KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 40, No. 4, pp. 449~454 (2008)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

©The Korean Society of Food Science and Technology

고지방식이를 섭취한 흰쥐에서 *Bulnesia sarmienti* 단일추출물과 복합추출물이 혈청지질 및 체지방에 미치는 영향

박창호 · 김대익 · 정희경 · 이기동[1] · 김길수[2] · 홍주헌*

(재)대구테크노파크 바이오산업지원센터, [1]대구경북한방산업진흥원, [2]경북대학교 수의과대학

Effect of *Bulnesia sarmienti* Single and Complex Extracts on Serum Lipid and Body Fat in Rats Fed High-fat Diet

Chang-Ho Park, Dae-Ik Kim, Hee-Kyoung Jung, Gee-Dong Lee[1], Kil-Soo Kim[2], and Joo-Heon Hong*

Daegu Technopark Bio Industry Center

[1]Daegu Gyeongbuk Institute for Oriental Medicine Industry

[2]College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University

Abstract This research examined whether feeding single extracts or complex extracts of *Bulnesia sarmienti*, together with a high fat diet, could improve serum lipid levels and reduce fat mass in rats. Test groups were fed the extracts, combined with a high fat diet, for eight weeks, and subdivided into seven groups: normal, control, and five treatment groups (BS: *B. sarmienti* extracts; BS-S: *B. sarmienti* and *Salvia miltiorrhiza* Bunge extracts; BS-M: *B. sarmienti* and *Morus alba* Linne extracts; BS-SM1: *B. sarmienti*, *Salvia miltiorrhiza* Bunge and *Morus alba* Linne extracts; and BS-SM2: BS-SM1 extracts at a 2-fold concentration). After feeding the test substance for 8 weeks, no significant differences were found for food intake, water intake, change in body weight, or food efficiency ratios (FER) among the groups. However, serum LDL-cholesterol had increased by 14.1% in the BS-S group. When compared with the control group, total cholesterol levels in the BS, BS-S, BS-M, BS-SM1, and BS-SM2 groups were reduced by 36.0, 14.5, 40.4, 17.5, and 22.5%, respectively, with the greatest change shown in the BS-M group. In terms of triglycerides, levels in BS, BS-S, BS-M, BS-SM1, and BS-SM2 had decreased by 41.9, 8.5, 62.3, 17.7, and 14.5%, respectively. Compared to the control group, the BS group showed a significant decrease in fat mass. In conclusion, the BS and BS-M groups showed significant effects with respect to improved serum lipid profiles and body fat mass when they were fed a high fat diet in combination with the respective extracts.

Keywords: *Bulnesia sarmienti*, body fat, high fat diet, single extract, complex extract

서 론

서구 식생활이 도입되면서 동물성 식품 및 가공식품 등을 통하여 열량의 섭취가 증가하고 있고, 비만, 당뇨병, 고혈압, 동맥경화 및 심혈관계 질환 등의 성인병이 늘어나고 있다(1,2). 특히 동물성 지방의 과다한 섭취로 인한 혈액내의 고 콜레스테롤과 고 중성지방이 만성 성인병의 발병에 중요한 원인으로 여겨지고 있다(3). 혈중 콜레스테롤 농도는 콜레스테롤 섭취량에 따라 생합성이 조절되어 일정하게 유지되나 과량으로 섭취시 여러 가지 대사성 질환을 유발한다. 고지방의 과도한 섭취는 가장 먼저 고지혈증으로 이어져 동맥경화를 유발하게 된다. 고지혈증(hyperlipidemia)은 혈액중의 콜레스테롤, 중성지방, 인지질 및 유리지방산 등의 농도가 비정상적으로 증가한 상태로서 가장 직접적으로 영향을 미치는 인자는 혈중 콜레스테롤과 저밀도지단백(LDL)-콜레스테롤을 들 수 있으며 특히 고콜레스테롤혈증(hypercholesterolemia)은 죽상동맥경화증(atherosclerosis)을 유발하는 것으로 알려져 있다. 죽상동맥경화증은 혈관벽을 따라 지질이 두껍게 쌓여 혈류를 감소시켜 허혈성 심장질환과 협심증, 심근경색의 원인이 되므로 임상적으로 중요한 문제가 되고 있다(4). 동맥경화란 동맥내벽에 지방질 및 섬유조직이 쌓여 혈관벽이 좁아지거나 막히게 되는 것으로, 고혈압, 고지혈증 및 흡연은 동맥경화 발생을 촉진시키는 3대 위험 요소이며, 이외에도 운동부족, 당뇨병, 비만증, 스트레스 등에 의해 발생률이 높아진다(5). 동맥경화가 가벼우면 활동에 지장은 없으나 동맥경화로 관상조직 50-70% 이상 좁아지거나 막히면 동맥경화성 심장병이 야기된다(6). 동맥 경화증은 심한 경우 동맥의 파열이 일어나는 것으로 여러 순환계 질환, 즉 고혈압, 협심증, 뇌혈관질환 등의 주요 원인이 되고 있다(7).

따라서 혈액내의 이들 지질 수준을 저하시키기 위한 치료 및 예방책의 일환으로 식생활에 대한 관심이 모아지고 있다. 식품에 대한 관심 역시 영양적인 측면이나 기호성을 고려한 1차적, 2차적 기능보다 질병의 치료 및 예방에 관계되는 3차적 기능인 측면에 더 관심이 높다(6).

Bulnesia sarmienti(*B. sarmienti*)는 아메리카 대륙의 깊은 오지에서 야생 형태로만 자생하며 원주민 인디언들에 의해 신비의 약초라고 하여 질병치유에 많이 이용되어 왔다(8). 현재 *B. sarmienti*에서 추출된 guaiacwood oil이 미국에서 상품화되어 향기제품으로

*Corresponding author: Joo-Heon Hong, Deagu Technopark Bio Industry Center, Daegu 704-801, Korea
Tel: 82-53-602-1823
Fax: 82-53-602-1898
E-mail: betabio@empal.com
Received May 23, 2008; revised June 27, 2008; accepted July 15, 2008

판매되고 있으며 LD_{50}가 5,000 mg/kg 이상으로 독성이 거의 없는 것으로 확인되었다(9). 단삼은 꿀풀과의 다년생 약용식물로 적삼, 자단삼, 대홍포, 활혈근이라고도 불리며, 뿌리가 붉기 때문에 단삼이라고 한다(10). 상백피는 뽕나무 껍질로서 한방에서는 이뇨제, 소염제, 진해제로 쓰이고 있는 한약재로서 많이 사용되어 왔다(11). 이처럼 현대에 이르러 천연물에 대한 관심이 높아져 각 분야에 걸쳐 부작용이 적은 천연물의 이용이 증가하고 있다. 민간요법은 과거의 개인적 경험에서 효과가 구전되어지는 것으로 대부분 과학적 근거가 희박하며 과량 섭취로 인한 독성이나 제조공정 및 보관상의 오염, 변질의 위험성을 가지고 있다. 따라서 민간요법으로 쓰이는 약물에 대한 과학적인 접근이 요구된다. 본 연구에서는 동물실험을 통해 고지방식이로 비만 및 고지혈을 유도하고, *B. sarmienti*가 체지방 및 혈중지질 대사에 미치는 영향에 대해 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 재료 *B. sarmienti*는 (주)베타존코리아(Daegu, Korea)에서 구입하였으며, 단삼(*Salvia miltiorrhiza* Bunge), 상백피(*Morus alba* Linne)는 (주)옴니허브(Daegu, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 시험물질은 *B. sarmienti* 단일추출물과 *B. sarmienti*와 단삼, *B. sarmienti*와 상백피, *B. sarmienti*와 단삼, 상백피를 *B. sarmienti* 복합추출물로 사용하였다. 실험에 사용된 각 시험물질은 증류수를 가하여 100℃에서 3시간 동안 추출하여 여과 후 사용하였다. 시험물질의 투여기간 및 투여방법은 고지혈 유발 확인 후 8주 동안 자유급여 방식(AD libitum)으로 섭취시키고 음수량과 사료섭취량을 매일 측정하였다.

실험동물

실험동물은 생후 4주령 수컷 흰쥐(Sprague Dawley)를 (주)샘타코 바이오코리아(Osan, Korea)로부터 구입하여 고형사료와 물을 공급하면서 일주일간 적응시킨 후 평균체중 205.2±4.3 g인 것을 사용하였다. 음수는 자외선으로 멸균된 물과 사료를 자유롭게 섭취하게 하였다. 실험기간동안 물과 사육환경은 온도 20-22℃, 상대습도 50±1%, 환기횟수 10-15회/hr, 명암주기는 12시간 간격으로 조도 150-300 lux로 유지하였다.

실험식이

식이성 비만(diet-induced obesity)을 유도하기 위하여 고지방 식이를 6주 동안 먹이면서 2주 간격으로 체중 및 혈중지질 수준이 높게 나타났을 때 시험물질을 투여하였다. 실험식이의 조성은 Table 1과 같으며, 표준식이(AIN-76)(Dytes Inc., Bethleham, PA, USA)를 기준으로 비만 및 고지혈을 유도하기 위하여 20% lard, 1% 콜레스테롤을 첨가하여 실험용 사료로 제조하여 사용하였다.

실험군은 표준식이를 기준으로한 정상군(normal)과 실험쥐에 고지방, 고콜레스테롤 식이를 공급한 대조군(control), 고지방, 고콜레스테롤 식이를 기준으로 시험물질에 따라 각각 *B. sarmienti* 2.4 mg/mL, 단삼 0.8 mg/mL, 상백피 0.8 mg/mL의 비율로 *B. sarmienti* 단일추출물을 투여한 BS군과 복합추출물인 *B. sarmienti*와 단삼을 투여한 BS-S군, *B. sarmienti*와 상백피를 투여한 BS-M군, *B. sarmienti*와 단삼, 상백피를 2.4 mg/mL, 0.8 mg/mL, 0.8 mg/mL 비율로 투여한 BS-SM1군, 4.8 mg/mL, 1.6 mg/mL, 1.6 mg/mL 비율로 투여한 BS-SM2군 7개의 실험군으로 나누어 시험물질을 8주간 투여하면서 사육하였다.

Table 1. Composition of normal diet and high-fat diet

(Uint: g/100 g)

Ingredient	Normal diet	High-fat diet
Casein	20	29
Corn starch	26	10
Sugar	0	10
Lard	0	20
Corn oil	9	5.0
Cellulose	5.0	5.0
Mineral mixture*	3.5	3.5
Vitamin mixture*	1.0	1.0
Cholesterol	1.0	1.0
DL-methionine	0.3	0.3
Choline	0.2	0.2

*AIN76 mixture (Nutritional Biochemicals, ICN Life science Group, Cleveland, OH, USA)

식이효율 측정

체중증가량 및 식이 섭취량은 실험 개시일을 시작으로 충분한 양의 사료와 물을 급여하면서 일주일 간격으로 측정하였으며, 식이 섭취량은 급여량에서 잔량을 감하여 계산하였다. 식이효율(food efficiency ratio: FER)은 실험 기간 동안 체중증가량을 같은 기간의 식이 섭취량으로 나누어 환산하였다.

실험동물 처치 및 장기 적출

실험 사육한 흰쥐를 16시간 동안 절식 시킨 후 ether 마취 하에 복부대동맥에서 혈액을 채취하여 실온에 30분 방치 후 3000 rpm에서 30분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 장기는 채혈 후 즉시 간장, 비장, 신장, 폐, 심장을 적출하였으며, 지방량 측정을 위해 후 복강 지방조직과 부고환 지방조직을 적출하여 4℃ 생리식염수로 씻어내고 수분을 여과지로 제거한 후 무게를 칭량하였다.

혈청성분 분석

혈중지질 성분의 주요지표가 되는 대사산물로 총콜레스테롤, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol(LDL-콜레스테롤), high density lipoprotein cholesterol(HDL-콜레스테롤)을 측정하고, 시료투여로 인한 간 및 신장 기능에 미치는 영향을 알아 보기위해 간 기능 지표인 aspartate aminotransferase(AST), alanine aminotransferase(ALT), γ-glutamyl transferase(g-GT), creatinine을 측정하였다. 총콜레스테롤 측정은 CHOD, Trinder법, triglyceride는 Enzymatic-Trinder법, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤은 direct method에 의해 제조된 kit(Asanpharm Co., Seoul, Korea)를 사용하였다. AST, ALT는 modified IFCC without pyridoxal phosphate 법, g-GT는 IFCC법, creatinine은 modified Jaff-1 reagent method 법에 의해 제조된 kit(Asanpharm Co.)를 이용하여 생화학 자동분석기(KONELAB 20XT, Vantaa, Finland)를 이용하여 분석하였다.

통계처리

모든 실험결과에 대한 통계처리는 각 실험군별로 평균차이가 있는가를 검증하기 위하여 분산분석(ANOVA 검증)을 수행하였으며, 군간의 유의성은 Duncan test를 이용하여 검증하였다.

결과 및 고찰

음수 및 시험물질 섭취량

실험기간 동안 1일 평균 음수 섭취량은 정상군 52.5 mL, 대조군 36.0 mL로 나타났으며, *B. sarmienti* 단일 및 복합추출물 투여

Table 2. The body weight gain, food intake, and food efficiency ratio (FER) of Sprague Dawley rats fed *Bulnesia sarmienti* single and *B. sarmienti* mixed extracts for 8 weeks

Group[1)]	Food intake (g/day)	Water intake (mL/day)	Body weight			FER[2)] (%)
			Initial (g)	Final (g)	Gain (g/day)	
Normal	26.9±1.79[b,3)]	52.5±2.9[b]	205.0±4.8[a]	444.8±19.5[a]	2.85±0.18[a]	10.66±0.99[a]
Control	23.6±1.34[a]	36.0±3.7[a]	206.2±2.2[a]	535.6±9.6[bc]	3.92±0.08[bc]	16.57±0.50[b]
BS	22.9±1.87[a]	34.2±1.8[a]	203.8±4.8[a]	504.4±35.9[b]	3.57±0.38[b]	15.69±2.24[b]
BS-S	24.6±1.18[ab]	34.5±2.0[a]	202.8±4.7[a]	548.0±39.2[bc]	4.11±0.41[c]	16.75±2.16[b]
BS-M	25.3±2.98[ab]	35.5±1.7[a]	205.2±1.0[a]	557.6±7.4[c]	4.19±0.07[c]	16.77±1.98[b]
BS-SM1	23.5±1.59[a]	36.6±2.6[a]	204.8±1.8[a]	550.6±24.0[bc]	4.11±0.27[c]	17.56±1.84[b]
BS-SM2	23.0±1.93[a]	35.0±2.3[a]	209.0±7.5[a]	566.4±61.0[c]	4.25±0.66[c]	18.52±3.20[b]

[1)]BS: *B. sarmienti* water extract 2.4 mg/mL, BS-S: *B. sarmienti* (2.4 mg/mL)+*Salvia miltiorrhiza* Bunge (0.8 mg/mL) water extract, BS-M: *B. sarmienti* (2.4 mg/mL)+*Morus alba* Linne (0.8 mg/mL) water extract, BS-SM1: *B. sarmienti* (2.4 mg/mL)+*Salvia miltiorrhiza* Bunge (0.8 mg/mL) +*Morus alba* Linne (0.8 mg/mL) water extract, BS-SM2: *B. sarmienti* (4.8 mg/mL)+*Salvia miltiorrhiza* Bunge (1.6 mg/mL)+*Morus alba* Linne (1.6 mg/mL) water extract.
[2)]FER (food efficiency ratio)=(body weight/food intake)×100
[3)]Values are represented as the mean±SD (n=6). Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.

군인 BS군 34.2 mL, BS-S군 34.5 mL, BS-M군 35.5 mL, BS-SM1군 36.6 mL, BS-SM2군 35.0 mL로 나타났다(Table 2). 고지방 식이에 따른 음수량 변화는 정상군과 비교하여 시험물질 투여군에서 유의적인 감소현상이 나타났다. 자유급이(AD libitum) 방식에 의한 실험군 BS, BS-S, BS-M, BS-SM1에서 *B. sarmienti*의 1일 평균 섭취량은 84.72 mg, 단삼 및 상백피 1일 평균 섭취량은 28.24 mg으로 조사되었으며, 실험물질에 따른 섭취량 변화는 관찰되지 않았다. BS-SM2 실험군에서 *B. sarmienti*의 1일 평균 섭취량은 168.14 mg, 단삼 및 상백피 1일 평균 섭취량은 56.04 mg으로 조사되었다.

체중변화 및 식이효율

시험물질 투여기간 8주 동안 일반식이 및 고지방식이를 급여하면서 체중변화, 식이섭취량, 식이효율 측정 결과를 Table 2에 나타내었다. 실험기간 중 1일 평균 사료섭취량은 정상군의 일반식이와 비교하여 대조군 및 실험군의 고지방식이에서 식이섭취량이 감소하였으며, 시험물질 투여로 인한 고지방식이 섭취량 변화는 나타나지 않았다. 체중변화는 시험개시 평균체중이 205.2 g으로 개체 및 실험군간 차이가 없도록 배치하여 실험하였다. 고지방식이 후 체중변화는 대조군 및 시험물질 투여군인 BS군, BS-S군, BS-M군, BS-SM1군, BS-SM2군 모두 정상군과 비교하여 유의한 체중증가량을 나타내었다. 그리고 식이효율 변화는 고지방식이를 급여한 모든 실험군에서 정상군과 비교하여 높은 식이효율로 나타났으나, 시험물질 투여로 인한 식이효율 변화는 나타나지 않았다. 따라서 *B. sarmienti* 단일추출물 및 복합추출물 투여로 인한 사료섭취량, 체중변화 및 식이효율 변화에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

혈청성분 분석

고지혈 유발 후 8주 동안 *B. sarmienti* 단일 및 복합추출물 투여 후 혈중 ALT, AST, g-GT, creatinine, 총단백 함량을 측정하여 Table 3에 나타내었다. ALT 활성 변화는 정상군 37.36 unit/L와 비교하여 고지방식이 대조군 및 실험군에서 다소 감소하는 경향을 보였으나, BS-S 투여군에서 38.06 unit/L로 정상군과 비슷한 활성을 유지하였다. AST 활성 변화는 대조군 129.7 unit/L로 정상군 112.8 unit/L와 비교하여 유의적인 활성증가를 보였으나, 8주 동안 시험물질 투여로 BS-S, BS-M, BS-SM1, BS-SM2 투여군에서 유의적인 감소현상이 나타났다. 혈중 g-GT, creatinine, 총단백 변화는 정상군, 대조군 및 시험물질을 투여한 시험군에서도 유의한 변화는 관찰되지 않았다.

ALT, AST는 간을 비롯하여 장기에 존재하는 아미노산 합성효소로서 정상적인 세포파괴에 의해서도 혈액중에 일정 수치가 존재하나 간과 특정장기의 손상으로 수치가 상승하는 효소이다(20). 본 실험에서는 고지방식이에 의한 ALT, AST 활성이 감소 또는 증가현상을 보였으나, 시험물질 투여로 인한 효소활성이 정상군과 비슷하게 유지되었다. 따라서 시험물질 투여에 의한 간독성에

Table 3. The plasma aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), γ-glutamyl transferase (g-GT) creatinine, and total protein levels in Sprague Dawley rats fed *Bulnesia sarmienti* single and *B. sarmienti* mixed extract

Group[1)]	ALT (unit/L)	AST (unit/L)	g-GT (unit/L)	CREA (mg/dL)	T PROT (mg/dL)
Normal	37.36±1.95[b,2)]	112.8±7.87[ab]	67.48±4.12[a]	0.53±0.05[a]	6.60±0.34[a]
Control	34.76±1.83[ab]	129.7±8.59[c]	71.06±9.61[a]	0.55±0.06[a]	6.54±0.11[a]
BS	35.96±1.83[ab]	120.3±8.02[bc]	65.36±6.22[a]	0.55±0.03[a]	6.50±0.21[a]
BS-S	38.06±1.43[b]	111.9±7.15[ab]	68.46±10.0[a]	0.62±0.02[a]	6.70±0.23[a]
BS-M	32.70±2.38[a]	113.1±8.93[ab]	69.9 ±9.04[a]	0.61±0.02[a]	6.60±0.31[a]
BS-SM1	35.38±1.14[ab]	114.8±12.04[ab]	64.0 ±6.03[a]	0.57±0.01[a]	6.70±0.12[a]
BS-SM2	33.6 ±1.85[a]	104.4±6.28[a]	72.0 ±10.17[a]	0.54±0.05[a]	6.56±0.15[a]

[1)]Refer to Table 2
[2)]Values are represented as the mean±SD (n=6). Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.

Table 4. HDL-cholesterol (HDL-chol), LDL-cholesterol (LDL-chol), total cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG) levels in plasma of rats fed on *Bulnesia sarmienti* single and *B. sarmienti* mixed extract (Unit: mg/mL)

Group[1)]	T-Chol	HDL-Chol	LDL-Chol	TG	AI[3)]
Normal	84.3±7.3$^{bc,2)}$	66.5±5.2^{c}	11.0±2.6^{a}	58.3±7.4^{ab}	0.26±0.06^{a}
Control	88.4±3.9^{cd}	51.6±2.3^{a}	27.5±6.6^{d}	117.2±26.4^{d}	0.72±0.09^{d}
BS	80.9±4.5^{ab}	49.7±4.0^{a}	17.6±1.2^{bc}	68.0±13.7^{ab}	0.63±0.14^{cd}
BS-S	92.5±2.6^{d}	58.9±2.2^{b}	23.5±6.1^{cd}	107.2±11.1^{cd}	0.57±0.09^{c}
BS-M	77.0±6.3^{a}	54.0±3.7^{ab}	16.4±4.3^{ab}	44.1±7.0^{a}	0.43±0.14^{b}
BS-SM1	85.6±3.3^{bcd}	54.4±2.3^{ab}	22.7±3.6^{bcd}	96.4±5.4^{c}	0.57±0.07^{c}
BS-SM2	88.2±6.6^{bcd}	54.1±3.4^{ab}	21.3±4.1^{bcd}	100.2±11.4^{d}	0.63±0.07^{cd}

[1)]Refer to Table 2.
[2)]Values are represented as the mean±SD (n=6). Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.
[3)]AI (atherogenic index)=(total cholesterol–HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol

는 영향이 없을 것으로 사료된다. 또한, 신장 기능을 평가하는 중요한 지표가 되는 creatinine, 혈청단백의 양을 조사하여 간과 신장의 건강 유무를 가늠할 수 있는 혈청 총 단백을 측정하였다(15). 그리고 신장에 이상이 있으면 혈액 중으로 유출되어 이상치가 나오는 g-GT의 경우에도 변화가 없었으며, 시험물질 투여에 의한 간과 신장에 미치는 영향은 없을 것으로 사료된다.

혈중지질에 미치는 영향

8주 동안 *B. sarmienti* 단일 및 복합추출물 투여 후 혈중 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방(triglyceride), 동맥경화지수(AI)를 Table 4에 나타내었다.

실험기간 중 혈중 총콜레스테롤 수준은 고지방식이로 대조군 88.4 mg/dL로 정상군의 84.3 mg/dL와 비교하여 다소 증가하였으나, 유의적인 변화는 관찰되지 않았다. 시험물질 투여로 인한 전반적인 감소현상과 함께 BS 투여군과 BS-M 투여군에서 유의적인 감소현상이 나타났다. 고지방식이에 의한 유의적인 총콜레스테롤 증가현상은 관찰되지 않았으나, *B. sarmienti* 단일추출물 및 *B. sarmienti*와 상백피 복합추출물에서 유의적인 감소현상을 볼 수 있었다.

혈중 HDL-콜레스테롤 변화는 정상군 66.5 mg/dL와 비교하여 대조군에서 51.6 mg/dL로 유의적으로 감소하였으며, 실험군 BS-S 투여군에서 54.0 mg/dL로 증가하였다. 시험물질 투여군 전반에서 다소 증가하는 경향을 보였으나, *B. sarmienti*와 단삼 복합추출물에서 유의적인 증가현상을 나타내었다.

혈중 LDL-콜레스테롤 변화는 정상군 11.0 mg/dL와 비교하여 대조군에서 27.5 mg/dL로 유의적으로 증가하였다. 시험물질 투여에 의한 LDL-콜레스테롤 변화는 모든 실험군에서 전반적인 감소하였으며, BS-M 투여군에서 가장 많은 감소를 보였다.

혈중 중성지방의 변화는 고지방식이로 인해 정상군 58.3 mg/dL와 비교하여 대조군 117.2 mg/dL로 상당한 증가를 보였으며, 시험물질 투여군에서 전반적으로 유의한 감소현상이 나타났다. 가장 많은 감소현상이 나타난 실험군은 BS-M과 BS 투여군으로 대조군과 비교하여 62.3%와 41.9%의 감소현상을 나타내었다.

총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤의 차이를 HDL-콜레스테롤에 대한 백분비를 나타내는 동맥경화지수(AI, atherogenic index)는 정상군 0.26에 비하여 대조군 0.72로 유의적으로 증가하였다. 시험물질 투여에 의한 동맥경화지수 변화는 전반으로 감소하였으며, BS-S, BS-M, BS-SM1 투여군에서 유의적인 감소현상을 나타내었다.

콜레스테롤은 세포막형성, 호르몬 생성 등에 중요한 역할을 한다. 그러나 혈중에 고농도로 존재하는 상태를 고지혈증(hypercholesterolemia)이라 하는데, 이는 coronary heart disease(CHD)의 주요 위험인자이다. 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 것이 CHD의 발병율을 낮추는데 효과적이라는 많은 역학조사에서 얻은 결과로서 혈장 콜레스테롤을 1% 낮추면 CHD 발병율을 2% 감소시킬 수 있다고 한다(12,13). HDL-콜레스테롤은 말초조직으로부터 과잉의 콜레스테롤을 간으로 이동시키고 거품세포 형성을 방해하여 동맥경화의 진행과정을 늦추는 역할을 하는 것으로 알려져 있는데, 최근 동맥경화를 포함한 심혈관계질환의 예방과 치료에서 HDL-콜레스테롤의 역할에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(19). 본 실험에서는 *B. sarmienti*와 상백피 복합추출물 및 *B. sarmienti* 단일추출물에서 유의적인 혈중 콜레스테롤 감소현상을 관찰할 수 있었고, *B. sarmienti*, 단삼, 상백피 복합추출물에서는 LDL-콜레스테롤 함량을 떨어뜨림으로서 심혈관계질환 및 대사증후군의 위험을 감소시킬 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 혈중 중성지방 함량을 낮추는 것 또한 심혈관계 질환의 위험을 줄이는 중요한 요소가 되는데(15), 본 실험결과 *B. sarmienti*와 상백피 복합추출물 및 *B. sarmienti* 단일추출물에서 중성지방함량을 낮추고 고지혈증을 개선할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

장기무게 변화

고지방식이로 유발된 고지혈증과 시험물질 투여로 인한 간, 비장, 신장, 폐, 심장의 장기무게 변화를 관찰하였다(Table 5). 일반적으로 지방 또는 콜레스테롤의 섭취에 의해 간 조직에서 지질대사 이상이 초래되어 지질의 침착에 의해 간의 무게가 증가하고 간에서의 지질과 콜레스테롤 함량이 증가한다(14). 본 실험에서도 대조군의 간 무게가 정상군에 비해 상대적으로 증가하였으나, 시험물질 투여로 인한 유의한 간조직 무게감소 현상은 관찰되지 않았다. 심장은 정상군과 비교하여 상대적으로 감소하는 경향이 나타났으나, 시험물질에 의한 유의적인 변화는 관찰되지 않았다. 그리고 비장, 신장, 폐 무게는 고지방식이나 시험물질 투여로 인한 아무런 변화도 관찰되지 않았다.

따라서 장기무게 변화는 간 및 심장 무게의 변화는 있었으나, 시험물질에 의한 유의성 있는 무게변화는 관찰되지 않았다. 그리고 간 무게변화는 고지방식이로 인한 지질축척에 의한 것으로 사료된다(16,17).

지방조직 무게변화

체내지방조직에 미치는 영향은 복부지방조직의 대표적인 백색지방조직인 후 복강 지방조직(retroperitoneal adipose tissue)과 부고환 지방조직인(epididymal adipose tissue) 무게의 합을 내장지방

Table 5. Organ weights in diabetic rats fed the experimental diets on *Bulnesia sarmienti* single and *B. sarmienti* mixed extracts

(Unit: g/100 g body weight)

Group[1)]	Liver	Spleen	Kidney	Lung	Heart
Normal	2.44±0.09[a,2)]	0.14±0.00[a]	0.61±0.01[a]	0.37±0.01[a]	0.28±0.01[c]
Control	2.74±0.08[b]	0.14±0.01[a]	0.58±0.02[a]	0.37±0.02[a]	0.25±0.00[a]
BS	2.81±0.19[b]	0.14±0.00[a]	0.57±0.04[a]	0.36±0.02[a]	0.26±0.00[ab]
BS-S	2.79±0.06[b]	0.14±0.00[a]	0.58±0.01[a]	0.36±0.01[a]	0.27±0.01[ab]
BS-M	2.64±0.18[ab]	0.14±0.01[a]	0.57±0.04[a]	0.36±0.02[a]	0.26±0.01[bc]
BS-SM1	3.14±0.22[c]	0.14±0.01[a]	0.57±0.05[a]	0.36±0.01[a]	0.27±0.00[abc]
BS-SM2	3.48±0.14[d]	0.13±0.01[a]	0.57±0.02[a]	0.35±0.01[a]	0.25±0.01[a]

[1)]Refer to Table 2.

[2)]Values are represented as the mean±SD (n=6). Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.

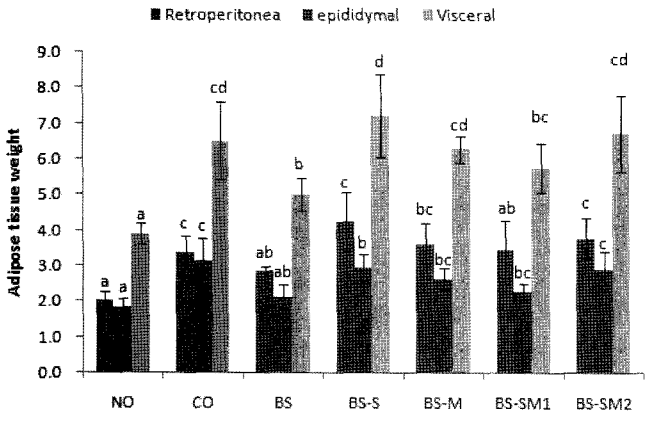

Fig. 1. Effect of *Bulnesia sarmienti* single and *B. sarmienti* mixed extract on body fat accumulation in SD-rats. NO: normal group, CO: control group, BS: *B. sarmienti* water extract 2.4 mg/mL, BS-S: *B. sarmienti* (2.4 mg/mL)+*Salvia miltiorrhiza* Bunge (0.8 mg/mL) water extract, BS-M: *B. sarmienti* (2.4 mg/mL)+*Morus alba Linne* (0.8 mg/mL) water extract, BS-SM1: *B. sarmienti* (2.4 mg/mL)+*Salvia miltiorrhiza* Bunge (0.8 mg/mL)+*Morus alba* Linne (0.8 mg/mL) water extract, BS-SM2: *B. sarmienti* (4.8 mg/mL)+*Salvia miltiorrhiza* Bunge (1.6 mg/mL)+*Morus alba* Linne(1.6 mg/mL) water extract. Different alphabet letters are significantly different at $p<0.05$.

조직(visceral adipose tissue) 무게로 계산하였다(18). 지방식이 급여로 총 복강 지방조직의 무게가 증가하였으며 후복강 지방조직 및 부고환 주위 지방조직 무게 역시 증가하였다. 후 복강 지방조직 변화는 대조군과 비교할 때 BS, BS-M 투여군에서 가장 많은 무게 변화를 나타내었고, 부고환 지방조직에서는 BS, BS-S 투여군에서 가장 많은 무게 변화를 나타 내었다. 그리고 총 내장지방은 BS 투여군에서 가장 작은 복강 지방량을 나타내었다. 따라서 전반적으로 대조군과 비교할 때 지방조직 무게는 BS 투여군에서 가장 많은 감소현상을 보이는 것으로 나타났다(Table 5).

요 약

고지방식이로 비만 및 고지혈이 유발된 실험동물에서 체중, 혈중지질, 체지방, 혈청생화학적 검사 및 장기무게를 측정하여 *B. sarmienti* 열수추출물 및 *B. sarmienti* 복합추출물 투여로 인한 혈중지질 개선, 체지방 감량 및 시험물질의 간기능 및 장기무게 변화에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

고지방식이에 의한 실험군간 사료 섭취량에는 차이가 없었으나, 체중 및 사료 이용 효율은 정상군과 비교할 때 유의한 증가를 나타내었다. 시험기간 동안 시험물질 투여로 인한 체중증가 및 사료이용 효율에는 영향이 미치지 않는 것으로 나타났다. 혈청 생화학적 검사에서 고지방식이에 의해 혈중 ALT, AST, creatinine의 변화가 나타났으나, g-GT, 총단백의 변화는 관찰되지 않았다. ALT, AST, creatinine은 시험물질 BS와 BS-M 투여로 정상군에 가깝게 유지되었다. 고지방식이에 의한 장기무게 변화는 비장, 신장, 폐에서는 변화를 보이지 않았으나, 정상군에 비해 간은 증가하였고 심장은 감소하였다. 시험기간중 혈중지질 변화는 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, triglyceride, 동맥경화지수(AI) 모두 고지방식이에 의해 유의적인 증가현상이 나타났으나, 시험물질 투여로 인해 전반적으로 혈중지질 및 동맥경화지수 감소현상을 보였다. 특히 BS 투여군에서 현저한 감소현상이 나타났다. 고지방 식이에 의한 체지방 변화는 정상군과 비교할 때 유의적인 증가현상을 보였으며, 시험물질 투여로 후 복강 지방조직 및 부고환 주위 지방조직의 무게변화는 BS 투여군에서 유의적인 감소현상을 보였다.

따라서 고지방식이에 의해 유의한 체중증가 현상과 혈중지질 상승현상을 관찰할 수 있었으며, 시험물질 투여로 인한 체중감소는 나타나지 않았다. BS 투여군에서 혈중지질 감소 및 동맥경화지수도 유의적인 감소가 나타났다. 체지방 변화에서도 BS 및 BS-SM1 투여군에서 유의적인 감소가 나타났다. 종합적으로 *B. sarmienti* 단일추출물 및 *B. sarmienti* 복합추출물에 대한 혈중지질 및 체지방 감소효과에서 *B. sarmienti* 단일추출물 및 *B. sarmienti*와 상백피 복합추출물이 혈중 중성지방, 동맥경화지수, 체지방감소에 더 효과적인 것으로 조사되었다. 따라서 혈중지질 개선효과에서 *B. sarmienti* 단일추출물과 비교할 때 *B. sarmienti*와 상백피 혼합추출물에서는 혈중지질 개선의 상승효과를 기대할 수 있었으나, *B. sarmienti*와 단삼 혼합추출물에서는 혈중지질개선 상승효과는 관찰되지 않았다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역산업기술개발사업(과제번호-70000179) 연구비지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Law MR, Wald NJ. An ecological study of serum cholesterol and ischaemic heart disease between 1950 and 1990. Eur. J. Clin. Nutr. 48: 305-325 (1994)
2. Castelli WP, Garrisson RJ, Wilson PW, Abbott RD, Kalousdian S, Kannel WB. Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cho-

lesterol levels in the Framingham study. J. Am. Med. Assoe. 256: 2835-2838 (1986)
3. National Statistic Office. Annual report on the cause of death statistics. National Statistical Office, Seoul, Korea. pp. 150-160 (2003)
4. Kim KI, Han CK, Seong KS, Lee OH, Park JM, Lee BY. Effect of whole powder and extracts of *Gastrodiae Rhizoma* on serum lipids and body fat in rats fed high-fat diet. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 720-725 (2003)
5. Glowinska B, Urban M, Koput A. Cardiovascular risk factors in children with obesity, hypertension, and diabetes: Lipoprotein (a) levels and body mass index correlate with family history of cardiovascular disease. Eur. J. Pediatr. 161: 511-518 (2002)
6. Park JH, Ha AW, Cho JS. Effects of green tea-soybean paste on weights and serum lipid profiles in rats fed high fat diet. Korean. J. Food Sci. Technol. 37: 806-811 (2005)
7. Dietschy JM. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration. J. Nutr. 128: 444S-448S (1998)
8. Poulter N. Coronary heart disease is a multifactorial disease. Am. J. Hypertens. 12: S92-S95 (1999)
9. Jo DH, Mim KJ, Cha CG. The antioxidant and antitumor effects of the extract of *Bulnesia sarmienti*. J. Food Hyg. Saf. 22: 120-126 (2007)
10. Kwag JS, Baek SH. Cytotoxicity and antimicrobial effects of extracts from *Salvia miltorrhiza*. Korean J. Pharmacogn. 34: 293-296 (2003)
11. Kwon SK, Park SW, Choi WY. Properties of the proteolytic enzymes from mulberry tree barks (*Morus alba Linne*). Korean J. Food Nutr. 11: 576-579 (1998)
12. Chapman MJ. Therapeutic elevation of HDL-cholesterol to prevent atherosclerosis and coronary heart disease. Pharmacol. Therapeut. 111: 893-908 (2006)
13. Despres JP, Lemicux I, Dagenais GR, Cantin B, Lamarche B. HDL-cholesterol as a marker of coronary heart disease risk: The Quebec cardiovascular study. Atherosclerosis. 153: 263-272 (2000)
14. Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. Execute summary of the 3rd report of the national cholesterol education program (NECP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in a adults (Adult Treatment Panel). J. Am. Med. Assoc. 285: 2486-2496 (2001)
15. Cha JY, Cho YS, Kim DJ. Effect of chicory extract on the lipid metabolism and oxidative stress in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 1220-1226 (2001)
16. Lee SH, Lee YS. Effects of late-harvested green tea extracted on lipid metabolism and Ca absorption in rats. Korean J. Nutr. 31: 999-1005 (1998)
17. Hong YJ, Sin HH. The Effects of lipid-diet on metabolism in rats. Korean J. Nutr. 12: 45-51 (1979)
18. Kim EY, Jung EY, Lim HS, Heo YR. The effects of the *Sasa borealis* leaves extract on plasma adiponectin, resistin, C-reactive protein and homocysteine levels in high fat diet-induced obese C57/BL6J mice. Korean. J. Nutr. 40: 303-311 (2007)
19. Tall AR. Plasma high density lipoproteins metabolism and relationship to atherogenesis. J. Clin. Invest. 86: 379-384 (1990)
20. Kim JI, Cho SJ, Lee YI, Bae DS, Lee SJ, Kim JS. The serum NPN, BUN, and creatinine values in the patient with congestive heart failure. Korean J. Intermal. Med. 27: 145-149 (1984)