

결명자 에탄올 추출물이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐의 체내 지질함량에 미치는 영향

하태열^{*} · 조일진 · 성기승 · 이상호

한국식품개발연구원 쌀연구팀

Effect of *Cassia tora* Ethanol Extract on the Lipid Levels of Serum and Liver in Rats Fed High Cholesterol Diet

Tae Youl Ha^{*}, Il Jin Cho, Ki Seung Seong and Sang Hyo Lee

Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea

Abstract

This study was undertaken to investigate the effect of *Cassia tora* ethanol extract on the lipid levels in serum and liver of rats fed high cholesterol diet. Experimental rats were divided into the following 4 groups: normal diet group, high cholesterol diet group, high cholesterol-0.25% *C. tora* ethanol extract group and high cholesterol-0.5% *C. tora* ethanol extract group. After 4 weeks, rats were sacrificed and analyzed the serum lipid profiles, activities of serum alanine aminotransferase (AST), aspartate aminotransferase (ALT), hepatic glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) and malic enzyme (ME). It was also determined the contents of total cholesterol, triglyceride and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in liver. There was no difference in weight gains between experimental groups. The concentrations of serum total cholesterol, free cholesterol, triglyceride and free fatty acid were tended to be decreased in *C. tora* groups compared with control group. HDL-cholesterol concentration was significantly decreased in high cholesterol diet group and slightly increased by *C. tora* ethanol extract feeding. The contents of liver cholesterol and triglyceride were higher in high cholesterol diet group than normal group, but significantly decreased by feeding of *C. tora* ethanol extract. Supplementation of 0.5% *C. tora* extract decreased significantly the activities of hepatic G6PDH and ME. Activities of serum AST, ALT and contents of liver TBARS were tended to be increased with high cholesterol diet and reduced by *C. tora* ethanol extract supplementation but had not significance. These results suggest that *C. tora* ethanol extract may exert a lipid lowering effect in serum and liver of rats.

Key words: *C. tora* ethanol extract, cholesterol, triglyceride, glucose-6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme

서 론

최근 우리나라에서는 식생활이 서구화됨에 따라 지방의 섭취가 증가하고 있으며, 그에 비례하여 동맥경화, 관상동맥 질환과 같은 심혈관계질환 및 당뇨병, 비만 등의 만성퇴행성 질환의 발병율이 높아지고 있다(1-3). 특히 관상동맥질환의 발병은 고지혈증 중에서도 고콜레스테롤 혈증이 주요한 원인중의 하나로 작용하는 것으로 알려져 있으며(4,5) 고콜레스테롤 혈증은 열량과 지방섭취 및 동물성 식품섭취의 증가 등에 의해서도 영향을 받는다(6,7). 이러한 성인병의 주요한 위험인자이기도한 콜레스테롤은 세포막의 구성요소이며 담즙산, steroid hormone과 vitamin D의 전구물질로서 생체내의 필수성분중의 하나이며, 혈액중의 농도는 섭취량에 따라 체내에서 생합성과 분해의 두과정에 의해 조절되어 일정하게 유지되나, 장기간 과량 섭취시 혈중 농도가 높아지고 체내

에 축적되어 고지혈증, 동맥경화증, 심장질환 및 담석증 등 각종 순환기계 질환을 유발하게 되는 것으로 알려져 있다(4-6). 특히 혈중 콜레스테롤 농도의 증가는 유전적 이상에 의한 경우도 있으나, 고지방 식이의 섭취등과 같은 식이요인에 의해 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(6,8,9), 최근에는 천연물로부터 이러한 혈중 콜레스테롤농도를 감소시킬 수 있는 소재개발에 관심이 집중되고 있다(10-14). 한편, 결명자(*Cassia tora* L.)는 콩과에 속하는 일년초로서, 예로부터 가정에서 결명자차로 음용되어 왔고, 한방에서는 약재로 이용되어오고 있다. 결명자는 한방에서 눈을 밝게 하고 간장과 신장의 보호효과가 있으며 고혈압, 혈중 콜레스테롤의 저하 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있고, 주성분으로서는 chrysophanol, emodin, rhein, obtusin, rubro-fusarin gentiobioside, anthraquinon glycosides 등이 보고되고 있다. 결명자의 효능에 관한 연구로서 혈압강하효과, 혈당강하효과, free radical

^{*}Corresponding author. E-mail: tyhap@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9054, Fax: 82-31-780-9059

소거작용 등이 보고되고 있으나, 체내 지질대사에 미치는 영향에 관해서는 거의 연구가 되어 있지 않는 실정이다. 이에 본 연구에서는 결명자 에탄올 추출물이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐의 체내 지질함량에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험재료로 사용한 결명자는 1998년 경북 고령산을 구입하였다. NADP와 glucose-6-phosphate는 Boehringer Mannheim사로부터 구입하였고 1,1,3,3-tetraethoxypropane은 Sigma사로부터, 혈청지질 및 효소활성측정에 사용한 kit는 (주)신양화학으로부터 구입하여 사용하였으며, 나머지 시약은 일급이상의 것을 사용하였다.

시료의 조제

결명자는 이물질을 골라내고, 물로 씻어 30°C에서 건조시킨 후, 40 mesh로 분쇄하여 70% 에탄올 용액을 시료중량의 10배를 가하여 16시간동안 shaking한 다음 Toyo No.2 여지를 사용하여 여과하였다. 여액은 감압농축시킨 후 동결건조하여 추출물 시료로 사용하였다.

실험동물의 사육 및 시료의 채취

실험동물은 6주령된 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐를 대한바이오링크(주)로부터 구입하여 1주일간 기본식이로 적응시킨 후, 난괴법에 의해 정상군, 1% cholesterol 첨가군, 0.25% 추출물 투여군, 0.5% 추출물 투여군으로 나누어 4주간 사육하였으며, 물과 실험식은 자유롭게 공급하였다. 본 실험에 사용한 식이(Table 1)는 AIN-76 diet조성에 준하여 결명자 에탄올 추출물을 각각 0.25%, 0.5%되게 첨가하여 공급하였고, 체중은 매주 측정하였으며, 식이섭취량은 격일에 한번 측정하였다. 실험동물은 처치전 12시간동안 물만 주고 금식시켰으며, 에테르 마취하에 개복한 후 복부대동맥으로부터 채

Table 1. Composition of experimental diet (unit: g/kg diet)

Ingredients	Group		0.25% <i>C. tora</i> ethanol extract	0.5% <i>C. tora</i> ethanol extract
	Normal	High cholesterol control		
Casein	200	200	200	200
Corn oil	50	50	50	50
Mineral mix. ¹⁾	35	35	35	35
Vitamin mix. ²⁾	10	10	10	10
Choline chloride	2	2	2	2
Methionine	3	3	3	3
Cellulose	50	50	50	50
Sucrose	200	200	200	200
Corn starch	450	440	440	440
Cholesterol	-	10	10	10
<i>C. tora</i> ethanol ext.	-	-	2.5	5

¹⁾AIN-76 mineral mixture, ²⁾AIN-76 vitamin mixture.

혈하고 간을 적출하여 식염수로 씻은 후 trimming하여 무게를 측정된 후 측정시까지 -70°C에서 보관하였다. 채취한 혈액은 실온에서 1시간 이내로 방치시킨 다음 1000×g에서 10분간 원심분리하여 혈청을 얻어 분석에 사용하였다.

혈청지질함량 및 alanine aminotransferase(ALT), aspartate aminotransferase(AST)분석

혈청중 지질함량 및 ALT, AST활성의 측정은 (주)신양화학의 kit을 이용하여 분석하였다. 즉, 총콜레스테롤은 Cholesterol-V, 중성지방은 Triglyzyme-V, 유리콜레스테롤은 SICDIA L F-CHO, HDL-콜레스테롤은 HDL-C555, 유리지방산은 NEFA-zyme-S로 함량을 측정하였으며, AST 및 ALT는 Reitman과 Frankel의 방법(15)에 준한 혈청 지오티, 지피티 측정세트를 사용하여 측정하였다.

효소원의 조제 및 glucose-6-phosphate dehydrogenase와 malic enzyme활성 측정

간조직 2 g당 15 mL의 0.25 M sucrose/0.5 M EDTA를 가하여 빙냉하에서 Teflon Potter-Elvehjem homogenizer로 마쇄하여 얻은 균질액을 4°C, 20,000×g에서 10분간 원심분리하여 postmitochondrial supernatant를 얻어 이를 Glucose-6-phosphate dehydrogenase(G6PDH)와 malic enzyme(ME) 활성측정을 위한 효소원으로 사용하였다. G6PDH활성은 NADP가 glucose-6-phosphate를 산화시켜 생성된 NADPH의 양을 측정하는 Bergmeyer의 방법(16)에 준하였으며, ME활성은 효소에 의해 환원된 NADPH의 생성율을 측정하는 Ochoa의 방법(17)에 따라 분석하였다.

간조직중의 과산화지질 및 지질함량 측정

과산화지질의 분석은 Ohkawa 등(18)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 간 1 g에 1.15% KCl 9 mL를 가하여 Teflon Potter-Elvehjem homogenizer로 마쇄한 후 600×g에서 10분간 원심분리하여 그 상층액을 과산화지질분석을 위한 시료로 사용하였으며, 표준물질로서는 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용하였다. 간조직중의 지질은 Folch법(19)으로 추출한 후 분석 kit을 사용하여 총콜레스테롤과 중성지방의 함량을 측정하였다.

단백질 정량

각 효소원의 단백질 양은 Lowry법(20)에 의해 정량하였고, 표준품으로는 bovine serum albumin을 사용하였다.

통계처리

실험결과는 SAS를 이용하여 실험군당 평균±표준오차로 나타내었으며 각 군의 유의차 검정은 분산분석을 한 후 $\alpha = 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중비교법에 의해 검증하였다.

결과 및 고찰

체중변화, 장기중량, 사료섭취량 및 식이효율

4주간 실험식이를 급여한 실험동물의 체중, 사료섭취량,

식이효율 및 간중량을 Table 2에 나타내었다. 체중증가량은 군간의 통계적 유의차는 없었으나 결명자 추출물군이 가장 높았고 정상군과 고콜레스테롤 대조군은 비슷한 값을 나타내었다. 총 식이섭취량은 정상군에 비하여 고콜레스테롤 대조군이 약간 높은 경향이었으며 결명자 추출물군은 대조군에 비하여 유의하게 높게 나타났다. 사료섭취량에 대한 체중증가량으로 환산한 식이효율은 각 군 거의 비슷한 값을 나타내었고 0.5% 추출물군에서는 오히려 낮은 값을 나타내어 결명자 추출물군에서 체중증가량이 높은 경향을 보였던 것은 사료섭취량의 증가에 의한 것으로 판단되었다. 일반적으로 고콜레스테롤식이를 섭취한 흰쥐에서는 간장중에 중성지질 및 콜레스테롤 등이 축적되어 간중량의 증가를 초래하며 또한 과량의 콜레스테롤이 간장으로 유입되었으나 지질수용체와 결합하여 lipoprotein의 형태로 배출되지 못하면 간에 축적되어 지방간을 유발시킬수 있다(21,22). 본 실험에서도 간조직의 중량은 정상군에 비하여 고콜레스테롤 대조군에서 크게 증가하였고 결명자 추출물군에서도 높은 값을 나타내었으나 체중에 대한 간중량비는 4군 모두 거의 비슷하였다. 따라서 본 실험조건에서 나타난 결명자 추출물 투여에 따른 체중증가 및 간중량의 증가는 사료섭취량의 증가에 기인한 것으로 판단되며 향후 paired-fed 실험이 필요하다고 사료된다.

혈청 및 간장의 지질함량

고콜레스테롤 식이와 동시에 결명자 에탄올 추출물을 섭취한 흰쥐의 혈청내의 각종 지질함량을 Table 3에 나타내었

다. 고콜레스테롤 대조군의 혈청 총콜레스테롤 함량은 정상군에 비하여 약간 증가하였고, 결명자 에탄올 추출물군에서 감소하는 경향이었으며, 특히 0.5% 추출물군은 정상군의 함량과 비슷한 수준으로 감소하였으나 통계적 유의차는 없었다. 혈청 유리콜레스테롤은 고콜레스테롤 식이를 섭취함에 따라 유의하게 증가하였고 결명자 추출물군에서는 대조군에 비하여 유의하게 감소하였으며, 결명자 에탄올 추출물의 첨가량이 증가할수록 감소하여 dose response를 나타내었다. 유리지방산도 유리콜레스테롤과 유사한 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었으며 혈청 중성지방 함량도 결명자 추출물을 첨가함에 따라 대조군에 비하여 감소하는 경향이었고 0.5% 추출물 첨가군은 21% 감소하였다. 한편, HDL-콜레스테롤은 항동맥경화의 지표로서 콜레스테롤을 말초혈관으로부터 간으로 운반하여 동맥경화를 막는 방향으로 콜레스테롤을 이동시켜 관상동맥 질환에 대한 방어 작용을 한다고 알려져 있다(23-28). 고콜레스테롤 대조군의 HDL-콜레스테롤 함량은 정상군에 비하여 약 50%정도 감소하였으나 결명자 추출물을 첨가함으로써 대조군에 비하여 증가하는 경향을 나타내었다. Table 4에는 간장중의 총 콜레스테롤과 중성지방의 함량을 나타내었다. 고콜레스테롤 식이 대조군의 간장 총 콜레스테롤 함량은 정상군에 비하여 유의하게 증가하였으나, 결명자 추출물을 0.25% 첨가함으로써 유의하게 감소하였다. 중성지방 함량도 총 콜레스테롤과 마찬가지로 0.25%, 0.5% 결명자 추출물군 모두 대조군에 비하여 유의하게

Table 2. Body weight gain, food intake and food efficiency ratio of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group	Normal	High cholesterol control	0.25% <i>C. tora</i> ethanol extract	0.5% <i>C. tora</i> ethanol extract
IBW ¹⁾ (g)	196.17 ± 7.72 ^{NS1)}	195.33 ± 2.39	195.43 ± 5.45	196.0 ± 9.93
FBW ²⁾ (g)	345.66 ± 21.23 ^{NS}	344.29 ± 10.01	378.50 ± 3.32	362.36 ± 10.87
Weight gain (g/4 w)	149.42 ± 14.29 ^{NS}	148.96 ± 9.71	180.50 ± 8.42	167.79 ± 7.31
Food intake (g/4 w)	567.83 ± 37.90 ⁵⁾	597.83 ± 16.05 ^{b)}	718.43 ± 12.75 ^{a)}	695.57 ± 13.68 ^{a)}
FER ³⁾	0.26 ± 0.02 ^{NS}	0.25 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.24 ± 0.01
Liver (g)	10.50 ± 0.89 ^{b)}	11.32 ± 0.50 ^{ab)}	13.27 ± 0.50 ^{a)}	12.96 ± 0.72 ^{a)}

¹⁾Initial body weight. ²⁾Final body weight.

³⁾FER: food efficiency ratio; body weight gain/food intake.

⁴⁾NS: not significant.

⁵⁾Values are means ± SE (n=8) and those in the same row not sharing common superscript letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. The effect of *C. tora* ethanol extracts on the concentrations of serum total cholesterol, free cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol and free fatty acid in experimental rats

Group	Normal	High cholesterol control	0.25% <i>C. tora</i> ethanol extract	0.5% <i>C. tora</i> ethanol extract
Total cholesterol (mg/dL)	67.3 ± 4.5 ^{NS1)}	73.4 ± 4.8	71.6 ± 4.7	63.0 ± 4.9
Free cholesterol (mg/dL)	13.0 ± 0.8 ^{b2)}	28.0 ± 7.6 ^{a)}	16.4 ± 1.3 ^{b)}	12.2 ± 0.6 ^{b)}
Triglyceride (mg/dL)	100.1 ± 14.2 ^{NS}	127.9 ± 11.8	115.8 ± 7.7	101.0 ± 7.6
HDL-cholesterol (mg/dL)	50.5 ± 3.9 ^{a)}	25.4 ± 3.5 ^{b)}	30.9 ± 3.0 ^{b)}	31.1 ± 3.0 ^{b)}
Free fatty acid (μEq/L)	573.5 ± 32.3 ^{NS}	653.6 ± 56.0	729.3 ± 54.5	594.8 ± 52.6

¹⁾NS: not significant.

²⁾Values are means ± SE (n=8) and those in the same row not sharing common superscript letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 4. The effect of *C. tora* ethanol extracts on the contents of cholesterol and triglyceride in liver of experimental rats

Group	Normal	High cholesterol control	0.25% <i>C. tora</i> ethanol extract	0.5% <i>C. tora</i> ethanol extract
Total cholesterol (mg/g liver)	4.1±0.20 ^{c1)}	31.1±1.10 ^a	21.1±0.80 ^b	28.4±0.93 ^{ab}
Triglyceride (mg/g liver)	24.5±1.21 ^c	50.4±2.09 ^a	31.5±1.89 ^b	36.9±1.81 ^b

¹⁾Values are means±SE (n=8) and those in the same row not sharing common superscript letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

감소하였으나 추출물의 첨가 농도에 따른 영향은 나타나지 않았다. 천연물의 polyphenol 화합물은 혈중 콜레스테롤 및 중성지방의 함량을 감소시킨다는 보고(29)가 있으며, 특히 식물성 sterols는 콜레스테롤 합성계의 중요한 효소인 HMG-CoA reductase 활성을 저해함으로써 생체내 지질함량을 감소시킨다고 알려져 있다(30). Kim은 결명자 추출물의 잔사가 cholic acid 및 cholesterol의 결합능이 있다고 보고(31)하고 있으며, Samuel과 Chan(32)은 결명자 추출물의 혈압강하 효과를 보고하였다. 이러한 점으로 미루어 볼 때 결명자에는 체내 지질함량을 조절하는 성분이 존재할 것으로 사료되며, 이미 유효성분으로서 알려져 있는 rhein, emodin, anthraquinone glycosides, β -sitosterol 등을 포함한 새로운 성분 탐색 및 이들 성분의 작용기작에 관한 지속적인 연구가 필요하다.

간조직 중의 glucose-6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme활성

간의 peroxisome에서 지방산의 β -산화와 지방산의 합성에 관여하는 효소인 glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH), malic enzyme(ME)을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 0.5% 결명자 추출물을 투여한 군의 ME활성은 고콜레스테롤 대조군에 비하여 유의하게 감소하여 정상식이군과 비슷하였다. G6PDH활성 역시 결명자 에탄올 추출물 첨가군에서 고콜레스테롤 식이 대조군에 비하여 유의하게 감소되었으며, G6PDH와 ME 모두 추출물의 첨가농도가 높을수록

활성이 더 낮은 것으로 나타났다. Cho 등(33,34)은 고콜레스테롤식 및 고지방식을 섭취한 흰쥐에서 가장 메탄올 추출물이 G6PDH와 ME의 활성을 유의하게 감소시켰으며, 기장의 이러한 활성은식이섭유가 아닌 다른 유효화합물에 기인할 것으로 추측하였다. G6PDH와 ME는 탄수화물 대사와 지질 대사를 연결하는데 있어 중요한 역할을 담당하며 따라서 혈액내 지방량을 조절하는데 있어서 중요한 요소가 된다(35). 즉 간조직 중의 G6PDH나 ME의 활성을 낮추는 인자는 비정상적인 지방대사와 관련된 위험인자를 줄이게 되는 것이다. 본 실험결과 결명자에는 고콜레스테롤 식이섭취시 G6PDH와 ME의 활성을 억제하는 유효성분이 존재하며, 결명자에탄올 추출물에 의한 이들 효소활성의 감소가 혈액 및 간장의 지질함량저하에도 관여하였을 것으로 생각된다.

혈청 AST, ALT활성 및 간장 TBARS함량 변화

실험동물의 혈청 AST와 ALT활성을 측정된 결과는 Table 6과 같다. AST활성의 경우 정상군은 64.5 Karmen unit이었으나 고콜레스테롤을 급여한 대조군은 74.3 Karmen unit로 높아졌다. 그러나 0.25% 결명자 에탄올 추출물을 공급하였을 때에 AST활성은 대조군에 비하여 감소하는 경향을 나타내었고, 0.5% 추출물 투여군에서는 정상식이군과 거의 동일한 수준으로 감소하였다. ALT활성도 통계적 유의차는 없었으나 AST활성과 동일한 경향을 나타내었다. AST와 ALT활성은 고지방식이나 알콜 등으로 지방간이 유발되었거나 간

Table 5. The effect of *C. tora* ethanol extracts on activities of hepatic glucose-6-phosphate dehydrogenase and malic enzyme of experimental rats

Group	Normal	High cholesterol control	0.25% <i>C. tora</i> ethanol extract	0.5% <i>C. tora</i> ethanol extract
G6PDH (nmoles/min mg protein)	1.04±0.22 ^{ab1)}	1.34±0.12 ^a	0.94±0.10 ^b	0.78±0.04 ^b
Malic enzyme (nmoles/min mg protein)	0.53±0.04 ^{ab}	0.62±0.02 ^a	0.53±0.03 ^{ab}	0.48±0.05 ^b

¹⁾Values are means±SE (n=8) and those in the same row not sharing common superscript letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 6. The effect of *C. tora* ethanol extracts on the activities of serum alanine aminotransferase (AST), aspartate aminotransferase (ALT) and contents of liver thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in experimental rats

Group	Normal	High cholesterol control	0.25% <i>C. tora</i> ethanol extract	0.5% <i>C. tora</i> ethanol extract
AST (karmen unit)	64.5±8.96 ^{1)NS2)}	74.3±5.40	71.9± 4.13	63.2±4.59
ALT (karmen unit)	30.1±0.50 ^{NS}	32.8±1.49	29.1± 1.76	27.4±2.22
TBARS (MDA nmoles/g liver)	92.8±5.24 ^{NS}	109.8±6.28	85.0±17.82	89.1±7.87

¹⁾Values are means±SE (n=8).

²⁾NS: not significant.

독성 물질에 의해 간세포가 손상되어 이들 효소가 방출되어 혈중의 효소활성도가 높아지게 되는데(36) 본 실험의 결과로 볼 때 고콜레스테롤 식이로 인한 간의 손상을 결명자 에탄올 추출물이 완화시켜주는 역할을 하는 것으로 사료된다. 실제 결명자 에탄올 추출물은 사염화탄소로 독성을 유발시킨 흰쥐에 있어서 간장내 증가된 ALT, AST, ALP, γ -GTP등 간기능관련 효소활성을 현저하게 감소시킴으로서 사염화 탄소 유발 독성을 감소시키는 것으로 보고되어 있다(37). 간조직중의 지질과산화물의 함량을 보면 고콜레스테롤식이 대조군은 정상식이군에 비하여 15% 정도 증가하였으나, 결명자 에탄올 추출물의 급여로 인하여 감소하여 정상식이군보다도 오히려 낮은 값을 나타내었다. Choi 등(38)은 결명자의 메탄올 추출물에서 free radical 소거 작용이 있음을 보고하였고, Kim 등(39)은 결명자 에탄올추출물과 nor-rubrofusarin이 free radical 소거작용 및 reactive oxygen radical에 의한 산화적 스트레스 억제활성이 있다고 보고하였다. 이러한 점을 고려해볼 때 결명자의 항산화 효과가 결명자 추출물에 의한 과산화지질 생성을 감소시키고 AST 및 ALT활성을 감소시키는 한 요인으로 작용한 것으로 판단되었다.

요 약

결명자의 에탄올 추출물이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐의 체내 지질함량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 정상식이군, 고콜레스테롤 대조군, 고콜레스테롤 식이에 결명자 에탄올 추출물을 각각 0.25%와 0.5%씩 첨가하여 공급하는 실험군으로 나누어 4주간 사육한 후 혈청 및 간장의 지질함량, glucose-6-phosphate dehydrogenase와 malic enzyme 활성변화, 혈청 AST, ALT활성 및 지질과산화물의 함량의 변화를 조사하였다. 체중증가량과 식이섭취량은 추출물을 공급한 실험군에서 높았으나, 식이효율은 각 군간 차이가 없었다. 결명자 추출물군의 혈청 총콜레스테롤, 유리콜레스테롤, 중성지방 및 유리지방산 함량은 대조군에 비하여 감소하는 경향이였다. 간장중의 총 콜레스테롤과 중성지방의 함량은 고콜레스테롤 식이에 의하여 유의하게 증가하였으나 결명자 추출물을 첨가함으로써 증가된 간장 지질함량은 유의하게 감소하였다. 간장의 glucose-6-phosphate dehydrogenase와 malic enzyme 활성을 측정된 결과, 결명자 추출물군에서는 대조군에 비하여 활성이 유의하게 감소하였으며, 추출물의 첨가농도가 높을수록 현저하였다. ALT, AST활성 역시 결명자 추출물군은 고콜레스테롤 대조군에 비하여 감소하는 경향이였고, 간장 조직중의 지질과산화물 함량도 결명자 추출물을 첨가함에 따라 통계적 유의차는 없었으나 감소하는 경향이였다.

문 헌

1. Dietschy, J.M. : Dietary fatty acids and the regulation of

plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. *J. Nutr.*, **128**, 444-448 (1998)

2. Moon, S.J. : Nutritional problems of Korean. *Korean J. Nutr.*, **29**, 371-380 (1996)

3. Lee, H.K. : Korean disease pattern and nutrition. *Korean J. Nutr.*, **29**, 381-383 (1996)

4. Lipid Research Clinics Program. The Lipid Research Clinic Primary Prevention Trial results. II. The relationship of reduction of incidence of coronary heart disease to cholesterol lowering. *JAMA*, **251**, 365-374 (1984)

5. Cho, S.Y., Park, J.Y. and Jang, J.Y. : Effect of dandelion leaf extracts on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**, 676-682 (2000)

6. National Institutes of Health consensus development conference statement. Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. *JAMA*, **253**, 2080-2086 (1985)

7. Martin, M.J., Hully, S.B. and Browner, W.S. : Serum cholesterol, blood pressure, and mortality: Implications for a cohort of 361622men. *Lancet* **2**, 933-936 (1986)

8. Dwyer, J. : Overview of dietary approaches for reducing cardiovascular disease risks. *J. Nutr.*, **125**, 656S-665S (1995)

9. American heart association. Committee on Nutrition. Rationale of the diet heart statement of the American heart association. *Circulation*, **65**, 839A (1982)

10. Sirtory, C.R. : Pharmacology and mechanism of action of the new HMG-CoA reductase inhibitors. *Pharm. Res.*, **22**, 555-562 (1990)

11. Qureshi, A.A., Abuirmeleh, N. and Din, Z.Z. : Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fraction of galic. *Lipids*, **18**, 343-348 (1983)

12. Qureshi, A.A., Burger, W.C. and Peterson, K.M. : Suppression of cholesterolgenesis by plant constituents: review of wiconsin contributions to NC-167. *Lipids*, **20**, 817-814 (1985)

13. Qureshi, A.A., Burger, W.C. and Peterson, K.M. : The structure of an inhibitor of cholesterol biosynthesis isolated from barley. *J. Biol. Chem.*, **261**, 10544-10550 (1986)

14. Lee, Y.H., Shin, Y.M., Lee, J.E., Choi, Y.S. and Lee, S.Y. : *In vitro* screening of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase from plant extracts (in Korean). *Korea J. Biotechnol. Bioeng.*, **6**, 55-61 (1991)

15. Reitman, S. and Frankel, S. : A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Pathol.*, **28**, 56-75 (1957)

16. Bergmeyer, H.U. : *In methods of enzymetic analysis*. 2nd English ed., Academic press, Inc., New York and London, Vol. 1, p.458-459 (1974)

17. Ochoa, S. : *In methods in Enzymology*, Lewenstein, J.M., (ed.), Academic press, Inc., New York, Vol. 13, 230-231 (1969)

18. Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K. : Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, **95**, 35-42 (1979)

19. Folch, J., Lees, M. and Sloane, G.H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509 (1957)

20. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. : Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-271 (1951)

21. Lim, S.S., Jung, H.O. and Jung, B.M. : Effect of *Ixeris sonchifolia* H. on serum lipid metabolism in hyperlipidemic rats. *Korean J. Nutr.*, **30**, 889-894 (1997)

22. Sung, N.J., Lee, S.J., Shin, J.H., Chung, M.J. and Lim, S.S. : Effects of *Houttuynia cordata* Thunb powder and juice on lipid consumption of liver, brain and kidney in dietary hypercholesterolemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 1230-1235 (1998)

23. Park, Y.S., Song, J.Y. and Chung, T.J. : Changes of lipids and apoprotein during lipolysis of high density lipoprotein in the serum of liver necrosis patients. *Kyemyung Medical Bulletin*, **4**, 28-57 (1985)
24. Gordon, T., Casfelli, W.P., Hjortland, M.C., Kennel, W.B. and Dawher, T.R. : High density lipoprotein as a protective factor aganst coronary heart diseases, the Framingham study. *Am. J. Med.*, **62**, 707-716 (1977)
25. Rhoades, G.G., Gulbrandson, C.L. and Kkagan, A. : Serum lipoproteins and coronary heart disease in a population study of Hawaii Japanese men. *New Eng. J. Med.*, **294**, 293-302 (1976)
26. Miller, N.E., Forde, O.H., Telle, D.S. and Mjos, O.D. : The tromoso heart study. High density lipoprotein and coronary heart disease: a prospective case. *Lekarstennie sredstava Iz rasteniy*, **8**, 378 (1962)
27. Barr, D.B., Russ, E.M. and Eder, H.A. : Protein-lipid relationship in human plasma: In atherosclerosis and related conditions. *Am. J. Med.*, **11**, 480-493 (1951)
28. Rifkind, B.M., Tamir, I. and Heiss, G. : Distribution of high density and other lipoproteins in selected LRC prevalence study populations: a brief survey. *Lipids*, **14**, 105-112 (1979)
29. Yuganari, T., Tan, B.K. and Suzuki, H. : Effects of polyphenol natural products on the lipid profiles of rats fed high fat diets. *Lipids*, **27**, 181-186 (1992)
30. Lee, H.J. and Choi, M.S. : Measurement of inhibitory activities on hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase and acyl-CoA : Cholesterol acyltransferase by various plant extracts *in vitro*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 958-962 (1999)
31. Kim, J.S. : Studies of adsorption of cholic acid and cholesterol in aqueous solution by Cassia semen. *M.S. Thesis*, Won-Kwang University (1988)
32. Samuel, H.H. and Chan, B.S. : The involvement of medullary reticular formation in the hypotensive effect of extracts from seeds of *Cassia tora*. *Am. J. Chin. Med.*, **4**, 383-389 (1976)
33. Cho, S.H., Jung, S.E., Lee, H.K. and Ha, T.Y. : Effects of methanol extract of prosomillet on cholesterol and fatty acid metabolism in rat. *J. Food Sci. Nutr.*, **4**, 188-192 (1999)
34. Cho, S.H., Jung, S.E., Lee, H.K. and Ha, T.Y. : Effects of dietary prosomillet on cholesterol and fatty acid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *Nutr. Sci.*, **3**, 25-30 (2000)
35. Kim, W.K., Lee, K.A. and Kim, S.H. : Effect of different sources of carbohydrate and N-3 fatty acid on lipid metabolism in hypertriglyceridemic rats. *Korean J. Nutr.*, **29**, 925-933 (1996)
36. Egashira, Y., Takahashi, M., Ohta, T. and Sanada, H. : Effect of several dietary proteins on D-galactosamine hepatitis and cirrhosis of the liver induced by carbon tetrachloride in rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **48**, 291-297 (1995)
37. Ha, T.Y., Cho, I.J. and Lee, H.Y. : Effect of *Cassia tora* ethanol extracts on carbon tetrachloride-induced liver injury in rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* (in press)
38. Choi, J.S., Lee, H.J. and Kang, S.S. : Alaternin, cassiaside and rubrofusarin gentiobioside, radical scavenging principles from the seed of *Cassia tora* on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical. *Arch. Pharm. Res.*, **17**, 462-466 (1994)
39. Kim, S.H., Choi, J.S. and Heo, M.Y. : Antioxidative activity and anticlastogenicity of *Cassia tora* L. seeds extract and its major component, nor-rubrofusarin-6-β-D-glucoside. *J. Food Hygiene and Safety*, **13**, 394-399 (1998)

(2001년 9월 8일 접수)