

흑마늘과 쑥 추출물이 구속스트레스를 가한 흰쥐의 체내 지질 성분에 미치는 영향

이수정¹ · 강민정² · 신정혜^{2*}

¹경상대학교 식품영양학과·농업생명과학연구원

²(재)남해마늘연구소

Effect of Black Garlic and Mugwort Extracts on Lipids Profile during Restraint Stress

Soo-Jung Lee¹, Min-Jung Kang², and Jung-Hye Shin^{2*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition and Institute of Agriculture and Life Sciences,
Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

²Namhae Garlic Research Institute, Gyeongnam 668-812, Korea

Abstract

This study investigated black garlic and mugwort extracts have anti-stress activity. The antioxidant activities of extracts from black garlic (BEP), mugwort (MEP), and three mixtures (MPA, 95:5; MPB, 90:10; MPC, 85:15, w/w% for BEP and MEP, respectively) were tested *in vitro*. DPPH and ABTS radical scavenging activities for the mixtures (MPA, MPB and MPC) were significantly elevated in a dose-dependent manner by the amount of mugwort extract. A restraint stress was imposed on six groups of Sprague-Dawley rats supplemented with an AIN-93 diet (RSC) or one of five kinds of hot water extract drinks containing (black garlic, RS1; mugwort, RS2; and mixtures of black garlic : mugwort at 95:5, RS3; 90:10, RS4, and a mixture of black garlic : mugwort : apple extract : xylytol=90.25:4.75:2:3, RS5; v/v%) for 4 weeks. The normal group was fed with the AIN-93 diet and not exposed to restraint stress. Food intake was higher in the group fed with garlic extract (RS1), while the body weight gain and food efficiency ratio did not significantly change. The total serum cholesterol content in the RS1 and RS2 groups was significantly lower than the RSC group (control), and the RS5 group was not significantly different compared to the RS3 group. The serum triglyceride content was significantly higher RS3 ~RS5 groups than RS1 and RS2 groups. In terms of HDL-C and LDL-C contents, AI and CRF in the serum were not significantly different between RS3 and RS5 groups. AST and ALP activities of RS1~RS5 groups were significantly lower than the RSC group. The liver total lipid and cholesterol contents of RS1~RS5 groups were significantly lower than RSC group, and triglyceride content was significantly lower in the RS1 group. Glycogen in the liver tissue was significantly higher in the RS2 and RS3 group compared to the RSC group. These results show that the intake of a mixture of black garlic and mugwort extracts may be effective in the alleviation of hyperlipidemia caused by restraint stress.

Key words: black garlic, mugwort, restraint stress, lipids profile, antioxidant

서 론

스트레스의 요인(stressor)은 물리적, 화학적, 정신적, 사회적 요인 그리고 저혈당, 출혈, 과도한 운동 등으로 인해 인체의 심혈관계 또는 대사장애를 유발시키는 요인 등으로 크게 나누어 볼 수 있는데, 일반적으로 여러 스트레스가 혼합된 상태로 나타난다. 또한 실험용 동물에 주로 적용되는 구속스트레스(restraint stress), 통증자극(painful stimulus), 저혈압 출혈(hypotensive-hemorrhage) 등의 방법도 여러 종류의 스트레스가 혼재된 상태로 나타나게 된다(1). 이처럼 다양한 증상으로 나타나는 스트레스는 신체적, 정신적 건강을 위협하는 주요한 환경요인이 되고 있으며, 만성적

으로 반복되는 스트레스는 우울증과 같은 정신질환뿐만 아니라 심장병 등의 발병기전과도 밀접한 관련이 있다(2). 스트레스에 대한 신체 영향의 기전이 명확하지는 않으나, 중추 신경계에 감지된 외부자극에 의한 스트레스는 시상하부, 뇌하수체 및 부신계를 통하여 이루어지며, 혈중 catecholamine, corticosterol의 함량 증가, alkaline phosphatase(ALP) 활성의 증가 등을 초래하게 된다(3). 특히 혈중 corticosterol의 증가는 지질 대사에 영향을 주어 혈중 콜레스테롤 수치를 증가시키는데 관여한다(4).

생마늘이나 흑마늘 분말은 고콜레스테롤 식이성 흰쥐에 급이되었을 때 혈액 및 간 조직의 지질 개선, 체내 항산화 활성 증가에 효과적이라고 보고된 바 있다(5). 홍마늘과 녹

*Corresponding author. E-mail: whanbee@hanmail.net
Phone: 82-55-860-8947, Fax: 82-55-860-8960

차, 식이섬유소의 혼합물도 고지방-콜레스테롤 식이성 흰쥐에서 체내 지질 함량 감소와 간 조직의 항산화 활성을 증가시켰는데, 시료 중의 페놀성 화합물이나 식이 섬유소 때문인 것으로 보고되어 있다(6). 썩은 독특한 flavor를 지니고 있어 식용, 식품첨가물, 천연색소 등의 소재 용도로 사용되어 왔는데, 구멍·구황식물로 가치가 커서 여러 식품의 주재료나 부재료로 활용되면서 생활 속에 자리 잡은 친숙한 식물이다(7). 또한 항산화(8), 항균(9), 항암(10), 항돌연변이(11) 및 면역증진(12) 등의 다양한 생리활성을 지니고 있어 민간에서 약용으로도 널리 사용되어 왔다. Kim 등(13)은 5종의 국내산 썩에 대한 항산화 활성을 비교한 결과 인진썩 다음으로 섬애약썩에서 총 페놀 화합물 및 플라보노이드 함량이 높아 항산화 활성이 우수한 것으로 보고하였다. 썩은 항산화 활성과 함께 체내 지질과산화 억제에도 효과적이라고 보고되어 있다(14).

최근 경제수준의 향상과 건강에 대한 관심이 증대되고 소위 스트레스로 불리는 다양한 인자들이 건강을 위협함에 따라 다양한 기능성을 지닌 기호식품을 통하여 신체를 방어하고, 스트레스를 해소하고자 하는 욕구도 증가되고 있다. 특히 민간요법이나 한방요법 등을 비롯한 전래의학의 관점에서 생약 및 천연물을 소재로 한 건강음료들이 활발히 개발되고 있으며, 이들의 생체기능 조절, 질병의 회복 및 예방 등과 관련된 기능성에 대한 연구들이 진행되고 있다. 운동에 의한 스트레스 시 마늘의 피로회복이나 스트레스 완화와 관련된 연구는 보고된 바 있으나(15), 구속스트레스에 의한 체내 지질 관련 변화에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 흑마늘과 썩 추출물의 비율을 달리하여 제조한 혼합물에 대한 항산화 활성을 *in vitro*에서 측정하였으며, 이들 추출물을 이용하여 구속스트레스에 대한 완화 효과가 있는 마늘 가공 음료를 개발하기 위한 기초자료를 확보하고자 흑마늘 추출물, 썩 추출물, 혼합물 및 개발 음료를 흰쥐에 4주간 급이한 후 구속스트레스 부과에 따른 체내 지질 개선 및 완화 효과를 *in vivo*에서 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시료의 제조

실험에 사용한 흑마늘은 경남 남해군에서 재배된 마늘을 이용하여 '새남해농협흑마늘가공사업소'에서 가공된 것을 사용하였으며, 썩은 남해군에서 재배되고 있는 고유 품종인 '섬애약썩'을 채취하여 건조시킨 후 10 cm 정도의 길이로 세절하여 사용하였다. 흑마늘과 썩은 각각 중량에 비해 15배의 물을 가한 후 추출기(COSMOS 660, Kyungseo Machine Co., Incheon, Korea)로 90°C에서 5시간 추출하여 여과한 여과액을 진공 동결건조기(PVTFD50A, Ilshinbiobase, Yangju, Korea)로 동결건조 하였다.

*In vitro*에서 항산화 활성 측정은 동결건조된 흑마늘 추출

물(BEP) 및 썩 추출물(MEP) 분말과 이들을 무게에 대한 백분율로 95:5(MPA), 90:10(MPB) 및 85:15(MPC)로 혼합한 혼합물을 각각 125, 250, 500 및 1,000 µg/mL의 농도로 증류수에 용해하여 사용하였다.

*In vivo*에서 항스트레스 활성 측정을 위한 실험동물 급이용 시료는 관능적 특성을 고려하여 흑마늘과 썩 추출물의 농도를 각각 7 brix(BE)와 0.7 brix(ME)로 조정하여 액상으로 준비하였다. 흑마늘 및 썩 추출물의 혼합 음료 개발 가능성을 확인하고자 7 brix의 흑마늘 추출물과 0.7 brix의 썩 추출물을 부과에 대한 백분율로 95:5(MA)와 90:10(MB)으로 혼합한 추출액 및 첨가물을 사용하여 관능적 특성이 개선된 음료(MC)를 제조하여 실험동물 급이용 시료로 사용하였다. 이때 음료 MC는 흑마늘과 썩 추출액을 각각 90.25%와 4.75%를 혼합하였으며, 여기에 62 brix 사과 추출물 2%와 xylitol 3%를 혼합하여 제조하였다.

흑마늘 및 썩 추출물의 항산화 활성 측정

흑마늘과 썩 추출물의 항산화 활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) 라디칼과 ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)] 라디칼 소거활성으로 평가하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 Blois(16)의 방법을 개량하여 일정농도의 시료 추출물과 DPPH 용액(5 mg/100 mL methanol)을 동량으로 혼합한 다음 실온에서 20분간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거활성은 Re 등(17)의 방법에 따라 7 mM ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시킨 다음 암실에서 12~16시간 동안 반응시켰다. 미리 반응시켜 라디칼을 생성시킨 ABTS 반응액은 415 nm에서 흡광도 값이 약 1.5가 되도록 증류수로 조정한 다음 3 mL를 취하여 시료 추출물 1 mL와 혼합한 후 실온에서 10분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각각의 라디칼 소거활성은 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도 비(%)로 나타내었다.

구속스트레스 부과를 위한 실험동물의 사양 및 실험식이 조성

실험동물은 4주령의 150~170 g의 Sprague-Dawley계 성장기 수컷 흰쥐를 (주)샘타코(Osan, Korea)로부터 분양받았다. 온도 22±2°C, 습도 50±5%, 명암주기 12시간(07:00~19:00)이 자동 설정된 동물사육실(DJ1-252-2, Daejong Instrument Industry Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 1주간 시판 고형사료(Rat chow, Samyang Corp., Seoul, Korea)로 적응시킨 다음 AIN-93 diet로 1주간 예비사육하여 외관상 건강한 180~200 g의 흰쥐를 체중에 따른 난괴법으로 6마리씩 각 그룹으로 나누고 사육 상자에 한 마리씩 넣어 4주간 실험식을 급이하였다.

실험군의 식이조성은 Table 1과 같으며 실험군은 AIN-93 식이를 제공하면서 구속스트레스를 가하지 않은 정상군

Table 1. Composition of experimental diets for black garlic, mugwort extract and their mixture fed rats (g/100 g diet)

Ingredient ¹⁾	Groups						
	Normal	RSC	RS1	RS2	RS3	RS4	RS5
Starch	39.74	39.74	38.74	38.74	38.74	38.74	38.74
Casein	20	20	20	20	20	20	20
Dextrin	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26
Cellulose	5	5	5	5	5	5	5
Sucrose	10	10	10	10	10	10	10
Soybean oil	7	7	7	7	7	7	7
Vitamin mix. ²⁾	1	1	1	1	1	1	1
Mineral mix. ³⁾	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
L-Cystein	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7 brix BE ⁴⁾			1				
0.7 brix ME ⁵⁾				1			
MA ⁶⁾					1		
MB ⁷⁾						1	
MC ⁸⁾							1

¹⁾AIN-93 diet. ²⁾AIN-93 vitamin mixture. ³⁾AIN-93 mineral mixture.

⁴⁾BE: Hot water extract from black garlic at 90°C, for 5 hrs. ⁵⁾ME: Hot water extract from mugwort at 90°C, for 5 hrs. ⁶⁾MA: Mixture of BE and ME, ratio is 95:5 (v/v%). ⁷⁾MB: Mixture of BE and ME, ratio is 90:10 (v/v%). ⁸⁾MC: Mixture of BE, ME, apple extract (62 brix) and xylitol, ratio is 90.25:4.75:2:3 (v/v%).

(Normal), 구속스트레스를 가한 구속대조군(RSC) 및 구속스트레스를 가한 실험식이 급이군으로 구분하였다. 실험식이 급이군은 7 brix 흑마늘 추출물(BE), 급이군(RS1), 0.7 brix 쑥 추출물(ME) 급이군(RS2), 혼합 비율을 달리한 흑마늘과 쑥 추출물 급이군(RS3, RS4) 및 첨가물을 가하여 관능 특성을 개선한 혼합물 급이군(RS5)으로 구분하였다.

식이섭취량, 식이효율 및 체중 측정

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

구속스트레스 부과 및 실험동물의 처리

4주간의 실험식이를 급이한 흰쥐에 구속스트레스 부과를 위하여 24시간 동안 절식시킨 다음 구속케이지(6×6×20 cm, W×L×H)에 한 마리씩 넣고 케이지 바닥에 약 2 cm 높이로 물을 넣은 후 18±2°C에서 24시간 동안 절식절수 상태를 유지시켰다.

24시간의 구속스트레스 종료 직후 에테르로 가볍게 마취시켜 심장 채혈하여 혈액을 얻었으며, 빙수 중에서 30분간 냉각시킨 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Mega 17R, Haniil, Incheon, Korea)시켜 혈청을 분리하여 -70°C에 보관하면서 분석에 사용하였다. 실험동물의 장기(간장, 심장, 신장, 비장 및 고환)는 채혈 후 즉시 분리시켰으며, 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 흡수지로 물기를 제거한 후 중량을 측정하였고, 간은 생리식염수로 탈혈하여 -70°C에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

혈청 지질 성분의 분석

혈청 총 콜레스테롤 함량은 혈청 총 콜레스테롤 측정용 kit(AM 202-K, Asan, Seoul, Korea), 중성지방 함량은 중성지방 측정용 kit(AM 157S-K, Asan), HDL-C 함량은 HDL-C(High density lipoprotein cholesterol) 측정용 kit(AM 203-K, Asan)을 사용하여 각각 정량하였다. LDL-C(low density lipoprotein cholesterol) 함량은 Friedewald 등(18)의 방법에 따라 다음의 계산식에 의해 산출하였다.

$$LDL-C (mg/dL) = Total\ cholesterol - (HDL-C + Triglyceride/5)$$

동맥경화의 위험정도를 나타내는 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 Haglund 등(19)의 방법에 따라 (Total cholesterol - HDL-C)/HDL-C의 계산식에 의해 산출하였다. 심혈관질환 위험지수(cardiac risk factor, CRF)는 Kang 등(20)의 방법에 따라 총 콜레스테롤 함량을 HDL-C 함량으로 나누어 산출하였다.

AST, ALT 및 ALP 활성의 측정

AST(aspartate aminotransferase) 및 ALT(alanine aminotransferase) 활성 측정은 kit(AM 101-K, Asan)으로 측정하여 혈액 1 mL당 karmen unit로 표시하였다. ALP(alkaline phosphatase) 활성도는 ALP 측정용 kit(AM 105S-K, Asan)을 사용하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

간 조직의 지질 성분 분석

간 조직의 지질 함량은 Folch 등(21)의 방법에 따라 간 조직 0.5 g에 chloroform : methanol 혼합액(C:M=2:1, v/v)을 가하여 Potter-Elvehjem tissue grinder(WOS01010, Daihan, Wonju, Korea)로 마쇄하여 30 mL로 정용한 다음 냉암소에 하룻밤 정치시켜 지질을 추출하였다. 이를 여과(Whatman

No. 7, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)하여 일정량을 취해 건조시켜 사용하였으며, 간 조직의 총 지질 함량은 지질 추출물을 진한 황산으로 분해한 후 phosphovanillin 시약을 첨가하여 37°C에서 15분간 반응시킨 다음 시료 무침가구를 대조로 하여 파장 540 nm에서 흡광도를 측정하였다(22). 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량은 상기의 분석방법에 따라 kit으로 측정하였다.

간 조직의 글리코겐 및 지질과산화물의 함량 측정

간 조직의 글리코겐의 함량 측정을 위하여 간 조직 0.2 g에 30% KOH 1 mL를 첨가한 후 98°C의 수욕상에서 20분간 가열한 다음 빙수 중에서 냉각하였다(23). 여기에 95% ethanol 1.25 mL를 혼합하고 98°C 수욕상에서 5분간 가열한 후 3,000 rpm에서 5분간 원심분리 하여 상층액을 제거하였다. 침전물에 증류수를 5 mL 가하여 재용해시킨 다음 0.2% anthrone(Fluka Chemical Co., Buchs, Switzerland) 용액을 2 mL 가하여 98°C의 수욕상에서 10분간 가열한 후 620 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 동일한 방법으로 실험한 후 얻은 표준 검량선으로부터 glycogen 함량을 산출하였다.

간 조직의 지질과산화물 함량은 Uchiyama와 Mihara(24)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 발색물질 추출한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 butanol층의 흡광도(OD₅₃₅₋₅₂₀)를 측정하였다. 간 조직의 지질과산화물 함량은 표준용액으로 1,1,3,3-tetraethoxy propane(TEP, Sigma-Aldrich Co.)을 사용하여 TBARS 함량으로 산출하였다.

통계분석

반복 실험하여 얻은 결과는 SPSS 12.0 package(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용해 분산분석 하여 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료의 분석결과에 대한 유의성 검정은 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

흑마늘, 쑥 추출물 및 이들 혼합물의 항산화 활성

흑마늘과 쑥 추출물 및 이들의 비율을 달리한 혼합물에 대해 125, 250, 500 및 1,000 µg/mL의 농도 범위에서 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성을 측정된 결과는 각각 Table 2 및 3과 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 반응액에 첨가된 시료의 농도가 증가됨에 따라 유의적으로 상승하였다(Table 2). 125 µg/mL 농도에서 흑마늘 및 쑥 추출물의 활성은 각각 21.28%와 21.09%로 유의차가 없었으나 250~1,000 µg/mL 농도에서 쑥 추출물은 흑마늘 추출물에 비해 유의적으로 소거활성이 높았다. 이들 혼합물의 라디칼 소거활성은 125~500 µg/mL 농도에서 15%의 쑥 추출물이 첨가된 혼합물 MPC가 5% 첨가된 혼합물 MPA 및 10% 첨가된 혼합물 MPB에 비해 유의적으로 높았으나 1,000 µg/mL에서는 혼합물 MPB와 MPC의 활성에 유의차가 없었다.

흑마늘 및 쑥 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성은 DPPH 라디칼 소거활성과 유사한 경향으로 시료의 첨가 농도가 증가할수록 유의적으로 상승하였다(Table 3). 125~1,000 µg/mL 농도 범위에서 쑥 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성은 43.46~93.15%로 흑마늘 추출물에 비해 3.5~9.5배 정도 활성이 더 높았다. 흑마늘 추출물에 쑥 추출물을 5%, 10% 및 15% 첨가한 혼합물 MPA, MPB 및 MPC의 농도가 1,000 µg/mL일 때 혼합물 MPA의 활성은 56.63%였으나, 혼합물 MPB와 MPC는 각각 68.50%와 80.07%로 쑥 추출물의 첨가 농도가 높아질수록 유의적으로 활성이 증가하였다.

Shin 등(25)은 열풍건조 마늘 추출물, 홍삼 추출물과 이들의 혼합물에 대한 DPPH 라디칼 소거활성을 측정된 결과 각 시료에 비해 혼합물의 활성이 높았으며, 홍삼의 첨가량이 증가됨에 따라 라디칼 소거활성이 증가되어 시료의 혼합에 따른 시너지 효과인 것으로 보고한 바 있다. 본 실험에서는 흑마늘 추출물에 쑥 추출물을 혼합한 결과 DPPH 라디칼 소거활성에 대한 시너지 효과는 작아 상기의 보고(25)와는 다소 상이하였으나, ABTS 라디칼 소거활성은 두드러지게 증가되었다. 이는 라디칼의 소거에 의한 항산화 활성 측정 시 시료의 산화·환원 정도, 라디칼의 화학 구조에 따른 차이

Table 2. DPPH radical scavenging activity of the extracts from black garlic and mugwort

(%)

Sample ¹⁾	Concentration (µg/mL)			
	125	250	500	1,000
BEP	21.28±0.12 ^{aC2)}	27.63±0.01 ^{bC}	35.78±0.82 ^{cC}	50.04±0.61 ^{dC}
MEP	21.09±0.08 ^{aC}	43.71±2.45 ^{bD}	73.98±0.39 ^{dD}	74.46±0.30 ^{dD}
MPA	7.47±0.15 ^{aA}	14.23±0.39 ^{bA}	26.64±0.40 ^{cA}	41.48±0.70 ^{dA}
MPB	7.39±0.18 ^{aA}	13.07±2.40 ^{bA}	25.92±0.33 ^{cA}	45.98±0.93 ^{dB}
MPC	10.50±1.01 ^{aB}	18.36±0.80 ^{bB}	28.18±0.73 ^{cB}	45.67±1.17 ^{dB}

¹⁾BEP: Freeze dried powder from black garlic extract. MEP: Freeze dried powder from mugwort extract. MPA: Mixture of BEP and MEP, ratio is 95:5 (w/w%). MPB: Mixture of BEP and MEP, ratio is 90:10 (w/w%). MPC: Mixture of BEP and MEP, ratio is 85:15 (w/w%).

²⁾Each value represents mean±SD (n=4).

Means with different superscripts in the same row (a-d) and same column (A-D) are significantly different at p<0.05.

Table 3. ABTS radical scavenging activity of the extracts from black garlic and mugwort (%)

Sample ¹⁾	Concentration (µg/mL)			
	125	250	500	1,000
BEP	4.62±0.57 ^{aA2)}	7.89±0.47 ^{bA}	14.48±0.40 ^{cA}	26.53±0.42 ^{dA}
MEP	43.46±0.46 ^{aE}	75.12±0.67 ^{bE}	75.21±0.06 ^{bE}	93.15±0.16 ^{cE}
MPA	10.30±0.24 ^{aB}	18.77±0.32 ^{bB}	33.56±0.96 ^{cB}	56.63±0.64 ^{dB}
MPB	12.57±0.36 ^{aC}	24.22±2.79 ^{bC}	40.38±0.46 ^{cC}	68.50±0.44 ^{dC}
MPC	15.20±0.88 ^{aD}	27.45±0.75 ^{bD}	50.46±0.42 ^{cD}	80.07±1.20 ^{dD}

¹⁾Sample code refer to the comment in Table 2.

²⁾Each value represents mean±SD (n=4).

Means with different superscripts in the same row (a-d) and same column (A-E) are significantly different at p<0.05.

에 의해 상이한 결과를 초래하는 것으로 생각된다(26).

대표적인 항산화성 식품으로 인정되는 마늘은 성분 중에 함유되어 있는 페놀 및 플라보노이드 화합물뿐만 아니라 diallyl sulfide, diallyl disulfide, diallyl trisulfide 및 allyl-cysteine 등의 함황화합물도 항산화 활성을 가지는 주체가 되며 (27), 특정의 단일 성분이 아니라 여러 종류의 성분들이 항산화 활성에 관여하는 것으로 보고된 바 있다(28). 또한 마늘 중의 갈변물질도 항산화 활성을 발휘하는데, 숙성 온도가 높고 숙성 기간이 길어질수록 갈변 물질이 증가하는 것으로 보고된 바 있으며(29), Moreno 등(30)은 상온에서 10개월 이상 숙성한 숙성마늘 추출물의 Maillard 반응 첫 번째 단계에서 얻어지는 amadori 화합물이 항산화 활성을 지닌다고 하였다.

Choi 등(31)은 사철쑥의 잎, 종실 및 줄기 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성은 잎 추출물이 종실 및 줄기 추출물보다 소거활성이 높았는데, 잎 추출물의 페놀화합물 함량이 높았기 때문이라고 추정한 바 있다. 약쑥의 ethyl acetate 분획물이 여타 용매 분획물에 비해 항산화 및 지질과산화 억제 활성이 높은 것도 페놀 및 플라보노이드 함량이 높았기 때문이라는 보고(8)도 있는데, 본 연구에서 쑥 추출물의 함유 비율이 높을수록 라디칼 소거활성이 증가한 것도 쑥 중에 함유된 페놀성 화합물에 기인한 것으로 추정된다.

식이효율 및 장기 중량

흑마늘 추출물, 쑥 추출물 및 이들의 혼합물을 이용하여 개발한 음료를 흰쥐에게 4주간 급이하였을 때 스트레스에 미치는 영향을 *in vivo*에서 측정하였다. 흰쥐에게 24시간의 구속스트레스 부과에 따른 1일 식이섭취량, 체중 증가량 및 식이효율에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 식이섭취량은 흑마늘 추출물 급이군(RS1군)에서 20.39 g/day로 여타의 실험군에 비해 유의적으로 높았으며, 그 외 실험군에서는 유의차가 없었다. 체중 증가량 및 식이효율은 모든 실험군 간에 유의차가 없었다. RS1군에서 식이 섭취량이 더 높았던 것은 흑마늘 시료 자체의 단맛 때문인 것으로 추정되며, 쑥 추출물이 첨가된 실험군 간의 식이 섭취량에는 유의차가 없는 것으로 보아 쑥의 첨가가 식이 섭취량의 변화에는 영향을 주지는 않는 것으로 판단되었다.

실험동물의 장기 중량은 Table 5에 나타낸 바와 같이 간

Table 4. Food intake, total body weight gain and food efficiency ratio in the rats fed black garlic, mugwort and their mixture

Group ¹⁾	Food intake (g/day)	Total body weight gain (g/4 weeks)	FER (%)
Normal	18.44±0.68 ^{A2)}	140.00±25.00 ^{NS}	27.02±3.85 ^{NS}
RSC	18.68±0.39 ^A	156.67±22.55	29.90±3.68
RS1	20.39±0.76 ^B	163.33±5.77	28.63±1.45
RS2	18.84±0.44 ^A	152.67±21.13	28.89±3.32
RS3	18.62±0.68 ^A	145.00±20.00	27.74±2.82
RS4	17.86±0.64 ^A	145.00±20.00	28.92±2.96
RS5	18.72±0.59 ^A	150.00±15.00	28.58±1.96

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=6).

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

NS: not significant.

장의 중량은 RS1과 RS2군에서 6.71 g/100 g과 6.73 g/100 g으로 여타 실험군에 비해 유의적으로 높았다. 비장의 중량은 비구속 정상군이 0.43 g/100 g으로 가장 컸으며, 흑마늘과 쑥 추출물의 혼합물(MB)을 급이한 RS4군에서 0.34 g/100 g으로 정상군에 비해 유의적으로 작았으나, 그 외 실험군에서는 유의차를 보이지 않았다. 24시간 구속스트레스를 받은 대조군의 비장 중량은 정상군에 비해 약 62% 정도 감소되었으며, 이는 cholic acid 유도체의 급이로 완화되었다는 보고가 있다(4). 본 실험의 결과에서도 정상군에 비해 구속 대조군의 비장 중량이 감소되었으나, 쑥 추출물을 급이한 RS2군에서 비장 중량의 감소가 다소간 회복되었던 것도 상기의 보고와 유사한 결과라 사료된다.

혈청 중 지질 성분의 함량

흑마늘과 쑥 추출물의 혼합물과 이를 이용하여 개발한 음료를 급이 후 24시간 구속스트레스를 받은 흰쥐의 혈청 지질 성분, 동맥경화지수 및 심혈관 질환 위험지수에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

총 콜레스테롤의 함량은 흑마늘 및 쑥 추출물을 급이한 RS1과 RS2군이 각각 53.73 mg/dL와 53.83 mg/dL로 구속 대조군보다 유의적으로 낮은 함량이었다. 구속 대조군인 RSC군의 혈청 총 콜레스테롤 함량은 67.46 mg/dL로 가장 높았고 흑마늘과 쑥 추출물의 혼합물 급이군에서는 61.31~62.33 mg/dL의 범위로 RSC군에 비해 유의적으로 낮은

Table 5. The organ weight of liver, heart, kidney, spleen and testis in the rats fed black garlic, mugwort and their mixture (g/100 g body weight)

Group ¹⁾	Liver	Heart	Kidney	Spleen	Testis
Normal	5.40±0.38 ^{A2)}	0.67±0.29 ^{NS}	1.53±0.15 ^{NS}	0.43±0.07 ^B	2.31±0.32 ^{NS}
RSC	5.54±0.41 ^A	0.68±0.08	1.40±0.15	0.38±0.04 ^{AB}	2.07±0.12
RS1	6.71±1.47 ^B	0.80±0.13	1.43±0.23	0.38±0.06 ^{AB}	2.05±0.30
RS2	6.73±1.24 ^B	0.70±0.12	1.58±0.25	0.42±0.06 ^{AB}	2.03±0.32
RS3	5.53±1.03 ^A	0.78±0.17	1.49±0.30	0.38±0.10 ^{AB}	2.15±0.51
RS4	5.43±0.73 ^A	0.73±0.10	1.32±0.15	0.34±0.05 ^A	2.22±0.37
RS5	5.36±0.68 ^A	0.75±0.10	1.52±0.27	0.36±0.03 ^{AB}	2.04±0.48

¹⁾Refer to the Table 1. ²⁾Values are mean±SD (n=6).

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

NS: not significant.

Table 6. Effect of black garlic, mugwort extract and their mixture on lipid profile contents, atherogenic index and cardiac risk factor in serum of restrained rat

Group ¹⁾	Total cholesterol	Triglyceride	HDL-C	LDL-C	Atherogenic index	Cardiac risk factor
		(mg/dL)				
Normal	59.13±1.90 ^{B2)}	33.47±2.10 ^D	38.18±1.61 ^C	14.26±0.13 ^A	0.55±0.11 ^A	1.55±0.11 ^A
RSC	67.46±3.91 ^C	44.35±2.67 ^E	28.40±0.33 ^A	30.19±3.05 ^C	1.16±0.08 ^C	2.16±0.08 ^C
RS1	53.73±2.65 ^A	25.02±2.46 ^A	31.60±1.18 ^B	17.13±0.98 ^A	0.70±0.08 ^A	1.70±0.08 ^B
RS2	53.83±1.24 ^A	26.81±2.30 ^{AB}	32.91±0.59 ^B	15.56±0.19 ^A	0.64±0.07 ^A	1.64±0.07 ^A
RS3	62.33±2.80 ^B	29.89±0.89 ^C	30.76±0.21 ^A	27.69±2.89 ^B	0.98±0.10 ^B	1.97±0.10 ^B
RS4	61.75±2.02 ^B	28.76±1.36 ^{BC}	30.66±0.33 ^A	26.85±2.21 ^B	0.96±0.09 ^B	1.89±0.09 ^B
RS5	61.31±2.09 ^B	31.19±2.61 ^{CD}	29.30±0.21 ^A	26.40±3.93 ^B	0.99±0.15 ^B	1.98±0.15 ^B

¹⁾Refer to the Table 1. ²⁾Values are mean±SD (n=6).

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

함량이었다.

중성지질의 함량은 총 콜레스테롤과 유사한 경향이었는데 RSC군(44.35 mg/dL)이 가장 높았고 그 다음으로 비구속 정상군이었는데, 흑마늘과 쑥 추출물 및 이들 혼합물 급이군에서는 25.02~31.19 mg/dL로 구속 대조군에 비해 유의적으로 낮은 함량이었다. 특히 RS1 및 RS2군에서 구속 대조군에 비해 각각 43.6%와 39.5% 정도 감소되었다. 흑마늘, 쑥 추출물, 사과 추출물과 자일리톨이 혼합된 음료(MC)를 급이한 RS5군은 혈청 중성지질 함량이 31.19 mg/dL로 혼합물 MA를 급이한 RS3군에 비해 유의차가 작았으며, 정상군과 유사한 수준으로 혈청 지질 감소 효과를 보였다.

HDL-C의 함량은 정상군에 비해 구속 대조군에서 유의적으로 감소한 반면 LDL-C의 농도는 증가되었다. RSC군에 비해 흑마늘과 쑥 추출물을 급이한 RS1과 RS2군은 HDL-C의 함량이 유의적으로 증가되었으나, 시료간의 유의차는 없었다. 흑마늘과 쑥 추출물의 혼합물과 음료의 급이는 구속 스트레스 시 혈중 HDL-C 함량의 유지에 영향을 주지 못하는 것으로 보였다. LDL-C 함량은 RS1군과 RS2군이 정상군과 유사한 수준으로 시료간의 유의차를 보이지 않았다. 혼합물의 급이는 실험군 간에 유의차를 보이지 않았으나, 구속 대조군에 비해서는 LDL-C의 함량이 유의적으로 감소되었으며 흑마늘이나 쑥 추출물 급이군보다는 유의적으로 높았다.

혈청 지질 조성을 바탕으로 동맥경화지수(AI) 및 심혈관 질환 위험지수(CRF)를 평가한 결과 AI는 구속 대조군에서

1.16으로 가장 높았고, 흑마늘, 쑥 추출물, 혼합물 및 음료 급이군은 0.64~0.99의 범위로 구속 대조군에 비해서는 유의적으로 낮았다. RS1과 RS2군은 혼합물이나 음료 급이군보다 AI 감소에 더 효과적이었다. CRF는 AI와 유사한 경향으로 쑥 추출물을 급이한 RS2군이 가장 효과적이었으며, 혼합물이나 음료 급이군은 RS1군과 유의차가 없었다.

스트레스로 인한 혈중 지질 함량의 변화와 관련된 보고는 많지 않으나 Hershock과 Vogel(32)은 마우스 혈장의 중성지질 함량이 구속스트레스 후에 대조군에 비해 높다고 보고한 바 있으며, Park 등(4)은 실험쥐에서 24시간의 구속스트레스를 받은 실험군은 정상군에 비해 혈중 콜레스테롤 함량이 증가되었는데, 스트레스에 의해 증가된 혈중 corticosteroid가 체내 지질 대사에 영향을 주기 때문인 것으로 보고하였다.

한편 Nam 등(33)은 정상 식이를 급이한 흰쥐에 더위지기 쑥(*Artemisia iwayomogi*)의 에탄올 추출물을 50 mg/day/kg BW씩 6주간 투여한 결과 총 콜레스테롤과 동맥경화지수는 약간 감소하였으나 통계적인 유의성은 없었고 중성지방과 인지질이 각각 25%, 24% 정도 감소되어 쑥은 체내 지질 감소에 효과적인 것으로 보고한 바 있다. 쑥은 자체로도 체내 지질 감소 효과가 있으나 강한 향이나 쓴맛에 의해 다량 섭취에 어려움이 있으므로, 본 연구와 같이 체내 지질 개선 효과와 감미가 있는 흑마늘과 혼합함으로써 쑥의 강한 맛을 완화시켜 기호성을 증진시키고 동시에 스트레스에 의한 혈중 지질 상승을 완화시키는데 도움이 될 것으로 생각된다.

Table 7. Effect of black garlic, mugwort extract and their mixture on AST, ALT and ALP activities in serum of re-strained rat

Group ¹⁾	AST	ALT	ALP
	(Karmen unit/mL)		(K-A unit/mL)
Normal	85.60±3.85 ^{A2)}	10.38±0.18 ^A	14.37±2.50 ^A
RSC	101.80±2.49 ^B	18.30±1.29 ^D	33.82±3.30 ^C
RS1	84.20±9.09 ^A	13.38±1.01 ^C	26.43±2.24 ^B
RS2	85.80±4.09 ^A	13.80±1.37 ^C	26.89±1.76 ^B
RS3	87.00±6.71 ^A	11.85±1.05 ^B	25.45±4.92 ^B
RS4	82.40±0.89 ^A	14.30±0.98 ^D	25.86±3.62 ^B
RS5	82.20±1.48 ^A	12.72±0.57 ^B	27.79±3.47 ^B

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=6).

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

AST, ALT 및 ALP의 활성

AST는 심장근, 간, 근육, 신장 및 십이지장 등에서 발견되며 이들 기관이 손상을 입으면 혈중 활성이 상승하게 된다. ALT는 간 조직에 고농도로 존재하고 그 외 신장 골격근에는 낮은 농도로 함유되어 있다. 알코올 중독이나 감염 등에 의한 간 손상시 혈청 ALT 활성이 증가하게 된다(34). ALP는 담도계의 폐색이나 간질환 시 혈액 중에서 활성도가 증가되며, 급성 심부전, 고지혈증 및 폐경색증으로 인해 간세포 장애가 진행될 경우 AST, ALT 및 ALP 활성도가 동시에 높아지며, 간 조직에서 담즙산 배설에 장애를 일으켜 혈청 콜레스테롤 수준을 상승시키는 것으로 알려져 있다(35).

24시간 구속스트레스를 받은 흰쥐의 혈청 중 AST, ALT 및 ALP 활성을 측정한 결과는 Table 7과 같다. AST 활성은 구속 대조군에서 101.80 Karmen unit/mL로 가장 높았고, 흑마늘과 쑥 추출물 및 이들 혼합물, 개발 음료를 급이한 실험군에서는 82.20~87.00 Karmen unit/mL로 유의차는 없었으나, 구속 대조군에 비해서 유의적으로 낮은 활성이었다. ALT 활성은 비구속 정상군이 10.38 Karmen unit/mL로 가장 낮았으며, RSC군은 구속스트레스에 의해 정상군보다 43.2% 정도 활성이 증가하였다. 실험군에서는 RS4군이 14.30 Karmen unit/mL로 활성이 가장 높았으며, RS3군은 11.85 Karmen unit/mL로 가장 활성이 낮았으나 RS5군과 유의차는 없었다. ALP 활성은 AST 활성과 유사한 경향으로 RS1~RS5군 간에는 유의차가 없었다.

본 실험에서 흑마늘 및 쑥 추출물, 혼합물 및 음료를 급이한 실험군에서 RSC군에 비해 간기능 지표효소의 활성이 낮았는데, 이는 실험동물의 사료에 첨가되는 물질의 항산화 활성이 높으면 AST 및 ALT 활성이 낮아진다는 보고(36) 및 홍마늘과 녹차의 혼합물을 고지방-콜레스테롤 식이성 흰쥐에 급이하였을 때 시료 중의 항산화성 페놀 성분에 의해 간 손상이나 지질 과산화 저해 효과를 낸다는 보고(37)와 유사한 결과로 판단된다. 따라서 이들 시료의 지속적인 급이는 현대인에게 빈번하게 발생하는 일시적인 스트레스로 인한 간기능 지표 효소 활성 증가를 제어하는데 도움을 줄

Table 8. Effect of black garlic, mugwort extract and their mixture on total lipids, total cholesterol and triglyceride contents in liver of restrained rat (mg/g wet liver)

Group ¹⁾	Total lipids	Total cholesterol	Triglyceride
Normal	88.34±7.47 ^{BC2)}	8.19±0.67 ^B	26.88±1.71 ^{AB}
RSC	94.99±7.86 ^D	9.59±2.39 ^C	27.36±1.29 ^B
RS1	81.35±4.37 ^{BC}	7.19±0.72 ^A	25.73±1.05 ^A
RS2	75.42±5.69 ^B	7.97±0.78 ^A	27.30±2.78 ^{AB}
RS3	62.32±2.85 ^A	8.25±1.08 ^{AB}	27.22±0.80 ^B
RS4	65.93±4.68 ^A	8.12±1.44 ^{AB}	26.43±0.63 ^{AB}
RS5	67.26±2.04 ^A	8.24±0.48 ^B	26.89±1.42 ^{AB}

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=6).

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

것으로 생각된다.

간 조직의 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량

흑마늘과 쑥 추출물, 이들 혼합물 및 개발 음료를 4주간 급이한 후 24시간 구속스트레스를 부과한 흰쥐의 간 조직에서 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 총 지질 함량은 구속 대조군에서 94.99 mg/g으로 가장 높았으며 시료 급이군들은 유의적으로 낮은 함량이었는데 RS3~RS5군에서는 62.32~67.26 mg/g으로 이들 실험군 간에는 유의차가 없었으나, 단독으로 급이한 RS1과 RS2군에 비해 유의적으로 낮은 함량이었다. 총 콜레스테롤 함량은 비구속 정상군이 8.19 mg/g인 반면 구속 대조군은 9.59 mg/g으로 유의적으로 증가되었으며, 흑마늘과 쑥 추출물을 단독 급이한 RS1과 RS2군은 구속 대조군에 비해 각각 25.0% 및 19.9% 정도 낮은 함량이었다. 중성지방의 함량은 구속 대조군에 비해 RS1군에서 유의적으로 낮았으나 그 외 실험군 간에는 유의차를 보이지 않았다.

Lim과 Lee(38)는 쑥 추출물을 실험흰쥐의 혈관 내에 주입하였을 때 좌우 심방근의 수축력과 심박동수가 감소되었으며, 흉부 대동맥을 이완시키는 작용이 있음을 보고한 바 있다. Park 등(39)은 쑥의 메탄올 추출물이 부종과 혈관 투과성 항진에 억제 효과가 있음을 보고하였으며, Nam 등(40)은 쑥의 에탄올 추출물이 간 조직과 혈청 내 중성지방, 콜레스테롤 등의 지질 성분의 저하에 효과가 있는 것으로 보고한 바 있는데, 이들 연구결과를 종합해 볼 때 쑥은 심혈관계 질환 및 혈청 내 지질 조성에 개선 효과가 있는 것으로 확인되었다.

Kim 등(41)에 의하면 *Allium*속 채소의 유기 황화합물은 체내 콜레스테롤을 비롯한 지질 함량을 낮추고, 플라보노이드류는 생체 내에서 운동과 같은 산화작용으로 발생한 다량의 유리기를 중화시킴으로써 세포막의 손상 방지에 도움이 된다고 보고하였다. 또한 마늘은 운동에 의한 산화적 스트레스를 감소시켜 혈중 지질 저하에 효과적이며, 항산화 효소 활성을 증가시켜 지질과산화물의 생성을 저해함으로써 산화적 스트레스를 감소시키는데 효과적이라는 보고도 있다

(42). 특히 흑마늘은 항산화 활성 및 체내 콜레스테롤 저하작용이 우수한 것으로 보고된 바 있는데(43), 본 실험 결과에서도 썩 추출물보다 흑마늘 추출물 급이군에서 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량이 다소간 낮은 것도 이와 관련이 있는 것으로 사료된다. 따라서 흑마늘과 썩의 혼합물이나 음료의 지속적인 섭취는 스트레스에 의한 체내 지질 축적의 감소에 도움이 될 것으로 예상된다.

간 조직의 글리코겐 및 지질과산화물 함량

7 brix의 흑마늘 추출물, 0.7 brix의 썩 추출물, 이들 혼합물 및 개발 음료를 흰쥐에게 4주간 급이한 후 24시간 구속 스트레스를 부과하였을 때 간 조직 중 글리코겐 및 지질과산화물의 함량을 분석한 결과는 Table 9와 같다. 간 글리코겐 함량은 구속 대조군에서 4.98 mg/g으로 비구속 정상군(6.60 mg/g)에 비해 유의적으로 낮았다. 특히 RS2와 RS3군이 대조군에 비해 글리코겐 함량이 유의적으로 높았으며, RS5군은 RS3군에 비해서는 유의적으로 낮은 함량이었다. 간 조직의 지질과산화물 함량은 구속 대조군에서 6.37 mmol/g으로 가장 높은 함량이었으며, 비구속 정상군에서 3.82 mmol/g으로 가장 낮았다. 흑마늘과 썩 추출물의 혼합물을 급이한 RS3~RS5군 간에는 썩 추출물이 10% 수준으로 혼합된 RS4군(4.16 mmol/g)에서 유의적으로 낮아 가장 효과적이었으며, RS3군과 RS5군은 서로 유의차가 없었다.

에피네프린과 노르에피네프린은 갑작스러운 환경변화나 심리적인 변화 시에 부신수질 이외에 인체의 모든 교감신경 말단부위에서 분비된다. 이때 에피네프린은 심장 기능을 촉진하거나 간과 근육 조직 중의 글리코겐 분해 작용에 관여하며, 노르에피네프린은 혈관 수축으로 혈압 상승과 지방 조직에서의 유리지방산 분해를 촉진함으로써 운동 시 발생하는 에너지 대사를 항진시키게 된다(44). 지질과산화 반응은 세포막에서 불포화 지방산의 연쇄반응에 의해 촉진되며, 최종 산물인 malondialdehyde의 함량이 증가되어 세포의 산화적 손상, 생리적 기능 저하에 의한 간 질환 등의 발생과 노화나 유전적 장애의 원인이 되는 것으로 알려져 있다(45).

상기의 연구 결과 흑마늘과 썩 추출물의 혼합물 MA와

MB는 생체 내 스트레스 발생 시 초래되는 지질 수준, 지질과산화물 함량의 증가를 경감시키는데 각각의 단일 물질에 비해 효과적이었다.

요 약

*In vitro*에서 흑마늘과 썩 추출분말 및 이들의 비율별 혼합물 3종(MPA, 95:5; MPB, 90:10; MPC, 85:15, w/w%)의 생리활성을 비교하였다. 또한 7 brix 흑마늘 추출물(BE), 0.7 brix 썩 추출물(ME), 이들을 부피비로 95:5(MA), 90:10(MB) 및 90.25:4.75 혼합물에 사과 추출물과 자일리톨을 각각 2%와 3%를 첨가한 음료(MC)를 흰쥐에게 4주간 급이한 후 24시간 구속스트레스를 부과하여 생체내 지질 성분 변화에 미치는 영향을 평가하였다. *In vitro*에서 흑마늘 추출물과 썩 추출물의 혼합물(MPA, MPB, MPC)은 썩 추출물의 첨가량이 증가됨에 따라 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하였다. 흑마늘 추출물(RS1), 썩 추출물(RS2), 혼합물 MA(RS3), MB(RS4) 및 MC(RS5)를 각각 1%씩 흰쥐의 식이에 첨가 급이한 결과 식이섭취량은 RS1군에서 가장 높았으며, 체중 증가량과 식이효율은 실험군 간에 유의차가 없었다. 혈청의 총 콜레스테롤의 함량은 구속 대조군(RSC군)에 비해 모든 실험군에서 유의적으로 낮은 함량이었으며, RS3~RS5군 간에는 유의차를 보이지 않았다. 혈중 중성지질의 함량은 RS3~RS5군이 RS1과 RS2군보다 유의적으로 높은 수준이었다. HDL-C 및 LDL-C 함량, 동맥경화지수(AI), 심혈관질환 위험지수(CRF)는 RS3~RS5군 간에 유의차가 없었다. AST 및 ALP 활성은 RSC군에 비해 실험군들에서 유의적으로 낮았다. 간 조직의 총 지질과 총 콜레스테롤 함량은 RSC군에 비해 모든 실험군에서 유의적으로 낮았고, 중성지방 함량은 RS1군만이 유의적으로 낮은 함량이었다. 간 글리코겐 함량은 RSC군에 비해 RS2와 RS3군이 유의적으로 높았고, 그 외 실험군에서는 유의차가 적었다. 지질과산화물 함량은 RSC군에 비해 실험군에서 유의적으로 낮았으며, RS3과 RS5군이 유사한 수준이었다. 본 연구 결과에서 흑마늘 추출물, 썩 추출물, 혼합물 및 개발 음료의 급이는 스트레스 부가로 증가될 수 있는 체내 지질 수준의 감소에 효과적이었다. 또한 각 물질의 단독 급이보다 혼합물의 급이시 더 효과적인 것으로 나타나 혼합물을 이용한 개발 음료는 현대인의 복잡하고 다양한 스트레스 발생 시 생체 대사 조절에 도움이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 산업통상자원부 지역특화산업융복합연구지원 사업(과제번호: R0002039) 성과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

Table 9. Effect of black garlic, mugwort extract and their mixture on glycogen and TBARS contents in liver of re-strained rat

Group ¹⁾	Glycogen content (mg/g wet liver)	TBARS content (mmol/g wet liver)
Normal	6.60±0.19 ^{C2)}	3.82±0.89 ^A
RSC	4.98±0.20 ^A	6.37±0.25 ^D
RS1	5.28±0.02 ^{AB}	4.20±0.32 ^B
RS2	5.63±0.26 ^B	4.07±0.77 ^B
RS3	5.49±0.22 ^B	4.64±0.38 ^C
RS4	5.39±0.56 ^{AB}	4.16±0.51 ^B
RS5	5.00±0.26 ^A	4.70±0.50 ^C

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=6).

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

문헌

1. Pacák K, Palkovits M. 2001. Stressor specificity of central neuroendocrine responses: implications for stress-related disorders. *Endocr Rev* 22: 502-548.
2. Stone EA. 1975. Stress and catecholamines. In *Catecholamines and Behavior*. Friedhoff AJ, ed. Plenum Press, New York, NY, USA. Vol 2, p 31-72.
3. Jern C, Wadenvik H, Mark H, Hallgren J, Jern S. 1989. Haematological changes during acute mental stress. *Br J Haemat* 71: 153-156.
4. Park I, Kim YI, Lee SM, Cho TS. 1996. Anti-stress effect of cholic acid derivatives in restraint stress induced rats. *J Appl Pharmacol* 4: 162-166.
5. Kang MJ, Lee SJ, Shin JH, Kang SK, Kim JG, Sung NJ. 2008. Effect of garlic with different processing on lipid metabolism in 1% cholesterol fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 162-169.
6. Lee SJ, Kwon MH, Kwon HJ, Shin JH, Kang MJ, Kim SH, Sung NJ. 2013. Effect of red garlic-composites on the fecal lipid level and hepatic antioxidant enzyme activity in rats fed a high fat-cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 17-25.
7. Lee SD, Park HH, Kim DW, Bang BH. 2000. Bioactive constituents and utilities of *Artemisia* sp. as medicinal herb and foodstuff. *Korean J Food & Nutr* 13: 490-505.
8. Hong JH, Jeon JL, Lee JH, Lee IS. 2007. Antioxidative properties of *Artemisia princeps* Pamp. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 657-662.
9. Lee HO, Han KY, Han DM. 1999. Antibacterial and anti-fungal effect by *Artemisia lavandulaefolia* essential oil. *Korean J Food & Nutr* 12: 559-563.
10. Jung MJ, Yin Y, Heo SI, Wang MH. 2008. Antioxidant and anticancer activities of fermented *Artemisia capillaris*. *Kor J Pharmacogn* 39: 194-198.
11. Ahn BY, Hwang HS, Beak SH, Kwak JS, Choi DS, Han JH. 2000. Desmutagenic effect of water extract from *Artemisia capillaris* THUNB on the mutagenicity of benzo(a)pyrene. *Korean J Biotechnol Bioeng* 15: 331-336.
12. Han HS, Park WS, Lee YJ. 2008. Studies on the immuno modulating activity of fermented *Artemisiae argyi* Folium extract. *Kor J Herbology* 23: 103-112.
13. 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.
14. Jin YX, Yoo YS, Han EK, Kang IJ, Chung CK. 2008. *Artemisia capillaris* and *Paecilomyces japonica* stimulate lipid metabolism and reduce hepatotoxicity induced carbon tetrachloride in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 548-554.
15. Yoon GA. 2007. Antioxidant effect of garlic supplement against exercise-induced oxidative stress in rats. *Korean J Nutr* 40: 701-707.
16. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
17. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
18. 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.
19. 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.
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 lipides from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
22. 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.
23. Carroll NV, Longley RW, Roe JH. 1956. The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent. *J Biol Chem* 220: 583-593.
24. Uchiyama M, Mihara M. 1978. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test. *Anal Biochem* 86: 271-278.
25. Shin JH, Kang MJ, Lee SJ, Yang SM, Rue GH, Sung NJ. 2009. Biological activities of dried garlic, red ginseng and their mixture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1633-1639.
26. Gardner PT, McPhail DB, Duthie GG. 1998. Electron spin resonance spectroscopic assessment of the antioxidant potential of teas in aqueous and organic media. *J Sci Food Agric* 76: 257-262.
27. Leelarungrayub N, Rattanapanone V, Chanarat N, Gebicki JM. 2006. Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutrition* 22: 266-274.
28. Fanelli SL, Castro GD, de Toranzo EG, Castro JA. 1998. Mechanisms of the preventive properties of some garlic components in the carbon tetrachloride-promoted oxidative stress. Diallyl sulfide; diallyl disulfide; allyl mercaptan and allyl methyl sulfide. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 102: 163-174.
29. Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 965-971.
30. Moreno FJ, Corzo-Martinez M, del Castillo MD, Villamiel M. 2006. Changes in antioxidant activity of dehydrated onion and garlic during storage. *Food Res Int* 39: 891-897.
31. Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Ryu J, Kim DH, Eun JS. 2008. Antioxidant and antimicrobial activities of *Artemisia capillaris* Thunberg. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16: 112-117.
32. Hershock D, Vogel WH. 1989. The effects of immobilization stress on serum triglycerides, nonesterified fatty acids, and total cholesterol in male rats after dietary modifications. *Life Sci* 45: 157-165.
33. 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.
34. 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.
35. Lim SS, Kim MH, Lee JH. 1997. Effect of *Artemisia princeps* var *orientalis* and *Circium japonicum* var *ussuriense* on liver function, body lipid, and bile acid of hyperlipidemic rat. *Korean J Nutr* 30: 797-802.
36. Mun JH. 2004. The risk factors of metabolic syndrome and the association between metabolic syndrome and γ -GPT. *PhD Dissertation*. Chungang University, Seoul, Korea.
37. Lee SJ, Hwang CR, Kang JR, Shin JH, Kang MJ, Sung

- NJ. 2012. Anti-obesity effect of red garlic composites in rats fed a high fat-cholesterol diet. *J Life Sci* 22: 671-680.
38. Lim SS, Lee JH. 1997. Biological activity of the soluble extracts from *Artemisia princeps* var *orientalis* acted on cardiovascular system. *Korean J Nutr* 30: 634-638.
39. Park JC, Yu YB, Lee JH, Kim NJ. 1994. Studies on the chemical components and biological activities of edible plants in Korea (VI)-Anti-inflammatory and analgesic effects of *Cedrela sinensis*, *Oenanthe javanica* and *Artemisia princeps* var. *orientalis*- . *J Korean Soc Food Nutr* 23: 116-119.
40. 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.
41. Kim MY, Choi SW, Chung SK. 2000. Antioxidative flavonoids from the garlic (*Allium sativum* L.) shoot. *Food Sci Biotechnol* 9: 199-203.
42. Imai J, Ide N, Nagae S, Moriguchi T, Matsuura H, Itakura Y. 1994. Antioxidant and radical scavenging effects of aged garlic extract and its constituents. *Planta Med* 60: 417-420.
43. Yang ST. 2007. Antioxidative activity of extracts of aged black garlic on oxidation of human low density lipoprotein. *J Life Sci* 17: 1330-1335.
44. Jeukendrup AE, Saris WHM, Wagenmakers AJM. 1998. Fat metabolism during exercise: a review-Part II: regulation of metabolism and the effects of training. *Int J Sports Med* 19: 293-302.
45. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid and reaction. *Anal Biochem* 95: 351-358.

(2012년 12월 28일 접수; 2013년 3월 28일 채택)