

고콜레스테롤 함유 청국장 식이 섭취가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

이충언* · 고진복

신라대학교 생물과학과

Received June 14, 2006 / Accepted August 22, 2006

Effects of Cheonggukjang on Lipid Metabolism in Female Rats Fed Cholesterol Diet. Choong-Un Lee* and Jin-Bog Koh. *Department of Life Science, Silla University, Busan 617-736, Korea* – The effects of cheonggukjang (CK) on the weight gains, serum and hepatic lipids levels were investigated in adult female rats fed the cholesterol diets. Sprague-Dawley strain rats were given four different types of diet for 4 weeks, respectively: a normal diet, a control diet (10% fat + 0.5% cholesterol), a 5% or 10% CK diets (control diet + 5% or 10% CK powder). The body weights, food intake and food efficiency ratios, and the uterine fat pad weights of 5% CK and 10% CK groups were more significantly decreased than those of the control group. The liver cholesterol and triglyceride levels were significantly lower of the 10% CK group than those of the control group. The concentrations of serum triglyceride, total cholesterol, LDL+VLDL-cholesterol, and atherogenic index ratios were significantly decreased in the 10% CK group compared with those in the control group. The HDL-cholesterol/total-cholesterol ratios was significantly increased in the 10% CK group compared with those in the control group. The fecal total lipid excretion of the 5% and 10% CK groups were more increased than those in the control group. These results showed that the 10% cheonggukjang feeding decreased the triglyceride, total cholesterol, LDL+VLDL-cholesterol and atherogenic index ratios in serum as well as the triglyceride and cholesterol in liver, and increased the HDL-cholesterol/total-cholesterol ratio in serum.

Key words – Cheonggukjang, cholesterol, triglyceride, atherogenic index ratios, female rat

서 론

경제성장과 더불어 생활환경의 변화로 식생활이 서구화되면서 우리 국민도 가공식품의 섭취가 증가에 따라 동물성 지방섭취가 증가하는 반면 식이섬유소의 섭취는 줄어들고 있는 실정이다. 지방의 과다 섭취로 비만, 뇌졸중, 동맥경화증, 고혈압, 당뇨 등의 각종 퇴행성질환이 증가되고 있다. 보건복지부 통계연보에 의하면 지방 섭취량이 매년 상당히 증가하였다[20]. 이러한 추세로 보아 지방질의 과잉섭취로 인한 비만이나 심혈관계 질환의 예방이나 질환에 대한 개선 효과가 있는 식품개발이 필요하다.

일상 식생활에서 이용하는 청국장은 전통발효식품의 하나로 단기간에 만들 수 있고 발효과정에서 고초균(*Bacillus natto* or *Bacillus subtilis*)이 생성하는 효소의 작용으로 콩 껍질이나 세포막의 구성성분인 섬유소, 단백질과 당질이 분해되어 소화흡수율이 향상되며, 청국장의 생리활성물질로 알려진 단백질과 당질 분해물, 식이섬유, 인지질, isoflavones phenolic acid, 비타민 K 등의 성분이 들어있어 동맥경화, 심장병, 당뇨병 예방효과, 항암효과, 골다공증 억제 등의 성인병 예방효과가 있음이 알려지고 있다[12,19]

청국장의 발효과정에서 생성된 끈적끈적한 점질물은 폴리

글루타민산(polyglutamate)과 프락탄(fructan)의 혼합물이고, 점질물에 포함된 혈전용해 효소가 nattokinase로 알려져 있다[28,29]. Omura 등[24]은 청국장에서 유도된 단백질이 항혈전증과 섬유소용해 효과가 있다고 보고하였다.

항미성 Natto를 단백질원으로 성장기 흰쥐에 급여한바 혈청의 콜레스테롤과 중성지질 농도를 감소시킨다고 하였고[8], 청국장이 당뇨쥐의 혈당과 인슐린 농도를 낮추고 또한 혈장의 콜레스테롤과 중성지질 농도를 감소시킨다고 하였다[9]. Yang 등[33]은 자발성 고혈압 흰쥐에 청국장을 6주간 급여한바 나이가 많아짐에 따른 혈압상승을 억제하고 혈장의 중성지질과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과가 있다고 하였다. Yokoda 등[34]은 Natto의 항산화물질을 추출하여 토끼에 급여한바 혈청의 콜레스테롤과 중성지질이 감소되었다고 하였다. Koh[14,15]는 고지혈증을 유도한 성숙한 암쥐 및 숫쥐에 단백질원으로 청국장 분말을 급여한바 혈청의 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 중성지질을 감소시키는 효과가 있다고 하였다.

이상의 여러 연구들에서 청국장의 발효과정에서 생성된 생리활성물질이 알려지고 있으며 청국장의 추출물이나 청국장을 단백질원으로 하여 지질대사를 조사한 연구들이다. 이에 본 연구는 청국장에 함유된 단백질분해물, 당류, 식이섬유, 점질물 및 특수성분이 지방과 콜레스테롤의 과다섭취로 오는 비만이나 심혈관계 질환의 예방이나 치료에 미치는 청국장의 섭취수준을 검토하고자 성숙한 암쥐에 고지방 식이

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5870, Fax : +82-51-309-5176

E-mail : insecton@silla.ac.kr

(10% 지방과 0.5% 콜레스테롤)에 5% 및 10% 청국장 분말을 첨가한 식이로 4주간 사육하고, 체중변화, 식이효율, 간과 혈청의 지질 농도 및 지질 배설량의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

청국장 제조 및 성분 분석

원료 콩은 경남 함안에서 재배한 콩(중대)을 구입한 콩을 세척하여 실온에서 24시간 수침하한 후 가압증자기 121°C에서 60분간 삶은 다음 60°C가 되도록 식히고 무공해 벧짚을 넣어서 배양기의 온도를 43°C로 조절하고 48시간 발효시켰다. 제조한 청국장은 동결 건조하여 분쇄기로 균질하게 분쇄하여 실험재료로 사용하였다. 청국장분말의 일반성분 함량은 AOAC 방법[1]에 준하여 측정하였다. 청국장분말의 일반성분 함량은 수분 3.2%, 조단백질 40.2%, 조지방 19.0%, 조섬유 14.0%, 회분 6.1% 이었다.

실험동물의 식이 및 사육

실험동물은 고휘사료 (삼양유지사료)로 사육한 Sprague-Dawley계 흰쥐 암컷을 1주간 표준사료로 적응기간을 거친 다음 평균체중이 293.5 g의 동물을 각 실험군에 8마리씩 4군으로 나누었다. 실험 식이의 조성은 Table 1과 같다. 실험군은 표준군, 대조군 (고지방식이; 10% 옥수수기름 + 0.5% 콜레스테롤), 5% 및 10% 청국장군 (고지방식이에 5% 및 10% 청국장분말 첨가군) 등이다. 각 실험군간의 단백질, 열량, 무기염류, 식이섬유소 및 콜레스테롤 (표준군 제외)의 수준을 동일하게 조절한 실험식이로 4주간 사육하였다. 실험실의 사육 조건은 온도 22±2°C, 습도 50~60%를 항상 유지시켰고, 경양은 12시간(07:00~19:00)을 주기로 자동 조절하였으며, 물과 식이는 자유로 먹게 하였다.

Table 1. Composition of experimental diets (g%)

Ingredient	Normal	Control	5% CK ³⁾	10% CK ³⁾
Corn starch	59.0	53.3	52.2	51.2
Casein	16.0	16.0	14.0	12.0
Sucrose	10.0	10.0	10.0	10.0
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Mineral Mix ¹⁾	3.5	3.5	3.2	2.9
Vitamin Mix ²⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
Cellulose	5.0	5.0	4.3	3.6
Cholesterol		0.5	0.5	0.5
Sodium choleate		0.2	0.2	0.2
Corn oil	5.0	10.0	9.1	8.1
Cheounggukjang			5.0	10.0

^{1,2)}AIN-93-MX mineral and AIN-93-VX vitamin mixture[27].

³⁾Cheounggukjang powder diets

식이섭취량, 식이효율 및 체중측정

실험기간동안의 식이는 매일 오후 4시에 급여하고 식이섭취량을 조사하였다. 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 측정하여 보정하였다. 체중은 1주에 한번씩 일정한 시간에 측정하였고, 식이효율은 실험전 기간의 체중증가량을 같은 기간동안에 식이섭취량으로 나누어 산출하였다[13].

시료채취 및 분석

실험 종료일에 14시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취하고 심장에서 채혈하였다. 채혈된 혈액은 실온에서 30분간 응고시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 혈청을 분석시료로 사용하였다. 장기는 채혈 후 즉시 배어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 변의 수집은 실험종료 전 4일간 변을 모아서 이물질을 제거한 후 무게를 측정하고 100°C에서 2시간 건조하여 분석시료로 사용하였다.

혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였고, LDL+VLDL-cholesterol 농도는 혈청의 총 콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤 식으로 계산하였다. 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등[7]의 방법에 따라서 AI=(total cholesterol- HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol 식으로 계산하였다. 간조직과 변의 지질은 Folch법[5]으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 혈청, 간조직과 변의 총 지질은 phospho-vanillin법[6], 간조직의 중성지질과 총 콜레스테롤 농도는 kit 시약(아산제약)으로 측정하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, SPSS를 이용하여 실험군간의 유의성은 ANOVA로 검증한 후 5% 수준에서 Duncan's multiple range test로 비교분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량 및 식이 효율

성숙한 흰쥐 암컷을 각 실험식이로 4주간 사육한 결과 실험동물의 체중변화, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중변화는 표준군은 10.11 g 증가에 비해 대조군은 15.88 g으로 유의하게 증가하였다. 5% 및 10% 청국장군은 각각 -7.94 g 및 -9.69 g씩 감소하여 대조군보다 5% 수준에서 유의적으로 감소하였다. 식이섭취량은 대조군에 비하여 5% 수준에서 청국장군들이 유의하게 낮았고, 식이효율은 체중증가량과 유사한 경향으로 나타났다.

Koh 는[14] 청국장 분말을 39% 첨가한 식이로 성숙한 숫쥐를 5주간 사육한바 식이섭취량의 감소와 체중증가율이 대조군보다 유의적으로 낮았다고 하였다. Yang 등[33]은 찜콩

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio(FER) of female rats fed cheonggukjang for 4 weeks

Groups ¹⁾	Body weight gains (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Normal	294.5±20.5 ²⁾	304.5±23.1 ^{NS3)}	10.11±3.21 ^b	15.03±1.58 ^b	2.40±0.35 ^b
Control	293.2±22.8	309.1±21.5	15.88±5.13 ^c	14.33±1.70 ^b	3.97±0.41 ^c
5% CK	293.7±19.8	285.7±18.9	-7.94±3.31 ^{ab}	12.63±1.14 ^a	-2.21±0.75 ^a
10% CK	294.9±20.1	285.2±17.3	-9.69±4.23 ^a	12.77±1.22 ^a	-2.71±0.65 ^a

¹⁾Group abbreviations: Normal diet, Control diet (10% corn oil + 0.5% cholesterol)

5% CK or 10% CK diets (control diet + 5% or 10% cheonggukjang powder)

²⁾All values are means ± SD(n= 8). ³⁾Not significant.

^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

과 청국장 분말을 고혈압 흰쥐에 급여한바 식이섭취량이 대조군 보다 감소되었음은 낮은 섭취기호도 때문이라고 하였고, Mitchell 등[21]과 Choi와 Lee[3]는 식이 단백질의 종류나 성질은 동물의 섭취기호에 영향을 주어 식이섭취량에 영향을 미친다고 하였다. 본 실험 결과 식이섭취량 감소와 더불어 체중이 유의하게 감소되었음은 상기 보고[14,33]와 유사한 경향으로 청국장이 체지방 축적을 억제하여(Table 4) 체중이 감소되고 또한 낮은 식이섭취 기호에 기인하는 것으로 생각되나 앞으로 좀더 연구가 이루어 져야 하겠다.

장기 무게 변화

청국장 분말이 장기 및 자궁주위 지방무게에 미치는 영향을 조사하고자 체중 100 g 당 각 장기의 무게를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 간의 무게는 표준군에 비해 대조군과 각 수준별 청국장군들이 콜레스테롤식이 섭취로 5% 수준에서 유의하게 증가되었다. 선행연구[16,17,32]에서 콜레스테롤식이군이 정상군 보다 간의 무게가 유의하게 증가되었다는 보고와 본 실험결과도 비슷한 경향이었다. 대조군과 각 수준별 청국장군들의 간 무게가 비슷하였음은 청국장군의 체중감소에 따른 체중 100 g당 간의 무게가 상대적으로 높게 보이는 것이라 할 수 있다. 신장의 무게는 각 실험군이 비슷한 경향으로 나타났다. 자궁주위 지방 (uterine fat pad)무게는 대조군에 비하여 청국장군들이 유의하게 감소되어 표준군과 비슷하였다. 이는 청국장섭취로 쥐의 장에서 지질흡수가 억제되고, 변으로 지질배설량이 증가되어(Table 7) 지방축적이 감소된[15] 것으로 생각 할 수 있다.

간의 지질 농도 변화

간의 지질의 농도는 Table 4와 같다. 총 지질, 콜레스테롤 및 중성지질 농도는 대조군에 비하여 5% 청국장군은 다소 감소하였으나 10% 청국장군은 유의하게 감소하여 간의 콜레스테롤 및 중성지질 축적을 억제하는 효과가 나타났다. Kim 등[8]은 찐콩을 성장기 흰쥐에 급여한바 간의 중성지질과 콜레스테롤이 감소되었다고 하였고, Yang 등[33]은 고혈압 흰쥐에 찐콩 및 청국장을 급여한바 간의 총 지질과 중성지질이

대조군 보다 감소하였고, 콜레스테롤 합성 속도 조절효소인 3-hydroxyl 3-methyl glutaryl CoA (HMG-CoA) reductase 활성이 간세포에서 대조군 보다 청국장군에서 유의하게 감소되었다고 하였다. 간의 콜레스테롤 합성과 HMG-CoA reductase 활성은 다양한 생리적, 영양적 조건에 따라서 영향을 받는 것으로 알려져 있다[4]. 본 실험결과도 상기 보고와

Table 3. The organ weight of female rats for 4 weeks (g/100 g body weight)

Groups ¹⁾	Liver	kidney	UFP ⁴⁾
Normal	2.19±0.13 ^{a,2)}	0.61±0.06 ^{NS3)}	0.86±0.21 ^a
Control	2.92±0.45 ^b	0.63±0.06	1.59±0.70 ^b
5% CK	2.83±0.35 ^b	0.65±0.05	0.94±0.24 ^a
10% CK	3.08±0.35 ^b	0.66±0.07	0.91±0.11 ^a

^{1,2,3)}See the legend of Table 2. ⁴⁾UFP: uterine fat pad

^{a-b}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

Table 4. Hepatic lipid concentrations of female rats for 4 weeks (mg/g of wet liver)

Groups ¹⁾	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Normal	74.7±9.8 ^{a,2)}	5.13±0.58 ^a	31.43±4.48 ^a
Control	125.9±14.4 ^c	12.45±1.45 ^c	46.52±6.24 ^b
5% CK	105.3±12.0 ^b	10.95±1.57 ^c	44.88±7.43 ^b
10% CK	92.5±13.3 ^b	8.57±1.28 ^b	36.34±7.82 ^a

^{1,2)}See the legend of Table 2.

^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

Table 5. The serum lipid concentrations of female rats for 4 weeks(mg/dl)

Groups ¹⁾	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Normal	300.7±25.4 ^{a,2)}	44.59±5.33 ^a	132.9±13.5 ^{NS,3)}
Control	410.5±39.7 ^c	51.56±6.38 ^b	136.5±18.3
5% CK	343.8±36.2 ^b	45.75±7.06 ^{ab}	121.6±18.9
10% CK	332.9±35.7 ^{ab}	42.76±6.70 ^a	128.1±23.1

^{1,2,3)}See the legend of Table 2.

^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

Table 6. The serum cholesterol concentrations and atherogenic index(AI) of female rats for 4 weeks (mg/dl)

Groups ¹⁾	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL+VLDL cholesterol	HDL-C/T-C ³⁾	AI ⁴⁾
Normal	117.3±15.9 ^{a,2)}	54.55±4.30 ^a	62.78±12.19 ^a	47.24±4.33 ^c	1.16±0.24 ^a
Control	192.8±26.6 ^c	63.45±6.94 ^b	129.43±20.55 ^c	30.78±5.40 ^a	2.34±0.46 ^c
5% CK	153.6±23.6 ^b	56.24±8.88 ^{ab}	111.82±24.47 ^c	34.18±4.11 ^a	1.98±0.38 ^c
10% CK	154.3±27.0 ^b	63.97±9.37 ^b	90.36±13.49 ^b	41.34±5.05 ^b	1.48±0.30 ^b

^{1,2)}See the legend of Table 2. ³⁾HDL-C/T-C (%)= (HDL-cholesterol ÷ Total cholesterol)×100. ⁴⁾AI= (Total cholesterol - HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol. ^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

유사한 경향으로 청국장에 함유된 성분들이 간의 콜레스테롤 합성을 감소시킨 것으로 생각되나 앞으로 좀더 연구가 이루어져야 하겠다.

혈청의 지질농도 변화

콜레스테롤식이에 청국장 분말을 첨가하여 4주간 사육한 바 성숙 흰쥐 암컷의 혈청 지질농도 변화는 Table 5 및 6과 같다. 혈청의 총 콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 5% 및 10% 청국장군이 유의하게 감소하였다. 혈청의 중성지질, LDL+VLDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 대조군에 비해 5% 청국장군은 다소 감소하였으나 10% 청국장군은 대조군 5% 수준에서 유의하게 감소하여 청국장이 지질대사의 개선 효과가 있는 것으로 나타났다. HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 청국장군들이 유의한 차이를 보이지 않았으나, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비하여 10% 청국장군이 유의하게 증가되어 그 비율을 높이는 효과가 있는 것으로 나타났다.

고지혈증을 유도한 흰쥐에 청국장 분말을 39% 수준으로 급여한바 혈중 콜레스테롤, 중성지질 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 하였고[14,15], Mol 등[22]은 콜레스테롤 식이에 대두 단백질을 첨가한 식이로 흰쥐를 사육한바 혈청 콜레스테롤을 감소시킨다고 하였고, Kim 등[8]등은 성장기 흰쥐에 Natto를 4주간 급여하바 혈청 콜레스테롤과 중성지질이 감소되었다는 보고와 본 실험결과도 일치된다. 동물성 단백질과 식물성 단백질의 체내 지질대사의 차이점은 아미노산의 비율, 특히 lysine-arginine의 비율에 영향을 받는다고 하였다[26]. Lee 등[18]은 청국장 단백질의 lysine-arginine의 비율이 1.17-1.23이라고 하였고, Kim 등[10]은 우리나라의 시판 청국장 유리 아미노산 조성을 분석한 결과 lysine-arginine의 비율이 0.82로 (전국평균) 카제인 2.2 보다 낮았다. Lysine-arginine의 비율이 높은 단백질은 아테롬성 동맥경화증을 촉진하고 그 비율이 낮으면 arginase 활성이 증가되어 아포단백질의 합성을 촉진하여 혈중 유리 콜레스테롤 비율을 감소시켜 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. Taguchi 등[30]은 Natto가 찐콩에 비해 펙틴함량이 14% 증가하였다고 하였고, 펙틴과 같은 섬유소는 장에서 지질대사에 영향을 주는 것으로 알려지고 있다[31].

본 실험에서 대조군(카제인)에 비해 10% 청국장군이 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL+VLDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수가 유의하게 감소되었음은 선행연구에서 청국장의 발효과정 중 생성된 단백질 분해물인 peptides나 lysine-arginine 비율[10,18], 수용성 식이섬유인 펙틴함량 증가[30], 점질물(mucilage)[11] 및 항산화물[34] 등이 간의 콜레스테롤 합성을 낮추거나 변으로 담즙산이나 스테롤의 배설 증가에 기인될 수 있을 것으로 생각된다.

변의 지질 배설량

청국장 섭취 수준이 변의 지질 배설량에 미치는 영향을 조사한 바 Table 7과 같다. 변의 배설량과 수분함량은 표준군에 비해 대조군 및 청국장군들이 유의한 차이가 없었다. 변의 총 지질의 배설량은 대조군에 비하여 청국장군들이 5% 수준에서 유의하게 증가되었다.

Park 등[25]과 Nagaoka 등[23]은 대두 단백질이 혈청 콜레스테롤을 감소시키는 것은 콜레스테롤의 흡수율의 감소와 변으로 총 스테롤의 배설증가와 관련이 있다고 보고하였고, Choi와 Lec[3]는 대두 단백질이 가수분해 될 때 생성되는 물질들이 담즙산 배설을 촉진시킨다고 하였고, Chen 등[2]은 성장기 Wistar 쥐에 대두 단백질의 분획물 10%를 급여한바 변으로 콜레스테롤과 담즙산의 배설이 증가되었고 혈장과의 콜레스테롤 및 중성지방이 감소되었다고 보고하였다.

본 실험결과도 상기 보고들과 유사한 경향으로 청국장의 발효과정에서 생성된 단백질분해물, 식이섬유, 난소화성 당류 등의 성분들이 장내에서 지질의 흡수를 억제하여 변으로 지질배설량이 증가된 것으로 생각되나 자세한 기전이나 성분에 대하여는 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

Table 7. The fecal total lipid levels of female rats for 4 weeks

Groups ¹⁾	Fecal dry wt. (g/day)	Moisture (%)	Total lipid (mg/day)
Normal	1.39±0.55 ^{2),NS}	11.65±1.86 ^{NS,3)}	135.4±20.1 ^a
Control	1.44±0.14	12.26±0.90	167.3±17.5 ^b
5% CK	1.47±0.18	13.31±1.80	187.4±16.1 ^c
10% CK	1.45±0.15	14.83±1.39	198.5±17.3 ^c

^{1,2,3)}See the legend of Table 2.

^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

요약

콜레스테롤식이에 수준별 청국장 첨가 식이가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 조사하고자, 성숙한 흰쥐 암컷을 표준군, 대조군(콜레스테롤식이), 5% 및 10% 청국장군(대조식에 5% 및 10% 청국장 분말을 첨가한 식이) 등 4군으로 나누어 4주간 사육한 결과는 다음과 같다.

실험동물의 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 자궁주위 지방 무게는 청국장군들이 대조군 보다 유의하게 감소되었다. 간의 콜레스테롤과 중성지질 농도는 대조군에 비하여 10% 청국장군이 유의하게 감소되었다. 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL+VLDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 대조군에 비해 10% 청국장군이 유의하게 감소되었고, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비해 10% 청국장군이 유의하게 증가되었다. 변의 총 지질 배설량은 5% 및 10% 청국장군들이 대조군 보다 유의하게 증가된 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보아 콜레스테롤 식이에 10% 수준으로 청국장분말 첨가 섭취시 흰쥐의 체중 감소와 혈청과 간의 중성지질, 총 콜레스테롤과 LDL+VLDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추고, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율이 증가되어 지질대사의 개선 효과가 있는 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. AOAC. 1980. *Official Method of Analysis*. pp. 211-260, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
2. Chen, J. R., S. F. Chiou and S. C. Yang. 2003. Lipid metabolism in hypercholesterolemic rats affected by feeding cholesterol-free diets containing different amounts of non dialyzed soybean protein fraction. *Nutrition* **19**, 676-680.
3. Choi, Y. S. and S. Y. Lee. 1993. Cholesterol-lowering effects of soybean products (curd or crud residue) in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **22**, 673-677.
4. Choi, Y. S. and S. Y. Lee. 1992. Review: Serum cholesterol and 3-hydroxyl 3-methyl glutaryl coenzyme A reductase. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 580-593.
5. Folch, J., M. Lees and G. S. H. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
6. Frings, C. S. and R. T. Dunn. 1970. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.* **53**, 89-91.
7. Haglund, O., R. Loustarinen, R. Wallin, I. Wibell and T. Saldeen. 1991. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur. J. Nutr.* **121**, 165-172.
8. Kim, B. N., J. D. Kim, S. S. Ham and S. Y. Lee. 1995. Effects of spice added Natto supplementation on the lipid metabolism in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **24**, 121-126.
9. Kim, J. I., M. J. Kang and T. W. Kwon. 2003. Antidiabetic effect of soybean and chungkukjang. *Korean Soybean digest* **20**, 44-52.
10. Kim, J. S., S. M. Yoo and C. M. Chang. 1998. Physicochemical properties of traditional Chonggukjang produced in different regions. *Agric. chem. Biotechnol.* **41**, 377-383.
11. Kim, S. C., S. H. Lee and S. J. Wi. 2002 The effects of Natto mucilage on the components of serum lipid in rats. *J. of Korean Oil Chemists' Soc.* **19**, 63-67.
12. Kim, S. H., J. L. Yang and Y. S. Song. 1999. Physiological functions of Chongkukjang. *Food Industry and Nutrition* **4**, 40-46.
13. Koh, J. B. 2005. Effects of liquid culture of *Coriolus versicolor* on lipid metabolism and enzyme activities in rats fed cholesterol diet. *Journal of Life Science* **15**, 790-795.
14. Koh, J. B. 2006. Effects of Cheonggukjang added with *Phellinus linteus* on lipid metabolism in hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 410-415.
15. Koh, J. B. 2006. Effects of Cheonggukjang on lipid metabolism in hyperlipidemic female rats. *Korean J. Nutrition* **39**, 1-7.
16. Koh, J. B. and J. Y. Kim. 2004. Effects of liquid culture of *Agaricus blazei* Murill on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Journal of Life Science* **14**, 531-536.
17. Koh, J. B. and M. A. Choi. 2001. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Korean J. Nutrition* **34**, 265-270.
18. Lee, B. Y., D. M. Kim and Kim, K. H. 1991. Physicochemical properties of viscous substance extracted from Chongkook-jang. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 64-67.
19. Lee, J. O., S. D. Ha, A. J. Kim, C. S. Yuh, I. S. Bang and S. H. Park. 2005. Industrial application and physiological function of Chongkukjang. *Food Science Industry* **38**, 69-78.
20. Ministry of Health and Welfare Republic of Korea. 2003. *Yearbook of Health and Welfare Statistics*. p. 35.
21. Mitchell, G. V., M. V. Jenkins and E. Grundell. 1989. Protein efficiency ratios and net protein ratios of selected protein foods. *Plant Foods Hum. Nutr.* **39**, 53-58.
22. Mol, M. A. E., R. C. Smet, A. H. M. Terpstra and C. E. West. 1982. Effect of dietary protein and cholesterol on cholesterol concentration and lipoprotein pattern in the serum of chickens. *J. Nutr.* **112**, 1029-1025.
23. Nagaoka, S., T. Awano and K. Hashimoto. 1997. Serum cholesterol reduction and cholesterol absorption inhibition in CaCo-2 cells by a soyprotein peptic hydrolyzate. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **61**, 354-357.
24. Omura, K., M. Hitosugi, X. Zhu, M. Ikeda, H. Maeda, S. Tokudome. 2005. A newly derived protein from *Bacillus subtilis natto* with both antithrombotic and fibrinolytic effects. *J. pharmacological sciences*, **99**, 247-251
25. Park, M. S., B. J. Kudchodkar and G. U. Liepa. 1987. Effects of dietary animal and plant proteins on the cholesterol metabolism in immature and mature rats. *J. Nutr.*

- 117, 30-35.
26. Park, M. S. and G. U. Liepa. 1982. Effects of dietary protein and amino acid on the metabolism of cholesterol carrying lipoproteins in rat. *J. Nutr.* **112**, 1892-1897.
 27. Reeves, P. G., F. H. Nielsen and G. C. Fahey. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.* **123**, 1939-1951.
 28. Sumi, H., H. Hamad, H. Tsushima, H. Mihara and H. Muraki. 1987. A novel fibrinolytic enzyme (nattokinase) in the vegetable cheese Natto : a typical and popular soybean food in the Japanese diet. *Experientia* **43**, 1110-1111.
 29. Suzuki, Y., K. Kondo and K. Umermura. 2003. Dietary supplementation of fermented soybean, Natto, suppresses intimal thickening and modulates the lysis of mural thrombi after endothelial injury in rat femoral artery. *Life sciences* **73**, 1289-1298.
 30. Taguchi, K., M. Kawabata, K. Ohtsuki and Y. Tanaka. 1986. Changes in dietary fiber of natto and tempeh during fermentation. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Science* **39**, 203-208.
 31. Wells, A. F, and B. H. Erschoff. 1981. Beneficial effects of pectin in prevention of hypercholesterolemia and increase in liver cholesterol in cholesterol fed rats. *J. Nutr.* **74**, 87-93,
 32. Yamakoshi, J., M. K. Piskula, T. Izumi, K. Tobe, M. Saito, S. Kataoka, A. Obata and M. Kikchi. 2000. Isoflavone aglycone-rich extract without soy protein attenuates atherosclerosis development in cholesterol-fed rabbits. *J. Nutr.* **130**, 1887-1893.
 33. Yang, J. L., S. H. Lee and Y. S. Song. 2003. Improving effect of powders of cooked soybean and chugkukjang on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 899-905.
 34. Yokota, T., T. Hattori, H. Ohishi, K. Hasegawa and K. Watanabe. 1996. The effect of antioxidant-containing fraction from fermented soybean food on atherosclerosis development in cholesterol-fed rabbits. *Lebensm-Wiss u-Technol* **29**, 751-755.