

적하수오 추출물이 고콜레스테롤 급여 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

최준혁¹ · 이해성² · 김영언² · 김병목² · 김인호² · 이창호^{2*}

¹계명대학교 식품가공학과
²한국식품연구원 대사기능연구본부

Effect of *Polygonum multiflorum* Thunberg Extract on Lipid Metabolism in Rats Fed High-Cholesterol Diet

Junhweok Choi¹, Hyesung Lee², Youngeon Kim², Byoungmok Kim²,
Inho Kim², and Changho Lee^{2*}

¹Dept. of Food Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

²Division of Metabolism and Functionality Research, Korea Food Research Institute,
Gyeonggi-do 463-746, Korea

Abstract

The principal objective of this study was to determine the effects of an ethanol extract of *Polygonum multiflorum* Thunberg (PMT) on body lipid metabolism in rats fed a high-cholesterol diet for 5 weeks. The rats were divided into 6 groups: a control group (I), a cholesterol-control group (II), a control group treated with 0.5% PMT (III), a control group treated with 1% PMT (IV), a cholesterol-control treated with 0.5% PMT (V), and a cholesterol-control group treated with 1% PMT (VI). Body weight gains and food efficiency ratios were not significantly different among the groups. The levels of serum blood glucose and triglycerides of the treated animals significantly decreased compared to the control and the cholesterol-control groups ($p < 0.05$). There was a clear tendency of decreased LDL-cholesterol level in PMT-treated animals compared to the cholesterol-control group. However, no significant differences were observed in the serum HDL- and LDL-cholesterol levels. In the ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol and HDL-cholesterol to LDL-cholesterol concentration, both the 0.5% PMT and 1% PMT extract intake groups had a higher percentage than in the control and cholesterol-control groups ($p < 0.05$). In addition, the atherosclerotic index in serum was significantly lower in the PMT intake group than those in the group control and the cholesterol-control. These results indicated that the PMT extract was effective on the improvement of lipid metabolism in SD rats.

Key words: *Polygonum multiflorum* Thunberg, cholesterol, hypercholesterolemia, lipid metabolism, triglyceride

서 론

식생활의 서구화로 인한 과다 영양섭취로 비만 인구의 증가와 함께 고혈압, 심혈관질환, 동맥경화증 등의 심혈관계 질환 환자수가 급증하고 있고, 이런 질환의 가장 위험한 인자로 혈중 cholesterol의 함량이 주목받고 있다(1-3). 그래서 cholesterol 및 포화지방산이 많이 함유된 식품섭취를 제한하고 각종 섬유소와 불포화지방산 등이 많이 함유된 식품을 권장하고 있는 추세이다. 즉 단백질과 지방이 풍부한 동물성 식품과 설탕, 식염을 함유한 가공식품의 과다섭취로 인해 체내 cholesterol과 중성지방의 축적이 많아져 성인병의 발병 가능성이 높다는 보고에 따라 체내 cholesterol 수치를 저하시키기 위한 새로운 자연건강식품의 개발에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다.

적하수오는 다년생 덩굴성 초본으로 기원이 마디풀과의 식물인 적하수오(*Polygonum multiflorum*)의 덩이뿌리이다. 주산지는 중국의 하남, 호북, 귀주, 사천, 강소, 광서 등지에 분포하며 그 외 절강, 안징, 광둥, 산둥, 강서, 호남에서도 서식한다(4). 예로부터 간, 신을 보익하고 혈을 자양하며 풍을 제거하는 효능이 있다고 알려져 있으며 머리가 일찍 희어지는데, 허두, 눈앞이 아찔한데, 허리와 무릎 아픈데, 연약, 근골산통, 유정, 대량의 자궁 출혈, 봉루대하, 만성 학질, 만성 설사, 만성 간염, 옹종, 나력, 장풍, 치질에도 효능을 나타낸다(5). 또한 적하수오는 장기 복용함으로써 혈압강하, 동맥경화의 방지효과를 나타내어 예로부터 민간요법에 많이 이용되어 왔으며, 항산화 효과(6), 심보호 효과(7), 신경보호 효과(8), 항노화 효과(9), 항돌연변이 효과(10), 관절통(11), 피부감염(12)에 효능을 나타내는 것으로 보고되고 있다.

*Corresponding author. E-mail: chang@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9073, Fax: 82-31-780-9073

적하수오 뿌리에는 anthraquinone 화합물인 chrysophanol, emodin, rhein physcion 및 이들의 배당체인 2,3,5,4'-tetrahydroxystibene 2-O- β -D-glucopyranoside 및 2'-O-mongalloyl ester 등이 함유되어 있다(13). 이들 성분 가운데 여러 효능이 알려져 있는 emodin의 함량이 많아 하수오의 품질평가 시 지표성분으로 이용되고 있다(14). 적하수오의 약효성분인 emodin은 항산화 활성(15), 항염증작용(16), 항균 활성(17), 항암활성(18,19)과 monoamine oxidase 억제활성(20), myocardial protective effect(7) 등 여러 가지 유용한 활성을 지니고 있는 것으로 알려져 있어 고부가가치 기능성 식품 소재로서 잠재성이 높다. 또한 2020년에는 전체 인구의 15% 이상이 65세 이상인 노령화 사회에 진입하게 되어 각종 성인병 예방 및 개선용 기능성식품의 수요가 급증할 것이다. 따라서 본 연구에서는 적하수오의 생체 내 콜레스테롤 대사의 개선 효과를 규명하여 안전하면서도 활성이 우수한 고기능성식품 소재로서의 이용 가치를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 적하수오(*Polygonum multiflorum* Thunberg, PMT)는 경상남도 하동군 화개면 부춘리에서 재배된 적하수오를 구입하여 사용하였다. 시료는 불순물 제거를 위하여 가볍게 수세한 후 음건하고, 분쇄기(KA2610, Jworld tech, Gyeonggi-do, Korea)로 분쇄하였다. 분쇄된 분말시료 2 kg에 80% 에탄올을 1:10 비율로 첨가하여 초고속 진공저온 추출기(COSMOS-660, KyungSeo Machine Co., Incheon, Korea)에서 끓기 시작한 시점을 기준으로 6시간 동안 추출하였다. 추출액은 80°C에서 감압 농축하여 시험시료로 사용하였다.

실험동물 및 실험식이

본 실험에 사용한 동물은 (주)오리엔트바이오(Gyeonggi-

Table 1. Design of experimental diet in SD rat

Groups	
I	Control diet
II	Cholesterol diet (1%, 10 g/kg of diet)
III	Experimental diet containing 0.5% <i>Polygonum multiflorum</i> (5 g/kg of diet)
IV	Experimental diet containing 1% <i>Polygonum multiflorum</i> (10 g/kg of diet)
V	Experimental diet containing 1% cholesterol and 0.5% <i>Polygonum multiflorum</i> (5 g/kg of diet)
VI	Experimental diet containing 1% cholesterol and 1% <i>Polygonum multiflorum</i> (10 g/kg of diet)

do, Korea)로부터 분양받은 7주령의 수컷 Sprague-Dawley (SD)종을 1주간 적응시킨 후 사용하였다. 적응기간 중 사료는 실험동물 사료를, 물은 정제수를 자유로이 섭취케 하였으며 항온·항습 조건(온도 22±0.5°C, 상대습도 55±5%)에서 인공조명으로 빛을 1일 11시간(오전 9시~오후 8시) 조사하였다. 1주일 적응기간을 거친 쥐(평균 체중 230±2.8 g)를 그룹별로 분류(난괴법; randomized complete block design) 하였고 5주간 실험 식이를 급여하였다. 실험군은 Table 1에 표기하였다. 실험에 사용된 식이는 AIN-93M을 기준으로 변형하여 조제하였다(Table 2). Cholesterol군의 cholesterol의 첨가량은 식이무게의 1%가 첨가되었고, 하수오의 첨가량은 각각 식이무게의 0.5%와 1%를 첨가하였다. 체중과 식이섭취량은 일주일에 한번 일정한 시간에 측정하여 식이효율을 계산하였다. 식이효율(food efficiency ratio: FER)은 매주 체중증가량을 같은 기간 동안 섭취한 식이섭취량으로 나누어 산출하였다. 본 동물실험은 한국식품연구원 동물실험윤리위원회의 승인(승인번호: kfri-m-11010)을 받은 후 실험동물 관리 및 이용에 관한 지침(Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, NRC)에 따라 진행하였다.

혈액 및 각종 장기의 채취

실험식이로 5주간 사육 후 쥐를 12시간 절식시키고 안와

Table 2. Composition of experimental diet

Materials	Groups ¹⁾					
	I	II	III	IV	V	VI
Casein	140	140	140	140	140	140
Corn starch	435.692	435.692	435.692	435.692	435.692	435.692
Dyetrose	155	155	155	155	155	155
Sucrose	100	100	100	100	100	100
Cellulose	50	40	45	40	35	30
Soybean oil	70	70	70	70	70	70
Cholesterol	—	10	—	—	10	10
TBHQ ²⁾	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Mineral mix	35	35	35	35	35	35
Vitamin mix	10	10	10	10	10	10
L-cystine	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
PMT extract	—	—	5	10	5	10
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000

¹⁾Groups are the same as in Table 1. ²⁾tert-Butylhydroquinone.

Table 3. Initial and final body weight, body weight gain, food intake, and food efficiency ratio (FER) in SD rats

Groups ¹⁾	Initial body weight (g)	Final body weight (g)	Body weight gain (g)	Food intake (g/day)	Food efficiency ratio (FER)
I	331.94±9.49 ^{NS}	507.53±16.41 ^a	175.59±9.53 ^a	23.50±1.05 ^a	0.21±0.01 ^a
II	332.05±5.23	504.19±16.66 ^a	172.14±12.23 ^a	22.49±1.22 ^{ab}	0.22±0.02 ^a
III	333.85±10.11	502.13±20.14 ^a	168.29±10.41 ^{ab}	22.98±0.49 ^a	0.21±0.01 ^a
IV	329.55±7.16	494.59±13.42 ^a	165.05±8.74 ^{ab}	23.26±0.81 ^a	0.20±0.01 ^a
V	334.93±6.88	421.04±14.80 ^b	86.11±9.51 ^c	19.26±1.54 ^b	0.13±0.01 ^b
VI	335.57±4.06	472.65±17.31 ^a	137.07±13.97 ^b	24.08±1.29 ^a	0.16±0.01 ^b

¹⁾Groups are the same as in Table 1.

All data are expressed means±SEM, n=5 rats per group. Different superscript letters (a-c) in a column indicate significantly different values assessed by Duncan's multiple test (p<0.05). NS: not significant.

동맥에서 채혈한 후 경추 탈골시켰다. 혈액은 1시간 냉장보관 후 4°C, 3,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여(Desk-top centrifuge Hanil Sci. Ind., Seoul, Korea) 혈청을 분리했고, 일부는 EDTA를 처리하여 4°C, 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 혈장을 분리하였다. 그리고 간 조직과 신장, 비장을 채취하여 생리식염수로 씻은 다음 표면의 수분을 완전히 제거한 후 무게를 측정하였으며 간 조직의 일정량을 절개하여 조직 검사를 실시하였다.

혈액분석

혈청의 triglyceride(TG) 분석은 triglycerides reagents kit(Bayer Healthcare LLC, Los Angeles, CA, USA)을 이용하였고, 지질성분 분석과 간의 손상 정도를 측정하기 위해 아미노산 전이효소인 AST, ALT 및 HDL-cholesterol은 Fuji dri-chem slide kit(Fuji Film Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 혈액생화학적 검사 자동분석기 Dri-chem 3500s(Fuji Film Co.)로 분석하였고, total cholesterol(TC)은 cholesterol reagent kit(Bayer, Los Angeles, CA, USA)을 이용하여 ADVIA 1650(Bayer, Shiga, Japan)으로 분석하였다. Total lipid는 total lipid reagent kit(Medicos, Philadelphia, PA, USA)을 이용하여 Agilent 8453 photometer(Agilent, Stuttgart, Germany)로 분석하였다.

간의 조직학적 관찰

실험 종료 후 적출된 간 조직을 10% formaldehyde 용액에 24시간 고정된 후 수세를 거쳐 70%, 80%, 90%, 100% 에탄올로 단계적으로 탈수한 다음 paraffin에 고정하여 microtome으로 4 µm 내외의 파라핀조직절편을 제작한 후 슬라이드 글라스에 mounting 하여 H&E 염색을 시행한 후 광학현미경(Olympus BX51TF, Olympus Co. Ltd., Tokyo, Japan)으로 100배율로 관찰, 사진 촬영하였다.

통계처리

실험결과는 SPSS 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여 각 실험군의 평균±표준편차로 표시하였고, 일원배치분산분석으로 비교하였으며 Duncan's multiple range test에 의해 각 실험군 간에 유의성을 p<0.05 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율

실험기간 동안 SD rat의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율을 비교한 결과는 Table 3에 나타났다. SD rat의 식이섭취량은 대부분의 식이군에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 하지만 체중증가량은 cholesterol을 보충 급여하지 않은 그룹(I, III, IV)에서는 유의적인 변화를 나타내지 않았지만 1% cholesterol을 첨가한 그룹(V, VI)에서는 cholesterol 대조군(II)에 비해서 적하수오를 보충 급여한 V군(1% cholesterol, 0.5% PMT), VI군(1% cholesterol, 1% PMT)에서 유의적으로 체중증가량이 낮게 나타났다. 하지만 농도 의존적으로 감소하는 경향은 나타나지 않았다(Table 3). 이는 V군(1% cholesterol, 0.5% PMT)이 VI군(1% cholesterol, 1% PMT)보다 식이섭취량이 더 낮아 식이효율이 0.13±0.01로 낮았기 때문에 체중증가량에서 차이가 난 것으로 판단된다. 또한 V군(1% cholesterol, 0.5% PMT), VI군(1% cholesterol, 1% PMT)의 체중이 유의적으로 낮게 증가한 원인은 적하수오 내에 함유되어 있는 emodin의 cholesterol 및 지질 흡수 억제 효과(21,22)에 따른 것으로 생각된다.

장기무게 변화

SD rat의 간, 신장, 비장의 상대적 증량은 Table 4에 제시하였다. SD rat의 장기무게는 비장의 경우 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 신장의 무게는 V군(1% cholesterol, 0.5% PMT)에서 유의적으로 증가하였다. 이는 0.5% PMT가 신장

Table 4. Liver, kidney and spleen weights in SD rats (g/100 g BW)

Groups ¹⁾	Liver	Kidney	Spleen
I	2.23±0.05 ^c	0.57±0.02 ^c	0.16±0.02 ^{NS}
II	3.10±0.04 ^{ab}	0.59±0.02 ^{bc}	0.18±0.01
III	2.24±0.06 ^c	0.57±0.02 ^{bc}	0.16±0.01
IV	2.33±0.08 ^c	0.59±0.02 ^{bc}	0.17±0.01
V	3.21±0.07 ^a	0.66±0.01 ^a	0.19±0.01
VI	2.91±0.16 ^b	0.59±0.03 ^{bc}	0.17±0.01

¹⁾Groups are the same as in Table 1.

All data are expressed means±SEM, n=5 rats per group. Different superscript letters (a-c) in a column indicate significantly different values assessed by Duncan's multiple test (p<0.05). NS: not significant.

Table 5. Serum levels of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase of SD rat administered ethanol extract of *Polygonum multiflorum* Thunberg (PMT) (U/L)

Groups ¹⁾	ALT	AST
I	40.33±3.53 ^{NS}	107.75±2.39 ^{ab}
II	50.20±8.38	124.50±8.27 ^a
III	36.50±0.96	103.00±8.53 ^b
IV	34.00±1.10	98.40±2.93 ^b
V	40.00±1.53	107.60±6.53 ^{ab}
VI	42.33±2.33	115.50±8.62 ^{ab}

¹⁾Groups are the same as in Table 1. All data are expressed means±SEM, n=5 rats per group. Different superscript letters (a,b) in a column indicate significantly different values assessed by Duncan's multiple test (p<0.05). NS: not significant.

기능에 다소 영향을 미친 것으로 생각되나 ALT, AST 분석 결과 독성이 없는 것으로 확인되었다. 하지만 이에 대한 추가적인 실험이 필요할 것으로 생각된다. 간 무게는 cholesterol 보충 급여군(II, V, VI) 모두에서 정상식 급여군보다 유의적으로 증가하였다. 이는 일반적으로 고 cholesterol 식이를 장기간 급여 시 cholesterol이 체외로 정상적으로 배출되지 못하고 간 내에 축적되어 간 비대증을 유발한다는 보고와 일치되는 결과였으며(23,24), 동맥 내에 지질이 축적되어 관상 순환의 이상으로 야기된 것으로 생각된다.

Aspartate aminotransferase(ALT)와 alanine aminotransferase(ALT)의 활성

AST와 ALT는 생체 내 아미노산을 합성하는 효소로서 여러 장기세포에 존재하지만 그중 간에 가장 많은 양이 존재하고 간 손상의 지표로 널리 사용되는 효소이다(25,26). 그 유출 과정은 세포내의 에너지 공급이 감소되어 세포내의 K⁺ 이온이 세포외로 유출되면 Na⁺, Ca²⁺ 및 수분이 세포내로 유입이 된다. 그 결과 세포는 팽창되고 세포막이 늘어나게 되어 세포질에 존재하는 AST와 ALT가 유출된다. 그러므로 혈청 중 AST와 ALT 등의 증가는 간독성으로 인한 간세포의 괴사와 간조직의 파괴가 진행됨을 의미하므로 혈청에 이들 효소의 유리정도를 측정하여 간독성 연구에 이용하고 있다(27).

본 실험에서는 고 cholesterol 식이를 사용하였고, 독성 및 안전성 평가에 대해 잘 알려져 있지 않은 적하수오를 사

용하였으므로 이를 섭취한 rat에 섭취시킬 때 간 기능에 어떤 영향을 미치는지 알아보려고 AST와 ALT를 측정하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 정상식이 급여군(I, III, IV)과 1% cholesterol 보충 급여군(II, V, VI) 모두에서 혈청 중 AST와 ALT가 유의적 차이를 나타내지 않았다.

혈청 glucose 함량 및 지질성상의 영향

적하수오 첨가 식이가 혈청 내 포도당 농도 및 지질성상에 미치는 영향은 Table 6과 같다. 혈청 내 포도당 농도는 일반식이군과 1% cholesterol 첨가 식이군 모두 0.5%, 1% 적하수오를 보충 공급한 그룹에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈으며 이는 적하수오의 섭취로 인하여 혈당 수준을 저하시킨 것으로 생각되며 적하수오의 보충공급이 혈당강하효과를 내재하고 있을 가능성을 나타내었다.

총 cholesterol 함량은 주로 고열량섭취와 비만, 심혈관질환의 고 cholesterol 혈증 등에서 증가하고 만성 간질환, 갑상선 기능 항진, 기아 등에서 감소한다(28). 본 실험에서 일반식이군과 1% cholesterol 첨가 식이군 모두에서 유의적 차이는 나타나지 않았으나 1% 적하수오를 보충 공급한 그룹(VI)은 total cholesterol 함량이 유의적으로 감소되었다. HDL-cholesterol은 항 동맥경화의 지표로서 cholesterol을 말초혈관에서 간으로 수송하여 동맥경화를 억제하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서의 HDL-cholesterol 농도는 일반식이군과 1% cholesterol 첨가 식이군에서는 유의적 차이가 없었으나 0.5% 적하수오 보충군(V)에서 유의적으로 증가되었다. LDL-cholesterol은 혈중 cholesterol의 주된 운반형태이며 동맥 혈관 벽에 cholesterol을 축적시켜 동맥경화를 촉진하여 심장 순환기계 질환의 발생과 밀접한 관계를 가진다. LDL-cholesterol 역시 유의적 차이는 없었지만 1% cholesterol을 첨가한 그룹(II)보다 1% cholesterol 첨가 식이에 0.5%, 1% 적하수오를 보충 공급한 그룹(V, VI)이 수치상 감소하는 경향을 보였다. 하지만 비율로 보았을 때 적하수오를 보충급여한 군의 HDL-cholesterol 비율이 LDL-cholesterol 비율보다 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈고 동맥경화지수(A.I) 또한 적하수오 보충 공급한 그룹에서 낮아지는 것을 확인할 수 있었다(Table 7). Triglyceride 함량은 정상군에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았지만

Table 6. Lipoprotein cholesterol and glucose, triglyceride concentrations in serum of rat fed PMT extract diets (mg/dL)

Groups ¹⁾	Glucose	Total-cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	Triglyceride	Total lipid
I	118.67±1.86 ^a	52.75±2.69 ^{abc}	12.40±0.75 ^{ab}	5.50±0.29 ^b	127.00±12.12 ^a	397.00±23.49 ^{NS}
II	110.20±2.40 ^{ab}	69.75±9.51 ^a	10.00±0.71 ^b	10.00±2.00 ^a	79.50±4.73 ^b	398.25±20.32
III	99.00±4.73 ^{de}	42.33±4.67 ^c	13.25±0.85 ^{ab}	4.67±0.33 ^b	80.67±7.69 ^b	318.33±21.06
IV	106.67±4.73 ^{cd}	44.00±2.31 ^c	12.75±0.85 ^{ab}	5.00±0.00 ^b	87.33±7.67 ^b	336.67±36.92
V	92.33±2.8 ^{ef}	65.33±5.81 ^{ab}	15.80±1.59 ^a	7.33±0.67 ^{ab}	72.20±9.18 ^{bc}	400.33±21.84
VI	87.00±3.11 ^f	48.00±2.08 ^{bc}	10.67±1.20 ^b	7.00±1.73 ^{ab}	50.20±5.09 ^c	357.33±17.74

¹⁾Groups are the same as in Table 1. All data are expressed means±SEM, n=5 rats per group. Different superscript letters (a-f) in a column indicate significantly different values assessed by Duncan's multiple test (p<0.05). NS: not significant.

Table 7. Effect of PMT extract on ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol and HDL-cholesterol to LDL-cholesterol and atherosclerotic index in serum of the SD rats for 5 weeks

Groups ¹⁾	HDL-C/Total-C	HDL-C/LDL-C	A.I ²⁾
I	0.24±0.02 ^{bc}	2.26±0.22 ^{abc}	3.25
II	0.15±0.03 ^d	1.03±0.17 ^d	5.97
III	0.32±0.05 ^a	2.87±0.41 ^a	2.19
IV	0.29±0.04 ^{ab}	2.55±0.26 ^{ab}	2.45
V	0.24±0.05 ^{bc}	2.17±0.44 ^{bc}	3.13
VI	0.22±0.04 ^c	1.71±0.78 ^c	3.49

¹⁾Groups are the same as in Table 1.

²⁾Atherosclerotic index=(Total chol-HDL-chol)/HDL-chol. All data are expressed means±SEM, n=5 rats per group. Different letters in a column indicate significantly different values assessed by Duncan's multiple test (p<0.05).

1% cholesterol을 첨가한 그룹(II)보다 1% cholesterol 첨가 식이에 0.5%, 1% 적하수오를 보충 공급한 그룹(V, VI)이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. Mattson 등(29)에 의하면 식이중의 지방산 조성이 혈중 지방함량에 큰 영향을 미치는데, 특히 고농도의 포화지방이 증가하면 혈청 cholesterol 농도와 중성지방 농도를 상승시키며 동맥경화를 유발시키는 요인으로 보고하였다. 또한 LDL-cholesterol은 세포 표면의 특정 receptor와 결합되어 간장과 기타 조직에서 제거되며(30), LDL-receptor에 결합이 생기거나 활성이 감소되면 LDL이 결합되지 못하고 혈액 중으로 유리되어 혈청 중 LDL 농도가 상승된다고 보고되고 있다(31). 또한, 심혈관 질환 환자의 지질 성분인 LDL-cholesterol을 감소시키면 HDL-cholesterol 농도를 증가시켜 지질대사를 개선시킬 수 있다고 하였다(32,33). 본 실험 결과, SD rat에 적하수오를 보충 급여함으로써 중성지방의 농도가 유의적으로 감소하였고, HDL-cholesterol 함량이 LDL-cholesterol 함량보다 유의적으로 증가되었으며, 동맥 경화 지수 또한 낮추어 주는 것으로 나타났다.

간의 조직학적 관찰

광학현미경으로 간조직의 형태를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 일반식이군과 1% cholesterol 첨가 급여군의 차이는 Fig. 1A와 Fig. 1B에서 확연히 나타난다. 1% cholesterol 급여군의 간 조직에서는 일반식이군에 비해 지방구의 크기가 크고 지방구가 조밀하게 분포되어 있었다. 그러나 0.5%, 1% 적하수오 보충군(Fig. 1C, D)에서는 1% cholesterol 급여군의 간 조직(Fig. 1B)보다 지방구의 크기나 조밀도에 있어서 지질이 감소된 결과를 보였고, 특히 0.5% 적하수오 보충군(Fig. 1C)에서 더욱 효과적이었다.

따라서 본 연구의 결과를 종합적으로 고려할 때 잠재적으로 적하수오가 동맥경화를 억제시키는 효과를 내재하고 있을 것으로 판단된다. 그러나 적하수오 농도에 따른 유의적인 결과를 확인할 수 없었기 때문에 향후 기전연구를 통해 콜레스테롤 대사에 효과적인 적하수오의 함량 설정이 필요할 것으로 생각된다.

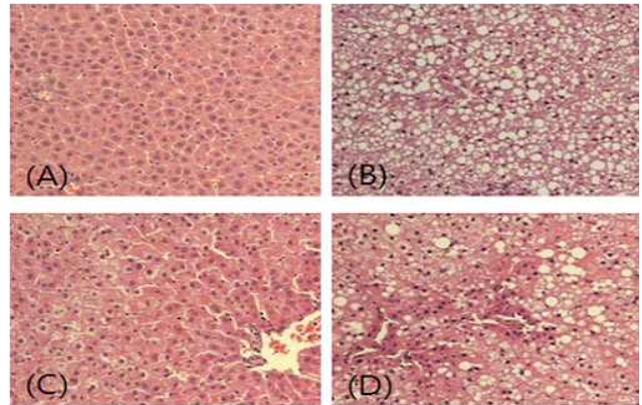


Fig. 1. Histological character of liver in SD rats. (A) I (control), (B) II (1% cholesterol), (C) V (1% cholesterol and 0.5% *Polygonum multiflorum*), (D) VI (1% cholesterol and 1% *Polygonum multiflorum*).

요 약

본 실험은 적하수오를 식이에 0.5%, 1% 혼합하여 5주간 섭취시켰을 때 적하수오가 고 콜레스테롤 식이를 장기 급여한 SD rat의 지질대사에 미치는 영향을 확인함으로써 적하수오의 기능성식품 소재로서의 가능성을 확인하였다. 실험 기간 중 실험쥐의 체중증가는 1% cholesterol을 첨가한 그룹에서 cholesterol 대조군(II)에 비해서 적하수오를 섭취시킨 V군(1% cholesterol, 0.5% 적하수오), VI군(1% cholesterol, 1% 적하수오)에서 유의적으로 감소하였다. 장기무게는 SD rat의 간 무게가 cholesterol 식이군(II, V, VI) 모두에서 정상식이보다 유의적으로 증가하였으나 신장과 비장의 무게는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 혈청 내 포도당 농도는 정상군과 1% cholesterol 식이군 모두 0.5%, 1% 적하수오를 식이로 섭취시킨 그룹에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈으며, 총 cholesterol과 HDL-cholesterol, LDL-cholesterol 모두에서 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 총 cholesterol과 LDL-cholesterol은 수치상 감소하는 경향을 나타내었다. 하지만 비율로 보았을 때 적하수오를 보충급여한 군의 HDL-cholesterol 비율이 LDL-cholesterol 비율보다 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈고 동맥경화지수 또한 적하수오 보충 공급한 그룹에서 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 혈중 중성지방의 농도는 일반식이군과 1% cholesterol 급여군 모두에서 적하수오 추가 급여군이 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈고 ALT와 AST 활성은 유의적 차이를 나타내지 않았다. 본 실험의 결과에서 적하수오는 혈청 내 포도당 농도를 유의적으로 감소시켰다. 또한 중성지방의 농도도 유의적으로 감소시켰으며, HDL-cholesterol 비율이 LDL-cholesterol 비율보다 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈고, 동맥경화지수 또한 적하수오 보충 공급한 그룹에서 낮아지는 것으로 보아 적하수오가 혈관계 장애로 인해 발생하는 고혈압, 당뇨, 뇌혈관질환, 동맥경화증과 같은 질환

환을 예방하는데 영향을 미칠 것으로 생각되며 기능성식품 소재로서의 가능성이 기대된다.

감사의 글

이 연구는 농림수산식품부(농림기술개발사업)에 의하여 수행된 연구결과 중 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Yu MH, Lee HJ, Im HG, Hwangbo MH, Kim HJ, Lee IS. 2005. The effect of kimchi with *Monascus purpureus* on the body weight gain and lipid metabolism in rat fed high fat diet. *J Life Science* 4: 536-541.
2. Hill JO, Lin D, Yakubu F, Peter JC. 1992. Development of dietary obesity in rats: influence of amount and composition of dietary fat. *Int J Obes Relat Metab Disord* 16: 321-333.
3. Lee HK. 1990. Recent progress in obesity research; diseases associated with obesity. *Korean J Nutr* 23: 341-346.
4. Chan YC, Wang MF, Chang HC. 2003. *Polygonum multiflorum* extracts improve cognitive performance in senescence accelerated mice. *Am J Chin Med* 31: 171-179.
5. The Korean Pharmacognosy Professor Association. 1995. *Herb medicine*. 1st ed. The Korean Pharmaceutical Association, Seoul, Korea. p 797-800.
6. Chiu PY, Mak DH, Poon MK. 2002. *In vivo* antioxidant action of a lignan-enriched extract of *Schisandra* fruit and an anthraquinone-containing extract of *Polygonum* root in comparison with schisandrin B and emodin. *Planta Med* 68: 951-956.
7. Yim TK, Wu WK, Mak DH, Ko MW. 1998. Myocardial protective effect of an anthraquinone-containing extract of *Polygonum multiflorum* *ex vivo*. *Planta Med* 64: 607-611.
8. Wang W, Cao CY, Wang DQ, Zhao DZ. 2006. Effect of prepared *Polygonum multiflorum* on striatum extracellular acetylcholine and choline in rat of intracerebral perfusion with sodium azide. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* 31: 751-753.
9. Xiao PG, Xing ST, Wang LW. 1993. Immunological aspects of Chinese medicinal plant as antiageing drugs. *J Ethnopharmacol* 38: 167-175.
10. Um MY, Choi WH, Aan JY, Kim SR, Ha TY. 2006. Protective effect of *Polygonum multiflorum* Thunb on amyloid β -peptide 25-35 induced cognitive deficits in mice. *J Ethnopharmacol* 104: 144-148.
11. Zhang H, Jeong BS, Ma TH. 1999. Antimutagenic property of an herbal medicine, *Polygonum multiflorum* Thunb detected by the Tradescantia micronucleus assay. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 18: 127-130.
12. Li RW, David LG, Myers SP, Leach DN. 2003. Anti-inflammatory activity of Chinese medicinal vine plants. *J Ethnopharmacol* 85: 61-67.
13. Na MK, Park JY, An RB, Lee SM, Kim YH, Lee JP, Seong RS, Lee KS, Bae KH. 2000. Quality evaluation of *Polygoni multiflori* Radix. *Kor J Pharmacogn* 31: 335-339.
14. Tang W, Eisenbrand G. 1992. *Chinese drugs of plant origin*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. p 787-791.
15. Yen GC, Chen HW, Duh PD. 1998. Extraction and identification of an antioxidative component from Jue Ming Zi (*Cassia tora* L.). *J Agric Food Chem* 46: 820-824.
16. Chang CH, Lin CC, Yang JJ, Namba T, Hattori M. 1996. Anti-inflammatory effect of emodin from *Ventilago leio-carpa*. *Am J Chin Med* 24: 139-142.
17. Hatano T, Uebayashi H, Ito H, Shiota S, Tsuchiya T, Yoshida T. 1999. Phenolic constituents of Cassia seeds and antibacterial effect of some naphthalenes and anthraquinones on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Chem Pharm Bull* 47: 1121-1127.
18. Kuo YC, Sun CM, Ou JC, Tsai WJ. 1997. A tumor cell growth inhibitor from *Polygonum hypoleucum* Ohwi. *Life Science* 61: 2335-2344.
19. Chan TC, Chang CJ, Koonchanok NM, Geahlen RL. 1993. Selective inhibition of the growth of *ras*-transformed human bronchial epithelial cells by emodin, a protein tyrosine kinase inhibitor. *Biochem Biophys Res Commun* 193: 1152-1158.
20. Fujimoto H, Satoh Y, Yamaguchi K, Yamazaki M. 1998. Monoamine oxidase inhibitory constituents from *Anixiella micropertusa*. *Chem Pharm Bull* 46: 1506-1510.
21. Hei ZQ, Huang HQ, Tan HM. 2006. Emodin inhibits dietary induced atherosclerosis by antioxidation and regulation of the sphingomyelin pathway in rabbits. *Chin Med J* 119: 868-870.
22. Pan H, Liu XB, Zhang HQ. 2004. Emodin on the inhibition of human vascular smooth muscle cells proliferation. *Anatomy Res* 26: 121-123.
23. Sung IS, Kim MJ, Cho SY. 1997. Effect of *Quercus acutissima* carruthers extracts on the lipid metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 327-333.
24. Wursch P. 1979. Influence of tannin-rich caron pob fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J Nurt* 109: 685-692.
25. Gabriel LP, William RH. 1982. *Principles and methods of toxicology*. Raban Press, New York, NY, USA. p 407-445.
26. Reitman S, Flankel S. 1992. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am J Clin Pathol* 40: 2287-2291.
27. Park OJ. 1994. Plasma lipids and fecal excretion of lipids in rats fed a high fat diet, a high cholesterol diet or a low fat/high sucrose diet. *Kor J Nutr* 27: 785-794.
28. Plaa GL. 1994. Detection and evaluation of chemically induced liver injury. In *Principle and Methods of Toxicology*. Hayes AW, ed. Taylor & Francis, Philadelphia, PA, USA. p 839-870.
29. Mattson FH, Hollenbath EJ, Kligman AM. 1975. Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels of man. *Am J Clin Nutr* 28: 726-731.
30. The Association of Korean Clinical Pathology. 1994. *The clinical pathology*. Korea Medicine Co, Seoul, Korea. p 40-79.
31. Goldstein JL, Brown MS. 1983. The LDL receptor defect in familial hypercholesterolemia: implications for pathogenesis and therapy. *Med Clin North Am* 66: 335-362.
32. Applebaum BD, Haffner SM, Hartsook E, Luk KH, Albers JJ, Hazzard WR. 1984. Down-regulation of the low density lipoprotein receptor by dietary cholesterol. *Am J Clin Nurt* 39: 360-367.
33. Potter SM, Bakhit RM, Essexorlie DL, Weingartner KE, Chapman KM, Nelson RA, Prabhudesai M, Savage WD, Nelson AI, Winter LW. 1993. Depression of plasma cholesterol in men by consumption of baked products containing soy protein. *Am J Clin Nutr* 58: 501-506.

(2012년 3월 16일 접수; 2012년 4월 30일 채택)