

## 상황버섯균사체청국장이 고지혈증을 유도한 암쥐의 지질대사에 미치는 영향

최 미 애\*

양산대학 호텔조리계열

Received October 18, 2009 / Accepted November 23, 2009

**Effects of Cheonggukjang Added *Phellinus linteus myceria* on Lipid Metabolism in Adult Female Rats.** Mi-Ae Choi\*. Dept. of Hotel Culinary Arts, Yangsan college, Yangsan 626-740, Korea - This study was performed to investigate the effects of Cheonggukjang (traditional soybean food, CK) and Cheonggukjang added with *Phellinus linteus myceria* (CKP) on the lipid metabolism, growth, food intake, and food efficiency ratio(FER) in adult female rats. Sprague-Dawley rats were fed a high fat diet (control diet: 0.1% cholesterol, 10% Lard) for 4 weeks. The rats were randomly assigned to each treatment group: control, and two kinds of CK and CKP (powders of CK and CKP as dietary protein sources). After 4 weeks of experimental diet consumption, the body weights and the uterine fat pad weights of the CK and CKP diet groups were more significantly decreased than those of the control diet group. The hepatic cholesterol, triglyceride and total lipid levels were significantly lower in both the CK and CKP diet fed groups than those in the control group. The concentrations in serum triglyceride and LDL-cholesterol were significantly decreased in the CK and CKP diet groups compared to those in the control group. Fecal total lipid, moisture and wet weight excretion in the CK and CKP diet groups were more increased than those in the control group. These results showed that feeding of cheonggukjang and cheonggukjang added with *Phellinus linteus myceria* both the triglyceride and LDL-cholesterol in serum, as well as the triglyceride and cholesterol in the livers of the rats.

**Key words :** Cheonggukjang added *Phellinus linteus myceria*, lipid metabolism

### 서 론

우리나라는 1970년대 이후 급격한 경제발전으로 식생활에 많은 변화가 있었다. 특히 식단의 서구화로 인하여 각종 동물성 가공 식품의 섭취량의 증가로 지방질 섭취가 증가 하고 있는 반면, 식이섬유의 섭취가 감소함으로써 지질 및 당질대사 이상에 의한 비만, 고지혈증, 동맥경화, 심근경색, 고혈압 등의 순환기계 질병으로 사망률이 급속히 증가하는 추세이다 [1,14,18]. 이에 따라 식이요법에 관한 사회적 관심이 고조되고 있으며 관련 웰빙 산업 역시 그 영역을 지속적으로 확장해 가고 있다. 우리나라 사람의 경우 순환기계 질환의 발병 원인은 지질대사 이상 중에서 고 콜레스테롤 혈증 뿐만 아니라 고 탄수화물 식이로 인한 당질 유도성 고 중성지혈증이 유발된다는 보고[21]와 일반적으로 혈관순환기계 질환의 발병에 고 콜레스테롤 혈증이 주요 원인으로 고중성지혈 혈증 및 저 HDL-콜레스테롤 혈증도 이들 질환의 주된 위험인자이다[3, 10,17].

청국장은 전통 발효식품의 하나로 발효과정에서 생성된 생리활성물질들이 만성퇴행성질환에 효과가 있는 것으로 알려지고 있어 많은 사람들의 관심의 대상이 되는 식품이다. 청국장은 고초균(*Bacillus natto* or *Bacillus subtilis*)이 생성하는 단백

질 분해효소의 작용으로 대두 단백질이 아미노산과 저분자의 펩티드로 분해되고 지방이나 당질 분해효소 등이 있어 소화흡수가 쉽고 영양가가 풍부한 고단백식품이다. 청국장 발효 시 생성된 점질물 폴리글루타민산(Polyglutamate)과 프락탄(Fructan)이 혼합된 물질이며 이들 점질물은 미생물 고분자물질(biopolymer)의 일종으로 점질물 중 natto-kinase는[25] 혈전용해 효소로 작용된다고 보고되었으며 청국장은 항암효과, 혈압감소, 혈청의 콜레스테롤 저하 효과 등이 있는 것으로 보고 되었다[4].

상황버섯(*Phellinus linteus*)는 일명 '목질 진흙버섯'이라 하며 일반적으로 약리작용으로는 소화기계의 항암작용, 면역기능 증강, 해독작용 등이 있다[16]. 버섯의 경우 균사체 효능의 우월함이 알려져 있다. 따라서 고품질의 기능성 청국장으로 개선한다면 세계화 식품으로 각광 받을 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 상황버섯균사체 청국장을 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사 및 생리활성에 미치는 영향을 관찰하고자 생후 20주령의 숫쥐를 대상으로 하여 고지방 식이로 4주간 고지혈증을 유도한 후 청국장과 상황버섯균사체 청국장을 4주간 급여하고 지질대사에 미치는 영향을 조사하였다.

### 재료 및 방법

**일반 청국장 및 상황버섯균사체 청국장 제조 및 성분 분석**  
원료 콩은 경남 함안에서 재배한 중태를 구입하여 사용하였

\*Corresponding author

Tel : +82-55-370-8144, Fax : +82-55-370-8256

E-mail : miechoi@hanmail.net

다. 일반 청국장은 콩을 세척한 후 24시간 수침을 한 뒤 가압증 자기 121°C에서 60분간 삶은 다음 60°C가 되도록 식히고 무공해 벗겨짐을 넣어서 45°C의 incubator에서 48시간 발효시켰다. 상황버섯 균사체 청국장은 콩을 세척한 후 케이비에프(주)(경남 김해시 주촌면 원지리 1066번지)에서 액체 배양한 상황버섯균사체 배양액에서 24시간 침지한 다음 일반 청국장과 같은 방법으로 제조하였다. 제조한 청국장은 동결 건조한 후 균질하게 분쇄한 분말을 실험재료로 사용하였다. 청국장의 일반성분은 AOAC 방법[2]에 준하여 측정된 결과 일반청국장은 수분이 3.2% 조단백질 40.2%, 조지방 19.0%, 조섬유 14.0%, 회분 6.1% 이며 상황버섯균사체 청국장은 수분 3.4% 조단백질 42.3%, 조지방 19.4%, 조섬유 14.2%, 회분 6.2% 이었다.

**실험동물의 식이 및 사육**

실험동물은 부산 신라대학교 마린바이오 센터 사육실에서 사육한 생후 20주령(평균체중: 261.7 g)의 Sprague-Dewley 계 암컷 흰쥐를 4주간 고지방 식이(대조식이: 5% 돈지, 5% 옥수수유, 0.1% 콜레스테롤)로 고지혈증을 유발 시킨 후 평균체중 289.3±30.2 g의 동물을 한 군에 8마리씩 3군으로 나눴다. 실험 식이의 조성은 Table 1과 같다[22].

실험군은 대조군(고지방 식이), 일반 청국장군(고지방식이에 청국장 첨가군) 및 상황버섯 청국장군(고지방식이에 상황버섯 청국장 첨가군)등 3군으로 나누어 해당식이로 4주간 사육을 하였다. 동물 사육실의 사육 조건은 온도 22±2°C 습도 50~60%로 유지시키고, 명암은 12시간(07:00~19:00)을 광주기로 자동 조절 하였으며 물과 사료는 자유 급식을 하였다.

**식이 섭취량, 식이 효율 및 체중 증가**

실험기간 동안 식이는 매일 오후 4시에 일괄적으로 급여를

Table 1. Compositon of experimental 1diet (g%)

Ingredients	Control	CK <sup>3)</sup>	CKP <sup>4)</sup>
Corn Starch	50.2	43.5	45.2
Casein	18		
Sucrose	10	10	10
Cellulose	6.5	1.1	1.2
DL-methionine	0.3	0.3	0.3
Choline bitartartate	0.2	0.2	0.2
Mineral mixture <sup>1)</sup>	3.5	1.8	1.8
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	1	1	1
Cholesterol	0.1	0.1	0.1
Sodium choleate	0.2	0.2	0.2
Lard	5	1.5	1.5
Corn Oil	5	1.3	1.3
Chongkuk jang		39	37.2

<sup>1,2)</sup>AIN-93-MX mineral and AIN-93VX vitamin mixture [22].

<sup>3)</sup>Cheounggukjang powder diet.

<sup>4)</sup>Cheounggukjang added *Phellinus linteus* powder diet.

하였으며 식이 섭취량의 오차를 최소화 하고자 손실량을 측정하여 보정하였으며 급여량을 기록하여 같은 기간 동안에 섭취한 식이량으로 나누어 산출 하였다. 식이효율은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{식이효율(Food efficiency ratio: FER)} = \frac{\text{체중증가량(g)}}{\text{식이 섭취량(g)}} \times 100$$

**시료 채취 및 분석**

4주간 실험 종료일에는 16시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취시킨 다음 심장에서 채혈을 하였다. 채혈한 혈액은 실온에서 30분간 응고 시킨 후, 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리한 혈청을 분석 시료로 사용하였으며 장기는 개복 후 즉시 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 변의 수집은 실험종료 전 4일간 변을 모아서 이물질 제거한 후 무게를 측정한 뒤 2시간 건조하여 분석시료로 사용하였다.

혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤은 자동 생화학 분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였고, LDL-콜레스테롤 농도는(Polymedco NY) kit 시약으로 측정하였다. 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등[8]의 방법에 따라서 AI=(Total cholesterol - L-cholesterol)/HDL-cholesterol 식으로 계산하였으며 혈액의 hemoglobin은 cyanmethemoglobin 법[7]으로 추출하여 지질 측정용으로 사용하였다. 간조직과 변의 총지질은 Phosphovanillin 법[6], 간조직의 중성지질과 총 콜레스테롤 농도는 Kittildir (ASAN PHARM: 체외진단 키트사업 회사)으로 측정하였다.

**통계 처리**

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 식이효율**

성숙한 암쥐(289.3±30.2 g)를 대상으로 하여 4주간 각 실험 식이로 사육한 결과 실험동물의 체중변화, 식이 섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중변화는 대조군은 15.99 g 증가한 반면 청국장군과 상황버섯균사체 청국장군은 각각 4.47 g, 1.89 g 씩 증가하여 유의하게 낮은 증가율을 보였다. 식이 섭취량은 대조군에 비해 각각의 청국장군이 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 아니었으며 식이효율은 체중증가량과 유사한 경향을 나타내었다.

Kim 등[11]은 찐콩과 청국장 분말을 성장기 흰쥐에게 4주간 급여한바 식이섭취량의 감소와 체중증가율이 대조군보다 유의

Table 2. The body weight gain food intake and food efficiency ratio (FER) of female rats fed Cheonggukjang and Chenggukjang added *Phellinus linteus* for 4 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Body weight gain (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Control	289.7±22.5 <sup>2)</sup>	305.7±21.4	15.99±6.32 <sup>b</sup>	14.62±1.20 <sup>3)NS</sup>	3.19±0.96 <sup>b</sup>
CK	289.1±18.5	285.6±17.2	4.47±5.71 <sup>a</sup>	12.82±1.72	1.11±1.13 <sup>a</sup>
CKP	289.3±19.3	287.4±17.1	1.89±5.87 <sup>a</sup>	13.09±1.76	1.76±0.88 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Group abbreviations=Control: high fat diet, CK: chongkukjang diet, CKP: chongkukjang+*Phellinus linteus* diet.

<sup>2)</sup>All values are mean±SD (n=8). <sup>3)</sup>Not significant.

<sup>a-b</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different from each other groups at  $p < 0.05$ .

하게 낮았다고 하였다. Yang 등[27]은 찜콩과 청국장 분말을 고혈압 흰쥐에게 급여한바 식이섭취량이 대조군보다 감소되었음은 낮은 섭취기호도 때문이라 하였으며 Choi와 Lee [5]는 식이 중 단백질의 종류나 성질은 동물의 섭취 기호에 영향을 줌으로써 식이섭취량에 영향을 미친다고 하였다. 본 실험 결과 식이섭취량의 감소와 체중이 유의하게 감소되었음은 상기보고와 유사한 경향으로 청국장이 체지방 축적을 억제하여(Table 4) 체중이 감소되고 또한 낮은 식이섭취 기호로 기인하는 것으로 생각된다. 그러나 청국장의 특이한 맛과 향으로 인한 식이섭취 기호를 고려한 점은 연구가 좀 더 이루어져야 하겠다.

**장기 무게 변화**

청국장 분말이 장기 및 자궁주위 지방 무게에 미치는 영향을 조사하고자 체중 100 g 당 장기 무게를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 간의 과 신장의 무게는 대조군과 청국장군들이 유사한 경향을 보였으나 자궁주위 지방 무게는 대조군에 비해 청국장 및 상황버섯균사체 청국장군이 유의하게 감소되었다. 이는 청국장의 섭취로 인하여 쥐의 장에서 지질흡수가 억제되고 변으로 지질 배설량(Table 7)이 증가되어 지방축적이 감소된 것으로 사료된다.

**간의 지질 농도 변화**

간조직의 지질 농도는 Table 4와 같다. 총 지질, 콜레스테롤

및 중성지질 농도는 대조군에 비해 청국장군 및 상황버섯균사체 청국장군이 유의하게 감소하여 청국장이 간의 콜레스테롤 및 중성지질의 축적을 억제하는 효과가 나타났다. Kim 등[11]은 찜콩을 성장기 흰쥐에 급여한바 간의 중성지질과 콜레스테롤이 감소되었다고 하였고, Yang [27]과 Koh [13] 등은 고혈압 흰쥐에 찜콩 및 청국장을 급여한바 간의 총 지질과 중성지질이 대조군 보다 감소하였고, 콜레스테롤 합성속도 조절효소인 3-hydroxy 3-methyl glutaryl CoA (HMG-CoA) reductase 활성이 간세포에서 대조군보다 각 청국장 군에서 유의하게 감소되었다고 하였다. 간의 콜레스테롤 합성과 HMG-CoA reductase 활성은 다양한 생리적, 영양적 조건에 따라서 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 본 실험 결과도 상기 보고와 유사한 경향으로 청국장에 함유된 성분이 HMG-CoA reductase 활성

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

Groups <sup>1)</sup>	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Control	90.92±11.85 <sup>2)3)a</sup>	9.43±1.14 <sup>a</sup>	30.54±4.04 <sup>a</sup>
CK	72.76±9.31 <sup>b</sup>	7.54±1.11 <sup>b</sup>	27.54±4.55 <sup>b</sup>
CKP	67.36±11.31 <sup>b</sup>	6.44±0.95 <sup>b</sup>	23.66±4.88 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Group abbreviations=Control: high fat diet, CK: chongkukjang diet, CKP: chongkukjang + *Phellinus linteus* diet.

<sup>2)</sup>All values are mean±SD (n=8).

<sup>3)a-b</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 3. Liver, Kidney and UFP weight in rats given experimental diets

Groups <sup>1)</sup>	Organ weight (g/100 g body weight)		
	Liver	Kidney	UFP <sup>4)</sup>
Control	2.65±0.46 <sup>2)3)NS</sup>	0.62±0.07 <sup>NS</sup>	2.13±0.70 <sup>a</sup>
CK	2.59±0.27	0.65±0.05	1.08±0.25 <sup>b</sup>
CKP	2.75±0.44	0.66±0.08	1.20±0.29 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Group abbreviations=Control: high fat diet, CK: chongkukjang diet, CKP: chongkukjang + *Phellinus linteus* diet.

<sup>2)</sup>All values are mean±SD (n=8). <sup>3)</sup>Not significant.

<sup>4)</sup>UFP: uterine fat pad

<sup>a-b</sup>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 <sup>1)</sup>	Total lipid	Triglyceride	Phospho lipid
Control	355.5±51.3 <sup>2)a</sup>	60.98±7.21 <sup>a</sup>	125.01±20.10 <sup>b</sup>
CK	306.3±43.8 <sup>b</sup>	50.88±7.10 <sup>b</sup>	123.30±22.67 <sup>a</sup>
CKP	286.9±25.4 <sup>b</sup>	46.01±7.31 <sup>b</sup>	117.9±21.42 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Group abbreviations=Control: high fat diet, CK: chongkukjang diet, CKP: chongkukjang + *Phellinus linteus* diet.

<sup>2)</sup>All values are mean±SD (n=8).

<sup>a-b</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

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

Groups <sup>1)</sup>	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	HDF-C/T-C (HDL-cholesterol ÷ Total cholesterol) × 100.	AI Total cholesterol-HDL-cholesterol ÷ HDL-cholesterol.
Control	151.14±22.57 <sup>2)a</sup>	48.96±6.76 <sup>3)NS</sup>	14.92±1.70 <sup>a</sup>	34.19±3.55 <sup>a</sup>	1.99±0.41 <sup>a</sup>
CK	117.17±19.37 <sup>b</sup>	45.22±6.66	12.78±1.87 <sup>b</sup>	41.34±5.70 <sup>b</sup>	1.47±0.34 <sup>b</sup>
CKP	115.61±19.96 <sup>b</sup>	49.85±6.64	11.84±1.61 <sup>b</sup>	42.99±4.86 <sup>b</sup>	1.37±0.26 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Group abbreviations=Control: high fat diet, CK: chongkukjang diet, CKP: chongkukjang + *Phellinus linteus* diet

<sup>2)</sup>All values are mean±SD (n= 8). <sup>3)</sup>Not significant.

<sup>a-b)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05.

을 조절하여 간의 콜레스테롤 합성이 감소된 것으로 생각되며, 또한 청국장 발효 과정 중 생성된 단백질의 분해물, 식이섬유, 난소화성 당류등이 중성지질과 콜레스테롤 흡수를 억제하여 변으로 배설을 증가 시켜 간으로 중성지질 유입이 감소된 것으로 생각되며, 청국장이 간의 지질대사에 영향을 주는 것으로 생각되나 이는 많은 연구가 이루어 져야 할 것이다.

**혈청의 지질농도 변화**

대조식이(고지방 식이)로 4주간 고지혈증을 유도한 성숙한 암쥐에 청국장 분말을 4주간 급여한 후 혈청의 지질농도 변화는 Table 5 및 6과 같다. 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화 지수는 대조군에 비해 청국장군 및 상황버섯균사체군이 유의하게 감소하여 청국장이 지질 대사의 개선효과가 있는 것으로 나타났다. HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 청국장군들이 유의한 차이를 보이지 않았으나, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비해 청국장군들이 유의하게 증가되어 그 비율을 높이는 효과가 있는 것으로 나타났다.

청국장군에 비해 상황버섯균사체 청국장군이 혈청의 총 지질, 중성지질, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 다소 감소 시키는 경향은 상황버섯에 포함된 다당류 나 스테롤류 및 식이 섬유소에 의한 상승효과라 생각된다[9,20,23].

**변의 지질 배설량**

청국장 및 상황버섯균사체 청국장 분말이 변의 지질 배설량에 미치는 영향을 조사한 바 Table 7과 같다. 변의 배설량은 대조군에 비해 청국장군 및 상황버섯균사체 청국장군이 유의하게 증가하였으며 변의 수분함량도 대조군에 비해 청국장군들이 유의하게 증가되어 이는 청국장이 변의 배설량을 증가시키는 것으로 나타났다. 변의 총지질의 배설량은 대조군에 비해 청국장군들이 유의하게 증가하였으며 이는 Park 등[20]과 Koh 등[13]은 대두단백질이 혈청 콜레스테롤을 감소시키는 것은 콜레스테롤의 흡수율의 감소와 총콜레스테롤의 배설증가와 관련이 있다고 보고하였다.[15,26]

본 실험결과에서 상기 보고[12,19,24,28] 들과 유사한 경향으로 이는 청국장의 발효과정에서 생성된 단백질 분해물 및

Table 7. The fecal weight and total lipid concentration of female rats

Groups <sup>1)</sup>	Fecal wet wt. (g/day)	Moisture (%)	Total lipid (mg/day)
Control	1.04±0.14 <sup>2)a</sup>	8.74±0.46 <sup>a</sup>	36.50±2.73 <sup>a</sup>
CK	1.23±0.22 <sup>b</sup>	15.00±2.87 <sup>b</sup>	92.90±12.25 <sup>b</sup>
CKP	1.25±0.19 <sup>b</sup>	14.89±2.82 <sup>b</sup>	91.54±13.14 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Group abbreviations=Control: high fat diet, CK: chongkukjang diet, CKP: chongkukjang + *Phellinus linteus* diet

<sup>2)</sup>All values are mean±SD (n=8).

<sup>a-b)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05.

식이섬유, 난소화성 당류등의 물질들이 변의 배설량을 증가시키고 장내에서 지질의 흡수를 억제하여 변으로 배설량이 증가된 것으로 사료된다.

**요 약**

청국장 분말이 고지방식을 섭취한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 조사하고자 성숙한 암쥐에 4주간 고지방식이(0.1% 콜레스테롤, 10% 지방)로 고지혈증을 유도한 후 대조군(고지방 식이), 청국장군(고지방식에 단백질원으로 청국장 분말을 첨가한 식이) 및 상황버섯균사체 청국장군(고지방 식이에 단백질원으로 상황버섯균사체 청국장 분말을 첨가한 식이) 3군으로 나누어 4주간 사육한 결과는 다음과 같다.

실험동물의 체중변화는 대조군은 15.99 g의 증가에 비해 청국장군 및 상황버섯 청국장군은 각각 4.47 g 및 1.89 g 증가로 유의하게 감소되었고 식이섭취량 및 식이효율도 대조군에 비해 청국장군들이 감소하는 경향을 나타내었다. 자궁주위 지방의 무게 및 간조직의 콜레스테롤과 중성지질 농도는 대조군에 비해 청국장군 및 상황버섯균사체 청국장군이 유의하게 감소하였으며 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 AI는 대조군에 비해 청국장군 및 상황버섯균사체 청국장군이 유의하게 감소되었고, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비해 청국장군들이 유의하게 증가되었다. 변의 무게, 수분함량 및 총지질 배설량은

청국장균들이 대조군 보다 유의하게 증가된 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보아 고지방식이에 청국장 및 상항버섯균사체 청국장 분말 첨가 섭취시 흰쥐의 체중감소와 혈청과 간조직의 중성지방, 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추며 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율이 증가되어 지질대사의 개선 효과가 있는 것으로 나타났다.

## References

- Anderson, J. W., D. A. Deakins, T. L. Floore, B. M. Smith, and S. E. Whitis. 1990. Dietary fiber and coronary heart disease. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **29**, 95-147.
- AOAC. 1980. Office of analysis 15th ed Association of Official Analytical Chemistry. 211-260.
- Assmann, G. and H. Schult. 1992. Relation of HDL-cholesterol and triglyceride to incidence of atherosclerotic coronary artery disease (The PROCAM Experiment). *Am. J. Cardiol.* **70**, 733-737.
- Byun, M. W., J. H. Son., H. S. Yook., C. Jo, and D. H. Kim. 2002 Effect of gamma irradiation on the physiological activity of Korean soybean, fermented foods, Chungkookjang and Doenjang. *Radiation Physics and Chemistry* **64**, 245-248.
- Choi, Y. S. and S. Y. Lee. 1992. Review: Serum cholesterol and 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 580-593.
- Davidson, I. and J. B. Henry. 1996. Todd-Sanford clinical diagnosis by laboratory methods, 13th eds. EB Saunders Co Philadelphia 73.
- 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.* 89-91.
- 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.
- Huff, M. W. and K. K. Carrol. 1980. Effect of dietary protein and amino acid mixtures on plasma cholesterol level in rabbits. *J. Nutr.* **110**, 1676-1685.
- Inkeles, S. and D. Isenberg. 1981. Hyperlipidemia and coronary atherosclerosis. *Medicine (Baltimore)* **60**, 110-123.
- Kim, J. I., M. J. Kang, and T. W. Kwon. 2003. Antidiabetic effect of soybean and chongkukjang. *Korea Soybean Digest* **20**, 44-52.
- Kim, S. C., S. H. Lee, and S. J. Wi. 2002. The effect of natto mucilage on the components of serum lipid in rats. *J. Korean Oil Chemists Soc.* **19**, 63-67.
- Koh, J. B. 2006. Effects of cheonggukjang added *Phellinus linteus* on lipid metabolism in hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 410-415.
- Kritchevsky, D. 1976. Diet and atherosclerosis. *Am. J. Pathol.* **84**, 615-632.
- Lee, B. Y., D. M. Kim, and K. H. Kim. 1991. Physico chemical properties of viscous substance extracted from chongkookjang. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 64-67.
- Lee, H. J. and J. B. Koh. 2003. Effect of liquid culture of *Agaricus blazei* Murill on lipid metabolism and enzyme activities in rats fed high fat diet. *Korean J. Nutr.* **36**, 352-258.
- Manninen, V., L. Tenkanen., P. Koskinen, J. K. Hutlunen, C. Manntari, O. P. Heinonen, and M. H. Frck. 1992. Triglycerides and LDL-cholesterol and HDL-cholesterol concentrations on coronary heart disease risk in the Helsinki heart study. *Circulation* **85**, 37-45.
- Ministry of Health and Welfare Republic of Korea. 2005. Year book of Health and Welfare Statistics. 51-77.
- Okita, T. 1989. Hypocholesterolemic effects of soy protein. *Nutr. Sci. Soy Protein Jpn.* **10**, 58-62.
- Park, M. S. and G. U. Liepa. 1982. Effect of dietary protein and amino acid on the metabolism of cholesterol carrying lipoproteins in rats. *J. Nutr.* **112**, 1892-1898.
- Park, Y. H., J. S. Lee, and Y. J. Lee. 1993. Distribution of serum lipid by age and the relation of serum lipid to degree of obesity and blood pressure in Korean adults. *Kor. J. Lipidology* **3**, 165-180.
- 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.
- Sautier, C., C. Doucet, C. Flament, and D. Lemonnier. 1979. Effect of soy protein and saponins on serum, tissue and feces steroids in rats. *Atherosclerosis* **34**, 233-241.
- Song, C. W., H. S. Hwang, and S. S. Han. 1990. Studies on the basic data of Ktc: SD rats with age. *Korean J. Lab. Ani. Sci.* **6**, 33-43.
- Sumi, H., H. Hamada, H. Tsushima, H. Mihara, and H. Muraki. 1987. A novel fibrinolytic enzyme (nattokinase) in the vegetable cheese, natto: a typical and popular soy bean food in the Japanese diet. *Experientia* **43**, 1110-1111.
- 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.
- Yang, J. L., S. H. Lee, and Y. S. Song. 2003. Improving effect of powders of cooked soybean and chongkukjang on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 899-905.
- Yokota, T., T. Hattori, H. Ohishi, K. Hasegawa, and K. Watanabe. 1987. The effect of anti oxidant containing fraction from fermented soybean food on atherosclerosis development in cholesterol metabolism in immature and mature rat. *J. Nutr.* **117**, 30-35.

