

## Effects of Garlic Shoot Extract on Lipid Metabolism in Hyperlipidemic Rats Fed a High-fat Diet

Cho-Rong Hwang, Jae-Ran Kang, Min-Jung Kang, Hye-Jun Sim and Jung-Hye Shin\*

Namhae Garlic Research Institute, Namhae 668-812, Korea

Received November 28, 2014 / Revised January 19, 2015 / Accepted March 3, 2015

This study was designed to investigate the effect of garlic shoot extract administration on serum and liver tissue lipid levels in hyperlipidemic rats. The rats were fed a 45% high-fat diet to induce hyperlipidemia. They were then administered garlic shoot extract (50%) and ethanol extract (75%) at 200 mg/kg B.W./day (GSA-1, GSB-1) and 400 mg/kg B.W./day (GSA-2, GSB-2) for 5 weeks. The total lipid and triglyceride contents in serum were lowest in the GSB-2 group, and the total cholesterol content was significantly lower in the GSA-2 and GSB-2 groups than in the control group. The high density lipoprotein (HDL)-cholesterol content of the GSB-2 group was similar to that of the normal group. The low density lipoprotein (LDL) and very low density lipoprotein (VLDL)-cholesterol contents were significantly lower in the GSB-1 and GSB-2 group than in the control group. atherogenic index (AI) and cardiac risk factor (CRF) were lowest in the GSB-2 group (0.58 and 1.57, respectively). Aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), and alkaline phosphatase (ALP) activities were significantly higher in the control group than in the normal group, and the levels of AST, ALT, and ALP were significantly lower in the GSA-2 and GSB-2 groups than in the control group. The total lipid content in liver tissue was significantly lower in all the experimental groups compared to that of the control group, but it was not significantly different among the experimental groups. The total cholesterol and triglyceride content in liver tissue was lowest in the GSB-2 group. Antioxidant activity in serum and liver tissue was highest in the GSB-2 group (40.16% and 47.41%, respectively). The thio-barbituric acid reactive substance (TBARS) content in serum and liver tissue was lowest in the GSB-2 group, with the significant difference. Our results suggest that garlic shoot extracts may improve lipid metabolism in serum and liver tissue and potentially reduce hyperlipidemia.

**Key words** : Garlic shoot extract, high fat diet, hypolipidemia, lipid metabolism

### 서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과 파속에 속하는 인경채소로서 우리나라를 포함하여 중앙아시아와 지중해 지역 등에서 많이 재배되어 있고, 예로부터 식재료 및 약재료로 널리 사용되어 왔다[3]. 우리나라에서 재배되는 마늘은 제주, 남해, 해남, 무안 등에서 재배되는 난지형 마늘과 의성, 서산, 삼척 등에서 재배되는 한지형 마늘로 생육지역 및 기후특성에 따라 구분된다[16]. 마늘의 구근을 발육시키기 위해서는 5월 초순경부터 마늘종을 뽑아주거나 제거해야 하는데, 남부지방에서는 4월 중순에 마늘종이 올라오는 반면 중부지방에서는 5월 중순부터 올라오기 시작하므로 구근의 성장 불량과 마늘종이 질겨지지 않기 위해서는 적기에 마늘종을 제거해야 한다[6].

부산물로 나오는 마늘종은 수확 후 초기에 판매하거나 일부는 저장하게 되는데, 대부분의 농가에서는 일손이 모자라 마늘종의 대부분이 밭에 그대로 폐기 처분되어 부가가치를 확보하지 못하고 있는 실정이다. 남해군의 마늘 재배에 따른 마늘종의 전체 생산량은 3,500톤 정도로 마늘 생산액(600억원) 대비 1/6 정도로 생산액은 100억에 달하는데, 마늘이 수확, 손질, 건조 등 수확 이후 판매까지 약 2개월 정도의 시간과 상당한 노동력이 투입됨을 감안할 때 1~2주 사이의 단기간의 노동력 투입으로 수입을 확보할 수 있는 장점을 지니고 있다.

마늘종은 마늘의 꽃줄기로 마늘속대 또는 마늘 싹이라 불리며 재배조건에 따라 엽초내의 중도에 주아와 꽃이 착생되기도 하고 꽃대에 꽃이 피는 것도 있다[43]. 마늘종은 마늘과 유사한 함황화합물과 페놀류 등을 함유하고 있으며, 클로로필, 식이 섬유소 및 비타민류 등 마늘과 차별화 되는 성분들도 다량 함유되어 있다. 또 마늘에 비해 매운맛이나 향이 약해서 식용이 용이하다는 장점이 있고[4], 마늘종으로부터 분리된 플라보노이드들은 항산화 활성을 지니고 있음이 보고되어 있어 기능성 식품소재로서 충분한 활용 가능성이 제시되고 있다[21, 22].

마늘은 항산화 활성[18], 혈행개선[17] 및 혈압강화[2] 등 다양한 생리활성이 있음이 보고되어 있고, 특히 고지혈증에서

#### \*Corresponding author

Tel : +82-82-860-8947, Fax : +82-82-860-8960

E-mail : whanbee@hanmail.net

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

혈중 지질 및 콜레스테롤 농도를 낮춤으로써 심혈관계 질환의 위험을 감소시키는 작용을 하는데[39], 이는 마늘의 함황화합물이 acetyl CoA 효소의 작용을 저해함으로써 나타나는 것으로 보고되어 있으므로[12], 동체에서 생산되는 마늘종도 이와 유사한 효능을 가질 것으로 추정된다.

그러나 유통되는 마늘종의 대부분은 향신채소, 장아찌, 볶음용 등의 부식원료로만 사용되고 있으며 별다른 이용방안이 없어 그 소비가 한정되어 있다. 또 마늘종은 마늘과 유사한 매운맛과 향을 가지고 있어 생으로 섭취하기 힘들며 장기보관 시 저장성이 떨어지는 문제점이 있다. 이처럼 활용도가 한정되고 일시적으로 출하되었다가 소비되는 특성으로 인해 관련 연구도 미흡한 실정이다. 지금까지 마늘종과 관련된 연구로 마늘종의 영양성분 및 향기성분에 관한 연구[20], 마늘종의 화학적 특성 및 항산화 활성에 관한 연구[11] 및 산지별 마늘종의 항산화 성분에 관한 연구[10]에 불과하여, 마늘종의 특성과 생리적 기능성을 홍보할 수 있는 근거 또한 부족하여 그 활용도 및 부가가치는 매우 낮은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 마늘종의 생리활성을 확인하고 동물실험을 통해 마늘종의 체내 지질 및 혈행 개선 효과를 검증함과 동시에 적정 유효농도를 설정하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 마늘종 추출물의 제조

마늘종은 경남 남해군에서 생산된 것을 '새남해농협'으로부터 구입하여 흐르는 물에 세척한 후 물기를 제거하고 길이 5 cm 정도로 절단한 다음 동결건조 하였다. 추출물 제조를 위해 동결건조한 마늘종 시료 각 500 g에 50% 및 75% 에탄올을 각각 10 l씩 가하여 실온에서 24시간씩 2회 반복하여 추출한 다음 여과한 여액을 모두 모아 회전식 진공증발 농축기로 완전히 건조시켰다. 완전히 말린 건조물을 증류수에 재용해한 다음 동결건조 하여 분말화 하였다.

### 실험동물의 사양 및 실험 식이조성

실험동물은 평균 체중이 90~100 g인 Sprague-Dawley계 3주령의 수컷 흰쥐를 (주)샘타코(Osan, Korea)로부터 분양받아 온도(22±2℃), 습도(50±5%) 및 명암주기(12시간, 07:00~19:00)가 자동 설정된 동물 사육실에서 시판 고형사료(Rat chow, Samyang Corp., Seoul, Korea)로 1주간 적응시킨 다음 2주째에 난괴법에 의해 각 군의 체중이 비슷하도록 7마리씩 6군으로 나누었다.

실험군은 고지방식이를 급이하면서 마늘종 50%와 70% 에탄올 추출물의 농도를 달리하여 매일 1회 오전 10시경에 5주간 경구투여하였다. 마늘종 50% 및 70% 에탄올 추출물을 물에 녹여 각각을 매일 흰쥐의 체중 kg 당 200 mg씩 급이한 군

(GSA-1, GSB-1)과 400 mg씩(GSA-2, GSB-2) 경구투여한 군으로 구분하였다. 본 연구는 (재)남해마늘연구소 동물실험 윤리심의 위원회의 승인(승인번호 : ANGRI-2014-1) 후 진행하였다.

### 식이섭취량, 식이효율 및 체중측정

실험기간 동안 식이는 매일 오후 5시에 급이 하였고 다음날 오전 10시 경에 잔량을 조사하였으며, 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 보정하여 계산하였다. 물은 수도수를 매일 신선하게 공급하였다. 체중은 1주일에 한번 씩 일정한 시간에 측정하였으며, 실험기간 동안의 체중 증가량을 같은 기간 동안의 총 식이섭취량으로 나누어 식이효율(%)을 산출하였다.

### 실험동물의 처리

5주간 실험사육 후 최종일에 16시간 절식시킨 다음 소동물용 흡입마취기(DJ-301, DAE JONG, Seoul, Korea)로 마취시켜 심장 채혈하였으며, 채혈된 혈액은 빙수 중에서 30분간 냉각시킨 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리시켜 혈청을 분리하여 -70℃에 보관하면서 분석에 사용하였다.

실험동물의 간장, 심장, 신장, 비장 및 고환은 채혈 후 즉시 분리시켰으며, 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 흡수지로 물기를 제거하고 중량을 측정하였다. 간은 생리식염수로 탈혈하여 -70℃에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 혈액 성분의 분석

혈청 총 지질 함량은 Frings 등[11]의 방법에 따라 혈청 20 µl를 진한 황산으로 분해시킨 후 phospho-vanillin 시약을 첨가하여 37℃에서 15분간 반응시킨 다음 시료 무첨가구를 대조로 하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 혈청 총 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-C (high density lipoprotein cholesterol), AST (aspartate aminotransferase), ALT (alanine aminotransferase), ALP (alkaline phosphatase) 및 albumin 함량은 혈액자동분석기(DRI-CHAM 4000i, FUJIFILM, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. LDL-C (low density lipoprotein cholesterol) 함량은 혈청 총 콜레스테롤-(HDL-C+중성지방/5)의 계산식에 의해 산출하였고, VLDL-C (very low density lipoprotein cholesterol) 함량은 혈청 총 콜레스테롤-(HDL-C+LDL-C)의 계산식을 사용하였다[15]. 또 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 (혈청 총콜레스테롤 - HDL-C)/HDL-C의 계산식으로부터[14], 심혈관질환 위험 지수(cardiac risk factor, CRF)는 총콜레스테롤/HDL-C 식에 따라 계산하였다[19].

### 간 조직의 지질 성분 분석

간 조직의 총 지질 함량 측정을 위해 간 조직 0.5 g에 chloro-

form : methanol 혼합액(C:M=2:1, v/v)을 가하고 이를 마쇄하여 30 ml로 정용한 다음 냉암소에 하룻밤 정치시켜 지질을 추출하였다. 이를 여과해 일정량을 취하여 50°C 수욕상에서 완전 건조시킨 다음 상기와 동일한 방법에 따라 총 지질 함량을 측정하였다[10]. 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량은 총 콜레스테롤 측정용 kit 시약(AM 202-k, Asan, Korea)을 사용하였으며, 중성지방 함량은 중성지방 측정용 kit 시약(AM 157S-k, Asan, Korea)으로 각각 측정하였다.

**혈청 및 간 조직의 지질과산화물 함량 측정**

혈청의 지질과산화물 함량은 Yagi [41]의 방법에 따라 혈청 100 µl에 1/12 N 황산용액 4 ml, 10% phosphotungstic acid 0.5 ml를 차례로 가하여 5분간 반응시킨 후 4,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 상층액을 제거한 침전물에 증류수 및 TBA 시약을 가하여 95°C 수욕상에서 60분간 반응시켰으며, 여기에 3 ml의 butanol을 가하여 4,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 상층액의 흡광도를 532 nm에서 측정하였다.

간 조직의 지질과산화물 함량은 Uchiyama와 Mihara [40]의 방법에 따라 간 조직 1 g에 1.5% KCl 용액을 가하여 10% 균질액을 만든 다음, 0.5 ml를 취하여 3 ml의 1% phosphoric acid와 1 ml의 0.6% TBA 시약을 넣어 잘 혼합하였다. 이것을 98°C 수욕조상에서 45분간 가열한 뒤 4 ml의 butanol을 가하여 4,000 rpm에서 10분간 원심분리한 다음 발색물질을 추출한 butanol층을 취해 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 혈청 및 간 조직의 지질과산화물 함량은 1,1,3,3-tetraethoxy propane 을 표준물질로 하여 작성한 검량선으로부터 산출하였다.

**혈청 및 간 조직의 항산화 활성 측정**

항산화 활성은 혈청 100 µl에 tris-HCl 완충액(100 mM, pH 7.4)을 1 ml 가하여 혼합한 후 0.5 mM의 DPPH 용액 1 ml를 가한 다음 37°C의 암실에서 15분간 반응시켰다. 여기에 chloroform 2 ml를 가하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시킨 다음 chloroform층을 취하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화 활성은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 비로 나타내었다[28].

간 조직의 항산화 활성은 간 조직 1 g에 1.5% KCl 용액으로 10% 균질액을 제조한 다음 혈청과 동일한 방법에 따라 측정하였다.

**통계처리**

각 실험은 3~5회 이상 반복 실험한 결과에 대하여 SPSS 12.0을 사용하여 통계처리 하였으며, 각각의 시료에 대해 평균 ±표준편차로 나타내었다. 각 시료군에 대한 유의차 검정은 일원배치 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

Table 1. Changes in body weight, food intake and FER of rats fed garlic shoot extracts

Group <sup>1)</sup>	Total body weight gain (g/5 weeks)	Food intake (g/day)	FER <sup>4)</sup>
Normal	192.86±11.30 <sup>a,2,3)</sup>	21.90±0.41 <sup>c</sup>	32.64±2.21 <sup>a</sup>
Control	264.29±11.34 <sup>c</sup>	18.25±0.64 <sup>a</sup>	53.80±2.98 <sup>c</sup>
GSA-1	251.43±10.69 <sup>bc</sup>	18.58±0.72 <sup>ab</sup>	50.22±2.74 <sup>b</sup>
GSB-1	252.86±13.80 <sup>bc</sup>	18.90±0.83 <sup>ab</sup>	49.63±2.19 <sup>b</sup>
GSA-2	258.57±13.45 <sup>bc</sup>	19.20±0.82 <sup>b</sup>	49.94±1.94 <sup>b</sup>
GSB-2	245.71±11.34 <sup>b</sup>	18.47±0.69 <sup>ab</sup>	49.41±2.64 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

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

<sup>4)</sup>FER : Food efficiency ratio.

**결과 및 고찰**

**체중변화 및 식이효율**

45% 고지방 식이로 고지혈증을 유도시킨 흰쥐에 마늘중 50% 및 75% 에탄올 추출물을 각각 200 및 400 mg/kg B.W./day의 농도로 조절하여 5주간 투여하였을 때 체중변화 및 식이효율에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 5주 동안 대조군의 체중 증가량은 264.29 g으로 정상군에 비해 약 1.4배 증가하였고, 실험군 중 75% 마늘중 추출물을 고농도로 투여한 군(GSB-2)의 체중증가량이 245.71 g으로 대조군에 비해 유의적으로 감소되었다. 일일 섭취량은 정상군에 비해 대조군 및 실험군에서 유의적으로 낮았으며, 실험군은 18.47~19.20 g의 범위로 유의차가 적었다. 식이효율은 대조군이 53.80%로 가장 높았고, 실험군은 49.41~50.22%로 대조군에 비해 낮았으나 실험군간에 유의차는 없었다.

Dodge [8]는 고지방식이의 식이섭취량이 감소되는 이유는 식이지방이 위내의 체류시간을 지연시키기 때문이라고 보고하였으며, Pellizzon 등[33]은 고지방 식이군은 저지방 식이군에 비해 식이섭취량이 낮았는데, 고지방 식이의 경우 정상 식이에 비해 에너지 밀도가 높아 과도한 열량 섭취의 증가로 인한 에너지의 균형을 맞추기 위해 식이섭취량이 감소되는 것으로 보고하였다. 본 실험에서도 고지방식을 급이함으로써 정상군에 비해 식이섭취량이 감소되었는데, 이는 상기의 보고에서와 같이 고지방 급이에 따른 것으로 추정된다.

Kang 등[17]은 고지혈증을 유도시킨 흰쥐에 3%의 생마늘, 증숙마늘 및 흑마늘 분말을 급이 시 대조군과 유의적인 차이가 없었다고 보고하였으며, Shin 등[36]도 고콜레스테롤 식이를 급이한 흰쥐에 마늘과 식물류 혼합물을 급이 시 체중증가량에 영향을 미치지 않는 것으로 보고하였는데, 본 실험의 결

Table 2. The organ weight of liver, heart, kidney, spleen and testis in the rats fed garlic shoot extracts (g/ 100 g body weight)

Group <sup>1)</sup>	Tissues					
	Liver	Heart	Kidney	Spleen	Lung	Testides
Normal	3.14±0.14 <sup>a2,3)</sup>	0.32±0.01 <sup>a</sup>	0.73±0.05 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>a</sup>	0.44±0.04 <sup>a</sup>	0.95±0.09 <sup>a</sup>
Control	3.81±0.08 <sup>c</sup>	0.34±0.02 <sup>c</sup>	0.72±0.08 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>a</sup>	0.43±0.10 <sup>a</sup>	0.94±0.08 <sup>a</sup>
GSA-1	3.52±0.24 <sup>b</sup>	0.34±0.02 <sup>bc</sup>	0.73±0.09 <sup>a</sup>	0.23±0.04 <sup>a</sup>	0.45±0.05 <sup>a</sup>	0.94±0.08 <sup>a</sup>
GSB-1	3.51±0.33 <sup>b</sup>	0.35±0.02 <sup>c</sup>	0.73±0.06 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>a</sup>	0.44±0.03 <sup>a</sup>	0.93±0.04 <sup>a</sup>
GSA-2	3.38±0.21 <sup>b</sup>	0.33±0.01 <sup>ab</sup>	0.75±0.08 <sup>a</sup>	0.22±0.03 <sup>a</sup>	0.45±0.03 <sup>a</sup>	0.95±0.02 <sup>a</sup>
GSB-2	3.40±0.13 <sup>b</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	0.74±0.07 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>a</sup>	0.44±0.02 <sup>a</sup>	0.92±0.04 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

<sup>3)</sup><sup>a-c</sup>Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at  $p < 0.05$ .

과에서도 마늘종 추출물의 급이는 식이섭취량에는 영향을 주지 않았으나 고지방 식이처리군에 대한 체중은 유의적으로 감소시켰으므로 향후 인체 적용 가능성이 높을 것으로 생각된다.

**장기의 중량**

식이성 고지혈증을 유도한 흰쥐에 마늘종 추출물을 투여한 후 체중 100 g당 장기(간장, 심장, 신장, 비장, 폐, 고환)의 중량을 측정하여 표시한 결과는 Table 2와 같다. 간장의 중량은 고지방식이를 급이한 대조군이 3.81 g/100 g이었고, 마늘종 추출물을 투여한 군은 3.38~3.52 g/100 g의 범위로 에탄올 농도 및 투여량에 따른 유의차가 없었다. 심장의 중량은 대조군에 비해 마늘종 추출물을 고농도로 투여한 군(GSA-2, GSB-2)에서 유의적인 감소를 보였는데, 특히 GSB-2군에서 0.32 g/100 g으로 정상군과 유사한 수준이었다. 그 외의 장기의 중량은 모든 실험군 간에 유의적 차이가 없었다.

Kang 등[17]은 고지방 식이를 급이한 흰쥐에 3%의 생마늘, 증숙마늘 및 흑마늘 분말을 급이한 결과, 생마늘과 흑마늘 분말을 급이한 군에서 간장의 중량이 유의적으로 감소되었다고 보고하였으며, Kim 등[23]도 고지방 식이에 마늘, 녹차 및 식이섬유 혼합물을 급이한 경우 간장 및 지라의 중량이 대조군에 비해 감소된 것으로 보고하였다.

고지방 식이의 급이는 간 조직에 유입된 콜레스테롤의 정상적인 배출이 억제되어 간 조직내에 축적됨으로써 지방간 및 간 비대를 일으켜 중량이 증가되는 것으로 보고되어 있는데 [34], 본 연구결과 마늘종 추출물의 급이는 대조군에 비해 유의적으로 간장 중량의 증가를 억제하여 고지방식이에 따른 지질의 간장내 축적을 억제함을 확인할 수 있었다.

**혈청 중 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량**

고지방 식이에 의한 비만 유도 흰쥐에 50% 및 75% 마늘종 에탄올 추출물을 투여한 후 혈청 중 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 총 지질 함량

은 정상군에 비해 대조군이 약 1.4배 증가하였으며, 75% 에탄올 추출물을 고농도로 투여한 군(GSB-2)은 204.04 mg/dl로 실험군 중 가장 낮은 함량이었다. 총 콜레스테롤 함량은 GSA-1군과 GSB-1군은 각각 96.43 mg/dl 및 95.57 mg/dl였고, GSA-2과 GSB-2군은 각각 86.86 mg/dl 및 85.14 mg/dl로 마늘종 추출물의 에탄올 농도에 따른 차이는 없었으나 투여량에 따른 유의적인 감소를 보였다. 중성지방 함량도 대조군에 비해 마늘종 추출물 투여군에서 유의적인 감소를 보였는데, GSB-2군에서 35.71 mg/dl로 가장 낮은 함량이었으며, 다음으로 GSA-2군에서 46.00 mg/dl로 낮았다.

Shin 등[37]은 고지방식이에 녹차를 혼합 급이하였을 때 시료 중의 식이섬유소와 플라보노이드류에 의해 흰쥐의 혈청 지질 및 중성지방의 함량이 유의적으로 감소되었다고 보고하였으며, Hwang 등[15]은 참비름이 외인성 콜레스테롤 식이에 의한 체내의 지질 및 콜레스테롤 수준을 낮추는데 효과적이었는데, 이는 시료 중의 폴리페놀 물질의 영향인 것으로 보고하였다.

Table 3. Total lipid, total cholesterol and triglyceride contents in serum of the rats fed garlic shoot extracts (mg/dl)

Group <sup>1)</sup>	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride
Normal	193.61±4.28 <sup>a,2,3)</sup>	67.14±2.41 <sup>a</sup>	30.57±1.72 <sup>a</sup>
Control	273.35±14.74 <sup>e</sup>	114.84±2.19 <sup>d</sup>	62.00±3.83 <sup>f</sup>
GSA-1	267.04±3.44 <sup>de</sup>	96.43±2.07 <sup>c</sup>	54.57±2.51 <sup>e</sup>
GSB-1	264.61±5.56 <sup>d</sup>	95.57±2.76 <sup>c</sup>	49.00±1.63 <sup>d</sup>
GSA-2	225.10±3.9 <sup>c</sup>	86.86±1.46 <sup>b</sup>	46.00±1.63 <sup>c</sup>
GSB-2	204.04±2.78 <sup>b</sup>	85.14±2.41 <sup>b</sup>	35.71±2.43 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W. concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W. concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

<sup>3)</sup><sup>a-f</sup>Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at  $p < 0.05$ .

Kang 등[17]은 흰쥐에 생마늘 분말을 3% 급이시 혈중 중성 지방의 함량이 정상군과 유사한 수준으로 회복 되었다고 보고 한 바 있으며, 고지혈증 흰쥐에서 방사성 동위원소 추적실험 결과, 마늘 추출물 투여 시 콜레스테롤 합성은 37~64%, 중성 지방의 함량은 28~64%까지 감소되었다는 보고도 있다[44]. 이러한 마늘의 체내 지질 저하효과는 마늘 중에 함유된 allicin 과 같은 황화합물이 생체 내에서 acetyl CoA의 합성을 저해하기 때문이라고 보고되어져 있다[9]. 이상의 보고들로 미루어 볼 때 마늘종의 경우 마늘과 유사한 함황화합물을 함유하고 있으며 페놀화합물이나 플라보노이드 함량도 높아 이들 성분의 상호작용에 의해 혈중 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방 수준을 효과적으로 감소시킨 것으로 추정되며 특히 50% 에탄올 추출물 보다 75% 에탄올 추출물을 급이시 총지질, 총콜레스테롤 및 중성지질의 농도를 유의적으로 낮추었으며 200 mg/kg B.W./day의 농도보다는 400 mg/kg B.W./day의 농도에서 유의적으로 낮았다.

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

추출 시 에탄올 농도 및 급이 농도를 달리한 마늘종 추출물을 5주간 투여한 고지혈증 유발 흰쥐의 혈청 중 HDL-, LDL-, VLDL 콜레스테롤 농도, 동맥경화지수 및 심혈관질환 위험지수는 Table 4와 같다. HDL-콜레스테롤 함량은 대조군에 비해 모든 실험군에서 유의적으로 높았는데, 그 중 75% 에탄올 추출물을 고농도로 투여한 군(GSB-2)에서 54.00 mg/dl로 정상군과 유사한 수준이었다. LDL- 및 VLDL 콜레스테롤 함량은 50% 에탄올 추출물 투여군(GSA-1, GSA-2)에 비해 75% 에탄올 추출물 투여군(GSB-1, GSB-2)이 대조군에 비해 더 낮은 함량이었는데, 특히 GSB-2군의 LDL- 및 VLDL 콜레스테롤 함량은 각각 24.00 mg/dl 및 7.14 mg/dl로 가장 낮았다. 동맥경화지수 및 심혈관 질환 위험지수는 정상군에 비해 대조군이 약 11.2배 및 2.9배 높았으나, 실험군은 대조군에 비해 유의적으

로 감소되었으며, 특히 GSB-2군에서 각각 0.58 및 1.57로 가장 낮았다.

마늘의 급이와 체내 지질성분과 관련해서는 서로 상반된 연구 결과들이 있는데, 고지방 식이에 생마늘, 증숙마늘 및 흑마늘 추출물을 혼합급이 할 경우 가공차이에 따라 체내 지질성분에 유의적인 차이가 있었는데, 생마늘을 급이한 실험군에서 HDL 및 LDL 콜레스테롤 수준을 조절하여 동맥경화지수 및 심혈관질환 지수를 감소시켰다고 보고되어 있다[17]. 또 고콜레스테롤 혈증 흰쥐에 식물류 혼합물과 마늘 추출물을 농도 별로 급이한 결과 대조군에 비해 LDL 및 VLDL 콜레스테롤 함량이 유의적으로 감소되었다는 보고도 있다[36]. 반면에, 고지방 식이에 마늘을 첨가하여 흰쥐에 급이할 경우 HDL 콜레스테롤의 농도에 변화를 주지 않았다는 보고[2]와 흑마늘을 콜레스테롤 식이 흰쥐에 보충 급이 하였을 때 첨가량에 따른 혈중 콜레스테롤 변화에 유의차가 없었다는 보고도 있다[24].

식이성 지방 및 콜레스테롤의 다량 섭취로 체내 지질의 균형이 깨지게 되면 혈장 lipoprotein인 LDL 및 VLDL 콜레스테롤 농도가 증가하고, HDL 콜레스테롤의 농도가 감소하여 동맥경화증, 고혈압 및 심혈관계 질환을 유발한다고 알려져 있다[31]. 본 연구에서 마늘종 추출물의 급이는 혈중 LDL 및 VLDL 콜레스테롤 함량은 감소시키고 HDL 콜레스테롤 함량을 증가시켜 동맥경화 및 심혈관질환 위험도를 감소시킴으로써 혈중 지질 대사 개선 효과를 나타내는 것으로 판단된다.

**혈청 중 AST, ALT, ALP 활성 및 albumin 함량**

고지방 식이 흰쥐에 마늘종 추출물을 투여한 후 혈청 중 AST, ALT, ALP 활성 및 albumin 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. AST 및 ALT 활성은 정상군에 비해 대조군에서 각각 113.14 U/l 및 27.71 U/l로 유의적으로 상승하였고, 저농도의 마늘종 추출물 투여군(GSA-1, GSB-1)에 비해 고농도로 마늘종 추출물을 투여한 군(GSA-2, GSB-2)에서 더 활성이 낮았으며, GSA-2군과 GSB-2군은 비슷한 활성이었다. ALP 활성도

Table 4. HDL-, LDL-, VLDL-cholesterol contents, AI and CRF in serum of the rats fed garlic shoot extracts (mg/dl)

Group <sup>1)</sup>	HDL-C	LDL-C	VLDL-C	AI <sup>4)</sup>	CRF <sup>5)</sup>
Normal	55.00±1.15 <sup>e,2,3)</sup>	6.03±2.09 <sup>a</sup>	6.11±0.34 <sup>a</sup>	0.22±0.04 <sup>a</sup>	1.22±0.04 <sup>a</sup>
Control	32.43±1.27 <sup>a</sup>	70.03±2.22 <sup>e</sup>	12.40±0.77 <sup>f</sup>	2.55±0.14 <sup>f</sup>	3.55±0.14 <sup>f</sup>
GSA-1	42.29±1.89 <sup>b</sup>	43.07±3.35 <sup>d</sup>	10.91±0.50 <sup>e</sup>	1.29±0.12 <sup>e</sup>	2.29±0.12 <sup>e</sup>
GSB-1	44.86±1.86 <sup>c</sup>	40.91±3.48 <sup>d</sup>	9.80±0.33 <sup>d</sup>	1.13±0.13 <sup>d</sup>	2.13±0.13 <sup>d</sup>
GSA-2	49.71±1.80 <sup>d</sup>	27.94±1.69 <sup>c</sup>	9.20±0.33 <sup>c</sup>	0.75±0.06 <sup>c</sup>	1.75±0.06 <sup>c</sup>
GSB-2	54.00±3.16 <sup>e</sup>	24.00±1.78 <sup>b</sup>	7.14±0.49 <sup>b</sup>	0.58±0.11 <sup>b</sup>	1.57±0.11 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

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

<sup>4)</sup>Atherogenic index=(Total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

<sup>5)</sup>Cardiac risk factor=Total cholesterol/HDL-cholesterol.

Table 5. AST, ALT, ALP activity and albumin content in serum of the rats fed garlic shoot extracts (U/l)

Group <sup>1)</sup>	AST	ALT	ALP	Albumin (g/dL)
Normal	71.57±2.76 <sup>a,2,3)</sup>	14.57±1.40 <sup>a</sup>	559.71±23.24 <sup>a</sup>	3.80±0.15 <sup>a</sup>
Control	113.14±1.57 <sup>e</sup>	27.71±1.98 <sup>d</sup>	707.21±32.34 <sup>d</sup>	3.97±0.16 <sup>a</sup>
GSA-1	96.14±3.24 <sup>d</sup>	22.86±1.95 <sup>c</sup>	675.86±18.34 <sup>c</sup>	3.81±0.20 <sup>a</sup>
GSB-1	86.43±1.99 <sup>c</sup>	21.00±1.00 <sup>bc</sup>	680.53±17.86 <sup>c</sup>	3.86±0.16 <sup>a</sup>
GSA-2	78.29±4.07 <sup>b</sup>	20.14±2.61 <sup>b</sup>	639.72±13.65 <sup>b</sup>	3.83±0.16 <sup>a</sup>
GSB-2	77.43±2.23 <sup>b</sup>	20.43±2.99 <sup>b</sup>	631.81±18.61 <sup>b</sup>	3.87±0.20 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

<sup>3)a-e</sup>Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at  $p<0.05$ .

마늘중 추출 시 에탄올 농도에 따른 유의적 차이는 없었으나 투여농도에 따른 차이를 보였는데, GSA-2군과 GSB-2군은 각각 639.72 U/l 및 631.81 U/l로 GSA-1군과 GSB-1군에 비해 더 낮았다. Albumin 함량은 모든 실험군 간에 유의차가 없었다.

고지방 식이 및 알코올 등의 섭취로 인하여 지방간이 유발되거나 간에 유해물질이 유입되면 간의 실질세포가 손상되어 혈중으로 유리되는 AST 및 ALT 활성이 높아지는 것으로 보고되어 있다[5]. Lee 등[33]은 홍마늘 추출물의 AST 및 ALT 활성을 측정된 결과 대조군에 비해 유의적으로 그 활성이 감소되었다고 하였으며, Kang 등[17]도 증숙마늘이 고지방 식이에 따른 AST 활성을 유의적으로 감소시켰다고 보고하였는데, 본 연구에서도 고지방 식이의 급이로 인해 혈청 중 AST 및 ALT 활성이 증가되었으나 마늘중 추출물이 그 활성을 감소시키는 것으로 나타났다.

혈청 ALP는 담도계 폐색 또는 간 질환 등에 의해 그 활성이 증가되는 효소로서 급성신부전 및 고지혈증과 같이 간세포 장애가 고도로 진행되면 AST, ALT 및 ALP 활성이 동시에 높아지며, 간 조직에서 담즙산 배설에 장애를 일으켜 혈청 콜레스테롤 수준을 상승시키는 것으로 알려져 있다[29]. 24시간 구속스트레스에 의해 간 손상을 받은 흰쥐에 홍마늘과 썬 추출물을 급이 시 대조군에 비해 ALP 활성이 감소되었다는 보고[35]와 고지방 식이로 비만을 유도한 흰쥐에 홍마늘 추출물 및 복합물을 급이 시 ALP 활성이 감소되었다는 보고[25]와 같이 본 실험에서도 마늘중 추출물은 고지방식에 의해 증가된 ALP 활성을 유의적으로 감소시켰다.

본 연구 결과, 시료에 첨가되는 물질의 항산화 활성이 높으면 AST, ALT 및 ALP 활성이 낮아진다는 보고[30]와 홍마늘과 녹차의 복합물을 고지방-콜레스테롤 식이성 흰쥐에 급이하였을 때 시료의 페놀 화합물 함량에 의해 간 기능 효소의 활성이 감소된다는 보고[25]로 미루어 마늘중 추출물에 함유된 페놀성 물질도 높은 항산화 활성과 함께 간 기능 효소활성 감소에 효과적인 것으로 생각된다.

**간 조직의 지질 성분 함량**

마늘중 에탄올 추출물을 5주간 급이한 고지혈증 유발 흰쥐의 간장 조직 중 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량은 Table 6과 같다. 총 지질 함량은 대조군이 57.61 mg/g이었고 실험군은 44.75~46.19 mg/g의 범위로 대조군에 비해 낮은 함량이었으나 실험군간에 유의차는 없었다. 총 콜레스테롤 함량 역시 대조군에 비해 실험군에서 유의적으로 낮았고, 저농도에 비해 고농도의 마늘중 추출물 투여군인 GSA-2와 GSB-2군에서 각각 1.74 mg/g 및 1.72 mg/g으로 더 낮았으나 추출 시 에탄올의 농도비에 따른 시료간에 유의차는 보이지 않았다. 중성지방 함량은 실험군 중 고농도의 75% 에탄올 추출물 투여군(GSB-2)에서 13.10 mg/g으로 가장 낮았고, 여타 실험군은 비슷한 함량이었다.

간은 지방대사가 일어나는 주요기관으로 콜레스테롤 및 혈장 지단백질의 합성과 분배를 담당는데, 간에서 중성지방이 정상적으로 제거되지 않으면 간 조직 내에 쌓여 지방간을 초래한다[42].

Table 6. Total lipid, total cholesterol and triglyceride contents in liver tissue of the rats fed garlic shoot extracts (mg/g wet liver)

Group <sup>1)</sup>	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride
Normal	33.99±1.70 <sup>a,2,3)</sup>	1.31±0.04 <sup>a</sup>	5.87±0.52 <sup>a</sup>
Control	57.61±3.09 <sup>e</sup>	2.13±0.09 <sup>d</sup>	17.62±0.89 <sup>d</sup>
GSA-1	45.07±0.86 <sup>b</sup>	1.85±0.03 <sup>c</sup>	16.32±0.66 <sup>c</sup>
GSB-1	46.19±2.75 <sup>b</sup>	1.86±0.05 <sup>c</sup>	16.62±0.35 <sup>c</sup>
GSA-2	45.50±2.74 <sup>b</sup>	1.74±0.03 <sup>b</sup>	15.91±0.89 <sup>c</sup>
GSB-2	44.75±2.31 <sup>b</sup>	1.72±0.08 <sup>b</sup>	13.10±0.73 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

<sup>3)a-d</sup>Values in a column sharing the same superscript letter are not significantly different at  $p<0.05$ .

Chi 등[1]은 마늘 분말의 급이가 고콜레스테롤 식이로 사육한 흰쥐의 간장 조직 내 콜레스테롤 수준을 30% 정도 감소시킨다고 하였으며, Lee 등[26]은 흑마늘 추출물이 간 조직 중의 총 지질 및 총 콜레스테롤 함량을 유의적으로 감소시켰는데, 이는 *Allium*속 채소의 유기 황화합물이 콜레스테롤을 비롯한 체내 지질 함량을 낮추는데 영향을 미쳤기 때문으로 보고하였다[21]. 따라서 본 실험의 마늘중 추출물도 고지방식이로 증가된 간 조직 내의 지질 수준을 유의하게 감소시킨 것으로 보아 마늘중에 함유된 유기 황화합물과 관련성이 있는 것으로 추정된다.

**혈청 및 간 조직의 항산화 활성**

고지방 식이에 의한 비만 유도 흰쥐에 마늘중 50% 및 75% 에탄올 추출물을 투여한 후 혈청 및 간 조직의 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 혈청의 항산화 활성은 정상군이 48.24%로 가장 높았으며, 대조군은 정상군에 비해 약 23% 정도 감소되었다. 마늘중 에탄올 추출물을 저농도로 투여한 군(GSA-1, GSB-1)에 비해 고농도로 투여한 군(GSA-2, GSB-2)에서 더 높은 활성을 보였는데, 특히 75% 에탄올 마늘중 추출물 투여군(GSB-2)은 40.16%로 높은 항산화 활성을 나타내었다.

간장 조직의 항산화 활성은 마늘중 50% 에탄올 추출물 투여군(GSA-1, GSA-2)에 비해 75% 에탄올 추출물 투여군(GSB-1, GSB-2)에서 그 활성이 높았으며, 75% 에탄올 추출물은 투여농도가 높을수록 항산화 활성이 증가하여 GSB-2군은 47.41%로 대조군에 비해 약 14% 정도 더 활성이 높았다.

식이 지방 및 콜레스테롤의 섭취량이 증가하면 체내 유리 라디칼의 생성이 증가하게 되는데[7], Shin 등[36]은 고콜레스테롤혈증 흰쥐에 식물류 혼합물과 마늘 추출물을 급이하여 혈청 중 DPPH에 의한 항산화 활성을 측정한 결과, 0.3% 및 0.7% 추출물을 급이한 군에서 대조군에 비해 항산화 활성이

높았다고 하였으며, Lee 등[7]은 고지혈증 유발 흰쥐에서는 흑마늘 추출물을 7% 급이할 때 유의적으로 항산화 활성이 증가하는 것으로 보고하였다. 이처럼 마늘은 고지혈증 또는 고콜레스테롤혈증과 같은 체내 과다 지질 상태에서도 항산화 활성을 유지하는 능력이 있으므로 동체에서 생산된 마늘중도 동일한 경향의 활성을 나타내는 것으로 사료된다. 마늘의 항산화능은 마늘에 함유된 총 페놀 화합물, 플라보노이드 및 항산화 비타민 등과 같은 물질의 상호작용에 의한 것으로 보고된 바 있는데[38], 본 연구의 마늘중 추출물의 항산화 활성도 이와 관련성이 높은 것으로 사료된다.

**혈청 및 간 조직의 지질과산화물 함량**

마늘중 에탄올 추출물을 투여한 고지혈증 유발 흰쥐의 혈청 및 간 조직 중의 지질과산화물 함량은 Table 8과 같다. 혈청 중 지질과산화물 함량은 대조군이 43.95 mmol/ml로 정상군에 비해 유의적으로 높았으며, GSB-2군에서 28.55 mmol/ml로 가장 낮은 함량이었고, 여타 실험군은 비슷한 함량이었다.

간 조직의 지질과산화물 함량은 대조군에서 355.85 mmol/ml로 정상군에 비해 약 1.7배 정도 증가되었고, 마늘중 75% 에탄올 추출물 200 mg/kg B.W./day 투여군에서 319.03 mmol/ml, 400 mg/kg B.W./day 투여군에서 285.38 mmol/ml로 동일한 농도의 50% 에탄올 추출물 투여군에 비해 유의적으로 더 낮은 함량이었다.

Kang 등[17]은 고지혈증 흰쥐에 생마늘, 증숙마늘 및 흑마늘 분말을 급이한 후 간장 조직 중 지질과산화물 함량을 측정한 결과, 대조군에 비해 모든 시료에서 유의적으로 그 함량이 감소되었다고 보고하였으며, Lee 등[27]도 흑마늘이 고지방으로 유도된 비만쥐의 혈청 malondialdehyde 함량을 유의적으로 감소시키는 것으로 보고하였다. 이러한 마늘의 생체 내 지

Table 7. Antioxidant activity content in serum and liver tissue of the rats fed garlic shoot extracts

Group <sup>1)</sup>	Antioxidant activity (%)	
	In serum	In liver tissue
Normal	48.24±2.06 <sup>d,2,3)</sup>	65.33±3.09 <sup>d</sup>
Control	25.02±1.65 <sup>a</sup>	33.91±1.73 <sup>a</sup>
GSA-1	26.32±1.46 <sup>a</sup>	35.91±1.52 <sup>a</sup>
GSB-1	25.76±1.32 <sup>a</sup>	38.92±1.21 <sup>b</sup>
GSA-2	32.43±1.40 <sup>b</sup>	40.52±1.35 <sup>b</sup>
GSB-2	40.16±1.93 <sup>c</sup>	47.41±1.79 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

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

Table 8. Lipid peroxidation content in serum and liver tissue of the rats fed garlic shoot extracts

Group <sup>1)</sup>	Lipid peroxidation content	
	In serum (mmol/ml)	In liver tissue (mmol/g)
Normal	16.57±1.77 <sup>a,2,3)</sup>	216.17±8.84 <sup>a</sup>
Control	43.95±1.38 <sup>d</sup>	355.85±4.91 <sup>e</sup>
GSA-1	34.74±0.83 <sup>c</sup>	322.62±10.81 <sup>d</sup>
GSB-1	34.13±1.32 <sup>c</sup>	319.03±7.91 <sup>cd</sup>
GSA-2	33.80±1.18 <sup>c</sup>	311.62±3.47 <sup>c</sup>
GSB-2	28.55±1.04 <sup>b</sup>	285.38±7.50 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>GSA-1, GSA-2: Oral administrated with 50% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration), GSB-1, GSB-2: Oral administrated with 75% ethanol extract of garlic shoot (200 and 400 mg/kg B.W concentration).

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n=7).

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

질과산화물 생성 저해는 *Allium*속 식물에 함유된 폴리페놀 함량과 상관성이 높는데, 특히 플라보노이드류는 항산화 효소 활성의 증가 및 직접적인 라디칼 제거제로 작용하여 체내 과산화지질 생성을 억제시키는 것으로 보고되어 있다[12]. 더욱이 폴리페놀 화합물은 *in vitro* 지질과산화 억제와도 높은 상관성( $r^2=0.98$ )을 지닌다는 보고[35]로 보아 마늘종 추출물도 총 페놀 화합물 및 플라보노이드 등이 체내 유리 라디칼의 직접적인 소거제로서 지질과산화를 억제할 가능성이 있을 것으로 예상된다.

본 연구에서 마늘종 추출물은 혈중 및 간 조직 중의 지질 함량을 감소시키며, 체내 항산화 활성을 증가시켜 지질과산화물의 축적을 저해하는 것으로 나타났다. 그러나 마늘종 추출물은 추출 시 에탄올 농도와 실험동물에 대한 투여량에 영향을 받았는데, 특히 75% 에탄올 마늘종 추출물은 여타 추출물에 비해 식이성 지방에 의한 고지혈증 개선에 더 효과적인 것으로 사료되며 향후 이를 이용한 기능성 식품의 개발에도 이용 가능성이 높을 것으로 기대된다.

## References

- Chi, M. S. 1982. Proceeding of the society for experimental biology and medicine. *J. Nutr.* **171**, 174-178.
- Chun, H. J. and Park, J. E. 1997. Effect of heart treatment of garlic added diet on the blood of spontaneously hypertension rat. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 103-108.
- Chung, D. H. and Chung, S. O. 2005. Garlic science. *World science, Seoul Korea*, pp.9.
- Chung, J. Y. and Kim, C. S. 2008. Antioxidant activities of domestic garlic (*Allium sativum* L.) stems from different areas. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 972-978.
- Chung, K. H., Cho, S. H., Sin, E. N., Choi, K. H. and Choi, Y. S. 1988. Effects of alcohol consumption and fat content in diet on chemical composition and morphology of liver in rat. *Kor. J. Nutr.* **21**, 154-163.
- Chung, K. S., Kim, J. Y. and Kim, Y. M. 2003. Comparison of antibacterial activities of garlic juice and heat-treated garlic juice. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**, 540-543.
- Cook, N. C. and Samman, S. 1996. Flavonoids-chemistry, metabolism, cardiovascular effects and dietary sources. *J. Nutr. Biochem.* **7**, 66-76.
- Dodge, J. A. Dietary fat and gastrointestinal function. 1994. *Eur. J. Clin. Nutr.* **48**, S8-S16.
- Focke, M., Feld, A. and Lichtenthaler, K. 1990. Allicin a naturally occurring antibiotic from garlic specially inhibits acetyl CoA synthetase. *FEBS Lett.* **261**, 106-108.
- Friedewald, W. T., Levy, R. I. and Fredrickson, D. S. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* **18**, 499-502.
- Frings, C. S., Fendley, T. W., Dunn, R. T. and Queen, C. A. 1972. Improved determination of total serum lipids by the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Clin. Chem.* **18**, 673-674.
- Gebhardt, R. 1991. Inhibition of cholesterol biosynthesis by a water-soluble garlic extract in primary cultures of rat hepatocytes. *Arzneimittelforschung* **41**, 800-804.
- Haenen, G. R., Paquay, J. B., Korthouwer, R. E. and Bast, A. 1997. Peroxynitrite scavenging by flavonoids. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **236**, 591-593.
- Haglund, O., Luostarinen, R., Wallin, R., Wibell, L. and Saldeen, T. 1991. The effects of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin E. *J. Nutr.* **121**, 165-169.
- Hwang, C. R., Lee, S. J., Ryu, J. H., Kang, J. R., Kang, S. K. and Sung, J. N. 2012. Effects of chambirum on radical scavenging activity and serum lipid levels in rats fed cholesterol. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **41**, 480-486.
- Jo, J. S. 1990. Food materials. *Gigeumyungusa, Seoul*, p 154-155.
- Kang, M. J., Lee, S. J., Shin, J. H., Kang, S. K., Kim, J. G. and Sung, N. J. 2008. Effect of garlic with different processing on lipid metabolism in 1% cholesterol fed rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 162-169.
- Kang, M. J., Yoon, H. S. and Shin, J. H. 2012. Chemical properties and biological activity of garlic (*Allium sativum* L.) shoots. *J. Agric. Life Sci.* **46**, 129-139.
- Kang, S. M., Shim, J. Y., Hwang, S. J., Hong, S. G., Jang, H. E. and Park, M. H. 2003. Effects of Saengshik supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 906-912.
- Kim, M. Y. and Chung, S. K. 1997. Analysis of nutritional and volatile flavor compounds of garlic shoot. *Kor. J. Food Preserv.* **4**, 61-68.
- Kim, M. Y., Choi, S. W. and Chung, S. K. 2000. Antioxidative flavonoids from the garlic (*Allium sativum* L.) shoot. *Food Sci. Biotechnol.* **9**, 199-203.
- Kim, M. Y., Kim, Y. C. and Chung, S. K. 2005. Identification and *in vitro* biological activities of flavonols in garlic leaf and shoot: inhibition of soybean lipoxygenase and hyaluronidase activities and scavenging of free radicals. *J. Sci. Food Agric.* **85**, 633-640.
- Kim, J. D., Lee, B. I., Jeon, Y. H., Bak, J. P., Kim, H. L. and Lim, B. O. 2010. Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of green tea mixture and dietary fiber on liver of high fat diet-induced obese rats. *Kor. J. Med. Crop. Sci.* **18**, 224-230.
- Lee, H. S., Yang, S. T. and Ryu, B. H. 2011. Effects of aged black garlic extract on lipid improvement in rats fed with high fat-cholesterol diet. *J. Life Sci.* **21**, 884-892.
- Lee, S. J., Hwang, C. R., Kang, J. R., Shin, J. H., Kang, M. J. and Sung, N. J. 2012. Anti-obesity effect of red garlic composites in rats fed a high fat-cholesterol diet. *J. Life Sci.* **22**, 671-680.
- Lee, S. J., Kang, M. J. and Shin, J. H. 2013. Effect of black garlic and mugwort extracts on lipids profile during restraint stress. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **42**, 577-586.
- Lee, S. J., Kim, R. J., Ryu, J. H., Shin, J. H., Kang, M. J., Kim, I. S. and Sung, N. J. 2011b. Effects of the red garlic extract for anti-obesity and hypolipidemic in obese rats induced high fat diet. *J. Life Sci.* **21**, 211-220.
- Lim, B. O., Seo, T. W., Shin, H. M., Park, D. K., Kim, S.



- U., Cho, K. H. and Kim, H. C. 2000. Effect of *Betulae platyphyllae* cortex on free radical in diabetic rats induced by streptozotocin. *Kor. J. Herbology* **15**, 69-77.
29. Lim, S. S., Kim, M. H. and Lee, J. H. 1997. Effect of *Artemisia princeps var orientalis* and *Cirsium japonicum var ussuriense* on liver function, body lipid, and bile acid of hyperlipidemic rat. *Kor. J. Nutr.* **30**, 797-802.
30. Mun, J. H. 2004. The risk factors of metabolic syndrome and the association between metabolic syndrome and  $\gamma$ -GPT. Ph.D. Dissertation. Chungang University, Seoul, Korea.
31. Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yake, K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobabituric acid reaction. *Anal. Biochem.* **95**, 351-358.
32. Park, S. H., Jang, M. J., Hong, J. H., Rhee, S. J., Choi, K. H. and Park, M. R. 2007. Effects of mulberry leaf extract feeding on lipid status of rats fed high cholesterol diets. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 43-50.
33. Pellizzon, M., Busion, A. and Jen, K. L. 2000. Short-term weight cycling in aging female rats increase rate of weight gain but not body fat content. *Int. J. Obesity* **24**, 236-245.
34. Rhee, S. J. and Park, H. K. 1984. Changes of lipid concentration and histochemical observation in liver of rats fed high fat diet. *Kor. J. Nutr.* **17**, 113-125.
35. Sexena, R., Venkaiah, K., Anitha, P., Venu, L. and Raghunath, M. 2007. Antioxidant activity of commonly consumed plant foods of India: contribution of their phenolic content. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **58**, 250-260.
36. Shin, J. H., Lee, S. J., Jung, W. J., Seo, J. K. and Sung, N. J. 2010. Effect of the plants mixture and garlic composition on serum lipid level of hypercholesterolemic rats. *J. Life Sci.* **20**, 396-402.
37. Shin, M. K., Kim, D. H. and Han, S. H. 2003. Effects of dried tea leaf powder of serum on lipid concentrations in rats fed high fat. *Kor. J. Food Culture* **18**, 226-234.
38. Shin, S. H. and Kim, M. K. 2004. Effect of dried powders or ethanol extracts of garlic flesh and peel on antioxidative capacity in 16-month-old rats. *Kor. J. Nutr.* **37**, 633-644.
39. Silagy, C. and Neil, A. 1994. Garlic as a lipid lowering agent - a meta-analysis. *J. R. Coll. Physicians Lond.* **28**, 39-45.
40. Uchiyama, M. and Mihara, M. 1978. Determination of malondialdehyde precursor in tissues by TBA test. *Anal. Biochem.* **86**, 271-278.
41. Yagi, K. 1984. Assay for blood plasma or serum. pp. 328-331, In Method in enzymology. Academic Press., New York, USA. Vol **105**.
42. Yang, K. M., Shin, S. R. and Jang, J. H. 2006. Effect of combined extract of safflower seed with herbs on blood glucose level and biochemical parameters in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 150-157.
43. Yoon, H. S., Kang, M. J., Hwang, C. R., Sim, H. J., Kim, G. M. and Shin, J. H. 2014. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) shoots from different areas in Namhae. *Kor. J. Food Preserv.* **21**, 321-327.
44. Yu, Y. Y. and Shaw, M. Y. 1994. Garlic reduces plasma lipids by inhibiting hepatic cholesterol and triacylglycerol synthesis. *Lipids* **29**, 189-193.

## 초록 : 마늘중 추출물이 고지방식으로 유도된 고지혈증 흰쥐의 지질개선에 미치는 영향

황초롱 · 강재란 · 강민정 · 심혜진 · 신정혜\*

((재)남해마늘연구소)

고지방식으로 유도된 고지혈증 흰쥐에 마늘중 50% 및 75% 에탄올 추출물을 각각 200 및 400 mg/kg B.W./day 농도로 투여하여 혈중 및 간 조직의 지질 함량 변화에 미치는 영향을 비교하였다. 혈청 총 지질 및 중성지방 함량은 GSB-2군에서 가장 낮았고, 총 콜레스테롤 함량은 GSA-2와 GSB-2군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. HDL-콜레스테롤 함량은 실험군 중 GSB-2군이 정상군과 유사한 수준을 보였고, LDL- 및 VLDL-콜레스테롤 함량은 GSB-1군 및 GSB-2군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. AI 및 CRF 지수는 GSB-2군에서 각각 0.58 및 1.57로 가장 낮은 수준이었다. 혈청 AST, ALT 및 ALP 활성은 GSA-2 및 GSB-2군에서 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 간 조직 중 총 지질 함량은 모든 실험군이 대조군에 비해 낮은 함량이었으나 실험군간에 유의차는 없었다. 간 조직 중 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량은 GSB-2군에서 가장 낮았다. 혈청 및 간 조직의 항산화 활성은 GSB-2군에서 각각 40.16% 및 47.41%로 가장 높았다. 혈청 및 간 조직의 지질과산화물 함량은 실험군 중 GSB-2군에서 가장 낮았다.