

고지방식을 섭취한 흰쥐에서 숙성더덕추출물이 혈청지질농도개선 효과에 미치는 영향

박성진^{1*} · 박동식² · 윤원병³ · 허신용⁴ · 안주희⁴

¹한림성심대학 관광외식조리과, ²농촌진흥청 기능성식품과, ³강원대학교 BT특성화학부대학 식품생명공학과,

⁴강원대학교 BT특성화학부대학 생물소재공학과

Effects of Aged *Deodeok* Extract on Serum Lipid Content in Rats Fed a High-Fat Diet

Sung Jin Park^{1*}, Dong Sik Park², Won Byung Yoon³, Xinlong He⁴ and Ju Hee Ahn⁴

¹Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym College, Chuncheon 200-711, Korea

²Functional Food & Nutrition Division, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

³Dept. of Food Science and Biotechnology, School of Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

⁴Dept. of Biomaterials Engineering, College of Bioscience and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

This research was performed to investigate the effect of aged *Deodeok* (*Codonopsis lanceolata*) water extracts on the levels of lipids in the serum of rats fed a high-fat diet for 10 weeks. Experimental groups were divided into basal diet only (BDG), high fat diet control (HFDCG), high-fat diet and 10% aged *deodeok* extract powder (HF10S), and high-fat diet and 20% aged *deodeok* extract powder (HF20S) groups. The levels of hematological variables were not significantly different among the four groups. Compared with the control group's serum total cholesterol level of 339.38±4.06 mg/dL, the levels of the HF10S and HF20S groups were significantly lowered to 225.38±5.44 and 215.02±4.77 mg/dL, respectively. Compared with the control group's LDL-cholesterol level of 64.91±3.67 mg/dL, the LDL-cholesterol levels of the HF10S and HF20S groups were significantly lowered to 54.16±3.46 and 46.14±1.79 mg/dL, respectively. Also, compared to the control group's serum triglyceride level of 103.07±13.2 mg/dL, the level of the HF20S group was significantly lowered to 48.25±11.52 mg/dL. These results suggested that dietary supplementation of aged *deodeok* extract does not have any adverse effect on the hematological variables, while improving the lipid content and reducing hepatic damage of the high-fat fed rats.

Key words : Aged *deodeok*, high-fat diet, serum lipid, HDL-cholesterol, total cholesterol.

서론

식생활이 서구화되면서 동물성 식품 및 가공식품 등을 통하여 열량의 섭취가 증가하고 있고, 비만, 당뇨병, 고혈압, 동맥경화 및 심혈관계 질환 등의 성인병이 늘어나고 있다(Law & Wald 1994, Castelli *et al* 1986). 특히 동물성 지방의 과도한 섭취로 인한 혈액 내의 고 콜레스테롤과 고 중성지방이 만성 성인병의 발병에 중요한 원인으로 여겨지고 있다. 근래에 well-being에 대한 욕구가 매우 높아지면서 올바른 지방섭취에 관한 관심이 매우 높아지기는 하였으나, 이러한 지방섭취가 여러 가지 만성퇴행성 성인병 질환 발생이 증가하여 심각한 사회문제로 대두되고 있다.

한편으로 지질은 필수지방산을 공급하고 에너지원으로서 효율적인 체내 에너지 저장원인 영양소인 반면, 섭취량의 과

소 및 구성 지방산 비율에 따라서 동맥경화증이나 심장순환계 질환 등의 여러 가지 만성질환을 일으킨다. 이러한 심장질환이나 동맥경화증의 유발에는 혈중 지질 조성인 triglycerides, phospholipids, cholesterol 함량과 혈중 지단백질의 농도의 영향이 아주 큰 것으로 알려져 있다(Park KS 2006). 특히 지방의 양적인 문제뿐만 아니라 질적인 내용을 바탕으로 한 역학조사의 결과를 보게 되면, 심혈관 질환의 발생률은 지방의 섭취량이 많을수록 상관관계가 크며, 섭취하는 유지의 종류도 큰 영향을 미치는 것으로 명백하게 밝혀져 있다(Emst *et al* 1995). 그 결과, 1970년대 이후로 고혈압, 뇌졸중, 동맥경화증을 포함한 순환기계 질환이 암에 이어 우리나라 주요 사망원인의 2위를 차지하여 선진국과 비슷한 양상으로 급속히 변했으며, 지난 20년 동안 순환기 질환으로 인한 사망률은 약 10배가 증가하여 전체 사망 원인의 약 30%를 차지하게 되었다(Kang *et al* 1997).

더덕(沙蔘, *Codonopsis lanceolata* Bench. et Hook.)은 한국

* Corresponding author : Sung-Jin Park, Tel : +82-33-240-9234, E-mail : sjpark@hsc.ac.kr

및 중국, 일본의 산간지방에서 야생하는 다년생 초본으로 도라지와 함께 일반식용으로 널리 이용되고 있는 산채식품이다. 더덕은 기호품으로도 상당한 호평을 받는 식품일 뿐 아니라 진해(鎮咳), 거담(祛痰) 등의 약효가 있다고 예부터 식이요법이 전해지며, 혈적(血積) 및 경기(驚氣), 두통(頭痛), 소화약(消炎藥)으로 또는 인삼의 대용약으로 쓰여 왔으며, 더덕의 성분에 관해서는 일종의 saponin이 존재한다는 것이 확인되었다(Kim & Chung 1975). 더덕은 전국적으로 500ha에서 연간 7,000톤이 생산되며, 이중 약 40% 정도가 강원도 지역에서, 30% 정도가 제주지역에서 생산되고 있으며, 전체 소비량의 20% 정도가 중국산인 국내 주요 농산물이다. 하지만, 등급 외품(外品)이 40~50% 이상으로, 재배 농가의 수익성이 악화되고 있으며, 단순 양념 구이 포장, 장아찌, 배추절임, 사탕, 단순 추출에 의한 일부 화장품 소재 등으로만 소진하고 있다. 더욱이 더덕 향에 대한 기호도가 연령별 편차가 극심하고 인삼과 대비되어 상대적으로 하위 농산품으로 인식되어 국내 및 수출용으로 개발이 매우 저조한 상황이다. 더덕 물 추출물과 더덕 에탄올 추출물의 실험동물에서의 항산화 효과와 지질 대사에 미치는 효과(Han & Cho 1997, Han *et al* 1998, Maeng & Park 1991)에 관한 연구는 있으나 숙성 더덕의 실험동물에서의 지질대사에 대한 보고는 아직 없는 실정이다. 이처럼 현대에 이르러 천연물에 대한 관심이 높아져 각 분야에 걸쳐 부작용이 적은 천연물의 이용이 증가하고 있다. 천연물 사용에 대한 효과는 대부분 과학적 근거가 희박하며, 과량 섭취로 인한 독성이나 제조공정 및 보관상의 오염, 변질의 위험성을 가지고 있다. 따라서 한약재로도 사용되어 왔고, 식품원료로 사용 가능한 더덕의 효능에 대한 과학적인 접근이 요구된다.

본 실험에서는 숙성더덕추출물이 지질대사에 어떠한 영향을 미치는 알아보기 위하여 5주령의 Sprague-Dawley 수컷 흰쥐에 추출물 식이를 10%, 20% 수준으로 10주간 급여한 후 혈청 내 지질함량의 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 생더덕은 강원도 횡성 지역에서 2010년 9월에 채취한 것을 시료로 사용하였다. 구입한 더덕은 선별 후 깨끗이 세정하여 물기를 제거한 후 가열 숙성기를 통하여 온도조절 공정을 거쳐서 제조된 숙성더덕을 시료로 사용하였으며, 숙성더덕추출물은 중량 대비 20배(v/w)의 증류수를 가하여 90℃ 수욕상에서 환류냉각시키면서 5시간씩 2회 반복 추출한 다음 여과한 여액을 회전식 진공농축기를 이용하여 농축시킨 후 동결건조기(PVTFA 10AT, ILSIN, Korea)를

사용(Won & Oh 2007)하여 분말 상태로 준비하여 실험에 사용하였으며, 추출수율은 41.3%였다.

2. 실험쥐 및 식이군 배정

숙성더덕 추출물의 *in vivo* 실험을 위하여 5주령 Sprague-Dawley(SD)계 수컷 흰쥐를 폴라스인터내셔널(Korea)에서 구입하였다. 일반 사육용 사료(Harlan Teklad, USA)로 예비 사육하여 환경에 적응시키며, 예비 사육 기간 동안의 무게에 따라 난괴법에 의해 나누어 각 군당 10마리씩 총 4군으로 분류하였다. 즉, 기본식이군(Basal diet group, BDG), 고지방군(High fat diet control group, HFDCG)과 고지방식이에 숙성더덕 추출분말을 10%를 첨가한 군(High fat diet+10% 숙성더덕분말, HF10S), 고지방식이에 숙성더덕 추출분말을 20%를 첨가한 군(High fat diet+20% 숙성더덕분말, HF20S)으로 나누었고, 실험식은 Table 1에 정리하였다. 동물 사육실에서 해당식으로 10주간 스테인레스 케이지(M.J. Ltd., Korea)에서 한 마리씩 분리 사육하였다. 사육실 내의 온도는 23±1℃, 습도는 50±5%로 유지하였으며, 12시간 간격으로 점등(07:00~19:00)과 소등(07:00~19:00)을 실시하였고, 환기, 조도를 자동으로 조절하였다. 실험 기간 중 식이는 자유급여(*ad libitum*)하였고, 물은 증류수를 섭취하게 하였다.

3. 식이효율 측정

체중 증가량 및 식이 섭취량은 실험 개시일을 시작으로 충분한 양의 사료와 물을 급여하면서 일주일 간격으로 측정하였으며, 식이 섭취량은 급여량에서 잔량을 감하여 계산하였다. 식이효율(food efficiency ratio: FER)은 실험 기간 동안 체중 증가량을 같은 기간의 식이 섭취량으로 나누어 환산하였다.

4. 실험동물 처치 및 장기 적출

사육한 실험동물의 혈액을 채취하기 위해 실험종료 12시간 전부터 절식시키고 마취하여 혈액을 취하였다. 채취 후 CBC tube에 3 mL를 취하고, 나머지는 원심분리(US-5500CF, Vision, Korea)하여 혈청을 분리한 후 -80℃에서 냉동보관하였다. 장기는 채혈 후 즉시 간장, 비장, 신장, 폐, 심장을 적출하여 4℃ 생리식염수로 씻어내고, 수분을 여과지로 제거한 후 무게를 칭량하였다.

5. 혈액학적 조사

White blood cell(WBC), red blood cell(RBC), hematocrit (Hct), hemoglobin(Hb) 및 mean corpuscular volume(MCV), mean corpuscular hemoglobin(MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration(MCHC)는 자동분석기(Advia 120, Bayer, Japan)를 이용하여 분석하였고, lymphocyte는 Turk solution을 이용

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredient(g)	Group	BDG ¹⁾	HFDCG ²⁾	HF10S ³⁾	HF20S ⁴⁾
Starch ⁵⁾		22.68	21.34	21.34	21.34
Wheat-powder ⁶⁾		22.68	21.34	21.34	21.34
Sucrose ⁷⁾		20.18	18.26	18.26	18.26
Corn oil ⁸⁾		2.14	3.64	3.64	3.64
Beaf tallow ⁹⁾		4.28	10.94	10.94	10.94
Casein ¹⁰⁾		20.18	16.62	16.62	16.62
Cellulose ¹¹⁾		4.60	4.60	4.60	4.60
Mineral mixture ¹²⁾		1.41	1.41	1.41	1.41
Vitamin mixture ¹³⁾		1.85	1.85	1.85	1.85
ADE ¹⁴⁾		-	-	10.00	20.00
Total energy (kal)		100.00	100.00	100.00	100.00
Carbohydrate (g)		16.25(65%)	13.75(55%)	13.75(55%)	13.75(55%)
Lipid (g)		1.60(15%)	3.30(30%)	3.30(30%)	3.30(30%)
Protein (g)		5.00(20%)	3.75(15%)	3.75(15%)	3.75(15%)

¹⁾ BDG : Basal diet group.

²⁾ HFDCG : High fat diet control group.

³⁾ HF10S : High fat diet+Aged *Deodeok* extract powder 10% of 100 kcal.

⁴⁾ HF20S : High fat diet+Aged *Deodeok* extract powder 20% of 100 kcal.

⁵⁾ Starch : Woo-li food, Korea.

⁶⁾ Wheat-powder : CJ Food, Korea.

⁷⁾ Sucrose : Sigma Co. LTD., U.S.A.

⁸⁾ Corn oil : CJ Food, Korea.

⁹⁾ Beef tallow : Lotte Samkang, Korea.

¹⁰⁾ Casein : Naarden Agro products BV, Holland.

¹¹⁾ Cellulose : Sigma Co. LTD., U.S.A.

¹²⁾ AIN - Mineral mixture : ICN Biomedicals, Germany.

¹³⁾ AIN - Vitamin mixture : ICN Biomedicals, Germany.

¹⁴⁾ ADE : Aged *Deodeok* extract.

¹⁵⁾ () : Energy construction ratio.

하여 염색하여 수를 카운트한 후 percentage로 표시하였다.

6. 혈청의 지질 조성 분석

혈중지질 성분의 주요 지표가 되는 대사산물로 총콜레스테롤, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol(LDL-콜레스테롤), high density lipoprotein cholesterol(HDL-콜레스테롤)을 측정하고, 시료 투여로 인한 간 및 신장 기능에 미치는 영향을 알아 보기 위해 간 기능 지표인 aspartate aminotransferase(AST), alanine aminotransferase(ALT), γ -glutamyl transferase(γ -GT), creatinine을 측정하였다. 총콜레스테롤 측정은 CHOD, Trinder법, triglyceride는 Enzymatic-Trinder법, LDL-

콜레스테롤, HDL-콜레스테롤은 Direct method에 의해 제조된 kit(Asanpharm Co., Seoul, Korea)를 사용하였다. AST, ALT는 modified IFCC without pyridoxal phosphate법, γ -GT는 IFCC법, creatinine은 modified Jaff-1 reagent method법에 의해 제조된 kit(Asanpharm Co.)를 이용하여 생화학 자동분석기(KONELAB 20XT, Vantaa, Finland)를 이용하여 분석하였다.

7. 통계처리

실험 성적은 SAS package를 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였으며, 각 군간의 평균치의 통계적 유의성은 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test(Sendecor & Cochrane

1967)에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 식이섭취량

실험 기간 동안 자유급여(*ad libitum*) 방식에 의한 1일 평균 식이섭취량은 기본식이군 27.4±0.46 g으로 나타났으며, 고지방식이 투여군인 고지방군은 22.0±0.63 g, 숙성더덕추출물 투여군 HF10S와 HF20S에서는 각각 22.9±1.15 g, 22.7±1.18 g으로 나타났다(Table 2). 일반식이를 섭취한 기본식이군과 고지방식이를 투여한 고지방군과 시험군을 비교할 때 1일 평균 사료섭취량에서 유의적인 차이를 나타내는 것으로 조사되었다. 그러나 고지방식이 투여군인 고지방군과 시험 물질 투여군에서 숙성더덕추출물에 의한 1일 평균 식이섭취량의 변화는 나타나지 않는 것으로 조사되었다.

2. 체중 변화 및 식이효율

숙성더덕추출물 투여기간 10주 동안 일반식이 및 고지방식이를 급여하면서 체중변화식이효율 측정 결과를 Table 2에 나타내었다. 시험개시 체중은 평균체중이 294.1±15 g으로 기본식이군, 고지방군, 10% 숙성더덕추출물 투여군(HF10S), 20% 숙성더덕추출물 투여군(HF20S) 4개 군으로 분리 배치하였다. 체중 변화는 고지방식이 급여 10주 후 고지방군 및 숙성더덕추출물 투여군인 HF10S, HF20S에서 모두 기본식이군과 비교하여 유의한 체중 증가량을 나타내었으며, 숙성더덕추출물 투여에 의한 체중 증가량 변화는 나타나지 않았다.

식이효율 변화는 고지방식이를 급여한 모든 실험군에서 기본식이군과 비교하여 높은 식이효율을 보이는 것으로 나타났다. 고지방군과 숙성더덕추출물 투여군에서 식이효율 변화

는 숙성더덕추출물 투여로 감소하는 경향을 보여, 숙성더덕추출물 투여가 식이효율에 다소 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

3. 장기 무게 변화

고지방식으로 유발된 고지혈증과 숙성더덕추출물 투여로 인한 간, 비장, 신장, 폐, 심장의 장기 무게 변화를 관찰하였다(Table 3). 일반적으로 지방 또는 콜레스테롤의 섭취에 의해 간 조직에서 지질대사 이상이 초래되어 지질의 침착에 의해 간의 무게가 증가하고, 간에서의 지질과 콜레스테롤 함량이 증가한다(Kwag & Baek 2003). 본 실험에서도 고지방군의 간 무게가 기본식이군에 비해 상대적으로 증가하였으나, 숙성더덕추출물 투여로 인한 유의한 간조직 무게 감소 현상은 관찰되지 않았다. 비장, 신장은 기본식이군과 비교하여 고지방군 및 숙성더덕추출물 투여군에서 다소 장기 무게 변화를 보였으나, 숙성더덕추출물에 의한 유의적인 변화는 관찰되지 않았다. 그리고 폐, 심장의 장기 무게는 고지방식이나 숙성더덕추출물 투여로 인한 아무런 변화도 관찰되지 않았다.

따라서 장기 무게 변화는 고지방식이에 의한 간, 비장 신장의 장기 무게 변화는 있었으나, 숙성더덕추출물 투여에 의한 유의성 있는 무게 변화는 관찰되지 않았다. 그리고 간 무게 변화는 고지방식으로 인한 지질축적에 의한 것으로 사료되며(Lee & Lee 1998, Hong & Sin 1979), 이와 같은 실험 결과는 Han *et al*(1998)의 보고와 유사하다.

4. 혈액의 건강 및 영양지표에 미치는 영향

고지방식이와 함께 숙성더덕추출물을 10주간 섭취한 후의 건강상태의 변화를 관찰하기 위해 Table 4에는 혈액학적 결

Table 2. Effect of aged *deodeok* extract on food intake, body weight and food efficiency ratio in SD rats

Group	Food intake (g/day)	Body weight (g)			FER ⁵⁾ (%)
		Initial (g)	Final (g)	Gain (g/day)	
BDG ¹⁾	27.4±0.46 ^{a6)}	298.0±10.4 ^a	547.0±15.4 ^c	3.56±0.33 ^c	12.99±1.43 ^c
HFDCG ²⁾	22.0±0.63 ^b	298.3±13.8 ^a	638.0±15.5 ^a	4.85±0.43 ^a	22.05±2.22 ^a
HF10S ³⁾	22.9±1.15 ^b	298.9±17.8 ^a	586.3±13.4 ^b	4.10±0.31 ^{bc}	17.90±1.77 ^b
HF20S ⁴⁾	22.7±1.18 ^b	281.4±10.5 ^b	591.3±15.3 ^b	4.43±0.29 ^b	19.52±1.77 ^b

¹⁾ BDG : Basal diet group.

²⁾ HFDCG : High fat diet control group.

³⁾ HF10S : High fat diet+Aged *Deodeok* extract powder 10% of 100 kcal.

⁴⁾ HF20S : High fat diet+Aged *Deodeok* extract powder 20% of 100 kcal.

⁵⁾ FER (Food efficiency ratio) = (Body weight gain/Food intake)×100.

⁶⁾ Values are represented as the mean±SD (n=10).

Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.

Table 3. Organ weights in high fat diet-induced obese rats fed the experimental diets on aged *deodeok* extract
(g/100 g body weight)

Group ¹⁾	Liver	Spleen	Kidney	Lung	Heart
BDG	2.97±0.31 ^{b2)}	0.19±0.32 ^a	0.85±0.21 ^a	0.42±0.05 ^a	0.38±0.05 ^a
HFDCG	3.21±0.01 ^a	0.17±0.12 ^{ab}	0.81±0.71 ^a	0.37±0.05 ^a	0.40±0.08 ^a
HF10S	2.71±0.02 ^c	0.13±0.72 ^b	0.79±0.32 ^a	0.38±0.04 ^a	0.39±0.07 ^a
HF20S	2.75±0.06 ^c	0.15±0.12 ^{ab}	0.77±0.91 ^a	0.36±0.04 ^a	0.36±0.03 ^a

¹⁾ Refer to Table 2.

²⁾ Values are represented as the mean±S.D. (n=8).

Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.

과 정리하였다. Table 4에서 보듯이 기본식이군, 고지방군 및 숙성더덕추출물을 섭취한 두 군에서 모두 혈액학적 성상은 정상 농도를 유지하고 있었다. 또한 네 군간의 유의적인 차이를 보인 항목은 없는 것으로 나타났다. 혈액학적 성상은 어떤 질병 상태에 노출되기 전에는 정상 농도 범위를 크게 벗어나지 않으므로 혈액학적 성상만으로 건강증진 효과를 논하기는 어려우나, 10주간의 숙성더덕추출물 섭취 시 정상 농도를 벗어나지 않은 점으로 보아 숙성더덕추출물이 혈액학적 요인에 유해한 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

5. 혈청성분 분석

10주 동안 고지방식이와 함께 숙성더덕추출물 투여 후 혈중 ALT, AST, γ -GT, creatinine, 총단백 함량을 측정하여 Table 5에 나타내었다. ALT 활성 변화는 기본식이군 51.45±5.37 unit/L와 비교하여 고지방군 63.57±10.96 unit/L로 유의적인 증가현상을 보였고, 숙성더덕추출물 투여군인 HF10S 군과 HF20S군에서는 각각 51.38±6.011 unit/L, 53.67±1.24 unit/L로 고지방군과 비교하여 유의적인 감소 현상을 나타내었다.

따라서 숙성더덕추출물 투여로 인한 ALT 활성 변화는 기본식이군 수준으로 유지되는 것으로 나타났다. AST 활성 변화는 고지방군 138.65±20.62 unit/L로 기본식이군 112.73±14.23

unit/L와 비교하여 유의적인 증가 현상을 보였으며, 숙성더덕추출물 투여로 HF10S군과 HF20S군에서는 각각 106.41±14.69 unit/L, 123.42±6.93 unit/L로 기본식이군과 비슷한 수준으로 유지되는 것으로 조사되었다. ALT, AST는 간을 비롯하여 장기에 존재하는 아미노산 합성효소로서 정상적인 세포과피에 의해서도 혈액 중에 일정 수치가 존재하나, 간과 특정 장기의 손상으로 수치가 상승하는 효소이다(Kim *et al* 1984). 따라서 본 실험에서는 고지방식이에 의한 ALT, AST 활성 증가 현상을 보였으나, 숙성더덕추출물 투여로 인한 효소활성이 기본식이군 수준으로 유지되었다. 따라서 숙성더덕추출물 투여에 의한 간기능 개선에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

또한, 신장 기능을 평가하는 중요한 지표가 되는 creatinine 양을 조사하고, 간과 신장의 건강 유무를 가늠할 수 있는 혈청 총 단백을 측정하였다(Cha *et al* 2001). 그리고 신장에 이상이 있으면 혈액 중으로 유출되어 이상치가 나오는 γ -GT 변화도 관찰하였다. 그 결과 creatinine, γ -GT의 경우 고지방식이 및 숙성더덕추출물 투여에 의한 변화는 관찰되지 않았다. 그리고 혈청단백 양의 경우 고지방군에서 증가하였으나, 숙성더덕추출물 투여로 기본식이군과 비슷한 수준으로 유지되는 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 creatinine, γ -GT, 혈청단백 지표를 볼 때 숙성더덕추출물에 의한 이상반응은 없을 것

Table 4. Hematological variables of experimental rats^{ns}

Variable Group ¹⁾	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hct (%)	Hb (g/dL)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/dL)	Lymphocyte (%)
BDG	3.87±0.32	3.57±0.28	57.38±4.92	16.35±1.01	64.63±0.91	18.50±0.31	28.63±1.09	72.88±5.02
HFDCG	3.67±0.41	3.02±0.19	57.00±3.19	15.99±0.99	63.10±0.54	18.39±0.45	28.59±0.89	73.00±4.02
HF10S	3.07±0.42	2.91±0.09	58.00±5.10	16.39±1.06	64.25±0.12	18.00±0.29	28.00±3.02	69.63±4.75
HF20S	3.13±0.38	3.12±0.07	57.63±3.72	16.70±0.96	63.13±0.85	18.50±1.48	28.88±1.52	72.88±5.55

Values are mean±S.D., ^{ns} Not significant.

¹⁾ Refer to Table 2.

Table 5. The serum alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, γ -glutamyl transferase, creatinine and total protein levels in Sprague Dawley rats fed aged *deodeok* extract

Group ¹⁾	ALT ²⁾ (unit/L)	AST ³⁾ (unit/L)	γ -GT ⁴⁾ (unit/L)	Creatinine (mg/dL)	Total protein (mg/dL)
BDG	51.45±5.37 ^{b5)}	112.73±14.23 ^b	3.97±0.94 ^b	0.58±0.04 ^a	4.86±0.42 ^{bc}
HFDCG	63.57±10.96 ^a	138.65±20.62 ^a	4.09±0.55 ^{ab}	0.60±0.05 ^a	4.95±0.51 ^b
HF10S	51.38±6.01 ^b	106.41±14.69 ^{bc}	4.01±0.53 ^{ab}	0.59±0.03 ^a	4.91±0.46 ^b
HF20S	53.67±1.24 ^b	123.42±6.93 ^b	4.11±0.65 ^a	0.47±0.04 ^b	5.21±0.30 ^a

¹⁾ Refer to Table 2.

²⁾ ALT : alanine aminotransferase.

³⁾ AST : aspartate aminotransferase.

⁴⁾ γ -GT : γ -glutamyl transferase.

⁵⁾ Values are represented as the mean±S.D. (n=10).

Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.

으로 사료된다.

6. 혈중지질에 미치는 영향

10주 동안 숙성더덕추출물을 사료에 혼합하여 자유급이방식으로 투여한 후 혈중 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방(triglyceride), 동맥경화지수(AI)를 Table 6에 나타내었다. 실험 기간 중 혈중 총콜레스테롤 수준은 고지방식이 투여로 고지방군 339.38±4.06 mg/dL로 기본식이군의 206.18±19.74 mg/dL와 비교하여 유의적으로 증가하였다. 숙성더덕추출물 투여로 인한 혈중 총콜레스테롤의 변화는 고지방군과 비교하여 시험군에서 유의적인 감소 현상을 나타내었다. 특히 숙성더덕추출물 20% 투여군인 HF20S군에서는 215.02±4.77 mg/dL로 기본식이군 206.18±19.74 mg/dL와 비교하여 유의적인 감소 현상을 보였으며, 숙성더덕추출물 10% 및 20% 농도 모두 혈중 총콜레스테롤을 유의적으로 감소시키는 것으로 나타났다. 혈중 HDL-콜레스테롤 변화는 고지방군에서 27.84±2.19 mg/dL로 기본식이군 31.57±9.34 mg/

dL와 비교하여 변화는 관찰되지 않았으며, 고지방식에 의한 HDL-콜레스테롤 변화는 나타나지 않는 것으로 조사되었다. 그러나 숙성더덕추출물 투여로 인한 혈중 HDL-콜레스테롤 변화는 시험군 HF10S과 HF20S군에서 유의적인 감소 현상을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 숙성더덕추출물의 투여로 인한 혈중 총콜레스테롤 감소에 따라 동반되는 현상인 것으로 사료 된다.

혈중 LDL-콜레스테롤 변화는 기본식이군 48.24±2.12 mg/dL와 비교하여 고지방군에서 64.91±3.67 mg/dL로 유의적으로 증가하였으며, 고지방식이 투여에 의한 LDL-콜레스테롤의 유의적인 증가를 보이는 것으로 조사되었다. 숙성더덕추출물 투여에 의한 LDL-콜레스테롤 변화는 시험군 HF10S과 HF20S군에서 모두 고지방군과 비교하여 유의적인 감소 현상을 보이는 것으로 나타났다. 혈중 중성지방의 변화는 고지방식으로 인해 기본식이군 52.31±8.26 mg/dL와 비교하여 고지방군 103.07±13.32 mg/dL로 유의적인 증가를 보였다. 숙성더덕추출물 20% 투여인 HF20S군에서 유의적인 감소 현상을

Table 6. Total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol and triglyceride levels in plasma of rats fed on aged *deodeok* extract

Group ¹⁾	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	Triglyceride	AI ³⁾
BDG	206.18±19.74 ^{cd2)}	31.57±9.34 ^b	48.24±2.12 ^c	52.31±8.26 ^b	5.53±0.14 ^b
HFDCG	339.38±4.06 ^a	27.84±2.19 ^c	64.91±3.67 ^a	103.77±13.32 ^a	11.19±0.25 ^a
HF10S	225.38±5.44 ^b	31.76±4.54 ^b	54.16±3.46 ^b	97.75±17.12 ^a	6.10±0.62 ^b
HF20S	215.02±4.77 ^c	39.02±3.79 ^a	46.14±1.79 ^c	48.25±11.52 ^b	4.51±0.39 ^c

¹⁾ Refer to Table 2.

²⁾ Values are represented as the mean±S.D. (n=8).

Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$.

³⁾ AI (Atherogenic Index) = (Total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol.

보였으나, 10% 투여인 HF10S에서는 고지방군과 비교하여 변화를 보이지 않는 것으로 조사되었다. 따라서 숙성더덕추출물 투여에 의한 혈중 중성지방 변화는 숙성더덕추출물 20% 농도에서만 유의적인 효과를 보이는 것으로 조사되었다. 총 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤의 차이를 HDL-콜레스테롤에 대한 백분비를 나타내는 동맥경화지수(AI, Atherogenic Index)는 기본식이군 5.53 ± 0.14 와 비교하여 고지방군 11.19 ± 0.25 로 유의적으로 증가하였으며, 숙성더덕추출물 투여에 의한 동맥경화지수 변화는 HF10S군 6.10 ± 0.62 와 HF20S군 4.51 ± 0.39 로 고지방군과 비교하여 숙성더덕추출물 20% 투여군에서만 유의적인 감소 현상을 보이는 것으로 나타났다. 콜레스테롤은 세포막 형성, 호르몬 생성 등에 중요한 역할을 한다. 그러나 혈중에 고농도로 존재하는 상태를 고지혈증(hypercholesterolemia)이라 하는데, 이는 coronary heart disease(CHD)의 주요 위험인자이다. 이와 같이 숙성더덕추출물이 체내 지질 수준에 미치는 영향은 더덕 물추출물을 이용한 실험의 결과와 유사하게 나타났으며(Han *et al* 1998), 혈중지질혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 것이 CHD의 발병율을 낮추는데 효과적이라는 많은 역학 조사에서 얻은 결과로서, 혈장 콜레스테롤을 1% 낮추면 CHD 발병율을 2% 감소시킬 수 있다고 한다(Chapman MJ 2006, Despres *et al* 2000). HDL-콜레스테롤은 말초조직으로부터 과잉의 콜레스테롤을 간으로 이동시키고 거품세포 형성을 방해하여 동맥경화의 진행 과정을 늦추는 역할을 하는 것으로 알려져 있는데, 최근 동맥경화를 포함한 심혈관계질환의 예방과 치료에서 HDL-콜레스테롤의 역할에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(Poulter N 1999).

본 실험에서는 숙성더덕추출물에서 10%(HF10S)와 20%(HF20S) 투여농도에서 유의적인 혈중 총콜레스테롤 감소 현상을 관찰할 수 있었고, LDL-콜레스테롤 함량 또한 고지방군과 비교하여 유의적인 감소 현상을 나타내는 것으로 볼 때 심혈관계질환 및 대사증후군의 위험을 감소시킬 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 혈중 중성지방 함량을 낮추는 것 또한 심혈관계 질환의 위험을 줄이는 중요한 요소가 되는데, 본 실험의 결과, 20%(HF20S)의 숙성더덕추출물 투여량에 대한 혈중 중성지방함량을 낮추고 고지혈증을 개선할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

요 약

고지방식이로 비만 및 고지혈이 유발된 실험동물에서 체중, 혈중지질, 혈청생화학적 검사 및 장기 무게를 측정하여 숙성더덕추출물 투여로 인한 혈중지질 개선 및 숙성더덕추출물의 간기능 및 장기 무게 변화에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 체중 및 사료 이용 효율은 고지방식이에 의해 고지방군에서 증가 현상을 보였으며, 숙성더덕추출물 투여군

인 HF10S과 HF20S군에서 숙성더덕추출물 투여로 인한 체중 증가량 감소와 식이효율 감소 현상을 보였다. 혈청 생화학적 검사에서 고지방식이에 의해 혈중 ALT, AST, 총단백의 변화가 관찰되었으며, 숙성더덕추출물 투여에 의해 기본식이군과 비슷한 수준으로 유지되는 것을 볼 수 있었다. 혈중 creatinine과 g-GT의 경우 고지방식이 및 숙성더덕추출물 투여에 의한 변화는 관찰되지 않았다. 혈중지질 변화는 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, triglyceride, 동맥경화지수(AI) 모두 고지방식이에 의해 유의적인 증가 현상을 보였으며, 숙성더덕추출물 투여로 인한 혈중지질 변화를 관찰할 수 있었다. 10% 숙성더덕추출물 투여인 HF10S군에서 고지방군과 비교하여 총콜레스테롤과 동맥경화지수를 유의한 수준으로 떨어졌으며, 20% 숙성더덕추출물 투여인 HF20S군에서는 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, triglyceride, 동맥경화지수 모두 유의적으로 기본식이군에 가까운 수준으로 유지되었다. 따라서, 숙성더덕추출물 투여에 의한 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, triglyceride, 동맥경화지수 모두 고지방군과 비교하여 유의한 수준으로 개선되어 숙성더덕추출물 투여가 혈중지질 개선에 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청에서 시행한 2011년 15대 어젠다 농업연구개발사업(과제번호, 20110301-061-553-001-06-00)의 지원에 의한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

- Castelli WP, Garrison RJ, Wilson PW, Abbott RD, Kalousdian S, Kannel WB (1986) Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. The Framingham study. *JAMA* 256: 2835-2838.
- Cha JY, Cho YS, Kim DJ (2001) Effect of chicory extract on the lipid metabolism and oxidative stress in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1220-1226.
- Chapman MJ (2006) Therapeutic elevation of HDL-cholesterol to prevent atherosclerosis and coronary heart disease. *Pharmacol Ther* 111: 893-908.
- Despres JP, Lemieux I, Dagenais GR, Cantin B, Lamarche B (2000) HDL-cholesterol as a marker of coronary heart disease risk: The Quebec cardiovascular study. *Atherosclerosis* 153: 263-272.
- Emst JS, Alice HL, Stetania IF, Judith RM, Jose MO (1995) Lipoprotein, nutrition, aging and atherosclerosis. *Am J Clin Nutr* 61: 26-730.

- Han EG, Cho SY (1997) Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the activities of antioxidative enzyme in carbon tetrachloride treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 1181-1186.
- Han EG, Sung IS, Moon HG, Cho SY (1998) Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the levels of lipid in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 940-944.
- Hong YJ, Sin HH (1979) The effects of lipid-diet on metabolism in rats. *Korean J Nutr* 12: 45-51.
- Kang HK, No JK, Sung DY, Kim ND, Lee KH, Kim KW, Choi WC, Yim UK, Yoo BP, Jung HY (1997) Effects of aging and dietary restriction on free radical generation and GSH/GSSG level in rat testis. *The Journal of Gerontology* 7: 92-97.
- Kim CH, Chung MH (1975) Pharmacognostical studies on *Codonopsis lanceolata*. *Natural Product Sciences* 6: 43-47.
- Kim JI, Cho SJ, Lee YI, Bae DS, Lee SJ, Kim JS (1984) The serum NPN, BUN and creatinine values in the patient with congestive heart failure. *Korean J Inter Med* 27: 145-149.
- Kwang JS, Baek SH (2003) Cytotoxicity and antimicrobial effects of extracts from *Salvia miltorrhiza*. *Korean J Pharmacogn* 34: 293-296.
- Law MR, Wald NJ (1994) An ecological study of serum cholesterol and ischaemic heart disease between 1950 and 1990. *Eur J Clin Nutr* 48: 305-325.
- Lee SH, Lee YS (1998) Effects of late-harvested green tea extracted on lipid metabolism and Ca absorption in rats. *Korean J Nutr* 31: 999-1005.
- Mang YS, Park HK (1991) Antioxidant activity of ethanol extract from Dodok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J Food Sci Technol* 23: 311-316.
- Park KS (2006) Metabolic syndrome. *Korean Diabetes Association* 7: 37-44.
- Poulter N (1999) Coronary heart disease is a multifactorial disease. *Am J Hypertens* 12: S92-S95.
- Sendecor GW, Cochrane WG (1967) Statistical methods. 6th ed., Iowa State University Press, Iowa, p 1.
- Won HR, Oh HS (2007) Antioxidative activity and lipid composition from different part and supplement of *Codonopsis lanceolata* in rat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1128-1133.

접 수: 2011년 7월 26일
 최종수정: 2012년 1월 18일
 채 택: 2012년 2월 24일