

Angelica keiskei가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

박정로[†] · 박석규 · 조영숙 · 전순실 · 최성희* · 박종철**

순천대학교 식품영양학과

*미국 일리노이대학교 육학연구소

**순천대학교 한약자원학과

Effects of *Angelica keiskei* on Lipid Metabolism in Rats

Jeong-Ro Park[†], Seok-Kyu Park, Young-Sook Cho, Soon-Sil Chun,
Seong-Hee Choi* and Jong-Cheol Park**

Dept. of Food and Nutrition, Sunchon National University, Sunchon 540-742, Korea

*Meat Science Laboratory, University of Illinois, Urbana, IL 61801, USA

**Dept. of Oriental Medicine Resources, Sunchon National University, Sunchon 540-742, Korea

Abstract

To investigate the effects of *Angelica keiskei* Koidz on cholesterol metabolism, male Sprague Dawley rats were fed diets containing 5% of *A. keiskei* flour for 6 weeks. *A. keiskei* decreased plasma contents of total cholesterol, LDL-cholesterol and triglyceride while showing no change in HDL-cholesterol, resulting in reduction of atherosclerotic index. Decrease in liver concentration of triglyceride and increases in fecal excretion of cholesterol, total neutral steroid and bile acid were also observed. Those results suggest that *A. keiskei* improves hypercholesterolemia through, at least in part, reducing the absorption of cholesterol and enhancing the catabolism of cholesterol to bile acids.

Key words: *Angelica keiskei* Koidz, hypocholesterolemic effect, hypotriglyceridemic effect, fecal steroid excretion

서 론

Angelica keiskei Koidz는 신선초, 명일엽, 신립초, 선삼초, 선약초, 아시타바 등으로 불리우는 미나리과에 속하는 아열대성 다년생 초본이다. *A. keiskei*는 고혈압, 당뇨, 동맥경화 등 성인병의 민간약으로 사용되어 왔으며(1), 최근 식생활의 서구화 등으로 성인병에 인한 사망율이 증가함에 따라 자연건강식품에 대한 관심도가 높아지고 있어 *A. keiskei*도 생즙, 분말 등의 형태로 많이 이용되고 있다. *A. keiskei*에 관한 연구로는 일반 영양성분조성 및 특수 미량성분 분리 등의 많은 보고(2-7)가 있고, 체내 효능에 관한 연구로는 항종양(8,9), 항돌연변이(10) 등이 보고되어 있다.

본 연구에서는 흰쥐에 있어서 *A. keiskei*의 고지혈증 개선효과와 그의 작용기전에 관하여 검토하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험동물

생후 3주령 Sprague Dawley 웅성 흰쥐를 기본사료(Table 1의 "B"군과 동일)로 열흘간 예비사육하여 적응시킨 후 4군으로 나누어 실험식이(Table 1)로 6주간 사육하였다. 예비사육 및 실험사육기간 중 물과 사료는 자유로이 섭취시켰으며, 사료는 매일 신선하게 공급하고 섭취량은 매일 기록하였으며, 체중은 1주일 간격으로 측정하였다. *A. keiskei*는 신선한 것을 우선 물로 2회 수세하여 불순물을 제거한 다음 헤파이 들지 않는 서늘한 곳에서 음건하여 blender로 마쇄하여 사용하였고 잎과 줄기는 따로 구분하지 않고 함께 사용하였다.

실험동물의 처리

실험사육 종료시 실험동물들은 12시간 절식시킨 뒤

[†]To whom all correspondence should be addressed

Table 1. Composition of experimental diet (%)

Ingredient	B	BA	C	CA
Corn starch	50.3	50.3	50.3	50.3
Sucrose	10	10	10	10
Casein	20	20	20	20
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Mineral ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin ²⁾	1	1	1	1
Corn oil	10	10	9.5	9.5
Cholesterol	-	-	0.5	0.5
Alphacel(cellulose)	5	-	5	-
Angelica keiskei ³⁾	-	5	-	5

¹⁾AIN76™ Mineral mix

²⁾AIN76™ Vitamin mix

³⁾Dried powder

ethyl ether로 마취시킨 후 개복하여 심장으로부터 채혈하고 간과 심장을 채취하였다. 혈액은 EDTA(1mg/ml)로 처리하여 1시간 빙수중에 방치시킨 후 500×g에서 20분간 원심분리하여 혈장을 얻어 HDL-cholesterol을 측정한다 다음 -20°C에 보관하여 지질 함량을 측정하였다. 간장 및 심장은 채취 후 0.9% 생리식염수로 씻은 다음 여과지로 물기를 제거하여 중량을 측정 한 후 -20°C에 보관하여 지질 함량을 측정하였다. 분변은 실험 종료 전 3일간 채취하여 -20°C에 보관하여 담즙산 및 cholesterol을 측정하였다.

지질성분 분석

혈장 총 cholesterol, 유리 cholesterol, triglyceride 및 phospholipid 함량은 효소법에 의해 kit시약(Eiken Chemical Co., LTD., Tokyo, Japan)으로 분석하였다. Cholesteryl ester 함량은 총 cholesterol 함량에서 유리 cholesterol 함량을 감하여 산출하였다. 혈장 high density lipoprotein(HDL)-cholesterol은 phosphotungstate-MgCl₂(11)에 의해 β-lipoprotein을 침전시킨 후 효소법으로(12) 측정하였다. 간장의 total cholesterol, free

cholesterol, triglyceride 및 phospholipid 함량은 Folch 방법으로(13) 지질을 추출한 후 효소법에 의해 kit시약(Eiken Chemical Co., LTD., Tokyo, Japan)으로 분석하였다. 이때 효소시약을 가하기 전 지질을 H₂O₂-free dioxane-isopropanol(1 : 1,v/v)에 용해시켰다(14).

분변중 neutral steroids 및 담즙산 배설 측정

분변중 neutral steroids 및 담즙산은 Miettinen 등(15)과 Grundy 등(16)의 방법에 의해 추출하여 methylation 과 silylation 과정을 거쳐 gas chromatography 방법으로 측정하였다(17). 사용된 column은 HP-1(cross-linked methyl silicone, 25m×0.32mm×0.17μm)로서, column 온도는 180°C에서 5분간 정체 후 10°C/min로 250°C까지 상승시킨 후 다시 2°C/min로 280°C까지 상승시켰다. 시료중의 neutral steroid 및 담즙산은 표준 neutral 및 acidic steroid의 정체시간과 비교하여 동정하였다.

통계처리

실험결과는 mean±SD로 표시하였으며, cholesterol 과 신선초의 급여에 따른 효과와 두 요인간의 상호작용 효과는 SAS program(SAS Institute Inc., Cary, NC., USA)을 이용하여 2-way(2×2) analysis of variance (ANOVA)로 분석하였다. 각 실험군 평균치 간의 유의성은 p<0.05 수준에서 Fisher의 Least Significant Difference Test(18)를 통하여 검정하였다.

결과 및 고찰

식이섭취량, 증체량, 식이효율 및 간 중량

실험동물 rat에 A. keiskei를 6주간 급여한 결과 외관상으로 아무 악영향을 미치지 않았으며, 식이 섭취량은 약간 감소하였지만 성장률에는 영향을 미치지 않아 식이 효율을 증가시켰다(Table 2). 특히 cholesterol

Table 2. Food intake, weight gain, food efficiency ratio, liver weight and heart weight of rats fed the experimental diets for 6 weeks¹⁾

Group	Food intake(g/day)	Weight gain(g/day)	Food efficiency(%)	Liver weight(%)	Heart weight(%)
B	21.2±0.7 ^a	5.95±0.78 ^a	28.1±3.3 ^{ab}	3.36±0.26 ^a	0.35±0.02 ^a
BA	19.5±0.8 ^b	5.76±0.61 ^a	29.4±2.1 ^{ab}	3.21±0.21 ^a	0.32±0.02 ^a
C	21.6±1.3 ^a	5.72±0.61 ^a	26.4±1.6 ^a	3.95±0.25 ^b	0.35±0.02 ^a
CA	20.6±0.7 ^{ab}	6.13±0.50 ^a	29.8±1.7 ^b	4.02±0.10 ^b	0.34±0.01 ^a
ANOVA(P>F)					
CH	0.1225	0.8230	0.5661	0.0001	0.4399
AK	0.0089	0.7375	0.0524	0.7369	0.0651
CH×AK	0.5180	0.3483	0.3786	0.3333	0.4399

¹⁾Mean±STD(n=5). Means in the same column sharing a common superscript letter are not significantly different(p>0.05) FER; Food efficiency ratio(weight gain/food intake), CH; Main effect of cholesterol, AK; Main effect of Angelica keiskei, CH×AK; Interaction between the effects of cholesterol and Angelica keiskei

이 첨가된 식이군에서는 *A. keiskei* 급여가 실험식이 4주후부터 성장률을 약간 증가시키는 경향을 보였다. Cholesterol이 첨가된 group에서 *A. keiskei*가 성장률을 촉진하는 것은 섭취한 식이량이 많기 때문이 아니고 식이효율이 증가된 때문으로 사료된다(Table 2).

체중당 간 중량 비율은 cholesterol을 섭취한 군에서 큰 값을 나타냈으며, *A. keiskei* 급여는 간 중량에 아무 영향을 미치지 않았다. 체중당 심장 중량은 cholesterol 및 *A. keiskei* 급여에 영향을 받지 않았다.

혈장 지질

식이중 cholesterol 첨가는 혈장 총 cholesterol을 유의하게 상승시켰으며, 이는 free cholesterol 보다는 cholesteryl ester의 증가에 기인한 것으로 사료된다(Table 3). *A. keiskei* 급여는 cholesterol을 급여하지 않은 군에서는 혈장 총 cholesterol을 약간 감소시켰으며, cholesterol을 급여한 군에서는 유의적으로 혈장 총 cholesterol을 감소시켰다. *A. keiskei* 급여에 따른 혈장 총 cholesterol의 감소는 free cholesterol 보다는 cholesteryl ester의 변화에 의한 것이었다.

식이중 cholesterol 첨가는 혈장 HDL-cholesterol 함량을 유의적으로 감소시키는 반면 LDL-cholesterol

을 크게 증가시켰다(Table 4). 이에 따라 동맥경화지수도 cholesterol 급여군에서 0.86을 보여 cholesterol을 급여하지 않은 군에서의 0.38에 비하여 큰 증가를 보였다. *A. keiskei* 급여는 혈장 HDL-cholesterol에는 영향을 미치지 않았으나 LDL-cholesterol 함량은 유의적으로 감소시켰다. 이에 따라 동맥경화지수도 cholesterol을 급여하지 않은 군에서 0.21, cholesterol 급여군에서 0.52를 보여 *A. keiskei*를 급여하지 않은 각각의 대조군에 비하여 유의적 감소를 보여 *A. keiskei*의 혈장지질

Table 5. Effects of *Angelica keiskei* on plasma contents of triglyceride and phospholipid¹⁾ (mg/dl)

Group	TG	PL
B	108.6±6.6 ^a	135.7±6.0 ^a
BA	88.3±10.7 ^b	136.6±8.4 ^a
C	106.4±12.4 ^a	131.5±16.3 ^a
CA	90.3±11.0 ^b	129.3±11.8 ^a
ANOVA(P>F)		
CH	0.9864	0.3260
AK	0.0003	0.9087
CH×AK	0.6909	0.7839

¹⁾Mean±STD(n=5). Means in the same column sharing a common superscript letter are not significantly different (p>0.05)

TG; Triglyceride, PL; Phospholipid

Table 3. Effects of *Angelica keiskei* on plasma total cholesterol, free cholesterol, cholesteryl ester and cholesteryl ester ratio in rats¹⁾

Group	TC(mg/dl)	FC(mg/dl)	CE(mg/dl)	CE ratio(CE/TC×100)
B	72.7±4.8 ^a	15.4±1.4 ^a	57.3±4.8 ^{ab}	78.8±2.1 ^a
BA	67.0±3.5 ^a	14.8±2.7 ^a	52.1±2.8 ^a	77.9±3.5 ^a
C	84.8±6.5 ^b	15.9±4.6 ^a	68.9±3.7 ^b	81.5±4.2 ^a
CA	71.7±5.0 ^a	13.8±2.2 ^a	57.9±3.6 ^{ab}	80.8±2.3 ^a
ANOVA(P>F)				
CH	0.0043	0.8644	0.0003	0.0938
AK	0.0020	0.3901	0.0006	0.6486
CH×AK	0.1681	0.6090	0.1483	0.9452

¹⁾Mean±STD(n=5). Means in the same column sharing a common superscript letter are not significantly different (p>0.05) TC; Total cholesterol, FC; Free cholesterol, CE; Cholesteryl ester

Table 4. Effects of *Angelica keiskei* on plasma HDL-cholesterol, LDL-cholesterol and atherosclerotic index in rats¹⁾

Group	HDLCH(mg/dl)	LDLCH(mg/dl)	AI
B	52.7±2.2 ^a	19.9±3.0 ^a	0.38±0.05 ^a
BA	55.6±2.4 ^a	11.4±2.1 ^b	0.21±0.04 ^b
C	45.7±4.2 ^b	39.0±4.3 ^c	0.86±0.11 ^c
CA	47.3±2.3 ^b	24.4±4.1 ^a	0.52±0.09 ^d
ANOVA(P>F)			
CH	0.0001	0.0001	0.0001
AK	0.1520	0.0001	0.0001
CH×AK	0.6656	0.1005	0.0357

¹⁾Mean±STD(n=5). Means in the same column sharing a common superscript letter are not significantly different (p>0.05) HDLCH; HDL cholesterol, LDLCH; LDL cholesterol(total cholesterol-HDLCH), AI; Atherosclerotic index(LDLCH/HDLCH)

개선효과를 보였다. *A. keiskei* 급여는 또한 cholesterol 급여와 관계없이 혈장 triglyceride 함량을 유의적으로 감소시켰으나, 혈장 인지질 함량에는 영향을 미치지 않았다(Table 5).

한편 박 등(7)의 보고에서 *A. keiskei*의 methanol extract와 methanol extract로부터 분리한 luteolin-7-O-glucoside는 10% cholesterol과 고지방식이로 고지혈증이 유발된 흰쥐에서 혈장 total cholesterol과 LDL-cholesterol을 감소시켜 *A. keiskei*의 flavone 화합물이 혈장지질 개선효과에 중요한 역할을 담당하고 있음을 시사하였으며, 박 등(19)은 *in vitro* 실험에서 *A. keiskei*로부터 분리한 luteolin-7-O-glucoside와 hyperoside가 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A(HMG-CoA) reductase를 저해하여 체내 cholesterol 합성을 조절함을 시사하였으나 이의 *in vivo* 적용여부는 아직 확실치 않다.

간장 지질

간장의 지질 함량을 측정된 결과(Table 6), 식이중 cholesterol 첨가는 간조직의 total cholesterol, free cholesterol, cholesteryl ester, triglyceride 및 phospholipid 함량을 현저히 증가시켰다. *A. keiskei* 급여는 간조직의 total cholesterol, free cholesterol, cholesteryl ester 및

phospholipid 함량에는 영향을 미치지 않았으나, triglyceride 함량은 식이중 cholesterol 첨가와 관계없이 유의적으로 감소시켰다. *A. keiskei*가 간조직의 여러 지질 성분 중 triglyceride를 선택적으로 감소시키는 현상은 지방간의 예방과 치료 측면에서 시사하는 바가 큰 것으로 사료되며 그 작용기전과 활성물질 등에 관해서 더욱 연구가 필요하다.

Cholesterol 및 담즙산 배설

Table 7에서와 같이 cholesterol 식이첨가는 배설으로 배설되는 cholesterol과 coprostanone 양을 증가시켜 총 cholesterol 관련 neutral steroid의 배설을 증가시켰다. *A. keiskei*는 cholestanol의 배설을 유의적으로 증가시켰으며, cholesterol-free 식이군에서 총 neutral steroid 배설을 유의적으로 증가시키고, cholesterol 식이군에서는 총 neutral steroid 배설을 약간 증가시켰으나 유의적이지 않았다. *A. keiskei* 식이첨가에 의해 총 neutral steroid 배설이 증가하는 것으로 보아 *A. keiskei*는 소장에서의 cholesterol의 흡수율을 낮추는 것으로 사료된다. Cholesterol의 주요 흡수부위는 소장의 윗부분이며 대장에서의 흡수는 매우 미미한 것으로 알려져 있다(20). Cholesterol의 대사물질인 coprosterol들은 미생물들에 의하여 대장의 cecum 부분에서 형성되는

Table 6. Concentrations of liver lipids in rats fed the experimental diets¹⁾ (mg/g)

Group	TC	FC	CE	TG	PL
B	3.9±0.4 ^a	2.6±0.2 ^a	1.3±0.2 ^a	40.7± 5.7 ^a	19.7±1.0 ^a
BA	3.6±0.2 ^a	2.8±0.1 ^a	0.8±0.2 ^a	18.7± 6.0 ^b	20.7±2.3 ^a
C	26.0±5.0 ^b	4.6±0.8 ^b	21.5±4.3 ^c	95.2±17.1 ^c	27.0±5.2 ^b
CA	24.7±1.6 ^b	4.0±0.3 ^b	20.7±1.6 ^c	68.8± 8.7 ^d	24.4±2.0 ^b
ANOVA(P>F)					
CH	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0023
AK	0.5511	0.4393	0.5970	0.0003	0.5998
CH×AK	0.6874	0.0861	0.9132	0.6786	0.2591

¹⁾Mean±STD(n=5). Means in the same column sharing a common superscript letter are not significantly different (p>0.05)

Table 7. Fecal excretion of neutral sterols¹⁾

Group	Cholesterol	Coprostanone	Coprostanol	Cholestanol	Total
B	2.6±0.5 ^a	1.1±0.7P ^a	0.2±0.2 ^a	2.6±0.4 ^a	6.5±0.8 ^a
BA	2.0±0.4 ^a	1.7±0.7 ^{ab}	0.3±0.2 ^a	4.3±0.5 ^b	8.3±0.7 ^b
C	28.1±3.8 ^b	4.4±1.3 ^c	0.5±0.2 ^a	2.5±0.4 ^a	35.4±5.3 ^c
CA	32.8±5.7 ^b	3.1±0.9 ^{bc}	1.5±1.2 ^a	3.9±0.4 ^b	41.3±3.8 ^c
ANOVA(P>F)					
CH	0.0001	0.0144	0.0231	0.2806	0.0001
AK	0.2557	0.6959	0.0902	0.0001	0.0353
CH×AK	0.1450	0.2868	0.1451	0.6019	0.2332

¹⁾Mean±STD(mg/day, n=5). Means in the same column sharing a common superscript letter are not significantly different (p>0.05)

Table 8. Fecal excretion of bile acids¹⁾

Group	LC	HDC	UDC	DC	CDC	C	HC	Total
B	0.11	0.84	0.02	0.32	0.54	0.04	0.04	1.91 ± 0.39 ^a
BA	0.40	1.64	0.09	0.44	0.65	0.03	0.09	3.34 ± 0.99 ^b
C	0.44	0.43	0.15	0.81	0.58	0.26	0.57	3.23 ± 0.37 ^b
CA	0.80	0.66	0.12	0.91	1.00	0.36	0.76	4.62 ± 0.61 ^c
ANOVA(P>F)								
CH								0.0009
AK								0.0004
CH×AK								0.9411

¹⁾mg/day. Mean of 5 rats

LC; Lithocholic acid, HDC; Hyodeoxycholic acid, UDC; Ursodeoxycholic acid, DC; Deoxycholic acid, C; Cholic acid, HC; Hyocholic acid

것으로 장내에서 흡수되지 않고 배설된다(21,22). *A. keiskei*의 식이첨가에 의해 cholestanol 배설이 증가하는 것으로 보아 *A. keiskei*는 cecum에서 cholesterol로부터 cholestanol을 형성하는 미생물의 생육을 증진시키는 것으로 보인다.

분변으로 배설되는 담즙산은 식이중 cholesterol의 유무와 관계없이 *A. keiskei*에 의하여 유의적인 증가를 보였다(Table 8). 따라서 *A. keiskei*에 의한 혈장 cholesterol 감소효과는 담즙산 배설의 증가에 일부 기인하는 것으로 사료되며, 그 기전에 관하여는 더욱 연구가 필요하다.

이와 같은 결과로 보아 *A. keiskei*에 의한 혈장 cholesterol의 감소는 소장에서의 cholesterol 흡수감소 및 담즙산으로의 배설이 증가됨에 일부 기인하는 것으로 사료된다.

요 약

흰쥐에 cholesterol(0.5%) 및 *A. keiskei*(5%)를 급여 한 후 혈장 및 간장 지질대사 및 분변 중의 neutral steroids 및 담즙산 배설에 미치는 영향을 관찰하였다. 혈장 cholesterol 농도는 식이중 cholesterol 첨가에 의해 현저히 증가되었으며, *A. keiskei* 급여시 유의적으로 감소하였다. 식이중 cholesterol 첨가는 혈장 HDL-cholesterol 함량을 유의적으로 감소시키는 반면 LDL-cholesterol을 크게 증가시켜 동맥경화지수를 높였다. *A. keiskei* 급여는 혈장 LDL-cholesterol의 유의적으로 감소시켰으며, 동맥경화지수도 cholesterol을 급여하지 않은 군에서 0.21, cholesterol 급여군에서 0.52를 보여 *A. keiskei*를 급여하지 않은 각각의 대조군에 비하여 유의적 감소를 보여 *A. keiskei*가 혈장지질 개선효과를 보였다. *A. keiskei* 급여는 또한 cholesterol 급여와 관계없이 혈장 triglyceride 함량을 유의적으로 감소시키는 결과를 보였으나, 혈장 인지질 함량에는 영향을 미치지 않았다.

A. keiskei 급여는 간조직의 total cholesterol, free cholesterol, cholesteryl ester 및 phospholipid 함량에는 영향을 미치지 않았으나, triglyceride 함량은 식이중 cholesterol 첨가와 관계없이 유의적으로 감소시켰다. *A. keiskei*는 cholestanol, 총 neutral steroid 및 담즙산의 배설을 증가시켰다. 이와 같은 결과로 보아 *A. keiskei*에 의한 혈장 cholesterol의 감소는 cholesterol 흡수의 감소 및 cholesterol을 cholestanol으로의 전환과 담즙산으로의 배설이 증가됨에 일부 기인하는 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 1994년도 전라남도의 실용농수산물 산학협동 연구사업비 지원의 일부와 1995년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비의 일부에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 임용규, 김규열, 유증자 : 신선초. 광일문화사, 서울, p13 (1991)
2. 엄병현 : 명일엽(신선초)의 형태, 유초생장 및 화학성분에 대한 기초적인 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문(1991)
3. Hata, K. and Kozawa, M. : Pharmacological studies on umbelliferous plants. VII. Constituents of the roots of *Angelica keiskei*. *Yakugaku Zasshi*, **81**, 1647(1961)
4. Kozawa, M., Morita, N., Baba, K. and Hata, K. : Chemical components of the roots of *Angelica keiskei* II. The structure of the chalcone derivatives. *Yakugaku Zasshi*, **98**, 210(1978)
5. Kozawa, M., Morita, N., Baba, K. and Hata, K. : Chemical components of the roots of *Angelica keiskei* III. The structure of a new dihydrofurocoumarin. *Yakugaku Zasshi*, **98**, 636(1978)
6. 김옥경, 궁성실, 박원봉, 이명환, 함승시 : 명일엽 전초 및 생즙의 영양성분 분석. *한국식품과학회지*, **24**, 592(1992)

7. 박종철, 조영숙, 박석규, 박정로, 전순실, 옥광대, 최종원 : *Angelica keiskei*의 고지혈증 개선효과 및 2종의 플라본 7-O-배당체의 분리. *생약학회지*, **26**, 337(1995)
8. Okuyama, T., Takata, M., Nishino, H., Nishino, A., Takayasu, J. and Iwashima, A. : Studies on anti-tumor promoting activity of naturally occurring substances. II. Inhibition of tumor-promotor-enhanced phospholipid metabolism by Umbelliferous materials. *Chem. Pharm. Bull.*, **38**, 1084(1990)
9. Okuyama, T., Takata, M., Takayasu, J., Hasegawa, T., Tokuda, H., Nishino, A., Nishino, H. and Iwashima, A. : Anti-tumor promotion by principles obtained from *Angelica keiskei*. *Planta Med.*, **57**, 242(1991)
10. Park, J. C., Park, J. R., Cho, Y. S., Ha, J. O. and Park, K. Y. : Antimutagenic activity of the methanol extract and compounds of *Angelica keiskei* in the *Salmonella* assay system. *Planta Med.*, in press
11. Burstein, M., Scholnick, H. R. and Morfin, R. : Rapid method for the isolation of lipoproteins from human serum by precipitation with polyanions. *J. Lipid Res.*, **11**, 583(1970)
12. Allain, C. C., Poon, L. S., Chan, C. S. G., Richmond, W. and Fu, P. C. : Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem.*, **20**, 470(1974)
13. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. : A simplified method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
14. Cho, B. H. S. : Improved enzymatic determination of total cholesterol in tissues. *Clin. Chem.*, **29**, 166(1983)
15. Miettinen, T. A., Ahrens, E. H. Jr. and Grundy, S. M. : Quantitative isolation and gas-liquid chromatographic analysis of total dietary and fecal neutral steroids. *J. Lipid Res.*, **6**, 411(1965)
16. Grundy, S. M., Ahrens, E. H. Jr. and Miettinen, T. A. : Quantitative isolation and gas liquid chromatographic analysis of total fecal bile acids. *J. Lipid Res.*, **6**, 397 (1965)
17. Czubayko, F., Beumers, B., Lammsfuss, S., Lutjohann, D. and von Bergmann, K. : A simplified micro-method for quantification of fecal excretion of neutral and acid sterols for outpatient studies in humans. *J. Lipid Res.*, **32**, 1861(1991)
18. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : Principles and Procedures of Statistics-A Biometrical Approach. 2nd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, p.187(1980)
19. 박정로, 박종철, 최성희 : 식용식물 추출물로부터 콜레스테롤 합성 저해제의 검색 및 분리. *한국식품영양과학회지*, **26**, 229(1997)
20. Roy, T., Tredwell, C. R. and Vahouny, G. V. : Comparative intestinal and colonic absorption of [4-¹⁴C] cholesterol in the rat. *Lipids*, **13**, 99(1978)
21. Okhuysen-Young, C. and Kellog, T. F. : The effect of cecectomy on fecal bile acid and neutral steroid excretion of the rat. *Comp. Biochem. Physiol.*, **708**, 345(1981)
22. Tanaka, C., Watanuki, M. and Nozaki, Y. : Effect of soyprotein on coprostanol production and cholesterol metabolism in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **29**, 447(1983)

(1996년 12월 18일 접수)