

## 섬애약썩 식초가 고지방-고콜레스테롤 급이 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향

신정연<sup>1</sup> · 강재란<sup>2</sup> · 신정혜<sup>2</sup> · 서원택<sup>1</sup> · 변희욱<sup>2</sup> · 최진상<sup>1</sup> · 강민정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경남과학기술대학교 식품과학부

<sup>2</sup>(재)남해마늘연구소

## Effects of Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) Vinegar on Lipid Metabolism in Rats Fed a High-Fat and High-Cholesterol Diet

Jeong Yeon Shin<sup>1</sup>, Jae Ran Kang<sup>2</sup>, Jung Hye Shin<sup>2</sup>, Weon Taek Seo<sup>1</sup>,  
Hee Uk Byun<sup>2</sup>, Jin Sang Choi<sup>1</sup>, and Min Jung Kang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Technology, Gyeongnam National University of Science and Technology

<sup>2</sup>Namhae Garlic Research Institute

**ABSTRACT** The effects of orally administered Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) vinegar on lipid metabolism in Sprague-Dawley rats fed a high-fat and high-cholesterol (HFC) diet were analyzed. The experimental animals were divided into five groups: a normal diet group (normal, N), HFC diet group (control, C), HFC diet with lovastatin at 20 mg/kg body weight (B.W.) group (positive control, PC), HFC diet with malt vinegar group (TM), and HFC diet with Seomaeyaksuk vinegar group (TS) (2 mL/kg B.W.). After 4 weeks of feeding rats the experimental diet, contents of serum total lipids and total cholesterol levels of TM and TS groups were significantly lower than those of the PC group. Triglyceride contents of the TM and TS groups were not significantly different from those of the PC group but significantly lower than those of the C group. Content of serum high density lipoprotein-cholesterol was significantly lower than that of the N group but higher than that of the C group. Low density lipoprotein-cholesterol content of serum was 190.68 mg/dL in the TS group, which was the lowest except for the N group. Aspartate transaminase and albumin transaminase activities as a measurement of liver damage index were not significantly different between the TM, TS, and C groups. Serum thiobarbituric acid reactive substance content of the TS group was reduced to a similar level as the N group but was lower than that of the C group in the liver and significantly higher than that of the N group. Antioxidant activity of the TS group was 55.69% in serum, which was a similar to that of the N group, and was 52.39% in the liver, which was not significantly different than that of the C group. From these results, we conclude that Seomaeyakssuk vinegar improves serum lipid content as a result of the complex action of vinegar, an active ingredient of Seomaeyakssuk and a product of the fermentation process.

**Key words:** cholesterol, high fat diet, lipid, Somaeyaksuk, vinegar

## 서 론

우리나라뿐만 아니라 중국, 일본을 중심으로 한 아시아, 유럽, 멕시코, 북미 등 전 세계적으로 재배 및 생육되고 있는 썩은 국화과의 다년생 초본으로 품종은 전 세계적으로 500여종에 달한다(1,2). 썩은 긴 야생의 역사를 가지고 있어 생육환경에 적합하도록 변종이 일어나 국내에만도 300여종이 자생하고 있는데, 재배 지역에 따라 특성이 있는 종으로 변화하여 함유성분이나 생리활성 등에 차이를 지닌다(2-4). 이러한 이유로 품종별 썩의 다양한 생리활성과 관련한 연구

결과들이 보고되고 있는데 주로 사자발썩, 인진썩, 개똥썩, 황해썩 등을 중심으로 연구가 진행되어 왔다. 사자발썩은 당뇨와 동맥경화증의 치료, 항염증, 항산화 및 항암 효과가 있으며, 미백 및 피부 상재균에 대한 항균활성이 있는 것으로 보고되어 있다(5-7). 사철썩의 지상부인 인진(茵蔯)은 더위지기의 지상부인 한인진(韓茵蔯)과 혼용되어 인진썩으로 불리며 황달, 간염, 간경화, 간 기능 향진에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(8). 개똥썩은 지상부를 청호(菁蒿)라 칭하며 잔잎썩, 개똥썩으로 불리는데, 해열, 지혈, 살충 효과가 있고 강력한 항말라리아 작용 및 유방암 세포에 대한 선택적 괴사활성을 가지고 있다(9).

황해썩의 변종으로 경남 남해군에서 자생하고 있는 썩을 분리·육성하여 산림청으로부터 품종보호등록(산림청 품종호 제42호, 2013.9.27.)된 섬애썩은 섬애약썩(Seomae-

Received 23 February 2017; Accepted 29 June 2017

Corresponding author: Min Jung Kang, Namhae Garlic Research Institute, Namhae, Gyeongnam 52430, Korea  
E-mail: Jung-75@daum.net, Phone: +82-55-860-8952

yakssuk, *Artemisia argyi* H.)으로 불리며, 최근 생리활성 규명을 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 섬애약쑥 자체의 품질특성 규명과 관련한 연구로 Choi 등(10)은 채취시기와 가공방법을 달리한 섬애약쑥의 이화학적 특성을 비교하여 보고한 바 있으며, Kim 등(1)은 국내산 타 품종의 쑥과 섬애약쑥의 항산화 활성과 암세포 성장 억제 활성을 비교하여 보고한 바 있다. Hwang 등(11)은 섬애약쑥을 이용한 가공품 개발을 위한 연구의 일환으로 음건한 섬애약쑥과 산화발효하여 숙성시킨 섬애약쑥의 농도별 주정 추출물의 품질 특성을 비교하였으며, 섬애약쑥을 차로 음용할 경우 건조와 침출 조건에 따른 항산화 활성을 비교한 보고(12)도 있다. Kim(13)은 알코올 및 사염화탄소로 간독성을 유발한 흰쥐에서 섬애약쑥 추출물의 간 보호 효과는 간 기능 개선과 더불어 항산화 효소계의 활성화에 따른 것이라고 보고한 바 있으며, 섬애약쑥의 60% 에탄올 추출물은 마우스의 뇌 조직에서 acetylcholinesterase(AChE)의 활성과 지질과산화물의 생성을 억제함으로써 신경 보호 효과를 가지는데, 이는 추출물 중의 eupatilin, jaceosidin과 같은 페놀화합물의 역할에 기인하는 것으로 보고되어 있다(14). 이러한 연구 성과를 바탕으로 뜸, 추출음료, 분말, 차, 화장품으로 가공되고 있지만 아직 섬애약쑥을 활용한 발효식품 개발과 관련한 연구는 전혀 없는 실정이다.

한편 식초는 특유의 신맛과 방향을 가진 식품으로 유기산, 당류, 아미노산 등을 함유한 대표적인 발효식품이다(15). 식초는 소화액의 분비 촉진에 따른 소화촉진 효과, 젖산 분해에 따른 피로회복 및 숙취해소, 혈중 콜레스테롤 저하에 따른 동맥경화와 고혈압 등 심혈관계 질환의 예방, 체지방 감소 등의 효과를 가지는 것으로 알려져 건강 지향적인 현대인으로부터 선호되고 있는 식품 중 하나이다(16-18). 식초의 이러한 기능성을 강화하고자 다양한 재료를 첨가하여 발효한 연구들이 진행되어 왔는데, Hong 등(19)은 오이식초를 제조하여 식초의 숙취해소 기능성을 강화하고자 하였다. Kim 등(20)은 간세포 보호 효과가 있는 미나리 발효액을 첨가한 식초를 제조한 결과 산화적 손상에 대한 뇌신경 세포의 보호 효과를 보고하였으며, Ann 등(21)은 홍삼식초를 이용하여 체중감소를 통한 식초의 비만 억제 기능성을 보고한 바 있다.

본 연구에서는 섬애약쑥을 이용한 가공품 개발 및 그 활성검증을 위한 연구의 일환으로 쑥 추출물을 이용하여 제조한 쑥 식혜를 발효기질로 하여 전통발효 방식에 따라 식초를 제조하였으며, 쑥 추출물의 첨가가 식초의 혈중 콜레스테롤 및 지질 농도 개선 활성 강화에 기여하였는지를 확인하고자 고지방 및 고콜레스테롤 식이와 함께 식초를 급이한 흰쥐의 지질 농도 변화를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 동물실험용 식초의 제조

동물실험을 위한 섬애약쑥 식초는 총 무게 대비 고두밥 20%, 고운체에 내린 엇기름 분말 10%와 섬애약쑥 10배 추출액 15%와 정제수 55%를 혼합하여 전체 부피를 50 L가 되도록 한 후 재료들을 충분히 혼합하였다. 이것을  $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ 의 항온수조 내에서 내용물이 모두 잠기게 유지하면서 5시간 동안 당화시킨 후  $90^{\circ}\text{C}$  이상에서 10분간 가열하여 쑥 식혜를 완성하였다. 쑥 식혜는 무균대에서 자연 냉각시켜 약  $30^{\circ}\text{C}$ 가 되었을 때 종배양한 효모를 5% 접종하여 동일 온도에서 6일간 정치배양하여 알코올 발효를 실시하였다. 알코올 발효 완료 후 종배양한 초산균(*Acetobacter pasteuranus* A8)을 5% 접종하여 20일간 정치 배양하여 식초를 완성하였다. 섬애약쑥 식초와 비교 실험을 위한 대조군으로 쑥 추출액 대신에 정제수를 가하여 동일한 방법으로 맥아식초를 제조하여 사용하였다.

### 식이조성

실험에 사용된 식이조성은 Table 1과 같이 정상군(normal, N)에는 일반식이를, 대조군(control, C)에는 7% 대두유를 대신하여 동량의 돈지와 1% 콜레스테롤을 첨가한 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이하였다. 실험군은 대조군과 동일한 식이를 급이하면서 매일 일정한 시간에 맥아식초(TM)와 섬애약쑥 식초(TS)를 각각 2 mL/kg B.W. 경구 투여하였다. 양성대조군(positive control, PC)으로 콜레스테롤 환자에게 투여하는 약물인 lovastatin(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 20 mg/kg B.W. 경구 투여하였다. 이때 실험동물에 대한 식초의 투여량은 체중 60 kg의 성인이 1일 1회 약 120 mL의 식초음료를 섭취한다는 가정 하에 산출한 것이며, lovastatin 투여량은 처방 시 기준량을 체중 kg으로 나누어 산출하였다. 실험동물에 대한 경구 투여는 실험기간 동안 매일 1회 오전 10시경 총 4주 동안 실시하였으며, (재)남해마늘연구소 동물실험윤리위원회(RNGRI-2016-2)의 승인을 받아 진행하였다.

### 실험동물의 사육 및 처리

실험동물은 평균 체중이 90~110 g인 Sprague-Dawley 계 3주령의 수컷 흰쥐를 (주)샘타코(Osan, Korea)로부터 분양받았다. 실험동물은 온도( $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), 습도( $50\pm 5\%$ ) 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 난피법에 의해 각군의 체중이 비슷하도록 5마리씩 4군으로 나눈 뒤 4주간 실험식이를 급이하면서 사용하였다.

실험동물은 4주간 실험사육 후 최종일에 16시간 절식시킨 다음 소동물용 흡입마취기(Daejong Instrument Industry, Seoul, Korea)로 마취시켜 심장 채혈하였으며, 채혈된 혈액은 빙수 중에서 30분간 냉각시킨 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 후 혈청을 분리하여  $-70^{\circ}\text{C}$ 에 보관하면서 분석에 사용하였다. 실험동물의 장기(간장, 심장, 신장, 비장

**Table 1.** Diet compositions in experimental groups (g/100 g diet)

Ingredients	Normal <sup>1)</sup> (N)	Control (C)	Positive control (PC)	Experimental group (TM, TS)
Corn starch	39.8	29.8	29.8	29.8
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
Dextrin	13.2	13.2	13.2	13.2
Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0
Sucrose	10.0	10.0	10.0	10.0
Vitamin mix <sup>2)</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Mineral mix <sup>3)</sup>	3.5	3.5	3.5	3.5
L-Cysteine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Soybean oil	7.0	—	—	—
Lard	—	7.0	7.0	7.0
Cholesterol	—	1.0	1.0	1.0
Sodium cholate	—	0.25	0.25	0.25

<sup>1)</sup>Normal: normal diet group, Control: 15% lard and 1% cholesterol contained HFC (high fat-high cholesterol) diet group, Positive control: HFC diet with oral administration of lovastatin 20 mg/kg B.W. group, TM: HFC diet with oral administration of malt vinegar 2 mL/kg B.W. group, TS: HFC diet with oral administration of Seomaeyakssuk vinegar 2 mL/kg B.W. group.

<sup>2)</sup>Vitamin mix: AIN-93 vitamin mixture.

<sup>3)</sup>Mineral mix: AIN-93 mineral mixture.

및 교환)를 채혈 후 즉시 분리시켰으며, 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 흡수지로 물기를 제거한 다음 중량을 측정하였고, 간은 생리식염수로 탈혈하여 -70°C에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

**혈청 지질 성분의 분석**

혈청 총 지질 함량은 Frings 등(22)의 방법에 따라 혈청 20 µL를 진한 황산으로 분해시킨 후 phospho-vanillin 시약을 첨가하여 37°C에서 15분간 반응시켜 시료 무첨가군을 대조로 하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 혈청 총 중성지방, 총 콜레스테롤, high density lipoprotein cholesterol(HDL-C), total protein, albumin, albumin transaminase(ALT), aspartate transaminase(AST) 및 blood urea nitrogen(BUN) 함량은 혈액자동분석기(DRI-CHAM 7000i, Fujifilm Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. Low density lipoprotein cholesterol(LDL-C) 함량은 [혈청 총 콜레스테롤 - (HDL-C + 중성지방/5)]의 계산식에 의해 산출하였고, very low density lipoprotein cholesterol(VLDL-C)은 [혈청 총 콜레스테롤 - (HDL-C + LDL-C)]의 계산식을 사용하였다(23). 또 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 [(혈청 총 콜레스테롤 - HDL-C)/HDL-C]의 계산식으로부터(24), 심혈관질환 위험 지수(cardiovascular risk factor, CRF)는 [총 콜레스테롤/HDL-C]의 식에 따라 계산하였다(25).

**간 조직의 지질 성분 분석**

간 조직의 총 지질 함량은 간 조직 0.5 g에 chloroform : 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 상기 혈청에서와 동일한 방법에 따라 총 지질 함량을 측정하였다(23). 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량은 총 콜레스테롤 측정용 kit 시약(AM 202-k, Asan, Seoul, Korea)을 사용하였으며, 중성지방 함량은 중성지방 측정용 kit 시약(AM 157S-k, Asan)으로 각각 측정하였다.

**혈청 및 간 조직의 지질과산화물 함량 측정**

혈청의 지질과산화물 함량은 Yagi(26)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 원심분리 시켰다. 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 Mihara와 Uchiyama (27)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 수욕상에서 45분간 가열한 뒤 4 mL의 butanol을 가하여 발색물질을 추출한 다음 4,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 butanol 층을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 혈청 및 간 조직의 지질과산화물 함량은 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 표준물질로 하여 작성한 검량선으로부터 산출하였다.

**혈청 및 간 조직의 항산화 활성 측정**

항산화 활성은 Lim 등(28)의 방법을 응용하여 측정하였다. 즉 혈청 100 µL에 tris-HCl 완충액(100 mM, pH 7.4)을 1 mL 가하여 혼합한 후 0.5 mM 1,1-diphenyl-2-picryl-

hydrazyl(DPPH) 용액 1 mL를 가한 다음 37°C의 암실에서 15분간 반응시켰다. 여기에 chloroform 2 mL를 가하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시킨 다음 chloroform 층을 취하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화 활성은 시료첨가군과 무첨가군의 흡광도 비로 나타내었다. 간 조직의 항산화 활성은 간 조직 1 g에 1.5% KCl 용액으로 10% 균질액을 제조한 다음 혈청과 동일한 방법에 따라 측정하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였으며 실험으로부터 얻은 결과는 IBM SPSS statistics 18(IBM, Armonk, NY, USA)을 사용하여 분석하였다. 결과치는 실험군당 평균 ± 표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후  $P < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

## 결과 및 고찰

### 체중변화 및 식이효율

흰쥐에게 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이해 비만을 유도하면서 섬애약쑥이 첨가된 식초를 4주간 투여시켜 체중변화 및 식이효율을 분석한 결과 Table 2와 같이 실험동물의 평균 식이섭취량은 실험군 간에 차이가 없었으나 최종체중, 체중증가량 및 식이효율은 시료군 간에 유의적인 차이를 나타내었다. 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이하여 고지혈증을 유도한 대조군의 최종체중, 체중증가량 및 식이효율은 각각 326.00 g, 179.00 g, 33.27%로 정상군보다 최종체중은 9.40%, 체중증가량은 17.76%, 식이효율은 15.48% 더 높았다. 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이하면서 심혈관계 질환의 치료제로 사용되는 약물인 lovastatin을 투여한 양성대조군의 최종체중, 체중증가량 및 식이효율은 대조군보다 낮았으나 정상군보다 유의적으로 높았다. 반면 맥아식초와 섬애약쑥 식초 급이군은 정상군과 유의적인 차이가 없이 대조군보다 체중 및 체중증가량, 식이효율이 모두 낮았고 두 실험군 간에도 차이는 없었다.

고콜레스테롤 급이 흰쥐에 매생이를 급이하였을 때 식이효율은 대조군과 유의적인 차이가 없으나 체중증가량은 유의적으로 감소하여 체중을 감소시키는 효과가 있다고 보고되어 있다(29). 고지방식이와 함께 인삼식초를 8주간 급이하였을 때 대조군보다 체중증가량 및 식이효율이 유의적으로 낮았는데 이는 식초의 유기산이 지방연소를 촉진하였으며, 인삼의 사포닌 성분이 지방의 합성을 억제하였기 때문이라는 Oh 등(30)의 보고도 있다. 본 연구 결과에서도 고지방-고콜레스테롤 급이군보다 식초 급이군의 체중증가량이나 식이효율이 유의적으로 낮아 이들의 보고와 동일한 경향이었으며, 맥아식초 급이군과 섬애약쑥 식초 급이군 간에 유의적인 차이가 없는 것으로 보아 쑥의 특정한 성분보다는 식초의 급이에 의한 영향인 것으로 추정된다.

### 장기 중량

체내 고지방을 유도하고 식초를 급이한 흰쥐의 간, 심장, 신장, 비장, 고환 및 고환 주변지방 중량을 측정하여 체중 100 g에 대한 결과로 환산하였다(Table 3). 그 결과 신장과 고환의 중량은 시료군 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 간, 심장, 비장 및 고환주변 지방의 중량은 다소 차이가 있었다.

간 중량의 경우 정상식이 급이군(3.99 g/100 g B.W.)과 비교하여 고지방-고콜레스테롤 식이 급이군의 간 중량은 크게 증가하여 대조군은 약 1.64배, 양성대조군은 1.56배 높았고 식초를 투여한 TM군과 TS군은 각각 정상군보다 1.60배, 1.58배 높았다. 심장 중량은 섬애약쑥 식초 급이군에서 0.32 g/100 g B.W.로 가장 낮았으며 대조군에서 0.36 g/100 g B.W.로 가장 높았다. 비장의 중량은 정상군에서 0.22 g/100 g B.W.로 유의적으로 낮았으며 섬애약쑥 식초 급이군과 양성대조군은 각각 0.25 g/100 g B.W.와 0.26 g/100 g B.W.였다. 고환 주변 지방은 정상군, 대조군 및 양성대조군은 동일하게 1.51 g/100 g B.W.로 서로 간에 통계적인 차이 없이 식초 급이군보다 높은 함량이었다.

고지방식이의 지속적인 급이는 간 조직에 유입된 콜레스테롤의 정상적인 배출을 억제하고 간 조직 내에 축적을 유도함으로써 지방간 및 간 비대를 일으키므로 고지방식이로 인

**Table 2.** Changes in body weight, food intake, and food efficiency ratio of rats fed vinegar added with *Seomaeyakssuk (Artemisia argyi H.)* extract

Group <sup>1)</sup>	Final body weight (g)	Total body weight gain (g/4 weeks)	Food intake (g/d)	FER <sup>2)</sup> (%)
Normal	298.00±5.70 <sup>a</sup>	152.00±8.37 <sup>a</sup>	18.19±0.29 <sup>NS</sup>	28.81±1.19 <sup>a</sup>
Control	326.00±7.42 <sup>c</sup>	179.00±4.18 <sup>c</sup>	18.55±0.22	33.27±0.44 <sup>c</sup>
Positive control	316.00±6.52 <sup>b</sup>	167.00±5.70 <sup>b</sup>	18.36±0.36	31.35±0.54 <sup>b</sup>
TM	302.00±9.08 <sup>a</sup>	153.00±4.47 <sup>a</sup>	18.30±0.76	28.86±1.03 <sup>a</sup>
TS	302.00±8.37 <sup>a</sup>	156.00±6.52 <sup>a</sup>	18.28±0.51	29.42±0.71 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as Table 1.

<sup>2)</sup>FER: Food efficiency ratio, total body weight gain (g/4 weeks)/ food intake (g/4 weeks)×100.

Values are mean±SD (n=5).

Means with different letters (a-c) in each column are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

NS: Not significant.

**Table 3.** The organ weight of liver, heart, kidney, spleen, testis, and epididymal fat of rats fed vinegar added with Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) extract (g/100 g body weight)

Group <sup>1)</sup>	Tissues					Epididymal fat
	Liver	Heart	Kidney	Spleen	Testis	
Normal	3.99±0.17 <sup>a</sup>	0.34±0.01 <sup>ab</sup>	0.74±0.06 <sup>NS</sup>	0.22±0.02 <sup>a</sup>	1.09±0.11 <sup>NS</sup>	1.51±0.15 <sup>b</sup>
Control	6.54±0.44 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>b</sup>	0.71±0.03	0.25±0.02 <sup>b</sup>	1.00±0.05	1.51±0.09 <sup>b</sup>
Positive control	6.24±0.65 <sup>b</sup>	0.34±0.03 <sup>ab</sup>	0.71±0.03	0.26±0.02 <sup>b</sup>	1.07±0.06	1.51±0.18 <sup>b</sup>
TM	6.39±0.33 <sup>b</sup>	0.33±0.03 <sup>ab</sup>	0.71±0.06	0.23±0.01 <sup>ab</sup>	1.09±0.08	1.34±0.12 <sup>ab</sup>
TS	6.30±0.51 <sup>b</sup>	0.32±0.03 <sup>a</sup>	0.71±0.07	0.25±0.04 <sup>b</sup>	1.05±0.08	1.30±0.09 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as Table 1.

Values are mean±SD (n=5).

Means with different letters (a,b) in each column are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

NS: Not significant.

해 간 중량이 증가하는 것으로 보고되어 있다(31). 고콜레스테롤 식이를 급이한 흰쥐에 고추냉이를 혼합 급이하였을 때 간의 무게는 정상군보다 유의적으로 증가하였는데, 이는 과량의 콜레스테롤이 체외로 정상적으로 배출되지 못하고, 간장에 축적되었기 때문이라는 Lee(32)의 보고도 있다. 본 연구 결과에서도 이러한 연구 결과와 동일한 경향으로 간의 중량은 정상군을 제외한 모든 실험군에서 증가하였는데, 이 또한 체내 지질대사를 담당하는 장기인 간에 지방이 축적되었기 때문으로 판단된다.

**혈청 중 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량**

Table 4는 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이한 흰쥐에 쑥 추출물을 첨가하여 제조한 식초를 4주간 경구 투여한 후 혈청 중 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량을 측정된 결과이다. 실험동물의 혈청 중 총 지질은 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이한 대조군에서 가장 높아 629.33 mg/dL로 정상식이 급이군(322.67 mg/dL)보다 약 1.95배 더 높았다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 lovastatin을 투여한 양성대조군의 혈청 중 총 지질 함량은 596.67 mg/dL로 대조군보다 약 5.19% 감소하였다. 반면 고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 맥아식초와 섬애약쑥 식초를 급이한 실험군에서는 각각 565.33 mg/dL와 530.00 mg/dL로 정상군보다는 높았으나 여타 실험군보다 총 지질 함량이 낮았다. 총 콜레스테롤 함량은 총 지질 함량과 유사한 경향으로 정상군이 89.00 mg/dL로 가장 낮았고, 대조군에서 312.00 mg/dL로 가장 높은 함량이었다. 그 외 실험군에서는 대조군보다 낮은

함량이었으며 맥아식초와 섬애약쑥 식초 급이군은 각각 267.00 mg/dL와 237.60 mg/dL로 양성대조군보다 더 낮은 함량이었다. 중성지방의 함량은 정상군과 대조군 간에 유의적인 함량 차이가 없이 실험군보다 유의적으로 높았으며, 양성대조군과 식초 급이군은 60.20~62.40 mg/dL로 서로 간에 유의적인 차이가 없었다. 상기의 분석 결과들을 종합해 볼 때 섬애약쑥 발효식초의 경우 심혈관계 질환 치료제인 lovastatin보다 더욱 효과적으로 고지방-고콜레스테롤 식이의 급이로 야기되는 혈청 중 총 지질 및 총 콜레스테롤 감소 유도 효과를 나타내었다.

고지방식이를 급이한 흰쥐에 인삼식초를 섭취시켰을 때 혈중 총 콜레스테롤과 중성지방의 함량이 정상군보다 높지만 고지방식이 대조군보다 유의적으로 낮았다는 보고(20)는 본 연구 결과와도 일치하는 경향이었다. 또한, 본 연구와 동일한 경향을 보고한 Lee 등(33)은 고지방, 고콜레스테롤 식이를 급이한 마우스에 자색고구마 열수 추출물을 급이한 결과 총 콜레스테롤이나 총 지방은 정상군보다 고지방-고콜레스테롤 식이군에서 유의적으로 높았으나 혈중 중성지방의 농도는 상반된 결과를 보였는데, 이는 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤의 축적으로 간에 축적되는 중성지질의 양이 증가함에 따라 상대적으로 혈중의 중성지질 양이 감소하였기 때문이며, 이는 관련 유전자의 발현 정도를 통해 검증된다고 하였다.

유산소 운동을 하는 운동선수에게 6주간 인진쑥 음료를 급이한 후 혈중 총 콜레스테롤과 중성지방의 함량을 분석한 결과 모두 유의적으로 감소하였는데, 이는 인진쑥의 chloro-

**Table 4.** Total lipid, total cholesterol, and triglyceride contents in serum of rats fed vinegar added with Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) extract (mg/dL)

Group <sup>1)</sup>	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride
Normal	322.67±13.54 <sup>a</sup>	89.00±7.52 <sup>a</sup>	88.20±6.02 <sup>b</sup>
Control	629.33±20.95 <sup>c</sup>	312.00±18.15 <sup>e</sup>	82.60±4.88 <sup>b</sup>
Positive control	596.67±19.35 <sup>d</sup>	293.40±10.69 <sup>d</sup>	60.20±4.92 <sup>a</sup>
TM	565.33±18.32 <sup>c</sup>	267.00±16.08 <sup>c</sup>	62.40±5.37 <sup>a</sup>
TS	530.00±13.21 <sup>b</sup>	237.60±9.45 <sup>b</sup>	60.60±3.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as Table 1.

Values are mean±SD (n=5).

Means with different letters (a-e) in each column are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

genic acid, caffeic acid 및 6,7-dimethoxycoumarin에 의한 결과라고 보고되어 있다(34). 본 연구 결과에서도 맥아식초보다 섬애약쑥 식초를 급이하였을 때 혈청 내 총 지질과 총 콜레스테롤 함량이 유의적으로 낮은 것은 섬애약쑥에 함유된 유효성분의 영향인 것으로 추정되며, 이에 대해서는 구체적인 물질 규명을 위한 연구가 더 진행되어야 할 것으로 생각된다.

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

정상적인 대사 상태에서식이성 중성지방 및 콜레스테롤은 조직세포에서 합성된 지질과 균형을 이루며 혈관 내 lipoprotein들의 농도가 항상성을 유지하게 되지만, 지질의 다량 섭취 등 외부 요인이나 유전적 요인에 의해 이러한 균형이 파괴되면 LDL- 및 VLDL-콜레스테롤의 농도는 증가하고 HDL-콜레스테롤의 농도는 감소하여 동맥경화증, 고혈압 및 심혈관계 질환을 유발하게 된다(35).

고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 섬애약쑥 추출물을 첨가한 식초를 경구 투여한 실험동물의 혈청 중 HDL-, LDL-, VLDL-콜레스테롤 함량과 동맥경화지수 및 심혈관 질환 위험지수를 산출한 결과는 Table 5와 같다. HDL-콜레스테롤 함량은 정상군(57.40 mg/dL)보다 고지방-고콜레스테롤 급이군에서 더 낮았는데, 대조군의 HDL-콜레스테롤 함량은 정상군의 50.87% 수준인 28.20 mg/dL로 가장 낮았다. 반면 양성대조군과 식초 투여군은 대조군과 같은 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이하였음에도 불구하고 HDL-콜레스테롤 함량이 34.40~34.80 mg/dL로 대조군보다 유의하게 높았다. LDL-콜레스테롤 함량은 HDL-콜레스테롤 함량과 상반된 결과를 나타내어 대조군의 LDL-콜레스테롤 함량은 267.28 mg/dL로 13.96 mg/dL인 정상군보다 약 19.2배 더 높아 가장 높은 함량이었다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 심혈관계 질환에 사용되는 lovastatin을 급이할 경우 혈중 LDL-콜레스테롤 농도는 246.96 mg/dL로 대조군보다 유의적으로 낮았다. 맥아식초와 섬애약쑥 식초를 급이하였을 때 혈중 LDL-콜레스테롤 농도는 각각 220.12 mg/dL와 190.68 mg/dL로 양성대조군보다도 더 낮은 함량이었다.

VLDL-콜레스테롤은 정상군과 대조군에서 각각 17.64 mg/dL와 16.52 mg/dL로 유의적으로 높은 함량이었으며, 양성대조군과 식초 급이군은 12.04~12.48 mg/dL로 서로 간에 유의적인 차이가 없었다.

동맥경화지수와 심혈관질환 위험지수는 주로 동맥경화 및 심장순환계 질환의 발병 위험도를 알리는 위험지수로 널리 이용되고 있다(36). 정상식이 급이군보다 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이하는 경우 동맥경화지수와 심혈관질환 위험지수는 각각 약 18배와 7배 더 증가하였으나 lovastatin과 같은 심혈관계 질환에 이용되는 약물제제나 식초를 매일 일정시간 경구 투여함으로써 유의적으로 감소하였다. 특히 섬애약쑥 식초 급이군의 경우 동맥경화지수와 심혈관질환 위험지수는 대조군보다 각각 57.9%와 61.7% 수준으로 낮아져 섬애약쑥 추출물을 첨가하여 제조한 식초의 급이는 동맥경화, 고지혈증 등과 같은 심혈관계 질환의 예방 및 개선에 효과가 있을 것으로 생각된다.

Nam 등(37)은 더위지기쑥 에탄올 추출물을 고지방식이와 병용 투여한 결과 혈중 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 함량 모두 고지방 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 동맥경화지수가 고지방식이 대조군보다 29% 감소하였다고 보고한 바 있다. Lee와 Hwang(38)은 정상식이와 고지방식이를 급이한 흰쥐에 사철쑥 분말과 메탄올 추출물을 경구 투여한 결과 정상군과 고지방식이군 모두에서 HDL-콜레스테롤이 증가하고 동맥경화지수가 감소하였는데, 이러한 효과는 정상군보다는 고지방식이군에서 더 유용하였다고 보고한 바 있다. 본 연구 결과에서도 이들의 연구 결과와 유사한 경향으로 섬애약쑥 식초의 급이는 대조군보다 LDL-콜레스테롤의 수치를 감소시키고, HDL-콜레스테롤의 수치를 증가시킴으로써 동맥경화지수와 심혈관질환 위험지수를 낮추어 혈중 지질 농도 개선 효과를 나타내었다.

#### 혈청 중 총 단백질 및 알부민 함량

고지방-고콜레스테롤 식이에 대한 섬애약쑥 추출물 첨가 식초의 효과를 확인하고자 섬애약쑥 식초를 경구 투여하면서 사육한 흰쥐의 혈청 중 총 단백질과 알부민 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 정상군의 총 단백질과 알부민

**Table 5.** Lipid profile contents in serum of rats fed vinegar added with Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) extract

Group <sup>1)</sup>	HDL-C	LDL-C	VLDL-C	AI <sup>2)</sup>	CRF <sup>3)</sup>
	(mg/dL)				
Normal	57.40±2.88 <sup>c</sup>	13.96±4.11 <sup>a</sup>	17.64±1.20 <sup>b</sup>	0.55±0.07 <sup>a</sup>	1.55±0.07 <sup>a</sup>
Control	28.20±1.64 <sup>a</sup>	267.28±15.77 <sup>c</sup>	16.52±0.98 <sup>b</sup>	10.07±0.31 <sup>c</sup>	11.07±0.31 <sup>c</sup>
Positive control	34.40±1.82 <sup>b</sup>	246.96±8.18 <sup>d</sup>	12.04±0.98 <sup>a</sup>	7.54±0.21 <sup>d</sup>	8.54±0.21 <sup>d</sup>
TM	34.40±2.30 <sup>b</sup>	220.12±13.37 <sup>c</sup>	12.48±1.07 <sup>a</sup>	6.77±0.29 <sup>c</sup>	7.77±0.29 <sup>c</sup>
TS	34.80±1.92 <sup>b</sup>	190.68±7.02 <sup>b</sup>	12.12±0.61 <sup>a</sup>	5.83±0.14 <sup>b</sup>	6.83±0.14 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as Table 1.

<sup>2)</sup>Atherogenic index = (Total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol.

<sup>3)</sup>Cardiac risk factor = Total cholesterol / HDL-cholesterol.

Values are mean±SD (n=5).

Means with different letters (a-e) in each column are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 6.** Total protein and albumin content in serum of rats fed vinegar added with Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) extract

Group <sup>1)</sup>	Total protein	Albumin
Normal	5.98±0.11 <sup>a</sup>	4.06±0.11 <sup>a</sup>
Control	7.38±0.33 <sup>c</sup>	4.74±0.18 <sup>c</sup>
Positive control	7.24±0.26 <sup>c</sup>	4.68±0.18 <sup>c</sup>
TM	6.78±0.33 <sup>b</sup>	4.42±0.28 <sup>b</sup>
TS	6.73±0.18 <sup>b</sup>	4.34±0.18 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as Table 1.

Values are mean±SD (n=5).

Means with different letters (a-c) in each column are significantly different at *P*<0.05 by Duncan's multiple range test.

함량은 각각 5.98 mg/dL, 4.06 mg/dL인데 반해 대조군은 7.38 mg/dL, 4.74 mg/dL로 정상식이 급이군보다 유의적으로 높은 함량이었다. 양성대조군의 총 단백질과 알부민 함량은 각각 7.24 mg/dL와 4.68 mg/dL로 정상군보다 유의하게 높았으며 대조군과는 유의적인 차이가 없었다. 맥아식초와 섬애약썩 식초 급이군 간의 총 단백질과 알부민 함량은 유의적인 차이가 없었으나 대조군이나 양성대조군보다 유의적으로 낮았는데 섬애약썩 식초 급이군의 총 단백질과 알부민 함량은 각각 6.73 mg/dL와 4.34 mg/dL였다.

고지방식이와 함께 눈꽃뚱충하초 균사체를 실험동물에 급이하였을 때 혈청의 총 단백질 농도가 정상군보다 유의하게 증가하였다는 보고(39)는 본 연구 결과와 일치하는 경향이었다.

알부민은 혈청 총 단백질의 50~70%를 차지하며 혈장 교질 삼투압의 유지와 각종 영양소 운반 기능에 관여하므로 혈청 알부민 함량은 일반적으로 총 단백질의 농도와 상관관계를 가지게 되고, 체내 단백질 대사의 적절한 지표로 이용된다(40). 이러한 관점에서 볼 때 본 연구 결과에서와 같이 식초 급이군에서 대조군보다 혈청 중 총 단백질과 알부민의 함량이 유의적으로 감소한 것으로 보아 섬애약썩 식초의 급이는 고지방-고콜레스테롤 급이에 따른 체내 단백질의 대사 정상화에 기여하는 것으로 추정된다.

**혈청 중 AST, ALT 및 BUN 함량**

AST는 간, 심장, 근육 및 신장 조직에, ALT는 간, 신장, 골격근 등에 존재하면서 아미노산을 합성하는 효소로, 특히 간에 많은 양이 존재하므로 간 손상의 지표로 널리 사용되는 효소이다(41,42). 섬애약썩 식초를 4주간 급이한 흰쥐의 혈청 중 간 기능 지표인 AST, ALT와 신장 기능 지표인 BUN 함량을 측정하여 나타낸 결과는 Table 7과 같다. 혈청 중 AST는 양성대조군에서만 129.00 U/L로 유의적으로 낮았고, 여타 실험군은 147.00~154.60 U/L로 서로 간에 유의적인 차이가 없었다. ALT는 정상군에서 26.60 U/L로 유의적으로 낮았고, 여타 실험군에서는 31.60~35.80 U/L로 정상군보다는 유의적으로 높았으나 서로 간에 유의차는 없었다.

Kim 등(43)은 고지방식을 급이하였을 때 ALT 활성이

**Table 7.** AST, ALT activities, and BUN content in serum of rats fed vinegar added with Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) extract

Group <sup>1)</sup>	AST	ALT	BUN
	(U/L)		(mg/dL)
Normal	149.40±7.13 <sup>b</sup>	26.60±2.07 <sup>a</sup>	11.66±0.84 <sup>NS</sup>
Control	147.40±10.31 <sup>b</sup>	34.80±2.59 <sup>b</sup>	13.16±1.67
Positive control	129.00±8.12 <sup>a</sup>	31.60±2.70 <sup>b</sup>	12.94±1.59
TM	154.60±7.09 <sup>b</sup>	35.80±4.32 <sup>b</sup>	13.16±2.26
TS	147.00±9.57 <sup>b</sup>	32.40±4.45 <sup>b</sup>	12.16±1.27

<sup>1)</sup>Groups are the same as Table 1.

Values are mean±SD (n=5).

Means with different letters (a,b) in each column are significantly different at *P*<0.05 by Duncan's multiple range test. NS: Not significant.

증가하였으며 인진썩 추출물을 농도별로 급이함으로써 유의적으로 활성이 감소하였는데, AST 활성은 인진썩 추출물의 농도가 높을수록 낮았지만 농도 차이에 따른 유의차는 없었다고 보고한 바 있다. Oh 등(30)도 고지방식이 급이 시 혈중 AST와 ALT 모두 정상범위 이상으로 증가하였으나 인삼식초를 급이함으로써 유의적으로 감소하였는데, 이는 인삼식초에 함유된 아세트산이 지방대사를 개선하여 간의 지방축적을 억제함으로써 간 기능 손상을 예방하였기 때문으로 추정하였다. 반면 인진썩 추출물의 고지방식에 대한 효과를 확인하기 위하여 대조 약물로 simvastatin을 사용한 연구 결과(43)에서 simvastatin은 인진썩 추출물 62.5 mg/kg 급이군과 비교할 때 혈중 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고 HDL-콜레스테롤 농도는 증가시키지만 AST나 ALT 활성은 유의적으로 더 높았다고 보고하여, 본 연구 결과와 유사한 경향으로 지질 농도의 개선 효과와 AST나 ALT 활성이 동일한 경향을 나타내지는 않았다.

아미노산의 탈아미노 과정의 산물로 간에서 합성되어 신장으로 배설되는 BUN은 신장의 사구체 여과율이 감소하면 그 함량이 증가하므로 체내 단백질 대사이상이나 신장질환의 지표로 이용되는데, 정상수준은 5~23 mg/dL로 알려져 있다(44,45).

고지방과 고콜레스테롤을 급이한 흰쥐에 섬애약썩 식초를 4주간 급이한 결과 BUN은 11.66~13.16 mg/dL로 모든 실험군 간에 통계적인 유의차가 없었다. 참썩과 사자발썩 분말을 식이에 각각 5%씩 첨가한 식이를 급이하였을 때 흰쥐의 혈청 중 BUN의 함량은 대조군이나 썩 급이군 간에 유의적인 차이를 보이지 않는다는 보고(46)와 오디를 침출주, 발효주 및 식초로 가공하여 당뇨 유발 흰쥐에 급이한 결과 모든 실험군 간의 BUN 함량은 유의적인 차이가 없다는 보고(47)는 본 연구 결과와 유사한 경향이었다.

**간 조직의 지질 성분 함량 분석**

고지방-고콜레스테롤 식이와 섬애약썩 식초를 급이한 흰쥐의 간 조직 내 지질 성분들을 측정된 결과(Table 8), 정상군의 간 조직 내 총 지질, 총 콜레스테롤, 중성지방 함량은

**Table 8.** Lipid profile contents in liver tissue of rats fed vinegar added with *Seomaeyakssuk* (*Artemisia argyi* H.) extract (mg/g, wet liver)

Group <sup>1)</sup>	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride
Normal	30.15±0.64 <sup>a</sup>	1.91±0.19 <sup>a</sup>	11.28±1.33 <sup>a</sup>
Control	155.36±9.20 <sup>d</sup>	6.16±0.26 <sup>c</sup>	42.32±2.52 <sup>d</sup>
Positive control	129.46±6.23 <sup>c</sup>	6.11±0.19 <sup>c</sup>	27.68±2.24 <sup>c</sup>
TM	125.34±8.15 <sup>c</sup>	5.35±0.67 <sup>b</sup>	21.10±2.18 <sup>b</sup>
TS	115.55±7.18 <sup>b</sup>	4.83±0.80 <sup>b</sup>	20.28±2.89 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as Table 1.

Values are mean±SD (n=5).

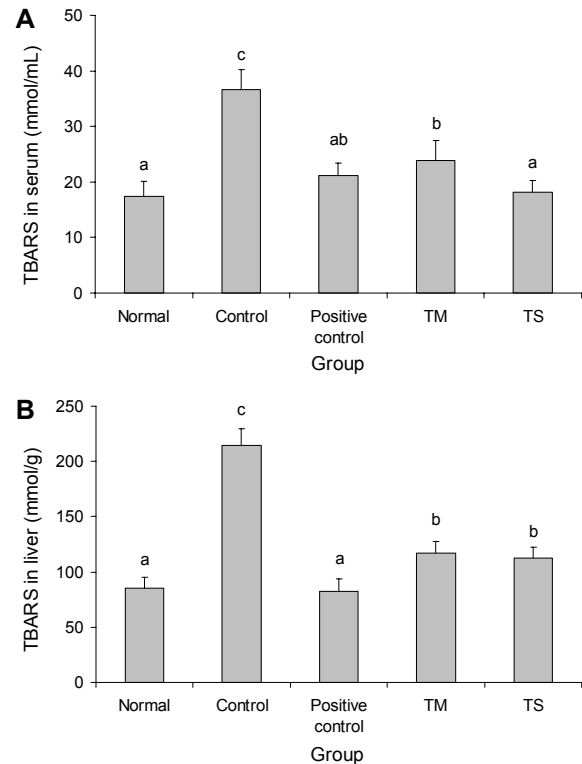
Means with different letters (a-d) in each column are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

각각 30.15 mg/g, 1.91 mg/g, 11.28 mg/g으로 실험군 중 가장 낮은 함량이었다. 총 지방은 대조군에서 155.36 mg/g으로 정상군보다 약 5.15배 더 높은 함량이었으며, 양성대조군과 식초 급이군에서는 115.55~129.46 mg/g으로 대조군보다는 유의적으로 낮은 함량이었으나 정상군보다는 3.83~4.29배 더 높은 함량이었다. 양성대조군이나 식초 급이군의 간 조직 중 총 콜레스테롤과 중성지질의 함량도 총 지질과 유사한 경향으로 정상군보다는 유의적으로 높으나 대조군보다는 더 낮았다. 맥아식초 급이군보다 섬애약쑥 식초 급이군의 간 조직 중 총 콜레스테롤 및 중성지질의 함량은 평균값은 더 낮았으나 두 실험군 간에 통계적인 유의차는 없었다.

간은 지방대사가 일어나는 주요기관으로 콜레스테롤 및 혈장 지단백질의 합성과 분배를 담당하고, 특히 간에서 중성지방이 정상적으로 제거되지 않으면 조직 내에 쌓여 지방간을 초래한다(48). 쑥의 경우 체내 지질대사를 촉진하는 기능이 있는 것으로 알려져 있는데, 더위지기 쑥의 에탄올 추출물을 경구 투여했을 때 간 조직의 총 지질 함량은 정상식이 급이군보다 40% 감소하였고, 10% 라드와 1% 콜레스테롤을 급이한 고지방식이군보다 총 지질은 28%, 중성지질은 22% 감소하여 쑥 추출물은 간에서의 지질대사를 촉진시키는 확인되었다(37). 본 연구 결과에서도 이와 동일한 경향으로 쑥 추출물뿐만 아니라 쑥 식초에서도 유사하게 간 조직에서의 지질대사 촉진 효과가 있는 것으로 판단된다.

### 혈청 중의 지질과산화물 함량

TBARS 반응의 유의적인 증가는 지질과산화의 지표 및 항산화력을 측정하는 데 유용하게 이용되므로(49) 고지방-고콜레스테롤 식이와 섬애약쑥 식초를 급이시킨 흰쥐에 대한 혈청 및 간 조직의 지질과산화물 함량을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 혈청 중 지질과산화물 함량은 정상군이 17.48 mmol/mL였고 대조군이 36.75 mmol/mL로 고지방-고콜레스테롤 식이 급이 시 2.10배 이상 증가하였다. 그러나 대조군과 같은 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이했을지라도 맥아식초와 섬애약쑥 식초 급이군에서는 각각 23.85 mmol/



**Fig. 1.** TBARS content in serum (A) and liver (B) of rats fed vinegar added with *Seomaeyakssuk* extract. Values are mean±SD (n=5). Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. Groups are the same as Table 1.

mL와 18.22 mmol/mL로 대조군보다 유의적으로 낮은 함량이었다. 특히 섬애약쑥 식초 급이군의 혈청 중 지질과산화물 함량은 정상군과 통계적인 차이가 없어 혈중 지질과산화물의 생성 억제에 효과적임을 확인하였다.

간 조직 중의 지질과산화물 함량은 정상군과 양성대조군이 각각 85.63 mmol/g과 82.67 mmol/g으로 서로 유의적인 차이 없이 여타 실험군보다 낮은 함량이었다. 맥아식초와 섬애약쑥 식초 급이군의 간 조직 중 지질과산화물 함량은 각각 117.04 mmol/g과 112.59 mmol/g으로 두 실험군 간에는 유의차가 없었으나 대조군보다는 유의적으로 낮은 함량이었다.

혈청과 간 조직의 지질과산화물 함량 분석 결과 양성대조군에 투여한 lovastatin은 혈청보다는 간 조직에서 더 효과적으로 지질과산화물의 생성을 억제하였으나 섬애약쑥 식초는 이와 상반되게 간 조직보다는 혈청 내 지질과산화물의 생성 억제에 더 효과적이었다.

쑥 물 추출물의 급이는 알코올의 섭취에 의해 증가한 간장 내 TBARS의 함량을 유효하게 감소시켰는데, 이는 유리기해독제 효소인 superoxide dismutase(SOD)와 catalase의 역할보다는 glutathione이나 간 조직 내 xanthine oxidase와 같은 효소의 활성이 증가함으로써  $O_2^-$  생성 증가에 의한 산화적 손상을 줄이는 데 기여하기 때문이라고 보고되어 있

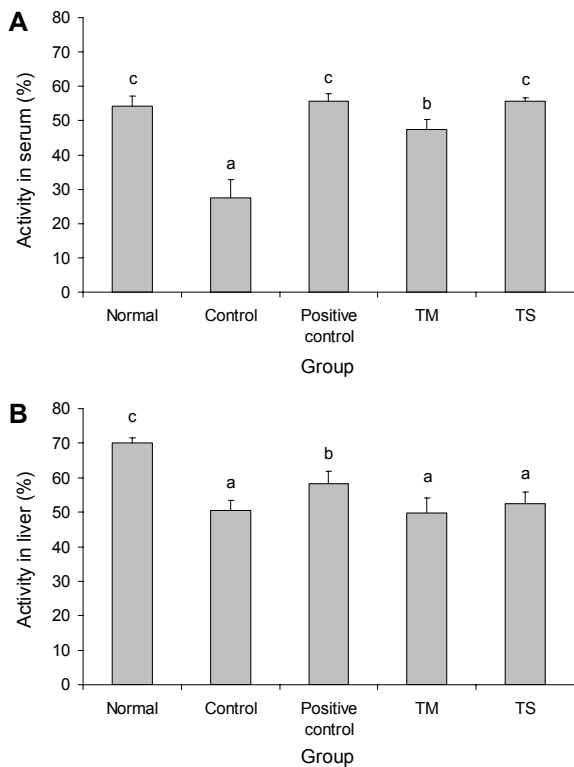


다(24). 썩 추출물을 급이하었을 때 간 조직의 항산화 효소 활성은 정상군보다도 증가하는데, 이 중 Cu, Zn-SOD 활성은 47%의 유의적인 증가를 하며 고지방식을 투여함으로써 glutathione sulfur transferase(GST)와 Cu, Zn-SOD 활성은 감소하였으나, 고지방식이, benzo-a-pyrene 및 썩 추출물을 병용투여 하였을 때는 catalase와 Cu, Zn-SOD 활성이 각각 27%와 55% 증가하여 세포의 손상을 막아주는 역할을 담당하였다는 Nam 등(50)의 보고도 있다.

이러한 결과들로부터 미루어볼 때 체내에서 지질과산화물의 생성을 억제하기 위해서는 하나 이상의 효소계가 활성화되어 작용하게 되는데, 이때 체내에 가해진 산화 스트레스 원이나 그 정도에 따라 작용하는 효소계의 활성도는 차이가 있는 것으로 생각되며, 본 연구 결과에서 섬애약썩 식초 급이군에서 지질과산화물의 생성이 유의적으로 낮고 lovastatin의 지질과산화물 생성 억제와는 다른 양상을 보였으므로 서로 다른 효소계가 활성화되었을 것으로 추정된다. 하지만 본 연구에서 이와 관련한 연구가 진행되지 못하였으므로 이에 대해서는 차후 좀 더 명확한 연구가 진행되어야 할 필요가 있을 것으로 생각된다.

**혈청 및 간 조직의 항산화 활성**

혈청 및 간 조직의 항산화 활성에 미치는 섬애약썩 식초



**Fig. 2.** Antioxidant activity in serum (A) and liver (B) of rats fed vinegar added with Seomaeyakssuk extract. Values are mean  $\pm$ SD (n=5). Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Groups are the same as Table 1.

급이의 효과를 확인하고자 DPPH 라디칼 소거 활성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 혈청의 항산화 활성은 대조군이 27.41%로 가장 낮았고, 다음으로 맥아식초 급이군에서 47.31%로 활성이 낮았다. 정상군, 양성대조군 및 섬애약썩 식초 급이군 혈청의 라디칼 소거 활성은 54.12~55.69%로 유의적으로 높았다. 하지만 간 조직의 항산화 활성은 혈청에서와 달리 정상군에서 70.19%로 가장 높고 다음으로 양성대조군이 58.27%로 높았으며, 대조군과 식초 급이군은 49.81~52.39%로 서로 간의 유의적인 차이 없이 정상군이나 양성대조군보다 더 활성이 낮았다.

썩 추출물의 지질과산화 억제작용은 썩에 함유된 caffeic acid, catechol, protocatechuic acid 등의 항산화 성분들의 작용과 더불어 free형 polyphenol의 작용에 기인하는 것으로 알려져 있는데(51), 본 연구 결과에서 섬애약썩 식초 급이군의 혈청 내 항산화 활성도 이러한 썩에 함유된 유효성분과 더불어 식초 중에 존재하는 유기산을 중심으로 한 발효과정 중에 생성되는 유용성분의 작용에 기인하는 것으로 생각된다.

**요 약**

섬애약썩 가공품 개발 및 그 활성 규명을 위한 연구의 일환으로 섬애약썩 물 추출물을 이용하여 식혜를 제조해 당화시킨 후 알코올 발효와 초산발효를 차례로 거쳐 식초를 완성하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이를 제공한 흰쥐에 섬애약썩 식초를 경구 투여하여 체내 지질대사에 미치는 영향을 분석하였다. 실험군은 일반식이를 급이한 정상군(N), 고지방-고콜레스테롤 식이를 급이한 대조군(C), 대조군 식이 급이 후 콜레스테롤 치료 약물인 lovastatin을 20 mg/kg B.W. 투여한 양성대조군(PC), 섬애약썩 추출물 대신에 물을 첨가하여 동일하게 제조한 맥아식초(TM)와 섬애약썩 식초(TS)를 체중 kg당 2 mL씩 경구 투여한 군으로 나누었다. 4주간의 실험식이 급이 후 혈청 내 총 지질과 총 콜레스테롤 함량은 식초 급이군이 양성대조군보다 유의적으로 낮았으나 중성지질은 양성대조군과는 유의적인 차이가 없었고 대조군보다는 유의적으로 낮았다. HDL-콜레스테롤은 식초 급이군과 양성대조군 간에 유의적인 차이 없이 정상군보다 낮았으나 대조군보다는 유의적으로 높았다. LDL-콜레스테롤은 섬애약썩 식초 급이군에서 190.68 mg/dL로 정상군을 제외한 실험군 중 가장 낮은 함량이었고 동맥경화지수와 심혈관계 질환 위험지수도 동일한 경향이었다. 혈청 총 단백질과 알부민 함량은 맥아식초와 섬애약썩 식초 급이군이 대조군이나 양성대조군보다 유의적으로 낮았다. 간 손상 지표가 되는 AST는 정상군과 식초 급이군 간에 차이가 없었다. 섬애약썩 식초의 급이는 간장 내 지질 농도 개선에도 효과가 있어 간장 내 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지질의 농도를 대조군보다 유의하게 감소시켰다. 혈청 내 지질과산화물의 함량은 섬애약썩 식초 급이군에서 정상군과 유사한 수준으

로 감소하였으며, 간 조직에서는 대조군보다는 낮았으나 정상군보다는 유의적으로 높은 함량이었다. 이러한 결과는 DPPH를 이용한 항산화 활성 평가에서도 유사한 경향으로 섬애약쑥 식초 급이군 혈청의 항산화 활성이 55.69%로 정상군과 유의차가 없었으며, 간 조직의 활성은 52.39%로 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과로부터 섬애약쑥 식초는 혈중 지질 농도를 개선하는 효과가 있음을 확인하였으며, 이는 식초 자체의 활성과 자체에 함유되어 있던 유효성분 및 발효과정에서 새로이 생성된 성분들이 복합적으로 작용한 결과로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 ‘지역주력산업육성 기술개발 사업(과제번호: R0004407)’으로 수행된 연구 결과입니다.

### REFERENCES

- Kim RJ, Kang MJ, Hwang CR, Jung WJ, Shin JH. 2012. Antioxidant and cancer cell growth inhibition activity of five different varieties of *Artemisia* cultivars in Korea. *J Life Sci* 22: 844-851.
- Park MS, Nam BM, Chung GY. 2012. Taxonomic identity of Gang-hwa-yak-ssuk. *Korean J Pl Taxon* 42: 161-166.
- Cho YH, Chiang MH. 2001. Essential oil composition and antibacterial activity of *Artemisia capillaris*, *Artemisia argyi*, and *Artemisia princeps*. *Korean J Intl Agri* 13: 313-320.
- Rho TH, Seo GS. 1993. Growth characteristics and chemical components in local collections of *Artemisia* sp.. *Korean J Medicinal Crop Sci* 1: 171-177.
- Chang SH, Jung EJ, Park YH, Lim DG, Ko NY, Choi WS, Her E, Kim SH, Choi KD, Bae JH, Kim SH, Kang CD, Han DJ, Kim SC. 2009. Anti-inflammatory effects of *Artemisia princeps* in antigen-stimulated T cells and regulatory T cells. *J Pharm Pharmacol* 61: 1043-1050.
- Jung UJ, Baek NI, Chung HG, Bang MH, Yoo JS, Jeong TS, Lee KT, Kang YJ, Lee MK, Kim HJ, Yeo JY, Choi MS. 2007. The anti-diabetic effects of ethanol extract from two variants of *Artemisia princeps* Pampanini in C57BL/KsJ-db/db mice. *Food Chem Toxicol* 45: 2022-2029.
- Yang HG, Kim HJ, Kim HS, Park SN. 2012. Antioxidative and antibacterial activities of *Artemisia princeps* Pampanini extracts. *Korean J Microbiol Biotechnol* 40: 250-260.
- Seo KS, Yun KW. 2011. Antimicrobial activity and total polyphenol content of extracts from *Artemisia capillaris* *T<sub>humb.</sub>* and *Artemisia iwayomogi* *K<sub>itam.</sub>* used as Injin. *Korean J Plant Res* 24: 10-16.
- Moon EW, Park HJ, Park JS. 2015. Properties of jeonbyeong prepared with *Artemisia annua* L. powder. *J Korean Soc Food Culture* 30: 644-649.
- Choi MH, Kang JR, Sim HJ, Kang MJ, Seo WT, Bae WY, Shin JH. 2015. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Sumaeyaksuk* depending on harvest times and processing methods. *Korean J Food Preserv* 22: 399-407.
- Hwang CR, Seo WT, Bae WY, Kang MJ, Shin JH. 2014. Physicochemical characteristics and biological activities of *Artemisia Argyi* H.. *J Life Sci* 24: 377-385.
- Hwang CR, Seo WT, Kang MJ, Shin JH. 2013. Antioxidant activity of the *Sumaeyaksuk* tea extracts prepared with different drying and extract conditions. *Korean J Food Preserv* 20: 546-553.
- Kim MR. 2016. Physicochemical properties and liver-protecting effect of *Seomaeyakssuk* (*Artemisia argyi* H.). *Ph Dissertation*. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Ha GJ, Lee DS, Seung TW, Park CH, Park SK, Jin DE, Kim NK, Shin HY, Heo HJ. 2015. Anti-amnesic and neuro-protective effects of *Artemisia argyi* H. (*Seomae mugwort*) extracts. *Korean J Food Sci Technol* 47: 380-387.
- Jeong YJ, Seo KI, Kim KS. 1996. Physicochemical properties of marketing and intensive persimmon vinegars. *J East Asian Soc Diet Life* 6: 355-363.
- Choi MH, Sim HJ, Kim GW, Kang MJ, Seo WT, Shin JH. 2016. The quality characteristics of vinegar prepared with different forms of black garlic. *J Agric Life Sci* 50: 179-190.
- Lee DS, Ryu IH, Lee GS, Shin YS, Joen SH. 1999. Optimization in the preparation of aloe vinegar by *Acetobacter* sp. and inhibitory effect against lipase activity. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42: 105-110.
- Sung NH, Jeong YJ. 2013. Consumer awareness survey on functional properties of vinegar beverage. *Food Industry and Nutrition* 18(1): 37-42.
- Hong SM, Moon HS, Lee JH, Lee HI, Jeong JH, Lee MK, Seo KI. 2012. Development of functional vinegar by using cucumbers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 927-935.
- Kim MJ, Choi JH, Kwon SH, Kim HD, Bang MH, Yang SA. 2013. Characteristics of fermented dropwort extract and vinegar using fermented dropwort extract and its protective effects on oxidative damage in rat glioma C6 cells. *Korean J Food Sci Technol* 45: 350-355.
- Ann YG, Kim SK, Shin CS. 2001. Studies on wax gourd-ginseng vinegar. *Korean J Food Nutr* 14: 52-58.
- Frings CS, Fendley TW, Dunn RT, Queen CA. 1972. Improved determination of total serum lipids by the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Clin Chem* 18: 673-674.
- 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.
- Haglund O, Luostarinen R, Wallin R, Wibell L, 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.
- Kang SM, Shim JY, Hwang SJ, Hong S, 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.
- Yagi K. 1984. Assay for blood plasma or serum. In *Method in Enzymology*. Packer L, ed. Academic Press, Inc., New York, NY, USA. Vol 105, p 328-331.
- Mihara M, Uchiyama M. 1978. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test. *Anal Biochem* 86: 271-278.
- 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.
- Kwon MJ, Nam TJ. 2006. Effects of *Mesangi* (*Capsosiphon fulvecens*) powder on lipid metabolism in high cholesterol fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 530-535.
- Oh YJ, Kwon SH, Choi KB, Kim TS, Yeo IH. 2014. Effect

- of vinegar made with hydroponic-cultured *Panax ginseng* C. A. Meyer on body weight and lipid metabolism in high-fat diet-fed mice. *Korean J Food Sci Technol* 46: 743-749.
31. Rhee SJ, Park HK. 1984. Changes of lipid concentration and histochemical observation in liver of rats fed high fat diet. *Korean J Nutr* 17: 113-125.
  32. Lee YS. 2008. Anti-hypercholesterolemic effects of *Wasabia japonica* in high cholesterol-fed SD strain rats. *J Life Sci* 18: 747-751.
  33. Lee YJ, Yang YK, Kim YJ, Kwon O. 2015. Effects of and aqueous extract of purple sweet potato on nonalcoholic fatty liver in high fat/cholesterol-fed mice. *J Nutr Health* 48: 1-8.
  34. Park SH, Kwak JS, Park SJ, Han JH. 2004. Effects of beverage including extracts of *Artemisia capollaris* on fatigue-recovery materials, heart rate and serum lipids in university male athletes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 839-846.
  35. Park SH, Jang MJ, Hong JH, Rhee SJ, Choi KH, Park MR. 2007. Effects of mulberry leaf extract feeding on lipid status of rats fed high cholesterol diets. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 43-50.
  36. Kang MJ, Shin JH. 2012. The effect of black garlic extract on lipid metabolism in restraint stressed rats. *J Life Sci* 22: 1529-1537.
  37. Nam SM, Ham SS, Oh DH, Kang IJ, Lee SY, Chung CK. 1998. Effects of *Artemisia iwayomogi Kitamura* ethanol extract on lowering serum and liver lipids in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 338-343.
  38. Lee HJ, Hwang EH. 2002. Effects of *Artemisia capillaris* Thunberg on the plasma and liver lipid metabolism in rats. *Korean J Nutr* 35: 421-430.
  39. Koh JB, Choi MA. 2003. Effect of *Paecilomyces japonica* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 238-243.
  40. Hwang E, Kang B, Kim B, Lee HJ. 2001. Protein quality evaluation and effect of plasma lipid contents of acid hydrolysates of cocoon in rats fed by high cholesterol, high triglyceride and high sucrose diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1004-1009.
  41. Gabriel LP, William RH. 1982. *Principles and methods of toxicology*. Raban Press, New York, NY, USA. p 407-445.
  42. Reitman S, Frankel S. 1992. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am J Clin Pathol* 40: 2287-2291.
  43. Kim HT, Kim DD, Ku SK, Kim JW, Jang KH, Oh TH, Lee KW. 2010. Anti-obestic effects of *Artemisia capillaris* Herba, *Artemisia capillaris* stem aqueous extracts on the high fat diet supplied mice. *J Vet Clin* 27: 348-365.
  44. Kang YJ, Kim HJ, Han JS. 2011. Effects of *Ishige okamurae* extract supplement on blood glucose and antioxidant systems in type 2 diabetic patients. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1726-1733.
  45. Kim SM, Ko JH, Shim EJ, Lee DH, Cho DJ, Kim DH, Min KS, Yoo KY. 2008. Serum creatinine, blood urea nitrogen change in low birth weight infants during their first days of life. *Korean J Perinatol* 19: 181-189.
  46. Lee SD, Park HH. 2000. Effect of feeding basal diet supplemented with mugwort powder on the serum components in rat. *Korean J Food Nutr* 13: 446-452.
  47. Kim HJ, Choi SW, Cho SH. 2010. Effects of various mulberry products on the blood glucose and lipid status of streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 43: 551-560.
  48. Yang KM, Shin SR, Jang JH. 2006. Effect of combined extract of safflower seed with herbs on blood glucose level and biochemical parameters in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 150-157.
  49. Kim KS, Lee MY. 1996. Effects of *Artemisia selengensis* methanol extract on ethanol-induced hepatotoxicity in rat liver. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 581-587.
  50. Nam SM, Kim JG, Ham SS, Kim SJ, Chung ME, Chung CK. 1999. Effects of *Artemisia iwayomogi* extracts on antioxidant enzymes in rats administered benzo(a)pyrene. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 199-204.
  51. Kang KM, Lee SH. 2013. Effects of extraction methods on the antioxidative activity of *Artemisia* sp.. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1249-1254.