

고지질이 유발된 흰쥐에서 버섯된장 추출물의 Hypolipidemic 효과

양병근 · 박준보 · 하상오¹ · 김기영¹ · 금교혁¹ · 박건영² · 윤종원 · 송치현*
대구대학교 생물공학과, ¹비봉물산, ²부산대학교 식품영양학과

Hypolipidemic Effect of Extracts of Soybean Paste Containing Mycelia of Mushrooms in Hyperlipidemic Rats. Yang, Byung-Keun, Jun-Bo Park, Sang-O Ha¹, Ki-Young Kim¹, Kyo-Hyeok Kym¹, Kun-Young Park², Jong-Won Yun, and Chi-Hyun Song*. Department of Biotechnology, Taegu University, Kyungsan, Kyungbuk 712-714, Korea, ¹BeeBong Co., 783-4, Yugogri, Yugamyun, Dalsunggun, Taegu 711-880, Korea, ²Department of Food Science & Nutrition, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea – The hypolipidemic effects of soybean paste containing mycelia of *Phellinus linteus*, *Cordyceps militaris*, *Ganoderma lucidum* were evaluated in hyperlipidemic rats. Body weight of the rats fed with soybean paste containing mycelia of *Ganoderma lucidum* (ESG) were significantly lower than control group whereas, there was no significant difference in body weight in other diet groups. Food intake, food efficiency ratio, and liver and kidney weights were not significantly different among the diet groups examined. However, the spleen weight of ESG group was markedly lower than other groups. Significant decreases in serum total cholesterol, LDL-cholesterol and liver total cholesterol were also observed in all diet groups tested. All groups fed with soybean paste containing mycelia of mushroom were almost equally effective in increasing plasma HDL level and decreasing the atherogenic index, whereas the ratio of HDL to total cholesterol was significantly increased in all experimental diet groups.

Key words: *Cordyceps militaris*, *Ganoderma lucidum*, *Phellinus linteus*, hypolipidemic effect, soybean paste

된장은 옛날부터 우리나라 국민들의 식생활에서 빠질 수 없는 대표적인 발효식품으로, 현재 여러 가지 기능성에 대한 과학적인 연구가 행해지고 있는데, 항암 효과[16], 항돌연변이 효과[18], 항혈전펩타이드 탐색[22] 등을 들 수 있다. 된장에는 아미노산 조성이 우수한 양질의 단백질이 포함되어 있을 뿐만 아니라 지방 성분으로는 대부분 불포화 지방산 형태로 cholesterol 함유량이 낮으므로 동물성 지방질과는 달리 동맥경화나 심장질환 등을 유발할 염려가 없다. 오히려 linolenic acid 등은 체내에 cholesterol이 축적되는 것을 방지하고 혈액의 흐름을 원활히 하는 역할을 한다고 보고되었다[5,17].

버섯은 담자균류에 속하는 미생물로서 전통적으로 식용이나 약용 등으로 널리 이용되어 왔으며, 약용 식물과 더불어 민간요법이나 한방의약에 주로 쓰이는 것 중의 하나가 담자균류인 버섯이다. 일반적으로 알려진 버섯의 약리학적 특성은 최근의 연구 결과에 의하면 cholesterol 저하, 혈압저하[10] 및 혈당강하[8] 등의 효과가 있는 것으로 보고되었다.

최근 식생활의 서구화로 고지혈증, 동맥경화증, 심근경색증 및 뇌혈전증 등 심장순환기계 질환으로 인한 사망률이 증가하고 있는 추세이므로 이의 치료와 예방을 위하여 혈

액 중 cholesterol과 중성지방 농도 및 지단백질 조성을 효과적으로 조절할 수 있는 식품 및 의약품에 관한 연구가 많이 수행되고 있다[1,9,19]. 고지혈증, 동맥경화증 및 혈전증 등 심장순환기계질환의 유발 인자로서는 여러 가지 복합적인 인자가 있으나 그 중에서도 혈액 중의 cholesterol 농도가 주요한 인자로 알려져 있으며, 중성지방 농도 및 지단백 등이 지적되고 있다[15,21].

이에 본 연구는 버섯 균사체가 함유된 된장 추출물이 체내 지질대사에 미치는 영향을 규명하고자 고지방식이 섭취로 고지혈증을 유도한 흰쥐에 버섯 균사체가 함유된 된장 추출물을 급여함으로써 고지방 식이로 인한 체내 지질 함량 변화에 미치는 영향을 살펴보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용된 콩은 농산물유통공사에서 구입한 것으로 지름 6.3~6.5 mm, 길이 7.6~8.0 mm 범위의 국산콩을 사용하였으며, 사용된 소금은 염도 88%의 꽃소금을 재래시장에서 구입하여 사용하였다. 동충하초(*Cordyceps militaris*), 상항버섯(*Phellinus linteus*), 영지버섯(*Ganoderma lucidum*) 균주는 본 연구실에서 보관하고 있는 균주를 사용하였으며, 균사체 성장 배지로는 potato dextrose broth(Difco, Co.)를 사용하여, 26°C, pH 5의 조건에서 10일간 진탕배양하여

*Corresponding author

Tel. 82-53-850-6555, Fax 82-53-850-6559

E-mail: chsong@biho.taegu.ac.kr

사용하였다.

버섯된장의 제조

콩을 깨끗한 물로 2번 씻어 낸 다음 8시간 동안 침지하여 충분히 불린 후 버섯이 자랄 수 있는 수분 함량을 맞추기 위하여 3시간 동안 탈수과정을 거친 다음 121°C에서 1시간 동안 멸균하였다. 멸균한 콩을 저온 창고에서 급속히 냉각한 다음, 동충하초, 상황버섯, 영지버섯 균사체 액체배양 중균을 10%(v/w)씩 콩에 접종하여 26~27°C에서 20일간 배양하였다. 배양이 완료된 코오지를 45°C에서 24시간 건조한 다음 소금물과 혼합하여 최종 염도 12%가 되게 조정한 후 6개월 동안 18°C에서 장기 숙성시켜 동충하초, 상황버섯, 영지버섯 균사체 함유 된장을 제조하였다.

시료의 추출 및 조제

각 시료를 동결건조한 후, 건조중량의 50배 증류수를 넣고, 열수추출 후 원심분리(10,477 × g/20분)하여 상등액에 4배의 에탄올을 첨가하여 4°C에서 24시간 방치한 후 다시 원심분리(10,477 × g/20분)하여 상등액은 버리고, 침전물을 동결건조하여 시료로 사용하였다.

실험동물 및 식이

체중이 100-120 g인 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 구입(한국 화학 연구소)하여 22 ± 0.5°C, 습도 55 ± 5%, 12시간의 명암 사이클을 유지하는 사육실에서 stainless steel cage에 1마리씩 분리하여 일주일간 실험실 환경에 적응시킨 후 본 실험에 들어갔다. 실험군을 대조군과 버섯된장 추출물 투여군으로 나누었다(Table 1). 실험기간동안 물과 식이는 자유롭게 섭취케 하였고, 실험식은 cholesterol을 0.4% 첨가한 AIN-76[20] 식이로 사육하였으며, 식이 조성은 Table 2와 같다.

처음 2주 동안은 고지혈증을 유발하기 위해 고지혈증 유발 식이를 먹인 후 체중에 따라 4 군으로 나누었으며, 나머지 2주는 같은 식이를 공급하면서 saline(대조군)과 버섯된장 추출물을 매일 체중 kg당 100 mg을 경구투여하였다. 실험동물의 체중은 오전의 일정한 시간에 매일 측정하였으며, 식이 섭취량은 각 실험군별로 체중 측정 직전에 잔량을 수거하여 측정하였다.

채혈, 혈청 및 장기분리

사육이 끝난 실험동물은 희생시키기 12시간 전부터 절식시키고 물만 공급하였으며, ether로 마취하여 복부대동맥으로부터 주사기로 채혈한 혈액은 4°C에서 원심분리(1,110 × g/15분)하여 혈청으로 사용하였다. 간장, 신장 및 비장의 무게는 복부 절단한 실험동물로부터 각 장기를 적출해서 지방 및 결합조직을 제거한 후 생리식염수(0.9% NaCl)로 세척하고 여지로 수분을 제거한 후 무게를 측정하였다.

혈청 지질분석

혈청 중의 총 cholesterol, high-density lipoprotein (HDL) cholesterol, triglyceride 함량은 측정 kit (Sigma)를 이용한 효소법에 의해 측정하였으며, low-density lipoprotein (LDL) cholesterol 함량은 [총 cholesterol-HDL cholesterol-(triglyceride/5)]의 식에 의해 계산하였다. 심혈관계질환의 위험도 판정에 사용되는 요인으로는 동맥경화지수(atherogenic index), 즉 (total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol 공식을, 총 cholesterol중의 HDL cholesterol 농도비는 HDL cholesterol/total cholesterol를 사용하였다.

간장 지질분석

간장 중 총 cholesterol은 Folch 법[6]으로 추출하였다. 즉, 적출된 간조직은 무게 측정 후 0.9% NaCl 용매를 첨가하여 homogenizer로 균질화한 후 일정액을 취한 다음 CHCl₃-MeOH (2:1, v/v) 용매를 첨가하고 원심분리(490 × g/10분)하여, 상층액은 제거하고 하층액을 일정량 취한 후 N₂ gas로 건조시켰다. 건조된 시료를 CHCl₃로 용해시켜,

Table 2. Composition of high fat diet

Ingredient	Composition (%)
Casein	20.0
Dextrin	9.6
Sucrose	50.0
Lard	9.0
Soybean oil	5.0
AIN-mineral mix*	4.0
AIN-vitamin mix*	1.0
Cholesterol	0.4
α-cellulose	1.0

*Mineral and vitamin mixture(g/kg mix.) according to AIN-76

Table 1. Classification of experimental groups

Group	Administration (100 mg/kg body weight)
Control	0.9% NaCl
ESP	Extract of soybean paste containing mycelia of <i>Phellinus linteus</i>
ESG	Extract of soybean paste containing mycelia of <i>Ganoderma lucidum</i>
ESC	Extract of soybean paste containing mycelia of <i>Cordyceps militaris</i>

triton X-100으로 처리한 후 serum cholesterol의 경우와 동일한 방법으로 측정하였다.

통계처리

본 실험 결과들은 SPSS(statistical package of social science) program을 이용하여 분석, 비교하였다. 각 결과들은 ANOVA(analysis of variance)분석을 통해 실험군 별로 평균(mean) ± 표준오차(S.E.)로 나타내었으며, 각 실험군 간의 평균치의 통계적 유의성은 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test[4]에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율

각종 버섯된장의 열수추출물을 고지질이 유발된 rats에 2주간 경구투여한 각 군의 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율은 Table 3과 같다. 체중 증가량에 있어서는 ESG군은 대조군에 비해 체중이 10%가 유의하게 감소하였으나, 다른 군들은 차이가 없었다. 식이 섭취량과 식이 효율은 대조군에 비해 버섯된장추출물 투여군들에 따른 유의적인 차이는 없었으나, ESG군이 다른 군에 비하여 다소 낮게 나타났다.

Kim 등[13]은 버섯류가 함유된 식이를 2주 동안 투여한 결과 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율에서 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였는데, 버섯된장 추출물들을 이용한 본 실험 결과에서는 버섯된장 추출물 투여군들 중에 ESG군이 식이 섭취량에서 다른 군과 유의차가 없음에도 불구하고 2주 후의 체중 증가량은 타군에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타나 ESG에는 체중 증가 억제효과가 있는 것으로 사료된다.

장기의 중량

실험에서 사용한 rat의 간, 신장 및 비장의 중량은 Table

Table 3. Effect of extracts of soybean paste containing mycelia of mushrooms on the growth parameters in hyperlipidemic rats for 2 weeks

Group ¹⁾	Food Intake (g/day) ³⁾	Weight gain (g/day) ³⁾	Food efficiency ratio ²⁾
Control	18.58 ± 0.47 ^{NS}	7.47 ± 0.13 ^{b)}	0.40
ESP	18.36 ± 0.48	7.32 ± 0.34 ^{b)}	0.40
ESG	17.42 ± 0.31	6.75 ± 0.15 ^{a)}	0.39
ESC	17.63 ± 0.46	7.35 ± 0.21 ^{b)}	0.42

¹⁾See Table 1

²⁾Weight gain/Food Intake

³⁾Values are means ± S.E. (n=7)

^{a,b)}Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

^{NS}Not significant

Table 4. Effect of extracts of soybean paste containing mycelia of mushrooms on the weights of the various organs in hyperlipidemic rats

Group ¹⁾	Liver (g) ²⁾	Kidney (g) ²⁾	Spleen (g) ²⁾
Control	14.2 ± 10.23 ^{NS}	2.21 ± 0.05 ^{NS}	0.59 ± 0.01 ^{b)}
ESP	14.60 ± 0.72	2.32 ± 0.08	0.59 ± 0.02 ^{b)}
ESG	14.09 ± 0.83	2.19 ± 0.07	0.53 ± 0.02 ^{a)}
ESC	15.05 ± 0.43	2.23 ± 0.06	0.57 ± 0.01 ^{a)b)}

¹⁾See Table 1

²⁾Values are means ± S.E. (n=7)

^{a,b)}Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

^{NS}Not significant

4와 같다. 간과 신장의 중량은 ESG군이 다른 군에 비해 다소 낮았으나, 유의차는 보이지 않았다. 비장의 중량은 대조군이나 다른 군에 비해 ESG군이 유의하게 낮게 나타났다. 이러한 본 실험의 결과는 Kim 등[14]이 보고한 고지방식이 흰쥐의 성장률에 미치는 영향조사에서 나타난 비장의 중량이 증가한다는 결과와는 차이가 있다. 일반적으로 비장은 림프구를 만들고 낡은 혈구를 파괴하는 장소이며, 비장의 크기는 필요에 따라서 매우 빈번하게 변한다고 한다[2]. 본 실험에서 버섯된장 추출물들의 경구투여로 비장의 무게가 감소된 결과에 대해서는 앞으로 연구되어야 할 것으로 사료된다.

혈청 총 cholesterol, HDL-cholesterol 농도 및 동맥경화지수

혈청 중의 총 cholesterol, HDL-cholesterol 농도와 그 비율 및 동맥경화지수를 Table 5에 나타내었다. 총 cholesterol 농도는 대조군에 비해 버섯된장 추출물 투여군들에서 유의하게 낮았으며, 특히 ESG군은 대조군에 비해 20%가 낮게 나타났다. 혈청 중 총 cholesterol은 고혈압, 동맥경화증, 폐쇄성 황달, 혈액병, 내분비 질환 등에서 상승하며 중요한 것은 심혈관계질환의 주된 원인이 되는 hyperlipidemia를 구성하는 주된 물질이다. 본 실험에서 나타난 혈청중의 총 cholesterol의 저하는 버섯된장 추출물의 투여에 의하여 지방 합성 또는 흡수를 억제하여 고지혈증 개선 효과를 나타내는 것으로 사료된다[11].

HDL-cholesterol의 농도는 유의적인 차이는 없었지만, 대조군에 비해 버섯된장 추출물 투여군들이 전반적으로 높게 나타났다. 혈청의 cholesterol 수준은 동맥경화나 심혈관계 질환과 밀접한 관계가 있으므로, 혈청 HDL-cholesterol의 증가는 동맥경화의 진행을 억제하거나 경감시키는 작용을 한다는 것은 잘 알려진 사실이다. 본 실험에서 버섯된장 추출물을 투여한 군들에서 HDL-cholesterol의 함량이 증가한 것은 *Codonopsis lanceolata* 열수 추출물을 이용한 Han 등[7]의 연구결과와 유사하였다.

Table 5. Effect of extracts of soybean paste containing mycelia of mushrooms on the total cholesterol, HDL-cholesterol, ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol and atherogenic index in serum in hyperlipidemia rats for 2 weeks

Group ¹⁾	Total cholesterol (mg/ml) ⁴⁾	HDL-cholesterol (mg/dl) ⁴⁾	HTR ²⁾ (%) ⁴⁾	Atherogenic index ³⁾
Control	71.76 ± 5.05 ^{b)}	18.54 ± 0.95 ^{NS}	32.59 ± 1.98 ^{a)}	2.87
ESP	60.81 ± 4.84 ^{a)}	21.66 ± 1.87	38.36 ± 5.65 ^{b)}	1.81
ESG	58.81 ± 3.56 ^{a)}	20.89 ± 2.21	42.92 ± 6.94 ^{b)}	1.81
ESC	60.01 ± 2.65 ^{a)}	21.06 ± 1.17	39.88 ± 2.85 ^{b)}	1.85

¹⁾See Table 1

²⁾HDL cholesterol/total cholesterol

³⁾(Total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol.

⁴⁾Values are means ± S.E. (n=7)

^{a,b)}Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

^{NS}Not significant

Table 6. Effect of extracts of soybean paste containing mycelia of mushrooms on the triglyceride, LDL-cholesterol in serum and liver total cholesterol in hyperlipidemic rats for 2 weeks

Group ¹⁾	Triglyceride (mg/dl) ³⁾	LDL-cholesterol (mg/dl) ³⁾	LTC ²⁾ (mg/g wet) ³⁾
Control	37.80 ± 4.23 ^{NS}	46.66 ± 5.11 ^{b)}	19.32 ± 0.72 ^{c)}
ESP	32.88 ± 1.92	32.58 ± 3.95 ^{a)}	17.71 ± 0.70 ^{b)}
ESG	30.72 ± 2.03	31.30 ± 2.63 ^{a)}	16.14 ± 0.97 ^{a)}
ESC	31.92 ± 2.50	32.57 ± 2.79 ^{a)}	17.94 ± 0.53 ^{b)}

¹⁾See Table 1

²⁾Total cholesterol in liver

³⁾Values are means ± S.E. (n=7)

^{a,b,c)}Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

^{NS}Not significant

총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 농도비는 버섯 된장 추출물 투여군들이 대조군에 비해 유의하게 높았고, 특히 ESG군이 대조군에 비해 35%가 높게 나타났다. 동맥 경화 지수도 대조군에 비해 버섯된장 추출물 투여군들이 낮게 나타났다. 총 cholesterol 중의 HDL-cholesterol이 차지하는 비율이 높아지는 것으로 보아 단순한 고지혈증 억제 작용 뿐만 아니라 관상동맥경화증을 비롯한 각종 동맥경화증을 예방할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

혈청 Triglyceride, LDL-cholesterol 및 간장 총 cholesterol 농도

혈청 중의 triglyceride, LDL-cholesterol 및 간장 총 cholesterol 농도를 Table 6에 나타내었다. 혈청 중 triglyceride 농도는 유의적인 차이는 없었으나, 대조군에 비해 버섯된장 추출물 투여군들이 다소 감소하였다. LDL-cholesterol 농도는 대조군에 비해 버섯된장 추출물 투여군들이 유의적으로 낮았고, ESG군이 대조군보다 33%가 낮게 나타났다. LDL-cholesterol은 혈중 cholesterol의 주된 운반형이며, 동맥벽이나 말초조직에 cholesterol 운반을 촉진시킴으로서 동맥경화를 촉진하는 인자이다. LDL-cholesterol 농도의 감소는 총

cholesterol 농도의 감소와 밀접한 관계가 있다[12].

간장에서 총 cholesterol 농도는 대조군에 비해 버섯된장 추출물 투여군들 모두가 유의적으로 감소하였고, 특히 ESG군이 대조군보다 17% 낮게 나타났다. 이는 버섯에 있는 β(1→3)-glucan이 간장에서 cholesterol 흡수를 억제하기 때문이다[3]. 본 실험의 버섯된장 추출물 투여군들에서 간장 총 cholesterol 농도가 낮아지는 것으로 보아 버섯된장 추출물에 특히 ESG에는 간장에서의 지질상승을 억제할 수 있는 성분이 존재할 것으로 사료되므로, 앞으로 버섯된장 추출물의 성분분석에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

버섯된장 추출물이 고지혈증에 미치는 영향을 알아보기 위하여 고지혈증이 유도된 흰쥐에 세 종류의 버섯된장 추출물을 경구투여한 후 혈청 및 간장에서의 지질 성분을 측정하였다. 그 결과 체중 증가량에 있어서 영지버섯 된장군(ESG)이 대조군에 비해 10%가 유의하게 낮았으나, 다른 군들은 차이가 없었다. 식이 섭취량, 식이 효율 및 간과 신장의 무게에 있어서는 버섯된장 추출물 투여군들이 대조군과 별다른 차이가 없었으나, 비장 무게는 ESG군이 다른 군에 비해 유의하게 낮았다. 혈청 총 cholesterol, LDL-cholesterol 및 간장 총 cholesterol 농도는 버섯된장 추출물 투여군 모두가 대조군에 비해 유의하게 낮았으며, 특히 ESG군이 대조군보다 혈청 총 cholesterol 20%, LDL-cholesterol 33%, 및 간장 총 cholesterol 17%가 낮게 나타났다. 버섯된장 추출물 투여군들이 대조군에 비해 유의적인 차이는 없었지만, 혈청 HDL-cholesterol은 높았고, triglyceride와 동맥경화지수는 낮게 나타났다. 혈청 총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 농도비는 버섯된장 추출물 투여군 모두에서 대조군에 비해 유의적으로 높았으며, 특히 ESG군이 대조군에 비해 35%가 높게 나타났다.

이상의 결과로 버섯된장 추출물들, 특히 ESG가 고지혈증 억제작용뿐만 아니라 관상동맥경화증을 비롯한 각종 동맥

경화증을 예방할 수 있는 가능성과 간장에서 지질 농도의 억제효과가 있음을 시사해주고 있다.

감사의 말

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 대구대학교 농산물저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

REFERENCES

- Anderson, J. W., D. B. Spencer, and C. C. Hamilton. 1990. Oat-bran cereal lowers serum total and LDL-cholesterol in hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.* **52**: 495-451.
- Cha, Y. S. 1977. Human physiology. pp. 58-70. 3rd ed. Korean Nursing Society, Seoul.
- Cheung, P. C. K. 1996. The hypocholesterolemic effect of two edible mushrooms: *Auricularia auricula*(tree-ear) and *Tremella fuciformis*(white jelly-leaf) in hypercholesterolemic rats. *Nutr. Res.* **16**: 1721-1725.
- Duncan, D. M. 1957. Multiple range tests for correlated and heteroscedastic means. *Biometrics.* **13**: 164-170.
- Endres, S., R. De Caterina, E. B. Schmidt, and S. D. Kristensen. 1995. n-3 polyunsaturated fatty acids, update 1995. *Eur. J. Clin. Invest.* **25**: 629-635.
- Folch, J., M. Lees, and G. H. Sloane-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. *J. Biol. Chem.* **226**: 497-503.
- Han, E. G., I. S. Sung, H. G. Moon, and S. Y. Cho. 1998. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the levels of lipid in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**: 940-944.
- Hikono, H., M. Ishiyana, Y. Suzuki, and Y. Konno. 1989. Mechanism of hypoglycemic activity of Ganoderan B, a glycan of *Ganoderma lucidum* fruit bodies. *Planta Medica.* **55**: 423-428.
- Huh, K. B. 1990. The present status of nutrition-related diseases and its countermeasures. *Korean J. Nutrition* **23**: 197-207.
- Kabir, Y., S. Kimura, and T. Tomura. 1988. Dietary effect of *Ganoderma lucidum* mushrooms on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypertensive rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol* (Tokyo). **34**: 433-438.
- Kang, Y. H., Y. K. Park, T. Y. Ha, and K. D. Moon. 1996. Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **25**: 367-373.
- Kannel, W. B., W. P. Castelli, and T. Gordon. 1979. Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. *Ann. Intern. Med.* **90**: 85-91.
- Kim, G. J., H. S. Kim, and S. Y. Chung. 1992. Effects of varied mushroom on lipid compositions in dietary hypercholesterolemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **21**: 131-135.
- Kim, J. Y., S. W. Oh, and J. B. Koh. 1998. Effect of *Godulbaegi*(*Ixeris sonchifolia* H) powder on growth, protein and lipid concentrations in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**: 525-530.
- Lewis, B. 1983. The lipoproteins : Predictors, protectors and pathogens. *Brit. Med. J.* **287**: 1161-1167.
- Lim, S. Y. 1997. Antimutagenic and Antitumor effects of *Doenjang*(Korean fermented soy paste). Ph.D. Dissertation, Graduate School, Pusan National University, Pusan, Korea.
- Park, K. Y., S. H. Moon, H. S. Baik, and H. S. Cheigh. 1990. Antimutagenic effect of *Doenjang*(korean fermented soy paste) toward aflatoxin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **19**: 156-162.
- Phinney, S. D., R. S. Odin, S. B. Johnson, and R. T. Holman. 1990. Reduced arachidonate in serum phospholipids and cholesteryl esters associated with vegetarian diets in humans. *Am. J. Clin Nutr.* **51**: 385-391.
- Pyorala, K. 1987. Dietary cholesterol in relation to plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin Nutr.* **45**: 1176-1182.
- Report of American Institute of Nutrition. 1977. Ad Hoc committee on standard for nutritional studies. *J. Nutr.* **107**: 1340-1348.
- Rifkind, B. M. 1986. Diet, plasma cholesterol and coronary heart disease. *J. Nutr.* **116**: 1578-1594.
- Shon, D. H., K. A. Lee, S. H. Kim, C. W. Ahn, H. S. Nam, H. J. Lee, and I. J. Shin. 1996. Screening of antithrombotic peptides from soybean paste by the microplate method. *Korean J. Food Sci Technol.* **28**: 684-688.

(Received May 17, 2000)