

## 노란콩과 검정콩 식이가 흰쥐의 체내 지질 함량과 분변으로의 지질 배설에 미치는 영향

고미경 · 권태완 · 송영선<sup>†</sup>

인제대학교 식품영양학과 및 식품과학연구소

### Effects of Yellow and Black Soybeans on Plasma and Hepatic Lipid Composition and Fecal Lipid Excretion in Rats

Mee-Kyoung Ko, Tai-Wan Kwon and Young-Sun Song<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Nutrition, Food Science Institute, Inje University,  
Kimhae 621-749, Korea

#### Abstract

This study was undertaken to determine the effect of yellow and black soybeans on plasma and hepatic lipid composition and fecal lipid excretion in Sprague Dawley rats. Animals were fed with diets containing 52% yellow soybean, 50% black soybean, or 20% casein for 7 weeks. Feeding efficiency was significantly increased in the animals fed soybeans ( $p < 0.05$ ). Plasma cholesterol concentration was significantly lowered in the group fed yellow soybean compared with black soybean and casein-fed control ( $p < 0.05$ ). Hepatic triglyceride concentration was significantly lowered in soybean groups compared with casein-fed control ( $p < 0.05$ ), whereas hepatic cholesterol concentration was not affected by diet treatments. Soybean feeding significantly increased fecal weight, triglyceride and bile acid contents compared with casein feeding ( $p < 0.05$ ). It is concluded that soybean feeding in rats affects plasma and hepatic lipid levels by increasing the excretion of triglyceride and bile acids.

**Key words:** soybean, cholesterol, triglyceride, bile acid, rats

#### 서 론

관상동맥경화성 심장병을 비롯한 순환기계통 질환의 발생에 혈중 지질, 특히 콜레스테롤의 농도가 주요 인자로 작용한다는 것은 널리 알려져 있다(1,2). 혈중 콜레스테롤 농도에 영향을 미치는 식이 요인 중 식이 단백질의 종류와 농도 수준이 혈중 콜레스테롤 농도와 동맥경화에 영향을 미친다는 보고는 오래 전부터 있어 왔으며, 식물성 단백질은 동물성 단백질에 비해 콜레스테롤 저하효과가 현저한 것으로 알려지고 있다(3-5). 그러나 Neves 등(6)은 여러 식이 단백질이 흰쥐에서의 혈중 지질 농도에 미치는 영향에 관한 연구에서 casein, egg albumin, lactalbumin, 콩 단백질 그리고 alfalfa 등은 콜레스테롤 저하효과에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하고 있기도 하다.

동물실험과 인체 실험을 통한 콩의 콜레스테롤 저하

효과는 여러 연구자들에 의해 보고되었으며(7-9), Park 등(10)은 미성숙 흰쥐와 성숙 흰쥐에서 콩 단백질의 콜레스테롤 저하효과를 확인하였고, Terpstra 등(11)은 고콜레스테롤증 흰쥐에서 콩 단백질이 혈청 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 있다고 보고하였다. Carroll 등(12)은 건강한 성인 여성에서 동물성 단백질에 대체한 콩 단백질이 콜레스테롤 저하효과를 보였다고 하고, Hamilton과 Carroll(13)은 soy protein concentrate보다 훨씬 정제도가 높은 soy protein isolate를 동물에 섭취시켰을 때 혈장 콜레스테롤 농도에는 유의한 차이가 없었음을 보고하였다. 최근에는 두부 비지와 같은 콩제품의 섭취가 흰쥐의 혈청 및 간장의 콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 검토한 연구도 있다(14). 그러나 지금까지의 연구들은 부분 정제된 soy isolate를 섭취한 동물과 임상 실험들에 대한 결과이며 콩을 식품 형태로 동물에 섭취시켜 지질 대사나 콜레스테롤 대사에 미치는 영향을

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

연구한 예는 드문 실정이다. 뿐만 아니라 콩제품 가공시에 부산물로 폐기되는 콩껍질에는 80%의 식이섬유가 함유되어 있으며 isoflavone이나 anthocyanin 색소 등을 함유하고 있어 이의 생리적인 효과 또한 기대되어진다. 따라서 콩껍질의 생리적 효과 규명은 콩가공시에 대량 발생하는 콩껍질을 식품으로 이용하는 근거를 마련해 줄 뿐만 아니라 콩부산물의 부가가치를 높이고 폐기물을 줄일 수 있는 방안이 될 수 있다.

우리가 즐겨먹는 콩에는 노란콩과 검정콩이 있는데, 노란콩은 된장, 고추장, 간장 등의 발효콩제품에 이용되어 대량 소비되지만 검정콩은 밥밀콩으로 소량 소비되는 실정이다. 특히 검정콩은 약콩이라하여 민간에 전해 내려오는 약리효과로 주목받고 있으며, 최근 검정콩의 껍질에서 항산화 효과가 탁월한 glycitein이 검출되었다(15). 이에 본 연구에서는 노란콩과 검정콩의 섭취가 체내 지질대사에 미치는 영향을 비교연구하기 위하여, 노란콩과 검정콩을 껍질채 가공하여 흰쥐에 급여하고, 혈액과 간의 지질 농도와 분변으로의 지질 배설능에 미치는 영향을 조사하였으며 그 결과를 보고하는 바이다.

### 재료 및 방법

#### 콩의 일반성분 분석

노란콩(단원콩, 영남 작물 시험장, 밀양)과 검정콩(수원155호, 전북 태안군 농촌 지도소)은 껍질채 mill(Iwatani IFM-150, Japan)을 사용하여 분쇄한 후 80 mesh 체를 통과한 시료를 분석용으로 하였다. 성분분석시 수분은 105°C 건조기에서 상압가열 건조법으로 측정하였으며, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 조단백은 Kjeldahl semimicro method로, 회분은 회화법으로 측정하였다(16). 노란콩과 검정콩의 일반성분은 Table 1과 같다.

#### 실험식이 및 실험동물의 사육

노란콩과 검정콩은 껍질채 분말화하여 trypsin inhibitor의 불활성화를 위해 120°C에서 3시간 동안 autoclave 하고 80 mesh의 체로 쳐서 통과한 가루를 식이에 첨가하였다. 실험식은 단백질원을 콩으로 대체한, 52%

Table 1. Proximate composition of yellow and black soybeans (%)

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Fiber
Yellow soybean	10.33	39.03	11.45	5.87	4.69
Black soybean	10.30	40.28	13.18	5.15	4.48

노란콩식이(yellow soybean diet)와 50% 검정콩식이(black soybean diet)이며, 대조식이에는 casein을 20% 첨가하였다. 콩식이군에는 casein에 비해 부족한 methionine을 0.2% 보충첨가하였다. Vitamin mixture, mineral mixture, cellulose, DL-methionine 등은 ICN Biomedicals, INC.(Aurora, Ohio, USA) 제품을 사용하였으며, 옥수수 전분은 두산 옥수수 전분을 사용하였고, 설탕은 삼양사 제품(정제당)을 사용하였다. 옥수수유는 백설 옥수수유(제일제당)를, 돈지는 동광농산 라드를 사용하였다.

실험동물은 이유 직후의 Sprague-Dawley rats(male, 100±10g)를 한국 화학연구소(대전 소재, 대덕화학연구단지)로부터 구입하여 고형식이와 기본식이(AIN-76 semipurified diet)로 각 1주씩 환경에 적응시킨 뒤 무작위(completely randomized design)로 10마리씩 3군으로 나누어, 에너지 수준을 동일하게 조정된 식이를 공급하였다. 실험군과 대조군의 식이 조성은 Table 2와 같다. 해당 식이와 물은 제한하지 않고 자유롭게 섭취(ad libitum)하도록 하면서 7주간 사육하였다. 흰쥐의 식이 섭취량은 격일로 측정하였으며, 체중은 주 1회 측정하였다. 사육실의 온도는 20~25°C로 유지하였으며, 명암은 12시간 간격으로 점등 및 소등하였다.

#### 혈액, 장기와 분변의 수집 및 처리

실험동물은 희생하기 12시간 전부터 절식시킨 후 CO<sub>2</sub> gas로 마취하여 EDTA(Ethylene diamine tetraacetic acid) 10mg씩 넣은 주사기로 심장에서 채혈하였다. 혈액을 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 혈장은 콜레스테롤, 중성 지질, 단백질 등의 분석을 위해 -20°C로 냉동 보관하였다. 간장은 채혈 즉시 적출하여 0.9% 생리식염수로 헹구어 물기를 제거한 뒤 무게를 측정 후 -70°C에서 보관하였다. 분변은 실험식이 급여 5주

Table 2. Composition of experimental diets (%)

	Control group	Yellow soybean group	Black soybean group
Casein	20	-	-
Bean flour	-	52	50
DL-Methionine	0.3	0.5	0.5
Sucrose	35	35	35
Corn starch	25.18	1.37	3.77
Corn oil	10	4.05	3.45
Cellulose	5	2.56	2.76
Choline bitartrate	0.02	0.02	0.02
AIN-76 Vitamin mixture	1	1	1
AIN-76 Mineral mixture	3.5	3.5	3.5

째에 48시간 동안 수집하여 부피를 측정된 후 상압가열 건조법으로 건조하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하였다. 분변의 부피는 피를 알고 있는 유리병에 분변을 담고 채워지는 물의 양을 계산하여 그 차이로 하였다.

### 생화학적 분석

노란콩과 검정콩의 섭취에 따른 혈장에서의 지질 농도 변화를 조사하기 위해서 혈장에서의 콜레스테롤(Sigma Kit No352-50, Sigma Chemical Co.)과 중성 지질(Sigma Kit No339-20, Sigma Chemical Co.)의 농도는 kit를 이용한 효소비색법으로 측정하였다. 간과 분변의 지질 분석을 위한 시료는 Folch method(17)와 Soxhlet 법으로 각각 추출하여 총 지방 함량은 비중법으로 구하였고, 콜레스테롤과 중성 지질의 농도는 혈장과 같은 효소비색법으로 측정하되, 혼탁에 의한 오차를 줄이기 위하여 Sale 등(18)의 방법을 도입하였다. 담즙산 농도는 산성스테롤(Sigma Kit No450-A, Sigma Chemical Co.) 정량법(19,20)으로 추출한 후 효소비색법으로 측정하였다.

### 통계처리

Data는 minitab program을 이용한 ANOVA와 LSD (Fisher's least significant difference) test를 이용하여

**Table 3. Body weight gain, food intake, feeding efficiency and liver weight in rats fed control diet, yellow soybean diet, and black soybean diet**

	Control group	Yellow soybean group	Black soybean group
Body weight gain(g/d)	6.36 $\pm$ 0.6 <sup>1)a2)</sup>	7.8 $\pm$ 0.6 <sup>b</sup>	7.7 $\pm$ 0.6 <sup>b</sup>
Food intake (g/d)	21.6 $\pm$ 2.9	22.2 $\pm$ 2.0	21.8 $\pm$ 1.2
Feeding efficiency(%)	28.9 $\pm$ 4.1 <sup>a</sup>	34.0 $\pm$ 5.1 <sup>b</sup>	34.2 $\pm$ 3.4 <sup>b</sup>
Liver weight(g)	13.4 $\pm$ 1.3	14.8 $\pm$ 1.4	14.4 $\pm$ 1.9

<sup>1)</sup>Values are Mean $\pm$ SD(n=10)

<sup>2)</sup>Values in rows without common superscripts are significantly different(p<0.05)

**Table 4. Plasma cholesterol, triglyceride and protein concentrations in rats fed control diet, yellow soybean diet, and black soybean diet** (mg/dl)

	Control group	Yellow soybean group	Black soybean group
Cholesterol	106.9 $\pm$ 10.6 <sup>1)b2)</sup>	78.2 $\pm$ 11.0 <sup>a</sup>	104.0 $\pm$ 25.4 <sup>b</sup>
Triglyceride	224.9 $\pm$ 78.1	247.1 $\pm$ 76.6	189.6 $\pm$ 60.4
Protein	3202.3 $\pm$ 443.2 <sup>b</sup>	3304.9 $\pm$ 320.8 <sup>b</sup>	2632.9 $\pm$ 248.4 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are Mean $\pm$ SD(n=10)

<sup>2)</sup>Values in rows without common superscripts are significantly different(p<0.05)

분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율

각 실험식으로 7주간 사육한 흰쥐의 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율은 Table 3과 같다. 1일 평균 식이 섭취량과 간의 무게는 각 실험군간에 유의적인 차이를 보이지 않으나 식이 섭취에 따른 1일 평균 체중 증가는 노란콩군과 검정콩군이 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 그 결과 식이 효율 또한 노란콩군과 검정콩군이 대조군에 비하여 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 콩은 trypsin inhibitor와 flatulence factor 등이 있어 소화율이 저하되는 것으로 알려져 있으나(21), 본 실험의 결과는 콩단백의 식이 효율이 casein에 비해 열등하지 않음을 보여준다 하겠다.

### 혈장 및 간 분석

해당 실험식이를 7주간 섭취한 흰쥐의 혈장 지질 및 단백질의 농도는 Table 4와 같다. 혈장 콜레스테롤의 함량은 대조군에 비해 노란콩군이 유의적으로 낮았으며(p<0.05), 검정콩군은 대조군과 유사하게 나타났다. 혈장 단백질은 검정콩군에서 낮았으며(p<0.05), 중성 지질의 농도는 각 군간에 유의적인 차이는 보이지 않았으나, 검정콩군이 다소 낮은 것으로 나타났다. 이것은 Shorey 등(22)이 보고한 콩단백의 섭취가 흰쥐의 혈청 지질 농도를 낮춘다는 결과와 다소 상이한 결과이나, 이들 연구에서 고콜레스테롤 혈증을 유발하기 위하여 실험동물의 식이에 콜레스테롤이나 cholic acid를 첨가하고 있는 점을 감안하면, 콜레스테롤을 첨가하지 않은 식이를 섭취한 실험동물에서의 콩의 혈장 지질 저하효과는 다소 둔화될 것으로 생각된다. 특히 노란콩과 검정콩의 일반성분이 비슷함에도 불구하고 노란콩이 검정콩에 비하여 혈장 콜레스테롤 저하효과는 높게 나타난 것은 이들 콩에 함유된 isoflavone과 같은 미량성분의 차이에 기인한 것으로 설명될 수 있다. 즉 배 등(23)은

노란콩에 함유된 genistein 함량은 검정콩의 2배에 해당한다고 보고하였으며, Potter 등(24)과 Anthony 등(25)은 genistein을 함유한 콩단백질식이가 genistein을 제거한 콩단백질식보다 혈장 콜레스테롤을 효과적으로 저하하였다고 하였다.

간의 콜레스테롤, 중성 지질 그리고 총지방 분석 결과는 Table 5와 같다. 간에서의 콜레스테롤 함량은 대조군과 콩식이군간에 차이가 없었으나, 중성 지질과 총지방 함량에 있어서는 대조군에 비해 노란콩군과 검정콩군에서 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 즉, 노란콩식이와 검정콩식이는 간에서의 중성지질 농도를 대조식에 비해 51%, 58%, 총 지방은 41%, 33% 각각 감소하였다. 대부분의 연구자들은 정제된 콩단백질의 섭취는 간의 콜레스테롤과 중성지방의 농도를 효과적으로 낮춘다고 보고하고 있으며(8,11), 본 연구팀에서도 탈피탈지 노란콩가루를 흰쥐에 장기간 섭취시켰을 때 혈장과 간의 중성지방과 콜레스테롤이 효과적으로 저하하는 것을 확인하였다(26). 그러나 노란콩과 검정콩을 곱질째 흰쥐에 투여한 본 연구에서는 간의 중성지방 농도가 콩식이군에서 유의성있게 낮아졌으나, 콜레스테롤 농도에는 차이를 보이지 않았다. 이에 대해서는 앞으로의 연구가 더 필요하겠지만 실험식이에 콜레스테롤이 함유되지 않음으로써 간에서의 내인적 콜레스테롤 합성능이 억제되지 않았거나(27,28), 콩에 함

유된 높은 불용성 식이섬유의 비율(불용성 : 수용성 = 6 : 1)이 콩단백의 콜레스테롤 저하효과를 경감시키거나(26), 실험동물의 연령, 사육기간, 사육환경 등의 차이에 의한 것이 아닌가 생각된다(29).

분변의 분석

실험식이를 장기간 섭취한 뒤 회생일로부터 1주일 전에 수집한 48시간 동안의 분변으로, 섭취 지질의 분변으로의 이행률과 이행 형태를 연구하기 위하여 분변의 총 부피와 무게, 콜레스테롤, 중성 지방, 총 지방의 양 그리고 담즙산의 농도를 측정하였으며, 그 결과는 Table 6과 같다. 분변의 부피는 대조군과 콩식이군간에 차이가 없었으나, 분변의 무게는 노란콩군과 검정콩군이 대조군보다 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 분변 중의 총 지방의 함량은 대조군에 비해 노란콩군과 검정콩군에서 각각 50%, 40% 증가하였다( $p < 0.05$ ). 분변 중의 콜레스테롤 농도는 각 군간에 유의성이 나타나지 않았으나, 노란콩군과 검정콩군에서 다소 많이 배설되는 것으로 나타났다. 분변으로의 중성지방과 담즙산 배설량은 대조군에 비하여 노란콩군과 검정콩군에서 유의적으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 노란콩군에서는 대조군의 5배에 해당하는 중성지방과 담즙산이 배설되었으며, 검정콩군에서는 대조군의 6배에 해당하는 양의 중성지방과 5배에 해당하는 담즙이 분변으로 배설되었다. 이상의 결과를 살펴보면 콩첨가식은 중성지방과 담즙산의 흡수를 저해하여 간의 중성지방을 저하시키는 것으로 보인다. 그 원인으로는 콩에 함유된 수용성 식이섬유(30, 31)나 소화되지 못한 단백질들의 소수성 펩타이드(32, 33)가 중성지방, 담즙산과 효과적으로 반응하는 것을 들 수 있으며, 그 결과 콩첨가식을 섭취한 흰쥐의 하루 평균 분변의 양이 2배 정도 증가하였다. 이러한 콩식이의 분변으로의 지질 배설 증가는 간의 중성지방 농도를 저하시키는 주된 원인으로 보여진다. 그러나, 콩식이가 담즙산의 재흡수를 효과적으로 방해하여 분변으로의 배설량이 대조군의 5배 증가했는데도 불구하고 간의

Table 5. Liver cholesterol, triglyceride and total lipid concentrations in rats fed control diet, yellow soybean diet, and black soybean diet (mg/g)

	Control group	Yellow soybean group	Black soybean group
Cholesterol	19.2 ± 2.6 <sup>1)</sup>	19.6 ± 3.3	18.00 ± 1.3
Triglyceride	86.6 ± 14.1 <sup>b 2)</sup>	42.6 ± 10.2 <sup>a</sup>	36.7 ± 11.2 <sup>a</sup>
Total lipid	120.0 ± 12.5 <sup>b</sup>	70.6 ± 10.5 <sup>a</sup>	76.0 ± 14.9 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are Mean ± SD(n=10)

<sup>2)</sup>Values in rows without common superscripts are significantly different( $p < 0.05$ )

Table 6. Fecal cholesterol, triglyceride, bile acid, volume, dry weight, and total fat concentrations in rats fed control diet, yellow soybean diet, and black soybean diet

	Control group	Yellow soybean group	Black soybean group
Fecal volume(cm <sup>3</sup> )	7.6 ± 1.0 <sup>1)</sup>	8.8 ± 1.3	9.1 ± 1.1
Fecal weight(g/d)	1.6 ± 0.2 <sup>a 2)</sup>	3.1 ± 0.4 <sup>b</sup>	3.0 ± 0.6 <sup>b</sup>
Total fat(mg/d)	126.7 ± 21.0 <sup>a</sup>	192.0 ± 49.7 <sup>b</sup>	175.9 ± 45.0 <sup>b</sup>
Cholesterol(mg/d)	96.7 ± 14.6	128.2 ± 31.0	104.3 ± 35.4
Triglyceride(mg/d)	8.8 ± 2.5 <sup>a</sup>	38.8 ± 10.8 <sup>b</sup>	58.3 ± 20.3 <sup>c</sup>
Bile acids(μg/d)	41.8 ± 18.8 <sup>a</sup>	217.5 ± 86.3 <sup>b</sup>	203.4 ± 78.1 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are Mean ± SD(n=10)

<sup>2)</sup>Values in rows without common superscripts are significantly different( $p < 0.05$ )

콜레스테롤 농도가 감소하지 않은 것은 콜레스테롤 pool 유지를 위한 간세포에서의 HMG CoA reductase 활성이 증가한 때문으로 풀이된다(34).

## 요 약

노란콩과 검정콩의 섭취가 체내 지질의 농도에 미치는 영향을 연구하기 위해 S.D.계 웅성 흰쥐(n=10)를 대조군과 노란콩군 그리고 검정콩군으로 나누었다. 식이는 7주간 급여하였으며 혈장, 간, 분변의 지질 조성을 측정된 결과, 식이 섭취에 따른 1일 평균 체중 증가는 노란콩군과 검정콩군이 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 혈장 콜레스테롤의 함량은 대조군과 검정콩군에 비해 노란콩군이 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 간에서의 중성지질의 함량은 대조군에 비해 노란콩군과 검정콩군이 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 분변 중의 중성지방과 총 지방 함량은 대조군에 비하여 노란콩군과 검정콩군에서 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ), 특히 검정콩군에서는 대조군의 6배에 해당하는 양의 중성지방이 분변 중으로 배설되었다. 담즙산의 배설량은 대조군에 비해 노란콩군과 검정콩군에서 5배 정도로 많은 양을 배설하였다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 노란콩과 검정콩의 섭취는 중성지방과 담즙산의 배설을 증가시킴으로써 체내 지질 농도를 낮추는 것으로 보인다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특징기초 연구(과제번호 94-0402-02-02-3) 연구비 지원에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. 박수현, 이연경, 이혜성 : 식이섭유 첨가식이 Streptozotocin-유도 당뇨쥐의 장기능과 지질 및 당질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **27**, 311(1994)
2. 한정순, 한용봉 : 고지방식이와 식이섭유가 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **23**, 541(1994)
3. 김경림, 김화영 : 흰쥐에서 대두 단백질의 hypolipidemic 효과에 관한 연구. *한국영양학회지*, **17**, 68(1984)
4. Forsythe, W. : Soy protein, thyroid function, and cholesterol regulation. *1st International symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease* Feb. 20-23, Mesa, Arizona(1994)
5. Carroll, K. K. : Soy protein and atherosclerosis. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **58**, 416(1981)
6. Neves, L. B., Clifford, C. K., Ohier, G. O., De Fremery, D., Knuckles, B. E., Cheow-tirakul, C., Miller, M. W., Weir, W. C. and Clifford, A. J. : Effect of dietary proteins from a variety of sources on plasma lipids and lipoproteins of rats. *J. Nutr.*, **110**, 732(1980)
7. 김연숙, 고정숙 : 고지방식을 섭취한 흰쥐의 체내 지질 함량에 대한 대두단백질과 칼슘의 섭취 효과. *한국영양학회지*, **27**, 3(1994)
8. Carroll, K. K. and Kurowska, E. M. : Soy consumption and cholesterol reduction: Review of animal and human studies. *1st International Symposium on The Role of Soy in Preventing & Treating Chronic Disease*, Feb. 20, Mesa, Arizona(1994)
9. Potter, S. M. : Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. *1st International Symposium on the Role of Soy in Preventing & Treating Chronic Disease*, Feb. 20, Mesa, Arizona(1994)
10. Park, M. S., Kudchodkar, B. J. and Liepa, G. U. : Effect of dietary animal and plants proteins on the cholesterol metabolism in immature and mature rats. *J. Nutr.*, **117**, 30(1987)
11. Terpstra, A. H. M., Tintelen, G. and West, C. E. : The hypocholesterolemic effect of dietary soy protein in rats. *J. Nutr.*, **112**, 810(1982)
12. Carroll, K. K., Giovannetti, P. M., Huff, M. W., Moase, O., Roberts, D. C. K. and Wolfe, B. M. : Hypocholesterolemic effect of substituting soybean protein for animal protein in the diet of healthy young women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 1312(1978)
13. Hamilton, R. M. G. and Carroll, K. K. : Effects of dietary protein and carbohydrate on plasma cholesterol levels in relation to atherosclerosis. *J. Food Sci.*, **40**, 18(1976)
14. 최용순, 이상영 : 백서에 있어서 콩제품(두부, 비지)급여의 콜레스테롤 저하 효과. *한국영양학회지*, **22**, 673(1993)
15. 김성란 : 신비한 콩의 이소플라본. *한국콩연구회소식*, **122**, 2(1997)
16. 신효선 : 식품분석(이론과 실험). 신헌출판사, p.77(1992)
17. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **223**, 498(1956)
18. Sale, F. O., Marchesini, S., Fishman, P. H. and Berra, B. : A sensitive enzymatic assay for determination of cholesterol in lipid extracts. *Anal. Biochem.*, **142**, 347(1984)
19. 이상영, 최용순 : 콜레스테롤. 신헌출판사, p.144(1990)
20. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 13th ed., Washington, D. C.(1980)
21. Liener, I. E. : Factors affecting the nutritional quality of soya products. *Am. J. Oil Chem. Soc.*, **35**, 406(1981)
22. Shorey, R. L., Day, P. T., Willis, R. A., Lo, G. S. and Steinke, F. H. : Effects of soybean polysaccharide on plasma lipids. *J. Am. Diet Ass.*, **85**, 1461(1985)
23. 배은아, 권태완, 문갑순 : 콩, 두부, 두부부산물중의 isoflavone 함량 및 항산화효과. *한국식품영양과학회지*, **26**, 371(1997)
24. Potter, S. M., Baum, J., Surya, J. W. and Erdman, J. W. : Effect of soy protein & isoflavones on plasma

- lipid profiles in postmenopausal women. *2nd International Symposium on The Role of Soy in Preventing & Treating Chronic Disease*, Burssel, Belgium(1996)
25. Anthony, M. S., Clarkson, T. B. and Koudy Williams J. : Effects of soy isoflavones on atherosclerosis: potential mechanisms. *2nd International Symposium on The Role of Soy in Preventing & Treating Chronic Disease*, Burssel, Belgium(1996)
  26. 한정희 : 탈피탈지 대두분 식이가 흰쥐의 호르몬 상태와 콜레스테롤 대사에 미치는 영향. 인제대학교 석사학위논문(1997)
  27. Nishina, P. M. and Freedland, R. A. : The effects of dietary fiber feeding on cholesterol metabolism in rats. *J. Nutr.*, **120**, 800(1990)
  28. Nishina, P. M., Schneeman, B. O. and Freedland, R. A. : Effects of dietary fiber in nonfasting plasma lipoprotein and apolipoprotein levels in rats. *J. Nutr.*, **121**, 431(1991)
  29. Schneeman, B. O. and Lefevre, M. : Effects of fiber on plasma lipoprotein composition. In "*Dietary fiber. Basic and clinical aspects*" Vahouny, G. V. and Kritchevsky, D.(eds.), Plenum Press, New York, p.309(1986)
  30. 장수정, 박양자 : 식이섬유의 종류와 섭취수준이 고지방식을 섭취한 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **28**, 107(1995)
  31. 양정례, 서명자, 송영선 : 콜레스테롤 투여 흰쥐에 있어서 식이섬유가 콜레스테롤 대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **25**, 392(1996)
  32. Lo, G. S., Evans, R. H., Phillips, K. S., Dalgren, R. R. and Steinke, F. H. : Effect of soy fiber and soy protein on cholesterol metabolism and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, **64**, 47(1987)
  33. Nagata, Y., Tanaka, K. and Sugano, M. : Further studies on the hypocholesterolemic effect of soya-bean protein in rats. *Br. J. Nutr.*, **45**, 233(1981)
  34. Fernandez, M. L., Sun, D. M., Tosca, M. A. and Nc-Namara, D. J. : Citrus pectin and cholesterol interact to regulate hepatic cholesterol homeostasis and lipoprotein metabolism : A dose-response study in guinea pigs. *Am. J. Clin. Nutr.*, **59**, 869(1994)

(1997년 10월 10일 접수)