

길경 Saponin이 고지방식을 한 흰쥐의 혈청, 간장 및 분변 지질 함량에 미치는 영향

박무희 · 이영주* · 황성원 · 한준표* · 배만종†

경산대학교 식품과학과

*효성여자대학교 식품가공학과

Effect of *Platycodi radix* Saponin on Serum, Liver, and Fecal Lipids Content in Rats Fed on High Fat Diet

Mu-Hee Park, Young-Ju Lee*, Sung-Wong Hwang, Jun-Pyo Han* and Man-Jong Bae†

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

*Dept. of Food and Technology, Hyosung Women's University, Kyungsan 713-702, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of *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 serum, liver and feces. The results obtained from this study are as follows ; That the levels of total lipid, total cholesterol and triglyceride in serum and liver were significantly lower in the PRS group as compared with the control group. The contents of total lipid and total cholesterol excreted in the feces were tended to be slightly increase in PRS group compared to the control group, which were not significant.

Key words : *Platycodi radix* saponin, high fat diet, total lipid, total cholesterol, triglyceride

서 론

최근 산업화와 경제적 수준이 향상됨에 따라 식생활이 서구화되면서 고열량, 고지방식 등 불균형한 식사 양상이 원인이 되어 비만증 및 고지혈증, 지방간, 동맥경화 및 당뇨병 등이 유발되고 있어 국민 보건에 심각한 문제점으로 지적되고 있다⁽¹⁾. 이러한 지질대사 이상으로 인한 성인병을 개선하기 위한 작용 메카니즘으로는 첫째, 콜레스테롤의 장내 흡수 억제⁽²⁾ 둘째, 콜레스테롤의 배설 또는 분해 촉진⁽³⁾ 셋째, 간장에서 콜레스테롤의 체내 합성 억제⁽⁴⁾ 등을 들 수 있으며, 이에 영향을 주는 인자로서는 포화지방산과 불포화지방산^(5,6), 섬유질⁽⁷⁾, 단백질 및 총열량⁽⁸⁾ 등이 보고되고 있다. 이와 함께 혈청 콜레스테롤을 저하시키는 작용을 갖는 것으로 식물 섬유⁽⁹⁾, 어류⁽¹⁰⁾, 화분류⁽¹¹⁾ 및 saponin류⁽¹²⁾ 등이 알려져 있다.

본 실험에 사용된 길경 (*Platycodi radix*)은, 초롱꽃과 (*Companulaceae*)에 속하는 다년초⁽¹³⁾인, 도라지 (*Platycodon grandiflorum* A. De. Candolle)뿌리 부분으로서, 대한약전⁽¹⁴⁾에서는 도라지의 뿌리 부분을 물로 씻어서 가는 뿌리를 제거하고 그대로 또는 코르크피를 제거하여 말린 것을 길경이라고 규정하고 있다. 길경에 관한 연구는 辻本⁽¹⁵⁾이 saponin의 배당체인 platycodigenin을 분리한 이래, Kubota 등⁽¹⁶⁾에 의해서 platycodigenic acid A, B, C의 구조가 확인되었으며, Tada 등⁽¹⁸⁾은 길경 saponin에 관한 연구에서 platycodin D를 분리하여 그 구조를 규명하였는데 이들은 모두 triterpenoid계 saponin으로 밝혀졌으며, 황⁽¹⁹⁾이 본 연구실에서 길경의 지방산조성, 아미노산 등을 분석한 결과 불포화지방산과 필수아미노산의 함량이 높음을 확인할 수 있었다. 홍⁽²⁰⁾은 길경 배합 한방 처방의 통계적 연구에서 길경이 주로 출현되는 분야는 간, 인후, 성음, 담음 등 호흡기계 질환 및 풍, 내상, 저창 등이라고 보고하였으며, 약리학적 연구에서 볼 때 길경은 조 platycodin의 독성과

†To whom all correspondence should be addressed

중추 억제 작용 즉 진정, 해열, 진통 작용과 항염증 작용, 호흡순환기계 즉 거담 작용 및 혈관 확장 효과 등이 확인되었다^{21,22)}.

따라서 본 연구에서는 6주간 고지방식을 섭취한 흰쥐에 있어서 길경 saponin이 지방 축적 억제와 대사에 미치는 영향을 검토하고자 혈청과 간장 및 분변 중의 지방 성분을 생화학적으로 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 길경 (*Platycodi radix*)은 경북 점촌 산 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 AOAC법²³⁾에 준하였으며 수분 77.10%, 조단백 0.97%, 조지방 0.32%, 조회분 0.39% 및 탄수화물 21.22%였다.

실험동물 및 식이

실험동물은 Sprague-Dawley종의 수컷 (250±10g)을 일정한 사료로 2주 이상 사육실에서 적응시켰으며, 사육실 온도는 22±1°C, 명암은 12시간 주기 (06:00~18:00)로 자동 조절 장치를 부착하였다.

실험식이와 구성 성분은 Table 1²⁴⁻²⁶⁾과 같으며, 실험식이군은 각 군마다 5마리씩 4군으로 다음과 같이 나누었다. 즉, 정상군 (이하 NOR), 대조군 (이하 CON),

Table 1. The composition of experimental diets (%)

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

* NOR : Normal, CON : Control, PRS : Platycodi Radix saponin

** AIN-76™

high fat diet군 (이하 HFD), HFD+ *Platycodi radix* saponin군 (이하 PRS)이며, 실험기간 동안 실험식이와 물은 제한없이 먹도록 하였으며, 길경에서 추출한 saponin은 체중 kg당 50mg을 하루에 1회씩 6주에 걸쳐 경구 투여하였다.

길경 saponin의 추출

길경 saponin의 추출 및 정제는 Ando 등²⁷⁾의 방법에 준하였으며, Fig. 1에 나타난 것과 같다.

동물 처리 및 시료조제

실험 사육 6주간의 최종일에는 7시간 절식시킨 후 디에틸에테르로 마취시켜 복부 대동맥에서 채혈하고 혈액은 빙수에 1시간 정도 방치한 후 3,000rpm에서 20분간 원심 분리하여 상층액을 취하여 본 실험에 사용하였다. 간장은 0.9% 생리 식염수로써 문맥을 통해 관류 탈혈한 후 여과지로서 물기를 제거한 뒤 10배량의 0.9% 생리 식염수로 homogenate를 만들어 Folch와 Lees²⁸⁾에 의해 지질을 추출하였으며, 분변은 채혈 직후 전부터 수집하여, 냉동 보관한 것을 마쇄하여 간장과 동일한 방법에 의해 지질을 추출하여 분석에 이용하였다.

지질 성분 분석

혈청의 총지질 분석은 Frings와 Dunn의 방법²⁹⁾으로,

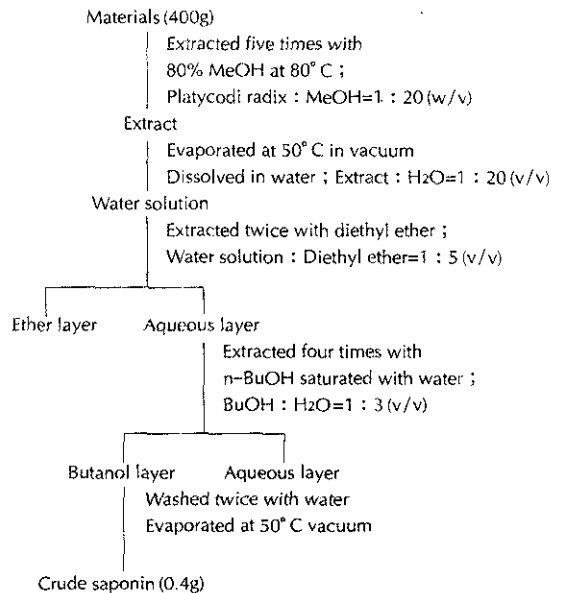


Fig. 1. Extraction procedure of crude saponin from *Platycodi radix*.

총콜레스테롤 농도는 총콜레스테롤 측정용 kit시약(榮研化學株式會社)으로, 중성지질 농도는 Cleantech TG-S kit (IATRON LAB, 日本, 東京), HDL-cholesterol은 HDL-C 555 kit (IATRON LAB, 日本, 東京) 시약으로 측정하였다. 간장 및 분변 중의 지질 성분 분석은 혈청의 방법에 준하였다.

유의성 검정

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

결과 및 고찰

식이 섭취량, 몸무게 및 간장 무게

각 군을 해당 식이로 6주간 사육한 후 실험 동물의 식이 섭취량과 몸무게 및 체중에 대한 간장 무게를 중량 백분율로 표시한 성적은 Table 2와 같다. 식이 섭취량에는 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 체중 증가량에 있어서 대조군이 정상군보다 약 30% 증가된 비만임을 확인할 수 있었으며, 대조군에 비해 길경 saponin군이 유의성 있는 체중 감소를 나타내었다. 체중에 대한 간 중량비에서는 대조군과 실험군 간에 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다. Oakenfull 등³⁰⁾은 saponin이 담즙산과 혈장 지질에 미치는 영향에서 각 군마다 몸무게와 간 무게를 비교한 결과 saponin과 콜레스테롤을 동시에 투여한 군이 낮은 수치를 나타내었다고 보고 한 것과 본 실험 결과와 비교할 때 유사한 경향을 보였다. 이러한 원인으로 그들은 실험 기간 동안 식이 섭취량이 감소한 원인도 있겠지만, 이 같은 요인만으로 설명하기는 어렵다고 밝히고 있다.

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±5.4	362.5±28.43	3.25±0.52
CON	23.5±5.8	481.5±55.46	3.56±0.32
PRS	16.3±2.8	361.3±14.34*	3.11±0.26

Values represent Mean±SE of five rats per groups

P-values was determined by *t*-test

Statistically different between CON and PRS

**p*<0.05

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

혈청, 간장 및 분변 중 총지질 함량

혈청, 간장 및 분변에서의 총지질 함량에 대한 결과는 Fig. 2와 같다. 즉, 혈청 중 총지질은 대조군이 255.83±3.55mg/dl, 실험군인 PRS군이 159.13±2.37mg/dl로, 간장에서는 PRS군이 192.38±4.62mg/dl, 대조군 252.0±1.51mg/dl로 각각 나타났으며, 혈청 및 간장에서의 총지질 함량은 실험군인 길경 saponin군이 대조군에 비해 모두 유의성 (*p*<0.001) 있는 감소를 보였다. 분변 중 총지질 배설량에 있어서는 대조군 265.0±6.58 mg/dl, PRS군 270.0±5.0mg/dl로 길경 saponin군이 대조군 보다 약간 높은 지방 배설능을 보였으나 유의성은 인정되지 않았다.

혈청, 간장 및 분변 중 총콜레스테롤 함량

6주 동안 고지방을 섭취한 흰쥐에 있어서 혈청, 간장 및 분변에서의 총콜레스테롤 함량은 Fig. 3과 같다. 혈청 중 실험군인 길경 saponin 투여군 85.46±1.58mg/dl (*p*<0.01)로 대조군 91.80±0.81mg/dl과 비교할 때 유의성 있는 감소를 나타내었다. 간장에서는 PRS군이 47.08±6.46mg/dl (*p*<0.001)로 대조군 86.39±6.66 mg/dl에 비해 길경 saponin군이 간장에서의 콜레스테롤 축적이 현저하게 억제되는 양상을 보이고 있어 혈청에서의 콜레스테롤 감소 현상 보다 더욱 뚜렷한 결과를 보였다. 한편, 분변 중의 콜레스테롤 함량은 대조군 137.31±3.16mg/dl, PRS군 146.73±5.66mg/dl로 총콜레스테롤 배설량에 있어서도 PRS군에서 총콜레스테롤의 배설이 다소 촉진되었으나 유의성 있는 변화는 인

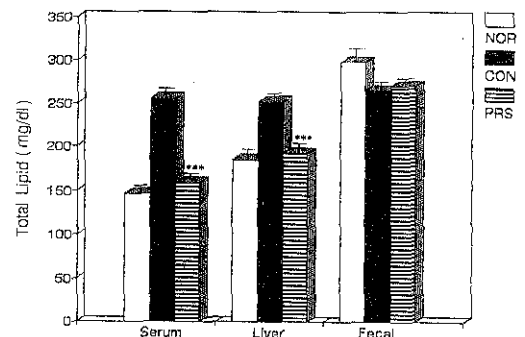


Fig. 2. Effect of *Platycodi radix* saponin on total lipids contents of serum, liver and fecal in rats feed high fat diet for 6 weeks.

Values represent mean±SE of 3 rats per groups

P-values was determined by *t*-test

Statistically different between CON and PRS

****p*<0.001

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

정할 수 없었다.

정³¹⁾에 의하면 10주만에 걸쳐 기본 사료에 cholesterol을 단독 투여한 대조군과 기본 사료에 cholesterol과 도라지(길경) 분말을 투여한 실험에서 도라지(길경) 분말이 첨가된 실험군이 혈중 cholesterol 수준을 유의성이 인정되지 않지만 완만하게 떨어뜨리는 경향이 있음을 보고한 바 있다. 본 실험에서 길경에서 분리 정제한 saponin의 실험 결과는 대조군이 86.39±6.66mg/dl, PRS군이 47.08±6.46mg/dl로 높은 유의성이 인정되는 현저한 감소 효과를 보였다. 이는 길경의 구성 성분 중 특히 saponin이 cholesterol 감소에 중요한 작용을 하고 있음을 추측케한다. 또한 Quillaja, European soapwort에서 추출한 saponin 투여군과 콜레스테롤 투여군이 혈장 콜레스테롤 농도에 미치는 영향에 관한 Oakenfull 등³⁰⁾의 연구에서 콜레스테롤 투여군이 saponin을 투여한 군에 비해 혈장 콜레스테롤 함량이 증가하였다고 보고하였으며, 조와 堀米 등³²⁾은 알팔파 뿌리 사포닌 급여에 의한 혈청 총콜레스테롤 저하 작용에서 식이중 콜레스테롤 첨가 유무에 관계없이 사포닌 첨가에 의해서 혈청 콜레스테롤 저하 작용이 강하였다고 보고하였는데 이러한 결과는 혈청에서 대조군이 길경 saponin을 투여한 실험군보다 콜레스테롤 함량이 있어서 유의적인 증가를 보인 본 실험 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

이러한 원인으로 Sidhu와 Oakenfull 등³³⁾은 saponin이 콜레스테롤과 견고한 불용성의 복합 형태로 존재하여 소장에서 콜레스테롤 흡수를 방해하며, 간접적으로

는 담즙산의 배설량을 증가시켜 콜레스테롤을 제거하는 역할이 있는 것으로 보고한 바와 같이 길경 saponin에서의 콜레스테롤의 저하작용은 소화관에서의 콜레스테롤 흡수 저하에 기인되는 것으로 여겨진다.

혈청, 간장 중 중성지질 함량

혈청에서의 중성지방에 대한 결과는 Fig. 4에 나타난 것과 같다. 혈청에서의 중성지질은 대조군이 190.12±24.65mg/dl, PRS군이 104.55±5.82mg/dl (p<0.001)로 saponin군이 대조군과 비교할 때 매우 현저한 감소를 나타내었으나, 간장 중 중성지방 축적도 억제에 있어서는 실험군인 PRS군이 228.81±19.5mg/dl인데 비하여 대조군 255.25±11.99mg/dl로 길경 saponin군이 지방 축적을 다소 감소시켰으나, 유의성은 인정되지 않았다. Oakenfull 등³⁰⁾은 saponin이 담즙산과 혈장 지질 대사에 미치는 영향에 관한 연구에서 중성지질의 수준을 다소 감소시킨다는 결과를 보고한 바 있는데 본 실험에서의 길경 saponin군에서 더욱 뚜렷한 유의성이 인정되는 감소 효과를 보였다. 이러한 결과는 혈청 총콜레스테롤에서와 같이 길경에는 saponin이 함유되어 있어 콜레스테롤의 장내 흡수 또는 재흡수를 방지하기 때문인 것으로 사료된다. 한편, 손³⁴⁾은 1975년 정상 한국인에 있어서 고지혈증 판정에 중성지방의 농도가 매우 중요함을 지적한 바 있으며, 양 등³⁵⁾은 1980년 외래 입원 환자를 대상으로 한 조사에서 한국인의 고지혈증은 콜레스테롤 보다 중성지방의 역할이 더욱 두드러진다고 보고하고 있다. 이러한 관점에서 볼 때 혈청에 대

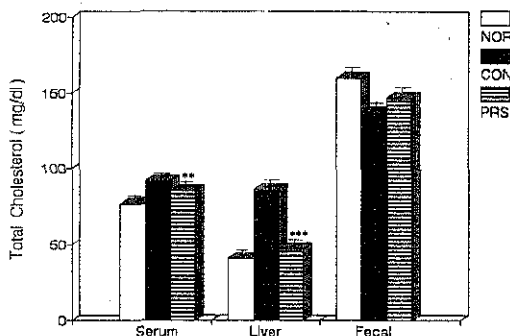


Fig. 3. Effect of *Platycodi radix* saponin on total cholesterol contents of serum, liver and fecal in rats fed high fat diet for 6 weeks.

Values represent mean±SE of 5 rats per groups
P-values was determined by t-test
Statistically different between CON and PRS

p<0.01, *p<0.001

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

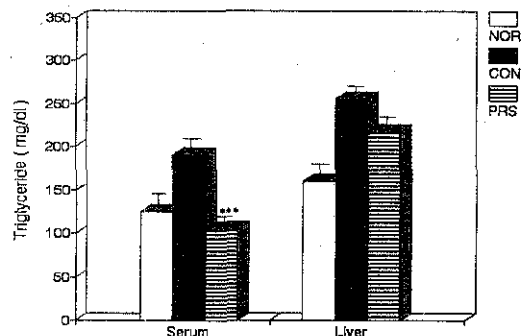


Fig. 4. Effect of *Platycodi radix* saponin on contents of serum, liver and fecal triglycerides in rats fed high fat diet for 6 weeks.

Values represent mean±SE of 5 rats per groups
P-values was determined by t-test
Statistically different between CON and PRS

***p<0.001

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

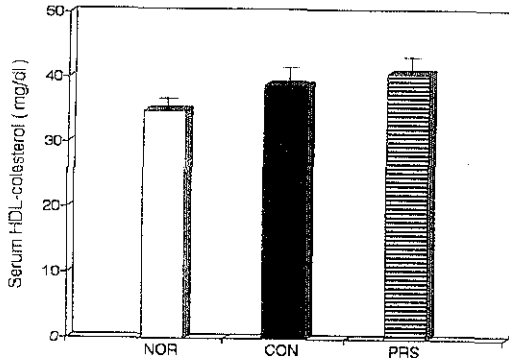


Fig. 5. Effect of *Platycodi radix* saponin on serum HDL-cholesterol in rats high fat diet for 6 weeks.

Values represent mean \pm SE of 5 rats per groups
 P-values was determined by *t*-test
 Statistically different between CON and PRS
 NOR, CON and PRS and the same as described in Table 1.

한 중성지방 함량이 길경 saponin 투여군에서 현저한 감소가 관찰되는 바 고지혈증 식이요법제로서의 가능성을 시사하는 것으로 사료된다.

혈청 중 HDL-cholesterol 함량

혈청에서의 HDL-cholesterol 함량은 Fig. 5와 같으며, 실험군인 PRS군이 40.59 \pm 5.31mg/dl로 대조군 38.83 \pm 4.66mg/dl 보다 다소 높은 함량을 나타내었으나, 유의성은 인정되지 않았다.

요 약

6주간 고지방식이를 섭취한 흰쥐에 있어서 길경 saponin이 지방 축적 억제와 대사에 미치는 영향을 검토하고자 혈청과 간장 및 분변 중 지방 성분을 생화학적으로 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 1. 혈청 및 간장중의 총지질, 총콜레스테롤 및 중성지방 함량은 길경 saponin군이 대조군에 비하여 유의한 감소를 보였다. 2. 분변 중 총지질 및 총콜레스테롤 함량은 대조군과 비교할 때 길경 saponin군이 다소 배설이 증가되었으나, 유의성은 인정되지 않았다.

문 헌

1. 김일순 : 질병 발생의 변화와 식습관. 대한의학협회지, 32, 474 (1989)
2. 이홍규 : 비만과 관련된 질환. 한국영양학회지, 23, 341 (1990)
3. 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 absorption inhibition. *J. Lip. Res.*, 34, 377 (1993)
4. 板元史 : 콜레스테롤의代謝促進と排泄をお高める藥物. 藥局, 42, 41 (1991)
5. 長野農, 北徹 : 콜레스테롤의低下とリボの蛋白質の變性防止. 脂肪, 3, 29 (1992)
6. Scott, M. G. and Marge, A. D. : Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *J. Lipids. Res.*, 31, 1149 (1990)
7. 장남수 : 바람직한 지방산 섭취 형태. 한국영양학회지 춘계심포지움, p.25 (1993)
8. Poller, L. : Fiber and diabetes. *Lancet*, 24, 434 (1970)
9. Michichiro, S., Yukio, Y., Katsuko, Y., Yukio, H., Takaharu, M. and Minoru, K. : The hypocholesterolemic action of the undigestion fraction of soybean protein in rats. *Atherosclerosis*, 72, 115 (1988)
10. Trowell, H. : Coronary heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28, 798 (1975)
11. 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)
12. Samochowicz, L. and Wojcicki, J. : Effect of pollen on serum and liver lipids in rats fed on a high lipid diet. *Herba Polonica*, Tom XXVII, 333 (1961)
13. 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)
14. 李昌福 : 大韓植物圖鑑. 郷文社, p.725 (1980)
15. 대한민국 보건사회부 : 대한약전. 제6개정판 제1부. 대한보건의공정서협회(1992)
16. 辻本孫三 郁 : キキョウの成分. 兒島高農學術報告, 10, 83 (1932)
17. Kubota, T., Hisatani, H. and Hiroshi, H. : The structure of platycodigenic acids A, B and C further triterpenoid constituents of *Platycodon grandiflorum* A. DC. CANDOLLE. *Chemical Communications*, 43, 1313 (1969)
18. Tada, A., Yoshio, K. and Shoji, S. : Studies on the saponins of the root of *Platycodon grandiflorum* A. DC. CANDOLLE. Isolation and structure of *Platycodin* D. *Chem. Pharm. Bull.*, 23, 2965 (1975)
19. 황성원 : 기능성 식품 자원들의 지방질과 아미노산 및 섬유소 성분 분석 비교. 경산대학교대학원 석사학위 청구논문 (1994)
20. 홍문화 : 길경배합 한방 처방의 통계적 연구. 생약학회지, 5, 61 (1974)
21. 이은방 : 길경의 약리학적 연구. 생약학회지, 5, 49 (1974)
22. Hirome, Y., Susumu, H. and Hikoicchi, 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)
23. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 14th ed., Association of official analytical chemist. Washington, D. C., p.125 (1980)
24. Neves, L. B., Clifford, C. K., Kohler, G. O., De Frem-

- ert, 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)
25. 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 (1962)
 26. American Institute of nutrition : Ad Hoc committee on standards for nutritional studies. *Federation Proc.*, **33**, 1748 (1974)
 27. 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)
 28. Folch, J. and Lees, M. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 496 (1957)
 29. Frings, C. S. and Dunn, R. J. : A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Pathol.*, **53**, 89 (1970)
 30. 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)
 31. 정해원 : 인삼, 도라지(길경) 및 INH가 가토의 지질 대사에 미치는 영향. *대한생화학잡지*, **1**, 25 (1964)
 32. 조영수,堀米降男 : 알팔파 사포닌이 흰쥐 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **18**, 430 (1989)
 33. Sidhu, G. S. and Oakenfull, D. G. : A mechanism for the hypocholesterolemic activity of saponin. *Br. J. Nutr.*, **55**, 643 (1986)
 34. 손이식 : 한국인의 고지혈증에 관한 연구(I)-I. 정상인 및 고혈압증에 있어서의 고지혈증. *대한의학협회지*, **18**, 345 (1975)
 35. 양충모, 이재익, 김선주, 송병상, 이동후, 박상철, 손이식 : 한국인에 있어서 각종 질환에서의 고지혈증 형별 양상에 관한 연구. *대한의학협회지*, **23**, 151 (1980)

(1994년 4월 12일 접수)