

백삼 및 홍삼추출물이 고지방 식이 급여 흰쥐의 혈청 지질 함량에 미치는 영향

성종환 · 소남우 · 전보현* · 장재철**

주식회사 일화 중앙연구소, *군산대학교 화학과
(2003년 11월 4일 접수, 2004년 1월 25일 수리)

Effect of White and Red *Panax ginseng* Extract on Serum Lipids Level in High-fat-diet Fed Rats

Jong-Hwan Sung, Nam-Woo So, Bo-Hyun Jeon* and Che-Chul Chang**

Central Research Institute, ILHWA Co. Ltd.

*Department of chemistry, Kunsan National University

(Received November 4, 2003, Accepted January 25, 2004)

Abstract : This study was carried out to determine the effect of white and red *Panax ginseng* on body weight gain, feed efficiency, epididymal fat weight, and total serum cholesterol and triglyceride levels in male rats (Wister/ST, 8-week-old, 320 g) fed high fat diet. Rats were divided largely into two groups; normal control (NC) and high-fat-diet (HFD)-fed groups. HFD-fed animals were subdivided into 2 groups; HFD-fed control (FC), and HFD- and ginseng-fed groups. HFD and ginseng fed animals were further subdivided into white (WG)- and red ginseng (RG)-treated groups. Ginseng-treated groups received ethanol extract at daily doses of 250, 500, 1,000 mg/kg b.w. for 4 weeks. Consequently, a total of 40 rats were divided into 8 groups. Body weight gain of WG-500 ($P<0.05$), WG1000 ($P<0.01$) and RG500 ($P<0.05$) was significantly lower than that of the NC. Feed efficiency showed same result. The epididymal fat weight of WG500, WG1000 and RG250 was markedly lower ($P<0.05$) than that in FC. Total serum cholesterol level of WG250, WG500, WG1000 and RG1000 groups were significantly lower ($P<0.05$) than that of FC. Decrease in the total cholesterol level was most significant in WG100 group. Treatment of ginseng significantly reduced serum free cholesterol and triglyceride levels of the HFD-fed rats irrespective of white or red ginseng. Among the test groups, administration of ginseng at daily dose of 1,000 mg/kg b.w. showed the most potent free cholesterol and triglyceride lowering activity. These results led us to the conclusion that administration of ginseng lowers serum total or free cholesterol and triglyceride levels in HFD-fed animals. Moreover, the beneficial effect of white ginseng was slightly more potent than that of the red ginseng.

Key words : Ginseng, high-fat-diet, cholesterol, triglyceride, weight gain

서 론

근래 식생활이 서구화 되면서 비만 인구가 크게 증가하고 있다. 비만은 각종 생활 습관병으로 이어져 당뇨, 고혈압, 고지혈증 등의 환자가 급증하고 있다.

식생활의 서구화는 야채 등의 소비를 줄이고 고지방, 고단백질의 과도한 섭취를 유도하며, 특히 고지방의 과도한 섭취는

가장 먼저 고지혈증으로 이어져 동맥경화를 유발하게 된다.^{1,2)}

동맥 경화란 동맥내벽에 지방질 및 섬유조직이 쌓여 혈관벽이 좁아지거나 막히게 되는 것으로, 고혈압, 고지혈증 및 흡연은 동맥경화 발생을 촉진시키는 3대 위험 요소이며, 이외에도 운동부족, 당뇨병, 비만증, 스트레스 등에 의해 발생률이 높아진다. 동맥경화가 가벼우면 활동에 지장은 없으나 동맥경화로 관상조직 50~70%이상 좁아지거나 막히면 동맥경화성 심장병이 야기된다. 동맥 경화증은 심한 경우 동맥의 파열이 일어나는 것으로 여러 순환계 질환, 즉 고혈압, 협심증, 뇌혈관질환(뇌일혈)등의 주요 원인이 되고 있다.³⁾

#본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 063-469-4574; (팩스) 063-466-2085
(E-mail) ccchang@kunsan.ac.kr

고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 우리나라 고유의 천연 생약으로 자양강장, 노화억제, 항암 등의 각종 약리작용으로 인해 세계적으로 가장 우수한 건강식품 혹은 의약품으로 평가받고 있다.

고려 인삼은 혈관 확장작용을 가지고 있어 혈류 순환을 개선시키는 등 동맥 경화증의 발생 억제와 혈관 내피 세포의 손상을 방어해 주는 효과가 있음이 알려져 있다.^{4,5)} 즉 인삼 사포닌은 지방, 혈중 콜레스테롤의 지질대사와 관련된 효소활성을 촉진하고 대동맥 조직에서 고지혈증으로 야기되는 atheroma의 형성을 예방하는 작용이 있고,⁶⁾ 콜레스테롤의 전환(cholesterol turnover)을 촉진함으로써 동맥경화의 중요한 위험인자인 고지혈증을 개선하는 효과가 있다.⁷⁾ 즉 인삼 사포닌 성분, 특히 Rb2는 혈중 콜레스테롤 수치 저하와 배설촉진, 고콜레스테롤 혈증으로 야기되는 동맥경화의 개선효과를 나타낸다.⁸⁾ 또한 고려인삼을 성인 남녀에게 투여하면 HDL-CHO(high-density lipoprotein cholesterol)의 증가와 β -lipoprotein의 저하 및 atherogenic index의 개선 등 생체내 지질대사를 개선함으로써 동맥경화의 예방에 유효한 것으로 밝혀졌다.⁹⁻¹¹⁾ 인삼의 지용성 성분은 collagen 및 thrombin-유도 rat 혈소판 응집을 억제하고, fibrin clot의 형성시간 및 혈중 지질농도의 조절로 항 동맥경화작용을 나타내며¹²⁾ 장기 복용시 동맥경화 예방에 탁월한 효능을 나타낸다.¹³⁾ 지금까지 고콜레스테롤 혈증에 대한 인삼의 효과 연구가 인삼추출물 및 사포닌 성분을 중심으로 연구가 진행되어 왔으며¹⁴⁻¹⁷⁾ 근래에는 홍삼을 이용한 혈중 지질 및 체지방 변화에 대한 연구가 활발히 진행되어지고 있으나¹⁸⁻¹⁹⁾ 백삼과 홍삼의 효과 비교 분석에 관한 연구 결과는 쉽게 찾아 볼 수가 없었다.

본 연구에서는 시중에 유통되고 있는 백삼과 홍삼 농축액을 이용하여 고지방 식이를 급여한 실험동물에 있어, 체중의

변화와 혈청 콜레스테롤 및 지질농도 등에 미치는 영향을 조사 하였다. 따라서 본 연구는 인삼이 고지혈증 및 동맥경화 예방 및 개선을 통한 비만과 생활 습관병에 영향을 미치는지를 조사함으로써 백삼과 홍삼의 효능 차이를 비교 평가함은 물론 기능성 인삼 제품을 개발하는 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

(주) 일화에서 생산된 고려인삼농축액과 한국인삼공사에서 생산된 정관장 홍삼정 골드제품을 구입하여 사용하였다.

2. 동물실험

(1) 실험식이

Table 1에서 보는 바와 같이 기초식이(normal control, NC)와 고지방식이(high-fat-diet, HFD)는 sucrose, beef tallow corn oil을 제외하고는 구성이 동일하였다. 사용한 사료는 Dyets(Bethlehem, Pennsylvania, USA)사에서 생산된 normal diet(AIN-76A purified rodent diet) 및 fat diet(40% beef tallow modified AIN-76A purified rodent diet)를 구입하여 사용하였다.

(2) 실험동물의 사육

실험동물은 일본 Shizuoka Laboratory Animal Center로부터 평균체중 320 ± 10 g의 폐쇄군 Wister/ST계의 8주령 수컷 rat 40마리를 분양받아 사용 하였다.

실험동물은 각 5마리씩 8개군으로 나누어 NC로서 7일간 예비사육한 후에 NC와 HFD 및 HFD에 백삼제품(WG)과 홍삼 제품(RG)을 각각 250, 500, 1000 mg/kg/day씩 4주간

Table 1. Formulation of experimental diet

(unit : g/kg)

Constituent	Normal diet(ND)	High fat diet(HFD)
Casein	200.00	200.00
DL-Methionine	3.00	3.00
Sucrose	500.00	150.00
Cornstarch	150.00	150.00
Cellulose	50.00	50.00
Mineral mix*	35.00	35.00
Vitamin mix**	10.00	10.00
Choline bitartrate	2.00	2.00
Beef tallow		400.00
Corn oil	50.00	

*AIN 76 mineral mixture ; CaHPO₄ 500 g, NaCl 74 g, K₃C₆H₅O₇ · H₂O 220 g, K₂SO₄ 52 g, MgO 24 g, MnCO₃ · H₂O 3.5 g, FeC₆H₅O₇ · H₂O 6 g, ZnCO₃ 1.6 g, Cu(OH)₂ · H₂O 0.3 g, KIO₃ 0.01 g, Na₂SeO₃ · 5H₂O 0.01 g, and CrK(SO₄)₂ · 12H₂O 0.55 g.

**AIN 76 vitamin mixture(Composition of the mixture : thiamine · HCl 0.6 g, riboflavin 0.6 g, pyridoxine · HCl 0.7 g, nicotinic acid 3 g, calcium pantothenate 1.6 g, biotin 20 mg, cyanocobalamin 1mg, retinol acetate 4000,000 IU, cholecalciferol 100,000 IU, DL- α -tocopherol 5,000 IU, and menadione 5 mg).

경구 투여하였다. 사육기간 중에는 자유 급이 시켰으며, 매일 일정시간에 체중과 식이량을 칭량 하였다. 한편 사육실은 온도; 22±1°C, 습도; 50±10% 및 조명; 12 hr/day(06:30~18:30)로 설정하였다.

(3) 실험동물의 처리

실험 시작일로부터 4주 동안 일주일 단위로 12시간 절식 실험동물로부터 헤파린이 처리된 모세관을 이용하여 안와체 혈범으로 채혈하였고, 각 혈액시료는 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 취한 후 -75°C에 보관하면서 분석용으로 사용하였다. 실험동물은 마지막 채혈 후 에테르로 마취한 다음 개복하여 부고환을 싸고 있는 지방을 적출하여 그 무게를 측정하였다.

3. 혈중 지질 및 당 함량 분석 시료

총콜레스테롤, 유리콜레스테롤, 중성지질, 혈당 및 뇨당 분석을 위한 혈청 시료는 -75°C에서 보관 중의 시료를 그대로 사용하였다. 뇨 시료는 대사 게이지를 이용하여 24시간동안 채취한 뇨량을 측정한 후, -75°C에 보관중인 시료 중 1 ml를 취하여 분석용으로 사용하였다.

4. 실험동물시료의 분석

(1) 지질분석

총콜레스테롤 및 유리콜레스테롤의 분석은 Zlatkis의 방법²⁰⁾을 이용하였으며, 각각 total-cholesterol test kit와 유리콜레스테롤 측정용 FC-K test kit [아산제약(주), 서울, 한국]로 분석하였다. 혈청시료 100 µl를 취하여 정색시약 3 ml를 가한 다음 15분간 방치한 후 500 nm에서 측정하였다. 중성 지방은 Biggs의 방법²¹⁾을 이용하여 Cleantech TG-S test kit [아산제약(주), 서울, 한국]로 분석하였다. 혈청시료 100 µl를 취하여 시약 3 ml를 가한 다음 15분간 방치한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 분광광도계는 UV-1601(Shimadzu,

Japan)을 사용하였다.

(2) 혈당 및 뇨당 분석

혈당 및 뇨당 측정은 Trinder의 방법²²⁾을 이용하여 V-Glucose test kit [아산제약(주), 서울, 한국]로 분석하였다. 혈청 및 뇨시료 20 µl를 취하여 효소시액 3 ml를 가한 다음 15분간 방치한 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 실험결과와 통계처리

모든 실험결과에 대한 통계처리는 각 실험군별로 평균차이가 있는가를 검증하기 위하여 분산분석(ANOVA 검증)을 수행하였으며, 군간의 유의성은 Dunncan test를 이용하여 검정하였다.

결 과

1. 식이효율 및 부고환 지방 중량의 비교

4주간 NC 및 HFD를 급여한 rat의 체중, 식이량, 식이효율 및 부고환 지방의 측정 결과를 Table 2에 나타내었다.

실험기간 중 체중은 NC군이 9.29% 증가하였으며, HFD군은 15.25% 증가한 반면, WG250군은 7.38% 증가함으로써 가장 낮은 체중 증가율을 나타냈다. WG와 RG 투여군 모두 체중 증가억제 효과를 나타냈으며 특히 WG는 용량의존적으로 체중 증가억제 효과를 나타내었다.

개체당 평균 식이량은 NC군이 387.6 g으로 가장 많았으며 HFD군은 366.4 g이었다. WG군 및 RG군 각 개체들의 식이량에 약간의 차이는 있었지만 유의성은 없었다.

식이 효율은 체중증가량과 비슷한 경향을 보였다. HFD군에서 가장 높게 나타났으며 WG 군은 용량 의존적으로 식이 효율이 낮아졌으나, RG500에서만 유의하게 낮은 효율을 보였다. 이로부터 백삼과 홍삼은 고지방 식이로 인하여 야기되는 체중증가를 억제하는 것으로 사료된다.

4주간 NC 및 HFD를 급여한 rat로부터 적출한 부고환 지

Table 2. Effect of white and red ginseng extract on body weight, feed intake, feed efficiency and epididymal fat weight of rats fed the high-fat-diet (unit : g)

Test group	Body weight gain	Feed intake	Feed efficiency	Epididymal fat weight
NC	31.95±3.99*	387.6±5.80	0.078±0.002*	4.77±0.33*
HFD	66.89±6.89	366.4±13.6	0.129±0.017	7.17±0.66
WG250	46.47±3.89	357.8±19.3	0.113±0.012	5.94±0.45
WG500	42.82±2.35*	372.0±11.8	0.085±0.010*	5.64±0.25*
WG1000	24.23±3.38**	340.2±11.5	0.071±0.003*	5.20±0.21*
RG250	40.85±8.08	348.6±11.6	0.112±0.006	5.44±0.27*
RG500	39.67±0.97*	344.4±8.60	0.091±0.004*	5.96±0.33
RG1000	47.64±1.95	352.2±11.4	0.110±0.010	6.40±0.56

Body weight of the rat before feeding high-fat-diet was set to 100 and body weight gain during the next 4 weeks was expressed as percent increase Data were shown in mean ±S.E. *p<0.05, **p<0.01 when compared to high-fat-diet fed rats.

방의 무게를 측정된 결과 NC군은 체중의 1.33%, HFD군은 1.80%로 나타났다.

WG500, WG1000군과 RG250군에서 유의적으로 부고환지방의 크기를 억제하였다.

2. 지질 분석 비교

4주간 정상사료 및 고지방식이료를 급여한 rat 혈청의 총콜레스테롤, 유리콜레스테롤 및 중성지질의 함량 변화는 Table 3과 같다.

총 콜레스테롤 함량은 NC군과 HFD군에서 각각 6.01%와 13.55% 증가하였다. 이에 비하여 WG군들은 유의적으로 감소하였으나, RG250, RG500군은 각각 6.42%, 4.02% 증가하였고 RG1000군에서만 유의하게 감소하였다.

유리콜레스테롤 및 중성지질의 함량은 NC군과 HFD군은 증가 하였지만 WG 및 RG군들은 농도 의존적으로 증가가 억제되거나 감소하는 경향을 보였다.

3. 혈당 및 뇨당 분석 비교

혈청에서의 글루코오스의 함량은 NC군의 경우 1.39% 감소한 반면 HFD군은 3.42% 증가 하였으나 유의차는 관찰되지 않았다. WG1000군에서는 -6.79%로 유의하게 감소하였으나 다른 WG군에서는 증가하였다. 한편 RG250군에서는 2.03% 감소하였고 다른 RG군에서는 증가하였으나 유의성은 없었다 (Table 4).

뇨 글루코오스의 함량은 모든 실험군에서 0.30 mg/24 h 이하로 나타나 시험군간 유의성은 없었다.

고 찰

본 연구에 사용한 dietary-obese rats은 일반적으로 비만과 insulin resistance syndrome을 나타내며 제2형 당뇨병로 진행되는 동물이다. 본 실험에는 평균 체중 320 g 정도의 발육이

완료된 rat를 사용하였기 때문에 체중증가가 낮은 반면, 지질 상승율이 높았음을 알 수 있었으며 투여 기간이 짧아 당뇨의 증상은 나타나지 않았다.

본 연구의 결과를 살펴보면 HFD와 시료를 동시에 투여한 경우 4주후에 HFD군이 NC군과 비교하여 체중증가율이 약 6% 가량 높게 나타났다. 이는 성장한 rat의 사용으로 시험군간 체중 증가율의 차이가 심하지 않았던 것으로 사료된다. 그러나 총콜레스테롤, 유리콜레스테롤 및 중성지질이 각각 7.5%, 13.6%, 9% 증가하여 체중증가에 비해 높은 지질 상승율을 나타냈다.

4주간의 HFD 섭취로 인한 체중증가는 WG500, WG1000 및 RG500군에서 HFD군과 비교하여 유의적(p<0.01)인 억제 효과가 나타났다. 또한 WG군 모두에서 용량 의존적 체중증가 억제 경향을 나타내었다. 부고환 지방의 무게에 있어서는 WG500, WG1000 및 RG 500에서 HFD군 대비 유의하게 (p<0.05) 낮았다. 이러한 결과로 볼 때 WG1000군은 체중증가 억제 효과가 가장 강력한 것으로 사료된다.

총콜레스테롤 수치는 HFD군에 비해 WG군에서 유의한 용량 의존적 감소경향을 보였으며 RG1000군에서만 유의한 감

Table 4. Effect of white and red ginseng extract on serum and urine glucose level of rats fed the high-fat-diet

Test group	Serum	Urine
	Variation(%)	mg/24 h
NC	-1.39±1.02	0.24±0.07
HFD	3.42±1.23	0.25±0.06
WG250	0.24±0.97	0.23±0.10
WG500	0.52±0.21	0.24±0.09
WG1000	-6.79±1.42*	0.28±0.10
RG250	-2.03±0.82	0.26±0.08
RG500	0.11±0.32	0.30±0.12
RG1000	2.36±0.92	0.29±0.07

Data were shown in mean ±S.E. *p<0.05 when compared to high fat-diet fed rats.

Table 3. Effect of white and red ginseng extract on serum lipids level of rats fed high-fat-diet

(unit : %)

Test group	Total cholesterol	Free cholesterol	Triglyceride
NC	6.01±0.43	37.46±3.23	22.57±2.03
HFD	13.55±1.23	51.12±4.89	31.59±2.98
WG250	-1.28±0.32*	16.76±1.09***	7.92±0.75**
WG500	-3.08±0.31**	10.22±1.37***	2.36±0.26***
WG1000	-9.57±1.03**	8.31±0.73***	-6.42±6.23***
RG250	6.42±1.12	27.80±2.93**	3.39±0.32**
RG500	4.02±0.73	19.53±2.12***	-2.47±0.21***
RG1000	-5.05±0.52**	8.09±0.83***	-1.02±0.09***

Data were shown in mean ±S.E. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 when compared to high fat-diet fed rats.

소 효과를 보였다. 이로 미루어 볼 때 백삼은 총콜레스테롤 감소 효과를 가지며 그 효과는 홍삼에 비해 우수하다고 판단된다.

유리콜레스테롤 함량에 있어서는 모든 투여군에서 유의하게 증가 억제 경향을 보였으며, 그 효과는 WG1000에서 가장 강한 것으로 나타나 RG에 비해 효과가 강력함을 알 수 있었다.

중성지질 수치는 HFD 대조군에 비하여 유의적인 증가억제 또는 감소 경향을 보였으며 WG1000군에서 가장 큰 감소효과를 보였다.

혈중 포도당 농도는 NC군과 HFD군 모두 약간 감소 또는 거의 비슷한 결과를 나타냈다. 이는 인슐린 저항성 및 고혈당의 유발이 이루어지기 전에 HFD 투여기간이 짧았던 것이 원인이라 생각되어진다. 따라서 시료 투여군과 비교는 무의미하지만 WG1000군에서 혈중 포도당농도가 유의적으로 감소하였다. 그러나 일반적으로 혈중 포도당농도와 가장 직접적인 관련이 있는 것으로 알려져 있는 혈중 중성지질 수치의 결과와는 다른 경향을 보여 혈중 지질 개선효과로 인한 인슐린 저항성 감소작용과는 무관한 다른 경로를 통한 혈중 포도당농도 감소 작용을 나타낸 것으로 의심되므로 이 점에 대해서는 좀 더 보완 실험이 필요할 것으로 사료된다. 노에서는 포도당 농도가 소량만 측정되었는데 이는 실험적인 오차로 생각되며 혈중 포도당 수치가 많이 상승 않은 점을 고려해볼 때 비만으로 인한 당뇨의 유발은 이루어지지 않은 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 고지방 식이를 급여한 암컷 rat(wister/ST, 8주령, 320 g)에서 백삼과 홍삼이 체중증가, 식이효율, 부고환 지방 무게 및 혈청 콜레스테롤과 triglyceride 수치에 미치는 영향을 측정하기 위하여 실행하였다. rat는 기초식이(NC)와 고지방식이(HFD)군으로 분리하고 고지방식이군은 고지방식이 대조군과 고지방식이 인삼 투여군으로 분리하였다. 또한 인삼식이군은 다시 백삼(WG)과 홍삼투여군(RG)으로 나누었다. 인삼투여군은 4주 동안 인삼 에탄올 추출물 250, 500, 1000 mg/kg b.w.를 투여하였다. 전체 40마리의 rat를 8군으로 분리하였다.

WG-500($p < 0.05$), WG1000($p < 0.01$), RG500($p < 0.05$) 투여군의 체중 증가 및 식이 효율에서 대조군에 비해 유의성 있게 낮게 나타났다. WG500, WG1000, RG250 투여군의 부고환 지방무게는 HFD에 비해 매우 낮게 나타났다($p < 0.05$). 또한 WG250, WG500, WG1000 과 RG1000군의 혈청 콜레스테롤 수치가 HFD에 비해 유의하게 낮게 나타났

다($p < 0.05$). 전체 콜레스테롤 수치는 WG1000군에서 가장 많이 감소하였다. 백삼 투여군에서 혈청 유리 콜레스테롤 수치가 감소하였으나 HFD군의 triglyceride 수치는 백삼과 홍삼 모두 관련이 없었다.

매일 1,000 mg/kg b.w.를 먹인 실험군이 유리 콜레스테롤과 triglyceride 억제활성이 가장 크게 나타났다. 위 결과를 종합해 볼 때, 인삼의 복용은 고지방식이 동물에서 혈청 전체 혹은 유리콜레스테롤과 triglyceride 수치를 감소시며, 백삼이 홍삼보다 더 강한 효능을 나타내었다.

인용문헌

1. Law, M. R. and Wald, N. J. : An ecological study of serum cholesterol and ischaemic heart disease between 1950 and 1990. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **5**(48), 305-325 (1995).
2. Wald, N. J. and Law, M. R. : Serum cholesterol and ischaemic heart disease. *Atherosclerosis*, **118**(suppl.), S1 (1995).
3. 박정희. : 관상 동맥 경화증 위험인자들의 역학적 연구 동향 -관상 동맥 경화증 위험 인자들의 역학 연구. *한국 지질 동맥 경화 학회지*, **7**(2), 101-109 (1997).
4. Kim, N. D. : Vasorelaxant Effect of Ginseng and Role of Endothelium. *J. Ginseng Res.* **16**(1), 78 (1992).
5. Nam, K. Y., Sub, J. S., Chang, S. J., Jeon, B. H. and Park, H. K. : Vasorelaxing Effect by Protopanaxatriol and Protopanaxadiol of Panax ginseng in the Pig Coronary Artery. *J. Ginseng Res.* **18**(2), 95-102 (1994).
6. Joo, C. N. : Biochemical Studies on ginseng Saponins (X VI) The effect of ginseng saponin on hypercholesterolemia induced by prolonged cholesterol feeding in rabbits. *Korean Biochem. J.* **13**(1), 51-59 (1980).
7. Yamamoto, M. and Uemura, T. : Long-term ginseng effects on hyper lipidemia in man with further study of its action on atherogenesis and fatty liver in rats. *Proc. 4th Int'l Ginseng Symp.* 13-20 (1984).
8. Yokozawa, T., et al. : Studies on the mechanism of the hypoglycemic activity of Ginsenoside-[Rb. sub.2] in Streptozotocin-diabetic rats. *Chem. Pharm. Bull.* **33**, 869-872 (1985).
9. 中西幸三. : *臨床と研究* **57**(9), 323 (1980).
10. Yamamoto, M., Uemura, T., Nkama, S., Uemiya M. and Kumagai, A. : Serum HDL-cholesterol-increasing and Fatty Liver-improving Actions of Panax Ginseng in high Cholesterol Diet-fed Rats with Clinical Effect on Hyperlipidemia in Man. *A. J. of Chinese Medicine*, **4**, 96-101 (1983).
11. Ikehara, M., Shibata, Y., Higashi, T., Sanada, S. and Shoji, J. : Effect of Ginseng Saponins on Cholesterol Metabolism. III. Effect of Ginsenoside-Rb1 on Cholesterol Synthesis in Rats

- fed on High-fat Diet. *Chem. pharm. Bull.* **26**(9), 284-285(1978).
12. Park, H. J., Rhee, M. H., Park, K. M., Nam, K. Y. and Park, K. H. : Effect of non-saponin fraction from *Panax ginseng* on cGMP and thromboxane A2 in human platelet aggregation. *Ethno Pharmacology.* **49**, 157-162(1995).
 13. Nham, C. C. : The Experimental Studies on the Influence of Ginseng to the Atherosclerosis in Rabbits. *Kor. J. of Internal Medicine.* **4**(3), 49-54 (1961).
 14. Lim, C. J., Park, E.H., Rhee, D.K. and Lee, S. J. : Studies on the Effects of Ginseng Total Saponin on Serum Cholesterol and Triglyceride Levels in Lats. *Kor. Biochem. J.* **14**, 188 (1981).
 15. Joo, C. N., Yoon, S. H. : Study on The Preventive Effect of Ginsenosides Against Hypercholesterolemia and Its Mechanism. *J. Ginseng Res.* **17**(1), 1-12 (1993).
 16. Jung, Y. H., Hwang, Y. S., Joo, C. N. : Effects Colestipol and Ginseng Saponin on the Cholesterol Metabolism in Mice. *J. Kor. Lipidology.* **2**, 16 (1992).
 17. Jho, Y. D. and Jung, I. S. : Effect of Ginseng Saponin Fraction on Absorption of Cholesterol and Serum Lipid Components. *J. Ginseng Res.* **9**, 232 (1985).
 18. Kim, S. S., Kim, J. D., Kim, H., Shin, M, S., Park, C. K., Park, H. M. and Yang, J. W. : The Effect of Ginseng Product and Combined Exercise on Blood Lipids and Body Composition of Obese Women in Their Twenties. *J. Ginseng Res.* **26**, 59 (2002).
 19. Kim, S. S., Kim, J. D., Kim, H., Shin, M, S., Park, C. K., Park, H. M. and Yang, J. W. : The Effects on the Bolld Lipid Profiles and Body fat by Long Term Administration of Red Ginseng Product. *J. Ginseng Res.* **26**, 67 (2002).
 20. Zlatkis A. and Zak, B. : Study of a new cholesterol reagent. *Anal. Biochem.* **29**, 143(1968).
 21. Biggs, H. G. Erikson, T. A. and Moorehead, W. R. : A menual colorimetric assay of triglyceride in serum. *Clinical Chem.* **21**, 47(1975).
 22. Trinder, P. : Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann Clin Biochem.* **6**, 24 (1969).