

신의대(*Sasa coreana* Nakai) 추출물이 고콜레스테롤 식이 투여 흰쥐의 혈청 지질에 미치는 영향

박종옥* · 장혜원¹

경성대학교 화학과, ¹성균관 의대 삼성서울병원 내분비대사내과

Received May 28, 2009 / Accepted August 21, 2009

Effects of *Sasa coreana* Nakai on the Lipid Compositions of Serum in High Cholesterol Diet Rats. Jong-Ok Park* and Hye Won Jang¹. Department of Chemistry, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea, ¹Division of Endocrinology & Metabolism, Department of Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, 135-710, Korea - This study was performed to investigate the effects of Sineui-Dae (*Sasa coreana* Nakai, a kind of bamboo) extracts on the improvement of serum lipid composition by using rats fed a hypercholesterol diet for 4 weeks. The experiment animals were administered with the following diets; high cholesterol diet group (HC diet) as a control and three supplemented groups with high cholesterol diets (HCW, HCM or HCH diet). Three kinds of extracts were prepared by orderly extraction with hexane, methanol, and water. We measured free cholesterol, cholesteryl ester, total cholesterol, LDL- and HDL-cholesterol, triglyceride and phospholipid in the serum of rats in three experimental and control groups. There were no significant differences in body weights and feed intakes between the HC control group and the extract supplemented groups. The levels of total cholesterol and LDL-cholesterol in the serum of extract supplemented groups were lower than that of the group fed with HC diet only. Serum HDL-cholesterol level, which is known as an antiatherosclerosis factor, was higher in all groups supplemented with bamboo extract by 17.2-21.9% compared to the HC control group. All groups supplemented with bamboo extracts showed the lowering effect of atherogenic index compared to the HC control group (HC group: 2.96±0.08, HCM group: 1.48±0.02, HCW group: 1.69±0.04, HCH group: 1.84±0.01). Furthermore, serum triglyceride and phospholipid decreased significantly in the HCM diet compared to the HC control diet. These results suggest that Sineui-Dae bamboo extract, especially methanol extract, has improving effects on hyperlipidemia of rats fed a high cholesterol diet.

Key words : *Sasa coreana* Nakai, hypercholesterol diet, atherogenic index, hyperlipidemia

서 론

지난 수십 년간 고도 경제성장과 산업사회의 급속한 진전은 우리의 생활 패턴을 크게 변화시키고 있다. 이러한 변화는 식품의 소비구조 전환을 초래하였고 식품 소비성향에도 고 급화, 다양화로 식생활의 변화가 일어나 동물성 지방의 섭취 증가로 각종 질병이 증가하고 있다. 특히 심혈관계 질환인 동맥경화증, 심장병 및 고혈압 등의 성인병 발병율이 높아지고 있다. 이와 같은 심혈관계 질환은 포화지방산과 콜레스테롤의 다량 섭취, 음주, 흡연 등에 의해 혈액중의 콜레스테롤 농도가 상승함으로써 발병하는 것으로 알려져 있다[5,10,26,29,32]. 대부분의 성인병은 육식위주의 식사, 스트레스[24], 그리고 운동 부족으로 인한 칼로리 과다에서 유래하므로 이의 예방을 위한 적절한 식이요법이 요구된다. 일반적으로 혈중 콜레스테롤 농도는 식이지방의 종류와 양, 총 열량, 무기질, 섬유소 등에 의해

영향을 받으며, 식물성 섬유소, 클로로필, 사포닌, 식물성 스테롤 및 다불포화 지방산 등은 항콜레스테롤 인자로 알려져 있다 [3,4,8,17,27]. 체내 콜레스테롤 생합성은 섭취량에 따라 조정되어 일정하게 유지되나 과량을 지속적으로 섭취하게 되면 축적되어 세포 노화 촉진 및 여러 가지 대사성 질환을 유발하게 된다[36]. 근래 혈장 콜레스테롤 농도를 낮추기 위해 콜레스테롤 및 포화지방산이 많이 함유된 식품 섭취를 제한하고 각종 섬유소와 불포화지방산 등이 많이 함유된 식품을 권장하는 등 자연 건강식의 개발과 기능성을 갖는 식품에 대하여 연구되고 있다[7,19,20,35]. 뿐만 아니라 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-coenzyme A (HMG-CoA) reductase inhibitor, cholestyramine, probucol 등 혈장 콜레스테롤 농도를 낮추는 의약품이 개발되어 고콜레스테롤혈증 환자의 치료에 이용되고 있지만 [37] 아직도 고콜레스테롤혈증의 예방 및 치료차원에서 섭취할 수 있는 자연건강식품에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

대나무는 뿌리에서 잎까지 약용으로 활용도가 높으며 성질이 차고 맛이 달며 독이 없는 것으로 알려져 있다. 예로부터 열 내림, 피멍이 약, 고혈압 및 중풍 등의 민간요법으로 흔히 사용되어 왔으며[11], 방부효과도 알려져 김치나 동치미에 대

*Corresponding author

Tel : +82-51-663-4633, Fax : +82-51-628-4628

E-mail : gopark@ks.ac.kr

나무 잎을 띄워 사용하기도 한다. 우리나라에는 5속에 10종의 대나무들이 있으며 일부 4종류의 변종이 분포되어 있고 주로 중부 이남에 잘 자라며 대표적인 품종으로는 참대 (*Phyllostachys reticulata* Koch), 조릿대(*Sasamorpha purpurascens*, Nakai var borealis Nakai) 및 신의대(*Sasa coreana*, Nakai) 등이 있다.

대나무에 존재하는 성분물질로는 유기산류, 식이섬유, 탄닌, 벤조후란 및 여러 종류의 폴리페놀 물질이 존재한다고 밝혀져 있고, 이들 phytochemical들이 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되어 있다[1,12,30,31].

지금까지 발표된 연구결과에 따르면, 죽엽에는 flavonoid계 열 화합물과 terpenoid계 열 화합물, 그리고 유기산류 등이 존재하며[13,21,38], 조릿대에는 항균물질로 알려진 guicol, phenol, 4-vinylphenol 등의 페놀성분과 acetic acid, phenylacetic acid, propionic acid 등의 유기산류가 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다[6]. 또한 조릿대의 flavone 배당체 성분들이 간독성 보호효과와 항산화활성을 나타낸다는 보고도 있다[30]. 해상죽(신의대) 추출물의 화학성분에 관한 연구로는 박 등[31]이 폴리페놀 함량 및 무기물 함량을 측정 보고한 바 있는데 해상죽의 알코올추출액이 물추출액보다 약 2배 많다고 보고하였다. 페놀류는 지질의 과산화에 대한 항산화효과, 충치방지제, 혈압상승효과, 혈중 콜레스테롤 상승 억제 등의 기능을 갖고 있다고 알려져 있다.

대나무의 생리활성에 관한 연구로는 대나무잎의 생리활성 및 항균효과[15,16], 대나무 잎의 플라보노이드 함량과 anti free radical 활성[39], 왕대, 맹종죽 열수추출물의 *in vitro*에서 항산화효과 및 LDL 산화 억제효과[22], 맹종죽, 솜대, 왕대, 조릿대, 오죽 에탄올추출물의 주요 식중독균에 대한 항균활성[2] 등 주로 항균, 항산화활성에 관한 연구가 많이 보고되어 있다. 최근 발표된 논문으로는 대나무 중의 항산화물질에서 flavone C-glycoside의 분리 및 정제[38], 대나무 핵산추출물 중에서 분리한 linoleic acid가 α -glucosidase 저해활성을 나타낸다는 보고 등이 있다[13].

본 연구에서는 이와 같이 대나무의 다양한 기능성과 생리활성을 기초로 하여 아직 보고되어 있지 않은 신의대(*Sasa coreana* Nakai)의 용매추출물을 사용하여 동물실험을 실시하여 혈중 지질을 감소 개선시키는 결과를 얻었으므로 보고하고자 한다. 앞으로 지질대사 개선작용을 하는 물질을 밝혀서 작용기전을 규명하고 이들 질병의 예방과 치료에 기여할 것을 기대해 본다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출물제조

본 실험에 사용된 대나무는 우리나라 남부지방에 많이 분포되어 있는 자연산 신의대(*Sasa coreana*, Nakai)를 2007년 5월

경남 사천에서 채취하여 사용하였다.

대나무를 건조하여 분쇄한 다음 분말로 한 후 10배량의 n-헥산으로 24시간 씩 3회 추출한 추출액을 여과한 후 vacuum rotary evaporator (Eyela N-N series, Japan)로 감압 농축하여 핵산추출물로 하였고, 잔사를 10배량의 메탄올로 24시간씩 3회 추출한 추출액을 여과한 후 감압 농축하여 메탄올추출물로 하였다. 남은 잔사를 다시 10배량의 물로 24시간씩 3회 추출한 추출액을 모아 여과한 후 감압 농축하여 물추출물로 하였고, 이들을 동결 건조기(LABCONCO, missuri, USA)에서 건조하여 실험에 사용하였다.

실험동물의 처리 및 실험식이

실험동물은 최적조건(온도 20±1°C, 습도50±10%, 명암주기 07:00~19:00)에서 예비 사육한 외관상 건강한 평균체중 180±10 g의 Sprague Dawley (SD)계 수컷 흰쥐를 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의해서 6마리씩 4군으로 나누고 사육상자에 한 마리씩 넣어 4주간 실험 사육하였다. 실험 사육 4주간의 최종일에는 7 시간씩 절식시킨 후 에테르 마취하에 심장 채혈법으로 채혈하였다. 혈액은 약 1시간 정도 빙수 중에 방치한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하고 혈청을 취하여 실험에 사용하였다.

고콜레스테롤식이의 조성은 Table 1과 같았으며 기초식에 콜레스테롤 1.0%와 sodium cholate 0.25%를 혼합하였다.

Table 1. Compositions of basal and cholesterol supplemented diet (%)

Ingredients	Basal diet	Cholesterol supplemented diet
Casein	20.0	20.0
DL-methionine	0.3	0.3
Corn starch	60.0	58.75
Cellulose powder	5.0	5.0
Mineral mixture ¹⁾	3.5	3.5
Vitamine mixture ²⁾	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2
Lard	10.0	10.0
Cholesterol	-	1.0
Sodium cholate	-	0.25

¹⁾AIN-76™ mineral mixture contained (in %) calcium phosphate, dibasic, 50.0; sodium chloride, 7.4; potassium citrate, monohydrate, 22.0; potassium sulfate, 5.2; magnesium oxide, 2.4; manganous carbonate, 0.35; ferric citrate, 0.6; zinc carbonate, 0.16; cupric carbonate, 0.03; potassium iodate, 0.001; sodium selenite, 0.001; chromium potassium sulfate, 0.055; sucrose, 11.80.

²⁾AIN-76™ vitamine mixture contained (in %) thiamine HCl, 0.06; riboflavin, 0.06; pyridoxine HCl, 0.07; niacine, 0.3; D-calcium pantothenate, 0.16; folic acid, 0.02; biotin, 0.002; vitamin B₁₂, 0.1; vitamin A palmitate, 0.08; vitamin E acetate, 1.0; vitamin D₃, 0.25; menadione sodium bisulfite, 0.015; sucrose, 98.1.

Table 2. Experimental design of diet

Group	Diet ¹⁾
HC	High Cholesterol ²⁾
HCW	High Cholesterol + Water extract
HCM	High Cholesterol + Methanol extract
HCH	High Cholesterol + Hexane extract

¹⁾Rat were administered each extract (10 g/100 g diet) during the experimental period.

²⁾High cholesterol diet is made as same as Table 1.

투여군은 Table 2와 같이 고콜레스테롤식이만 먹인 HC 대조군과, 고콜레스테롤 식이와 함께 신의대 물추출물을 먹인 HCW 투여군, 메탄올추출물을 먹인 HCM 투여군 및 헥산추출물을 먹인 HCH 투여군 네 군으로 나누었다. 투여군에는 Table 1의 고콜레스테롤식이 중 corn starch의 양을 10% 줄이고 각 대나무추출물을 물과 1 : 1(w/v) 비율로 섞어 Table 1의 실험식이 100 g당 10 ml(10%)를 급여하였고, 식이 및 물은 실험 기간 동안 자유로이 섭취시켰다.

콜레스테롤의 정량

혈청의 총 콜레스테롤 농도는 총 콜레스테롤 측정용 kit시약(Cholestezyme-V, Eiken, Tokyo, Japan)으로, low density lipoprotein (LDL)-콜레스테롤 농도는 LDL 측정용 kit 시약(β -lipoprotein C-Test, Wako, Osaka, Japan)으로 LDL 농도를 측정 후 0.35를 곱한 값으로 표시하였다. High density lipoprotein(HDL)-콜레스테롤 농도는 HDL-콜레스테롤 측정용 kit 시약(HDL-C555, Eiken, Tokyo, Japan), 유리 콜레스테롤 농도는 유리 콜레스테롤 측정용 kit 시약(Free cholestezyme-V555, Eiken, Tokyo, Japan)으로 측정하였으며, 콜레스테롤 에스테르의 농도는 총 콜레스테롤 농도에서 유리 콜레스테롤의 농도를 뺀 값으로 표시하였다.

중성지질 및 인지질의 정량

혈청 중의 중성지질 농도는 중성지질 측정용 kit 시약(Triglyzyme-V, Eiken, Tokyo, Japan)으로, 인지질 농도는 인지질 측정용 kit 시약(PLzyme, Eiken, Tokyo, Japan)으로 측정하였다.

통계방법

모든 실험결과는 통계 처리하여 평균치와 표준편차를 계산하였으며, 각 투여군 간의 유의성 검증은 Duncan's multiple test로 실시하였다.

결과 및 고찰

체중변화, 식이 섭취량 및 식이효율

용매를 이용한 3 종류의 신의대 추출물을 고콜레스테롤식

Table 3. Effects of extracts of *Sasa coreana*, Nakai on net body weight gain, feed intake and feed efficiency ratio of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group	Body weight gain (g)	Feed intake (g/day)	Feed efficiency ratio
HC	4.53±0.04 ^{b,1)}	18.04±1.04 ^a	0.25±0.02 ^a
HCW	4.47±0.03 ^{bc}	17.12±1.10 ^a	0.26±0.03 ^a
HCM	4.90±0.04 ^a	17.43±1.20 ^a	0.28±0.02 ^a
HCH	4.46±0.01 ^c	18.21±1.04 ^a	0.24±0.03 ^a

¹⁾Mean±SD (n=6). Values within the same column with different letters are significantly different among groups by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

이를 섭취한 실험동물에 투여한 후 체중 증가와 식이 섭취량 및 식이효율을 고콜레스테롤식이만 섭취한 대조군과 비교하였다. Table 3에 나타낸 바와 같이 각 투여군의 4주 동안 체중 증가량은 대조군과 유의한 차이가 없었으며, 식이 섭취량 및 식이효율 역시 유의한 차이를 나타내지 않았다.

혈청 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도

콜레스테롤은 체내에서 유리 콜레스테롤과 콜레스테롤 에스테르로 존재한다. 유리 콜레스테롤은 주로 몸의 구성요소로 몸 전체를 돌고 있으며, 세포의 표면 특히 신경조직에 많이 존재한다. 콜레스테롤은 체내에서 정상적으로 분해되면 주로 담즙산이나 성 호르몬, 부신 피질 호르몬 등 생리적 활성물질로 전환되지만 우리 몸에 콜레스테롤이 축적되면 콜레스테롤 에스테르로 존재하여 혈액과 간장 등에 많이 존재하게 된다.

동맥경화가 일어나는 주원인은 콜레스테롤 에스테르가 혈관벽에 쌓이기 때문이다. 췌장 콜레스테롤 에스테라아제에 의하여 생성된 유리 콜레스테롤은 소장에서 흡수되는 동안 그 중 80% 정도가 에스테르화되며 콜레스테롤 에스테르의 형태로 점차 세포로 들어가게 된다[9]. 총 콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 에스테르의 농도비는 간질환 진단에 있어서 중요한 지표가 되며, 고콜레스테롤혈증일 때 상승하는 것으로 알려져 있다. Table 4에 고콜레스테롤식이 또는 대나무 추출물첨가 식이를 4주 동안 투여한 동물의 혈청 중의 유리 콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르 농도 및 총 콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 에스테르의 비를 나타내었다. 혈청 유리 콜레스테롤은 HCM 및 HCH 첨가 투여군에서 대조군과 비교하여 통계적으로 유의하게 감소하였고, HCW 첨가 투여군에서도 통계적으로 유의하지는 않았으나 대조군에 비하여 감소하는 경향을 보였다. 콜레스테롤 에스테르 농도는 세 가지 대나무 추출물 첨가 투여군에서 모두 대조군에 비하여 유의하게 감소하였고, HCM 투여군에서 감소 폭이 가장 현저하였다. 그러나 총 콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 에스테르의 비는 HCW 투여군에서만 대조군보다 유의하게 낮았고, HCM 및 HCH 투여군에서는 HC 대조군과 큰 차이가 없었다. 이는 대나무추출물에 메탄올이나 헥산추출물보다 극성을 띠는 물질이 많아 이들이

Table 4. Effects of extracts of *Sasa coreana*, Nakai on free cholesterol, cholesteryl ester and cholesteryl ester ratio in serum of rats fed high cholesterol diet

Group	Free cholesterol	Cholesteryl ester	Cholesteryl ester ratio (%) ¹⁾
	mg/dl		
HC	29.9±0.25 ^{a,2)}	97.6±0.15 ^a	76.6±0.16 ^a
HCW	29.6±0.24 ^a	92.8±0.45 ^b	75.8±0.21 ^b
HCM	27.5±0.25 ^c	90.0±0.15 ^c	76.6±0.17 ^a
HCH	28.9±0.32 ^b	92.7±0.25 ^b	76.2±0.21 ^a

¹⁾Cholesteryl ester/total cholesterol ×100

²⁾Mean±S.D. Values within the same column with different letters are significantly different among groups by Duncan's multiple range test (p<0.05).

cholesteryl ester 형성에 영향을 미친 것으로 추측되나, 어떤 성분에 의한 것인지에 관한 것은 앞으로 연구할 과제로 생각된다. 실험결과는 대나무 용매추출물을 첨가한 식이 투여군에서 혈청 중 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 함량이 동시에 감소한 것으로 설명할 수 있다. 최근 발표된 논문에서 따르면, hawthorn (berry-like fruit) 중에 함유된 oleanolic acid와 ursolic acid가 Caco-2 cell에서 유리 콜레스테롤이 유리 지방산과 반응하여 콜레스테롤 에스테르 형성을 촉매하는 효소 acyl coenzyme A : cholesteryl acyl transferase (ACAT) 활성을 저해하여 콜레스테롤 에스테르의 농도를 감소시키는 것으로 밝혀졌다[23]. 콜레스테롤 함량 증감에 효소활성의 중요성을 보여준 것이다. 본 연구에서는 분리된 성분물질의 활성이 아닌 추출물 수준에서의 활성 평가 결과이지만 실험결과로 볼 때 대나무에 함유되어 있는 phytochemical들이 지질함량 저하작용, 효소활성 억제작용, 항산화작용, 혈전용해활성 작용 등의 기전을 통하여 혈액 순환계 질병 예방에 기여할 수 있을 것으로 예측된다.

혈청 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도

혈액 중의 콜레스테롤 양은 체내에서 합성되는 내인성 콜레

스테롤에 의해 많은 영향을 받지만 식이에 의한 혈중 콜레스테롤 농도의 상승은 고콜레스테롤혈증 및 동맥경화, 심장질환과 담석증 등 심장순환기계 질환을 포함한 다양한 질환의 원인으로 알려져 있다[5]. 콜레스테롤을 포함한 지방질이 혈류내에서 운반되려면 여러 종류의 지단백질들의 도움이 필요하다. 지단백질들은 밀도에 따라 분류하며 LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤농도는 심장질환에 관하여 논할 때 특히 중요하다. 따라서 혈액 중 지질 검사 중목으로 총콜레스테롤과 함께 이 두 지질운반체농도를 측정해야 한다[25]. 체내 지방수준을 낮추는 기전은 지방의 흡수를 저하시킴으로서 변으로의 배설을 촉진시켜 혈액과 간의 지방수준을 감소시키는 것[35]과 콜레스테롤 합성에 관여하는 효소들의 활성을 억제하는 것이 있다[13,23]. 식이 중의 콜레스테롤 흡수는 phytochemical, glycoprotein, pectin, lignin, 섬유소, 불포화지방산 및 대두단백질 등에 의해 감소될 수 있다고 보고되어 있다. 고콜레스테롤 혈증을 유발시킨 후 콩의 이소플라본을 급여한 결과, 고지방식이 투여군에 비해 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)인 arachidonic acid (AA), eicosapentaenoic acid (EPA), docosapentaenoic acid (DHA) 함량이 증가하였고 EPA/AA ratio역시 증가하였다[33]. PUFA는 혈청 콜레스테롤의 주된 운반체이며 동맥벽에 콜레스테롤을 축적시켜 동맥경화 유발을 촉진하는 LDL-콜레스테롤과 VLDL-콜레스테롤 농도를 저하시킨다고 한다. 혈청 HDL-콜레스테롤이 증가하면 동맥경화 등 심장질환의 위험을 줄일 수 있다고 알려져 있으며 이는 HDL-콜레스테롤이 말초 조직 및 혈관 벽에 축적된 콜레스테롤을 간장으로 운반시키고 간에서는 콜레스테롤을 담즙산으로 만들어 배설시킴으로서 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키기 때문인 것으로 보고되어 있다[3,4].

Table 5에 고콜레스테롤 식이를 섭취한 동물에 대나무 추출물을 첨가하였을 때 혈청중의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 나타내었다. 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량은 대나무추출액을 첨가한 모든 투여군(HCW, HCM 및 HCH)에서 추출액을 첨가하지 않은 HC 대조군에 비하여 18.5-23.7% 및 15.7-18.6%의 유의한 감소를 보였으며 메탄올추출물이 효과가 가장 좋았다. 항

Table 5. Effects of extracts of *Sasa coreana*, Nakai on total cholesterol, LDL and HDL-cholesterol to total cholesterol and atherogenic index in serum of rats fed high cholesterol diet

Group	Total cholesterol (A)	LDL-cholesterol	HDL-cholesterol (B)	(B)/(A)×100 (%)	A.I ¹⁾
	mg/dl				
HC	128.4±2.25 ^{a,2)}	62.3±2.10 ^a	32.4±1.23 ^b	25.2±0.48 ^d	2.96±0.08 ^a
HCW	104.6±2.10 ^b	54.0±1.18 ^b	38.9±1.36 ^a	37.2±0.51 ^b	1.69±0.04 ^c
HCM	98.0±2.25 ^c	50.7±2.15 ^b	39.5±1.25 ^a	40.3±0.31 ^a	1.48±0.02 ^d
HCH	108.1±2.80 ^b	52.5±2.30 ^b	38.0±1.14 ^a	35.2±0.13 ^c	1.84±0.01 ^b

¹⁾Atherogenic index=(Total chol-/HDL-chol.)/HDL-chol.

²⁾Mean±S.D. Values within the same column with different letters are significantly different among groups by Duncan's multiple range test (p<0.05).

동맥경화 효과가 있다고 알려진 HDL-콜레스테롤 함량 역시 대나무추출액을 첨가한 투여군에서 17.3-21.9% 범위의 증가를 나타냈으며 특히 메탄올추출물이 효과가 더 우수하였다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율을 보면 메탄올추출물을 첨가한 HCM 투여군에서 HC 대조군에 비하여 60.0% 증가하였으며 물추출물을 첨가한 HCW 투여군에서는 47.6%, 헥산추출물 첨가군인 HCH 투여군에서는 39.7% 증가한 것으로 나타났다. 동맥경화 지수(A.I.)는 (총 콜레스테롤/HDL-콜레스테롤)/HDL-콜레스테롤로 계산할 수 있으며 HDL-콜레스테롤을 제외한 콜레스테롤(VLDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤)과 HDL-콜레스테롤의 비이다. 동맥경화 지수가 감소하면 동맥경화의 위험이 적어진다고 말할 수 있다. Table 5에서와 같이 대나무 추출물을 첨가한 HCW, HCM 및 HCH 투여군에서의 동맥경화지수는 1.69±0.04, 1.48±0.02 및 1.84±0.01로 고콜레스테롤 대조군의 동맥경화지수 2.96±0.08에 비하여 유의하게 감소하였으며 그 효과는 메탄올추출물을 첨가하였을 때 가장 우수하였으며 다음이 물추출물 그리고 헥산추출물 순이었다. 이대(*Pseudosasa japonica* Makino)의 추출물의 지방 대사에 미치는 실험결과[34]와 비교해 볼 때 총 콜레스테롤 감소효과는 2배, LDL-콜레스테롤 감소량은 비슷한 것으로 나타났다, HDL-콜레스테롤 증가량은 이대의 경우가 4%정도 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 차이는 실험에서 사용한 추출물의 농도 차(이대의 경우에는 3%, 신의대의 경우에는 10%)에 따르는 것으로 보인다. 대개 껍질에서 추출한 키토산 올리고당을 10% 농도로 투여했을 때의 결과[14]와 비교할 때 신의대의 경우가 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 모두에서 약 10% 높은 효과가 나타났다. 본 실험 결과 콜레스테롤로 유발된 고지혈증 흰쥐에 대한 대나무추출물이 혈청 중 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도를 저하시키고 HDL-콜레스테롤 농도를 증가시키므로 동맥경화지수를 감소시켰으므로 고지혈증 환자의 혈청 지질을 개선할 수 있는 효과가 있는 것으로 판단된다.

중성지질 및 인지질 농도

Miller 등[28]은 혈청 LDL-콜레스테롤 함량 외에도 혈청 중성지질 지수가 심장질환의 가능성을 예측할 수 있다는 연구결과를 발표하였다. LDL-콜레스테롤과 중성지질이 함께 증가하는 복합고지혈증의 경우 심장질환의 발병을 더욱 촉진시킨다고 하였다. 고콜레스테롤 식이로 고지혈증을 유도한 흰쥐의 혈청 중성지질 및 인지질의 함량이 대나무추출물이 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 6과 같았다. 혈청 중성지질의 경우 고콜레스테롤 대조군 123.4±3.10 mg/dl에 비하여 대나무메탄올추출물을 섭취시킨 HCM 투여 군에서 98.9±2.33 mg/dl, 헥산추출물을 섭취시킨 HCH 투여 군에서 102.0±2.64 mg/dl로 감소하였으나 HCW군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 인지질 함량은 HC 대조군에 비하여 HCW, HCM

Table 6. Effects of extracts of *Sasa coreana*, Nakai on triglyceride and phospholipid in serum of rats fed high cholesterol diet

Group	Triglyceride mg/dl	Phospholipid mg/dl
HC	123.4±3.10 ^{a,1)}	132.6±4.21 ^a
HCW	123.6±2.80 ^a	121.7±5.45 ^b
HCM	98.9±2.55 ^b	120.7±2.56 ^b
HCH	102.0±2.64 ^b	124.8±2.34 ^b

¹⁾Mean±SD (n=6). Values within the same column with different letters are significantly different among groups by Duncan's multiple range test (p<0.05).

및 HCH 투여군 모두에서 유의한 감소를 보였다. 추출물 간의 활성차이는 크게 나타나지 않았다. 박[14]등의 10% 키토산 올리고당을 급여했을 때의 실험결과와 유사한 효과가 나타났고, Shin 등[34]의 3%메탄올 추출물을 사용했을 때와는 약 3배 차이가 났다. 아마도 농도와 급여방법의 차이로 생각된다.

Kinnunen 등[18]에 의하면 혈청 중성지질의 농도 저하작용은 생체 내에 존재하는 lipoprotein lipase가 chylomicron과 VLDL의 분해를 촉진하기 때문이라고 하였으며, 또한 Balasubramanian 등[3]은 다가 불포화지방산이 인지질을 담즙으로의 이용률을 증가시켜 혈청 인지질 농도를 저하시킨다고 하였다. 본 실험 결과 대나무 용매추출물들을 투여함으로써 고지혈증 실험동물의 혈청 중성지질 및 인지질의 농도가 저하되는 것을 관찰할 수 있었다. 이와 같은 결과는 대나무 용매추출물들을 고지혈증 환자들에게 섭취시키면 혈청 LDL-콜레스테롤 함량과 중성지질 함량을 감소시켜 주고 HDL-콜레스테롤 함량을 증가시켜 고지혈증의 지질조성을 조절하고 심장순환기계 질환을 예방할 수 있을 것임을 시사한다.

요 약

신의대(*Sasa coreana*, Nakai, 대나무 일종) 추출물이 혈청지질 개선에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1.0%의 콜레스테롤 첨가식이로 유발된 고지혈증 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐를 이용하였다. 실험동물들은 4 종류 투여군으로 나누었으며 고콜레스테롤 투여군(HC)을 대조군으로 하였고 3 종류의 대나무추출액을 첨가한 투여군(HCW, HCM 및 HCH)을 실험군으로 하였다. 대나무추출액은 헥산, 메탄올 및 물을 이용하여 순차적으로 추출하여 농축, 동결건조하여 사용하였다. 고콜레스테롤식이를 급여한 대조군(HC 대조군)에 비하여 대나무추출물을 첨가한 모든 투여군(HCW, HCM 및 HCH 투여군)에서 체중변화 및 식이섭취량에 미치는 영향은 별로 크지 않았다. 혈청 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량을 비교하였을 때 HC 대조군에 비하여 대나무추출물 첨가 투여군에서 18.5-23.7% 및 15.7-18.6% 감소하였으며 특히 메탄올추출물의

효과가 가장 높았다. 항동맥경화 인자로 알려진 HDL-콜레스테롤의 경우 대나무추출물 투여군에서 HC 대조군에 비하여 17.2-21.9% 정도 증가하는 것을 볼 수 있었다. 대나무추출물은 고콜레스테롤 식이를 섭취한 HC 대조군에 비하여 동맥경화 지수를 낮추는 효과가 있었다(HC group : 2.96 ± 0.08 , HCM group : 1.48 ± 0.02 , HCW group : 1.69 ± 0.04 , HCH group : 1.84 ± 0.01). 또한 혈청중의 중성지방 함량 및 인지질 함량도 메탄올추출물 투여군에서 가장 낮았다. 이러한 실험 결과들로부터 대나무 추출물, 특히 메탄올추출물이 혈청지질의 개선효과가 있으며 결과적으로 고지혈증이나 심장순환기계 질환을 예방하는 효과가 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 경성대학교 연구년 기간 동안 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Akao, Y., N. Seki, Y. Nakagawa, H. Yi, K. Matsumoto, Y. Ito, K. Ito, M. Funaoka, W. Maruyama, M. Naoi, and Y. Nozawa. 2004. A highly bioactive lignophenol derivative from bamboo lignin exhibits a potent activity to suppress apoptosis induced by oxidative stress in human neuroblastoma SH-SY5Y cells. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* **12**, 4791-4801.
- Baek, J. W., S. H. Lee, and G. S. Moon, 2002. Antimicrobial activities of ethanol extracts from Korean bamboo culms and leaves. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 1073-1078.
- Balasubramaniam, T., L. E. Simons, R. Chang, and J. B. Trickie. 1985. Reduction in plasma cholesterol and increase in biliary cholesterol by a diet rich in n-3 fatty acids in the rat. *J. Lipid Res.* **26**, 284-294.
- Beynen, C. and M. B. Katan. 1985. Why do polyunsaturated fatty acid lower serum cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.* **42**, 560-570.
- Castelli, W. P., R. J. Garrison, P. W. F. Wilson, R. D. Abott, A. Kalousdian, and W. B. Kannel. 1986. Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. *JAMA* **256**, 2835-2844.
- Chuyen, N. V., T. Kurata, and M. Furjimaki. 1982. Antimicrobial activity of kumazasa (*Sasa albo marginata*). *Agri. Biol. Chem.* **46**, 971-975.
- Dwyer, J. 1995. Overview: dietary approaches for reducing cardiovascular disease risk. *J. Nutr.* **125**, 656-665.
- Faidley, T. Y., C. M. Luhman, T. U. Galloway, M. K. Foley, and D. C. Beitz. 1990. Effect of dietary fat source on lipoprotein composition and plasma lipid concentration in pigs. *J. Nutr.* **120**, 1126-1138.
- Goodman, D. S. 1964. The turnover of plasma cholesterol in man. *physiol. Rev.* **45**, 747-760.
- Grundy, S. M. 1987. Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* **42**, 1168-1174.
- Hur, B. H. and S. J. Joo. 2003. Natural Products, pp.19-20, In Chang, I. M. and etc. (eds.), Treatise on Asian Herbal Medicines Vol II, Natural Products Research Institute, Seoul National University, Seoul.
- Ju, I. O., G. T. Jung, J. Ryu, J. S. Choi, and Y. G. Choi. 2005. Chemical components and physiological activities of bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) extracts prepared with different methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**, 542-548.
- Jung, S., S. T. Kang, C. Y. Choi, K. Y. Oh, J. K. Cho, R. Rengasamy, and K. H. Park. 2009. Linoleic acid from bamboo (*Phyllostachys Bambusoides*) displaying potent α -glucosidase inhibition. *Journal of Life Science* **19**, 680-683.
- Kim, H. S. and H. Yoon. 2008. Effects of chitosan oligosaccharide intake on the improvement of serum lipid level in hypercholesterolemic rats. *Journal of Life Science* **18**, 1686-1692.
- Kim, M. J., M. W. Byun, and M. S. Jang. 1996. Physiological and antibacterial activity of bamboo (*Sasa coreana* Nakai) leaves. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **25**, 135-142.
- Kim, N. K., S. H. Cho, S. D. Lee, J. S. Ryu, and K. H. Shim. 2001. Functional properties and antimicrobial activity of bamboo (*Phyllostachys sp*) extracts. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* **8**, 475-480.
- Kim, S. Y., I. S. Su, and S. Y. Chung. 1993. Effects of the feeding *Platyodon grandiflorum* and *Codonopsis lanceolata* on the fatty acid composition of serum and liver in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22**, 524-530.
- Kinnunen, P. K. J., J. Virtanen, and P. Vainio. 1983. Lipoprotein lipase and hepatic endothelial lipase. *Atheroscler. Rev.* **11**, 65-99.
- Kinsella, J. E. 1986. Dietary fish oil : possible effects of n-3 polyunsaturated fatty acids in reduction of thrombosis and heart disease. *Nutrition Today* **6**, 7-14.
- Kritchevsky, D. 1978. Fiber, lipids and atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.* **31**, 365-374.
- Lee, K. E. and G. H. Ryu. 2004. Change in chemical components of bamboo leaf powder extracts at different extraction conditions. *Food Ind. Nutr.* **9**, 46-52.
- Lee, M. J. and G. S. Moon. 2003. Antioxidative effects of Korean bamboo trees, wang-dae, som-dae, maengjong-juk, jolit-dae and o-juk. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**, 1226-1232.
- Lin, Y., M. A. Vermeer, and E. A. Trautwein. 2009. Triterpenic acids present in hawthorn lower plasma cholesterol by inhibiting intestinal ACAT activity in hamsters. *eCAM* **1-9**.
- Lorenz, J. P., V. Doormen, and K. F. Orlebeke. 1982. Stress, personality and serum cholesterol level. *J. Human stress* **8**, 24-36.
- Manttari, M., L. Tenkanen, and V. Manninen. 1994. A single total cholesterol measurement is a poor determinant of coronary risk. *Atherosclerosis* **109**, 16-17.
- McGrandy, R. B., D. M. Hegsted, and F. J. Stare. 1967. Dietary fat, carbohydrates and atherosclerotic vascular disease. *New Engl. J. Med* **277**, 242-247.

27. Miettinen, T. A. 1987. Dietary fiber and lipids. *Am J. Clin. Nutr.* **45**, 1237-1242.
28. Miller, M., C. P. Cannon, S. A. Murphy, J. Qin, K. K. Ray, E. Braunwald, and PROVE IT-TIMI 22 Investigators. 2008. Impact of triglyceride levels beyond low-density lipoprotein cholesterol after acute coronary syndrome in the PROVE IT-TIMI 22 Trial. *Journal of the American College of Cardiology* **51**, 724-730.
29. Oh, S. Y. and P. E. Monaco. 1985. Effect of dietary cholesterol and degree of fat unsaturation on plasma lipid levels, lipoprotein composition and fecal steroid excretion in normal young adult men. *Am J. Clin. Nutr.* **42**, 399-408.
30. Park, H. S., J. H. Lim, H. J. Kim, H. J. Choi, and I. S. Lee. 2007. Antioxidant flavone glycosides from the leaves of *Sasa borealis*. *Arch. Pharm. Res.* **30**, 161-166.
31. Park, S. K., D. B. Choi, and H. Cho. 2008. A study on chemical components and biological activities of bamboo extract. *J. Environ. Sani. Engin.* **23**, 65-70.
32. Phillips, N. R. and J. P. Kane. 1992. Levels and interrelationships of serum lipoprotein cholesterol and triglycerides. Association with adiposity and consumption of ethanol, tobacco, and beverages containing caffeine. *Arteri.* **1**, 13-24.
33. Pratt, D. E. and B. W. Watts. 1964. The antioxidant activity of vegetable extracts, Flavone aglycones. *J. food Sci.* **29**, 27-40.
34. Shin, M. K. and S. H. Han. 2002. Effects of methanol extracts from bamboo(*Pseudosasa japonica* Makino)leaves extracts on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *Korean J. dietary Culture* **17**, 33-36.
35. Simopoulos, A. T. 1988. ω -3 fatty acids in growth and development and the role of ω -3 fatty acids in health and disease; dietary implication. *Nutrition Today* **10**, 12-18.
36. Smith, E. B. 1974. The relationship between plasma and tissue lipid in human atherosclerosis. *Adv. Lipid Res.* **11**, 1-7.
37. Wierzbicki, A. S. 2004. Lipid-altering agents: the future. *Int. J. Clin. Pract.* **58**, 1063-1072.
38. Zhang, Y., J. Jiao, C. Liu, X. Wu, and Y. Zhang. 2008. Isolation and purification of four flavone C-glycosides from antioxidant of bamboo leaves by macroporous resin column chromatography and preparative HPLC. *Food Chemistry* **107**, 1326-1336.
39. Zhang, Y., X. Q. Wu, and Z. Y. Yu. 2002. Comparison study on total flavonoid content and anti-free radical activity of leaves of bamboo, *Phyllostachys nigra* and *Ginkgo biloba*. *China J. Chinese Mat. Medica* **27**, 254-257.