

처리조건을 달리한 마늘 첨가식이 1% 콜레스테롤 급여 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

강민정¹ · 이수정² · 신정혜³ · 강신권⁴ · 김정균⁵ · 성낙주^{2*}

¹남해군 농업기술센터, ²경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원
³남해전문대학 호텔조리제빵과, ⁴진주국제대학교 식품과학부
⁵경상대학교 해양생물이용학부

Effect of Garlic with Different Processing on Lipid Metabolism in 1% Cholesterol Fed Rats

Min-Jung Kang¹, Soo-Jung Lee², Jung-Hye Shin³, Shin-Kwon Kang⁴,
Jeong-Gyun Kim⁵, and Nak-Ju Sung^{2*}

¹Namhaegun Agricultural Technology Center, Namhae 668-812, Korea

²Dept. of Foods and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

³Dept. of Hotel Culinary Arts & Bakery, Namhae College, Namhae 668-801, Korea

⁴Division of Food Science, Jinju International University, Jinju 663-759, Korea

⁵Faculty of Marine Bioscience, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the effect on treatments of garlic and the improvement of lipids in dietary-induced hyperlipidemic rats. Rats were administrated 1% cholesterol to induce hyperlipidemia and were fed diets containing fresh garlic powder (FGP), steamed garlic powder (SGP) and black garlic powder (BGP) by 3% (w/w) for 4 weeks. Body weight gain and food efficiency was not significantly different between control and garlic powder fed groups. Liver weight was significantly higher in control and SGP fed groups. Blood glucose was decreased in FGP and BGP fed groups than control group. The concentration of total lipid was significantly decreased in BGP group. Total cholesterol and triglyceride of serum were significantly lower in garlic powder fed groups than control group. HDL-cholesterol was significantly higher, LDL-, and VLDL-cholesterol were significantly lower in the garlic powder fed groups than the control group. Activities of serum GOT was lower in SGP fed group than control group. Total hepatic lipid and cholesterol concentration were conspicuously decreased by garlic powder fed groups. TBARS concentration of liver was significant different for the added garlic powder administration. Antioxidant activity of liver tended to increase in garlic powder fed groups compared with control group. In this result, we suggest the preventive effect of black garlic against the atherosclerotic process and the improvement of hyperlipidemia through the removal of cholesterol.

Key words: hyperlipidemic rat, fresh garlic powder, steamed garlic powder, black garlic powder

서 론

우리나라 사람들의 식사패턴이 식물성 식품 및 당질 위주에서 육류 및 가공식품 등 지방 함량이 높은 식품의 섭취 증가로 변화됨에 따라 질병 발생의 양상도 다양해졌으며, 특히 고지혈증과 같은 심혈관계 질환은 건강상의 심각한 문제로 대두되고 있다(1). 심혈관계 질환의 위험인자에는 여러 가지가 있으나, 혈청 총 콜레스테롤과 저밀도 리포단백 콜레스테롤(LDL-cholesterol) 및 중성지방의 증가 등의 고지혈

증이 주요 인자로 인식되고 있다(2). 콜레스테롤 및 중성지방 식품의 섭취 증가는 고콜레스테롤혈증과 밀접한 관련이 있다고 보고되어 있으며(3), 특히 동물성 포화지방의 과다섭취는 혈청 콜레스테롤 수준을 높여 심혈관계 질환을 비롯한 여러 가지 질병의 발생을 증가시키는 위험요인이 된다. 지금까지 고지혈증을 치료하기 위한 많은 시도가 이루어졌으며, 효능 있는 약물이 개발되어져 있으나, 근래에는 부작용의 위험성이 있는 약물보다 한방 및 민간요법에 근거한 지질대사에 개선효과가 있는 식물을 이용한 식이요법을 선호하는

*Corresponding author. E-mail: snakju@gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-751-5975, Fax: 82-55-751-5971

경향이 증가되고 있다.

마늘(*Garlic, Allium sativum* L.)은 백합과(*Liliaceae*) 과 속(*Allium*) 식물로서 향신료, 민간치료제로 오래전부터 사용되어져 왔으며, 마늘의 유효성분인 allicin이 혈압강하(4,5), 혈중 지질 저하(6-8) 및 혈당의 감소(6,8,9) 등 다양한 생리적 효능을 발휘하는 것으로 알려져 있다. 특히 고지혈증에서 혈중 지질 및 콜레스테롤 농도를 저하시킴으로써 심혈관계 질환의 위험을 감소시키는 작용을 하는데(10,11), 이는 마늘 성분 중 allicin 또는 diallyl sulfides가 acetyl Co A 또는 3-hydroxy-3-methyl glutaryl Co A reductase를 저해함으로써 나타나는 것으로 보고되어 있다(12,13). 한편, 동물실험에서 저농도의 allicin이 항산화 활성을 상승시키나, 고농도의 경우에는 오히려 산화를 촉진시키는 결과를 초래한다고 한 보고도 있다(14). Allicin 외에도 마늘 중의 총 페놀, flavonoids 및 항산화 비타민 등이 상호작용을 통하여 항산화 활성을 나타냄이 보고되어 있다(15).

동물실험에서 혈액 및 조직의 지질 수준을 낮추기 위한 국내의 선행연구 보고에 의하면 마늘의 함량은 주로 3~5% 수준이 효과적이었으며(4,5), 생마늘 분말(4,6,7), 마늘즙(8) 등 생마늘을 이용한 연구보고가 주류를 이루어 왔는데 마늘을 다양한 조건으로 가공하였을 때 기능성의 변화, 생마늘과의 효능 비교 등은 아직도 연구되어야 할 부분이다. 이에 본 연구에서는 마늘의 가공조건을 달리하였을 때 고지방식이 섭취에 따른 흰쥐의 혈액 및 간장조직의 지질 개선에 미치는 영향을 비교 분석하고자 하였다. 즉, 생마늘과 증숙한 마늘 및 최근 개발된 흑마늘의 동결건조 분말을 돈지 및 1% 콜레스테롤을 함유한 식이에 혼합 급여하여 실험 사육함으로써 마늘의 가공처리 조건에 따른 혈중지질 개선효과를 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료의 제조

경남 남해군에서 생산된 마늘을 산지로부터 구입하여 박피 후 흐르는 물에 세척하고 자연건조시켜 물기를 제거한 후 다음과 같이 전처리하였다. 즉 마늘 분말 제조를 위하여 생마늘은 두께가 5 mm 정도로 절단하였으며, 증숙마늘 분말은 생마늘을 100°C에서 20분간 증숙시킨 다음 실온에서 3시간 냉각하였다. 흑마늘은 도울농산영농조합법인에서 자체 개발한 흑마늘 제조법에 따라 제조된 것(특허출원번호: 10-2007-0070551)을 제공받았다. 각각의 전처리를 거친 시료는 진공 동결건조기로 건조시킨 다음 분쇄기를 이용하여 분말화한 후 밀봉하여 -40°C의 냉동고에 보관해 두고 흰쥐의 사육을 위한 조제사료에 첨가하였다.

실험동물의 사육 및 식이조성

실험동물은 생후 5주된 150±10 g의 Sprague-Dawley계

수컷 흰쥐를 (주)샘타코(Seoul, Korea)로부터 분양받아, 온도 22±2°C, 습도 50±5%, 명암주기 12시간(07:00~19:00)으로 자동설정된 동물실험실에서 사육하였으며, 첫 1주간은 시판 고형사료(삼양사)로 적응시켰다. 2주째는 콜레스테롤을 첨가하지 않은 기본식이(10% 옥수수유)로 1주간 예비사육한 후 190±10 g 흰쥐를 체중에 따른 난피법으로 7마리씩 5그룹으로 나누어 사육 상자에 한 마리씩 넣어 4주간 실험 사육하였다. 실험식이군은 10% 옥수수유를 급여한 기본 식이군을 정상군으로 하고 고콜레스테롤 혈증의 유발을 위하여 5% 옥수수유, 5% 돈지 및 1% 콜레스테롤을 혼합 급여한 군을 고콜레스테롤 급여 대조군으로 하였다. 각 마늘 분말 급여군은 대조군과 동일한 식이 조성에 각각의 마늘 분말을 3%씩 혼합 급여하여 구성하였다. 이때 마늘 분말의 첨가량만큼 starch에서 동량을 제외시켰으며, 각 실험군의 식이조성은 Table 1과 같다. 사육 기간 동안 물과 사료는 자유 급여하였다.

식이섭취량, 식이효율 및 체중측정

실험기간 동안 식이는 매일 오후 5시에 급여하였고 다음 날 오전 10경에 잔량을 조사하여 식이섭취량을 산출하였으며, 이때 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 보정하였다. 물은 수도수를 매일 신선하게 공급하였다. 체중은 1주일에 한 번씩 일정한 시간에 측정하였으며, 실험기간 동안의 체중증가량(g)을 같은 기간 동안의 총 식이섭취량(g)으로 나누어 식이효율(food efficiency ratio, FER)을 구하였다.

실험동물의 처리

4주간 실험식이 후 최종일에 16시간 절식시킨 다음 에테르로 가볍게 마취시켜 심장에서 채혈하였다. 채혈된 혈액은 빙수 중에서 30분간 응고시킨 후 원심분리기(Mega 17R,

Table 1. Composition of experimental diets (g/100 g diet)

Ingredients	Groups				
	Normal	Control	FGP ³⁾	SGP ⁴⁾	BGP ⁵⁾
Starch	10	10	7	7	7
Casein	20	20	20	20	20
Cellulose	5	5	5	5	5
Sucrose	50	50	50	50	50
Vitamin mix. ¹⁾	1	1	1	1	1
Mineral mix. ²⁾	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Corn oil	10	5	5	5	5
Lard	-	5	5	5	5
Cholesterol	-	1	1	1	1
Sodium cholate	-	0.25	0.25	0.25	0.25
FGP	-	-	3	-	-
SGP	-	-	-	3	-
BGP	-	-	-	-	3

¹⁾AIN-76TM vitamin mixture. ²⁾AIN-76TM mineral mixture.

³⁾FGP: fed 3% freeze-dried powder of fresh garlic for 4 weeks.

⁴⁾SGP: fed 3% freeze-dried powder of steamed (100°C, 20 min) garlic for 4 weeks.

⁵⁾BGP: fed 3% freeze-dried powder of black garlic for 4 weeks.

Hanil, Korea)로 3,000 rpm에서 15분간 원심분리시켜 혈청을 얻어 -70°C의 냉동고에 보관해두고 분석용 시료로 사용하였다. 각 조직(간장, 심장, 신장, 비장, 폐, 고환)은 채혈 후 즉시 분리시켰으며, 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 흡수지로 물기를 제거하고 무게를 측정하였다.

혈액 성분 분석

혈당 함량은 glucose 측정용 kit시약(AM 201-k, Asan, Korea)으로 측정하였다. 혈청의 총 지질(total lipid)의 함량은 Frings 등(16)의 방법에 따라 혈청 20 µL에 phosphovanillin 시약을 첨가한 후 37°C에서 15분간 배양한 후 시료 무첨가구를 대조로 하여 파장 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 콜레스테롤(total cholesterol) 함량은 총 콜레스테롤 측정용 kit시약(AM 202-k, Asan, Korea)을 사용하였으며, 중성지방(triglyceride) 함량은 중성지방 측정용 kit시약(AM 157S-k, Asan, Korea), HDL-C(high density lipoprotein cholesterol) 함량의 측정은 HDL-C 측정용 kit시약(AM 203-k, Asan, Korea)으로 각각 측정하였으며, 혈중 함량은 표준검량선에 의해 산출하였다. LDL-C(low density lipoprotein cholesterol) 함량(17) 및 VLDL-C(very low density lipoprotein cholesterol) 함량(18)은 다음의 계산식에 의해 산출하였다. 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 Haglund 등(19), 심혈관 위험지수(cardiac risk factor, CRF)는 Kang 등(20)의 방법에 따라 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{LDL-C (mg/dL)} &= \text{Total cholesterol} \\ &\quad - (\text{HDL-C} + \text{Triglyceride}/5) \\ \text{VLDL-C (mg/dL)} &= \text{Total cholesterol} \\ &\quad - (\text{HDL-C} + \text{LDL-C}) \\ \text{Atherogenic index} &= (\text{Total cholesterol} - \text{HDL-C}) / \\ &\quad \text{HDL-C} \\ \text{Cardiac risk factor} &= \text{Total cholesterol} / \text{HDL-C} \end{aligned}$$

혈청의 GOT(glutamic oxaloacetic transaminase) 및 GPT(glutamic pyruvic transaminase) 활성도는 GOT 측정용 kit(P111 3150, Fugi, Japan) 및 GPT 측정용 kit(P111 3250, Fugi, Japan)로 혈액분석기(DRI-Chem 3500I, Fugi, Japan)에서 분석하였으며, 혈청 1 mL당 Karmen unit로 표시하였다. 혈청 중 젖산 탈수소 효소(lactate dehydrogenase, LDH)의 활성은 LDH 측정용 kit시약(AM 159-k, Asan, Korea)으로 측정하였으며, 혈청 1 mL당 Wroblewski unit로 표시하였다.

간장 조직의 지질 성분 분석

간장 조직의 지질 함량은 Folch 등(21)의 방법에 따라 간 조직 0.5 g에 chloroform : methanol 혼합액(C : M=2:1, v/v)을 가해 tissue grinder(Daihan WOS01010, Korea)로 마쇄하여 30 mL로 정용한 다음 냉암소에 하룻밤 정치시켜 지질을 추출하였다. 이를 여과(Whatman No. 7)하여 일정량을 취해 완전 건조시킨 다음 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지

방을 상기의 분석방법에 따라 측정하였다.

간장 조직의 지질과산화물 함량 측정

Uchiyama와 Mihara(22), Lee 등(23)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 간장 조직 1 g에 1.5% KCl 용액을 가하고 homogenizer로 마쇄하여 10% 균질액을 만든 다음, 이를 0.5 mL 취하여 3 mL의 1% phosphoric acid와 1 mL의 0.6% TBA를 넣어 잘 혼합하였다. 이것을 95°C water bath에서 45분간 가열한 뒤 4 mL의 butanol을 가하여 발색물질을 추출한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 butanol층의 흡광도(O.D.₅₃₅₋₅₂₀)를 측정하였다. 간장 조직의 TBARS 함량은 표준용액으로 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용한 표준 검량선으로부터 산출하였다.

항산화 활성 측정

간장 조직의 항산화 활성은 간 조직 1 g에 1.5% KCl 용액으로 10% 균질액을 제조한 다음 이를 100 µL 취하여 Lim 등(24)의 방법에 따라 tris-HCl 완충액(100 mM, pH 7.4)을 1 mL 혼합한 후 0.5 mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 용액 1 mL를 가한 다음 37°C의 암실에서 15분간 반응시켰다. 여기에 chloroform 2 mL를 가하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 하층부의 chloroform을 취하여 파장 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화 활성은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 비로 나타내었다.

통계처리

실험으로부터 얻은 결과는 SPSS package를 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 비교분석하였다.

결과 및 고찰

체중 변화 및 식이효율

1% 콜레스테롤 첨가식으로 고지혈증을 유도시킨 흰쥐에서 생마늘, 증숙마늘 및 흑마늘 분말 3%의 급이가 실험사육 기간 동안 체중 변화 및 식이효율에 미치는 영향을 분석하였다(Table 2). 대조군은 실험 전 기간 동안 체중증가량이 150.00±10.00 g으로 가장 높았으며, 생마늘 분말 급이군은 136.67±5.77 g, 증숙마늘 분말 급이군은 133.33±11.55 g, 흑마늘 분말 급이군에서는 130.00±26.46 g이 증가하였으나 실험군간에 통계적인 유의차는 없었다. 식이섭취량이나 식이효율에서도 실험군간의 통계적인 유의차가 없어 마늘의 첨가 급이가 흰쥐의 생육에는 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다.

고지혈증 흰쥐에 마늘즙을 1~2% 첨가한 실험에서 체중증가량 및 식이효율은 고지방식이군에 비해 마늘 급이군에서 다소 낮았으나, 유의적인 차이가 없었기 때문에 체중감소

Table 2. Changes in body weight, food intake and food efficiency ratio of rats fed garlic powder

Groups ¹⁾	Initial body weight (g)	Final body weight (g)	Food intake (g/day)	Total body weight gain (g/4 weeks)	Food efficiency ratio
Normal	193.33±5.77 ^{2)NS3)}	336.67±25.17 ^{NS}	20.01±0.92 ^{NS}	143.33±20.82 ^{NS}	0.26±0.03 ^{NS}
Control	186.67±11.55	336.67±5.77	20.95±0.29	150.00±10.00	0.25±0.02
FGP	186.67±5.77	323.33±5.77	19.81±0.59	136.67±5.77	0.25±0.01
SGP	183.33±5.77	316.67±15.28	18.82±1.38	133.33±11.55	0.25±0.01
BGP	186.67±5.77	316.67±32.15	20.52±0.51	130.00±26.46	0.23±0.04
F (p-value)	0.750 (0.580)	0.780 (0.563)	2.834 (0.083)	0.690 (0.615)	0.717 (0.599)

¹⁾Refer to the Table 1. ²⁾Values are mean±SD (n=7). ³⁾NS: not significant.

Table 3. The organ weight of liver, heart, kidney, spleen, lung and testis of rats fed garlic powder

Groups ¹⁾	(tissue g/100 g body weight)					
	Liver	Heart	Kidney	Spleen	Lung	Testis
Normal	2.94±0.26 ^{2)a3)}	0.27±0.01 ^a	0.73±0.06 ^{NS4)}	0.19±0.02 ^{NS}	0.40±0.04 ^{NS}	1.02±0.09 ^{NS}
Control	5.33±0.38 ^c	0.32±0.02 ^b	0.77±0.04	0.21±0.01	0.42±0.03	1.06±0.07
FGP	4.40±0.10 ^b	0.29±0.03 ^{ab}	0.71±0.04	0.20±0.03	0.38±0.03	1.01±0.02
SGP	5.25±0.23 ^c	0.32±0.02 ^b	0.74±0.04	0.20±0.02	0.41±0.03	0.98±0.15
BGP	5.05±0.61 ^{bc}	0.29±0.01 ^{ab}	0.74±0.08	0.21±0.01	0.40±0.03	0.96±0.16
F (p-value)	22.819 (0.000)	4.553 (0.024)	0.579 (0.685)	0.976 (0.463)	0.707 (0.605)	0.386 (0.814)

¹⁾Refer to the Table 1. ²⁾Values are mean±SD (n=7).

³⁾Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at p<0.05. ⁴⁾NS: not significant.

와 마늘의 상호관련성이 작다고 보고하고 있다(8). 또한 흰쥐의 성장에서 생마늘 및 가열한 마늘 분말을 3% 급이시 체중증가량 및 식이효율이 대조군과 마늘 분말 급이군간에 유의적인 차이가 없었기 때문에 마늘은 3% 정도까지 식이에 첨가될 경우 흰쥐의 성장 및 식이섭취량에 큰 영향이 없다고 보고(4)되어 있는데, 본 실험의 결과도 상기의 연구 결과들과 유사한 경향이였다.

장기의 중량

식이성 고지혈증을 유도한 흰쥐에서 3%의 마늘 분말 급이시 체중에 대한 장기(간장, 심장, 신장, 비장, 폐, 고환)의 중량을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 간장 및 심장의 중량은 고지방식이를 급이한 대조군에서 정상군에 비해 유의적으로 증가하였다. 생마늘 분말 3% 급이군에서 간장의 중량은 4.40±0.10 g/100 g BW로 대조군에 비하여 유의적으로 낮은 값이었고, 증숙마늘 분말 급이군에서는 유의적 차이가 없었다. 심장의 중량은 대조군과 마늘 분말 급이군간에 유의적 차이가 없었으며, 그 외의 장기 중량은 모든 실험군간에 유의적 차이가 없어 고지방 식이에 마늘의 첨가 급이가 흰쥐의 신장, 비장, 폐 및 고환 등의 장기 중량의 변화에는 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 대조군의 경우 고지방 식이의 급이로 인하여 콜레스테롤이 간장 조직 안으로 유입되어 지단백의 형태로 배출되지 못하여 간장의 중량이 증가된 것(25)으로 사료되며, 생마늘 및 흑마늘 분말이 증숙마늘 분말에 비해 조직 내 지방 축적 억제에 효과가 있었던 것으로 추측된다.

혈당의 농도

고지방식이에 마늘 분말을 3% 수준으로 첨가하여 4주간 실험사육한 후 혈당을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 흰쥐

Table 4. Effect of garlic powder on glucose level in serum of hyperlipidemic rats

Groups ¹⁾	Blood glucose (mg/dL)
Normal	119.71±9.95 ^{2)ab3)}
Control	140.80±2.68 ^c
FGP	126.79±7.69 ^{ab}
SGP	131.32±7.21 ^{bc}
BGP	117.61±5.34 ^a
F (p-value)	5.341 (0.015)

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=7).

³⁾Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at p<0.05.

의 공복시 혈당은 98~152 mg/dL인 것으로 알려져 있는데 (26), 본 실험결과도 이와 잘 일치하였다. 대조군은 정상군에 비하여 유의적으로 혈당이 높았으며(140.80±2.68 mg/dL), 생마늘 분말 급이군과 흑마늘 분말 급이군은 각각 126.79±7.69 mg/dL와 117.61±5.34 mg/dL로 대조군에 비해 유의적인 감소를 보였다.

마늘 및 양파 등 *Allium*속 식물류는 allithiamine을 형성하여 thiamine의 흡수를 증가시키며, 고당질 식이(46.8%의 설탕 및 3%의 섬유소)의 급이에서 2%의 마늘 분말 첨가는 인슐린의 분비 증가와 혈당 감소 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(27). 반면, 고지혈증 유발 흰쥐에 1% 및 3% 수준으로 마늘을 첨가한 경우에는 대조군에 비해서 혈당이 감소되기는 하였으나 유의성은 없었다는 보고도 있다(5,6). 본 연구 결과 흑마늘 분말 급이군의 경우 정상군과 유사한 수준으로 혈당을 저하시키지만, 증숙마늘 분말 급이군에서는 대조군과 유의적 차이가 없어 고지혈증 유발 흰쥐에서 마늘의 혈당저하

효과는 마늘의 가공조건에 따라 다르게 나타남을 확인할 수 있었다.

혈청 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량

고지방식이에 생마늘, 증숙마늘 및 흑마늘 분말을 각 3% 농도로 혼합 급여한 흰쥐의 혈청 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량을 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 총 지질 함량은 정상군에 비하여 대조군에서 약 1.9배가량 증가되었으며, 흑마늘 분말 급여군에서는 781.19±29.76 mg/dL로 대조군에 비하여 유의적 수준으로 감소되었으나, 증숙마늘 분말 급여군은 대조군과 유의차가 없었다. 총 콜레스테롤 농도는 마늘 분말 급여군들에서 149.84±6.20~155.80±7.63 mg/dL의 범위로 마늘의 가공 처리조건에 따른 차이는 없었으나 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 중성지방의 함량도 총 콜레스테롤의 변화와 같은 경향으로 대조군에서 67.56±11.71 mg/dL로 정상군에 비해 약 1.8배 정도 높은 수준으로 측정되었으나, 마늘 분말의 급여시 35.66±7.47~39.14±6.14 mg/dL의 범위로 정상군과 유사한 수준으로 회복되었으며, 마늘 분말의 종류에 따른 유의적 차이는 없었다.

Seo(8)는 돈지 12.6%로 고콜레스테롤혈증을 유도한 흰쥐에서 혈청 총콜레스테롤 함량은 121.3±15.3 mg/dL이었으며, 이때 마늘 즙을 1% 및 2% 급여한 경우 각각 118.6 mg/dL와 103.4 mg/dL로 유의적인 감소를 나타내었다고 보고한 바 있는데 본 실험의 결과에서도 마늘 분말 3% 첨가 급여는 혈청 콜레스테롤의 저하에 유의적인 효과가 있음을 확인할

수 있었다. 또한 고지혈증이 유도된 흰쥐에게 120°C 오븐에서 20분간 가열한 마늘과 생마늘을 투여한 연구보고(4)에서 가열한 마늘을 급여한 경우 혈중 콜레스테롤 함량이 더 낮았으므로 마늘의 처리조건이 혈중 콜레스테롤 저하와 관련성이 있다고 하였으나, 본 실험결과에서는 마늘의 처리조건에 따른 혈중 콜레스테롤 저하에 유의적인 차이를 보이지 않았기 때문에 처리조건과는 상관성이 적은 것으로 여겨진다.

중성지방 농도는 고콜레스테롤 식이에 마늘을 급여한 경우 혈중 중성지방의 함량이 유의적으로 감소되었다는 연구(8), 952명의 고지혈증 환자에게 건조 마늘을 섭취시켰을 때 대조군에 비해 혈중 중성지방 농도를 0.4 mmol/L 감소시켰다고 한 Silagy와 Neil(10)의 보고와 잘 일치하였다. 반면에 Chun과 Paik(4)은 마늘첨가 유무 및 마늘의 열처리 유무에 따른 혈중 지질 함량의 변화에 유의성이 없다고 보고한 바 있다. 본 실험에서는 고지방식이의 급여로 혈중 중성지방의 함량이 증가되었으나, 3%의 마늘 분말 첨가시 중성지방의 함량이 정상군의 수준까지 회복되었다는 점으로 볼 때 마늘은 가공처리 조건에 관계없이 혈중 지질 함량 감소에 유효한 것으로 판단되었다.

혈청 HDL-, LDL-, VLDL-콜레스테롤, 동맥경화지수 및 심혈관질환 위험지수

고지방 식이에 3% 마늘 분말을 급여하여 4주간 실험사육한 흰쥐의 혈청 중 HDL-, LDL-, VLDL-콜레스테롤 농도, 동맥경화지수 및 심혈관질환 위험지수는 Table 6과 같다. HDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 마늘 분말 급여군에서 유의성 있게 증가되었다. 특히 3% 흑마늘 분말 급여군에서는 약 1.9배 증가하여 정상군과 유사한 수준으로 회복되었으며, 생마늘 및 증숙마늘 분말 급여군과도 유의적인 차이를 보였다. LDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 마늘 분말 급여군에서 감소되기는 하였으나, 마늘 분말의 종류에 따른 유의차는 없었다.

Chung 등(28)과 Seo(8)는 정상 흰쥐의 HDL-콜레스테롤 농도를 각각 40.3 mg/dL, 39.5 mg/dL로 보고한 바 있는데, 이는 본 실험 결과(39.29±1.95 mg/dL)와도 잘 일치하였다. 고지방식이에 마늘의 첨가는 혈중 HDL-콜레스테롤의 농도에 변화를 주지 않는 것으로 보고되어져 있는데(4), 본 실험에서는 마늘 첨가에 따른 유의적인 차이가 있었으며, 특히

Table 5. Effect of garlic powder on total lipid, total cholesterol and triglyceride in serum of hyperlipidemic rats (mg/dL)

Groups ¹⁾	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride
Normal	481.68±74.98 ^{2)a3)}	71.29±5.35 ^a	37.04±6.60 ^a
Control	911.36±64.06 ^c	179.21±11.84 ^c	67.56±11.71 ^b
FGP	867.08±33.79 ^{bc}	154.44±3.56 ^b	38.34±5.23 ^a
SGP	881.39±21.54 ^c	155.80±7.63 ^b	39.14±6.14 ^a
BGP	781.19±29.76 ^b	149.84±6.20 ^b	35.66±7.47 ^a
F (p-value)	38.065 (0.000)	91.531 (0.000)	9.055 (0.002)

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=7).

³⁾Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at p<0.05.

Table 6. Effect of garlic powder on HDL-, LDL-, VLDL-cholesterol, AI and CRF in serum of hyperlipidemic rats

Groups ¹⁾	HDL-C (mg/dL)	LDL-C (mg/dL)	VLDL-C (mg/dL)	Atherogenic index	Cardiac risk factor
Normal	39.29±1.95 ^{2)a3)}	24.59±3.78 ^a	7.41±1.32 ^a	0.82±0.07 ^a	1.80±0.05 ^a
Control	18.37±1.91 ^a	147.33±9.03 ^c	13.51±2.34 ^b	8.81±0.97 ^d	9.81±0.97 ^d
FGP	26.22±3.32 ^b	120.56±6.37 ^b	7.67±1.05 ^a	4.97±0.94 ^c	5.97±0.94 ^c
SGP	24.39±1.91 ^b	123.59±10.74 ^b	7.83±1.23 ^a	5.43±0.82 ^c	6.43±0.82 ^c
BGP	34.47±5.60 ^c	108.16±10.54 ^b	7.13±1.49 ^a	3.44±0.83 ^b	4.44±0.83 ^b
F (p-value)	19.397 (0.000)	91.514 (0.000)	9.060 (0.002)	40.180 (0.000)	40.361 (0.000)

¹⁾Refer to the Table 1. ²⁾Values are mean±SD (n=7).

³⁾Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at p<0.05.

흑마늘 분말을 급여한 실험군에서는 정상군과 유사한 수준까지 증가된 것으로 보아 흑마늘의 특이성에 따른 차이인 것으로 생각되었다. Kannel 등(29)은 LDL-콜레스테롤 농도의 변화가 총 콜레스테롤의 변화와 유사하다고 하였는데 본 실험에서도 비슷한 경향이였다.

동맥경화지수와 심혈관질환 위험지수는 주로 동맥경화 및 심장순환계질환의 발병 위험도를 알리는 위험지수로 널리 이용되고 있다(30). 동맥경화지수는 정상군의 경우 0.82 ± 0.07 로 안정한 상태인 것으로 알 수 있었으나, 고지혈증 유발군에서는 8.81 ± 0.97 로 고지방식의 섭취 증가로 인한 동맥경화 위험성이 크게 상승된 상태로 판단되었다. 마늘 분말 급여군에서는 $3.44 \pm 0.83 \sim 5.43 \pm 0.82$ 의 범위로 대조군에 비해 유의적으로 감소되었으며, 특히 흑마늘 분말 급여군에서 가장 뚜렷한 감소를 보였다. 심혈관질환 위험지수도 이와 유사한 경향으로 정상군에서는 1.80 ± 0.05 로 안정적이었으나, 대조군은 9.81 ± 0.97 로 4주간의 고지방식으로 인하여 심혈관 질환의 위험도가 증가된 것으로 보였다. 흑마늘 분말 급여군은 4.44 ± 0.83 으로 생마늘 분말 급여군의 5.97 ± 0.94 및 증숙마늘 분말 급여군의 6.43 ± 0.82 에 비해 유의적으로 낮았다. 이상의 결과로부터 고지혈증 유발 흰쥐에 마늘 분말의 첨가 급여는 순환기계 질환의 발병에 대한 지표인 동맥경화지수와 심혈관질환 위험지수를 유의적으로 감소시켜 고지혈증의 개선 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

혈청 GOT, GPT 및 LDH 활성

고지방식이에 마늘 분말을 급여한 후 흰쥐의 혈액 내 효소 활성을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 정상군의 GOT 활성은 91.00 ± 13.11 u/mL이었으며, 대조군은 150.33 ± 15.70 u/mL로 고지방식을 급여함으로써 GOT 활성이 상승되었다. 마늘분말을 급여한 실험군중 증숙마늘 분말 급여군이 117.00 ± 12.12 u/mL로 대조군에 비해 유의적인 감소를 보였다. GPT 활성은 실험군간에 유의적 차이를 보이지 않았다. LDH 활성은 대조군에서 1023.35 ± 90.17 u/mL, 정상군에서는 769.14 ± 42.02 u/mL였으며, 마늘 분말 급여군에서는

$905.03 \pm 22.61 \sim 982.37 \pm 9.36$ u/mL로 대조군 및 정상군에 비해 유의적인 감소를 보였다.

Hikino 등(31)은 GOT 활성이 91 u/L인 정상 흰쥐에 alliin 5 mg/kg · rat · day를 경구투여하였더니 27시간만에 GOT 활성이 98 u/mL로 상승되었으며, GPT 활성은 46 u/L에서 52 u/mL로 증가되었다고 보고하여 마늘의 경우 다량 또는 장기간 섭취할 경우 독성이 나타날 가능성을 시사한 바 있다. Seo(8)는 고지방식이에 마늘을 첨가할 경우 첨가량의 증가에 따른 GOT, GPT 활성이 상승되는 까닭이 마늘의 다량 투여에 의한 장기의 손상 때문이라고 보고한 바 있다. 그러나 본 실험 결과에서는 마늘 분말 급여 유무에 따른 유의성이 없는 것으로 보아 마늘 분말의 급여로 인한 장기의 손상은 나타나지 않은 것으로 판단되었다.

간장의 지질 함량

처리조건을 달리한 마늘 동결건조 분말을 4주간 급여한 고지혈증 유발 흰쥐의 간장 조직 중 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량을 측정된 결과는 Table 8과 같다. 총 지질은 정상군에서 26.75 ± 2.56 mg/g, 1% 콜레스테롤을 급여한 대조군에서 130.24 ± 20.95 mg/g으로 약 4.9배가량 높은 함량을 나타내었으며, 생마늘 분말 급여군이 104.96 ± 12.63 mg/g으로 대조군에 비해 약 19%정도 감소되었다. 총 콜레스테롤은 대조군에서 11.82 ± 0.51 mg/g이었는데, 마늘 분말을 급여한 실험군에서는 $8.70 \pm 1.02 \sim 9.46 \pm 0.77$ mg/g의 범위로 유의적인 감소를 보였으나, 중성지방은 마늘 분말 급여군간에 유의적인 차이가 없었다. 본 실험에서 간장 중의 지질성분을 분석한 결과 마늘 분말의 첨가 급여로 총 지질이나 콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 감소되었으나, 중성지방의 함량에는 영향을 미치지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 마늘 분말의 급여로 인한 체내 지질 개선효과는 체내 중성지방의 개선보다는 식이성 콜레스테롤의 흡수를 저하와 상관성이 있을 것으로 추정된다.

2~4%의 마늘 분말 급여가 고콜레스테롤 식이로 사육한 흰쥐의 간장 조직 콜레스테롤 수준을 30%정도 감소시켰다고 보고된(32) 반면에, 1% 콜레스테롤 식이에 마늘 분말을

Table 7. Effect of garlic powder on GOT, GPT and LDH activities in serum of hyperlipidemic rats

Groups ¹⁾	GOT	GPT	LDH
	(Karmen unit/mL)		(Wroblewski unit/mL)
Normal	$91.00 \pm 13.11^{2)a3)}$	$37.67 \pm 3.79^{NS4)}$	769.14 ± 42.02^a
Control	150.33 ± 15.70^c	40.00 ± 7.81	1023.35 ± 90.17^c
FGP	137.00 ± 15.72^{bc}	32.00 ± 6.56	932.97 ± 17.00^b
SGP	117.00 ± 12.12^b	29.33 ± 9.71	982.37 ± 9.36^{bc}
BGP	142.33 ± 10.79^{bc}	32.67 ± 4.62	905.03 ± 22.61^b
F (p-value)	9.183 (0.002)	1.225 (0.360)	13.105 (0.001)

¹⁾Refer to the Table 1.
²⁾Values are mean ± SD (n=7).
³⁾Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at p<0.05. ⁴⁾NS: not significant.

Table 8. Effect of garlic powder on total lipid, total cholesterol and triglyceride in liver of hyperlipidemic rats for 4 weeks
(mg/g wet liver)

Groups ¹⁾	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride
	Normal	$26.75 \pm 2.56^{2)a3)}$	3.27 ± 0.23^a
Control	130.24 ± 20.95^c	11.82 ± 0.51^c	33.13 ± 3.30^b
FGP	104.96 ± 12.63^b	8.70 ± 1.02^b	26.78 ± 5.33^b
SGP	121.51 ± 9.80^{bc}	9.46 ± 0.77^b	30.14 ± 4.25^b
BGP	124.17 ± 2.68^{bc}	9.24 ± 0.95^b	28.92 ± 4.46^b
F (p-value)	38.852 (0.000)	52.592 (0.000)	7.193 (0.005)

¹⁾Refer to the Table 1.
²⁾Values are mean ± SD (n=7).
³⁾Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at p<0.05.

1%(7) 및 3%(6) 첨가한 경우에 간장 조직 중 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량에 유의차가 없었다고 한 보고도 있다. Luley 등(33)은 마늘 분말이 혈중 콜레스테롤 수치 저하에 영향을 주지 않았다고 보고한 바 있다. 체내의 콜레스테롤 저하 기전은 콜레스테롤의 이동 증가와 장의 흡수 저하에 기인하며(34), 마늘의 경우 함황화합물이 혈액 내 지질 함량을 감소시키는 주된 물질인 것으로 알려져 있는데(13,35), 본 실험 결과 흑마늘은 생마늘과 비슷한 수준으로 체내 지질 함량의 저하 효과를 나타내었다. 이로부터 생마늘이 흑마늘로 가공되어짐에 따라 마늘의 유효 성분에는 큰 변화가 없음을 추정할 수 있었다.

간장 조직의 TBARS 함량 및 항산화 활성

마늘 분말이 고지혈증 유발된 흰쥐의 간장 조직에서 TBARS 함량 및 DPPH에 의한 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 9와 같다. 간장 조직의 과산화지질 함량은 대조군에 비해 마늘 분말 급이시 다소 감소되기는 하였으나 유의차는 없었다. 항산화 활성은 정상군에서 $71.84 \pm 10.00\%$ 였으나, 대조군에서는 $47.27 \pm 5.76\%$ 로 감소되었다. 흑마늘 분말 급이군에서는 $66.29 \pm 5.69\%$, 생마늘 분말 급이군에서는 $64.17 \pm 3.09\%$, 증숙마늘 분말 급이군에서는 $58.82 \pm 10.54\%$ 로 흑마늘과 생마늘 분말 급이시 대조군에 비해 유의적으로 상승되었다.

*Allium*속 식물류에 함유된 플라보노이드는 항산화 효소 활성의 증가 및 직접적인 유리 라디칼 제거제로 작용하여 체내 과산화지질의 생성을 억제함으로써 조직을 보호하는 것으로 알려져 있다(36). Shin과 Kim(15)은 마늘의 항산화 능력이 마늘에 함유된 총 페놀, flavonoids, 항산화 비타민 등에 의한 상호작용에 의한 것으로 보고한 바 있다. 따라서 본 실험에서 흑마늘 분말 급이군의 항산화 활성이 생마늘 분말 급이군과 유사한 범위로 높게 나타난 것이 흑마늘로 가공되면서 생마늘에 함유되어 있던 항산화 비타민류나 플라보노이드 등의 변화와 새로이 생성된 갈변물질에 의한 항산화 활성(37)에 기인한 것으로 판단된다.

Table 9. Effect of garlic powder on TBARS contents and DPPH scavenging activity in liver of hyperlipidemic rats for 4 weeks

Groups ¹⁾	TBARS (mmol/g wet liver)	DPPH scavenging activity (%)
Normal	22.96 ± 4.20 ^{2)NS3)}	71.84 ± 10.00 ^{b4)}
Control	26.82 ± 3.92	47.27 ± 5.76 ^a
FGP	22.87 ± 4.76	64.17 ± 3.09 ^b
SGP	24.84 ± 9.32	58.82 ± 10.54 ^{ab}
BGP	22.12 ± 1.13	66.29 ± 5.69 ^b
F (p-value)	0.378 (0.819)	4.544 (0.024)

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾Values are mean \pm SD (n=7). ³⁾NS: not significant.

⁴⁾Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at p<0.05.

요 약

처리조건을 달리한 생마늘, 증숙마늘 및 흑마늘 분말을 3% 농도로 고지혈증 유발 흰쥐에 급이하였을 때 혈액 및 간장의 지질함량 변화에 미치는 영향을 비교하였다. 마늘 분말 급이군에서 대조군에 비해 체중 및 식이효율에서 유의적인 차이는 없었다. 간장의 무게는 생마늘 분말 급이군에서 유의적으로 감소되었다. 혈당은 생마늘 분말과 흑마늘 분말 첨가 급이시 대조군에 비해 유의적으로 감소되었다. 혈중 총 지질은 흑마늘 분말 급이군에서 가장 낮았으며, 총 콜레스테롤 및 중성지방도 마늘 분말 급이군들에서 유의적인 감소를 보였다. 마늘 분말을 급이함으로써 대조군에 비해 HDL-콜레스테롤의 농도는 증가되었고, LDL- 및 VLDL-콜레스테롤의 농도는 유의적으로 감소되었다. GOT 활성은 증숙마늘 급이군에서 가장 낮았다. 간장조직의 지질 함량은 마늘 분말 급이군에서 유의적으로 낮았다. 간장 조직의 TBARS 함량은 마늘 급이 유무에 따른 유의차가 없었으나, 항산화 활성은 대조군에 비해 마늘 급이군에서 증가되었다. 고지방식이에 3%의 생마늘 및 흑마늘 분말 첨가식은 혈액 및 간장의 지질 함량 저하에 효과가 있었으며, 특히 흑마늘의 경우 동맥경화 예방 및 체내 지질 개선 효과가 클 것으로 기대된다.

문 헌

1. Moon SJ. 1996. Nutrition problems of Korean. *Korean J Nutr* 29: 371-380.
2. Jang SJ, Park YJ. 1995. Effects of dietary fiber sources and levels on lipid metabolism in rats fed high lard diet. *Korean J Nutr* 28: 107-114.
3. Spady DK, Woollett LA, Dietschy JM. 1993. Regulation of plasma LDL-cholesterol levels by dietary cholesterol and fatty acids. *Annu Rev Nutr* 13: 355-381.
4. Chun HJ, Paik JE. 1997. Effect of heart treatment of garlic added diet on the blood of spontaneously hypertention rat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 103-108.
5. Kender BS. 1987. Garlic (*Allium sativum*) and onion (*Allium cepa*); A review of their relationship to cardiovascular disease. *Prev Med* 16: 670-685.
6. Kang JA, Kang JS. 1997. Effect of garlic and onion on plasma and liver cholesterol and triglyceride and platelet aggregation in rats fed basal or cholesterol supplemented diets. *Korean J Nutr* 30: 132-138.
7. Jo HJ, Choi MJ. 2002. Effect of 1% garlic powder on serum and liver lipid and plasma amino acid concentration in rats fed cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 98-103.
8. Seo HJ. 1999. Effects of garlic on the blood lipids and other serum components in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1339-1348.
9. Srivastava KC, Bordia A, Verma SK. 1995. Garlic (*Allium sativum*) for disease prevention. *South African J Sci* 91: 68-77.
10. Silagy C, Neil A. 1994. Garlic as a lipid lowering agent, a meta analysis. *J R Coll Physicians Lond* 28: 39-45.

11. Vorberg G, Schneider B. 1990. Therapy with garlic; result of a placebo-controlled, double-blind study. *Br J Clin Pract Symp Suppl* 69: 7-11.
12. Yu YY, Shaw MY. 1994. Garlic reduces plasma lipids by inhibiting hepatic cholesterol and triacylglycerol synthesis. *Lipids* 29: 189-193.
13. Gebhardt R. 1991. Inhibition of cholesterol biosynthesis by a water-soluble garlic extract in primary cultures of rat hepatocytes. *Arzneimittelforschung* 41: 800-804.
14. Lawson LD. 1998. Garlic: a review of its medicinal effects and indicated active compounds. In *Phytochemicals of Europe: Chemistry and Biological Activity*. Lawson LD, Bauer R, eds. ACS Symposium Series, No. 691. American Chemical Society, Washington DC. p 176-209.
15. Shin SH, Kim MK. 2004. Effect of dried powders or ethanol extracts of garlic flesh and peel on antioxidative capacity in 16-month-old rats. *Korean J Nutr* 37: 633-644.
16. Frings CS, Fendley TW, Dunn RT, Queen CA. 1972. Improved determination of total serum lipids by the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Clin Chem* 18: 763-764.
17. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. 1972. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
18. Cheung PCK. 1998. Plasma and hepatic cholesterol levels and fecal neutral sterol excretion are altered in hamsters fed straw mushroom diets. *J Nutr* 128: 1512-1516.
19. Haglund O, Loustarinen R, Wallin R, Wibell I, Saldeen T. 1991. The effect of oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in mand supplemented with vitamin. *Eur J Nutr* 121: 165-172.
20. Kang SM, Shim JY, Hwang SJ, Hong SG, Jang HE, Park MH. 2003. Effects of *Saengshik* supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 906-912.
21. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-502.
22. Uchiyama M, Mihara M. 1978. Determination of malondialdehyde precursor in tissues by TBA test. *Anal Biochem* 86: 271-278.
23. Lee SZ, Park SH, Lee HS. 2001. Changes in *in vivo* lipid peroxidation and antioxidant defense system in streptozotocin-induced diabetic rats: a time course study. *Korean J Nutr* 34: 253-264.
24. Lim BO, Seo TW, Shin HM, Park DK, Kim SU, Cho KH, Kim HC. 2000. Effect of *Betulae Platyphyllae Cortex* on free radical in diabetic rats induced by streptozotocin. *Kor J Herbology* 15: 69-77.
25. Park PS, Chung SY. 1992. Influence of some vegetable seed oils feeds on body lipid composition in rats. 2. Lipid components and fatty acid composition in tissue of rats. *J Gyeongsang Nat Univ* 31: 99-15.
26. Korean Biochemical Association. 1985. *Experimental Biochemistry*. Tamgudang, Seoul. p 130-150.
27. Melling WC, Johnson MA. 1980. Effect of garlic on carbohydrate metabolism and lipid synthesis in rats. *J Nutr* 110: 931-936.
28. Chung YJ, Ly SY, Ahn KH. 1991. Effects of glycosyl sucrose on blood glucose, serum lipids and activities of carbohydrate hydrolysing enzymes in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 20: 519-526.
29. Kannel WB, Castelli WP, Gordon T. 1979. Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. New perspectives based on the Framingham study. *Ann Intern Med* 90: 85-91.
30. Rosenfeld L. 1989. Lipoprotein analysis. Early methods in the diagnosis of atherosclerosis. *Arch Pathol Lab Med* 113: 1101-1110.
31. Hikino H, Tohkin M, Bukiso Y, Namiki T, Nishimura S, Takeyama K. 1986. Antihepatotoxic action of *Allium sativum* bulbs. *Planta Medica* 52: 163-168.
32. Chi MS, Koh ET, Stewart TJ. 1982. Effect of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard. *J Nutr* 112: 241-248.
33. Luley C, Lehmann-Leo W, Mrtin T, Schwartzkopff W. 1986. Lack of efficacy of dried garlic in patients with hyperlipoproteinemia. *Arzneimittelforschung* 36: 766-768.
34. Ikeda I, Imasoto Y, Sasaki E, Nakayama M, Nagao H, Takeo T, Yayabe F, Sugano M. 1992. Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rats. *Biochem Biophys Acta* 1127: 141-146.
35. Yu YY, Shaw MY. 1994. Garlic reduces plasma lipids by inhibiting hepatic cholesterol and triacylglycerol synthesis. *Lipids* 29: 189-193.
36. Haenen GR, Paquay JB, Korthouwer RE, Bast A. 1997. Peroxynitrite scavenging by flavonoids. *Biochem Biophys Res Commun* 236: 591-593.
37. Lee JW, Do JH, Shim KH. 1999. Antioxidant activity of the water soluble browning reaction products isolated from Korean red ginseng, I. DPPH radical and hydrogen peroxide scavenging. *J Ginseng Res* 23: 176-181.

(2007년 12월 6일 접수; 2008년 1월 17일 채택)