의 변화지연,<sup>28)</sup> 참취 메탄올 추출물의 HMG-CoA reductase 저해 활성,<sup>29)</sup> 참취 건분의 항산화능<sup>30)</sup> 등이 보고되었다.

위의 세가지 산채류들의 경우 한가지 산채류 및 추출물에 대한 연구는 행하여진 바 있으나 세가지 산채류 및 추출물을 비교한 연구는 없었다. 또한, 건조시료와 그 수용성 추출물이 지방대사에 미치는 영향을 살펴 본 연구<sup>31)</sup>는 있었으나, 항산화 효과에 대한 연구는 미흡하였고, 이러한 효과를 갖는 성분들이 수용성 물질인지 또는 에탄올에 녹는 물질인지에 대한 연구는 없었다. 에탄올 추출물에 대한 연구는 식물 자원 중의 flavonoid류와 alkaloid류 계통의 물질에 대한 *in vitro* 항균 활성만이 연구<sup>32)</sup>되어 왔다.

따라서 본 연구는 flavonoid류를 비교적 많이 함유하고 있는 갯잎, 쑥, 참취의 건분이 지방대사와 항산화능에 미치는 영향을 *in vivo*에서 살펴보고, 이들 식물의 에탄올 추출물도 같은 효과를 내는지 알아보고자 하였다.

## 실험 재료 및 방법

### 1. 산채류 시료 준비 및 항산화 물질과 식이섬유의 함량 분석

#### 1) 산채류 시료 준비

갯잎(국내산, 1998년산), 쑥(국내산, 1998년산)은 가락동 농수산물 시장에서, 참취는 강원도 오대산에서 직접 구입하였다. 세가지 산채류들을 각각 3번씩 수세하여 1일간 열풍 건조한 후 ball-mill(Fitz mill: U.S. The Fitz Patrick Company no. DAS06)을 이용하여 40mesh로 분쇄한 것

을 건분으로 사용하였다. 에탄올 추출물은 다음과 같이 추출하였다. 즉, 식이의 5%에 해당하는 건분을 10배량의 95% 에탄올로 현탁시켜 80℃에서 1시간 환류추출한 후 이 액을 여과하고 잔사는 95% 에탄올로 2회 반복하여 추출한 후 여과액을 얻고, 여과액 잔량을 모아 10,000rpm에서 30분간 원심분리한 후 상층액을 취해서 진공농축기로 에탄올을 제거하고 농축하여 에탄올 추출물로 사용하였다.

#### 2) 산채류 시료의 항산화 물질과 식이 섬유 함량 분석

Flavonoids의 함량은 강 등<sup>33)</sup>의 방법을 이용하여 Naringin(Sigma Co.)의 농도가 0~0.5mg/ml 범위가 되도록 제조한 표준용액으로 표준곡선을 작성하여 420nm의 spectrophotometer로 비색정량하였다. 비타민 A의 함량은 Nilis<sup>34)</sup>의 방법으로 HPLC를 이용하여 분석하였다. 비타민 C의 함량 분석은 일본 약학회편<sup>35)</sup>의 방법을 이용하여 520nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였다. 비타민 E의 함량 분석은 AOAC<sup>36)</sup>의 방법으로 HPLC를 이용하여 분석하였고 그 결과를  $\alpha$ -tocopherol 당량( $\alpha$ -TE)으로 환산하였다.

식이 섬유 함량은 AOAC 공인 방법인 Lee 등<sup>37)</sup>의 방법으로 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 49마리를 구입하여 실험 시작 전 1주일간 고형 배합 사료(삼양사료)로 적응시켰다. 적응기간 후 체중이  $105.9 \pm 1.7$ g인 쥐들을 체중에 따라 난피법(randomized complete block design)으로 7마리씩 7군으로 분류하여 4주간 사육하였다. 실험동물은 한마리씩 분리하여 stainless steel cage에서 사육하였고, 식이와 물은 자유롭게 먹도록 하였다.

실험에 사용된 식이의 구성성분은 Table 1과 같다. 식이의 탄수화물 급원으로는 옥수수전분(신동방)을, 지방 급원으로는 옥수수유(해표)를 사용하였으며, 단백질 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. 산채류 건분군은 건분을 각각 식이무게의 5% 수준으로 식이에 섞어 공급하였고, 에탄올 추출군은 식이무게의 5%에 상응하는 건분을 에탄올로 추출하여 식이에 첨가하고 건분량과의 차이는 옥수수전분을 첨가하여 보충하였다.

식이 섭취량은 일주일에 3회 일정한 시각에 측정하였고, 체중은 일주일에 1회 같은 시각에 측정하였다. 식이 섭취에

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

Ingredients	Groups <sup>1)</sup>						
	N	CP	KP	SP	CE	KE	SE
Corn starch	698	648	648	648	648	648	648
Casein	150	150	150	150	150	150	150
Corn oil	100	100	100	100	100	100	100
Salt mixture <sup>2)</sup>	40	40	40	40	40	40	40
Vitamin mixture <sup>3)</sup>	10	10	10	10	10	10	10
Choline chloride	2	2	2	2	2	2	2
Plant powder	0	50	50	50	0	0	0
Plant extract & starch	0	0	0	0	50	50	50

1) N: not added  
 CP: powder of cham chui(aster scaber THUNBERG.)  
 KP: powder of Kean nip(perilla frutescens var. japonica HARA.)  
 SP: powder of ssook(artemisia princeps var. orientalis HARA.)  
 CE: ethanol extract of cham chui(aster scaber THUNBERG.)  
 KE: ethanol extract of kean nip(perilla frutescens var. japonica HARA.)  
 SE: ethanol extract of ssook(artemisia princeps var. orientalis HARA.)  
 2) AIN salt 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>3</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 1,000 gram  
 3) AIN 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- $\alpha$ -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

서 오는 갑작스런 체중의 변화를 막기 위하여 체중 측정 2 시간 전에 식이 그릇을 빼주었다. 총 사육기간의 체중증가량을 같은 기간에 섭취한 식이량으로 나누어 식이 효율(foed efficiency ratio, FER)을 계산하였다.

### 3. 변, 혈액 및 각종 장기의 채취

실험동물을 희생하기 4일 전에 대사장(metabolic cage)에서 24시간동안 변을 채취하였다. 이때 식이에 의해 변의 성분이 오염되는 것을 막기 위하여 식이 그릇을 대사장에 넣어주지 않았다. 변의 채취는 12시간씩 두번 채취하여 이것을 합친 것을 1일간의 변으로 간주하였다. 즉, 처음 1일 간은 오후 8시부터 오전 8시까지 대사장에서 변을 채취하였고, 그날 오전 8시부터 다음날 오전 8시까지는 다시 본래의 사육장에서 식이를 섭취하도록 한 후 시료 채취 3일째는 오전 8시부터 오후 8시까지 다시 12시간동안 대사장에서 변을 채취하였다. 이 기간중 물은 제한없이 공급하였고, 채취한 변은 무게를 측정후 -20℃에서 냉동보관 하였다.

실험기간이 종료된 실험동물을 12시간 절식시킨 후 di-

ethyl 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(Ethylenediaminetetra-acetic acid)가 들어있는 polystyrene 원심분리관에 담아 4℃에 20분간 방치한 후, 원심분리기(Sorvall, RT 6000B)로 4℃에서 2,800rpm으로 30분간 원심분리하여 아래층의 적혈구(RBC)과 혈장을 분리하고, 혈장은 지방 농도와 과산화지질의 양을 측정하기 위해 -70℃ deep freezer에 보관하였다. 적혈구 분획은 냉각된 생리 식염수를 첨가하여 원심분리기로 4℃에서 2,800 rpm으로 10분간 원심분리하는 세척과정을 세 차례 반복하여 washed RBC를 얻었다. 이 RBC를 cell과 0.9% NaCl buffer의 부피비가 1 : 1이 되도록 희석하여 50% hematocrit suspension(RBC suspension)을 만든 후 -70℃ deep freezer에 보관하여 항산화 효소의 활성을 측정하는 데에 이용하였다.

절취한 간은 냉각 생리식염수에 넣어 세척한 다음 무게를 측정하고 바로 -70℃ deep freezer에 보관하면서 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 Frings<sup>30)</sup>의 방법을 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(아산제약)로 500nm에서 spectrophotometer(Spectronic 301, Milton Roy)를 사용하여 비색정량하였다.

간과 변의 총 지방 농도는 Bligh와 Dyer<sup>31)</sup>의 방법을 이용하여 측정하였고, 중성지방 및 총 cholesterol 농도는 위에서 추출한 총 지방을 methanol로 녹인 후 혈장과 같은 방법으로 측정하였다.

### 2) 혈장과 간의 과산화지질(TBARS)

혈장의 TBARS 함량은 Yagi<sup>32)</sup>의 방법을 이용하여 1.1, 4,4-tetramethoxypropane을 표준용액으로 excitation 515nm, emission 553nm의 luminescence spectrometer(Perkin Elmer, LS 50)로 정량하였다. 간의 TBARS는

Buckingham<sup>41)</sup>의 방법을 이용하여 spectrophotometer로 532nm에서 비색정량하였다.

**3) 적혈구와 간의 항산화계 효소 활성**

항산화 효소인 catalase, SOD, GSH-Px의 활성을 앞에서 언급한 대로 준비한 적혈구 현탁액과 간에서 측정하였다. 적혈구와 간의 catalase 활성은 Johansson과 Hak-an<sup>42)</sup>의 방법을 이용하여 spectrophotometer로 550nm에서 흡광도를 측정한 후 formaldehyde를 표준용액으로 하여 얻은 표준 곡선으로부터 활성을 계산하였다. 적혈구와 간의 SOD 활성은 Flohe 등<sup>43)</sup>의 방법을 이용하여 측정하였는데, 이때의 분당 활성은 cytochrome C(Fe<sup>+++</sup>)의 환원을 50% 방해하는 SOD양을 1unit으로 하여 나타내었다. 적혈구와 간의 GSH-Px 활성은 Paglia 등<sup>44)</sup>의 방법과 Flohe 등<sup>45)</sup>의 방법을 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 Lowry<sup>46)</sup>의 방법에 준하여 bovine serum albumin을 표준물질로 하여 분석하였다.

**5. 자료처리**

본 연구의 모든 분석결과는 실험군당 평균과 표준오차를 계산하였고, 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.

**실험 결과**

**1. 시료의 flavonoids, 비타민 A, 비타민 C, 비타민 E, 총식 이섬유 함량 및 에탄올 추출물의 수율**

본 실험에서 사용한 깻잎, 쑥, 참취의 건분과 에탄올 추출물의 flavonoids 함량, 비타민 A, 비타민 C, 비타민 E, 총식 이섬유의 함량 및 에탄올 추출물의 수율은 Table 2와 같다.

총 flavonoids는 건분군에서 건분 1g당 쑥이 48.15mg, 참취가 41.85mg, 깻잎이 12.59mg의 순이었고, 에탄올 추출물에서는 건분 1g당 쑥 에탄올 추출물이 7.32mg, 참취 에탄올 추출물이 6.51mg, 깻잎 에탄올 추출물이 1.60mg으로 건조시료와 에탄올 추출물 모두에서 쑥의 flavonoids 함량이 제일 높았고, 다음으로 참취, 깻잎의 순서였다. 각 건분에 함유되어 있는 총 flavonoids중 참취는 15.51%, 쑥은 15.14%, 깻잎은 12.69%가 에탄올에 용해되는 flavonoids이었다. 항산화 비타민의 경우, 비타민 A는 깻잎이 1553.0R.E / 100g로 가장 많고, 참취가 594.0R.E / 100g, 쑥이 374.0R.E / 100g로 가장 적었다. 비타민 C는 깻잎이 75.75mg / 100g, 쑥이 15.77mg / 100g, 참취가 6.78mg / 100g로 깻잎이 가장 많고 참취가 가장 적었다. 비타민 E는 쑥이 4.51 $\alpha$ -TE / 100g, 깻잎이 2.60 $\alpha$ -TE / 100g, 참취가 1.29 $\alpha$ -TE / 100g로 쑥이 가장 많고, 참취가 가장 적었다. 총 식이 섬유는 쑥이 45.38%, 참취가 40.17%, 깻잎이 30.31%로 쑥이 가장 많고, 깻잎이 가장 적었다. 추출 수율은 참취 에탄올 추출물이 12.92%, 깻잎 에탄올 추출물이 11.82%, 쑥 에탄올 추출물이 10.57%로 참취의 에탄올 추출 수율이 가장 높았다.

**2. 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율**

실험동물의 하루 평균 식이 섭취량, 실험기간 동안의 체중 증가량과 이들로부터 계산된 식이 효율은 Table 3과 같다. 식이 섭취량은 대조군과 참취 건분군이 제일 높았으며 깻잎 건분군이 가장 낮은 결과를 보였으나 나머지 군들간에는 유의적인 차이가 없었다. 각 건분군과 에탄올 추출군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 체중 증가량은 모든 실험군들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식이 효율은 깻잎 건분군이 가장 높았고, 대조군이 가장 낮은 결과를 보였으며 나머지 군들간에는 유의적인 차이가 없었다. 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군을 비교하였을 때도 유의적인 차이를 보이지 않았다.

이상과 같이 식이 섭취량, 체중 증가량, 식이 효율 모두에서 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군 간에 어떠한 유의

**Table 2.** Total flavonoids, vitamin A, vitamin C, vitamin E concentrations, total dietary fibers of plant powders and plant extracts, and extraction yields of ethanol extracts

Plant	Dried powder			Ethanol extract		
	Cham chui	Kken nip	Ssook	Cham chui	Kken nip	Ssook
Total flavonoids(mg / g plant powder)	41.9	12.6	48.2	6.5	1.6	7.3
Vitamin A(R.E / 100g)	594.0	1553.0	374.0	-	-	-
Vitamin C(mg / 100g)	6.78	75.75	15.77	-	-	-
Vitamin E( $\alpha$ -TE / 100g)	1.29	2.60	4.51	-	-	-
Total dietary fibers(%)	40.17	30.31	45.38	-	-	-
Extraction yields(%)	-	-	-	12.92	11.82	10.57

적인 차이도 나타나지 않았다.

### 3. 장기무게

간 무게는 깻잎 건조군이 가장 높았고, 참취 에탄올 추출군이 가장 낮았다. 간 무게 역시 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군 사이에 유의적인 차이는 없으나 전체적으로 건분군들이 에탄올 추출군들보다 더 높은 경향을 보였다. 신장 무게는 세 건분군 간에 유의적인 차이가 없었고, 에탄올 추출군 간에도 유의적인 차이가 없었다. 모든 산채류에서 건분군의 신장 무게가 에탄올 추출군보다 높았으나, 참취의 경우만 유의적이었다. 대조군에 비하여는 참취 에탄올 추출군에서만 유의적으로 낮았다. 비장 무게는 쑥 에탄올 추출군이 가장 높았고, 대조군과 나머지 군들 간에는 유의적인 차이가 없었다. 부고환지방은 대조군과 모든 산채류군들 간에 유의적인 차이가 없었으며 세 건분군들 간과 세 에탄올 추출군들 간에도 모두 유의적인 차이가 없었다.

### 4. 혈장의 총 지방, 중성지방, 총 cholesterol 및 HDL-cholesterol 농도

혈장의 지방 분석 결과는 Table 4와 같다.

혈장의 총 지방 농도는 대조군보다도 높았던 깻잎 건분군

이 가장 높기는 했지만, 모든 실험군들 간에 유의적인 차이는 없었다. 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군 간의 비교에서는, 모든 산채류에서 건분군의 총 지방이 에탄올 추출군보다 높은 경향을 보였다.

혈장의 중성지방 농도는 참취 건분군과 깻잎 건분군이 대조군보다 높은 경향을 보였다. 세 건분군과 세 에탄올 추출군 모두에서 참취군이 높은 경향을 보였다. 모든 산채류에서 건분군이 에탄올 추출군보다 높은 경향을 보였고, 깻잎군에서는 유의적이었다.

혈장의 총 cholesterol 농도는 깻잎 건분군이 유의적으로 가장 높았고, 깻잎의 경우 건분군과 에탄올 추출군 모두가 대조군보다 높은 경향을 보였다. 쑥과 참취의 경우 건분군과 에탄올 추출군 모두가 대조군보다 유의적으로 낮았다. 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군 간의 비교에서는 깻잎 건분군만이 에탄올 추출군에 비하여 유의적으로 높았다.

혈장의 HDL-cholesterol 농도는 깻잎 에탄올 추출군만이 대조군보다 유의적으로 높았다. 세 건분군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 에탄올 추출군들의 경우, 깻잎 에탄올 추출군이 유의적으로 가장 높았다. 깻잎의 경우는 에탄올 추출군이 건분군보다 유의적으로 더 높았으나, 쑥과 참취의 경우 건분군이 더 높은 경향을 보였다.

혈장의 HDL-cholesterol: total cholesterol ratio의 경우, 가장 높은 값을 보인 쑥 건분군이 대조군보다 높았으나, 모든 산채류 실험군들이 대조군과 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 건분군들 중에는 쑥 건분군이 가장 높은 값을 보여 가장 낮은 값의 깻잎 건분군보다 유의적으로 높았으나, 에탄올 추출군들은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군간의 비교에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

### 5. 간의 총 지방, 중성지방 및 총 cholesterol 농도

간의 지방 분석 결과는 Table 5과 같다. 간의 총 지방, 중성지방, 총 cholesterol 농도 모두 실험군 간에 유의적인 차

**Table 3.** Food intake, body weight gain and food efficiency ratio in rats fed the powdered dried plants and their ethanol extracts

Groups	Food intake (g / day)	Body weight gain (g / 4 weeks)	Food efficiency ratio
N	<sup>1)</sup> 15.80 ± 0.71 <sup>2)</sup>	129.6 ± 3.67 <sup>N.S.3)</sup>	0.295 ± 0.007 <sup>b</sup>
CP	15.18 ± 0.73 <sup>a</sup>	132.1 ± 10.57	0.308 ± 0.013 <sup>ab</sup>
KP	12.96 ± 0.37 <sup>b</sup>	126.0 ± 6.82	0.348 ± 0.014 <sup>a</sup>
SP	14.88 ± 0.61 <sup>ab</sup>	131.4 ± 7.68	0.315 ± 0.008 <sup>ab</sup>
CE	13.89 ± 0.73 <sup>ab</sup>	117.5 ± 9.38	0.303 ± 0.017 <sup>b</sup>
KE	13.84 ± 0.76 <sup>ab</sup>	126.0 ± 9.52	0.325 ± 0.008 <sup>ab</sup>
SE	14.95 ± 0.49 <sup>ab</sup>	135.1 ± 5.26	0.325 ± 0.011 <sup>ab</sup>

1) Mean ± standard error(n = 7)

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

3) Not significant at α = 0.05 by Duncan's multiple range test

**Table 4.** Plasma total lipid, triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol concentrations(mg / dl), and HDL-cholesterol:total cholesterol ratio in rats fed the powdered dried plants and their ethanol extracts

Groups	Total lipid (mg / dl)	Tryglyceride (mg / dl)	Total cholesterol (mg / dl)	HDL-cholesterol (mg / dl)	HDL-cholesterol: total cholesterol
N	<sup>1)</sup> 326.90 ± 28.88 <sup>N.S.3)</sup>	96.39 ± 4.67 <sup>ab</sup>	68.15 ± 4.75 <sup>b2)</sup>	24.31 ± 3.34 <sup>b</sup>	0.35 ± 0.04 <sup>ab</sup>
CP	292.76 ± 19.00	103.96 ± 11.79 <sup>1</sup>	53.45 ± 4.14 <sup>c</sup>	26.08 ± 2.38 <sup>b</sup>	0.47 ± 0.06 <sup>ab</sup>
KP	331.24 ± 21.09	97.69 ± 7.58 <sup>a</sup>	92.70 ± 5.96 <sup>a</sup>	26.67 ± 2.10 <sup>b</sup>	0.29 ± 0.04 <sup>b</sup>
SP	311.69 ± 31.79	90.96 ± 10.46 <sup>ab</sup>	59.05 ± 6.50 <sup>c</sup>	30.69 ± 4.38 <sup>ab</sup>	0.51 ± 0.09 <sup>a</sup>
CE	280.04 ± 9.83	83.68 ± 8.71 <sup>ab</sup>	62.42 ± 3.00 <sup>c</sup>	24.18 ± 3.03 <sup>b</sup>	0.38 ± 0.04 <sup>ab</sup>
KE	306.73 ± 12.79	69.73 ± 5.81 <sup>b</sup>	78.22 ± 4.74 <sup>b</sup>	41.75 ± 9.17 <sup>1</sup>	0.49 ± 0.10 <sup>ab</sup>
SE	271.66 ± 11.34	78.06 ± 8.50 <sup>ab</sup>	54.43 ± 2.57 <sup>c</sup>	25.21 ± 1.76 <sup>b</sup>	0.44 ± 0.04 <sup>ab</sup>

1-3) See Table 3

이를 보이지는 않았다. 그러나, 총 지방과 중성지방 농도는 갯잎 건분군이 혈장에서와 같이 가장 높은 경향을 보였다. 총 cholesterol 농도는 모든 실험군들의 값이 비슷하였다.

**6. 변의 무게 및 변의 총 지방, 중성지방 및 총 cholesterol 배설량**

변의 무게 및 변의 지방 분석 결과는 Table 6과 같다. 변의 무게, 변 중 총 지방 배설량, 중성지방 배설량, 총 cholesterol 배설량은 참취 건분군이 가장 높았다. 변의 무게는 갯잎 에탄올 추출군이 가장 적었으며, 변 중 지방의 배설량은 대조군이 가장 낮았고, 전체적으로 보았을 때 건분군들이 에탄올 추출군보다 높은 지방 배설량을 보였다. 산채류간의 비교에서는, 세 건분군의 경우, 참취군이 변으로의 지방 배설량이 가장 높았으나 세 에탄올 추출군의 경우에는 산채류간에 유의적인 차이가 없었다.

**7. 혈장과 간의 과산화지질 농도**

혈장과 간의 과산화지질 농도(Thiobarbituric acid reactive substances: TBARS values)는 Table 7과 같다. 혈장에서는 대조군에 비하여 나머지 건분군들과 에탄올 추출군들의 과산화지질 농도가 유의적으로 낮았다. 건분군들 간에는 유의적인 차이가 없었고, 에탄올 추출군 간에도 유

**Table 5.** Liver total lipid, triglyceride and total cholesterol concentrations(mg / g wet liver) in rats fed the powdered dried plants and their ethanol extracts

Groups	Total lipid (mg / g wet liver)	Triglyceride (mg / g wet liver)	Total cholesterol (mg / g wet liver)
N	<sup>1</sup> 53.33 ± 9.89 <sup>N5,2)</sup>	7.78 ± 1.13 <sup>N5</sup>	2.40 ± 0.20 <sup>N5</sup>
CP	43.33 ± 9.55	6.98 ± 1.32	2.27 ± 0.21
KP	63.33 ± 9.55	9.11 ± 1.74	2.02 ± 0.20
SP	40.00 ± 8.94	7.11 ± 1.40	2.09 ± 0.25
CE	56.67 ± 9.55	6.81 ± 0.82	2.13 ± 0.26
KE	53.33 ± 8.43	7.13 ± 0.93	1.95 ± 0.24
SE	53.33 ± 9.89	8.10 ± 1.09	2.21 ± 0.28

1-2) See Table 3

**Table 6.** Fecal weight, and fecal total lipid, triglyceride and total cholesterol excretions in rats fed the powdered dried plants and their ethanol extracts

Groups	Fecal weight (g / day)	Total lipid (mg / day)	Triglyceride (mg / day)	Total cholesterol (mg / day)
N	<sup>1</sup> 0.34 ± 0.04 <sup>2)</sup>	29.13 ± 3.71 <sup>b</sup>	2.29 ± 0.29 <sup>b</sup>	0.24 ± 0.03 <sup>d</sup>
CP	0.78 ± 0.04 <sup>a</sup>	67.95 ± 11.03 <sup>a</sup>	5.79 ± 0.80 <sup>a</sup>	1.77 ± 0.04 <sup>c</sup>
KP	0.62 ± 0.04 <sup>b</sup>	46.05 ± 14.27 <sup>ab</sup>	3.65 ± 0.74 <sup>b</sup>	1.32 ± 0.04 <sup>ab</sup>
SP	0.72 ± 0.08 <sup>ab</sup>	52.12 ± 11.08 <sup>ab</sup>	2.74 ± 0.75 <sup>b</sup>	1.17 ± 0.08 <sup>abc</sup>
CE	0.40 ± 0.03 <sup>c</sup>	40.50 ± 3.58 <sup>ab</sup>	2.43 ± 0.41 <sup>b</sup>	0.51 ± 0.03 <sup>cd</sup>
KE	0.31 ± 0.04 <sup>c</sup>	32.13 ± 2.48 <sup>b</sup>	3.07 ± 0.32 <sup>b</sup>	0.69 ± 0.04 <sup>bcd</sup>
SE	0.44 ± 0.04 <sup>c</sup>	57.62 ± 10.84 <sup>ab</sup>	2.38 ± 0.65 <sup>b</sup>	0.63 ± 0.04 <sup>bcd</sup>

1-2) See Table 3

의적인 차이가 없었다. 각 산채류별로 건분군과 에탄올 추출군을 비교하였을 때에도 유의적인 차이가 없었다.

간에서의 과산화지질 생성을 보면, 혈장에서와 마찬가지로 모든 산채류군들이 대조군에 비하여 과산화지질 농도가 낮았다. 건분군들에서는 유의적은 아니나 쑥군이 갯잎군이나 참취군에 비하여 낮았고, 에탄올 추출군들에서도 유의성은 없으나 참취군이 쑥군과 갯잎군에 비하여 낮은 경향이였다. 각 산채류 별로 건조군과 에탄올 추출군을 비교하였을 때에는 유의적인 차이가 없었다.

**8. 적혈구 항산화 효소의 활성**

적혈구의 항산화 효소의 활성은 Table 8과 같다. 적혈구에서는 catalase와 GSH-Px의 활성이 모든 실험군들간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, SOD의 활성은 참취 건분군이 가장 높아서 활성이 가장 낮은 갯잎 건분군이나 대조군과 유의적인 차이가 있었고 그 외의 실험군들 간에는 유의적인 차이가 없었다.

**9. 간 항산화 효소의 활성**

간에 있는 항산화 효소의 활성은 Table 9와 같다. 간 항산화 효소에서는 catalase와 GSH-Px의 활성이 모든 실험군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. SOD의 활성은 갯잎 건분군이 가장 높아서 가장 낮은 대조군과 유의적인 차이를 보였고, 그 외의 실험군들 간에는 유의적인 차이가 없었다. 각 산채류의 건분군이 에탄올 추출군에 비하여 높은 경향이였으나, 세 건분군들 간과 세 에탄올 추출군들 간에는 큰 차이가 없었다.

**고 찰**

본 연구에서는 갯잎, 쑥, 참취가 흰쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향을 알아보고 이러한 효과가 이들의 에탄올 추출물에서도 나타나는지 알아보기 위하여 갯잎, 쑥, 참

**Table 7.** TBARS levels in plasma and liver in rats fed the powdered dried plants and their ethanol extracts

Groups	Plasma (nmol / 100ml plasma)	Liver (nmol / g wet liver)
N	<sup>1)</sup> 30.79 ± 4.33 <sup>a2)</sup>	4.81 ± 0.58 <sup>a</sup>
CP	22.69 ± 2.42 <sup>b</sup>	4.34 ± 0.15 <sup>ab</sup>
KP	22.84 ± 1.99 <sup>b</sup>	4.39 ± 0.32 <sup>ab</sup>
SP	22.58 ± 1.36 <sup>b</sup>	3.88 ± 0.25 <sup>ab</sup>
CE	22.70 ± 2.23 <sup>b</sup>	3.84 ± 0.17 <sup>b</sup>
KE	21.40 ± 1.35 <sup>b</sup>	3.89 ± 0.23 <sup>ab</sup>
SE	21.05 ± 1.44 <sup>b</sup>	4.42 ± 0.30 <sup>ab</sup>

1-2) See Table 3

**Table 8.** Antioxidative enzyme activities of erythrocyte in rats fed the powdered dried plants and their ethanol extracts

Groups	Catalase <sup>4)</sup>	SOD <sup>5)</sup>	GSH-Px <sup>6)</sup>
N	<sup>1)</sup> 1387.5 ± 149.13 <sup>N.S.3)</sup>	10.73 ± 1.63 <sup>b2)</sup>	0.086 ± 0.01 <sup>N.S.</sup>
CP	1953.8 ± 411.24	18.11 ± 4.35 <sup>a</sup>	0.101 ± 0.01
KP	1493.1 ± 146.05	10.50 ± 1.69 <sup>b</sup>	0.104 ± 0.01
SP	1725.7 ± 147.45	14.82 ± 4.35 <sup>ab</sup>	0.094 ± 0.01
CE	1496.0 ± 160.80	14.44 ± 1.28 <sup>ab</sup>	0.094 ± 0.01
KE	1358.7 ± 256.12	12.51 ± 0.89 <sup>ab</sup>	0.106 ± 0.01
SE	1559.1 ± 277.57	12.18 ± 1.27 <sup>ab</sup>	0.086 ± 0.00

1-3) See Table 3

4) Catalase activities are expressed as nmole formaldehyde utilized as standard per mg protein

5) Superoxide dismutase(SOD) activities are expressed as units per minute per mg protein(1 unit inhibits the rate of reduction of cytochrome C by 50% in a coupled system with xanthine and xanthine oxidase at pH 7.8 and 25 °C in a 3.0ml reaction volume)

6) Glutathione peroxidase(GSH-Px) activities are expressed as units per minute per mg protein(1 unit catalyzes the oxidation by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> of 1.0 μmol of reduced glutathione to oxidized glutathione per min at pH 7.0 and 25 °C)

쥐의 건분 및 에탄올 추출물을 첨가한 식이로 흰쥐를 4주간 사육하여 흰쥐의 성장, 혈장, 간, 변의 총 지방, 중성지방 및 총 cholesterol 농도와 혈장의 HDL-cholesterol 농도, 혈장과 간의 과산화지질 농도 및 적혈구와 간에서의 catalase, SOD, GSH-Px 활성을 측정하였다.

### 1. 흰쥐의 성장에 미치는 영향

식이 섭취량의 경우, 모든 산채류 실험군들이 대조군보다 낮았으며 그 중에서도 깻잎군들이 낮은 경향을 보였고, 반대로 식이 효율은 모두 대조군보다 높았으며 깻잎군들이 높은 경향을 보였다. 깻잎 건분군의 경우, 식이 섭취량이 낮았으나, 식이 효율은 높았는데, 이는 변 무게와 변으로의 지방 배설량이 적었던 것으로 미루어 보아 다른 실험군들에 비하여 지방을 비롯한 식이 성분들의 흡수가 많았던 데에 기인하는 것으로 보인다.

실험동물의 식이 효율은 각 산채류의 건분군과 에탄올 추

**Table 9.** Antioxidative enzyme activities of liver in rats fed the powdered dried plants and their ethanol extracts

Groups	Catalase <sup>4)</sup>	SOD <sup>5)</sup>	GSH-Px <sup>6)</sup>
N	<sup>1)</sup> 5774 ± 1141.33 <sup>N.S.3)</sup>	11.89 ± 10.97 <sup>b2)</sup>	0.313 ± 0.02 <sup>N.S.</sup>
CP	6450 ± 1136.89	31.20 ± 7.79 <sup>ab</sup>	0.363 ± 0.03
KP	6314 ± 1122.50	38.86 ± 3.59 <sup>a</sup>	0.363 ± 0.02
SP	6108 ± 1031.10	37.51 ± 14.06 <sup>ab</sup>	0.359 ± 0.03
CE	5575 ± 1206.81	21.44 ± 3.90 <sup>ab</sup>	0.361 ± 0.02
KE	6128 ± 912.25	25.07 ± 5.16 <sup>ab</sup>	0.314 ± 0.02
SE	6077 ± 808.48	26.09 ± 6.22 <sup>ab</sup>	0.364 ± 0.01

1-3) See Table 3

4-6) See Table 8

출군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서, 건분과 에탄올 추출물간의 차이는 식이 섭취량, 체중 증가량, 식이 효율에 크게 영향을 끼치지 않는다고 볼 수 있다.

### 2. 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향

깻잎, 숙, 참취의 건분 및 에탄올 추출물 첨가 식이 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험동물의 혈장, 간, 변의 총 지방, 중성지방 및 총 cholesterol과 혈장의 HDL-cholesterol 농도를 측정하였다.

혈장의 총 지방과 중성지방, 총 cholesterol 수준에서는 깻잎 건분군이 대조군보다도 높은 수치를 보였고, 깻잎군의 경우 건분군과 에탄올 추출군 사이에도 유의적인 차이를 보여, 건분군이 에탄올 추출군에 비하여 중성지방과 총 cholesterol 농도가 더 높았다. 깻잎군의 이러한 경향은 간 지방 대사에서도 나타났는데, 깻잎 건분군은 간의 총 지방과 중성지방 농도가 대조군과 에탄올 추출군보다 높은 경향을 보였다. 이처럼 깻잎 건분군이 식이 섭취량이 가장 적었는데에도 불구하고 혈장과 간의 지방 농도가 가장 높았던 것은 깻잎의 식이섬유와 flavonoids 함량이 상대적으로 낮아 변으로의 지방 배설이 적었던 데에 기인하는 것으로 보인다. Flavonoid류를 포함하는 다양한 polyphenol류가 지방 대사에 미치는 영향에 대한 연구는 광범위하게 이루어지지 않았으나, 몇몇 polyphenol류의 지방 대사 개선 효과가 알려졌다. 수용성 polyphenol류와 농축된 tannin류가 변으로의 지방 배설량을 늘리며<sup>47)</sup> grape tannin류,<sup>47)</sup> tannic acid,<sup>48)</sup> tea catechin류<sup>49)</sup>를 포함한 식이를 섭취한 동물실험에서 hypocholesterolemic 효과가 있었다. 이러한 효과는 polyphenol류가 말초조직으로부터 간으로 cholesterol의 이동을 증가시키고 장에서 콜레스테롤의 흡수를 감소시키며 bile acid 배설을 증가시키기 때문<sup>48)49)</sup>이라고 추정되고 있다. 그러나, 정확한 기전은 아직 알려져 있지 않다.

참취 건분군의 경우 변으로의 지방 배설량이 유의적으로



높았고 혈장과 간의 총 지방과 총 cholesterol 농도가 대조군보다 낮은 경향을 보였다. 이것은 참취의 식이 섬유 함량이 높아서 변으로의 지방 배설량을 늘려주고 지방 흡수를 방해하기 때문으로 보인다. 참취의 건분군과 에탄올 추출군 사이의 비교에서는 건분군의 변으로의 지방 배설이 유의적으로 높은 경향을 보였다.

썩균의 경우, 참취군보다는 덜했지만, 대조군보다는 혈중 지방 농도가 낮고 변으로의 지방 배설량이 높았다. 썩균의 식이 섬유와 flavonoids 함량이 참취군보다 더 높았던 것으로 미루어 볼 때, 식이 섬유와 flavonoid류의 종류와 함량에 따라 지방대사에 미치는 영향이 다른 것으로 보인다. 소화기관에서 영양소의 흡수 억제에는 수용성 식이 섬유가 불용성 식이 섬유에 비하여 그 효과가 더 크다.<sup>60)</sup>

에탄올 추출군들의 경우 flavonoids 함량이 가장 많았던 썩 에탄올 추출군의 혈장 총 지방, 총 cholesterol 수준이 가장 낮았으며, 변으로의 총 cholesterol 배설량은 가장 많았다.

세가지 산채류 모두에서 에탄올 추출군 보다는 건분군이 변으로의 지방 배설량이 많았는데 이것은 건분군의 식이 섬유 함량이 높았던 데에 기인한 것으로 보이며, 에탄올 추출군들 중 flavonoids 함량이 가장 낮았던 썩 에탄올 추출군의 혈장 총 cholesterol 수준이 가장 낮았던 것으로 미루어 보아 flavonoid류가 혈액에서 총 cholesterol 농도를 저하시키는 효과가 있음을 본 실험에서도 알 수 있었다.

### 3. 흰쥐의 항산화능에 미치는 영향

Flavonoid류가 과산화지질 생성을 억제하는 기전은 두가지로 생각해 볼 수 있는데, 하나는 항산화 효소의 활성을 증진시키는 효소적 방법이고 또 하나는 비효소적 방법이다.<sup>4)</sup> 비효소적 방법의 경우 flavonoid류는 free radical damage를 촉진하는 free 상태의 Fe, Cu ion과 안정적인 금속이온 복합체를 형성하거나<sup>51)</sup> superoxide anion,<sup>52)</sup> hydroxyl radical,<sup>53)</sup> peroxy radical<sup>54)</sup>과 같은 자유기들을 자신이 직접 scavenging함으로써 항산화 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 후자의 경우, flavonoid류는 자신의 phenolic hydrogen을 자유기에 제공하고 자신은 flavonoids radical을 형성한 후 다른 자유기들과 반응함으로써 자유기의 연쇄 반응을 멈추게 하는 것으로 생각된다.<sup>55)</sup>

Flavonoid류와 항산화 비타민들은 상호 복합적으로 과산화지질 생성을 억제한다고 알려져 있다. 다른 자유기를 환원시키면서 산화된 flavonoid류를 ascorbic acid가 환원시켜 주며,<sup>56)</sup> CuCl<sub>2</sub>에 의해 LDL을 산화시킬 때 flavonoid류를 medium에 첨가하면 비타민 E가 소비되는 것을 지연시키면서 LDL의 산화를 억제한다<sup>57)</sup> 것으로 보아 flavono-

id류와 항산화 비타민들의 작용은 상호 보완적임을 알 수 있다. 또한 flavonoid류나 항산화 비타민 등이 존재할 경우 이들이 항산화 효소의 기능을 대체하여 자유기들을 직접 scavenge함으로써 항산화 효소의 활성은 증가되지 않는다는 보고<sup>58)</sup>도 있다. 그러나, 항산화 효소의 활성이 저하되거나 항산화 물질이 부족한 경우에는 자유기를 제거하는 능력이 감소하고 이렇게 남은 자유기들은 불포화 이중 결합을 파괴하고 aldehyde, dialdehyde, short-chain hydrocarbon을 생성하는 연쇄반응을 개시하여 각 조직에 과산화지질을 축적시키게 된다.<sup>59)</sup>

본 실험에서 혈장의 과산화지질 생성량은 모든 산채류 실험군들이 대조군보다 유의적으로 낮았고, 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출물군 간에는 유의적인 차이가 없었다. 간의 과산화지질 수준도 산채류 실험군들 모두 대조군보다 낮은 경향을 보였고 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군 사이에 유의적인 차이가 없었다. 즉, 껌, 씹, 참취의 건분과 그의 에탄올 추출물들이 혈장과 간에서 과산화지질 생성을 억제하는 효과가 있었고, 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군 사이에는 별 차이가 나타나지 않은 것으로 보아, 이 세가지 산채류에서 과산화지질 생성을 낮추는 물질은 주로 에탄올에 녹는 물질인 것으로 생각된다. 간에서는 건분군들 중에서도 썩 건분군의 과산화지질 생성이 가장 적었고, 에탄올 추출군들 중에서는 참취 에탄올 추출군의 과산화지질 생성이 가장 적었다. 이는 썩과 참취의 total flavonoids 함량이 껌에 비하여 높으므로 flavonoid류가 과산화지질 생성을 효과적으로 억제한 것으로 보인다. 다양한 종류의 flavonoid류가 과산화지질 생성을 억제하는 것이 많은 연구들에서 보여졌는데, Maridonneau-Parini 등<sup>60)</sup>의 연구에서는 적혈구에 산화적 손상을 가하였을 때 flavonoid류의 일종인 naringin이 적혈구 막에서 지질의 과산화를 효과적으로 억제하였고, 손 등<sup>61)</sup>의 선행 연구에서도 역시 naringin이 혈장에서 과산화지질 생성을 억제하였으며, Jadwiga 등<sup>62)</sup>의 연구에서는 flavonoid류의 일종인 quercetin과 myricetin이 흰쥐의 간에서 microsome에 의한 과산화지질 생성을 억제하였다고 보고하였다.

적혈구 항산화 효소의 결과를 보면, catalase와 GSH-Px의 활성은 모든 실험군들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 적혈구 SOD의 경우 가장 높은 활성을 보인 참취 건분군이 가장 낮은 활성을 보인 껌 건분군에 비하여 유의적으로 높았다. 참취 건분에는 total flavonoids와 비타민 A의 함량이 높은 편이었고, 비타민 C와 비타민 E의 함량은 가장 적었다. 따라서, 적혈구에서는 참취 내의 total flavonoids를 비롯한 비타민 A 등의 항산화 물질들이 SOD의

활성을 높여 준 것으로 보인다. Bratislavske 등<sup>68)</sup>은 건강한 사람의 혈액에서 비타민 A, C, E 및  $\beta$ -carotene 수준, 항산화 효소인 catalase, SOD, GSH-Px의 활성, 과산화지질 수준 간에 직접 또는 간접적인 관계가 있음을 보고하였는데 특히 비타민 E, 과산화지질, GSH-Px, SOD 간에는 상호 보완적인 항산화 효과가 있다고 하였다.

간 항산화 효소의 경우, 적혈구에서와 마찬가지로 SOD의 활성에서만 유의적인 차이를 보여 가장 높은 값을 보인 깻잎 건분군이 가장 낮은 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 모든 산채류 실험군들이 대조군보다 높은 경향을 보였으며 특히 건분군들이 에탄올 추출군들에 비하여 더 높은 경향을 보였다. 산채류군들은 대조군에 비하여 flavonoids, 항산화 비타민 등의 함량이 매우 높으며 각 건분군과 에탄올 추출군을 비교시 건분에 이들 항산화 물질들의 농도가 더 높으므로 간에서도 이들 항산화 물질들이 SOD의 활성을 증진시킨다는 것을 알 수 있다. 항산화 효소 중에는 SOD가 산채류 섭취로 인한 활성 증가에 가장 예민하게 반응하여 특히 간에서의 SOD 활성은 모든 산채류의 건분군과 에탄올 추출군에서 증가하였고 그중 건분군들에서 더욱 증가하였다.

위의 결과들에서 혈장과 간의 과산화지질 수준 저하에는 모든 산채류의 건분과 에탄올 추출물이 효과가 있었는데 특히 혈액에서의 과산화지질 저하 효과가 간에서의 저하 효과에 비하여 컸다. 혈액에서의 SOD 활성은 대조군에 비하여 큰 차이가 없었으나 혈장 과산화지질 수준은 모든 산채류의 건분과 에탄올 추출군들이 대조군에 비하여 현저하게 낮은 것으로 보아 혈액에서는 항산화 효소의 항산화 작용보다는 산채류 내의 flavonoids와 항산화 비타민 등의 항산화 물질이 직접적으로 자유기를 scavenge함으로써 과산화지질을 낮추어 주는 것으로 생각된다. 그러나 간에서는 모든 산채류의 건분군과 에탄올 추출군들의 SOD 활성이 대조군에 비하여 현저히 높았고 특히 건분군들에서 더욱 증가하였으나 간의 과산화지질 수준은 대조군에 비하여 큰 차이가 없는 것으로 보아 산채류 내의 flavonoids와 항산화 비타민을 비롯한 항산화 물질들은 항산화 효소의 활성을 증진시키고 동시에 직접적으로도 자유기를 scavenge하는 것으로 보인다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 국내에서 상용되는 산채류 중에 깻잎, 쑥, 참취가 흰쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향을 조사하고 이러한 효과를 갖는 성분들이 에탄올에 녹는 것인지를 알아보고자 하였다. 지방대사에 미치는 영향을 알아보기 위

하여 혈장의 총 지방, 중성지방, 총 cholesterol 및 HDL-cholesterol 농도와 간의 총 지방, 중성지방 및 총 cholesterol 농도, 변의 총 지방, 중성지방 및 총 cholesterol 배설량을 측정하였으며, 항산화능을 알아보기 위하여 혈장과 간의 thiobarbituric acid reactive substance(TBARS) 농도와 적혈구와 간의 catalase, SOD 및 GSH-Px의 활성을 측정하였다.

세가지 산채류들의 건분 내 total flavonoids 함량은 쑥(48.15mg/g plant powder), 참취(41.85mg/g plant powder), 깻잎(12.57mg/g plant powder)의 순으로 높았고 에탄올 추출물에서는 쑥(7.32mg/g plant powder), 참취(6.51mg/g plant powder), 깻잎(1.60mg/g plant powder)의 순이었다. 비타민 A와 비타민 C의 함량은 깻잎(비타민 A는 1553.0R.E/100g, 비타민 C는 75.75mg/100g)이, 비타민 E의 함량은 쑥(4.51 $\alpha$ -TE/100g)이 가장 많았다.

식이 섭취량은 대조군과 참취 건분군이 제일 높았으며 깻잎 건분군이 가장 낮은 결과를 보였으나 나머지군들 간에는 유의적인 차이가 없었다. 각 건분군과 에탄올 추출군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 체중 증가량의 경우에는 모든 실험군들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나, 식이 효율의 경우, 식이 섭취량이 가장 적었던 깻잎 건분군이 가장 높았는데 깻잎 건분군은 변으로의 지방 배설량이 적은 편이었고 특히 총 cholesterol 배설량은 가장 적었다.

혈장의 총 지방 수준은 깻잎 건분군을 제외한 모든 산채류 실험군들이, 중성지방 수준은 깻잎 건분군과 참취 건분군을 제외한 모든 산채류 실험군들이 대조군에 비하여 낮은 경향을 보였다. 총 cholesterol 수준은 깻잎군을 제외한 쑥과 참취군들이 대조군보다 유의적으로 낮았다. 특히, 건분군 중에는 참취 건분군이, 에탄올 추출군 중에는 쑥 에탄올 추출군이 가장 낮은 혈장 총 지방과 총 cholesterol 수준을 보였다. 깻잎군의 경우 건분군과 에탄올 추출군 사이에도 유의적인 차이를 보여, 건분군이 에탄올 추출군에 비하여 더 높은 중성지방, 총 cholesterol 농도를 보였다. 깻잎군의 이러한 경향은 간 지방 수준에서도 나타났는데, 깻잎 건분군은 간의 총 지방과 중성지방 농도가 대조군보다도 높은 경향을 보였고, 건분군이 에탄올 추출군보다 높은 경향을 보였다. 그러나, 참취와 쑥의 건분군은 간 지방 저하 효과가 있었다.

혈장과 간의 과산화지질 생성 수준을 보면, 대조군에 비하여 모든 산채류 건분군들과 에탄올 추출군들의 과산화지질 농도가 낮았고, 각 산채류 별로 건분군과 에탄올 추출군을 비교하였을 때에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이와 같이 산채류의 건분과 에탄올 추출물의 섭취는 혈장과 간의 과산화지질 수준을 낮추어 주었다.

적혈구와 간의 항산화 효소중 catalase와 GSH-Px의 활성은 모든 실험군들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나, SOD의 활성은 실험군들 간에 차이를 보여, 적혈구에서는 껌 건분군을 제외하고는 모두 대조군보다 높았고, 그중 참취 건분군이 가장 높았다. 간의 SOD 활성은 모든 산채류의 건분군들과 에탄올 추출군들이 대조군보다 높았는데, 그중 껌 건분군이 가장 높았다. 적혈구와 간 모두에서 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군 사이에는 유의적인 차이가 없었다.

위의 결과들을 종합하여 볼 때, 참취 건분군은 혈액과 간의 지방 수준을 낮추는데 효과가 가장 커서 혈액에서는 총 지방, 총 cholesterol, 간에서는 총 지방, 중성지방 및 총 cholesterol을 낮추어 주었다. 그러나 변으로의 총 cholesterol 배설량이 가장 적었던 껌 건분군은 대조군에 비해서 혈액과 간의 지방 수준이 높았다. 혈장과 간의 과산화지질 수준 저하에는 모든 산채류의 건분군과 에탄올 추출군의 효과가 있었는데 특히 혈액에서의 과산화지질 저하효과가 간에서의 저하효과에 비하여 컸다. 항산화 효소중에는 SOD가 산채류 섭취에 가장 예민하게 반응하여 특히 간에서의 SOD 활성은 모든 산채류의 건분군과 에탄올 추출군에서 증가하였고, 그중 건분군들에서 더욱 증가하였다. 각 산채류의 건분군과 에탄올 추출군의 효과를 비교하였을 때에는 지방 대사에서는 건분군의 효과가 에탄올 추출군의 효과보다 좋아 식이 섬유가 지방 대사에 미치는 영향이 큼을 알 수 있었다. 그러나, 항산화 효과는 건분과 에탄올 추출물간에 큰 차이가 없어서, 에탄올 추출물도 항산화 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

#### ■ 감사의 글

본 연구에 필요한 건분 및 에탄올 추출물 시료를 제조하여 주신 한국식품개발연구원 한대석 박사님께 심심한 감사를 표합니다.

#### Literature cited

- Lee HS. Dietary fiber intake of Korea. *J Korean Soc Food Sci Nut* 25(2): 540-548, 1997
- Korea statistical yearbook. National statistical office, Republic of Korea, pp.20-39, 1996
- Barry H. Free radicals, antioxidants, and human disease: Curiosity, cause, or consequence? *Lancet* 344: 721-724, 1994
- Sokol RJ, Vitamin E. In: Ekhard EZ, Filler LJ, ed. Present knowledge in nutrition 7th Edition, pp.132, ILSI Press. Washington DC, 1996
- Harris ED. Regulation of antioxidant enzymes. *J Nur* 122: 625-626, 1992
- Laura B. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 56(11): 317-333, 1998
- Middleton EJ. Biological properties of plant flavonoids: An overview. *Int J Pharmacog* 34(5): 344-348, 1996
- Cook NC, Samman S. Flavonoids-chemistry, metabolism, cardio-protective effects, and dietary sources. *Nutr Biochem* 7: 66-76, 1996
- Mora A, Paya M, Rios JL, Alcaraz MJ. Structure-activity relationships of polymethoxyflavones and other flavonoids as inhibitors of non-enzymic lipid peroxidation. *Biochem Pharmacol* 40: 793-797, 1990
- Rafat HS, Josiane C, Pierre C. Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochem* 26: 2489-2491, 1987
- Kana I, Tojiro T, Yoko T, Nobuji N, Junji T. Antioxidative activity of quercetin and quercetin monoglucosides in solution and phospholipid bilayers. *Biochimica et Biophysica Acta* 1234: 99-104, 1995
- Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 20: 2379, 1992
- Bilyk A, Sapers GM. Distribution of quercetin and kaempferol in lettuce, kale, chive, garlic chive, leek, horseradish, red radish, and red cabbage tissues. *J Agric Food Chem* 33: 226, 1985
- Kim YD, Yang WM. Research on component of wild plant. *Korean J Food Sci Technol* 15(4): 10-16, 1991
- Kim TJ. Natural plant resources in Korea, Seoul National University Press, 1996
- Ohaba T, Haseo T, Akita O, Yamamoto Y. A liqueur using the extract of *Perilla ocimoides* var. *Crispa*. *J Brewing Soc Japan* 80: 287, 1985
- Park KY, Lee KI, Lee SH. Antimutagenic effects and inhibitory effects in development of AZ-521 gastric tumor cell in green and yellow vegetables. *Korean J Nutr* 21(2): 149-153, 1992
- Lee KI, Rhee SK, Park KY, Kim JO. Antimutagenic compounds identified from perilla leaf. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 302-307, 1992
- Toyoda M, Tanak K, Hoshino K, Akiyama H, Tanimura A, Saito Y. Profiles of potentially antiallergic flavonoids in 27 kinds of health tea and green tea infusions. *J Agric Food Chem* 45(7): 2561-2564, 1997
- Tada M, Matsumoto R, Yamaguchi H, Chiba K. Novel antioxidants isolated from *Perilla frutescens* Britton var. *crisp*(Thunb.). *Biosci Biotech Biochem* 60(8): 1093-1095, 1996
- Yamazaki M, Gong Z, Saito K. Differential display of specifically expressed genes for anthocyanin biosynthesis in *Perilla frutescens*. *Beitr Zuechtungsforsch* 2(1): 315-318, 1996
- Vostrowsky O, Michaelis K, Ihm H, Knobloch K. Essential oil of *Artemisia abrotanum*. *Zeitschrift Fuer Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 179(2): 125, 1984
- Moran A, Montero MJ, Martin ML, San Roman L. Pharmacological screening and antimicrobial activity of the essential oil of *Artemisia caerulescens* subsp. *gallica*. *J Ethnopharmacology* 26: 197-203, 1989
- Komiya T, Sukui MT, Oshio H. Capillarisin, a constituent from *Artemisia capillaris*. *Herba Chem Pharm Bull* 23: 1387-1388, 1975
- Al-Waili NS. Treatment of diabetes mellitus by *Artemisia herba alba* extract: Preliminary study. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 13(7): 569-573, 1986
- Twajj HA, Badr AA. Hypoglycemic activity of *Artemisia herba alba*. *J Ethnopharmacol* 24: 123-126, 1988
- Kimura Y, Okuda H, Okuda T, Hatano T, Agat I, Arichi S. Studies on the activities of tannins and related compounds from medicinal plants and drug. Effects of extracts of leaves of *Artemisia*, Species and caffeic acid and chlorogenic acid on lipid metabolic injury in rats fed peroxidized oil. *Chem Pharm Bull* 33(5): 2028-2034, 1985
- 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 Nut* 26(2): 300-307, 1997
- Park JR, Park JC, Choi SH. Screening and characterization of anticholesterogenic substances from food plant extracts. *J Korean Soc Food Sci Nut* 26(2): 236-241, 1997
- Park JA. Effects of Korean native plant diet on lipid metabolism, antioxidative capacities and Cd detoxification in rats. Thesis for master's

- degree, Ewha Womans University, 1997
- 31) Park JR, Parj JC, Choi SH. Detection and separation of cholesterol synthesis inhibitors from edible plant extracts. *Korean Food Nutr Sci Technol* 26(2): 236-241, 1997
  - 32) Han BJ, Lee SW, Shin HK. Effects of edible herbs on the growth of *In Vitro* intestinal microorganism. *Korean J Nutr* 27(7): 717-728, 1994
  - 33) 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
  - 34) Nills HJCF. Isocratic nonaqueous reversed-phase liquid chromatography of carotenoids. *Anal Chem* 55: 270-275, 1983
  - 35) The guide to hygienic experimental method. Japan Drug Association. Kumwon Press, Japan, 1995
  - 36) Official methods of analysis. 16th Ed. AOAC international USA, 1995
  - 37) 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
  - 38) 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
  - 39) Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917, 1959
  - 40) Yagi K. Assay for blood plasma or serum. Method in enzymology. *Academic Press Inc* 105: 328-331, 1984
  - 41) 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
  - 42) Johansson LH, Hakan BLA. A spectrophotometric method for determination of catalase activity in small tissue samples. *Analytical Biochem* 174: 331-336, 1988
  - 43) Flohe 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
  - 44) Paglia DE, Valentine WN. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J Lab Clin Med* 70(1): 158-169, 1967
  - 45) Flohe L, Gunzler WA. Assays of glutathione peroxidase. Methods in enzymology. *Academic Press Inc Vol* 105: 114-126, 1984
  - 46) Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275, 1951
  - 47) 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: 2451-2457, 1994
  - 48) Yugari T, Tan BKH, Das NP. The effects of tannic acid on serum and liver lipids of RAIF and RICO rats fed on high fat diet. *Comp Biochem Physiol* 104: 339-343, 1993
  - 49) Muramatsu K, Fukuyu M, Hara Y. Effects of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 32: 613-622, 1986
  - 50) Kim MK, Lee HJ. Retarding effect of dietary fibers isolated from persimmon peels and jujubes on *in vitro* glucose, bile acid, and cadmium transport. *Korean J Nutr* 31(4): 809-822, 1998
  - 51) 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
  - 52) Jadwiga R, Ryszard JG. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochem Pharmacol* 37: 837-841, 1988
  - 53) Husain SR, Cillard J, Cillard P. Hydroxy radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochem* 26: 2489-2491, 1987
  - 54) Torel J, Cillard J, Cillard P. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochem* 25: 383-385, 1986
  - 55) Jadwiga R, Ryszard J, Gryglewski. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochem Pharmacol* 37: 837-841, 1988
  - 56) Umeo T. Inhibition of lipoygenase-dependent lipid peroxidation by quercetin: Mechanism of antioxidative function. *Phytochem* 24: 1443-1446, 1985
  - 57) Marta V, Coral B, Bartolome B, Victoria BM, Mario C, Vitoria F, Emilio H. In vitro effects of a flavonoid-rich extract on LDL oxidation. *Atherosclerosis* 123: 83-91, 1996
  - 58) Shirley RB, Lynnard S, James A, Elaine VK. Effects of  $\beta$ -carotene and retinyl palmitate on corn oil-induced superoxide dismutase and catalase in rats. *J Nutr* 118: 152-158, 1988
  - 59) Mary RL, Keith DY, Joyce LBR. Dietary(n-3) fatty acids affects rat heart, liver and aorta protective enzyme activities and lipid peroxidation. *J Nutr* 121: 1331-1340, 1991
  - 60) Maridonneau-Parini I, Braquet P, Garay RP. Heterogenous effect of flavonoids on  $K^+$  loss and lipid peroxidation induced by oxygen-free radical in human red cells. *Pharmacol Res Comm* 18: 61-72, 1986
  - 61) Sohn JS, Kim MK. Effects of hesperidin and naringin on antioxidative capacity in the rat. *Korean J Nutr* 31(4): 687-696, 1998
  - 62) Jadwiga R, Ryszard JG. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochem Pharmacol* 37: 837-841, 1988
  - 63) Bratislavsk LL. Relation between levels of vitamins C, E, A and  $\beta$ -carotene and activity of antioxidant enzymes in the blood. *Bratislavsk Lekarske Listy* 99(5): 250-254, 1998