

도라지의 급이가 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 간기능 및 간조직의 지질조성에 미치는 영향

김희숙 · 김군자* · 김한수**

진주전문대학 식품영양과, *밀양산업대학교 식품과학과, **밀양산업대학교 생물공학과

Effect of the Feeding *Platycodon grandiflorum* on Lipid Components of Liver and Liver Function in Hypercholesterolemia Rats

Hee-Suk Kim, Goon-Ja Kim* and Han-Soo Kim**

Dept. of Food and Nutrition, Chin-ju Junior College, Jinju 660-759, Korea

*Dept. of Food Science, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

**Dept. of Biotechnology, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

Abstract

The object of this study was to investigate the effects of the feeding mixed with powders and extracts of *Platycodon grandiflorum* (4 or 22 years) on the lipid metabolism of liver in rats. After cholesterol-fed rats of Sprague-Dawley strain were fed 5% level of frozen powder, fiber, saponin and ethanol extract for 3 weeks, the activity of enzymes related to liver function, liver tissue and lipid components of liver were examined. The activity of enzymes was significantly lower in the *P. grandiflorum* powder diet group than in control. The concentration of total cholesterol in liver was rather lower in powder and fiber diet group of each *P. grandiflorum* than in the other experimental groups, and triglyceride concentration was rather lower in all experimental groups than in the control group, while phospholipid was not significant. On observing through electromicroscope of liver tissue, there was showed to increase fat droplet in control group, but decrease fat droplet in all experimental groups, and glycogen was found to accumulate in rats fed twenty-two years *P. grandiflorum*.

Key words : *Platycodon grandiflorum*., AST, ALT, LDH, cholesterol.

서 론

급속한 경제성장에 따른 식생활의 서구화와 더불어 식생활 패턴의 변화로 식물성 식품섭취량은 점차 감소하고 있고 포화지방산이나 콜레스테롤을 많이 함유하고 있는 동물성 식품 섭취가 증가되고 있으며¹⁾, 이와 더불어 동맥경화성 또는 고혈압성 심장 및 뇌혈관 질환이 제1 사망원인으로²⁾ 대두되어 이를 예방 관리하기 위한 영양의 중요성이 강조되고 있다. 이러한 만성 퇴행성 질환들의 발병이 식이섭취의 섭취에 의해 예방될 수 있다고 알려지면서³⁻⁵⁾ 서구사회에서는 건강유지와 질병예방에 있어서 식이섭취의 역할에 대한

많은 실험적, 역학적 연구들이 이루어져 왔고, 최근 식이섭취가 대장암⁶⁾, 고지혈증^{7,8)}, 당뇨^{9,10,11)}, 변비, 게실증 등의 장질환^{12,13)}과 같은 질병에 예방 및 치료적 효과가 있다는 연구 결과가 발표되고 있다.

우리 나라에서도 식이섭취질이 포함된 식품 자체를 실험재료로 사용한 식이섭취에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는데 식용으로 사용하면서 한방약재인 도라지는 특히 triterpenoid계 saponin과 당질 및 섬유질을 함유하고 있으며 한방에서는 거담, 배농, 진해약, 편도선염 등에 사용되었고^{14,15)} 또한 이¹⁶⁾가 도라지의 주요 약리성분인 platycodin을 마우스와 흰쥐에 투여하여 여러 약리효과를 검증한 결과, 중추신

경 억제작용(진정, 진통, 해열효과), 급만성 염증에 대한 강력한 항염증 작용, 항궤양 치료 및 위액 분비 억제작용, 항choline성 작용, 용혈작용, 아나필락시스 성 속 및 장관추진의 억제작용이 확인되어 도라지는 항궤양 및 혈압강하의 임상응용의 가능성을 제시한바 있다. Kubo 등¹⁷⁾은 도라지로부터 70% methanol 추출물, crude platycodi saponin획분을 마우스에 투여했을 때 식균작용을 촉진한다고 하였으며 도라지의 inulin성분은 마우스의 복수암에 대해 강력한 항암활성을 나타냄을 확인하였다¹⁸⁾.

한편, 도라지의 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 지질개선 효과에 관한 연구로서는 도라지분말을 급이하여 간의 중성지방 저하효과가 있다¹⁹⁾는 실험정도에 불과한데, 도라지의 여러 가지 약리효과를 볼 때 심장순환기계 질환의 예방 및 치료에 유용할 것으로 기대되며 지금까지 사용되어온 3~4년근의 도라지 보다 다년근 도라지의 약리효과가 더 우수할 것으로 예상되므로 이에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다. 따라서, 본 연구는 4년근 도라지와 22년근 도라지의 급이가 간기능 및 간조직의 지질조성에는 영향을 조사하기 위해 흰쥐에 고콜레스테롤혈증을 유발시켜 도라지 분말 5%를 각각 급이하고 도라지 분말 5%에 해당하는 식물섬유, saponin, 에탄올 추출물을 각각 급이하여 고콜레스테롤 혈증 흰쥐의 혈청 및 간장의 지질개선 효과를 영양학적 측면에서 구명하고자 실험을 행하였다.

재료 및 방법

1. 시료 및 식이조성

본 실험에서 사용한 재료는 진양군 명석면에서 재배한 도라지 4년근과 22년근을 구입하여 세척 및 탈피한 후 동결건조하여 50mesh 분말상태로 사용하였다.

기초식이 및 실험식이의 조성의 Table 1, 2와 같으며 실험식이는 고콜레스테롤혈증을 유발하기 위하여 콜레스테롤 0.75%와 sodium cholate 0.25%를 첨가하여 조제하였다.

2. 실험동물의 사육

평균 체중이 60±5g의 4주령된 Sprague-Dawley 계 숫 흰쥐를 20% 카제인을 함유한 식이로 2주간 예비사육하여 적응시킨 후 난괴법(randomized complete block design)에 의해서 6마리씩 9군으로 나누어 사육상자에 한 마리씩 넣어 3주간 실험사육하였

Table 1. Composition of basal diet

Ingredient	Concentration(%)
Sucrose	50.0
Casein	20.0
Corn starch	10.0
Cellulose powder	5.0
Mineral mixture**	3.5
Vitamin mixture**	1.0
DL-methionine	0.3
Choline bitartate	0.2
Lipid*	10.0

* 5% Lard +5% Corn oil

** AIN-76TM

다. 사육기간 중 식이와 물은 자유로이 섭취시켰으며 사육실의 온도는 20±2℃, 습도는 50±10%로 유지시켰고 명암은 12시간 (07:00~19:00) 주기로 조명하였다.

3. 실험동물의 처리

체중은 실험사육 기간 중 격일로 오전중에 측정하고 식이섭취량은 매일 식이잔량을 측정하여 산출하였다. 실험사육 3주간의 최종일에는 7시간 절식시킨 후 에테르로써 마취시켜 심장채혈법으로 채혈하였고, 혈액은 약 1시간 정도 빙수 중에 방치한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 간장은 무게를 측정한 후 생리 식염수로써 문맥을 통해 관류, 탈혈한 다음 여과지로써 물기를 제거하여 -40℃의 냉동고에 보관하면서 분석에 사용하였다.

4. 도라지 성분 추출

도라지를 세척 및 탈피한 후 세절하여 동결건조한 다음 Prosky-AOAC법²⁰⁾에 따라 식이섬유를 추출하였고, crude protein은 Shibata 등^{21,22)} 방법으로, 에탄올 추출물은 24시간 에탄올로 추출한 액을 감압 농축하여 사용하였다.

5. 효소 활성 측정

Aminotransferase 활성은 혈청 transaminase 측정용 Kit 시약 (Boehringer Mannheim 사)을 사용하여 asparate aminotransferase 및 alanine aminotransferase 활성을 측정하고 단위는 혈청 1m 당 Karmen unit²³⁾로 환산하여 표시하였고 lactate dehydrogenase 활성은 Kit 시약(Boehringer Mannheim사) 사용하여 측정해 Wröblewski unit²⁴⁾로 환산하여 표시하였다.

Table 2. Composition of experimental diets

(%)

Ingredient\group	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Corn starch	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Mineral mixture	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	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	0.2	0.2	0.2
Cholesterol	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Sodium cholate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Lipid*	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Sucrose	49.0	49.0	49.0	48.85	48.42	49.0	49.0	48.83	48.4
Cellulose powder	5.0	—	2.5	5.0	5.0	—	2.4	5.0	5.0
** Platycodon grandiflorum(four years)									
Powder	—	5.0	—	—	—	—	—	—	—
Fiber	—	—	2.5	—	—	—	—	—	—
Saponin	—	—	—	0.15	—	—	—	—	—
Ethanol extract	—	—	—	—	0.58	—	—	—	—
**Platycodon grandiflorum(twenty-two years)									
Powder	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—
Fiber	—	—	—	—	—	—	2.6	—	—
Saponin	—	—	—	—	—	—	—	0.17	—
Ethanol extract	—	—	—	—	—	—	—	—	0.60

* 5% Lard + 5% Corn oil

6. 간장의 지질성분 분석

간장의 지질성분은 일정량의 조직을 (chloroform : methanol = 2 : 1)혼액을 가하여 마쇄 균질하여 No. 7 여과지로 여과하고 정용한 다음 일정량을 취하여 건조시킨 후 Kit시약으로 측정하였다.

7. 간장조직의 전자 현미경 관찰

실험동물을 에테르로 마취시킨 후 복부 및 흉부 정중선을 따라 절개하고 간장을 적출한 즉시 2.5% glutaraldehyde용액(0.1M 인산 완충액, pH 7.4, 4℃)에 담구어 간장조직을 1 mm³ 크기로 잘라 채취하였다. 조직편은 2시간 동안 2.5% glutaraldehyde 용액에 전 고정한 후 1% osmium tetroxide용액(0.1M인산 완충액, pH 7.4, 실온)으로 2시간 동안 후 고정하였다.

고정된 조직은 에탄올 용액으로 탈수한 후 propylene oxide로 치환하여 Luft방법²⁵⁾에 의한 epon혼합물에 포매하였다. 포매된 조직들은 0.45μm 두께로 박절하여 alkaline toluidine blue로 단염색하여 관찰부위를 결정한 다음 diatome knife를 이용 ultramicrotome(Reichert-jung)으로 두께 70nm으로 초박절한 후 uranyl acetate 및 lead citrate로 이중 전자염색을 한 후 전자현미경(Hitachi-600)으로 가

속 전압 75KV에서 관찰하였다. 실험결과는 mean ± S.E로 표시하였으며 실험군 간의 통계적 유의성 검정은 P<0.05수준에서 Duncan's multiple test를 통하여 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 혈청 중의 효소활성

혈청 중의 aspartate aminotransferase(AST) 및 alanine aminotransferase(ALT)활성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. AST활성은 대조군(118.4 Karmen unit/ml)에 비해 전 실험군이 유의적으로 낮았으며 4년근 saponin 급이군(4군), 22년근 saponin 급이군(8군)에서 가장 낮게 나타났다. 한편 ALT활성은 대조군(57.9 Karmen unit/ml)에 비해 전 실험군(34.3~44.6 Karmen unit/ml)이 유의적으로 감소하였고 AST활성과 비슷한 경향으로 나타났다. 간장장애의 지표가 되는 AST와 ALT활성의 증가는 고지방식이나 알콜의 과다섭취로 인한 지방대사의 저해로 간실질세포의 장애가 발생하여 혈중으로의 방출이 항진되어 나타나는 것으로, 박 등²⁶⁾은 식이섬유의 첨가군에서 AST, ALT활성이 저해된다고 하였으며 Nomura 등²⁷⁾도 수용성 식물섬유가

Table 3. The activities of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase and lactate dehydrogenase in serum of rats fed the experimental diet for 3 weeks (mg/g)

Group	AST (Karmen unit /ml)	ALT	LDH (Wröblewski unit /ml)
1	118.4±8.0 ^b	57.9±8.8 ^b	1,361.5±96.6 ^d
2	94.5±3.1 ^a	39.1±2.1 ^a	809.1±36.6 ^c
3	90.5±2.1 ^a	38.3±1.9 ^a	390.3±45.8 ^a
4	83.8±4.6 ^a	35.3±1.1 ^a	328.7±25.1 ^a
5	88.0±1.7 ^a	41.6±2.2 ^a	452.5±26.7 ^{ab}
6	91.0±1.3 ^a	39.3±0.5 ^a	481.6±63.5 ^{ab}
7	85.8±2.0 ^a	39.6±2.6 ^a	248.5±10.1 ^a
8	86.0±3.4 ^a	34.3±0.4 ^a	288.0±0.6 ^a
9	93.2±2.6 ^a	44.6±3.6 ^a	691.2±30.3 ^{abc}

* Mean ± S.E.(n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (P<0.05).

혈중의 AST와 ALT활성을 감소시킨다는 보고를 한 바 있는데, 본 실험결과에서는 식물섬유, saponin급이군에서 유의하게 활성저하 효과가 나타났으며, 식물섬유 급이군보다 saponin급이군에서 더욱 활성저하 효과를 내었음을 알 수 있었다. 도라지 급이군이 대조군에 비해 전반적으로 활성이 낮은 것으로 보아 시료중의 saponin, 식물섬유가 지질대사 개선효과가 있는 것으로 보였다. 혈청중에 lacatate dehydrogenase(LDH)활성은 대조군 1,361.5, Wröblewski unit /ml에 비해 전 실험군에서 유의적으로 낮게 나타났는데, 특히 4년근 식물섬유 급이군, 4년근 saponin 급이군, 22년근 식물섬유 급이군 및 22년근 saponin 급이군에서 각각 390.3, 328.7, 248.5, 288.0 Wroblewskiunit /ml 등으로 낮은 값을 보였다. 일반적으로 LDH활성은 고중성지방혈증의 발생과 간장에 지방이 축적되므로써 일어나는 담즙분비 장애에 의해 상승되는데, 22년근 도라지의 식물섬유와 saponin은 이들 증세의 발생을 크게 억제하는 것으로 나타났다. 특히 대조군에서 볼 수 있는 바와 같이 혈청 ALT와 LDH의 활성이 모두 높은 경우는 임상적으로 급성 심근경색과 간장, 신장에 급성 염증이 발생하였을 때이며 심근경색과 간담도질환이 있을 때 효소활성이 증가되는 것으로 알려져 있다²⁸⁾. 간기능과 관련된 혈청내의 효소들에 대한 결과들을 볼 때 연근별에 의한 차이는 미미하며 식물섬유와 saponin 급이군이 간상해가 적은 것으로 나타나는데 이는 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 혈청 및 간의 지질대사를 개선시키고 지방간으로 인한 간세포의 장애를 지연시켜 혈

청 LDL농도 저하에도 효과적임을 시사한다.

2. 간장 중의 지질 성분

간장 중 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질의 함량은 Table 4와 같다. 총콜레스테롤 함량은 대조군에 비해 전실험군에서 낮았으며, 특히 22년근 도라지 분말 급이군이 유의하게 낮았다. 중성지질 함량은 전 실험군이 대조군에 비해 다소 낮게 나타났으나 각 실험군간에는 유의적인 차이가 없었다. 그리고 인지질의 함량도 22년근 에탄올 추출물을 제외한 전 실험군이 대조군에 비하여 낮은 값을 나타내었다. 섬유소의 종류에 따라 간장 지질에 미치는 영향이 다르며 pectin등 수용성 식물섬유를 섭취시켰을 때는 간의 콜레스테롤 함량은 저하되고, cellulose 군에 비해 oat bran의 섭취는 간장내 콜레스테롤 농도가 유의하게 높은 것으로 보고되었는데^{29,30)} 즉 Thomas 등³¹⁾은 blackgram에서 추출한 식이섬유를 급이한 쥐의 간조직에서 콜레스테롤 함량이 감소된 것은 간장에서 콜레스테롤이 담즙산으로의 전환 속도가 높아졌기 때문이라고 하였고, 식이 섬유소 섭취후 장관 미생물의 작용으로 콜레스테롤 합성 저해 물질을 생성하므로써³²⁾, 또는 insulin과 glucagon 등에 영향을 주어 간과 말초조직의 지질대사에 변화를 줄 수 있다고 한다³³⁾ 본 실험 결과에서는 4년근과 22년근 도라지 분말 및 식물섬유 급이군에서 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 함량이 비교적 낮게 나타났고 혈청 AST, ALT 및 LDH에서 대조군에 비해 전 실험군이 유의적으로 감소함으로써 간의 손상을 지연시키는 효과가 있는 것으로 추정된다.

3. 간장세포의 전자현미경 관찰

Table 4. Contents of total cholesterol, triglyceride and phospholipid in liver of rats fed the experimental diets for 3 weeks (mg/g)

Group	Total cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
1	14.8±0.3 ^b	47.0±6.1 ^d	37.2±4.7 ^a
2	10.8±3.5 ^{ab}	31.1±2.7 ^{abc}	28.4±2.7 ^a
3	11.1±3.0 ^{ab}	32.5±5.2 ^{abc}	30.0±4.2 ^a
4	13.3±1.3 ^{ab}	31.3±6.2 ^{abc}	32.0±4.4 ^a
5	13.7±2.0 ^{ab}	34.8±2.5 ^{bcd}	33.3±2.7 ^a
6	10.3±3.0 ^a	32.7±2.6 ^{abc}	32.5±1.9 ^a
7	12.7±3.0 ^{ab}	32.2±2.8 ^{abc}	28.3±2.8 ^a
8	13.5±3.4 ^{ab}	32.9±3.1 ^{abc}	29.2±3.7 ^a
9	13.1±4.4 ^{ab}	34.2±4.5 ^{bcd}	37.8±5.4 ^a

* Mean ± S.E.(n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (P<0.05).

식이군들을 달리하여 3주로 사육한 흰쥐의 간세포 변화를 전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 고콜레스테롤혈증을 유발시킨 대조군에 있어서 지방구 모양의 크기가 불규칙하게 많이 증가되었고, 미토콘드리아의 수가 대체로 적었으며, 세포 모양이 변형되어 세포와 세포사이의 경계구분이 어렵게 나타났으나, 4년근 도라지 분말, 식물섬유 및 saponin 급이군은 지방구의 모양의 크기가 적게 나타났다. 또한 22년근 도라지 분말, 식물섬유, saponin 및 에탄올 추출물 급이군에서도 지방구의 모양의 크기가 적어지고 미토콘드리아가 대체로 발달하였으며, 글리코겐의 축적량이 증가됨을 볼 수 있었다. 이상의 결과에서 혈청중 효소활성과 간장의 총콜레스테롤, 중성지질, 인지질 및 간장조직세포 등으로 미루어 보아 4년근과 22년근 도라지의 분말, 식물섬유 및 22년근 도라지 saponin 급이군에 있어서 지질개선효과가 높게 나타났으며, 간장조직에서도 도라지의 급이가 유의한 영향을 미친 것으로 판단된다.

요 약

도라지의 급이가 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 간기능

과 지질대사에 미치는 영향 구명하기 위하여 SD계 숫흰쥐에게 동결건조한 도라지 분말 5%와 도라지 분말 5%에 해당하는 식물섬유, saponin, 에탄올추출물을 각각 급이하여 3주간 실험 사육한 후 혈청효소 및 간장의 지질성분 분석, 간세포의 형태를 검토하였다.

혈청중 AST, ALT효소활성은 대조군에 비해 전 실험군이 유의적으로 감소하였고 그중 saponin 급이군이 가장 낮았고 그 다음이 식물섬유군이였다. LDH효소 활성도 전 실험군에서 유의적으로 낮게 나타났다. 22년근 도라지의 식물섬유군과 saponin군이 낮은 값을 보였다. 간장 중의 총 콜레스테롤 함량은 4년근과 22년근 도라지 분말 및 식물섬유 급이군이 비교적 낮았으며, 중성지질 함량은 대조군에 비해 전 실험군에서 낮았으나, 각 실험군간의 차이는 크지 않았고, 인지질 함량은 전 실험군에 있어 비슷한 수준이었다. 간장 조직세포의 전자현미경 관찰 결과, 대조군은 지방구가 증가되어 있는 반면 도라지 급이군에서는 감소되었으며, 22년근 도라지 급이군은 간장 글리코겐 축적량이 증가되어 있었다.

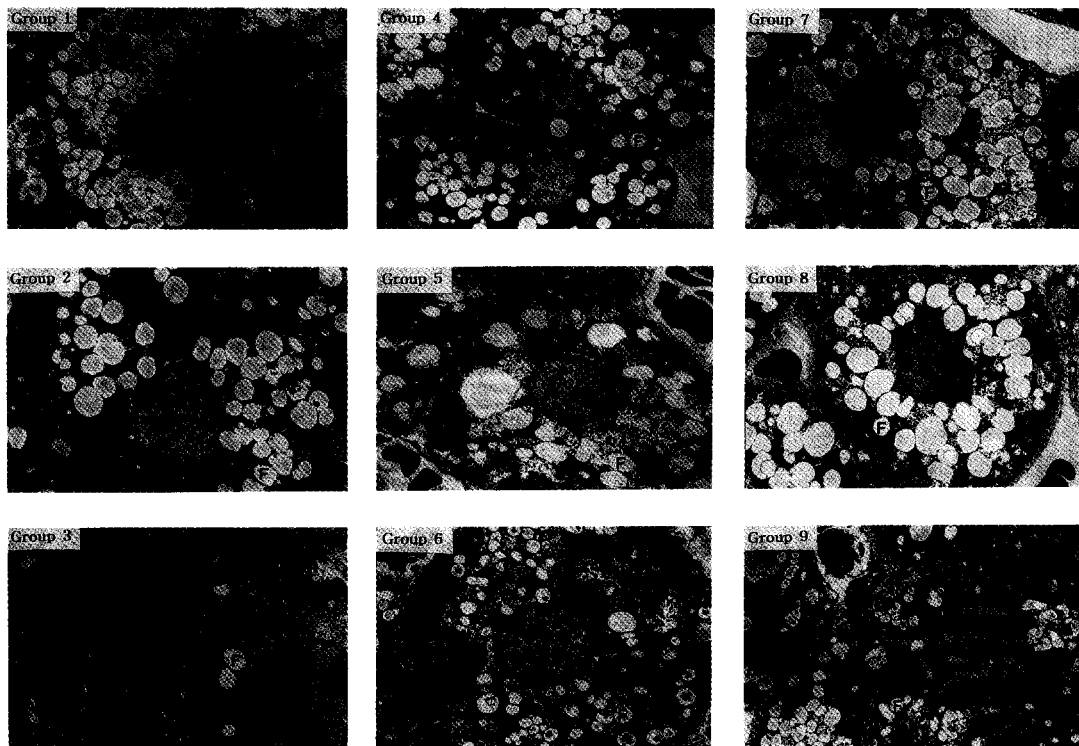


Fig. 1. Liver cell. $\times 2,500$. N: Nucleus, F: Fat droplet, G: Glycogen.

참고문헌

1. 보건사회부: '92 국민영양조사 결과 보고서, (1994).
2. 대한통계협회: 사망원인 통계연보, (1993).
3. Burkitt, D. P., Walker, A. R. P. and Painter, N. S. : Dietary fiber and tissue, *J. Am. Med. Assoc.*, **229**, 1068~1074 (1974).
4. Trowell, H. : Ischemic heart disease and dietary fiber, *Am. J. Clin. Nutr.*, **25**, 926~932 (1972).
5. Trowell, H. : Dietary fiber, ischemic heart disease and diabetes mellitus., *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 151~157 (1973).
6. Greenwald, P., Lanza, E. and Eddy, G. A. : Dietary fiber in the reduction of colon cancer risk, *J. Am. Diet. Assoc.*, **87**, 1178~1188 (1987).
7. Anderson, J. W. and Gustafson, N. J. : Hypocholesterolemic effects of bean products, *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 748~753 (1988).
8. Kestin, M., Moss, R., Clifton, P. M. and Nestel, P. J. : Comparative effects of three cereal brans on plasma lipids, blood pressure, and glucose metabolism in mildly hypercholesterolemic men, *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**(4), 661~666 (1990).
9. Anderson, J. W., Gustafson, N. J., Bryant, C. A. and Clark, J. T. : Dietary fiber and diabetes: A comprehensive review and practical application, *J. Am. Diet. Assoc.*, **87**, 1189~1197 (1987).
10. Blackburn, N. A., Redfern, J. C. and Jarjis, H. : The mechanism of action of guar gum in improving glucosetolerance in man, *Clin. Sci.*, **66**, 329~336 (1984).
11. Hagander, B., Asp, N. G., Efendic, S., Nilsson-Ehle, P. and Schersten, B. : Dietary fiber decreases fasting blood glucose levels and plasma LDL concentration in noninsulin-dependent diabetes mellitus patients, *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 852~858 (1988).
12. Jenkins, D. J. A., Jenkins, A. L., Wolever, T. M. S., Rao, A. V. and Thompson, L. U. : Fiber and starch foods: gut function, *Am. J. Gastroenterol.*, **81**, 920~930 (1986).
13. Jenkins, D. J. A., Peterson, R. D., Thorne, M. J. and Ferguson, P. W. : Wheat fiber and laxation:dose response and equilibration time, *Am. J. Gastroenterol.*, **82**, 1259~1263 (1987).
14. Akiba, Y. and Tastsuro, M. : Effect of dietary fibers on lipid metabolism in liver and adipose in chicks, *J. Nutr.*, **112**, 1577~1585 (1982).
15. Akiyama, T., Tanaka, O. and Shibata, S. : Chemical studies on the oriental plant drugs. xxx. Saponin of the roots of platycodon grandiflorum A. De Candolle. (1). Isolation of the saponin and the stereochemistry of polygalacic acid, *Chem. Pharm. Bull.*, **20**, 1945~1949 (1972).
16. 이은방. : 길경의 약리학적 연구, *생약학회지*, **5**, 49~60 (1984).
17. Kubo, M., Nagao, T., Matsuda, H. and Namba, K. : Immune pharmacological studies on platycodi radix I : Effect on the phagocytosis in the mouse, *Shoyagaku Zasshi.*, **40**, 367~374 (1986).
18. Nagao, T., Matsuda, H., Nambo, K. and Kubo, M. : Immune pharmacological studies on platycodi radix II : Antitumor activity of inulin from platycodi radix, *Shoyagaku Zasshi.*, **40**(4):375~380 (1986).
19. 노경희, 김을상 : 홍삼 및 도라지 분말의 흰쥐의 혈청 및 간지질에 미치는 영향, *한국영양식량학회지*, **13**(4), 413~420 (1984).
20. Prosky, L., Asp, N., Furda, J., Devries, J., Schweizer, T. and Harland, B. : Determination of total dietary fiber in foods and food products. Collaborative study, *J. Assoc. Off. Chem.*, **68**, 677~679 (1985).
21. Shibata, S., Ando, T. and Tanaka, D. : Chemical studies on oriental plant drugs, *Chem. Pharm. Bull.*, **141**(10), 115~116 (1996).
22. Shibata, S., Ando, T., Tanaka, D., Meguro, Y., Soma, K. and Ida, Y. : Saponin and saponin of Panax ginseng C. A. Meyer and some Panax sp, *J. Yakugaku.*, **85**(8), 753~755 (1965).
23. La. Due, J. S., Wröblewski, F. and Karmen, A. : Transaminase activity in human blood. *Science.*, **120**, 474 (1954).
24. Wröblewski, F. and La Due, J. S. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **90**, 210 (1955).
25. Luft, J. H. : Improvement on epoxyresin embedding method, *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, **9**, 409~414 (1961).
26. 박미리, 조수열 : 식이성 섬유소가 콜레스테롤 식이 흰쥐의 혈청 및 간장 지질에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **14**(3), 223~228 (1985).
27. Nomura, M., Nakajima, Y. and Ade, H. : Effects of long-term administration of indigestible dextrin as soluble dietary fiber on lipid and glucose metabolism, *일본영양식량학회지*, **45**(1), 21~25 (1992).
28. 김기홍 역편. : 검사성적의 임상적 활용, 고문사 (1980).
29. Arjmanch, B. H., Craig, J., Nathani, S. and Reeves, R. D. : Soluble dietary fiber and cholesterol influence in vivo hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats, *J. Nutr.*, **122**, 1559~1565 (1992).
30. Kritchevsky, D., Tepper, S. A., Goodman, G. T., Weber, M. M. and Klurfed, D. M. : Influence of oat and wheat bran on cholesterolemia in rats, *Nutr. Rep. Int.*, **29**, 1353~1359 (1983).
31. Thomas, M., Leelamma, S. and Kurup, P. A. : Effect of blackgram fiber(Phaseolus mungo) on hepatic hydroxymethylglutaryl CoA reductase ac-

- tivity, cholesterologenesis and cholesterol degradation in rats, *J. Nutr.*, 113, 1104~1108 (1983).
32. Illman, R. J., Topping, D. L., McIntosh, G. H., Trimble, R. P., Storer, G. B., Taylor, M. N. and Cheng, B. Q. : Hypocholesterolemic effects of dietary propionate: Studies in whole animals and perfused rat liver, *Ann. Nutr. Metab.*, 32, 97~107 (1988).
33. Anderson, J. W., Deakins, D. A. and Bridge, S. R. : Hypocholesterolemic effects and proposed mechanism: Dietary Fiber, Plenum press Inc, New York, 339~363 (1990).

(1998년 5월 14일 접수)