

차전자수침액이 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향

조수열[†] · 김명주*

영남대학교 식품영양학과

*신일전문대학 식품영양과

The Effect of Plantaginis Semen on Serum and Hepatic Lipid Metabolism in Fed High and Low Fat Diets

Soo-Yeul Cho[†] and Myung-Joo Kim*

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Shinil Junior College, Teagu 706-022, Korea

Abstract

The present study has been undertaken to investigate the effect of plantaginis semen extract on lipid composition and activities of several enzymes in lard administrated rats. Forty male rats of Sprague-Dawley strain with average weight of 130 ± 10 g were divided into four groups [basal diet (BD), basal+plantaginis semen (BP), basal+lard (BL) and basal+plantaginis semen+lard (BLP)]. Lard administrated groups showed increase in weight gain and that of BLP group significantly increased. Feed intake showed no significant differences with lard administration. The weights of liver, kidney and heart of the rat were not affected by plantaginis semen and lard administration. Serum and liver triglyceride and cholesterol contents significantly increased compared to BD group but significantly decreased by the addition of plantaginis semen extract (BLP group). Serum and liver phospholipids decreased in lard administrated group but effectively restored by administration of plantaginis semen extract. HDL-cholesterol content significantly decreased in lard-fed group and somewhat increased in plantaginis semen extract group. Serum aminotransferase, lactate dehydrogenase activities significantly increased in lard fed group but addition of plantaginis semen extract significantly decreased the enzyme activities compared with that of lard administrated group.

Key words : plantaginis semen, lard, liver, serum, lipid

서 론

최근 국민소득이 증대되고 생활수준이 향상됨에 따라 식이섭취의 불균형에 기인한 각종 질환이 날로 증가 추세에 있다. 과다한 동물성 유지나 식물성 포화지방유의 섭취가 동맥경화를 촉진하여 순환장애를 일으키는 반면, 불포화도가 높은 식물성 유지는 비교적 동맥경화를 예방 내지는 경감시킬 수 있는 것으로 보고되어 있다(1,2). 사람에게 있어서 식이 콜레스테롤의 섭취는 체내 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량을 증가시키며, 식이성 섬유소를 많이 섭취할 경우 담즙산을 흡착해 변으로 배설하므로써 혈청 중 콜레스테롤 함량을

저하시킨다고 보고되어 있다(3).

차전자(Plantaginis semen)는 우리나라와 중국 및 일본에서 자생하는 다년생 초본으로서 질경이과에 속하는 종자이며(4), 성분으로는 다량의 점액, 지방유, pentosan, galactan, succinic acid, plantanolic acid, choline, K-염 및 산성 polysaccharide 등이 알려져 있다(5-7). 차전자에 다량 함유되어 활성을 나타내는 성분은 aucubin으로서, 천연물에서 분리된 배당체이고 cyclo-(c)-pyran ring 구조를 가지고 있다. Aucubin은 흰쥐와 마우스에 있어서 CCl_4 (8,9) 및 α -amanitine에 의한 간독성에 대한 해독작용(10), 마우스의 간에서 RNA와 단백질 합성 억제작용(9,11), prostaglandin의 합성 중간체로서 담즙배설 촉진작용(12,13) 등이 보고되어 있다. 차전자는 단독으로 뿐만 아니라 우차신기환, 청심여자음, 용담사

[†]To whom all correspondence should be addressed

간탕의 구성성분으로서 다른 생약들과 복합적으로 작용하여 보간작용을 하는 것이 서 (14)에 의하여 보고되어 있으며, 고와 임 (15)은 차전자 메탄올 엑기스의 혈압 강하작용에 대하여 보고하였다.

따라서 본 실험은 지질대사에 대한 차전자의 효과를 검토 해 보고자 고지방식이 (lard)를 실험동물에 급여하고 차전자 수침추출액을 투여하므로써 차전자가 고지혈증 예방과 치료에 미치는 영향을 구명코자 한다.

재료 및 방법

본 실험에 사용한 실험동물은 이유한지 10일된 Sprague-Dawley종의 웅성 흰쥐 (Life science사, 서울)로서, 1주간 기본식으로 적응시킨 후 난괴법으로 10마리씩 나누어 사육하였다 (Table 1 참고).

기본식이의 조성은 Table 2에 나타내었으며, 실험식

Table 1. Experimental diet design

Group	Diet
BD	Basal diet
BP	Basal + Plantaginis semen
BL	Basal + lard
BLP	Basal + lard + Plantaginis semen

Table 2. Composition of basal diet

Ingredients	Content (%)
Casein	20.0
DL-Methionine	0.3
Corn starch	50.0
Sucrose	15.0
Cellulose ^a	5.0
Corn oil	5.0
AIN-mineral mixture ^b	3.5
AIN-vitamin mixture ^c	1.0
Choline chloride	0.2

^a Cellulose : Sigma Co.

^b Mineral mixture (g/kg min. mix.) according to AIN-76 (16)

Calcium phosphate dibasic	500.0	Zinc carbonate	1.6
Sodium phosphate, dibasic	74.0	Cupric carbonate	0.3
Potassium citrate, monohydrate	220.0	Potassium iodate	0.01
		Sodium selenite	0.01
Potassium sulfate	52.0	Chromium potassium sulfate	0.05
Manganese carbonate	3.5	sulfate	
Magnesium oxide	24.0	Ferric citrate	6.0

Powdered to make 1000.0g

^c Vitamin mixture (g/kg vit. mix.) according to AIN-76

Thiamin-HCl	0.6	Biotin	0.02
Riboflavin	0.6	Cyanocobalamin	0.001
Pyridoxine-HCl	0.7	Retinyl acetate	0.8
Nicotinic acid	3.0	DL-tocopherol	3.8
Ca-panthothenate	1.6	7-dehydrocholesterol	0.0025
Folic acid	0.2	Menadione	0.005

Powdered to make 1000.0g

이는 열량의 30%를 lard로 급여하였다.

본 실험에 사용한 차전자는 대구 약령시장에서 구입하여 생약 100g에 증류수 300ml를 넣어 환류냉각기를 부착한 round bottomed flask에서 6시간 동안 가열추출한 후, rotary vacuum evaporator를 이용하여 감압농축시켜 사용하였으며, 투여량은 0.25mg/kg/day의 차전자 수침추출액을 경구로 투여하였다. 최종 체중에서 실험개시 전의 체중을 감하여 체중증가량으로 하였으며, 식이섭취량은 일정시각에 측정하였고 식이효율은 증체량을 식이섭취량으로 나누어 산출하였다.

혈청 total cholesterol, HDL-cholesterol 및 free cholesterol 함량은 Richmond (17)의 방법으로 조제된 Kit (Eiken Co. 일본)로 측정하였으며, TG 함량은 Bucolo와 David의 방법 (18)에 준해 조제된 TG 측정용 Kit (Eiken Co. 일본)를 사용하였고, 인지질 함량은 효소법으로 조제된 Kit (Eiken Co. 일본)를 사용하여 측정하였다. 간조직 중의 지질 함량은 Folch 등 (19)의 방법에 따른 추출액 0.5ml를 휘발시킨 후 혈청과 동일한 방법으로 Kit를 사용하여 측정하였다.

통계처리

실험성적은 평균±표준편차로 표시하였으며, 통계적 유의성은 SPSS-Package를 이용하여 0.05% 수준에서 Duncan's test로 검정하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

실험식으로 사육한 흰쥐의 증체량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3과 같다.

체중증가량은 기본식이를 공급한 대조군에 비하여 BP군은 15%, BL군은 25%, BLP군은 유의적으로 증가되었다. 본 실험에서 체중은 고지방식이 급여에 의해 상승되었는데, 이는 고지방식이 성장에 영향을 미친

Table 3. Effect of plantaginis semen on net weight gain, feed intake and feed efficiency ratio in rats

Group	Net weight gain	Feed intake ^a	Feed efficiency ratio
BD	24.99±4.35 ^b	14.51±1.55	0.26±0.45
BP	28.92±7.22	13.91±0.94	0.31±0.05
BL	31.41±8.09	12.06±0.34	0.42±0.04 ^b
BLP	34.57±5.18 ^c	11.93±0.81	0.43±0.05 ^c

^a g/day

^b Values are mean ± S.D.

^c Significantly different from BD

^d Significantly different from BP

다는 이 (20)의 보고와 일치하는 결과이며, 차전자수침액 투여에 의해 더욱 증가되었다. 식이섭취량은 고지방식이 급여에 따른 영향이나 차전자수침액 투여에 따른 유의적인 차이가 관찰되지 않았으나 감소되는 경향이었고, 식이효율은 고지방식이와 차전자수침액 각각의 투여군이 대조군에 비해 높았으며, 고지방식이군과 차전자 병행투여군은 대조군에 비하여 유의적으로 높게 나타났다.

장기중량의 변화

Table 4에는 체중 100g당 간, 신장 및 심장의 중량을 나타내었다.

간의 중량은 대조군에 비하여 고지방식이와 차전자수침액을 투여한 군에서 증가되는 경향이였다. 이는 고지방식이 섭취에 의해 간에 지질이 축적된 때문으로 생각되며, 또한 정 (21)은 흰쥐에게 30% 고지방식이를 급여한 결과 간무게가 증가됨을 보고하였다. 신장 역시 간과 유사한 경향으로 고지방식이를 급여한 BL군과 차전자수침액 투여군인 BP군과 BLP군이 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 심장무게는 고지방식이 급여군인 BL군이 다소 감소하는 경향이였다.

혈청중의 지질 함량 변화

혈청중의 총콜레스테롤, triglyceride 및 인지질 함량

혈청 중의 총콜레스테롤, triglyceride 및 인지질 함량을 분석한 결과는 Table 5에 나타나 있다.

Table 4. Effect of plantaginis semen on weight of liver, kidney and heart in rats (g/100g body weight)

Group	Liver	Kidney	Heart
BD	3.45±0.15 ¹⁾	0.73±0.01	0.40±0.02
BP	3.51±0.21	0.74±0.05	0.42±0.02
BL	3.68±0.19	0.74±0.03	0.38±0.02
BLP	3.56±0.15	0.75±0.04	0.42±0.04

¹⁾ Values are mean ± S.D.

Table 5. Effect of plantaginis semen on serum cholesterol, triglyceride and phospholipid contents in rats (mg/dl of serum)

Group	Cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
BD	84.98±3.11 ¹⁾	83.54±1.12	109.19±5.05
BP	78.43±2.27 ^a	55.87±4.31 ^b	125.23±4.33 ^c
BL	125.89±6.11 ^{abc}	107.63±1.85 ^{ab}	72.74±2.58 ^{ab}
BLP	91.06±2.26 ^{ab}	66.80±3.86 ^{bc}	100.57±2.58 ^{bc}

¹⁾ Values are mean ± S.D.

^a Significantly different from BD

^b Significantly different from BP

^c Significantly different from BL

총콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 차전자수침액 투여시 유의적으로 감소한 반면 고지방식이를 급여한 BL군은 유의적으로 증가되었으며, 차전자수침액 병행 투여시 고지방식이로 인한 증가가 유의적으로 억제되었다. 이 결과는 고지방식이가 총콜레스테롤 함량을 증가시킨다는 Troy 등 (22)의 보고와 일치하며, 차전자수침액 투여에 의한 총콜레스테롤 함량 감소는 차전자 성분에 의하여 고콜레스테롤 혈증이 억제된 것으로 생각되어진다. 혈청 콜레스테롤 농도가 관상동맥경화증 발생률과 밀접한 상관관계가 있다고 보고되므로써 콜레스테롤 함량에 영향을 미치는 인자들에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다.

혈청 중의 triglyceride 함량은 차전자수침액을 투여한 BP군이 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었고, BL군은 대조군과 BP군에 비해서 유의적으로 증가되었는데, BP군 보다 약 2배 정도 증가되었으며, 차전자수침액을 병행 투여한 BLP군은 대조군 보다 유의적으로 감소되므로써 차전자수침액은 고지방식이에 의한 triglyceride 함량 증가를 억제하는 것으로 나타났다. BL군의 triglyceride 함량 증가는 고지방식이를 장기간 섭취할 경우 고지혈증이 일어난다는 보고 (23)를 종합해 볼때 고지방식이의 섭취에 따른 간내 지방축적에서 기인한 것으로 생각된다.

혈청 중의 인지질 함량 변화는 차전자수침액을 투여한 BP군은 대조군에 비해 유의적으로 증가되었고, 고지방식이를 급여한 BL군은 유의적으로 감소되었다. Sinclair와 Collins (23)는 동물성 고지방식이를 급여하였을 경우 비교적 조기에 지방간이 형성되기 시작하는데, 이는 간에서 지방이 축적되는 속도가 인지질이 합성되는 속도에 못미치는데 기인한다고 보고하였다. 인지질의 합성 속도 둔화가 BL군에서 확인되었으며, Carnatzer와 Waser (24)에 의하면 lipotropic phospholipid의 낮은 수준은 지방간으로 진행시키는 요인이 되는 것으로 보고하였다. 이상의 결과에서 차전자수침액 투여시 인지질의 함량 증가는 지방간을 억제시키는 것으로 추측되어진다.

혈청중의 HDL-콜레스테롤, free 콜레스테롤의 함량

혈청 중 HDL-콜레스테롤, free 콜레스테롤의 함량 변화에 대한 결과는 Table 6에 나타난 것과 같다.

혈청 중 HDL-콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 고지방식이 급여시 유의적으로 감소되었으며, 차전자수침액을 병행 투여한 군은 고지방식이만을 처리한 군에 비하여 유의적으로 회복되었다. 이는 차전자 수침

액의 acubin, polysaccharide 및 choline이 prostaglandin의 합성 중간체로서 콜레스테롤 대사를 촉진한 때문으로 생각되며, 이 등(25)은 식이내 지방 함량과 섭취기간이 혈청 지질성분과 단백질 분획에 미치는 영향을 검토한 결과 HDL-콜레스테롤의 함량비는 감소하고, LDL 함량비는 증가한다고 보고하였으며, 또한 최근 정상인과 관상동맥질환 환자에 있어서 LDL-콜레스테롤의 함량이 후자의 경우 훨씬 높다는 연구 결과(26)가 보고되므로서, 본 실험의 결과에서 차전자자 고지혈증 완화에 상당히 효과적일 것으로 사료된다.

혈청 free cholesterol 함량은 대조군에 비하여 차전자수침액 투여군에서 다소 감소되었으나 유의적인 차이는 관찰되지 않았으며, 고지방식이를 급여한 BL군에서 유의하게 증가하였다. 고지방식이를 급여로 증가된 free cholesterol 함량은 차전자수침액의 병행 투여로 현저히 감소되었다.

간조직중의 지질 함량 변화

차전자수침액 급여에 따른 간조직 중의 콜레스테롤, triglyceride 및 인지질의 함량 변화는 Table 7과 같다.

간조직 중의 콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 차전자수침액 투여군인 BP군이 유의적으로 감소하였으며, 고지방식이를 급여한 BL군은 유의적으로 증가하였다. 이것은 고지방식이가 콜레스테롤 함량을 높인다

는 홍과 신(27)의 보고와 일치하는 결과이다.

차전자수침액 투여로 콜레스테롤 함량이 저하되는 것은 polysaccharide가 담즙산의 배출을 증가시키고 재흡수를 저해시킨다는 보고(28-30)와 비교할 때 차전자수침액 중의 acubin에 의한 담즙배설 촉진작용에 의해(12) 콜레스테롤 함량이 저하된 것으로 사료된다.

차전자수침액 투여에 따른 간조직 중 triglyceride의 함량 변화는 대조군에 비해 차전자수침액 투여에 따른 차이는 관찰되지 않았으나, 고지방식이 단독 급여군인 BL군은 유의적으로 증가되었으며, 또한 차전자수침액을 병행 투여한 BLP군의 함량 감소가 BL군에 비해 유의적인 것으로 나타나므로써 고지혈증에 대한 차전자수침액의 투여 효과를 관찰할 수 있었다.

인지질의 경우는 대조군에 비하여 차전자수침액 투여군은 유의적으로 증가하였고, BL군에서는 유의적으로 감소하였으며, BLP군은 고지방식으로 감소된 인지질 함량이 유의적으로 회복된 양상을 보였다. 인지질은 지단백의 구성 요소일 뿐만 아니라 지질 운반에 관여하므로 이의 합성 또는 공급의 장애가 있을 경우 지방간 등의 원인이 되는 것으로 알려져 있다(31,32).

혈청 aminotransferase의 활성 변화

혈청 aminotransferase와 LDH의 활성변동은 Table 8과 같다.

Table 6. Effect of plantaginis semen on serum HDL-cholesterol and free cholesterol contents in rats (mg/dl of serum)

Group	HDL-cholesterol	Free cholesterol
BD	66.07±2.79 ¹⁾	35.67±10.15
BP	66.79±3.85	32.31± 7.12
BL	43.34±1.48 ²⁾	62.67± 9.28 ³⁾
BLP	64.75±3.37 ⁴⁾	49.00± 7.04 ⁴⁾

¹⁾ Values are mean±S.D.
²⁾ Significantly different from BD
³⁾ Significantly different from BP
⁴⁾ Significantly different from BL

Table 7. Effect of plantaginis semen on liver cholesterol, triglyceride and phospholipid contents in rats (mg/g of tissue)

Group	Cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
BD	39.39±8.39 ¹⁾	120.33±7.30	166.10±10.11
BP	34.41±5.88 ²⁾	119.40±7.36	173.73± 5.22 ²⁾
BL	58.87±3.92 ³⁾	222.93±7.87 ⁴⁾	159.30± 4.19 ⁴⁾
BLP	42.22±2.13 ⁴⁾	126.58±6.58 ⁴⁾	162.50± 6.36 ⁴⁾

¹⁾ Values are mean±S.D.
²⁾ Significantly different from BD
³⁾ Significantly different from BP
⁴⁾ Significantly different from BL

Table 8. Effect of plantaginis semen on serum alanine and aspartate aminotransferase lactate dehydrogenase activities in rats

Group	Alanine aminotransferase (Katmen unit)	Aspartate aminotransferase (Katmen unit)	Lactate dehydrogenase (Wroblewski unit)
BD	18.21±0.82 ¹⁾	26.58±0.45	108.75±7.38
BP	17.46±1.01	24.46±0.89	104.88±9.51
BL	22.40±1.08 ²⁾	31.00±4.13 ³⁾	128.75±7.09 ³⁾
BLP	18.70±1.77 ⁴⁾	26.64±0.48 ⁴⁾	110.75±3.96 ⁴⁾

¹⁾ Values are mean±S.D.
²⁾ Significantly different from BD, ³⁾ Significantly different from BP, ⁴⁾ Significantly different from BL

혈청 중의 AST와 ALT 활성은 대조군에 비하여 BL군에서는 유의적으로 증가하였으나 BP군은 오히려 감소하였으며, BLP군은 BL군에 비하여 감소되었는데 거의 대조군 수준으로 낮아졌다. 이는 고지방식이 ALT 활성을 증가시킨다는 Ryu 등(33)의 보고와도 일치한다. 간손상의 지표가 되는 AST, ALT의 증가는 고지방식으로 인한 지방간 등 실질 세포장애로 방출이 항진되어 나타난 것으로 생각되며, 이는 Takahash 등(34)에 의하면 AST 활성은 필수지방산이 결핍될 경우 높아지는 반면 n-3계 다불포화지방산을 많이 섭취할 경우 낮았다는 보고로서 뒷받침된다. 본 실험에서 고지방식을 섭취하므로써 AST, ALT 활성이 증가됨을 뒷받침해 주고 있다.

혈청 LDH의 경우 역시 aminotransferase와 마찬가지로 BL군에서는 다소 상승하고, BP군에서는 감소하였으며 BLP군은 BL군에 비하여 유의적으로 낮아졌다. LDH 활성이 증가된 것은 고지방식으로 인한 고지혈증 발생에서 기인한 것으로 사료되는데, 이는 lard 투여에 의한 lipidemia 발생과 간의 지질축적으로 인한 담즙색에 기인(35,36)되어 혈청 LDH가 증가한 것으로 생각되어진다. 차전자수침액 투여에 의해 혈청 LDH의 활성이 감소되어졌으므로 이러한 본 실험의 결과는 실험식이 공급으로 인해 고지혈증이 유발되었고, 차전자 성분에 의해 이것이 상당히 억제된 것으로 사료된다.

요 약

차전자 성분이 지질대사에 미치는 영향을 알아보기 위해서 흰쥐에 lard를 다량 첨가한 식이를 급여한 후 차전자수침액을 투여하여 성장시킨 후 체중, 장기 중량 및 지질 함량을 측정하였다. 고지방식이군과 차전자수침액 투여군의 체중은 별 차이가 없었으나 이를 병행 투여할 경우 대조군에 비하여 유의적인 증가를 보였으며, 식이효율은 고지방식을 급여한 BL과 BLP군이 대조군인 BD군에 비하여 유의적 증가를 나타내었다. 각 장기의 중량은 식이 차이에 따른 유의적 변동을 나타내지 않았다. 혈청과 간조직 중의 콜레스테롤 함량은 고지방식이 급여시 대조군에 비하여 유의적인 증가를 보였으며, 차전자수침액을 병행 투여할 경우 유의적인 감소를 나타내었다. 인지질과 HDL-콜레스테롤은 고지방식이 급여시 감소되었으나 차전자수침액 투여에 의해 효과적인 회복이 있었다. 간손상 지표효소인 혈청 중의 AST, ALT 및 LDH 활성은 고지방식을 급여할 경우 현저한 증가가 나타났으나 차전자수침액 병행 투여시 유

의적인 감소를 나타내었다. 이러한 결과로 보아 차전자수침액의 함유 성분이 간기능을 증가시키며 지질대사에 영향을 미치므로써, 차전자가 고지혈증 및 간손상을 예방 또는 치료할 수 있을 것으로 사료된다.

문 헌

1. Flick, P. K., Chen, J. and Vagelos, P. R. : Effect of dietary linolate on synthesis and degradation of fatty acid synthetase from rat liver. *J. Biol. Chem.*, **242**, 4242 (1972)
2. Kobatake, Y., Hirahara, F., Innami, S. and Nishide, E. : Dietary effect of ω -3 type polyunsaturated fatty acids on serum and liver levels in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, **29**, 11 (1983)
3. Harris, W. S., Conner, W. E. and McMurray, M. P. : A comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fat, salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism*, **32**, 179 (1983)
4. 신길구 : 심씨분초학각론. 수문사, 서울, p.347 (1973)
5. 임기홍 : 약용식물학각론. 동명사, 서울, p.267 (1961)
6. 이선우, 이용규 : 생약학. 동명사, 서울 (1971)
7. 김안근 : 질경이의 성분에 관한 연구 보고. 보건장학회지 (1979)
8. Yang, K. H., Kwon, T. J., Choo, S. Y., Yun, H. S. and Chang, I. M. : Protective effect of *Aucuba japonica* against CCl₄-induced liver damage in rats. *Drug and Chem. Toxicol.*, **6**, 429 (1983)
9. Chang, I. M., Ryu, J. C., Yun, H. S. and Yang, K. W. : Protective activities of aucubin against CCl₄-induced liver damage in mice. *Drug and Chem. Toxicol.*, **6**, 443 (1983)
10. Chang, I. M., Yun, H. S., Kim, Y. S. and Ahn, J. W. : Aucubin potential antidote for α -amanitin poisoning. *J. Tox. Clin. Tox.*, **22**, 77 (1984)
11. Chang, I. M., Yun, H. S. and Kim, Y. S. : Pharmacology and toxicology of aucubin. *Yakhak Hoeji*, **28**, 35 (1984)
12. Arlett, T., Yves, R. and Janine, G. : Aucubin, a source of prostanoid synthons. *Heterocyclas*, **19**, 253 (1982)
13. Carlo, B. and Fabio, D. : Assignment of correct structure to two tetra-hydrodideoxy aucubins. *J. Org. Chem.*, **47**, 1343 (1982)
14. 서영원 : 수종생약이 마우스의 약물성 간장애에 미치는 영향. 원광대학교 약학과대학원 학위논문 (1990)
15. 고석태, 임동운 : 차전자 메탄올 엑기스의 혈압강화 작용에 관한 연구. 약학회지, **22**, 163 (1978)
16. American Institute of Nutrition : Ad Hoc committee on standards for nutritional studies. *J. Nutr.*, **107**, 1340 (1977)
17. Richmond, W. : Use of cholesterol oxidase for assay of total and free cholesterol in serum by continuous flow analysis. *Clin. Chem.*, **22**, 1579 (1976)
18. Bucolo, G. and David, H. : Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin. Chem.*, **19**, 456 (1973)
19. Folch, J., Mee, L. and Stanley, G. S. H. : A simple methods for the isolation and purification of total lipid

- from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957)
20. 이선행 : 식이내 지방의 함량과 섬유소의 첨가가 흰쥐의 체내지방대사에 미치는 영향. 고려대학교 석사학위논문 (1980)
 21. 정호영 : 고지방식으로 식이공급을 달리했을 때 나아가 다른 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향. 이화여대 석사학위논문 (1984)
 22. Troy, J., Myung, S. C. and Eunsook, T. K. : Effect of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard. *J. Nutr.*, **112**, 241 (1982)
 23. Sinclair, A. J. and Collins, F. D. : Fatty livers in rats deficient in essential fatty acids. *Biochem. Biophys. Acta*, **152**, 198 (1968)
 24. Carnatzer, W. E. and Waser, A. H. : Biosynthesis of liver phospholipids during the development of a fatty liver. *Proc. Soc. Biol. Med.*, **116**, 893 (1964)
 25. 이순택, 김태환, 조준승 : 식이내의 지방함량과 투여기간이 혈청지질성분 및 지단백 분획에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **14**, 34 (1981)
 26. 임현숙, 김강화 : 식이내 지방의 종류와 수준이 혈장 및 조직내 cholesterol에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **17**, 85 (1984)
 27. 홍양자, 신현희 : 식이내 지방이 흰쥐의 체내 대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **12**, 45 (1979)
 28. Kritchevsky, D. and Story, J. A. : Binding of bile salt *in vitro* by non-nutritive fiber. *J. Nutr.*, **104**, 1292 (1974)
 29. Story, J. A. and Kritchevsky, D. : Comparison of the binding of various bile acids and bile salts *in vitro* by several types of fiber. *J. Nutr.*, **106**, 1292 (1976)
 30. Eastwood, M. A. and Pocock, S. : A methods to measure the absorption of bile salts to vegetable fiber of differing water holding capacity. *J. Nutr.*, **106**, 1429 (1976)
 31. Narayan, N. A. and McMullen, J. J. : The interactive effect of dietary glycerol and corn oil rat liver lipid, serum lipid and serum lipoproteins. *J. Nutr.*, **109**, 1836 (1979)
 32. Wakedield, T. and Calhoun, W. K. : Influence of dietary glycerol on the serum lipoprotein of rats fed a fat-free diet. *J. Nutr.*, **107**, 2153 (1977)
 33. Ryu, K. H., Kim, D. H., Woo, H. J. and Kim, B. Y. : Experimental study on the effect of saenggangtang on hyperlipidemia : *K. H. University. O. Med. J.*, **12**, 263 (1989)
 34. Takahashi, R., Manku, M. S. and Horrobin, D. F. : Impaired platelet aggregation and thromboxane generation in EFA deficient rats. *J. Nutr.*, **117**, 1520 (1987)
 35. Plaa, G. L. and Witschi, H. P. : Chemicals, drugs and lipid peroxidation. *Am. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, **16**, 125 (1976)
 36. Trappel, A. L. : Lipid peroxidation damage to cell component. *Fed. Proc.*, **32**, 870 (1973)

(1995년 3월 9일 접수)