

청국장이 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 흰쥐에서 체중감소 및 콜레스테롤 저하효과

김아라¹ · 이재준¹ · 이 환¹ · 장해춘¹ · 이명렬^{1†}

¹조선대학교 식품영양학과

Body-Weight-Loss and Cholesterol-Lowering Effects of *Cheonggukjang* (a Fermented Soybean Paste) Given to Rats Fed a High-Fat/High-Cholesterol Diet

Ah-Ra Kim¹, Jae-Joon Lee¹, Hwan Lee¹, Hae-Choon Chang¹ and Myung-Yul Lee^{1†}

¹Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

Abstract

We investigated the cholesterol-lowering and body-weight loss effects of *Cheonggukjang* fermented using *Bacillus subtilis* DJI in rats fed a high-fat/high-cholesterol diet for 4 weeks. Weight-matched male Sprague-Dawley rats were assigned to one of four groups: a normal diet group (N), a high-fat/high-cholesterol diet group (HFC), a high-fat/high-cholesterol diet with DJI *Cheonggukjang* group (HFC-SCK), and a high-fat/high-cholesterol with commercial *Cheonggukjang* group (HFC-CCK). All of body weight and liver and adipose tissue weights increased in animals fed a high-fat/high-cholesterol diet, but decreased significantly in rats fed *Cheonggukjang* powder, compared with the HFC group. Food intake was lower in the HFC group than in the N group, and that of the HFC-CCK group was the lowest among the four groups. Serum total cholesterol levels were significantly lower in the *Cheonggukjang*-powder fed groups than the other groups. Serum phospholipid and HDL-cholesterol concentrations were significantly decreased in HFC animals and were markedly increased upon feeding of a *Cheonggukjang*-containing diet. Levels of serum LDL-cholesterol, the atherogenic index, and cardiac risk factor assessment indications tended to be decreased in *Cheonggukjang* powder-fed groups, compared with the HFC group. The total cholesterol level in liver tissue was increased by feeding of a high-fat/high-cholesterol diet, and was significantly reduced when *Cheonggukjang* powder was present in the diet. The levels of total lipids and triglycerides in adipose tissues were lower in the HFC-SCK group than in the HFC group, whereas no significant differences were evidence when the HFC and the HFC-CCK groups were compared. Fecal weight, moisture level, and total lipid content increased in animals fed *Cheonggukjang* powder. The activities of HR-LPL and TE-LPL in adipose tissues were increased in the HFC group compared with the *Cheonggukjang* powder-fed groups. These results indicate that dietary *Cheonggukjang* may improve lipid metabolism and prevent obesity and hyperlipidemia.

Key words : *Bacillus subtilis*, *cheonggukjang*, high fat-high cholesterol, anti-obesity

서 론

만성퇴행성 질환인 고지혈증, 동맥경화증, 심근경색, 뇌졸중과 같은 심혈관계 질환은 생체내 지질대사 장애에 기인하여 발생되며, 근래 이러한 질환에 의한 사망률이 증가되

고 있는 추세로 큰 사회적 문제로 제기되고 있다(1). 이러한 심혈관계 질환의 주요한 위험인자로는 혈중 콜레스테롤과 중성지방 농도의 증가, 흡연, 노화, 당뇨, 비만 등도 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 다른 만성 질환에 비하여 식이의 영향을 많이 받는다고 알려져 있다(2). 따라서 식품 중에 함유된 항동맥경화성 인자들을 탐색하고 이들의 생리활성 기능을 과학적으로 밝히고자 하는 많은 연구들이 수행

[†]Corresponding author. E-mail : mylee@mail.chosun.ac.kr,
Phone : 82-62-230-7722, Fax : 82-62-225-7726

되고 있으며, 이러한 질환의 발생을 방지하고 건강을 증진시키기 위해 건강기능성 식품 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

청국장은 콩을 원료로 한 전통 발효식품 중 하나로 발효과정 중 콩 껍질이나 세포막을 구성하고 있는 섬유소 및 세포 내 당질이나 단백질이 청국장균이 생성하는 여러 효소들에 의해 분해되면서 소화율의 향상과 유리 아미노산이 많아지게 된다(3). 원료인 콩에는 단백질 이외에 생리활성을 가지는 식이섬유소, 비타민 E, isoflavones, phenolic acids, trypsin inhibitor, phytic acid 등의 성분이 함유되어 있어 동맥경화, 심장병, 암 등 만성퇴행성 질환의 예방효과가 있는 것으로 보고되었다(4). 청국장 발효과정 중에 생성되는 끈적끈적한 점질물은 gamma-polyglutamic acid (γ -PGA)와 fructose 중합체인 levan이 혼합된 중합체(biopolymer)로(5), 이러한 청국장의 점질성중합체인 levan의 동물(6)과 사람(7)을 대상으로 한 혈중 지질 감소효과와 γ -PGA의 생리적 연구로 지방간 쥐의 간의 지방 함량 감소효과(8)가 보고되었다. 또한 청국장균과 유사한 *Bacillus natto* 균주를 이용한 일본의 natto에서 점질물의 물 추출물이 지방대사 개선효과, 지질과산화 억제, LDL-콜레스테롤 저하효과가 있음이 보고되었다(9). 이 외에도 청국장의 제조방법에 따른 향미 증진효과에 대한 연구(10), 숙성 중 향기성분의 변화(11), 균주를 달리한 청국장의 제조에 관한 연구(12-14), 청국장 가루를 첨가한 식품의 품질 특성(15,16) 등 다양한 연구가 보고되고 있다.

본 연구에서 사용된 균주는 *Bacillus subtilis* DJI로 다른 *Bacillus* 속보다 균체생육이 빠르고 일찍 포자를 형성하는 특징을 가지고 있어 짧은 시간에 이들을 접종하고 배양하였을 경우 점질물(γ -PGA)을 형성하기 이전에 단백분해효소의 다량생성 및 방출과 포자를 형성하는 *B. subtilis* DJI만의 독특한 특성을 지닌다(17). 이러한 특징을 가진 *B. subtilis* DJI를 이용하여 제조한 청국장은 기질 이용능이 뛰어나 콩 단백질의 분해가 잘 일어남으로써 다른 균주들로 제조된 청국장에 비하여 유리아미노산의 함량이 더 높은 것으로 보고되었으며, 특히 구수한 맛을 내는 glutamic acid의 함량도 다른 청국장에 비하여 월등히 높은 것으로 보고되었다(18). 또한 Min 등(18)은 *B. subtilis* DJI로 제조한 청국장 메탄을 추출물이 위암세포와 대장암 세포의 생육억제효과가 우수한 것으로 보고하였으며, 본 연구진들은 고콜레스테롤식을 급여한 흰쥐에서 *B. subtilis* DJI를 이용하여 제조한 청국장의 항산화효과와 노화억제효과를 보고한 바 있다(19).

한편 청국장의 원료인 대두 단백질은 cholesterol 저하효과가 현저하다는 연구들이 보고되고 있으며(20,21), 청국장 역시 고지혈증이나 고콜레스테롤혈증 등의 지질대사에 미치는 효과에 대해서 보고되었다(22,23). 많은 연구들에 의해 보고된 바와 같이 콩에는 성인병을 예방하는 새로운 기능성 성분들이 존재한다는 것이 알려지면서 콩에 대한 관심이 한층 높아지고 있으며, 콩발효식품인 청국장에는

콩이 가진 영양성과 기능성 이외에도 본 연구에서 사용된 *B. subtilis* DJI의 발효미생물에 의해 2차적 대사산물이 생성되므로 보다 다양한 생리활성이 기대되어진다.

따라서 본 연구에서는 다양한 생체조절기능을 가진 것으로 밝혀진 *B. subtilis* DJI로 발효시켜 제조한 청국장을 이용하여 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 흰쥐에게 DJI 청국장 분말의 급여가 흰쥐의 혈청 및 지방조직의 지질대사 개선효과 및 체중 저하효과에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

청국장 제조

청국장은 조선대학교 식품영양학과 식품미생물실험실에서 보유하고 있는 된장에서 분리한 *B. subtilis* DJI 균주를 종균으로 사용하여 제조하였다(24). 균은 37°C에서 24시간 배양하여 LB 액체 배지(Duchefa biochemie, bacto-tryptone 10%, yeast-extract 5%, sodium chloride 10%)에 1% 접종한 후 9시간 배양한 것으로 준비하였다. 배양된 *B. subtilis* DJI는 9,950 × g, 4°C에서 15분간 원심분리하여 균체를 회수하고 회수된 균체를 멸균된 3차 증류수로 2회 수세하여 사용하였다. 청국장 제조에 사용된 콩은 국내에서 생산되는 콩나물 콩을 사용하였으며, 이를 정선 및 수세하여 3배의 물에 20시간 침지하였다. 침지 후 고압 멸균기에서 50분간 증자한 후 40°C로 냉각하여 배양된 종균액을 원료의 1% (v/w) 접종하고 37°C incubator (SW-90S, SangWoo Scientific Co., Seoul, Korea)에서 11시간 동안 발효시켰다. 위와 같이 제조한 DJI 청국장에 광주 H마트에서 판매되고 있는 S사 제품의 천일염을 3% 첨가하여 다시 제조한 DJI 청국장은 동결건조한 후 분쇄하여 진공 포장한 다음 -70°C의 deep freezer에 보관하면서 이후 실험에 사용하였다. 시판청국장은 대부분의 마트에서 쉽게 구입할 수 있는 J사 제품의 본 연구진들이 조제한 청국장과 유사한 방법으로 제조한 것을 구입하여 사용하였으며, DJI 청국장과 같은 방법으로 보관하여 사용하였다. DJI 청국장과 시판청국장의 일반성분 분석은 전남대학교 공동실험실습관(여수)에서 실시하였으며, Table 1과 같다.

Table 1. Proximate composition of freeze dried samples

Composition	(dry basis)		
	Casein	DJI <i>Chungkukjang</i>	Commercial <i>Chungkukjang</i>
Moisture	5.23	3.56	6.32
Crude protein	89.70	44.24	40.23
Crude lipid	0.52	18.61	19.63
Ash	-	3.73	5.10
Dietary fiber	-	14.29	15.21
Carbohydrate ¹⁾	4.55	15.57	13.51

¹⁾Carbohydrate = 100 - (moisture + crude protein + crude lipid + ash + dietary fiber).

실험동물 사육 및 식이

실험동물은 생후 5주령 된 흰쥐 수컷 Sprague-Dawley 중 48마리(평균 체중 205 g)를 중앙실험동물(주)(서울)에서 구입하여 환경에 적응시키기 위해 1주일 동안 일반배합사료로 사육한 후, 체중에 따라 각 처리구당 8마리씩 4군으로 나누어 완전임의 배치하여 케이지에 1마리씩 분리하여 4주간 사육하였다. 실험군은 정상군(정상지방과 콜레스테롤 무첨가 식이군, N), 대조군(고지방-고콜레스테롤식이군, HFC), 고지방-고콜레스테롤과 DJI 청국장식이군(HFC-SCK), 고지방-고콜레스테롤과 시판청국장식이군(HFC-CCK)으로 4군으로 나누어 실시하였다. 실험식이의 조성은 AIN-93 정제식이 조성(25)을 변형하여 조제하였으며, Table 2와 같다. 실험동물 사육실 환경온도는 22±1°C, 상대습도는 65±5%로 유지하였고, 명암은 12시간 주기(09:00~21:00)로 조절하였으며, 물과 사료는 전 실험기간 동안 *ad libitum*으로 급여하였다.

Table 2. Composition of the experimental diet fed in rats

Diet composition	(g/kg diet)			
	Groups ¹⁾			
	ND	HFC	HFC-SCK	HFC-CCK
Corn starch	485.0	395.0	353.9	344.7
Sucrose	100.0	100.0	100.0	100.0
Casein	200.0	200.0	100.0	100.0
DL-cystine	3.0	3.0	3.0	3.0
Soybean oil	100.0	200.0	162.3	156.2
Cellulose powder	50.0	50.0	21.0	16.1
Vitamin mixture ²⁾	10.0	10.0	10.0	10.0
Mineral mixture ²⁾	35.0	35.0	35.0	35.0
Choline bitartrate	2.0	2.0	2.0	2.0
Cholesterol	10.0	10.0	10.0	10.0
DJI <i>Cheonggukjang</i>	-	-	202.8	-
Commercial <i>Cheonggukjang</i>	-	-	-	223.0

¹⁾The Experimental diet groups are as follow; ND: normal diet, HFC: high fat- high cholesterol diet, HFC-SCK: high fat-high cholesterol diet + DJI Chunggukjang, HFC-CCK: high fat-high cholesterol diet + Commercial *Chunggukjang*

²⁾Based on AIN-93-MX vitamin mixture and AIN-93-VX mineral mixture.

실험동물 처리

실험동물은 사양시험 종료 후 12시간 절식시킨 다음 CO₂로 가볍게 마취시켜 단두 절단하여 혈액을 채취하고 1,150 × g에서 20분간 원심분리 한 다음 혈청을 분리하여 지질 함량 측정에 이용하였다. 채혈한 후 즉시 해부하여 부고환과 장간막지방조직을 각각 적출하고 이를 생리식염수로 세척하고 여과지로 표면의 수분을 제거하여 중량을 측정한 후, lipoprotein lipase (LPL) 활성 측정을 위해 20~50 mg의 지방조직을 떼어내 효소 활성이 떨어지지 않도록 methanol

을 함유한 dry ice에 넣어 급속 동결시켜 분석 전까지 -80°C에 냉동 보관하면서 분석에 이용하였다.

혈청 지질 함량 측정

혈청 중 중성지방, 총 콜레스테롤, 인지질 및 HDL-콜레스테롤 함량은 혈액생화학적 검사 자동분석기(Fuji Dri-Chem 3,500s, Fujifilm, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. LDL-콜레스테롤 함량은 Friedwald식 {총콜레스테롤 - (HDL-콜레스테롤 - 중성지방/5)}(26)에 의하여 계산하였다. 심혈관계 질환의 위험도 판정에 이용되는 심혈관위험 지수(cardiac risk factor, CRF) (27)는 총콜레스테롤을 HDL-콜레스테롤로 나누어 구하였으며, 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 {(총콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤)/HDL-콜레스테롤}(27)에 의하여 구하였다.

간 조직 중 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량 측정

간 조직의 총지질은 Folch 등(28)의 방법에 의하여 각각의 조직에서 추출하였다. 간 조직 0.1 g에 chloroform-methanol (2:1, v/v)를 첨가하여 냉장상태에서 3일간 방치한 다음 H₂O를 첨가하고 1,150 × g에서 20분간 원심분리시켜 하층부의 지질층을 취한 다음 중성지방과 총콜레스테롤 함량 분석에 사용하였다. 중성지방 함량은 Biggs 등의 방법(29)에 의하여 측정하였으며, 총콜레스테롤 함량은 Zlatkis와 Zak의 방법(30)에 의하여 측정하였다.

분변 중 지질 배설량 측정

분변은 동결 건조하여 건조 중량과 수분 함량을 측정하였으며, 변의 총지질은 Folch 등(31)의 방법에 의해 추출하여 지질 함량을 측정하였다.

지방조직 중 LPL 활성 측정

부고환지방조직과 장간막지방조직 중 heparin-releasable LPL (HR-LPL) 활성은 heparin을 함유한 배양액으로 방출된 지방조직의 세포외액에 함유된 LPL만의 활성을 측정하는 것으로, Nilsson-Ehle과 Schotz의 방법(32)을 변형시킨 Fried와 Zechner의 방법(33)에 의하여 측정하였다. 지방조직의 LPL은 세포외액 뿐만 아니라 세포내액에도 함유되어 있는데, Iverius와 Brunzell의 방법(34)에 의하여 total extractable LPL (TE-LPL)의 활성을 측정하여 microsome 안에 있는 잠재적인 LPL을 포함한 총체적인 LPL 활성을 측정하였다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS package를 이용하여 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 각 실험군의 평균 간 유의성은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

고지방-고콜레스테롤식이와 청국장 분말 식이를 4주간 동시에 급여한 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3과 같다.

Table 3. Body weight gain, food intake and feed efficiency ratio in rats fed experimental diets

Groups ¹⁾	Body weight gain (g/day)	Food intake (g/day)	FER ²⁾
ND	4.52±0.22 ^{cs)}	23.50±2.42 ^a	0.19±0.01 ^b
HFC	5.94±0.39 ^a	19.31±3.98 ^b	0.31±0.02 ^a
HFC-SCK	5.15±0.18 ^b	20.64±1.84 ^b	0.27±0.01 ^a
HFC-CCK	5.06±0.40 ^b	17.07±2.06 ^c	0.30±0.03 ^a

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾Food efficiency ratio : FER (body weight gain/food intake).

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) between groups by Tukey's test.

체중증가량은 실험군 간의 유의차를 보여 고지방-고콜레스테롤식이를 급여한 대조군(HFC)이 가장 높게 나타났으며, 정상군(ND)에 비하여 대조군(HFC)은 23.91%의 유의한 체중 증가현상을 나타내었다. 고지방-고콜레스테롤식이와 DJI 청국장을 함께 급여한 HFC-SCK군과 고지방-고콜레스테롤식이와 시판청국장을 함께 급여한 HFC-CCK군 모두 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되었다. Lee와 Koh (23)은 성숙한 암쥐에게 고지방식이(10% 지방과 0.5% 콜레스테롤)에 청국장 분말을 농도별로 다르게 첨가한 식이로 4주간 급여한 결과, 5% 및 10% 청국장군이 대조군에 비하여 유의적인 체중 감소를 보였다고 보고하였다. 또한 Lee와 Chyun (35)은 각 군간에 유의한 차이를 나타내지는 않았으나 체중증가량이 카제인식이군보다 대두식이군과 청국장식이군이 더 낮은 경향이었다고 하였고, Kwon 등 (36)도 전통 콩 발효식품의 급여가 고지방식이로 인해 증가된 체중을 감소시킨다고 보고하였다. 본 연구 결과 청국장의 급여로 체중이 유의하게 감소되었는데 이는 상기의 보고들과 유사한 경향이었다.

식이섭취량은 고지방-고콜레스테롤식이군들(HFC, HFC-SCK 및 HFC-CCK)이 정상군(ND)에 비하여 저하되는 경향이었는데, 이는 고지방-고콜레스테롤식이군들(HFC, HFC-SCK 및 HFC-CCK)이 정상군(ND)에 비하여 에너지 밀도가 높아 식이섭취량이 적은 것으로 보여지며, 식이효율 또한 에너지 밀도가 낮은 정상군(ND)이 가장 낮았다. 청국장식이군들 중 시판청국장을 급여한 HFC-CCK군만이 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되었고 실험군들 중 가장 낮게 나타났다. 본 연구에서 식이섭취량이 DJI 청국장을 급여하였을 경우에는 대조군(HFC)과 차이가 없었으나 시

판청국장을 급여한 HFC-CCK군에서만 식이섭취량이 저하되었다. 이는 본 연구진들이 제조한 청국장은 청국장 특유의 끈끈한 냄새가 없었으나, 시판청국장은 청국장 특유의 냄새로 인하여 기호성이 떨어져 실험동물이 시판청국장에 낮은 섭식 기호도를 나타낸 것으로 사료된다. 쥘콩과 청국장을 가지고 한 다른 연구(37)에서도 쥘콩과 청국장 분말 식이에 낮은 섭식 기호도를 나타내 대조군에 비하여 쥘콩과 청국장 분말 식이군의 식이섭취량이 더 낮았다고 보고되었고, 식이섭취량은 식이 중 단백질의 종류나 성질이 동물의 섭식기호에 영향을 미친다고 알려져 있다(38,39).

Aoyama 등(40)은 콩 단백질의 섭취는 유전적으로 비만 쥐의 체지방 축적을 억제한다고 보고하였고, 콩 단백질은 지질대사에 영향을 주어 체중 감소를 나타내며(41), 콩 isoflavone도 고지방식이에 의한 체중 및 체지방의 감소에 효과가 있다고 보고되었다(42).

따라서 본 연구에서 시판청국장을 급여하였을 경우 체중이 저하된 이유는 식이섭취량 저하로 기인된 것으로 사료되며, 본 연구진들이 제조한 DJI 청국장을 급여하였을 경우 식이섭취량은 차이가 없었으나 체중이 저하되었는데, 이는 청국장 내의 대두 단백질이나 청국장이 발효되는 과정 중에 발효균주에 의해 새로 생성된 단백질 효소를 및 여러 기능성 단백질 분해물 그리고 식이섬유소 등의 청국장에 함유된 성분에 기인된 것으로 사료된다.

간 조직 및 지방조직의 무게

실험동물의 체중 당 간 조직 및 부고환과 장간막지방조직의 무게는 Table 4와 같다. 간 조직의 무게는 대조군(HFC)이 가장 높았으며, 청국장식이군들(HFC-SCK, HFC-CCK)은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 감소하여 정상군(ND) 수준으로 저하되었다. Koh (43)는 고지방식이에 청국장 및 상황버섯 청국장 분말을 첨가한 식이를 고지혈증 흰쥐에게 4주간 급여한 결과 대조군에 비하여 간과 부고환지방 무게가 유의하게 감소되었는데, 이는 청국장 섭취군들에서 간의 총지질과 중성지질의 감소로 간 조직에 지방축적이 억제되어 간의 무게가 감소된 것이라고 하였다. 본 연구 결과에서도 부고환지방조직과 장간막지방조직의 무게 또한 대조군(HFC)에 비하여 청국장식이군들(HFC-SCK, HFC-CCK)에서 유의하게 감소하여 정상군(ND)과 비슷한 수준으로 저하되었다. 그러나 DJI 청국장군(HFC-SCK)과 시판청국장군(HFC-CCK) 간에 간과 지방조직의 무게는 유의차가 없었다. Lee와 Koh (23)는 표준군에 비하여 간의 무게가 대조군과 5% 및 10% 청국장군들이 콜레스테롤식이 섭취로 유의하게 증가되었다고 하여 본 연구결과와 상이하였으며, 대조군과 청국장군들의 간 무게가 비슷한 것은 청국장군의 체중감소에 따른 체중 100 g당 간의 무게가 상대적으로 높게 보이는 것이라고 하였다.

콜레스테롤 및 지방의 과다섭취와 비만은 고지혈증을

일으키는 원인으로 알려져 있는데, 본 연구에서 고지방-고콜레스테롤식이로 인하여 체중의 증가와 체지방 축적을 나타내는 부고환지방조직과 장간막지방조직의 무게가 증가되었으나 청국장의 첨가로 체중과 지방조직의 무게가 감소하여 청국장이 비만과 고지혈증의 예방효과가 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Changes in liver and adipose tissue weights of rats fed experimental diets

Groups ¹⁾	Liver	Epididymal adipose tissue	Mesenteric adipose tissue
	(g/100 g body wt.)		
ND	2.52±0.11 ^{b3)}	3.96±0.21 ^b	2.19±0.18 ^b
HFC	3.32±0.21 ^a	5.49±0.39 ^a	3.98±0.25 ^a
HFC-SCK	2.82±0.17 ^b	4.12±0.14 ^b	2.54±0.24 ^b
HFC-CCK	2.79±0.15 ^b	4.23±0.20 ^b	2.59±0.13 ^b

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾The results are mean ± S.E. for 6 rats in each group.

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) between groups by Tukey's test.

혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤 및 인지질 함량

흰쥐에게 고지방-고콜레스테롤식이와 청국장 분말 식이를 4주간 급여 후 혈청 중성지방, 총콜레스테롤 및 인지질 함량의 변화는 Table 5와 같다.

혈청 중 중성지방과 총콜레스테롤 함량은 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)이 가장 높게 나타났다. 고지방-고콜레스테롤식으로 증가된 혈청 중 중성지방의 함량은 DJI 청국장 분말의 급여로 유의하게 저하되어 정상군(ND)과 유사한 경향이었으나, 시판청국장 분말의 급여는 중성지방의 함량에는 영향을 미치지 않았다. 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 청국장 분말 급여로 대조군(HFC)보다 유의하게 저하되었으나 정상군(ND)보다는 높은 경향이였다. Park 등(44)은 고콜레스테롤식이(1 g/kg) 투여로 증가된 혈청 중 중성지방 함량은 고콜레스테롤식이와 청국

Table 5. Contents of triglyceride, total cholesterol and phospholipid in serum of rat fed experimental diets

Groups	Triglyceride	Total cholesterol	Phospholipid
	(mg/dL)		
ND ¹⁾	96.23±4.57 ²⁾³⁾	70.26±2.36 ^c	129.75±15.21 ^b
HFC	130.29±11.02 ^a	125.76±9.87 ^a	101.26±10.89 ^c
HFC-SCK	110.29±8.16 ^b	101.87±5.69 ^b	160.25±9.48 ^a
HFC-CCK	126.27±4.29 ^a	103.05±6.75 ^b	131.23±12.85 ^b

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾The results are mean ± S.E. for 6 rats in each group.

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) between groups by Tukey's test.

장(3 g/kg)을 함께 경구투여함으로써 고콜레스테롤 식이군보다 28% 함량이 감소하였고, 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 청국장 투여로 18% 함량이 감소하였다고 하여 본 연구결과와 유사하였다. 반면 Kim 등(45)은 정상쥐에게 8주간 콩과 청국장의 급여로 혈장 중성지방 농도는 콩군과 청국장군이 대조군에 비하여 유의적으로 낮게 나타났으나 혈장 콜레스테롤 농도는 콩과 청국장 급여로 대조군에 비하여 다소 감소하였으나 유의적인 차이는 없어 장기간의 콩 및 청국장 섭취는 고중성지방혈증을 개선시키는 것으로 나타났다 보고하였다.

고지혈증은 심혈관 질환 중에서도 특히 관상동맥 질환의 가장 중요한 독립인자로서 혈중 중성지방이나 콜레스테롤이 정상 이상으로 높아지면 동맥경화증의 발생 위험률이 증가된다고 알려져 있는데(46), 청국장의 점질물 중에는 혈전을 용해하고 동맥경화를 예방하는 nattokinase라는 효소가 있는 것으로 알려졌다(47). 본 연구 결과 시판청국장의 경우 혈청 중 총콜레스테롤 함량에만 감소효과를 나타냈으나, DJI 청국장의 급여는 혈청 중 중성지방과 총콜레스테롤의 함량 모두 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 감소되어 DJI 청국장이 시판청국장에 비하여 고지혈증 개선효과에 영향이 더 클 것으로 생각되어진다.

혈청 중 인지질 함량은 대조군(HFC)이 가장 낮았고, 청국장 분말 급여로 인지질 함량이 유의하게 증가되었으며, DJI 청국장군(HFC-SCK)은 정상군(ND)보다도 높은 경향이였다. 지단백질의 구성 요소인 인지질은 지질의 운반에 관여하며 인지질 함성 감소는 고콜레스테롤식이 혹은 고지방식이로 인한 지방간 발병의 주요 원인으로 보고되고 있다(48,49). 본 연구 결과 청국장 분말 급여로 혈청 중 인지질의 함량이 증가되어 청국장이 지방간 발병 억제에 효과가 있을 것으로 사료된다.

혈청 중 LDL-콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 함량, 심혈관위험지수 및 동맥경화지수

고지방-고콜레스테롤식이와 청국장 분말 식이를 흰쥐에게 4주간 급여 후 혈청 중의 LDL-콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 함량, 심혈관위험지수 및 동맥경화지수에 미치는 영향을 나타낸 결과는 Table 6과 같다.

혈청 중의 LDL-콜레스테롤 함량은 고콜레스테롤혈증을 유발한 대조군(HFC)이 정상군(ND)에 비하여 유의하게 증가하였으며, 청국장 분말 급여로 저하되었는데 시판청국장군(HFC-CCK)에 비하여 DJI 청국장군(HFC-SCK)에서 감소효과가 더 크게 나타났다. 혈청 중 HDL-콜레스테롤 함량은 고지방-고콜레스테롤식이 급여로 대조군(HFC)이 가장 낮았고, 청국장식이군에서 유의하게 증가되었으며 DJI 청국장군(HFC-SCK)은 정상군(ND)과도 비슷한 경향이였다. 고지방-고콜레스테롤식이로 높아진 심혈관위험지수와 동맥경화지수는 청국장 분말 급여로 유의하게 저하되었으며

시판청국장군(HFC-CCK)에 비하여 DJI 청국장군(HFC-SCK)에서 유의하게 낮은 경향을 보였다. 본 연구 결과는 고지혈증 흰쥐에게 4주간 대두분을 급여하여 얻은 결과(50)와 유사한 경향을 보이며, 콩 단백질의 콜레스테롤 저하 효과는 콩 단백질의 섭취가 분변으로의 담즙산 배설을 증가시켜 혈장 콜레스테롤 농도를 저하하고 체내 콜레스테롤 pool을 감소시키며 식이 내 arginine/lysine의 비율이 높기 때문이라고 보고되고 있다(51,52).

본 연구 결과에서 청국장 분말 급여로 고지방-고콜레스테롤식으로 증가된 LDL-콜레스테롤 함량, 심혈관위험지수 및 동맥경화지수가 감소되고 감소된 HDL-콜레스테롤은 증가되어 청국장이 고지혈증 개선효과가 있는 것으로 생각되며, DJI 청국장군과 시판청국장군 간의 유의차를 보여 DJI 청국장이 시판청국장에 비하여 고지혈증 개선효과가 더 클 것으로 사료된다.

Table 6. Contents of LDL-cholesterol, and HDL-cholesterol, cardiac risk factor (CRF) and atherogenic index (AI) in serum of rats fed experimental diets

Groups ¹⁾	LDL-cholesterol ²⁾	HDL-cholesterol	CRF ³⁾	AI ⁴⁾
	(mg/dL)			
ND	51.69±2.46 ⁵⁾⁶⁾	57.82±2.46 ^a	1.22±0.16 ^d	0.02±0.03 ^d
HFC	120.37±9.47 ^a	31.45±3.21 ^e	3.99±0.25 ^a	2.99±0.09 ^a
HFC-SCK	73.75±5.02 ^c	50.18±2.70 ^b	2.03±0.10 ^c	1.03±0.02 ^c
HFC-CCK	94.05±3.68 ^b	42.24±4.08 ^b	2.65±0.37 ^b	1.65±0.04 ^b

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾LDL cholesterol = {total cholesterol - (HDL-cholesterol - triglyceride/5)}.

³⁾CRF(cardiac risk factor) = total cholesterol/HDL-cholesterol.

⁴⁾AI(atherogenic index) = (total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

⁵⁾The results are mean ± S.E. for 6 rats in each group.

⁶⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) between groups by Tukey's test.

간 조직 중 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

흰쥐에게 청국장 분말과 고지방-고콜레스테롤 식이를 4주간 급여하여 얻은 간 조직 중 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량은 Table 7과 같다.

간 조직 중 총지질과 중성지방 함량은 고지방-고콜레스테롤식이를 급여한 대조군(HFC)이 가장 높았고, DJI 청국장군(HFC-SCK)은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 감소하였으며, 시판청국장군(HFC-CCK)은 대조군(HFC)에 비하여 다소 감소하였으나 유의차가 없었다. 간 조직 중 총콜레스테롤 함량은 고지방-고콜레스테롤식이 급여로 대조군(HFC)이 정상군(ND)에 비하여 유의하게 증가하였고, 청국장 분말 급여로 정상군(ND) 수준으로 유의하게 저하되었는데 DJI 청국장군(HFC-SCK)과 시판청국장군(HFC-CCK) 간에는 유의차가 없었다. 본 연구에서 청국장의 급여로 나타난 간 조직 중 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량의 감소는 고혈압 흰쥐에게 찐콩 및 청국장을 급여하여 간의

총지질과 중성지질이 대조군보다 감소하였고(37), 흰쥐에게 4주간 Natto를 급여 후 혈청에서 뿐만 아니라 간에서도 콜레스테롤의 농도가 Natto 급여군이 카제인 급여군에 비하여 유의하게 감소되었다는 보고(53)와 유사한 경향이였다.

본 연구 결과 혈청 중성지방과 총콜레스테롤 함량 결과와 유사하게 시판청국장의 급여는 간 조직 중 총콜레스테롤 함량에만 감소효과를 나타냈으나, DJI 청국장의 급여는 간 조직 중 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량 모두 유의하게 감소되어 DJI 청국장이 시판청국장에 비하여 혈청뿐만 아니라 간의 지질 농도도 효과적으로 감소시킬 수 있을 것이라 사료된다.

Table 7. Contents of total lipid, triglyceride and total cholesterol in liver of rats fed experimental diets

Groups ¹⁾	Total lipid	Triglyceride	Total cholesterol
	(mg/g, wet weight)		
ND	42.26±3.56 ²⁾³⁾	11.08±1.68 ^b	9.26±1.36 ^b
HFC	61.23±5.02 ^a	16.29±0.74 ^a	13.26±0.28 ^a
HFC-SCK	51.02±3.26 ^b	13.46±1.52 ^b	8.82±1.52 ^b
HFC-CCK	56.29±2.87 ^a	15.29±0.23 ^a	8.92±1.36 ^b

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾The results are mean ± S.E. for 6 rats in each group.

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) between groups by Tukey's test.

분변 중 지질 배설량

고지방-고콜레스테롤식이와 청국장 분말의 급여가 변의 지질 배설량에 미치는 영향을 나타낸 결과는 Table 8과 같다.

변의 배설량과 변의 수분 함량은 청국장식이군들(HFC-SCK, HFC-CCK)이 대조군(HFC)과 정상군(ND)에 비하여 유의하게 증가하였고, 변의 총지질 배설량도 대조군(HFC)에 비하여 청국장식이군들(HFC-SCK, HFC-CCK)이 유의하게 증가되었는데, 청국장식이군들(HFC-SCK, HFC-CCK) 간에는 유의차가 없었다. 이 결과는 분변량은 찐콩 섭취군보다 대조군과 청국장군에서 많았으며, 분변 중 총지질과 중성지방의 배설량은 세군간에 유의적인 차이가 없었다고 보고한 Yang 등(37)의 결과와는 차이가 있었다. 변의 수분 함량은 대조군(HFC)에 비하여 청국장식이군들(HFC-SCK, HFC-CCK)이 유의하게 증가되었는데, 이는 청국장의 식이섬유소가 대장의 연동운동을 증가시켜 대장 내용물의 수분 함량을 증가시킨 것으로 생각된다(54). Koh(22)는 대조군에 비하여 청국장 및 상황버섯청국장군에서 변의 배설량, 수분 함량, 총지질, 중성지질 및 콜레스테롤의 배설량 모두 증가되었다고 하여 본 연구 결과와 유사하였으며, 청국장의 발효과정 중 생성되는 단백질 분해물, 식이섬유소 및 난소화성 당류 등의 물질들이 변의 배설량을 증가시키며, 장내에서 중성지질 및 콜레스테롤의 흡수를

억제하여 변으로 배설량이 증가되었다고 하였다. 변의 총 지질 배설량은 대조군(HFC)에 비하여 청국장식이군들(HFC-SCK, HFC-CCK)이 유의하게 증가되었는데, Song 등(55)도 껌질 채 분쇄한 흰콩과 검정콩을 흰쥐에게 7주간 급여한 바 분변 중의 중성지방과 총지질 함량이 대조군에 비하여 높았다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 이러한 결과는 대두 단백질 및 식이섬유소 등과 같은 성분들이 체내에서 지질의 흡수를 억제하고 변의 총 스테롤 배설을 증가시켜 청국장식이군에서 변의 총지질 배설량이 증가된 것으로 생각되어진다.

Table 8. Fecal weight and total lipid contents of rats fed experimental diets

Groups ¹⁾	Fecal dry wt. (g/day)	Moisture (%)	Total lipid (mg/day)
ND	1.43±0.12 ^{2)bc3)}	15.65±1.23 ^b	124.23±11.13 ^c
HFC	1.42±0.23 ^b	16.29±1.05 ^b	155.29±13.26 ^b
HFC-SCK	1.69±0.16 ^a	23.26±1.52 ^a	186.98±19.24 ^a
HFC-CCK	1.62±0.30 ^a	24.99±1.38 ^a	179.23±10.87 ^a

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾The results are mean ± S.E. for 6 rats in each group.

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) between groups by Tukey's test.

지방조직의 LPL 활성

청국장 분말의 급여가 지방조직의 LPL 활성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 HR-LPL과 TE-LPL 활성을 측정 한 결과는 Table 9와 같다.

부고환지방조직 중 HR-LPL과 TE-LPL 활성은 고콜레스테롤혈증을 유발한 대조군(HFC)이 가장 높았으며, 청국장 분말 급여로 정상군(ND) 수준으로 유의하게 저하되었다. 그러나 DJI 청국장군(HFC-SCK)과 시판청국장군(HFC-CCK) 간에는 유의차가 없었다. 장간막지방조직 중 HR-LPL과 TE-LPL 활성도 대조군(HFC)이 가장 높았고, DJI 청국장 분말의 급여로 HR-LPL과 TE-LPL 활성 모두 정상군(ND) 수준으로 유의하게 저하되었으나, 시판청국장 분말의 급여로는 TE-LPL 활성만 정상군(ND) 수준으로 유의하게 저하되었다. LPL은 중성지방이 풍부한 lipoprotein을 monoacylglycerol과 지방산으로 가수분해하는 주된 효소로, LPL 활성은 식이섭취 후 증가하여 지단백질 대사에 관여하며 과잉의 에너지를 지방세포에 중성지방 형태로 저장시키며(56), 동맥내벽 세포에서 LDL receptor 결합력과 콜레스테롤 흡수를 촉진한다고 알려져 있어(57), LPL 활성 측정은 혈액 및 간조직의 콜레스테롤 함량 측정과 더불어 고지혈증 관련 지표로 중요한 기초 자료를 제공해 준다. 이상의 실험 결과 DJI 청국장 분말을 급여한 HFC-SCK군은 부고환과 장간막지방조직의 HR-LPL과 TE-LPL 활성 모두 정상군(ND)과 비슷한 활성을 보였으며, 시판청국장 분말을 급여한 HFC-CCK군

은 장간막지방조직의 HR-LPL 활성을 제외하고는 모두 정상군(ND)과 비슷한 활성을 보여 청국장이 고지혈증의 예방 효과와 지방축적 억제효과가 있는 것으로 사료된다.

Table 9. HR-LPL and TE-LPL activities in adipose tissues of rats fed experimental diets

Groups ¹⁾	Epididymal AT		Mesenteric AT	
	HR-LPL	TE-LPL	HR-LPL ²⁾	TE-LPL ³⁾
	(Units/g)			
ND	8.99±2.31 ^{4)bc5)}	16.29±2.01 ^b	4.02±1.01 ^b	8.38±2.01 ^b
HFC	15.64±1.86 ^a	25.76±1.98 ^a	5.23±0.46 ^a	11.26±2.04 ^a
HFC-SCK	9.87±1.65 ^b	17.98±2.55 ^b	3.99±0.54 ^b	8.99±1.29 ^b
HFC-CCK	10.23±2.04 ^b	19.31±1.87 ^b	5.32±0.29 ^a	9.02±1.08 ^b

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾Total extractable (TE) LPL activity was measured in deoxycholate extracts of epididymal adipose tissue.

³⁾Heparin-releasable (HR) LPL activity was measured in media samples after incubation of tissue fragments with 5×10^3 units/L heparin for 45 min at 24 °C.

⁴⁾The results are mean ± S.E. for 6 rats in each group.

⁵⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) between groups by Tukey's test.

요 약

고지방-고콜레스테롤식이로 고콜레스테롤혈증 및 비만이 유도된 흰쥐에서 청국장 분말 투여가 비만억제 및 지질 대사 개선에 미치는 영향을 조사하고자 정상군(N), 대조군(HFC), 고지방-콜레스테롤과 DJI 청국장식이군(HFC-SCK), 고지방-고콜레스테롤과 시판청국장 식이군(HFC-CCK)으로 4군으로 나누어 4주간 실시하였다. 체중증가량은 고지방-고콜레스테롤식이로 증가되었고 청국장 분말의 급여로 저하되었다. 식이섭취량은 고지방-고콜레스테롤식이군들이 정상군에 비하여 저하되었으며, 시판청국장 식이군이 가장 낮았다. 식이효율은 정상군이 가장 낮았으며 고지방-고콜레스테롤식이군들 간에는 유의차가 없었다. 간과 지방조직의 무게는 고콜레스테롤혈증을 유발한 대조군이 가장 높았고 청국장 분말 급여로 유의하게 저하되어 정상군과 비슷한 경향이였다. 고지방-고콜레스테롤식이로 증가된 혈청 중 중성지방의 함량은 DJI 청국장 분말의 급여로 유의하게 저하되어 정상군과 유사한 경향이였으나 시판청국장 분말의 급여는 영향을 미치지 않았다. 혈청 중 총콜레스테롤 함량도 청국장식이군에서 유의하게 저하되었으며, 인지질 함량은 대조군이 가장 낮았고 청국장 분말의 급여로 증가하였으며 DJI 청국장군이 가장 높았다. 고지방-고콜레스테롤식이로 증가된 LDL-콜레스테롤, 심혈관위험지수 및 동맥경화지수는 청국장 분말 급여로 감소되었고 감소된 HDL-콜레스테롤의 함량은 증가하였다. 간, 부고환 및 장간

막지방조직 중 총지질과 중성지방 함량은 DJI 청국장의 급여로 낮아졌으나 시판청국장 급여 시에는 영향을 미치지 않았고, 간 조직 중 총콜레스테롤 함량은 청국장 분말 급여로 유의하게 저하되었으며 정상군과 비슷한 경향이였다. 변의 배설량, 수분 함량 및 총지질 배설량은 대조군에 비하여 청국장식이군들이 유의하게 증가하였다. 변의 배설량, 수분 함량 및 총지질 배설량은 청국장식이군들 모두 유의하게 저하되었고, 장간막지방조직 중 HR-LPL과 TE-LPL 활성은 DJI 청국장군에서는 두 효소 활성 모두 유의하게 저하되었으나 시판청국장군에서는 TE-LPL 활성만 저하되었다. 본 연구 결과 고지방-고콜레스테롤식이에 청국장 분말을 함께 급여한 결과 체중, 간 및 지방조직의 무게 감소와 지질대사 개선효과를 보였고 LPL 활성을 저하시켜 청국장이 비만과 고지혈증의 예방효과가 있을 것으로 사료되며, 시판청국장에 비하여 DJI 청국장의 지질대사 개선효과가 큰 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신 사업(과제번호: B0009747)에 의한 연구비로 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Annual report on the cause of death statistics. (2000) National Statistical Office, Republic of Korea
2. Glowinska B, Urban M, Koput A. (2002) 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
3. Kim SH, Yang JL, Song YS. (1999) Physiological functions of *Chongkukjang*. *Food Industry Nutr.*, 4, 40-46
4. Potter SM. (1995) Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. *J. Nutr.*, 125, 606S-611S
5. Lee YL, Kim SH, Choung NH, Yim MH. (1992) A study on the production of viscous substance during *Chungkookjang* fermentation. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 35, 202-209
6. Kang SA, Hong KH, Jang KH, Kim SH, Jang EK, Kim CH, Choue RW. (2002) Effects of low level of levan feeding on serum lipids, adiposity and UCP expression in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31, 788-795

7. Kang SA, Jang KH, Lee JC, Chang BI, Lim YA, Song BC. (2003) The effects of fructose polymer levan on the body fat accumulation and serum lipid profiles of Korean women. *Korean J. Community Nutr.*, 8, 986-992
8. Li S, Nussbaum MS, Mcfadden D, Zhang FS, LaFrance RJ. (1990) Addition of L-glutamine to total parenteral nutrition and its effects on portal insulin and glucagon and the development of hepatic steatosis in rats. *J. Surg. Res.*, 48, 421-426
9. Yokota T, Hattori T, Ohishi H, Hasegawa K, Watanabe K. (1996) The effect of antioxidant-containing fraction from fermented soybean food on atherosclerosis development in cholesterol-fed rabbits. *Lebensm Wissu Technol.*, 29, 751-755
10. Ko HS, Cho DH, Hwang SY, Kim YM. (1999) The effect of quality improvement by *Chungkuk-jang's* processing methods. *J. Food Nutr.*, 12, 1-6
11. Choi SH, Ji YA. (1989) Changes in flavor of *Chungkookjang* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 229-234
12. Lee HJ, Suh JS. (1981) Effect of *Bacillus* strains on the *Chungkook-jang* processing(I) changes of the components and enzyme activities during *Chungkookjang-koji* preparation. *Korean J. Nutr.*, 14, 97-104
13. Suh JS, Lee SG, Ryu MK. (1982) Effect of *Bacillus* strains on the *Chungkook-jang* processing(II) changes of the components and enzyme activities during the storage of Chungkook-jang. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 14, 309-314
14. Suh JS, Ryu MK, Hur YH. (1983) Effect of *Bacillus* strains on the *Chungkookjang* processing III, changes of the free amino acid contents and nitrogen compounds during *Chungkookjang* koji preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 15, 385-391
15. Kim KH, Song MY, Yook HS. (2007) Quality characteristics of bread made with *Chungkukjang* powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 17, 853-859
16. Seo EO, Ko SH, Kim KO. (2009) Quality characteristics of muffins containing *Chungkukjang* powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life.*, 19, 635-640
17. Chang M, Kim IC, Chnag HC. (2010) Effect of solar salt on the quality characteristics of *Doenjang*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 39, 116-124
18. Min HK, Kim HJ, Chang HC. (2008) Growth-inhibitory effect of the extract of porphyrin-chungkukjang on cancer cell. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 37, 826-833
19. Kim AR, Lee JJ, Chang HC, Lee MY. (2009)

- Antioxidative effects of chungkukjang fermented using *Bacillus subtilis* DJI in rats fed a high cholesterol diet. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38, 1699-1706
20. Park MS, Liepa GU. (1982) Effects of dietary protein and amino acids on the metabolism of cholesterol-carrying lipoproteins in rats. J. Nutr., 112, 1892
 21. Sautier C, Doucet C, Flament C, Lemonnier D. (1979) Effect of soy protein and saponins on serum, tissue and feces steroids in rats. Atherosclerosis, 34, 233
 22. Koh JB. (2006) Effects of *cheonggukjang* added *Phellinus linteus* on lipid metabolism in hyperlipidemic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35, 410-415
 23. Lee CU, Koh JB. (2006) Effects of Cheonggukjang on lipid metabolism in female rats fed cholesterol diet. J. Life Sci., 16, 932-937
 24. Min HK, Kim HJ, Chang, HC. (2008) Growth-inhibitory effect of the extract of porphyran- *chungkookjang* on cancer cell. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 37, 826-833
 25. Reeves PG, Nielson FH, Fahey Jr GC. (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
 26. Friedwald WT, Levy RL, Fredrickson DS. (1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin. Chem., 18, 499-502
 27. Rosenfeld L. (1989) Lipoprotein analysis. Arch. Pathol. Lab. Med., 113, 1101-1110
 28. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-509
 29. Biggs HG, Erikson TM, Moorehead WR. (1975) A manual colorimetric assay of triglyceride in serum. Clin. Chem., 21, 437-441
 30. Zlatkis A, Zak B. (1969) Study of a new cholesterol reagent. Anal. Biochem., 29, 143-148
 31. Folch JM, Lees M, Sloane-Stanley GH. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem., 226, 497-509
 32. Nilsson-Ehle P, Schotz MC. (1976) A stable radioactive substrate emulsion for assay of lipoprotein lipase. J. Lipid Res., 17, 536-541
 33. Fried SK, Zechner R. (1989) Cachectin/tumor necrosis factor decreases human adipose tissue lipoprotein lipase mRNA levels, synthesis and activity. J. Lipid Res., 30, 1917-1923
 34. Iverius PH, Brunzell JD. (1985) Human adipose tissue lipoprotein lipase: change with feeding and relation to postheparin plasma enzyme. Am. J. Physiol., 249, E107-E114
 35. Lee EH, Chyun JH. (2007) Effects of chongkukjang intake on lipid metabolism and liver function in ethanol consumed rats. Korean J. Nutr., 40, 684-692
 36. Kwon SH, Lee KB, Im KS, Kim SO, Park KY. (2006) Weight reduction and lipid lowering effects of korean traditional soybean fermented products. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35, 1194-1199
 37. Yang JL, Lee SH, Song YS. (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
 38. Jacques RA, Peret J. (1972) Protein efficiency ratio and related methods. In Protein and amino acid function. Bigwood EJ, eds. Pergamon Press, New York, USA, p.317
 39. Choi YS, Lee SY. (1993) Cholesterol-lowering effects of soybean products (curd or curd residue) in rats. J. Korean Soc. Food Nutr., 22, 673-677
 40. Aoyama T, Fukui K, Nakamori T, Hashimoto Y, Yamamoto T, Takamatsu K, Sugano M. (2000) Effect of soy and milk whey protein isolates and their hydrolysates on weight reduction in genetically obese mice. Biosci. Biotechnol. Biochem., 64, 2594-600
 41. Lee MD, Kim IC. (2000) Soy protein and obesity. Nutr., 16, 459-460
 42. Bhathena SJ, Velasquez MT. (2002) Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. Am. J. Clin. Nutr., 76, 1191-1201
 43. Koh JB. (2006) Effects of *cheonggukjang* added *Phellinus linteus* on lipid metabolism in hyperlipidemic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35, 410-415
 44. Park HG., Lee MH, Yoon SH. (2006) Effects of chungkookjang on lipid contents in rats fed high cholesterol diet. J. Kor. Soc. Hygienic Sci., 12, 1-6
 45. Kim JI, Kang MJ, Kwon TW. (2003) Korea Soybean Digest, 20, 44-52
 46. Krauss RM. (1998) Triglycerides and atherogenic lipoproteins: rationale for lipid management. Am. J. Med., 105(1A), 58S-62S
 47. Sumi H, Hamada H, Tsushima H, Mihara H, Muraki H. (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
48. Narayan KA, McMullen JJ. (1979) The interactive effect of dietary glycerol and corn oil on rat liver lipids, serum lipids and serum lipoproteins. *J. Nutr.*, 109, 1836-1846
 49. Oda T, Shikata T, Natio C, Suzuki H, Kanetaka T. (1970) Phospholipid fatty liver: a report of three cases with a new type of fatty liver. *Jpn. J. Exp. Med.*, 40, 127-140
 50. Shin MK, Han SH, Park SH. (2006) Effect of soybean powder on lipid metabolism and enzyme activities in induced hyperlipidemic rats. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 16, 165-173
 51. Tanaka K, Aso B, Sugano M. (1984) Biliary steroid excretion in rats fed soybean protein and casein or their amino acid mixtures. *J. Nutr.*, 114, 26-32
 52. Kanazaw T. (1996) Anti-atherogenic effects of soybean protein viewpoints from peroxidizability, molecular size of LDL-cholesterol and from anti-platelet aggregation. *J Food Hyg. Safety*, 13, 313-317
 53. Kim BN, Kim JD, Ham SS, Choi YS, Lee SY. (1995) Effects of spice added natto supplementation on the lipid metabolism in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24, 121-126
 54. Hideo T. (1994) Health effects of oligosaccharides. *Food Technol.*, 48, 61-65
 55. Song YS, Kwon TW. (2000) Hypocholesterolemic effect of soybean and soy products. *Food Ind. Nutr.*, 5, 36-41
 56. Lee JJ, Chun CS, Kim JG, Choi BD. (2000) Effect of fasting refeeding on rat adipose tissue lipoprotein lipase activity and lipogenesis: Influence of food restriction during refeeding. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 471-478
 57. O'Brien KD, Gordon D, Deeb S, Ferguson M, Chait A. (1992) Lipoprotein lipase is synthesized by macrophage-derived foam cells in human coronary atherosclerotic plaques. *J. Clin. Invest.*, 89, 1544-1550

(접수 2010년 4월 13일, 수정 2010년 9월 17일 채택 2010년 9월 24일)