

## Effects of Soybean, *Cheonggukjang* and *Doenjang* on Serum Cholesterol Level and Weight Reduction in Rats Fed a High-Fat/High-Cholesterol Diet

Jae-Joon Lee, Ah-Ra Kim, Hwan Lee, Cheol-Ho Kim, Hae-Choon Chang and  
Myung-Yul Lee<sup>†</sup>

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

### 대두, 청국장 및 된장이 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 흰쥐의 콜레스테롤 함량 및 체중감소에 미치는 영향

이재준 · 김아라 · 이환 · 김철호 · 장해춘 · 이명렬<sup>†</sup>  
조선대학교 식품영양학과

#### Abstract

This study was conducted to investigate the cholesterol lowering effect and weight reduction of autoclaved soy flour, *cheonggukjang* and *doenjang*, which are fermented using *Bacillus subtilis* DJI, in rats fed a high-fat/high-cholesterol diet. Male Sprague-Dawley rats weighing 250 g, were divided into five groups; a normal diet group (N), a high-fat/high-cholesterol diet group (HFC), a high-fat/high-cholesterol diet with 5% autoclaved soy flour group (HFC-S), a high-fat/high-cholesterol diet with 5% *cheonggukjang* group (HFC-CJ), and a high-fat/high-cholesterol diet with 5% *doenjang* group (HFC-DJ). The body weight gain and adipose tissues weights increased in rats fed a high-fat/high-cholesterol diet, but decreased significantly in rats fed autoclaved soy flour, *cheonggukjang* and *doenjang*, compared with the HFC group. Food intake was lower in the all HFC groups (HFC, HFC-S, HFC-CJ and HFC-DJ) than that of the N group, However, there was no differences in the food intake between HFC diet groups. Serum triglyceride level increased with a high-fat/high-cholesterol dietgroup whereas HFC-CJ and HFC-DJ groups were markedly decreased serum triglyceride levels compared with N group. Levels of serum total cholesterol and LDL-cholesterol, and level of total cholesterol in the liver were significantly lower in the HFC-S group, the HFC-CJ group and the HFC-DJ group than that of the HFC group, but exerted no significant change between the HFC groups on levels of total lipid and triglyceride in the liver. Fecal total lipid content increased in the HFC-CJ group and the HFC-DJ group than those of the HFC group and HFC-S group. The activities of heparin-releasable lipoprotein lipase (HR-LPL) and total-extractable LPL in adipose tissues decreased in the HFC-S group, the HFC-CJ group and the HFC-DJ group compared with the HFC group. These results suggest that dietary *cheonggukjang* and *doenjang* may exert cholesterol-lowering effect and prevent obesity.

Key words : autoclaved soy flour, *Cheonggukjang*, *Doenjang*, cholesterol, obesity

#### 서 론

최근 우리나라는 생활수준의 향상으로 동물성 식품과 가공식품의 소비증가, 육류에 치우친 서구식 식생활로 인하여 질병의 양상이 뇌혈관질환, 심장병, 고혈압 및 당뇨병 등의 순환기계 질환과 악성종양으로 인한 사망률이 늘어나

고 있으며, 이러한 심혈관계 질환, 암, 당뇨병 등 각종 만성 퇴행성 질환으로 인한 사망률의 증가가 심각한 사회 문제로 대두되고 있다 (1,2). 순환기계 질환 중 고지혈증은 혈장 내에 콜레스테롤이나 중성지방이 비정상적으로 증가된 만성질환 상태로 동맥 내벽에 죽종의 반점을 형성하여 허혈성 심장 질환을 일으키게 된다. 또한 고지방, 고당질, 포화지방산 및 콜레스테롤은 고지혈증을 유발하는 가장 주된 식이요인이다(3,4).

청국장과 된장은 예로부터 우리나라의 식생활에서 빠질

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : mylee@mail.chosun.ac.kr  
Phone : 82-62-230-7722, Fax : 82-62-225-7726

수 없는 대두를 발효한 전통발효식품으로 고유의 풍미를 지니고 있으며, 영양적으로 우수한 식품이다. 발효과정 중 생성되는 생리활성물질들이 만성퇴행성 질환에 효과가 있는 것(5)으로 알려지고 있어 많은 사람들의 관심의 대상이 되고 있는 식품이다. 대두 발효식품의 재료로 쓰이는 대두는 단백질과 지방이 풍부하여 영양학적으로 우수하며, 식물성 단백질인 대두 단백질은 동물성 단백질인 카제인에 비하여 변으로 담즙산 배설을 증가시켜 혈장 콜레스테롤 농도를 저하시키고, 체내 콜레스테롤 pool을 감소시킨다고 한다(6). 특히 대두 속에 많이 함유되어 있는 isoflavone은 항산화활성(7,8) 뿐만 아니라 LDL-콜레스테롤 수용체의 활성을 증가시켜 혈청 중 콜레스테롤 수준을 저하시키는 것으로 보고되어 있다(9). 또한 대두 속에 함유된 linoleic acid 등과 같은 불포화지방산들은 콜레스테롤이 체내에 쌓이는 것을 방지하고 혈액의 흐름을 원활히 하는 역할을 한다고 알려져 있다(5). 인체를 대상으로 한 연구에서도 고콜레스테롤혈증 환자에게 하루 50 g 씩의 콩 단백질을 섭취시키면 총콜레스테롤 함량이 약 11~12% 감소하는 것(10)으로 나타났다. 특히 된장과 청국장의 주성분인 대두는 발효·숙성 과정 중에 미생물과 여러 종류의 효소들의 작용으로 isoflavones, trypsin inhibitor, 식이섬유소, 비타민 E와 발효 과정 중에 삶은 대두에 존재하지 않았던 caffeic acid와 ferulic acid 등의 유리 phenolic acid 등의 함량이 증가되어 (11,12), 이러한 생리활성 성분들로 인하여 대두 발효식품은 비발효식품에 비하여 생리활성이 뛰어나 건강 기능성이 증진될 것으로 추정되고 있다.

대두 발효식품의 숙성 정도에 따른 생리활성에 관한 연구로는 장기간 발효 숙성시킨 전통된장은 청국장, miso 혹은 된장의 원료인 대두에 비하여 항돌연변이 효과가 우수하였다고 Park 등(13)이 보고하였으며, 된장, 메주 및 대두의 메탄올 추출물의 항산화효과를 비교한 Choi 등(14)의 연구에서는 된장>메주>대두 순으로 항산화효과가 높게 나타났다고 하였다. Jung 등(15)은 3, 6 및 24개월로 숙성기간을 달리한 된장 메탄올 추출물이 흰쥐의 항암 효과에 미치는 영향을 살펴보았는데 24개월 숙성된장이 3개월과 6개월 숙성된장에 비하여 항암효과가 우수한 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 된장의 숙성기간이 길어질수록 genistein, linoleic acid 및 melanoidin 등의 물질들이 발효과정 중 분해 또는 변화가 일어나 영향을 미친 것이라고 하였다. Kwon 등(16)은 고지방식이에 동결 건조한 된장, 청국장, 고추장 및 찜장의 전통 장류를 4주간 급여한 흰쥐의 고지방식이에 의한 항비만효과는 된장, 찜장, 고추장, 청국장 순이었으며 된장이 가장 효과가 우수하였으며 고지방식으로 증가되어진 혈청 중 콜레스테롤과 중성지방 함량도 전통 장류 첨가로 저하되었으며, 특히 된장과 찜장이 가장 큰 효과를 나타내었다고 하였다.

따라서 본 연구는 고지방-고콜레스테롤식을 급여하여

고지혈증을 유발시킨 흰쥐에게 동일 품종으로 제조한 증자 대두 분말, *Bacillus subtilis* DJI로 발효시켜 제조한 청국장과 된장 분말을 급여하였을 경우 고지혈증 예방효과 및 체중 저하효과에 미치는 영향을 살펴보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 청국장과 된장 제조

동일 품종의 가압 증자한 대두, 청국장 및 된장의 제조에 사용된 콩은 국내에서 생산되는 콩나물 콩을 이용하였다. 청국장의 제조는 조선대학교 식품영양학과 식품미생물실험실에서 제조한 것(17)을 사용하였는데, 된장에서 분리한 *B. subtilis* 균주를 종균으로 사용하였다. 균은 37°C에서 24시간 전 배양하여 LB 액체배지(Duchefa biochemie, bacto-tryptone 10%, yeast-extract 5%, sodium chloride 10%)에 1% 접종한 후 9시간 배양한 것으로 준비하였다. 배양된 *B. subtilis* DJI은 4°C 9,950× g에서 15분간 원심분리하여 균체를 회수하고 회수된 균체를 멸균된 3차 증류수로 2회 수세하여 사용하였다. 콩은 정선 및 수세하여 콩에 해당하는 3배의 물에 20시간 침지하고 이를 고압 멸균기에서 50분간 증자한 후 40°C로 냉각한 다음 배양된 종균을 원료의 1% (v/w) 접종하고 37°C incubator (SW-90S, SangWoo Scientific Co, Korea)에서 11시간 동안 발효하였다. 된장의 제조도 Chang과 Chang (17)이 제조한 것을 사용하였으며, 된장 제조를 위하여 사용한 대두 시료는 청국장과 마찬가지로 정선한 콩을 20°C에서 20시간 침지한 후 121°C에서 40분간 가압·증자하였다. *B. subtilis* DJI 균주를 이용한 세균형 코지의 제조와 이 세균형 코지를 이용하여 된장을 제조하였다. 세균형 코지의 제조과정은 *B. subtilis* DJI 균주를 종균으로 사용하였으며, 균은 청국장 제조과정에 사용된 방법과 동일한 방법을 사용하였다. 정선한 콩 1 kg을 20°C에서 20시간 침지한 후 121°C에서 40분간 증자하였다. 증자 후 40°C로 냉각시키고 미리 준비해 둔 *B. subtilis* DJI를 가수하기 전 원료 콩의 1% (w/w) 비율로 접종하였으며, 접종 후 39~50°C 온도에서 12~14시간 배양하였다. 이를 항온습습 장치에서 온도 20°C, 습도 30%로 유지하면서 24시간 풍건시켜 수분 함량이 15~18% 되도록 건조하여 세균형 코지로 사용하였다. 된장의 제조는 세균형 코지에 삶은 콩(원료 콩을 기준으로 코지와 같은 양)을 가하고 천일염(Shinandocho, Korea)으로 소금물을 만들어 섞었으며, 소금의 농도는 최종 제조 된장의 소금 농도가 12% (w/w)가 되도록 하여 20°C에서 2개월간 숙성시킨 것을 사용하였다. 이상과 같이 제조한 가압 증자한 대두, 청국장 및 된장은 동결 건조 후 분쇄하여 분말화하였으며, 수율은 각각 46.8%, 49.9% 및 45.5%이었다. 동결 건조한 시료는 진공 포장한 다음 -70°C에 보관하면서 이후 실험에 사용하였다. 대두, 청국장

및 된장 분말의 수분, 조지방, 조단백질, 조회분 및 탄수화물의 일반성분 분석은 전남대학교 공동실험실습관(여수)에서 실시하였고, 식이섬유소 분석은 (주)다산생명과학원(광주)에서 실시하였는데 그 결과는 Table 1과 같다.

**Table 1. Proximate compositions of casein, freeze dried autoclaved soy flour, Chungkukjang and Deonjang**

Ingredients	(% dry basis)			
	Casein	Autoclaved soy flour	DJ Chungkukjang	DJ Doenjang
Moisture	5.23	4.96	2.15	5.69
Crude protein	89.70	33.55	44.24	36.28
Crude lipid	0.52	15.80	20.60	17.40
Ash	-	4.77	5.70	8.56
Dietary fiber	-	15.29	15.26	16.34
Carbohydrate <sup>1)</sup>	4.55	20.67	12.05	15.74

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

#### 실험동물 사육 및 식이

실험동물은 생후 5주령 된 흰쥐 수컷 Sprague-Dawley종 총 40마리(평균 체중 250 g)를 (주)중앙실험동물(서울)에서 구입하여 사용하였다. 환경에 적응시키기 위해 일주일 동안 일반배합사료로 사육한 후, 체중에 따라 각 처리구 당 8마리 씩 5군으로 나누어 완전임의 배치하여 stainless steel cage에 1마리 씩 분리하여 4주간 사육하였다. 실험에 사용된 천일염 첨가 된장 실험식은 AIN-93 정제식이를 기준(18)으로 변형하여 조제하였으며, Table 2와 같다. 실험군은 정상식이군(N), 대조군(고지방-콜레스테롤식이군, HFC), 고지방-콜레스테롤과 대두첨가식이군(HFC-S), 고지방-콜레스테롤과 청국장첨가식이군(HFC-CJ) 및 고지방-콜레스테롤과 된장첨가식이군(HFC-DJ)으로 5군으로 나누어 실시하였으며, 대두, 청국장 및 된장 분말은 식이무게의 각각 5% 씩 첨가하였다. 실험동물 사육실 환경온도는 22±1℃, 상대습도는 65±5%로 유지하였고, 명암은 12시간 주기(09:00~21:00)로 조절하였으며, 물과 사료는 전 실험기간 동안 제한 없이 급여하였다. 최종 체중에서 실험개시 전의 체중을 감하여 실험개시 전의 체중으로 나누어 체중증가율로 표시하였고, 사육기간의 체중증가량을 동일 기간의 식이섭취량으로 나누어 각 실험군의 식이효율을 구하였다.

#### 실험동물의 처리

실험동물은 사양시험 종료 후 12시간 절식시킨 후 CO<sub>2</sub>로 가볍게 마취한 다음 단두 절단하여 혈액을 채취하고 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 시킨 후 혈청을 분리하였으며, 혈청 지질 함량 및 효소 활성 측정용 시료로 사용하였다. 그리고 간과 지방조직을 적출하여 0.9% 생리식염수로 남아 있는 혈액 및 기타 부속물질을 제거하고 여지로 수분을

제거한 후 중량을 측정된 다음 효소 활성 저하를 예방하기 위하여 급속 동결 후 -70℃의 deep freezer에 보관하였다.

#### 혈청 중 지질 함량 측정

혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 함량은 혈액생화학적 검사 자동분석기(Fuji Dri-Chem 3,500, Fujifilm, Japan)를 사용하여 측정하였다. LDL-콜레스테롤 함량은 Friedwald식 {총콜레스테롤-(HDL-콜레스테롤-중성지방/ 5)} (19)에 의하여 계산하였다.

#### 간 조직 중 총지질, 중성지방과 총콜레스테롤 함량 측정

간 조직 중의 중성지방과 총콜레스테롤 함량 분석을 위하여 먼저 Folch 방법(20)에 의하여 각각의 조직에서 총지질을 추출하였는데, 간과 지방조직 0.1 g에 chloroform-methanol (2:1 v/v)를 첨가하여 냉장상태에서 3일간 방치한 후 H<sub>2</sub>O를 첨가하고 3000 rpm에서 20분간 원심분리 시킨 후 지질층인 하층부를 취한 다음 총콜레스테롤과 중성지방 함량 분석을 위하여 사용하였다. 총콜레스테롤 함량은 Zlatkis와 Zak의 방법(21)에 의하여 측정하였으며, 중성지방 함량은 Biggs 등의 방법(22)으로 측정하였다.

#### 분변 중 지질 배설량 측정

분변 중의 지질 배설량 측정은 실험 종료 4일 전 변을 수집한 뒤 이물질질을 제거한 후 수세하여 무게를 측정하였으며, 건조 후 분석시료로 사용하였다. Folch법(20)으로 추출하여 분변 중의 지질을 측정하였으며, 총지질 함량은 phospho-vanillin법(23)으로 측정하였다.

#### 지방조직 중 LPL 활성 측정

부고환지방조직과 장간막지방조직 중 heparin-releasable LPL (HR-LPL) 활성은 heparin을 함유한 배양액 증으로 방출된 지방조직의 세포외액에 함유된 LPL만의 활성을 측정하는 것으로, Nilsson-Ehle과 Schotz의 방법(24)을 변형시킨 Fried와 Zechner의 방법(25)에 의하여 측정하였다. 지방조직의 LPL은 세포외액 뿐만 아니라 세포내액에도 함유되어 있는데, microsome 안에 있는 잠재적인 LPL을 포함한 총체적인 LPL 활성을 측정하는 것이 total extractable LPL (TE-LPL) 활성 측정으로 Iverius와 Brunaell의 방법(26)에 의하여 실시하였다.

#### 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS package를 이용해서 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고 통계적 유의성 검정은 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 대두, 청국장 혹은 된장 분말을 혼합한 식이를 4주간 급여한 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3과 같다. 체중증가량은 Table 3에서와 같이 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 유의하게 증가하였다. 고지방-고콜레스테롤식이와 청국장 및 된장 분말을 함께 급여한 HFC-CJ군과 HFC-DJ군은 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)에 비하여 체중증가량이 각각 12.16%와 13.36% 씩 감소되었으나, 대두 분말을 첨가하였

Table 2. Composition of the experimental diet fed in rats

Diet composition (g/kg diet)	Groups <sup>1)</sup>				
	N	HFC	HFC-S	HFC-CJ	HFC-DJ
Corn starch	500.0	390.0	340.0	340.0	340.0
Sucrose	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Casein	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
DL-cysteine	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Soybean oil	100.0	200.0	200.0	200.0	200.0
Cellulose powder	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Mineral mixture <sup>2)</sup>	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Choline bitartrate	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Cholesterol	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Autoclaved soy flour	-	-	50.0	-	-
DJI <i>Chunggukjang</i>	-	-	-	50.0	-
DJI <i>Doenjang</i>	-	-	-	-	50.0

<sup>1)</sup>The experimental diet groups are as follow; N: normal diet, HFC: high-fat/high-cholesterol diet, HFC-S: high-fat/high-cholesterol diet + 5% autoclaved soy flour, HFC-CJ: high-fat/high-cholesterol diet + 5% *cheonggukjang*, HFC-DJ: high-fat/high-cholesterol diet + 5% *doenjang*

<sup>2)</sup>Based on AIN-93-MX vitamin mixture and AIN-93-VX mineral mixture.

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

Groups <sup>1)</sup>	Body weight gain (g/day)	Food intake (g/day)	FER <sup>2)</sup>
N	4.36±0.25 <sup>3)c4)</sup>	20.30±0.69 <sup>a</sup>	0.21±0.03 <sup>b</sup>
HFC	5.84±0.36 <sup>a</sup>	18.26±1.34 <sup>b</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>
HFC-S	5.16±0.27 <sup>a</sup>	18.12±0.59 <sup>b</sup>	0.28±0.01 <sup>b</sup>
HFC-CJ	5.13±0.31 <sup>b</sup>	17.87±0.64 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>
HFC-DJ	5.06±0.56 <sup>b</sup>	17.72±0.71 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.

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

<sup>3)</sup>The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.

<sup>4)</sup>Values with different superscripts in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) between groups by Tukey's test.

을 경우에는 차이가 없었다. 전통 콩 발효식품인 청국장과 된장의 급여는 고지방-고콜레스테롤식으로 인하여 증가되어진 체중을 감소시키는 것으로 나타났다. 식이섭취량은 고지방-콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 유의하게 저하되었으나 고지방-고콜레스테롤식이와 대두, 청국장 및 된장 분말을 함께 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 대조군(HFC)과는 차이가 나타나지 않았다. 반면 식이효율은 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되었으며 정상식이군(N)과 비슷한 경향이었다. 이는 고지혈증을 유도한 대조군이 정상군에 비하여 체중은 증가하였으며, 식이효율은 저하되었다고 보고한 Shim 등(27)의 연구 결과와 유사한 경향이었다. 전통 콩 발효식품인 청국장과 된장 급여군에서는 체중증가량과 식이섭취량의 차이를 볼 수 없었으나, 된장분말을 급여하였을 경우 체중 감소효과가 더 크게 나타났다. 이와 유사하게 Kwon 등(16)의 연구에서도 흰쥐에게 전통 콩 발효식품을 급여하였을 경우 식이섭취량에는 차이가 없었으나 고지방식으로 인하여 증가된 체중을 감소시키며, 된장 첨가식이군이 청국장첨가식이군에 비하여 체중 감소효과가 높았으나 유의차가 없었다고 하였으며, 식이효율도 고지방식이군에 비하여 전통 콩 발효식품을 급여하였을 때 저하되었다고 하였다. 이상의 결과 대두에 비하여 청국장 과 된장 분말이 체중 감소효과가 높은 것은 콩의 발효숙성이 영향을 미치는 것으로 사료된다.

### 간 조직 및 지방조직의 무게

고지방-고콜레스테롤식이와 대두, 청국장 혹은 된장 분말을 혼합한 식이를 4주간 급여한 흰쥐의 체중 당 간 조직 및 지방조직의 무게는 Table 4와 같다. 체중 당 간 조직의 무게는 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 유의하게 증가하였으나, 고지방-고콜레스테롤식에 대두, 청국장 및 된장 분말의 혼합 급여는 간 조직의 무게에는 영향을 미치지 않았다. 본 연구와 유사하게 Kwon 등(16)도 고지방식에 전통장류를 첨가하여 흰쥐에게 급여한 결과 고지방식이와 전통장류첨가식에서 간의 무게는 유의적 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 또한 다른 연구들(28,29)에서도 고지방식에 청국장 분말을 첨가한 식이를 성숙한 암쥐에 4주간 급여한 결과 대조군과 청국장군들의 간의 무게는 유의적 차이가 없었고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 반면, Lee와 Kim(30)은 고지방-고콜레스테롤식에 각각 농도를 달리 한 된장 분말(0.5%, 1% 및 5%)을 병합 급여한 결과 흰쥐의 간의 상대 중량이 감소하였고, 된장의 농도가 높을수록 간의 상대 중량은 더욱 낮았다고 보고하여 본 연구와 상반된 결과를 나타내었다. 부고환지방조직과 장간막지방조직의 무게는 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)

이 가장 높았고, 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되었으며, 특히 장간막지방조직의 무게는 대두, 청국장 및 된장 분말의 병합 급여로 정상식이군(N)과 비슷한 경향을 나타내었다.

이상의 결과 대두, 청국장 및 된장 분말의 혼합 급여는 고지방-고콜레스테롤식이로 인하여 증가된 부고환지방조직과 장간막지방조직의 무게를 감소시키는 효과를 나타냈으며 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군들 간에 유의적 차이가 없는 것으로 보아 지방조직의 무게 감소효과는 청국장과 된장의 발효과정 중 생성되는 생리활성물질보다는 이들의 원료인 대두에 함유된 성분들로 인해 기인된 것으로 사료된다.

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

Groups <sup>1)</sup>	Liver	Epididymal AT <sup>2)</sup>	Mesenteric AT
	(g/100 g body wt.)		
N	3.56±0.28 <sup>3)cd</sup>	3.02±0.32 <sup>c</sup>	2.11±0.09 <sup>b</sup>
HFC	5.49±0.47 <sup>a</sup>	5.08±0.52 <sup>a</sup>	3.79±0.32 <sup>a</sup>
HFC-S	5.12±0.53 <sup>a</sup>	4.19±0.23 <sup>b</sup>	2.31±0.27 <sup>b</sup>
HFC-CJ	5.33±0.48 <sup>a</sup>	4.01±0.19 <sup>b</sup>	2.46±0.20 <sup>b</sup>
HFC-DJ	5.02±0.92 <sup>a</sup>	3.95±0.21 <sup>b</sup>	2.29±0.51 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>2)</sup>AT: adipose tissue

<sup>3)</sup>The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.

<sup>4)</sup>Values with different superscripts in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) between groups by Tukey's test.

#### 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 함량

흰쥐에게 고지방-고콜레스테롤식이와 대두, 청국장 혹은 된장 분말의 급여가 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 나타낸 결과는 Table 5와 같다. Table 5에서와 같이 혈청 중 중성지방 함량은 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)이 가장 높게 나타났다. 고지방-고콜레스테롤식이와 청국장 및 된장 분말을 함께 급여한 HFC-CJ군과 HFC-DJ군은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되었으나, 대두 분말을 급여한 경우에는 대조군(HFC)보다 낮은 경향이었으나 유의차가 없었다. 혈청 중 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량은 대조군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 유의하게 증가하였고, 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 모두 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되었다. 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들 간에 유의차는 없었으나, 청국장>된장>대두 순으로 혈청 중 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량 감소효과가 크게 나타

났다. 혈청 중 HDL-콜레스테롤 함량은 정상식이군(N)에 비하여 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대조군(HFC)이 유의하게 저하되었고, 청국장 및 된장 분말을 함께 급여한 HFC-CJ군과 HFC-DJ군은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 증가되었으나, 대두 분말의 급여는 혈청 중 HDL-콜레스테롤 함량에는 영향을 미치지 않았다.

Kim 등(31)은 고지방식이에 탈지대두 grits를 첨가하여 흰쥐에게 급여한 결과 대조군에 비하여 혈장 중의 중성지방의 함량은 유의적 차이가 없었으나, 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤의 함량은 유의적으로 감소되었다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. Park 등(32)과 Lee와 Kim (30)의 연구에서 된장은 고지방식을 급여했을 때 혈중 중성지방 및 콜레스테롤의 농도를 낮추는데 효과가 있다고 보고하였고, Kwon 등(16)은 고지방식으로 증가된 혈청 중 중성지방과 콜레스테롤 함량은 청국장 및 된장의 급여로 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였으나, 본 연구와는 다르게 된장이 청국장에 비하여 혈중 지질 개선효과가 더 큰 것으로 나타났다. 또한 Yang 등(33)의 연구에서는 고혈압 흰쥐에게 찐콩과 청국장 분말 섭취 후 대조군에 비하여 혈중 중성지방의 함량이 감소하였으며, 특히 청국장군이 대조군과 유의적인 차이를 보였고, LDL-콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 찐콩과 청국장군에서 유의적으로 낮았으며 HDL-콜레스테롤 농도는 유의적으로 높게 나타나 본 연구 결과와 일치하였으나, 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 두군 모두 대조군과 유의차가 없어 본 연구 결과와 차이를 보였다. 임상실험(34)에서도 여대생에게 찐콩과 청국장분말을 1일 30 g 씩 4주간 복용하도록 한 결과 유의적 차이는 없었으나 총콜레스테롤 함량의 경우 찐콩과 청국장분말 섭취군 모두에서 감소 경향을 보였으며, 청국장군이 더 큰 감소 경향을 보였다고 보고되었다.

본 연구와 상기의 연구 결과에 따르면 대두와 대두 발효 식품인 청국장과 된장은 고지방-고콜레스테롤식이로 증가된 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 함량을 저하시키고, 감소된 HDL-콜레스테롤 함량은 증가시켰으며, 대두보다는 청국장과 된장의 혈청 지질대사 개선 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 콩 단백질 중 soy peptides, globulins, isoflavones, saponin 등이 지질 저하효과가 크며(35), 콩 단백질의 isoflavone 화합물 중 genistein은 동맥경화 예방 효과의 가능성이 있는 물질로서 혈청 중의 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 함량을 저하시키고, HDL-콜레스테롤 함량을 증가시킨다고 보고되었다(36). 또한 isoflavonoid는 발효 과정 중 그 함량이 증가하는 것으로 알려져 청국장과 된장은 발효 과정 중 발효균에 의해 새로 생성되는 효소나 생리활성 물질의 증가로 인하여 대두 자체보다는 발효 과정을 거친 청국장과 된장이 혈중 지질 개선 효과가 더 큰 것으로 사료된다.

**Table 5. Contents of triglyceride, total cholesterol, LDL-cholesterol and HDL-cholesterol in serum of rat fed experimental diets**

Groups <sup>1)</sup>	Triglyceride	Total cholesterol	LDL-cholesterol	HDL-cholesterol
	(mg/dL)			
N	69.39±5.29 <sup>2)(3)</sup>	56.23±6.31 <sup>c</sup>	34.88±2.36 <sup>c</sup>	35.23±1.60 <sup>a</sup>
HFC	99.09±9.53 <sup>a</sup>	89.23±5.46 <sup>a</sup>	86.76±6.59 <sup>a</sup>	20.26±3.26 <sup>c</sup>
HFC-S	84.67±5.09 <sup>ab</sup>	72.27±4.29 <sup>b</sup>	65.91±8.12 <sup>b</sup>	22.29±3.02 <sup>bc</sup>
HFC-CJ	90.25±6.75 <sup>b</sup>	67.08±6.75 <sup>b</sup>	59.70±3.07 <sup>b</sup>	25.43±3.98 <sup>b</sup>
HFC-DJ	92.89±0.45 <sup>b</sup>	68.14±7.02 <sup>b</sup>	62.39±4.61 <sup>b</sup>	26.27±2.08 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.<sup>2)</sup>The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.<sup>3)</sup>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 고지방-고콜레스테롤식이와 대두, 청국장 혹은 된장 분말을 혼합한 식이를 4주간 급여한 후 측정된 간 조직 중 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량은 Table 6과 같다. 간 조직 중 총지질과 중성지방 함량은 고지방-고콜레스테롤식이를 급여한 대조군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 유의하게 증가되었고, 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 대조군(HFC)과 유의적인 차이가 없었다. 간 조직 중 총콜레스테롤 함량은 대두, 청국장 및 된장 분말의 첨가로 인하여 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 감소되었으며 정상식이군(N)과도 비슷한 경향을 보였다. 본 연구 결과 대두와 대두 발효식품인 청국장과 된장의 급여는 고지방-고콜레스테롤식이로 인하여 증가되어진 간 조직 중 총지질과 중성지방 함량에는 영향을 미치지 않았으나, 총콜레스테롤 함량을 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 고지방식이에 된장 및 청국장을 각각 10% 씩 첨가한 식이를 4주간 급여한 Kwon 등(16)은 된장 급여군에서는 간의 중성지방 및 콜레스테롤 함량 모두 고지방식이군에 비하여 유의적인 감소를 보였고, 청국장 급여군에서는 중성지방의 함량은 유의적인 감소를 나타내었으나 콜레스테롤 함량에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 또한, 고혈압 흰쥐에 찐콩 및 청국장을 6주간 급여한 결과 간의 총지질과 중성지방 함량은 대조군에 비하여 찐콩 및 청국장군에서 유의적으로 감소하였다고 보고(33)하여 본 연구 결과와 차이를 보였다.

간의 콜레스테롤 합성과 콜레스테롤 합성 속도 조절효소인 HMG-CoA reductase 활성은 다양한 생리적, 영양적 조건에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(37), 콩 단백질은 카제인에 비하여 HMG-CoA reductase 활성을 감소시켜 체내 콜레스테롤 pool을 감소시킨다고 보고되었다(38). 또한 고지방식이로 증가된 HMG-CoA reductase 활성은 탈지대두 grits 첨가 식이에 의하여 유의하게 저하되었고(31), 고혈압 흰쥐에서 대조군보다 찐콩과 청국장군에서 HMG-CoA reductase 활성이 유의하게 저하되었다고 보고되었다

(33). 따라서 대두, 청국장 및 된장 분말의 급여로 고지방-고콜레스테롤식이로 인하여 증가되어진 간 조직 중 총콜레스테롤 함량이 감소된 것은 콜레스테롤 및 지질 저하효과가 있는 것으로 알려진 대두, 청국장 및 된장에 함유된 대두 단백질, soy peptides, globulin 등 이들 성분들이 HMG-CoA reductase의 활성을 저해시키고 간의 콜레스테롤 합성을 감소시켜 간에 콜레스테롤 축적을 억제시킨 것으로 사료된다.

**Table 6. Contents of total lipid, triglyceride and total cholesterol in liver of rats fed experimental diets**

Groups <sup>1)</sup>	Total lipid	Triglyceride	Total cholesterol
	(mg/g, wet weight)		
N	34.26±2.89 <sup>2)(3)</sup>	10.29±1.02 <sup>b</sup>	7.26±0.29 <sup>b</sup>
HFC	58.69±4.87 <sup>a</sup>	18.29±0.98 <sup>a</sup>	10.29±1.23 <sup>a</sup>
HFC-S	55.23±6.23 <sup>a</sup>	19.39±1.20 <sup>a</sup>	7.96±0.67 <sup>b</sup>
HFC-CJ	52.69±5.10 <sup>a</sup>	18.02±1.56 <sup>a</sup>	7.82±0.89 <sup>b</sup>
HFC-DJ	54.50±3.19 <sup>a</sup>	18.17±1.56 <sup>a</sup>	7.07±1.27 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.<sup>2)</sup>The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.<sup>3)</sup>Values with different superscripts in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) between groups by Tukey's test.**변의 지질 배설량**

흰쥐에게 고지방-고콜레스테롤식이와 대두, 청국장 혹은 된장 분말의 급여가 변의 지질 배설량에 미치는 영향을 나타낸 결과는 Table 7과 같다. 변의 배설량은 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 정상식이군(N)과 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 증가되었다. 변의 수분 함량은 정상식이군(N)에 비하여 대조군(HFC)은 유의하게 증가하였으나 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 대조군(HFC)과 유의한 차이가 없었다. 변의 총지질 배설량은 고지방-고콜레스테롤식이로 인하여 대조군(HFC)은 정상식이군(N)에 비하여 유의하게 증가되었다. 청국장 및 된장 분말을 급여한 HFC-CJ군과 HFC-DJ군은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 증가되었으며, 대두 분말을 급여한 HFC-S군은 대조군(HFC) 보다는 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 고지방식이로 고지혈증을 유도한 성숙한 암쥐에 청국장 분말을 급여한 결과 대조군에 비하여 청국장군의 변 배설량은 유의하게 증가하였고 변의 총지질 배설량도 유의하게 증가되었다는 연구 결과(29)와 유사한 경향이였다. 또한 본 연구진들이 *B. subtilis* DJII로 발효시켜 제조한 청국장과 시판청국장 분말을 고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐에게 급여한 연구(39)에서도 청국장 급여군들이 대조군에 비하여 변의 배설량과 변의 총지질 배설량이 증가되어 본 연구 결과와 일치하였다. 반면, 본 연구에서는 된장의 급여로 변의 총지질 배설량이 증가되었으나,

Lee와 Kim (30)의 연구에서는 고지방-고콜레스테롤식이 된장 분말을 병합 급여한 결과 변 중의 지방 함량은 정상식이군에 비하여 고지방-고콜레스테롤식이군이 높게 나타나 본 연구 결과와 일치하였으나, 된장의 병합 급여로 유의하게 감소되었다고 보고하여 본 연구 결과와 상반된 결과를 나타내었다.

본 연구 결과 고지방-고콜레스테롤식이에 대두, 청국장 및 된장 분말의 병합 급여는 변의 배설량을 증가시켰는데 이러한 결과는 대두와 청국장 및 된장에 함유된 식이섬유소, 난소화성 당류, 발효과정 중 생성된 단백질의 분해물 등이 변의 배설량을 증가시키는 것으로 생각되어진다(29). Nagaoka 등(40)은 대두 단백질에 의한 혈청 콜레스테롤 저하는 분변의 총 스테로이드량의 증가와 관련있다고 하였고, 대두 단백질이 담즙 성분인 chenodeoxycholic acid의 배설을 촉진시킴으로써 혈청 중의 콜레스테롤을 감소시킨다고 보고하였다. 따라서 본 연구 결과 청국장 및 된장의 병합 급여는 변으로의 지질 배설량을 증가시켰는데, 이는 대두 단백질이 변으로의 담즙산 배설을 촉진시키고, 변으로 총 스테롤 배설을 증가시켜 청국장과 된장 급여군에서 변의 총지질 배설량이 증가된 것으로 사료된다. 결국 청국장과 된장 분말의 급여로 인한 변의 총지질 배설량의 증가는 혈청 중 콜레스테롤을 저하시키는 원인이 된 것으로 생각되며, 본 연구에서 대두의 급여보다는 청국장 및 된장 분말의 급여로 유의적 차이는 나지 않았지만 혈청 중 콜레스테롤 함량이 더 낮아졌는데 변의 총지질 배설량도 이와 유사한 경향을 나타내어 대두보다는 청국장과 된장이 체내 콜레스테롤 저하효과가 더 큰 것으로 보인다.

**Table 7. Fecal dry weight, moisture and total lipid contents of rats fed experimental diets**

Groups <sup>1)</sup>	Fecal dry wt. (g/day)	Moisture (%)	Total lipid (mg/day)
N	1.52±0.28 <sup>2(b3)</sup>	15.63±2.78 <sup>b</sup>	112.39±13.29 <sup>c</sup>
HFC	1.49±0.36 <sup>b</sup>	18.26±2.03 <sup>a</sup>	136.39±15.03 <sup>b</sup>
HFC-S	1.66±0.27 <sup>a</sup>	19.31±1.66 <sup>a</sup>	140.30±15.39 <sup>b</sup>
HFC-CJ	1.70±0.18 <sup>a</sup>	18.26±2.80 <sup>a</sup>	154.29±9.10 <sup>a</sup>
HFC-DJ	1.69±0.50 <sup>a</sup>	19.04±3.02 <sup>a</sup>	160.41±11.29 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>2)</sup>The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.

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

**지방조직 중 HR-LPL과 TE-LPL 활성**

흰쥐에게 고지방-고콜레스테롤식이와 대두, 청국장 혹은 된장 분말을 혼합한 식이를 4주간 급여한 흰쥐의 지방조직 중의 HR-LPL과 TE-LPL 활성에 미치는 영향은 Table 8과 같다. 부고환지방조직과 장간막지방조직의 HR-LPL과 TE-LPL 활성 모두 고지방-고콜레스테롤식을 급여한 대

조군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 증가되었다. Kim 등 (39)의 연구에서도 고지방-고콜레스테롤식을 흰쥐에게 급여한 결과 부고환지방조직과 장간막지방조직의 HR-LPL과 TE-LPL 활성이 증가하였다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향이였다. 부고환지방조직과 장간막지방조직 중 HR-LPL 활성은 청국장 및 된장 분말을 함께 급여한 HFC-CJ군과 HFC-DJ군은 대조군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되어 정상식이군(N)과 유사한 경향을 보였으나, 대두 분말을 첨가하였을 경우에는 유의적 차이가 없었다. TE-LPL 활성은 부고환지방조직에서는 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군(HFC-S, HFC-CJ, HFC-DJ)들은 대조군(HFC)에 비하여 모두 유의하게 저하되었고, 장간막지방조직에서는 청국장 및 된장 분말을 급여한 HFC-CJ군과 HFC-DJ군은 유의적 차이가 없었으나 대두 분말을 급여한 HFC-S군에서만 유의한 감소효과를 보였다. 본 연구 결과 고지방-고콜레스테롤식으로 인하여 증가된 지방조직의 LPL 활성은 대두, 청국장 및 된장의 병합 급여로 LPL 활성이 저하되었으며, 대두보다는 청국장 및 된장의 LPL 활성 저하효과가 더 큰 것으로 나타났다.

따라서 이상의 결과를 종합해 보면 대두, 청국장 및 된장은 혈청 및 간 조직의 지질개선효과 특히, 콜레스테롤 저하로 인한 고지혈증 예방효과뿐만 아니라 LPL 활성 저하로 인한 지방축적 억제로 비만 예방효과도 있을 것으로 사료 된다.

**Table 8. HR-LPL and TE-LPL activities in adipose tissues of rats fed experimental diets**

Groups <sup>1)</sup>	Epididymal AT		Mesenteric AT	
	HR-LPL	TE-LPL	HR-LPL	TE-LPL
(Units/g)				
N	9.63±4.02 <sup>2(b3)</sup>	20.63±2.98 <sup>b</sup>	2.29±0.69 <sup>b</sup>	9.26±1.03 <sup>b</sup>
HFC	16.39±3.79 <sup>a</sup>	31.26±2.87 <sup>a</sup>	3.29±0.28 <sup>a</sup>	13.36±1.84 <sup>a</sup>
HFC-S	14.26±2.05 <sup>ab</sup>	24.98±3.02 <sup>b</sup>	3.02±0.02 <sup>a</sup>	10.23±1.36 <sup>b</sup>
HFC-CJ	11.70±1.87 <sup>b</sup>	23.03±1.82 <sup>b</sup>	2.23±0.42 <sup>b</sup>	11.39±0.99 <sup>ab</sup>
HFC-DJ	11.36±3.02 <sup>b</sup>	21.74±3.17 <sup>b</sup>	2.19±0.51 <sup>b</sup>	10.53±1.20 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>2)</sup>The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.

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

**요 약**

본 연구는 고지방-고콜레스테롤식으로 고지혈증을 유발시킨 흰쥐에게 증자대두 분말, *Bacillus subtilis* DJ1로 발효시켜 제조한 청국장과 된장 분말을 급여하였을 경우 혈액 및 지방조직의 지질대사 개선 및 체중 저하효과에 미치는 영향을 살펴보고자 혈청 및 간 조직의 지질성상, 변의 지질

배설량, 지방조직 중의 LPL 활성을 측정하였다. 고지방-고콜레스테롤식이만을 급여한 대조군은 정상식이군에 비하여 높은 체중증가율을 나타내었고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 청국장 및 된장 분말을 함께 급여한 HFC-CJ군과 HFC-DJ군은 대조군에 비하여 유의하게 감소되었다. 식이 섭취량은 대조군이 정상식이군에 비하여 유의하게 저하되었고, 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군들과는 차이가 없었다. 식이효율은 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 HFC-S군, HFC-CJ군 및 HFC-DJ군 모두 대조군에 비하여 유의하게 감소되었다. 간 조직의 무게는 대조군이 정상식이군에 비하여 유의하게 증가하였으나, 대조군과 대두, 청국장 및 된장 급여군들 간에 유의차는 없었다. 부고환지방 조직과 장간막지방조직의 무게는 대두, 청국장 및 된장 분말의 병합 급여로 대조군에 비하여 유의하게 저하되었으며, 특히 장간막지방조직의 무게는 정상식이군과 비슷한 경향이었다. 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량은 정상식이군에 비하여 대조군이 유의하게 증가하였고, 대두, 청국장 및 된장 분말의 병합 급여로 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량은 유의한 감소효과를 보였다. 청국장 및 된장 분말의 병합 급여로 혈청 중 중성지방 함량은 대조군에 비하여 유의하게 저하되었으나, HDL-콜레스테롤 함량은 유의하게 증가하는 경향이었다. 간 조직 중 총지질과 중성지방 함량은 대조군이 정상식이군에 비하여 유의하게 증가하였고, 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군들은 대조군과 유의적 차이가 없었다. 간 조직 중 총콜레스테롤 함량은 대두, 청국장 및 된장 분말의 병합 급여로 인하여 대조군에 비하여 유의하게 감소되었으며 정상식이군과 비슷한 경향을 보였다. 대두, 청국장 및 된장 분말을 급여한 군들의 변의 배설량은 정상식이군과 대조군에 비하여 유의하게 증가되었다. 고지방-고콜레스테롤 식이로 인하여 증가된 변의 총지질 배설량은 청국장 및 된장 분말의 급여로 유의하게 증가되었으며, 대두 분말의 급여는 유의한 차이는 없었다. 지방조직의 HR-LPL과 TE-LPL 활성 모두 정상식이군에 비하여 대조군이 증가하였고, 대두, 청국장 및 된장의 병합 급여로 LPL 활성이 저하되었으며, 대두보다는 청국장 및 된장 분말의 LPL 활성 저하효과가 더 큰 것으로 나타났다. 이상의 실험 결과 대두, 청국장 및 된장 분말은 고지방-고콜레스테롤 식이로 인한 체중 증가 및 체내 중성지방 및 콜레스테롤의 상승을 억제시키며 LPL 활성을 저하시켜 고지혈증과 비만을 예방하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료되며 이러한 효과는 대두보다는 청국장과 된장이 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신 사업(과제번호:

B0009747)에 의한 연구비로 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Korea National Statistical Office (2004) Annual report on the cause of death statics. p 23
2. Nordmann R, Ribière C, Rouach H. (1990) Ethanol induced lipid peroxidation and oxidative stress in extrahepatic tissues. *Alcohol*, 25, 231-237
3. Kim JK (1990) Study on identification of normal serum cholesterol level for prevention of atherosclerosis in Koreans *Korean J Medicine*, 33, 12-20
4. Janes PJ, Leith CA, Pederson RA (1993) Meal-frequency effects on plasma hormone concentrations and cholesterol synthesis in humans. *Am J Clin Nutr*, 57, 868-874
5. Phinney SD, Odin RS, Johnson SB, Holman RT (1990) Reduced arachidonate in serum phospholipids and cholesteryl esters associated with vegetarian diets in human. *Am J Clin Nutr*, 51, 385-392
6. 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
7. Ruiz-Larrea MB, Mohan AR, Paganga G, Miller NJ, Bolwell GP, Rice-Evans CA (1997) Antioxidant activity of phytoestrogenic isoflavones. *Free Radic Res*, 26, 63-70
8. Wei H, Wei L, Frenkel K, Bowen R, Barnes S (1993) Inhibition of tumor promotor-induced hydrogen peroxid formation in vitro and in vivo by genistein. *Nutr Cancer*, 20, 1-12
9. Kirk EA, Sutherland P, Wang SA, Chait A, LeBoeuf RC (1998) Dietary isoflavones reduce plasma cholesterol and atherosclerosis in C57BL/6 mice but not LDL-receptor-deficient mice. *J Nutr*, 128, 954-959
10. Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME (1995) Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med*, 333, 276-282
11. Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S (1993) Genistein, diadzein, and their beta-glycoside conjugates, antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J Agric Food Chem*, 41, 1961-1968
12. Lee SM, Rhee SH, Park KY (1993) Antimutagenic effect of soluble dietary fiber from kale and soybean. *Environ. Mut. Carcinogens*, 13, 26-30
13. Park KY, Jung KO, Rhee SH, Choi YH (2003) Antimutagenic effects of *doenjang* (Korean fermented



- soypaste) and its active compounds. *Mutat. Res*, 523-524, 43-53
14. Choe GS., Lim SY, Choi JS (1998) Antioxidant and nitrite scavenging effect of soybean, meju and doenjang. *Korean J Life Sci*, 8, 473-478
  15. Jung KO., Park SY, Park KY (2006) Longer aging time increase the anticancer and antimetastatic properties of *doenjang*. *Nutr*, 22, 539-545
  16. 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
  17. Chang M, Chang HC (2007) Characteristics of bacterial-koji and deoenjang (soybean paste) made by using *B. subtilis* DJI. *Kor J Microbiol Biotechnol*, 35, 325-333
  18. 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
  19. Friedwald WT, Levy RI, 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
  20. Folch J, Lees M, Sloane-staney GH (1975) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*, 226, 497-509
  21. Zlatkis A, Zak B (1969) Study of a new cholesterol reagent. *Anal Biochem*, 29, 143-148
  22. Biggs HG, Erikson JM, Moorehead WR (1975) A manual colorimetric assay of triglycerides in serum. *Clin Chem*, 21, 437-441
  23. Frings CS, Dunn RT. (1970) A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Am J Clin Path*, 53, 89-91
  24. Nilsson-Ehle P, Schotz MC (1976) A stable radioactive substrate emulsion for assay of lipoprotein lipase. *J Lipid Res*, 17, 536-541
  25. Fried SK, Zechner R (1989) Cathectin/tumor necrosis factor decreases human adipose tissue lipoprotein lipase mRNA levels, synthesis, and activity. *J Lipid Res*, 30, 1917-1923
  26. 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
  27. 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
  28. Lee CU, Koh JB (2006) Effects of Cheonggukjang on lipid metabolism in female rats fed cholesterol diet. *J Life Sci*, 16, 932-937
  29. Koh JB (2006) Effects of cheonggukjang on lipid metabolism in hyperlipidemic female rats. *Korean J Nutr.*, 39, 331-337
  30. Lee IK, Kim JG (2002) Effects of dietary supplementation of Korean soybean paste(Doen-jang) on the lipid metabolism in rats fed a high fat and/or a high cholesterol diet. *J Korean Public Health Assoc*, 28, 282-305
  31. Kim HJ, Ji YJ, Lee SG, Choi JH, Lee EJ, Jeong HJ, Lee SP, Lee IS (2008) Effects of defatted soybean grits on lipid metabolism in rats fed with high-fat diet. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 580-585
  32. Park H., Ha AW, Cho JS (2005) Effects of green tea-soybean paste on weights and serum lipid profiles in rats fed high fat diet. *Korea J Food Sci Technol*, 37, 806-811
  33. Yang JL, Lee SH, Young SS (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
  34. Lee KH, Her ES, Park EJ (2006) Effect of intake of the steamed bean-and chungkukjang-powder on blood parameters and antioxidative nutrients in college women. *J Korean Diet. Assoc*, 12, 289-298
  35. Chen JR, Chiou SF, Suetsuna K, Yang HY, Yang SC (2003) Lipid metabolism in hypocholesterolemic rats affected by feeding cholesterol-free diets containing different amounts of non dialyzed soybean proteion fraction. *Nut*, 19, 676-680
  36. Cassidy A (1996) Physiological effects of phytoestrogens in relation cancer and other human health risks. *Proc Nutr Soc*, 55, 399-417
  37. Choi YS, Lee SY (1992) Review: Serum cholesterol and 3-hydroxyl 3-methyl glutaryl coenzyme A reductase. *J Korean Soc Food Nutr*, 21, 580-593
  38. 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
  39. Kim AR, Lee JJ, Lee H, Chnag HC, Lee MY (2010) Body-weight-loss and cholesterol-lowering effects of

- cheonggukjang (a fermented soybean paste) given to rats fed a high-fat/high-cholesterol diet. *Korean J Food Preserv*, 17, 688-697
40. Nagaoka S, Awano T, Nagata N, Masaoka M, Hori G, Hashimoto K (1997) Serum cholesterol reduction and cholesterol absorption inhibition in CaCo-2 cell by a soyprotein peptic hydrolyzate. *Biosci Biotechnol Biochem*, 61, 354-356

---

(접수 2010년 10월 4일 수정 2011년 2월 16일 채택 2011년 2월 25일)