

향미성 Natto의 섭취가 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향

김복란[†] · 김종대 · 함승시 · 최용순* · 이상영

강원대학교 식품공학과

*강원대학교 생물응용공학과

Effects of Spice Added Natto Supplementation on the Lipid Metabolism in Rats

Bok-Nan Kim[†], Jong-Dai Kim, Seung-Shi Ham, Yong-Soon Choi* and Sang-Young Lee

Dept. of Food Science and Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

*Dept. of Applied Biology and Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of Natto supplementation on lipid metabolism in rats. Male rats were fed on casein (CON group), steamed soybean (SS group), conventional Natto (N-1 group), garlic (2%) added Natto (N-2 group), red pepper oleoresin (0.2%) added Natto (N-3 group) and galic (2%) and red pepper oleoresin (0.2%) added Natto (N-4 group) as a protein source for 4 weeks. Serum and liver cholesterol levels were significantly lower in the experimental groups than in the control group. Especially, dietary N-2, N-3 and N-4, compared with CON, reduced markedly the concentration of serum cholesterol. The concentration of serum HDL-cholesterol was higher markedly in the N-4 group than in the control group. The concentration of serum triglyceride was significantly lower in the N-1, N-2, N-3 and N-4 groups than in the control group. Garlic and red pepper added Natto fed groups (N-2, N-3, N-4) showed more excretion of fecal bile acid when compared with those values of casein fed group. The results indicate that spice added Natto supplementation may have more beneficial roles in lipid metabolism through reduced cholesterol levels and increased fecal bile acid excretion.

Key words : fecal bile acid, Natto, serum cholesterol, triglyceride

서 론

최근 경제성장에 의해 식생활 양상이 서구화됨에 따라 각종 동물성 식품의 섭취량이 증가하고 있으며, 특히 동물성 지방의 과다섭취로 인한 동맥경화(atherosclerosis), 심근경색(myocardial infarction), 고혈압(hypertension) 등과 같은 혈관 순환계 질환의 발생이 증가하고 있는 실정이다^{1,2)}. 증가 추세에 있는 각종 성인병의 치료와 예방을 위하여 각종 식이 성분에 의한 체내 지질대사를 조절하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 여러가지 식이 성분 중 식물성 단백질은 동물성 단백질에 비해 동물의 수명을 연장시키거나, 노화와 관련된 여러가지 질병을 연기 또는 예방하는 효과가 있는 것

으로 알려져 있는데, 특히 대두 단백질은 부갑상선 기능 항진(hyperparathyroidism) 및 노인성 뼈손상(senile bone loss) 뿐만 아니라 체내의 지질대사에도 효과가 있는 것으로 알려지고 있다³⁾.

한편 대두를 이용한 발효 식품은 옛부터 우리나라를 비롯하여 동양 여러나라에서 중요한 단백질 공급원으로 이용되어 왔다. 우리나라의 경우 전통 발효식품 중의 하나인 청국장만 단백질의 소화흡수가 용이하고, 특유의 점질성 조직감과 구수한 풍미를 지니고 있으면서 정장작용과 함께 간장을 보호해 주는 작용이 있는 것으로 알려지고 있다⁴⁾. 우리나라 청국장과 유사한 Natto는 증자대두에 *B. natto*를 접종시켜 만든 일본의 전통 발효식품으로서 소화 정장작용이 우수할 뿐만 아니라, 발효과정 중 분비되는 nattokinase는 fibrin을 강력하게 분해하는 효소로 밝혀지면서 혈전 용해제로서의

[†]To whom all correspondence should be addressed

이용도 기대되고 있다⁵⁰⁾. 이와 같은 기능을 갖고 있는 Natto 식품은 우리나라에서는 거의 소비가 없는 실정인데 그 이유는 Natto의 맛이 한국인의 입맛에 적합하지 않기 때문인 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 한국인의 입맛에 맞는 기능성 Natto 식품을 개발하기 위하여 우리나라 사람들이 많이 섭취하고 있는 마늘(2%)과 고추 oleoresin(0.2%)를 첨가하여 Natto를 제조한 후 동결건조하여 이를 흰쥐에 단백질원으로 급여한 후 혈청 및 간장 중의 지질대사와 분변 중의 담즙산 배설에 어떠한 영향을 미치는지 조사하여 보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 원료는 태백종 대두와 국산 한초 고추가루, 국산 마늘을 시중에서 구입하여 사용하였으며, Natto 제조시 이용한 *Bacillus natto*(NN-1) 균주는 일본 朝日食品(株)에서 분양받아 사용하였다.

실험동물 사료의 제조

동물사료는 Table 1과 같이 AIN-76⁷⁾에 준하여 조제하였으며 0.5% 콜라세테를 첨가하였다. 실험식이의 단백질원으로는 카제인(대조군)과 전보의 방법⁸⁾에 의

Table 1. Composition of experimental diets (%)

Ingredients	CON	SS	N-1	N-2	N-3	N-4
Casein	20.0	-	-	-	-	-
Soybean oil	4.5	-	-	-	-	-
Cholesterol	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Corn starch	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral mix.(AIN-76)	3.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Vitamin mix.(AIN-76)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sucrose	50.0	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
SS powder	-	50.0	-	-	-	-
N-1 powder	-	-	50.0	-	-	-
N-2 powder	-	-	-	50.0	-	-
N-3 powder	-	-	-	-	50.0	-
N-4 powder	-	-	-	-	-	50.0

CON : Group fed casein as proteins

SS : Group fed steamed soybean as proteins

N-1 : Group fed conventional Natto as proteins

N-2 : Group fed Natto added with 2% garlic as proteins

N-3 : Group fed Natto added with 0.2% red pepper oleoresin as proteins

N-4 : Group fed Natto added with 2% garlic, 0.2% red pepper oleoresin as proteins

해 제조한 증자대두와 무첨가 Natto 및 마늘, 고추 oleoresin 첨가 Natto를 동결건조시켜 분말화하여 사용하였다. 사료 제조시 증자대두 및 Natto 급여군의 경우 단백질 함량을 대조군과 동일하게 조정하였으며, 대두내의 영양소 함량(Table 2)을 고려하여 soybean oil, mineral, sucrose의 양을 감소시켜 실험식으로 제조하였다.

동물사육

실험동물은 4주령의 Sprague-Dawley계 웅성 백서(명진실험동물, 서울)를 구입, 사육용 사료(삼양유지사료, 원주)로 일주일간 적응시킨 후, 급여한 단백질원에 따라 카제인군(CON), 증자대두를 첨가한 군(SS), 무첨가 Natto를 첨가한 군(N-1), 증자대두에 마늘 2%를 첨가하여 제조한 Natto를 첨가한 군(N-2), 증자대두에 고추 oleoresin 0.2%를 첨가하여 제조한 Natto를 첨가한 군(N-3), 증자대두에 마늘 2%와 고추 oleoresin 0.2%를 첨가하여 제조한 Natto를 첨가한 군(N-4)으로 나누어 개별 사육 cage에서 4주간 해당식으로 사육하였다. 사육실 온도는 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도는 60%로 유지하고 12시간 간격으로 점등 및 소등하였으며 실험기간 중 사료와 물은 자유로이 섭취시켰고, 사료 섭취량 및 체중 증가량은 매 2일마다 일정한 시간에 측정하였다.

시료의 수집

실험종료 48시간 전에 실험쥐를 대사 cage에 넣고 2일간 분변을 수집한 후 동결 건조하여 담즙산 분석을 위한 시료로 사용하였다. 사육기간이 완료된 뒤 12시간 절식시켜 에틸에테르로 마취시킨 후 복대동맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 얻었고, 간조직은 적출하여 생리식염수로 세척한 후, 여과지로 여분의 수분을 제거하고 중량을 측정하였다. 분변, 간 및 혈청시료는 분석 전 까지 -70°C 에 냉동 보관하였다가 사용하였다.

Table 2. General composition of dietary protein sources after freeze drying (%)

Ingredients	SS	N-1	N-2	N-3	N-4
Moisture	4.0	4.5	4.0	4.3	4.1
Crude ash	5.2	4.6	4.7	4.8	4.8
Crude protein	38.5	39.5	39.3	39.7	39.5
Crude lipid	18.0	20.2	19.5	20.0	20.0
Carbohydrate	34.3	31.2	32.5	31.2	31.6

SS : Steamed soybean

N-1 : Conventional Natto

N-2 : Natto added with 2% garlic

N-3 : Natto added with 0.2% red pepper oleoresin

N-4 : Natto added with 2% garlic, 0.2% red pepper oleoresin

혈청과 간장중의 지질 함량 및 분변중의 담즙산 분석

혈청중의 총콜레스테롤, 중성지질, 인지질, HDL-콜레스테롤은 각각의 측정용 kit시약(Wako Pure Chem.)을 사용하여 측정하였으며, 간장중의 지질은 Folch 등의 법¹¹⁾에 따라 추출 정제하여 총콜레스테롤 분석은 Sperry와 Webb법¹⁰⁾, 중성지방은 Fletcher법¹¹⁾, 인지질은 Rouser법¹²⁾에 의해 각각 비색정량하였다. 또한 분변중의 담즙산은 Roelof 등의 방법¹³⁾에 따라 담즙산을 추출한 후, 담즙산 측정용 kit(Total Bile Acid, Wako Chemical Co.)를 사용하여 측정하였다.

통계처리

시료분석 결과 얻어진 수치는 각 실험군의 평균치 사이에 유의성을 검정하기 위하여 ANOVA검정을 실시했으며, 각 군간의 유의성이 발견된 경우 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

체중 증가량 및 식이 섭취량

증자대두와 무첨가 Natto 및 마늘과 고추 oleoresin이 함유된 Natto를 백서에 4주간 부여한 후의 체중 증가량과 식이 섭취량 및 간의 무게를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 체중 증가량은 카제인을 투여한 대조군에 비하여 다른 실험군에서 유의한 체중 감소율을 보였다. 증자대두 섭취군과 Natto 섭취군(N-1), 마늘첨가 Natto 섭취군(N-2)에서는 비슷한 증가율을 나타내었으며 마늘과 고추 oleoresin이 함유된 Natto 섭취군(N-4)에서는 대조군과 다른 실험군에 비하여 유의하게 낮은 체중 증가율을 나타내었는데 이는 상대적으로 낮은 식이 섭취량과의 영향이 있으리라고 생각된다. 그러나 체중 100g당 간장 중량에 있어서는 각 군간 유의적인 차이

를 나타내지 않았다.

혈청중의 지질함량

Table 4에서와 같이 혈청 중 총콜레스테롤 농도는 단백질원으로 카제인을 급여한 대조군에 비하여 증자대두나 Natto를 급여한 모든 실험군에서 유의하게 낮은 수치를 보였다. 본 실험결과, 대두단백질은 동물성 단백질인 카제인 급여군에 비하여 혈청 중 총콜레스테롤 농도를 현저히 저하시켜 주는 작용을 하고 있음이 확인되었는데, 이와 같은 연구 결과는 고콜레스테롤 식이를 투여한 쥐에서 대두단백질이 혈청 콜레스테롤 농도를 감소시킨다는 내용과 일치하고 있으며^{14,15)}, 식물성 단백질과 동물성 단백질의 체내 지질대사가 서로 다른 것은 단백질의 조성, 아미노산의 비율, 특히 arginine/lysine의 비율 때문인 것으로 보고된 바 있다¹⁶⁻¹⁸⁾.

한편, 대두에 함유되어 있는 여러 성분들은 Natto의 발효 과정 중 분해 또는 변화가 일어나는데, 이 변화된 성분들이 실험동물의 지질대사에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구 보고는 많지않다. Taguchi 등¹⁹⁾에 의하면 Natto 및 Tempeh가 증자대두에 비해 펙틴 함량이 약 20% 증가하였다고 보고한 바 있는데, 일반적으로

Table 3. Growth parameters and liver weight in rats

Groups	Initial body weight (g)	Weight gain (g/4weeks)	Feed intake (g/day)	Liver weight (g/100g B.W.)
CON	109± 7.5	147± 6.9 ^a	14.2±1.6 ^a	3.3±0.3
SS	107±10.1	132± 6.7 ^b	13.1±1.2 ^{ab}	3.2±0.1
N-1	108± 7.5	129± 7.9 ^{bc}	12.5±0.8 ^b	3.2±0.1
N-2	113± 7.2	127± 7.8 ^{bc}	12.5±0.6 ^b	3.2±0.1
N-3	111± 8.0	121± 8.1 ^{cd}	12.0±1.3 ^b	3.3±0.3
N-4	109± 6.8	116±10.3 ^d	12.1±1.0 ^b	3.3±0.2

Mean±S.D.(n=6)
^{a-d}Values in the same column with different superscript letters are significantly different (p<0.05)
 See the Table 1 for the abbreviations

Table 4. Concentration of serum lipids in rats fed different diets

(mg/100ml serum)

Groups	TC	HDL-C	HDL/Total-C (%)	TG	PL
CON	93.8±4.6 ^a	33.5±1.9 ^a	35.8±3.4a	89.0±5.3 ^a	112.2±7.3
SS	85.0±3.1 ^b	37.8±2.6 ^{ab}	44.5±2.6 ^b	80.0±8.8 ^{ab}	106.5±6.0
N-1	82.9±8.0 ^b	36.6±0.4 ^{ab}	44.3±2.5 ^b	75.8±2.0 ^{bc}	110.9±9.1
N-2	79.7±4.5 ^b	36.7±1.8 ^{ab}	46.1±2.4 ^b	69.8±6.8 ^c	101.0±6.0
N-3	78.5±5.5 ^b	37.8±3.8 ^{ab}	48.4±6.3 ^b	71.9±6.1 ^{bc}	108.6±5.7
N-4	76.8±4.6 ^b	40.1±2.0 ^b	51.9±0.7 ^b	66.8±5.8 ^c	100.5±9.2

Mean±S.D.(n=6)
^{a-c}Values in the same column with different superscript letters are significantly different (p<0.05)
 TC : total cholesterol, HDL-C : HDL-cholesterol, TG : triglyceride PL : phospholipid
 See the Table 1 for the other abbreviations

펙틴과 같은 섬유소는 장관내 지방의 용해도 또는 흡수율을 높여 지방대사에 영향을 주는 것으로 알려지고 있다²⁰. 본 실험에서도 증자대두군에 비하여 모든 Natto 첨가군에서 통계적으로 유의적인 변화를 보이지는 않았으나 약간의 혈청 콜레스테롤 농도가 감소하는 경향을 보였는데, 이는 Natto 발효과정 중 증가된 섬유질 (unpublished data)에 기인하는 것으로 추측된다.

마늘과 고추 oleoresin을 첨가한 N-2, N-3 및 N-4군은 대조군에 비해 혈청 중 총콜레스테롤 함량이 유의적으로 감소하였다. 그러나 SS군이나 N-1군에 비해서는 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않고 약간 감소하는 경향을 보이고 있다. 한편, 고추나 마늘성분은 많은 동물실험에서 지질대사에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, Qureshi 등²¹에 의하면 병아리에 마늘의 극성 추출물을 투여한 결과 혈청 콜레스테롤 농도와 HMG-CoA reductase 활성을 감소시킨다고 하였고, Chi 등²²은 콜레스테롤 라이드가 함유된 식이에 마늘을 첨가하여 쥐에게 섭취시킨 결과, 혈장 중 콜레스테롤 농도가 감소되었고, HDL-콜레스테롤을 약 10% 증가시켰다고 보고한 바 있다. Bordia 등²³에 의하면 마늘의 성분 중 diallyl disulfide와 dipropyl disulfide 성분은 혈청 중 지질의 농도를 저하시켜 대동맥에서 지질 축적을 억제해 줌으로서 동맥경화증에 대한 예방효과를 나타내었다고 보고한 바 있으며, Jain²⁴은 마늘을 사람에게 섭취시켰을 때 혈소판응집이 억제되었다고 보고한 바 있다. 또한 Nopanitaya²⁵는 쥐의 장관에서 capsaicin에 의해 지질의 흡수가 억제된다고 보고하였으며, Ki 등²⁶은 23일간 고콜레스테롤을 먹인 칠면조에서 capsaicin은 혈청의 총콜레스테롤 농도를 감소시켰다고 보고한 바 있다. 한편, 혈청 중 총콜레스테롤 농도 뿐만 아니라 각 lipoprotein 중의 콜레스테롤 함량이 동맥경화에 영향을 미치는 것으로 알려지고 있는데, HDL-콜레스테롤은 동맥경화를 방지하는 기능이 있으며, LDL과 VLDL 콜레스테롤은 동맥경화를 촉진하는 것으로 알려지고 있다^{27,28}. 본 실험에서 혈청 중 HDL-콜레스테롤 농도는 카제인군에 비하여 증자대두나 Natto 급여군이 유의하게 ($p < 0.05$) 높았고, 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 마늘이나 고추를 첨가한 Natto 급여군이 대조군이나 증자대두 및 Natto 급여군에 비해 높은 수치를 나타내고, 특히 2% 마늘과 0.2% 고추 oleoresin을 첨가한 Natto 급여군은 대조군에 비해 약 15% 증가하는 양상을 보여주고 있다.

혈청 중 중성지질의 함량에 있어서는 SS군을 제외한 모든 실험군에서 카제인군에 비하여 유의하게 낮았다.

이와 유사한 연구로서 Kawada 등²⁹이 0.014%의 capsaicin이 함유된 식이를 쥐에게 급여했을 때 중성지질 농도가 유의하게 낮아졌다고 보고한 바 있고, Chi 등²²이 15% 라이드가 함유된 실험식이에 2~4%의 마늘을 첨가하여 쥐에게 섭취시킨 결과 중성지질이 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

혈청 중 인지질 함량은 각 군별로 유의한 차이점을 찾아볼 수 없었다.

간장중의 지질함량과 분변중의 담즙산함량

간장중의 지질함량을 측정된 결과 (Table 5), 증자대두군과 Natto 급여군은 카제인 급여군에 비해 혈청에서 뿐만 아니라 간장에서 콜레스테롤의 농도가 유의하게 감소하였다. 간장 콜레스테롤의 축적은 콜레스테롤 합성 및 LDL-receptor의 발현을 현저하게 억제한다. 따라서 증자대두나 Natto 급여군의 낮은 간장 콜레스테롤 농도는 LDL-receptor를 통한 LDL 농도를 감소하게 되며, 궁극적으로 체내 콜레스테롤 pool의 감소는 분변으로의 담즙산 배설항진에 기인되어질 것으로 생각된다³⁰.

간장 중의 중성지질과 인지질의 함량은 각 군별로 유의차가 없었지만 카제인군에 비하여 증자대두군을 비롯한 모든 Natto 급여군에서 감소하는 경향을 보였다. Horii 등³¹에 의하면 20%의 탈염된장을 쥐에게 급여한 결과 간장 중 콜레스테롤 농도가 어느 정도 감소하였다고 보고한 바 있고, Chi 등²²은 마늘을 급여한 쥐에서 혈청 콜레스테롤 함량과 마찬가지로 간장 중의 콜레스테롤 농도도 감소한다고 보고한 바 있다. 그러나 capsaicin을 섭취한 쥐에서 간장 중 지질 함량에 전혀 변화가 없다고 보고한 Kawada 등의 결과²⁹와 본 실험 결과와는 다소 다른 결과를 보였는데 이러한 차이는 콜레스테롤의 섭취량 또는 동물의 종류에 따른 차이에

Table 5. Concentration of liver lipids in rats fed different diets (mg/g of liver)

Groups	Total cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
CON	3.32±0.38 ^a	9.56±1.83	61.4±2.30
SS	2.49±0.25 ^b	7.11±2.39	47.1±6.96
N-1	2.89±0.47 ^{ab}	9.63±2.31	49.9±9.35
N-2	2.64±0.12 ^b	8.56±4.10	62.0±8.02
N-3	2.74±0.25 ^b	6.40±0.88	52.3±6.41
N-4	2.62±0.75 ^b	6.09±1.21	48.9±5.66

Mean ± S.D. (n=6)

^{a-c} Values in the same column with different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

See the Table 1 for the abbreviations

의한 것으로 추측되어진다.

분변량 및 분변 중의 담즙산 함량을 측정한 결과는 Table 6에서와 같다. 분변량은 대조군인 카제인군이 실험군에 비하여 많은 양의 분변을 배설하는 경향을 보였으나 분변 중의 담즙산 함량은 대조군인 카제인군에 비해 모든 실험군에서 통계적으로 높은 담즙산 배설을 보였다. Niwa 등³²⁾은 대두단백질은 카제인이나 쌀단백질 보다 혈청 콜레스테롤 농도를 저하시키는 효과가 있다고 하였으며, 이와 같이 혈청 콜레스테롤 농도가 저하하는 것은 대두단백질의 담즙산 배설촉진에 기인하거나 또는 간장으로 부터 lipoprotein의 분비가 저하되므로서 기인하는 것으로 보고하였다. 식이 또는 체내 합성에 의해 형성된 콜레스테롤은 주로 담즙산 합성, 에스테르형으로의 전환, 스테로이드 화합물 및 비타민 D의 합성 등에 이용되며 콜레스테롤 이외의 대부분은 담즙산으로 전환되고 담즙산은 일부 분변으로 제거되나 대부분은 장관 순환을 거쳐 간장에서 재사용되는데 카제인에 비해 대두단백질은 콜레스테롤 및 담즙산 흡수의 저하작용이 있다고 한다³³⁾. Okita의 보고³⁴⁾에 의하면 10~30%의 대두단백질과 카제인을 각각 쥐에게 먹인 결과, 대두단백질군이 카제인군 보다 식이 단백질 수준이 증가함에 따라 혈장과 간장 cholesterol 농도가 감소하였는데 이는 분변 중의 중성 스테로이드 배설량이 증가하기 때문인 것으로 지적했다. 또한 Horii 등³⁵⁾도 Sprague-Dawley계 수컷 쥐에게 30일간 0.5% 콜레스테롤과 0.15% sodium cholate가 함유된 탈염된장 20%를 먹었을 때 산성 스테로이드의 분종 배설은 2배나 증가하였고, 담즙산 생합성의 율속효소인 cholesterol 7 α -hydroxylase의 활성도 증가되었다고 보고하였다. 이상의 결과로 보아 증자대두군을 비롯한 모든 실험군에서는 카제인을 섭취한 대조군에 비해 분변으로의 담즙산 배설이 유의성 있게 증가하는 경향이었으며,

마늘과 고추 oleoresin을 첨가한 Natto군은 증자대두군과 무첨가 Natto군에 비해 비록 유의성은 없었지만 분변 중 담즙산 배설이 증가하였으므로 이로 인해 혈청 중의 콜레스테롤과 중성지질 및 간장중의 콜레스테롤 농도 저하작용을 하는 것으로 판단된다.

요 약

흰쥐에 단백질원으로 카제인, 증자대두, 무첨가 Natto 및 마늘 2%와 고추 oleoresin 0.2%를 각각 첨가한 Natto를 급여한 후 혈청 및 간장 지질대사 및 분변 중의 담즙산 배설에 미치는 영향에 대하여 검토하여 보았다. 그 결과 혈청 콜레스테롤 농도는 카제인 섭취군에 비해 증자대두군을 비롯한 모든 실험군에서 유의하게 낮았으며, 마늘과 고추 oleoresin 첨가 Natto 섭취군(N-2, N-3, N-4)은 증자대두군과 무첨가 Natto군에 비해서 유의성은 없었지만 낮은 경향이였다. 반면, HDL-콜레스테롤은 마늘, 고추 oleoresin 첨가 Natto군(N-4)이 카제인군에 비해서 유의하게 높았으나 중성지질은 증자대두군을 제외한 모든 실험군에서 카제인군에 비하여 유의하게 낮았다. 인지질은 각 군별로 유의한 차이점이 없었다. 간장 중의 콜레스테롤 농도는 증자대두군을 비롯한 모든 실험군에서 카제인군에 비해 유의하게 감소하였고 중성지질과 인지질의 함량은 각 군별로 유의적인 차이가 없었다. 분변 중의 담즙산 배설은 카제인 급여군에 비해 모든 실험군에서 유의적으로 증가하였으며 마늘과 고추 oleoresin 첨가 Natto군(N-2, N-3, N-4)은 증자대두군과 무첨가 Natto군에 비해 유의성은 없었지만 분변 중 담즙산의 배설이 증가한 경향이였다. 이와 같은 결과로 보아 증자대두군 및 모든 실험군에서 특히 N-2, N-3, N-4군에서는 카제인 급여군에 비해 분변으로의 담즙산 배설을 항진시킴으로서 혈청 중의 콜레스테롤과 중성지질 및 간장중 콜레스테롤 농도를 감소시키는 것으로 판단된다.

Table 6. Fecal weight and fecal bile acid excretion in rats fed different diets

Groups	Fecal weight (g/day)	Bile acid (mg/day)
CON	1.76 \pm 0.14 ^a	10.08 \pm 1.43 ^a
SS	1.71 \pm 0.13 ^a	14.35 \pm 1.62 ^b
N-1	1.67 \pm 0.19 ^{ab}	14.80 \pm 1.69 ^b
N-2	1.63 \pm 0.18 ^{ab}	15.46 \pm 1.46 ^b
N-3	1.50 \pm 0.10 ^b	15.45 \pm 1.68 ^b
N-4	1.49 \pm 0.13 ^b	15.71 \pm 2.69 ^b

Mean \pm S.D. (n=6)

^{ab}Values in the same column with different superscript letters are significantly different from others at p<0.05 level See the Table 1 for the abbreviations

문 헌

1. Kritchevsky, D. : Diet and atherosclerosis. *Am. J. Pathol.*, **84**, 615 (1976)
2. Yudkin, J. : Diet and coronary thrombosis ; Hypothesis and fact. *Lancet*, **2**, 155 (1957)
3. Kalu, D., Masoro, E. J., Yu, B. P., Hardin, R. R. and Hollis, B. W. : Modulation of age-related hyperparathyroid and senile bone loss in Fischer rats by soy protein and food restriction. *Endocrinology*, **122**, 1847 (1988)
4. 정태석, 계성렬, 윤두석 : Natto 및 가열대두의 영양학적 고찰. *과연회보*, **4**, 41 (1959)

5. Akimoto, T., Yamada, S. and Matsumoto, I. : The relation between protease and γ -glutamyltranspeptidase activities and qualities of Natto. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **37**, 872 (1990)
6. Sumi, H., Hamada, H., Tsushima, H., Mihara, H. and Muraki, H. : A novel fibrinolytic enzyme (Nattokinase) in the vegetable cheese Natto ; A typical and popular soybean food in the Japanese diet. *Experientia*, **43**, 1110 (1987)
7. American Institute of Nutrition : Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies. *J. Nutr.*, **107**, 1340 (1977)
8. 김복란, 박창희, 윤복만, 정민철, 이상영 : 황미성 Natto 제조과정 중 당류 및 아미노산 함량 변화. 한국영양식량학회지, **24**, 114 (1995)
9. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957)
10. Sperry, W. M. and Webb, M. : A revision of the Schoenheimer-Sperry method for cholesterol determination. *J. Biol. Chem.*, **187**, 97 (1950)
11. Fletcher, M. J. : A colorimetric method for estimating serum triglycerides. *Clin. Chim. Acta*, **22**, 393 (1968)
12. Rouser, G., Siakotos, A. N. and Fleisher, S. : Quantitative analysis of phosphorus analysis of spots. *Lipids*, **1**, 85 (1966)
13. Roelof, D. M., Hielke, D. V. and Jan, F. C. : T-butanol extraction of feces : A rapid procedure for enzyme determination of fecal bile acids. *Cholesterol Metabolism in Health and Disease*, **1**, 113 (1985)
14. Mol, M. A. E., Smet, R. C., Terpstra, A. H. M. and West, C. E. : Effect of dietary protein and cholesterol on cholesterol concentration and lipoprotein pattern in the serum of chickens. *J. Nutr.*, **112**, 1029 (1982)
15. Sirtori, C. R., Agradi, E., Conti, F., Gatti, E., Mantero, O., Tremoli, E., Sirtori, M., Fraterrigo, L., Tavazzi, L. and Kritchevsky, D. : Clinical experience with the soybean protein diet in the treatment of hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1645 (1979)
16. Huff, M. W., Carrol, K. K. : Effects of dietary proteins and amino acid mixtures on plasma cholesterol levels in rabbits. *J. Nutr.*, **110**, 1676 (1980)
17. Park, M. S. and Liepa, G. U. : Effects of dietary protein and amino acids on the metabolism of cholesterol-carrying lipoproteins in rats. *J. Nutr.*, **112**, 1892 (1982)
18. Sautier, C., Doucet, C., Flament, C. and Lemonnier, D. : Effect of soy protein and saponins on serum, tissue and feces steroids in rats. *Atherosclerosis*, **34**, 233 (1979)
19. Taguchi, K., Kawabata, M., Ohtsuki, K. and Tanaka, Y. : Changes in dietary fiber of Natto and Tempeh during fermentation. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi*, **39**, 203 (1986)
20. Wells, A. F. and Erschoff, B. H. : Beneficial effects of pectin in prevention of hypercholesterolemia and increase in liver cholesterol in cholesterol fed rats. *J. Nutr.*, **74**, 87 (1981)
21. Qureshi, A. A., Abuirmeileh, N., Din, Z. Z., Elson, C. E. and Burger, W. C. : Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fractions of garlic. *Lipids*, **18**, 343 (1983)
22. Chi, M. S., Koh, E. T. and Stewart, T. J. : Effects of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard. *J. Nutr.*, **112**, 241 (1982)
23. Bordia, A., Verma, S. K., Vyas, A. K. and Bhu, N. : Effect of essential oil of onion and garlic on experimental atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, **26**, 379 (1977)
24. Jain, R. C. : Onion and garlic in experimental cholesterol atherosclerosis in rabbits. I. Effect on serum lipids and development of atherosclerosis. *Artery*, **1**, 115 (1975)
25. Nopanitaya, W. : Long term effects of capsaicin on fat absorption and the growth of the rats. *Growth*, **37**, 269 (1973)
26. Ki, P., Negulesco, J. A. and Murnane, M. : Decreased total serum, myocardial and aortic cholesterol levels following capsaicin treatment. *IRCS Med. Sci. Libr. Compend.*, **10**, 446 (1982)
27. Stamler, J. : Epidemiology of coronary heart disease. *Med. Clin. North Am.*, **57**, 5 (1973)
28. Carew, T. E., Koschinsky, T., Hayes, S. B. and Steinberg, D. : A mechanism by which HDL may slow the atherogenic progress. *Lancet*, **1**, 1315 (1976)
29. Kawada, T., Hagihara, K. I. and Iwai, K. : Effects of capsaicin on lipid metabolism in rats fed a high fat diet. *J. Nutr.*, **116**, 1272 (1986)
30. Sugano, M. : Nutritional studies on the regulation of cholesterol metabolism : The effects of dietary protein. *J. Jap. Soc. Nutr. Food Sci.*, **40**, 93 (1987)
31. Horii, M., Ide, T., Kawashima, K. and Yamamoto, T. : Hypocholesterolemic activity of desalted miso in rats fed an atherogenic diet. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **37**, 148 (1990)
32. Niwa, S., Oda, H. and Yoshida, A. : Nutritional specificity of soy protein diet for lipid metabolism in rats. *Nutr. Sci. Soy Protein Jpn.*, **13**, 97 (1992)
33. 최용순, 이상영 : 혈청 콜레스테롤과 3-Hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. 한국영양식량학회지, **21**, 580 (1992)
34. Okita, T. : Hypocholesterolemic effects of soy protein. *Nutr. Sci. Soy Protein Jpn.*, **10**, 58 (1989)

(1994년 11월 24일 접수)