

길경과 길경 Saponin이 고지방식이 섭취 흰쥐의 간장조직에 미치는 영향

박무희 · 손규목* · 배만중

경산대학교 식품과학과, *창원전문대학 식품영양과

Effect of Platycodi radix and Platycodi radix Saponin on Liver Lipid in Rats on a Fed High Fat Diet

Mu-Hee Park, Gyu-Mok Son*, Man-Jong Bae

Dept. of Food Science, Kyungsan University, Kyungsan 714-240, Korea

Dept. of Food and Nutrition, Changwon Junior College, Changwon 641-210, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of the Platycodi radix powder (PRP) and Platycodi radix saponin (PRS) on the reduction of lipid status in rats fed on high fat diet for 6 weeks after which lipid contents were measured in liver. And also by carrying out the histological examination throughout light microscope to observe the effects of fat accumulation reduction. The results obtained from this study are as follows : In the levels of total lipid in liver, PRS Group significantly decreased compared with Control Group, but PRP Group was not significantly changed. The content of triglyceride was tended to be slightly decreased in the PRP and PRS groups compared to the control group, which was not significant. It was observed from photomicrographs of hepatic tissue in rats that the PRP and PRS groups inhibit the lipid accumulation induced by high fat diets.

Key words : platycodi radix powder, platycodi radix saponin, high fat diet, photomicrographs

서 론

1980년대 이후 한국인의 사망원인이 뇌혈관계 질환, 악성종양, 고혈압 및 심장질환 등으로 증가되고 있는 실정으로, 이러한 성인병의 발생은 고열량, 고지방식, 운동부족, 스트레스 등이 그 원인인 것으로 보고되고 있다¹⁻³⁾. 이러한 지질대사 이상으로 발생하는 성인병을 개선하기 위해서 제시된 작용 메카니즘으로는 콜레스테롤의 장내 흡수억제⁴⁾, 콜레스테롤의 배설 또는 분해 촉진⁵⁾ 및 간장에서 콜레스테롤의 체내 합성 억제⁶⁾ 등으로 설명되고 있다. 또한 혈청 콜레스테롤 농도 및 지방대사에 영향을 미치는 인자로는 식이 중 지방^{7, 8)}, 포화지방산과 불포화 지방산^{9, 10)}, 섬유소¹¹⁾ 등이 보고되고 있으며, 이와 함께 혈청 콜레스테롤을 저하시키

는 작용을 갖는 것으로는 식물섬유¹²⁾, 어류¹³⁾, 화분류¹⁴⁾, 영지¹⁵⁾, 인삼¹⁶⁾ 및 saponin류¹⁷⁾ 등이 알려지고 있다.

본 실험에 사용된 길경(Platycodi radix)은, 초롱꽃과(Companulaceae)에 속하는 다년초¹⁸⁾인, 도라지(Platycodon grandiflorum A. DE. Candolle) 뿌리 부분으로서, 대한약전¹⁹⁾에서는 도라지 뿌리 부분을 물로 씻어서 가는 뿌리를 제거하고 그대로 또는 코르크피를 제거하여 말린 것을 길경이라고 규정하고 있다.

길경에 관한 연구는 辻本²⁰⁾이 saponin의 배당체인 Platycodigenin을 분리한 이래, Kubota 등²¹⁾에 의하여 platycodigenic acid A, B, C의 구조가 확인되었으며, Tada 등²²⁾은 길경 saponin에 관한 연구에서 platycodin D를 분리하여 그 구조를 규명하였는데 이들은 모두 triterpenoid계 saponin으로 밝혀졌으며, Miyoko 등²³⁾은 α -spinasterol, α -spinasteryl β -D-

glucoside, betulin 등을 분리해 내었다. 또한 황²⁴⁾은 길경의 지방산 조성, 아미노산 등을 분석한 결과 불포화 지방산과 필수아미노산의 함량이 높음을 확인할 수 있었다.

홍²⁵⁾은 길경 배합 한방 처방의 통계적 연구에서 길경이 주로 적용되는 분야는 간, 인후, 성음, 담음 등 호흡기계 질환 및 풍, 내상, 저장 등이라고 보고하였으며, Lee 및 Hirome^{26, 27)}에 의하면 조platycodon은 진정, 해열, 진통작용을 가지며, 급만성염증 환자에 있어서 항염증 작용이 있으며, 호흡순환기계 즉 거담작용 및 혈관확장 효과 등을 확인하였다.

따라서 본 연구에서는 6주간 고지방 식이를 섭취한 흰쥐에 있어서 길경과 길경 saponin이 지방축적 억제와 대사에 미치는 영향을 검토하고, 지방의 침착 억제를 관찰하고자 광학현미경에 의한 조직학적 검사를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에 사용된 길경(*Platycodi radix*)은 경북 점촌산 3년근 도라지(*Platycodon grandiflorum* A. DE. Candolle)를 대구 칠성시장에서 구입하여 세척한 후, 대한약전¹⁵⁾의 방법으로 정선하여 60~70°C 열풍 건조하고 마쇄하여 사용하였다. 길경의 일반성분 함량 측정은 AOAC법²⁸⁾에 의하여 수분 77.10%, 조단백질 0.97%, 조지방 0.32%, 조회분 0.39% 및 탄수화물 21.22%였다.

2. 실험동물 및 식이

실험동물은 Sprague-Dawley종의 수컷(250±10g)을 전보²⁹⁾에서와 같이 사육하였으며, 기본식이 및 실험식이 조성은 Table 1³⁰⁻³²⁾과 같으며, 실험식이군은 각 군마다 5마리씩 4군으로 다음과 같이 나누었다. 즉, 정상군(이하 NOR), 대조군(이하 CON), 고지방식이군(이하 HFD), HFD + *Platycodi radix powder*군(이하 PRP군) 및 HFD + *Platycodi radix saponin*군(이하 PRS)이며, 실험기간 동안 실험식이와 물은 제한없이 먹도록 하였다. 길경 powder는 식이에 2%를 첨가하였으며, 길경 saponin은 체중 kg당 50mg을

Table 1. The composition of experimental diets (%)

Ingredient	Group*			
	NOR	CON	PRP	PRS
Casein	20.00	20.00	20.00	20.00
Sucrose	10.00	10.00	10.00	10.00
Starch	57.65	37.15	35.15	37.15
Corn oil	5.00	—	—	—
Hydrogenated palm oil	—	15.00	15.00	15.00
Lard	—	10.00	10.00	10.00
Cellulose	2.50	2.50	2.50	2.50
Mineral mixture**	3.50	3.50	3.50	3.50
Vitamin mixture**	1.00	1.00	1.00	1.00
Choline chloride	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-methionine	0.15	0.15	0.15	0.15
Sodium taurocholate	—	0.50	0.50	0.50
PRP			2.00	
PRS				50mg/kg/day

* NOR : Normal, CON : Control, PRP : *Platycodi radix powder*

PRS : *Platycodi radix saponin*

** AIN-76TM

하루에 1회씩 6주에 걸쳐 경구 투여하였다.

3. 길경 saponin 추출

길경 saponin은 Ando 등³³⁾의 방법에 따라 전보²⁹⁾에서와 같이 추출 및 정제하였다.

4. 실험동물 처리 및 시료조제

실험기간 중 일주일에 1회 오전 11시경 체중을 측정하고 식이 섭취량은 매일 사료 잔량을 측정하므로 산출하여 중량을 표시하였다. 실험사육 6주간의 최종일에는 12시간 절식시킨 후 디에틸에테르로 마취시켜, 간장을 0.9% 생리 식염수로 문맥을 통해 관류 탈혈하여 여과지로 물기를 제거한 뒤 homogenate를 만들어 Folch 등³⁴⁾의 방법에 의해 지질을 추출하였다.

5. 생화학적 검사

간장의 총지질은 Frings와 Dunn³⁵⁾의 방법으로, 총 콜레스테롤은 Zak-Dickman³⁶⁾방법으로, 중성지질은 triglyceride 측정용 kit(ASAN) 시약으로 각각 분석하였다.

6. 조직학적 검사

조직학적 검사를 위해 개복 즉시 관류 탈혈시킨 간장을 적출하여 미상엽 일부 조직을 잘라 10% formalin 용액에 고정시킨 후 세척하여 10, 20, 30% sucrose 용액을 침투시키고 15 μ m로 frozen section 하여 Sudan Black B³⁷⁾로 염색한 후 광학현미경 하에서 400배 배율로 관찰하였다.

7. 유의성 검정

각 실험 결과에 대한 통계처리는 t-test에 의하였으며, 실험치의 표현은 Mean \pm S.E.로 하였고, p-value가 최대치 0.05 이하인 경우를 유의한 것으로 판정하였다.

결과 및 고찰

1. 식이 섭취량, 몸무게 및 간장 무게

각 군을 해당 식이로 6주간 사육한 후 실험 동물의 식이 섭취량, 몸무게 및 체중에 대한 간장 무게를 중량

Table 2. Food intake, body and liver weight of experimental groups for 6 weeks

Group	Food intake (g/day)	Body weight (g)	Liver/body wt. (%)
NOR	21.2 \pm 5.4	362.5 \pm 28.43	3.25 \pm 0.52
CON	23.5 \pm 5.8	481.5 \pm 55.46	3.56 \pm 0.39
PRP	18.7 \pm 2.9	457.0 \pm 34.02	3.76 \pm 0.20
PRS	16.3 \pm 2.8	361.3 \pm 14.34*	3.11 \pm 0.26

Values represent Mean \pm SE of five rats per groups

P-values was determined by t-test

Statistically different between CON and PRP(PRS)

*p<0.05

NOR, CON, PRP and PRS are the same as described in Table 1

백분율로 표시한 성적은 Table 2와 같다.

식이 섭취량에서는 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 체중 증가량에 있어서 대조군이 정상군보다 약 30% 증가된 비만임을 확인할 수 있었으며, 대조군에 비해 실험군인 PRS군이 유의성 있는 체중감소를 나타내었으나, PRP군에서는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다. 체중에 대한 간 중량비에서는 대조군과 실험군 간에 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다.

Oakenfull 등³⁸⁾은 Quillaja, European soapwort 에서 추출한 saponin이 담즙산과 혈장 지질에 미치는 영향에 관한 연구에서 각 군마다 몸무게와 간 무게를 비교한 결과 saponin과 콜레스테롤을 동시에 투여한 군이 낮은 수치를 나타내었다고 보고한 것과 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다. 이러한 원인으로 그들은 실험기간 동안 식이 섭취량이 감소한 원인도 있겠지만 이 같은 요인만으로 설명하기는 어렵다고 밝히고 있다.

2. 간장의 총지질 함량

간장에서의 총지질 함량에 대한 결과는 Fig. 1과 같다. 간장에서는 PRS군이 192.38 \pm 4.62 mg/dl로 대조군 252.0 \pm 1.51 mg/dl과 비교할 때 지방축적이 현저하게 억제되는 유의성(P<0.001) 있는 감소를 나타내었으나, PRP군은 258.24 \pm 4.13 mg/dl로 유

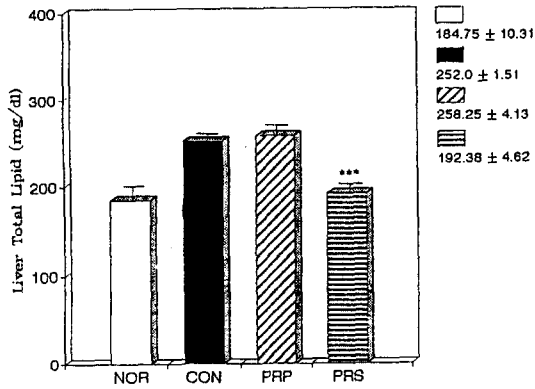


Fig. 1. Effect of Platycodi radix powder and Platycod radix saponin on liver total lipids in rats fed high fat diet for 6 weeks.

Values represent Mean ± SE of 5 rats per groups

P-values was determined by t-test

Statistically different between CON and PRP (PRS)

*** : p<0.001

NOR, CON, PRP and PRS are the same as described in Table 1

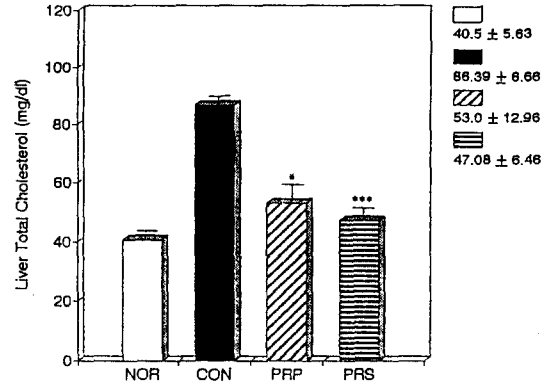


Fig. 2. Effect of Platycodi radix powder and Platycod radix saponin on liver total cholesterol in rats fed high fat diet for 6 weeks.

Values represent Mean ± SE of 5 rats per groups

P-values was determined by t-test

Statistically different between CON and PRP (PRS)

* : p<0.05, *** : p<0.001

NOR, CON, PRP and PRS are the same as described in Table 1

의 활발한 변화는 볼 수 없었다.

3. 간장의 총콜레스테롤 함량

6주간 고지방을 섭취한 흰쥐에 있어서 간장에서의 총콜레스테롤 함량은 Fig. 2와 같다. 간장에서의 총콜레스테롤은 PRP군 53.0 ± 12.96 mg/dl ($P < 0.05$) 과 PRS군 47.08 ± 6.46 mg/dl ($P < 0.01$)로 대조군 86.39 ± 6.66 mg/dl에 비해 간장에서의 콜레스테롤 축적이 억제되었고, PRS 투여군이 더욱 유의성 있는 억제 양상을 보였다. 정³⁹⁾에 의하면 10주간의 실험기간 동안 기본 사료에 콜레스테롤을 단독 투여한 대조군과 기본 사료에 콜레스테롤과 도라지(길경) 분말을 투여한 실험에서 도라지(길경) 분말이 첨가된 실험군이 간장에 있어서는 별 차이를 나타내지 않았다고 보고한 바 있으나, 이는 본 실험에서 PRP군과 길경에서 분리 정제한 saponin을 투여한 PRS군 모두에서 대조군보다 유의성 있는 감소 효과를 나타낸 본 실험과 비교할 때 다소 차이 있는 결과를 나타내었다. Sidhu와

Oakenfull 등⁴⁰⁾은 saponin이 콜레스테롤과 견고한 불용성의 복합 형태로 존재하여 소장에서 콜레스테롤 흡수를 방해하며, 간접적으로는 담즙산의 배설을 증가시켜 콜레스테롤을 제거하는 역할이 있는 것으로 보고한 바와 같이 길경 saponin에서의 콜레스테롤의 저하 작용은 소화관에서의 콜레스테롤 흡수 저하에 기인되는 것으로 사료된다.

4. 간장의 중성지질 함량

간장에서의 중성지방에 대한 결과는 Fig. 3에 나타난 것과 같다. 간장 중 중성지방 축적도 억제에 있어서는 실험군인 PRP군 228.82 ± 19.5 mg/dl, PRS군 217.66 ± 13.68 mg/dl에 비하여 대조군 255.25 ± 11.99 mg/dl로 PRP군과 PRS군에서 다소 개선되었으나, 유의성은 인정되지 않았다. 이러한 결과는 길경에는 다량의 식이성 cellulose와 saponin을 함유하고 있어 콜레스테롤의 장내흡수 또는 재흡수를 방지하기 때문인 것으로 사료된다.

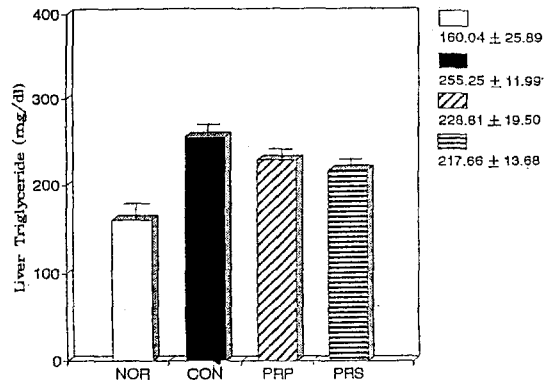


Fig. 3. Effect of Platycodi radix powder and Platycodi radix saponin on liver triglyceride in rats fed high fat diet for 6 weeks.

Values represent Mean \pm SE of 5 rats per groups
P-values was determined by t-test

Statistically different between CON and PRP (PRS)

NOR, CON, PRP and PRS are the same as described in Table 1

보고⁴¹⁻⁴³⁾에 의하면, *in vitro*에서 식물성 섬유소가 먼저 담즙산의 배설을 증가시키며 그 이후에 saponin이 결합하여 소장에서 견고한 복합형 micelles을 형성하게 되고, miceller의 담즙산 분자는 재흡수가 되지 않고 enterohepatic cycle로 전환되어 지방량을 감소시키는 역할이 있는 것으로 보고하였으나, Story 등⁴⁴⁾은 담즙산염과 결합하는 섬유소의 종류가 다양하고, 복잡하여 하나의 메카니즘 만으로 이러한 것을 설명하기는 어렵다고 보고하고 있다.

5. 간장의 조직학적 검사

간장 조직을 Sudan Black B로 염색한 후 광학현미경 400배 배율로 관찰한 결과는 Fig. 4와 같으며, 사진에 나타난 검은색의 작은 물방울은 지방입자이다. 고지방식을 섭취한 대조군은 정상군인 Fig. 4-A에 비해서 심한 지방침착이 유발되었음을 볼 수 있었으며, 실험군인 PRP군과 PRS 투여군 즉 Fig. 4-C 및 D는 사진에 나타나는 바와 같이 현저하게 지방침착이 억제됨을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 인삼, 도라지(길경), INH (isonicotinic acid hydrazid)가 가토의 지질대사에 미치는 영향에 관한 연구⁴⁵⁾에서 도라지(길경) 투여군이 대조군보다 간장 조직 표본소견에서 볼 때 지방침착의 정도가 경미하다고 보고하고 있어 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다. 간장의 조직학적 검사에서 나타난 결과를 볼 때 길경 powder군과 길경 saponin을 투여한 군 모두 간장에서 hypolipidemic한 효과가 있는 것으로 사료된다.

요 약

6주간 고지방 식이를 섭취한 흰쥐에 있어서 길경과 길경 saponin이 지방 축적억제와 대사에 미치는 영향을 검토하고자 간장을 중심으로 지방성분을 생화학적으로 분석하고, 지방의 침착 억제도를 관찰하고자 광학현미경에 의한 조직학적 검사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 간장 중 총 지질 함량은 PRS군은 대조군에 비해 유의성 있는 감소를 보였으나 PRP군은 유의할 만한 변화는 없었다.
2. 간장 중 총콜레스테롤 함량은 PRP군과 PRS군이 대조군에 비해서 유의성 있는 감소를 보였다.
3. 중성지질 함량은 실험군이 대조군보다 다소 감소하였으나, 유의성은 인정되지 않았다.
4. 간장에서의 조직학적 분석 결과는 PRP군과 PRS군 모두 현저한 지방 침착억제 효과를 보였다.

참고문헌

1. 김일순 : 질병 발생의 변화와 식습관, 대한의학협회지, 32, 474(1989)
2. 이홍규 : 비만과 관련된 질환, 한국영양학회지, 23, 341(1990)
3. 보건신문 : 30 (1986)
4. James, H. H., Chandler, C. E., Pellarin, L. D., Bangerter, F. W., Wilkins, R. W., Robert, W., Long, C. A. and Mayne, J. T. : Pharmacologic consequences of cholesterol

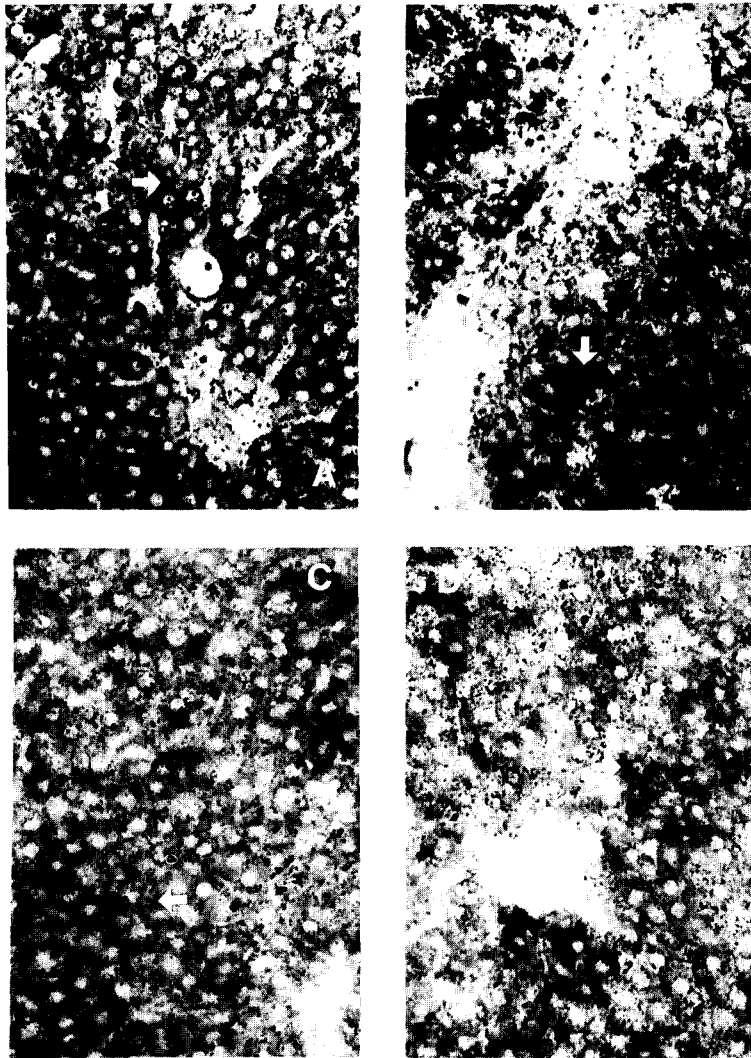


Fig. 4. Photomicrographs of rats stained with Sudan Black B, showing uptake of fat (→ ; dark drop-s) by hepatic tissue $\times 400$.

A : Nomal diet

B : Control(high fat diet)

C : PRP(High fat diet + Platycodi radix powder)

D : PRS(High fat diet + Platycodi radix saponin)

- absorption inhibition, *J. Lip. Res.*, 34, 377 (1993)
5. 坂元史 : コレステロールの代謝促進と排泄を高める薬物, *薬局.*, 42(12), 41(1991)
6. 長野農, 北 徹 : コレステロールの低下とリホえ蛋白の變性防止, *The Lipid.*, 3(2), 29(1992)

7. Barrows, K. K., Heeg, T. R., McGilliard, A. D., Richard, M. J. and Jacobson, N. L. : Effect of type of dietary fat on plasma and tissue cholesterol of calves, *J. Nutr.*, 110, 335 (1980)
8. Flynn, M. A., Heine, B., Nolph, G. B.,

- Naumann, H. D., Parisi, E., Ball, D., Krause, G., Eilersieced, M. and Ward, S. S. : Serum lipids in humans fed diets containing beef or fish and poultry, *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 2734 (1981)
9. Scott, M. G. and Marge, A. D. : Dietary influences on serum lipids and lipoproteins, *J. Lipids Res.*, **31**, 1149(1990)
10. 장남수 : 바람직한 지방산 섭취형태, 한국영양학회지 춘계심포지움, **26**(4), 486(1993)
11. Poller, L. : Fiber and diabetes, *Lancet*, **24**, 434(1970)
12. Trowell, H. : Coronary heart disease and dietary fiber, *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 798(1975)
13. Bulliya, G., Reddy, K. K., Reddanna, P. and Kumati, K. S. : Lipid profiles among fish-consuming coastal and non-fish consuming inland population. *European. J. Clin. Nutr.*, **44**, 481(1990)
14. Samochowiec, L. and Wojcicki, J. : Effect of pollen on serum and liver lipids in rats fed on a high lipid diet, *Herba Polonica*, Toin XXVII, 333(1961)
15. 申基敦 : 영지가 백서의 혈청 및 간장 성분에 미치는 영향, 영남대학교 환경대학원 석사학위 논문 (1985).
16. 배만중, 성태수, 최 청 : 인삼 분획 성분들이 고지방식이에 의해서 유도된 비만 Rats에서 혈장, 지방 성분 및 변 steroids에 미치는 영향, *Korean J. Ginseng Sci*, **14**(3), 404(1990)
17. Sauvaire, Y., Ribes, G., Baccou, J. C. and Loubatieres-Mariani, M. M. : Implication of steroid saponin and sapogenins in the hypocholesterolemic effect of fenugreek, *Lipids*, **26**, 191 (1991)
18. 李昌福 : 大韓植物圖鑑, 郷文社, 서울, p.725(1980)
19. 대한민국 보건사회부 : 대한약전, 제6개정판 제1부, 대한보건공정서협회(1992)
20. 辻本孫三郎 : キキョウの成分, 兒島高農學術報告, **10**, 83(1932)
21. Kubota, T., Hisatani, H. and Hiroshi, H. : The sturcture of platycodigenic acids A, B and C further triterpenoid constituents of *Platycodon grandiflorum* A. De. Candolle, *Chemical Communications*, **43**, 1313(1969)
22. Tada, A., Yoshio, K. and Shoji, S. : Studies on the saponins of the root of *Platycodon grandiflorum* A. De. Candolle, Isolation and structure of Platycodin D, *Chem. Pharm. Bull*, **23**, 2965 (1975)
23. Miyoko, I., Kazumitsu, N., Shinsaku, N. and Nobuo, I. : Constituents of Platycodon Roots. II. Isolation of α -spnasteryl β -D-glucoside and betulin, 第18回 日本藥學大會, 16(1964)
24. 황성원 : 기능성 식품 자원들의 지방질과 아미노산 및 섬유소 성분 분석 비교, 경산대학교 대학원 석사학위논문(1994)
25. 홍문화 : 길경배합 한방 처방의 통계적 연구, 생약학회지, **5**, 61(1974)
26. 이은방 : 길경의 약리학적 연구, 생약학회지, **5**, 49(1974)
27. Hirome, Y., Susumu, H. and Hicolcichi, O. : Rat plasma corticosteron secretion inducing activities of total saponin and prosapogenin methyl esters from the roots of *Platycodon grandiflorum* A. DC, *Yakugaku Zasshi*. **102**, 1191(1982)
28. A.O.A.C. : Official methods of analysis, 14th ed., Association of official analytical chemist, Washington, D. C., p.125(1980)
29. 박무희, 이영주, 황성원, 한준표, 배만중 : 길경 saponin이 고지방식이를 한 흰쥐의 혈청, 간장 및 분변 지질 함량에 미치는 영향, 한국영양학회지, **23**(4), 567(1994)
30. Neves, L. B., Clifford, C. K., Kohler, G.O., De Fremert, D., Knuckles, B. E., Cheowtrakul, C., Miller, M. W., Weir, W.C. and Clifford, A. J. : Effects of dietary proteins from a variety of sources on plasma lipids and lipoproteins of rat, *J. Nutr.*, **110**, 732(1980)

31. Sarojtawde, M. and Das, B. R. : Studies in experimental hypercholesterolemia in rats. IV. Effect of dietary cholesterol on plasma and hepatic proteins of adult rats maintained on high fat diets, *J. Lab. Clin. Med.*, **60**, 284 (1974)
32. American Institute of nutrition : Ad Hoc committee on standard for nutritional studies, *Federation Proc.*, **33**, 1748(1974)
33. Ando, T. M., Tanaka, O. and Shibata, S. : Chemical studies on oriental plant drugs. XXV, Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs, *Syoyakagaku Zasshi*, **25**, 28(1971)
34. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. A. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, **26**, 496(1957)
35. Frings, C. S. and Dunn, R. J. : A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfophospho-vanillin reaction, *Am. J. Clin. Pathol.*, **53**, 89(1970)
36. Zak, B. and Dickeman, R. C. : Rapid estimation of free and total cholesterol, *Am. J. Clin. Path.*, **24**, 1307(1954)
37. Humason, G. L. : Animal tissue techniques, 2nd ed., W. H. Freeman and Company, San-francisco, p.288(1967)
38. Oakenfull, D. G., Fenwick, D. E., Hood, R. L., Topping, D. L., Illman, R. J. and Storer, G. B. : The role of saponin of lower plasma cholesterol concentration, *Br. J. Nutr.*, **42**, 209(1979)
39. 정해원 : 인삼, 도라지(길경) 및 INH가 가토의 지질대사에 미치는 영향, *대한생화학잡지*, **1**, 25 (1964)
40. Shidhu, G. S. and Oakenfull, D. G. : A mechanism for the hypocholesterolemic activity of saponin, *Br. J. Nutr.*, **55**, 643(1986)
41. Kritchevsky, D. and Vahouny, G. V. : Dietary fiber, 2nd, Plenum Press, New York and London, p.323(1986)
42. Kritchevsky, D. and Story, J. A. : Binding on bile salts *in vitro* by nonnutritive fiber, *J. Nutr.*, **104**, 458(1974)
43. Topping, D. L., Storer, G. B., Calvert, G. D., Illman, R. J., Oakenfull, D. G. and Weller, R. A. : Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols, plasma lipids and lipoprotein turnover in the pig, *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 783(1970)
44. Story, J. A. and Kritchevsky, D. : Composition of the binding of various bile acids and bile salts *in vitro* by several types of fiber, *J. Nutr.*, **106**, 1292(1976)

(1995년 9월 1일 수리)