

구멍쇠 미역 에탄올 추출물의 섭취가 비만유도 흰쥐의 지질농도에 미치는 영향

박성진^{1†} · 이상아² · 송효남³ · 박태길⁴

¹한림성심대학교 관광외식조리과 / 한림성심대학교 생물소재연구소,
²세경대학교 호텔조리과, ³세명대학교 한방식품영양학부, ⁴경포대영어조합법인

Effects of Dietary Intake of *Agarum cribrosum* Ethanol Extract on Lipid Level in Diet-induced Obese Rats

Sung-Jin Park^{1†}, Sang-Ah Lee², Hyo-Nam Song³ and Tae-Gil Park⁴

¹Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Chuncheon, 200-711, Korea / Research Institute of Biomaterial, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea

²Dept. of Hotel Culinary Arts, Saekyung College, Yeongwol, 230-714, Korea

³Dept. of Oriental Medical Food and Nutrition, Jecheon, 390-711, Korea

⁴Gyeongpodae Incorporated Fisheries Association, Gangneung, 210-340, Korea

Abstract

This research was performed to investigate the effect of *Agarum cribrosum* ethanol 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 5% *Agarum cribrosum* ethanol extract powder (HF5S), and high-fat diet and 10% *Agarum cribrosum* ethanol extract powder(HF10S) 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 89.14 mg/dL, the levels of the HF5S and HF10S groups were significantly lowered to 77.26 and 75.47 mg/dL, respectively. Compared with the control group's LDL-cholesterol level of 27.41 mg/dL, the LDL-cholesterol levels of the HF5S and HF10S groups were significantly lowered to 20.64 and 20.17 mg/dL, respectively. Also, compared to the control group's serum triglyceride level of 98.36 mg/dL, the triglyceride levels of the HF5S and HF10S groups were significantly lowered to 87.94 and 87.39 mg/dL, respectively. These results indicate that dietary intake of *Agarum cribrosum* ethanol extracts might have beneficial effects on obesity by reducing body weight and improving blood lipid profile.

Key words : *Agarum cribrosum*, obesity, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride

1. 서론

식생활이 서구화되면서 동물성 식품 및 가공식품 등을 통하여 열량의 섭취가 증가하고 있고, 비만, 당뇨병, 고혈압, 동

맥경화 및 심혈관계 질환 등의 성인병이 늘어나고 있다(Law MR와 Wald NJ 1994, Castelli WP 등 1986). 특히 동물성 지방의 과다한 섭취로 인한 혈액내의 고 콜레스테롤과 고 중성지방이 만성 성인병의 발병에 중요한 원인으로 여겨지고 있다. 고지혈증(hyperlipidemia)은 혈액중의 콜레스테롤, 중성지방, 인지질 및 유리지방산 등의 농도가 비정상적으로 증가한 상태에서 가장 직접적으로 영향을 미치는 인자는 혈중 콜레스테롤과 저밀도지단백(LDL)-콜레스테롤을 들 수 있으며 특히 고콜레스테롤혈증(hypercholesterolemia)은 죽상동맥경화증(atherosclerosis)을 유발하는 것으로 알려져 있다. 죽상동맥경화증은 혈관벽을

[†]Corresponding author : Sung-Jin Park, Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea
Tel: +82-33-240-9234
Fax: +82-33-240-9119
E-mail: sjpark@hsc.ac.kr

따라 지질이 두껍게 쌓여 혈류를 감소시켜 허혈성 심장질환과 협심증, 심근경색의 원인이 되므로 임상적으로 중요한 문제가 되고 있다(Kim KI 등 2003). 세계보건기구에 따르면 비만은 전 세계적으로 3억명 이상의 성인에게 나타나는 현상으로 산업화된 나라에만 국한되어 나타나는 현상이 아니며 개발도상국의 1억1천5백만 명 이상의 인구가 비만으로 고통 받고 있다고 보고한다(Whitney EN와 Rolfes SR 2005). 우리나라의 경우 2010년 국민건강영양조사(KNHANES)의 보고에 따르면 1998년 국민 전체의 비만율은 26%였으나 2010년 30.8%로 증가하였다. 이는 2009년 31.3%와 비교하여 다소 감소된 것으로 확인되나 남성의 비만율이 지속적으로 증가하여 36.3%에 이르렀고 다만 여성의 비만율이 소폭 감소하여 24.8%로 나타난 결과이다. 대한민국 국민의 영양섭취의 상태에도 큰 변화가 있어 에너지 및 지방과잉섭취자의 비율이 전년도 대비 큰 폭으로 상승한 반면 중증도 신체활동 실천율 및 걷기 실천율이 큰 폭으로 감소하는 경향을 보였다(Ministry of Health and Welfare 2010). 2010년 국민건강영양조사를 분석한 결과 우리나라 성인의 비만율이 증가함에 따라 정상체중인 사람에 비해 비만인 사람에서 고혈압, 이상지혈증, 당뇨병이 동반될 위험이 2배 이상 높게 나타났으며 이는 에너지 및 지방의 높은 섭취량에 비해 낮은 신체활동과 불규칙한 생활습관이 상관관계가 있다. 따라서 혈액내의 이들 지질 수준을 저하시키기 위한 치료 및 예방책의 일환으로 식생활에 대한 관심이 모아지고 있다. 식품에 대한 관심 역시 영양적인 측면이나 기호성을 고려한 1차적, 2차적 기능보다 질병의 치료 및 예방에 관계되는 3차적 기능인 측면에 더 관심이 높다(Park JH 등 2005). 천연물로부터 질병을 예방 또는 억제할 수 있는 생리활성물질에 대한 연구가 증대되어지고 있고, 특히 생리활성물질의 보고로 알려진 해양식물의 탐색에 관한 연구 및 해조류로부터 질병을 억제하거나 개선시킬 수 있는 소재를 찾으려는 연구가 활발히 진행되고 있다(Joo DS 등 2003).

구멍쇠미역(*Agarum cribrosum*)은 다시마과에 속하고 일본의 홋카이도, 쿠릴열도, 아메리카 태평양연안, 베링해에 분포하고 우리나라에서는 동해안 중부 이북지방에 분포한다. 잎의 모양이 둥근 특징을 가지고 있고 둥근 잎에는 많은 구멍이 있으며, 수심 30의 깊은 곳에 서식하며 최근에 식용으로 사용하게 되었다. 구멍쇠 미역에는 34%의 식이섬유가 함유되어 있으며 K, Ca, Na, 및 Mg 등의 천연 미네랄, 필수아미노산이 풍부하다(Park SJ 등 2012). 구멍쇠 미역에 대한 연구로는 발암성 니트로사민 생성인자의 하나인 아질산염을 효과적으로 전화시켜 발암성 니트로사민 생성억제를 보고한 연구(Park YB 2005), 만성병을 유발하는 5 lipoxygenase-II (potato lipoxygenase-II)의 저해제가 구멍쇠미역 등의 수산생물에 많이 함유되어 있다는 연구도 보고(Cho SY 등 1994)되었으며, 최근에는 치매의 예방 및 치료를 위한 물질 탐색(Jeon 등 2012), 영양성분 및 생리활성(Park SJ 등 2012) 등 연구가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 고지방 식이로 비만을 유도한 흰쥐의 식이에 구멍쇠 미역 에탄올 추출물이 지질대사에 어떠한 영향을

미치는 알아보기 위하여 5주령의 Sprague-Dawley 수컷 흰쥐에 추출물 식이를 5%, 10% 수준으로 10주간 급여한 후 혈청 내 지질함량의 변화와 체중변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 구멍쇠 미역(*Agarum cribrosum*)은 2011년도에 강원도 동해안에서 채취한 것을 경포대영어조합법인에서 공여 받아 깨끗하게 수세한 생체를 냉동계속건조기(TJHP-1003, Joogang Precision, Daegu, Korea)에서 건조하여 80% 에탄올 추출에 적합하도록 절단한 후 일정량의 무게를 달고 10배 에탄올을 가한 후 70℃ 수욕상에서 환류냉각 시키면서 5시간씩 3회 반복 추출한 다음 여과한 여액을 회전감압농축(CCA-1100, Eyela, Tokyo, Japan)하여 -70℃에서 급속동결 건조(PVTF 10AT, ILSIN, Korea)과정을 거쳐 분말 상태로 준비하여 그 외 실험에 사용하였으며, 추출수율은 21.4%이었다.

2. 실험동물 및 식이군 배정

구멍쇠 미역 에탄올 추출물의 *in vivo* 실험을 위하여 5주령 Sprague-Dawley(SD)계 수컷 흰쥐를 (주)오리엔트 바이오(Seongnam, Korea)에서 구입하였다. 일반 사육용 사료로 예비 사육하여 환경에 적응시키며 예비사육기간 동안의 무게에 따라 난괴법에 의해 나누어 각 군당 10마리씩 총 4군으로 분류하였다. 즉 기본식이군(Basal diet group, BDG), 대조군인 고지방식이군(High fat diet control group, HFDCG), 고지방식이에 구멍쇠미역 에탄올 추출분말 5%를 첨가군(High fat diet + 5% 구멍쇠미역 에탄올 추출분말, HF5S)과 10% 첨가군(High fat diet + 10% 구멍쇠 미역 에탄올 추출분말, HF10S)으로 나누었고 실험식이는 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(07~19시)과 소등(07:00 및 19:00)을 실시하였고 환기, 조도를 자동으로 조절하였다. 실험기간 중 식이는 자유급여(*ad libitum*) 하였고, 물은 증류수를 섭취하게 하였다.

3. 체중변화와 식이효율 측정

체중증가량 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 사육기간 동안의 체중증가량을 같은 기간 동안 섭취한 식이량으로 나누어 산출하였다.

Table 1. Composition of experimental diet unit: g

Group Ingredient(g)	BDG ¹⁾	HFDCG ²⁾	HF5S ³⁾	HF10S 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
Beef 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
ACE ¹⁴⁾	-	-	10,00	20,00
Total	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⁾ HF5S : High fat diet + *Agarum cribrosum* extract powder 5% of 100 kcal
- ⁴⁾ HF10S : High fat diet + *Agarum cribrosum* extract powder 10% 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⁾ ACE : *Agarum cribrosum* extract powder

4. 실험동물 처치 및 장기 적출

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

5. 혈청 분석

혈중지질 성분의 주요지표가 되는 대사산물로 총콜레스테롤, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol(LDL-Cholesterol), high density lipoprotein cholesterol(HDL-Cholesterol)을 측정하고, 시료투여로 인한 간 및 신장 기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 간 기능 지표인 aspartate aminotransferase(AST)와 alanine aminotransferase(ALT) 그리고 신장기능지표인 γ -glutamyl transferase (g-GT)와 creatinine을 측정하였다. 총단백질은 Biuret method 원리에 의해 TP kit를 이용하여 유색화합물을

형성시킨 후 농도를 구하였다.

6. 통계분석

실험결과는 Statistical package for social science version 12.0(SPSS 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여 각 실험군의 평균±표준오차로 표시하였으며, 각 군 간의 평균치의 통계적 유의성은 p<0.05수준에서 Duncan's multiple test(Sendecor GW와 Cochran WG 1967)에 의해 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식이섭취량

실험기간 동안 자유급여(ad libitum) 방식에 의한 1일 평균 식이섭취량은 기본식이군 25.35±0.24 g으로 나타났으며, 고지방식은 22.88±0.34 g, 고지방식이에 구멍쇠미역 추출물 투여군인 HF5S와 HF10S에서는 각각 22.61±0.41 g, 22.54±0.32 g으로 나타났다(Table 2). 일반식이를 섭취한 기본식이군이 고지방식이를 섭취한 고지방식이군 및 실험군에 비하여 1일 평균 사료섭취량에서 유의적으로 더 많이 섭취한 것으로 나타났다. 그러나 고지방식이군과 고지방식이에 구멍쇠미역 추출물 투여군 사이의 1일 평균 식이섭취량의 차이는 나타나지 않는 것으로 조사되었다.

Table 2. Final body weight, body weight gain, food intake and FER

Group ¹⁾	Food intake (g/day)	Body weight (g)			FER ²⁾ (%)
		Initial(g)	Final(g)	Gain (g/day)	
BDG	25.35±0.24 ^a	298.20±13.41 ^a	537.11±21.13 ^c	3.41±0.33 ^c	13.45±1.37 ^c
HFDCG	22.88±0.34 ^b	298.34±18.04 ^a	642.01±25.21 ^a	4.91±0.35 ^a	21.45±1.88 ^a
HF5S	22.61±0.41 ^b	298.97±20.44 ^a	573.29±27.27 ^b	3.92±0.59 ^b	17.33±2.14 ^b
HF10S	22.54±0.32 ^b	285.41±13.79 ^a	591.37±20.30 ^b	4.37±0.49 ^b	19.39±1.99 ^b

- ¹⁾See the footnote of Table 1
- ²⁾FER (Food efficiency ratio) = (Body weight gain/Food intake) × 100
- ³⁾Values are represented as the mean±SD (n=10). Values with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05.

2. 체중변화 및 식이효율

구멍쇠 미역 추출물 투여기간 10주 동안 일반식이 및 고지방식이를 급여하면서 체중변화식이효율을 측정 결과를 Table 2에 나타내었다. 시험개시 체중은 평균체중이 295.23±16.24 g으로 기본식이군, 고지방식이군, 5% 구멍쇠 미역 추출물 투여군(HF5S), 10% 구멍쇠 미역 추출물 투여군(HF10S) 4개 군으로 분리 배치하였다. 체중변화는 고지방식이 급여 10주 후 고지방식이군의 체중이 642.01 ± 25.21 g 및 구멍쇠 미역 추출물 투여군인 HF5S, HF10S에서 각각 573.29 ± 27.27 g과

591.37 ± 20.30 g으로 모두 기본 식이군의 체중 537.11 ± 21.13 g과 비교하여 유의한 체중증가량을 나타내었으며, 구멍쇠미역 추출물을 투여한 두 실험군 HF5S와 HF10S 모두 고지방식이 단독 섭취군보다 유의적으로 체중이 감소하였다 (p<0.05).

식이효율 변화는 고지방식이를 급여한 모든 대조군과 실험군에서 기본식이군과 비교하여 높은 식이효율을 보이는 것으로 나타났으며, 고지방식이군에 구멍쇠미역 추출물을 첨가하였을 때는 대조군인 고지방식이군보다 유의적으로 식이효율이 감소하는 것으로 나타났다(p<0.05). 이러한 결과로부터 구멍쇠미역 추출물 투여가 고지방식으로 오는 높은 식이효율을 낮추어주는 쪽으로 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

3. 장기무게 변화

고지방식으로 유발된 고지혈증과 구멍쇠 미역 추출물 투여로 인한 간, 비장, 신장, 폐, 심장의 장기무게 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(Kwang JS와 Baek SH 2003)고 하였으나, 본 실험에서는 기본식이를 섭취한 쥐의 간의 무게는 3.01 ± 0.27 g, 고지방식이군은 2.94 ± 0.01 g로 오히려 고지방식이섭취군의 간의 무게가 유의적으로 감소하였으며 구멍쇠미역 추출물을 넣은 실험군인 HF5S와 HF10S의 경우 각각 2.51 ± 0.02 g와 2.55 ± 0.06 g으로 기본식이군과 고지방식이군보다 유의적으로 더 감소함을 보여주었다. 비장과 신장과 심장의 무게는 모든 대조군과 실험군에서 순서대로 0.12 ± 0.02 ~ 0.17 ± 0.32 g, 0.75 ± 0.21 ~ 0.79 ± 0.71 g, 0.36 ± 0.05 ~ 0.40 ± 0.08 g 사이의 무게를 보여 기본식이군, 고지방식이군, HF5S와 HF10S 모든 군에서 유의적이 차이를 보이지 않았다(p<0.05).

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

Group ¹⁾	Liver	Spleen	Kidney	Lung	Heart
BDG	3.01±0.27 ^{a,2)}	0.17±0.32 ^a	0.75±0.21 ^a	0.47±0.04 ^a	0.37±0.04 ^a
HFDCG	2.94±0.01 ^b	0.16±0.11 ^a	0.79±0.71 ^a	0.39±0.05 ^b	0.40±0.08 ^a
HF5S	2.51±0.02 ^c	0.12±0.62 ^a	0.77±0.32 ^a	0.41±0.03 ^a	0.38±0.02 ^a
HF10S	2.55±0.06 ^c	0.14±0.13 ^a	0.75±0.91 ^a	0.42±0.03 ^a	0.36±0.05 ^a

¹⁾See the footnote of Table 1

²⁾Values are represented as the mean±SD (n=10). Values with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05.

폐의 무게의 경우 고지방식이섭취군이 0.39 ± 0.05 g으로 가장 작고 기본식이군 0.47 ± 0.04 g으로 가장 컸으나, 모든 군 간에 유의적인 차이는 없었다.

이와 같은 결과 장기무게의 변화는 고지방식이와 구멍쇠미

역추출물의 투여가 비장, 신장, 심장의 장기무게에 영향을 미치지 못하였으며 간의 경우 고지방식이와 구멍쇠미역추출물의 투여가 간의 무게를 줄여주는 효과를 보였고 폐에서도 유사한 결과를 보여 고지방식이군이 폐의 무게를 줄여주는 효과를 보여주었다. 고지방식으로 간의 무게가 줄어든 결과는 고지방식이가 간에 지질을 축적하여 간의 무게를 늘어나게 한다(Lee SH와 Lee YS 1998, Hong YJ와 Sin HH 1979, Kim AR 등 2011)는 다른 논문의 결과들과는 반대되는 것으로 이는 소장내 지질의 흡수 저하와 간조직의 pool size등의 감소에 기인한 것으로 사료된다.

5. 혈청성분 분석

10주 동안 고지방식이와 함께 구멍쇠 미역 추출물 투여 후 혈중 ALT, AST, γ-GT, creatinine, 총단백 함량을 측정하여 Table 4에 나타내었다. ALT 활성 변화는 기본식이군 50.24±5.20 unit/L와 비교하여 고지방식이군 62.01±8.96 unit/L로 유의적인 증가현상을 보였고, 구멍쇠 미역 추출물 투여군인 HF5S군과 HF10S군에서는 각각 51.28±6.01 unit/L, 52.97±2.24 unit/L로 고지방군과 비교하여 유의적인 감소현상을 나타내어 구멍쇠 미역 추출물 투여로 인한 ALT 활성 변화는 기본식이군 수준으로 유지되는 것으로 나타났다. AST 활성 변화는 고지방식이군 140.61±19.77 unit/L로 기본식이군 121.73±15.23 unit/L와 비교하여 유의적인 증가현상을 보였다. ALT, AST는 간을 비롯하여 장기에 존재하는 아미노산 합성효소로서 정상적인 세포과피에 의해서도 혈액 중에 일정 수치가 존재하나 간과 특정장기의 손상으로 수치가 상승하는 효소로(Kim JI 등 1984), 본 실험의 경우 고지방식이에 의한 ALT, AST 활성 증가현상을 보여주었으나 구멍쇠 미역 추출물 투여로 이들 효소활성이 기본식이군 수준으로 떨어졌다. 이와 같은 결과로부터 구멍쇠 미역 추출물은 고지방식으로 오는 간기능을 개선시킬 것으로 생각된다.

Table 4. The serum alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, γ-glutamyl transferase, creatinine and total protein levels in Sprague Dawley rats fed *Agarum cribrosum* extract powder

Group1)	ALT ²⁾ (unit/L)	AST ³⁾ (unit/L)	γ-GT ⁴⁾ (unit/L)	Creatinine (mg/dL)	total protein (mg/dL)
BDG	50.24±5.20 ^{b,5)}	121.73±15.23 ^b	4.01±0.71 ^a	0.61±0.02 ^a	4.89±0.22 ^b
HFDCG	62.01±8.96 ^a	140.61±19.77 ^a	4.11±0.11 ^a	0.59±0.07 ^a	4.89±0.41 ^b
HF5S	51.28±6.01 ^b	114.41±16.93 ^c	4.05±0.23 ^a	0.57±0.06 ^a	4.93±0.36 ^b
HF10S	52.97±2.24 ^b	130.11±10.11 ^b	4.13±0.51 ^a	0.50±0.02 ^b	5.19±0.15 ^a

¹⁾See the footnote of Table 1

²⁾ALT : alanine aminotransferase

³⁾AST : aspartate aminotransferase

⁴⁾γ-GT : γ-glutamyl transferase

⁵⁾Values are represented as the mean±SD (n=10). Values with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05.

신장에 이상이 있으면 혈액 중으로 유출되어 이상치가 나오는 γ -GT와 신장 기능을 평가하는 중요한 지표가 되는 creatinine 양을 조사하고, 간과 신장의 건강 유무를 가늠할 수 있는 혈청 총 단백을 측정하였다(Cha JY 등 2001). 그 결과 γ -GT는 고지방식이와 구명쇠미역추출물 투여와는 무관한 것으로 나타났다. 그러나 creatinine의 경우 고지방식이와 구명쇠 미역 추출물 5 % 투여에서는 기본식이군과 차이를 보이지 않았으나 구명쇠미역 추출물을 10 % 투여한 결과 크레아티닌 수치가 유의적으로 감소함을 알 수 있었다. 혈청단백양의 경우 기본식이군이 4.89 ± 0.22 g, 고지방식이군이 4.89 ± 0.41 g으로 같았으며 고지방식에 5 % 구명쇠미역 추출물을 투여하였을 때 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않았으나 10 %를 투여하였을 때는 유의적으로 증가하여 5.19 ± 0.15 g이 되었다.

따라서 creatinine, γ -GT, 혈청단백 지표를 볼 때 구명쇠 미역 추출물에 의한 이상반응은 없을 것으로 사료된다.

6. 혈중지질 농도

HDL-, LDL-cholesterol은 체내에서 콜레스테롤을 운반하는 역할을 하는데 HDL -cholesterol은 콜레스테롤을 조직에서 간으로 이송하여 재활용 또는 배설하여 혈중 콜레스테롤 함량을 저하시키는 반면에 LDL-cholesterol은 간에서 다른 조직으로 콜레스테롤을 운반, 체내에 콜레스테롤을 축적하여 심혈관계 질환의 발병에 중요위험 인자이다(Imano H 등 2011). Table 5에는 기본식이군, 대조군인 고지방식이군 및 고지방 식이에 5%, 10%의 구명쇠 미역 추출물을 섭취한 HF5S와 HF10S 등 네 군의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지질 농도 및 동맥경화지수를 정리하였다. 모든 지질의 농도가 네 군 간에 유의적인 차이를 보였는데 특히 총 콜레스테롤 농도는 구명쇠 미역 추출물을 섭취한 두 군의 농도와 기본식이군의 농도가 같은 수준으로 나타나 구명쇠 미역 추출물이 혈청의 총 콜레스테롤 농도를 낮추는데 매우 좋은 효과가 있었음을 알 수 있다. HDL-콜레스테롤은 말초조직으로부터 과잉의 콜레스테롤을 간으로 이동시키고 거품세포 형성을 방해하여 동맥경화의 진행과정을 늦추는 역할을 하는 것으로 알려져 있는데, 최근 동맥경화를 포함한 심혈관계 질환의 예방과 치료에서 HDL-콜레스테롤의 역할에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(Poulter N 1999). 혈중 HDL-콜레스테롤은 대조군인 고지방식이군에서 48.69 ± 2.17 mg/dL로 기본식이군 51.37 mg/dL와 비교하여 유의적인 감소를 하였으며 고지방식에 5 %, 10 % 구명쇠미역추출물을 투여한 HF5S, HF10S군에서 더욱 감소하였다(p<0.05). 또한 혈중 LDL-콜레스테롤 수치도 HDL-콜레스테롤 수치와 유사한 경향을 보여주었다. 기본식이군의 경우 LDL-콜레스테롤이 15.69 ± 0.91 mg/dL이었으나 고지방식이군에서 27.41 ± 0.28 mg/dL로 유의적으로 증가하여 고지방식이 섭취에 의한 LDL-콜레스테롤의 증가현상을 확인할 수 있었으며 또한 구명쇠 미역 추출물 투여에 의한 LDL-콜레스테롤 수치의 유의적인 감소를 HF5S, HF10S군에서 볼 수 있었다. 중성지질의 농도도 LDL콜레스테

롤과 같은 경향을 보여주어 고지방식이군이 기본식이군보다 유의적으로 높아졌으나 구명쇠미역추출물을 투여한 결과 그 수치가 유의적으로 감소하는 것을 볼 수 있었다. 그러나 그 감소는 기본식이군의 수치보다는 유의적으로 높았다. 한편 동맥경화지수는 기본식이군에서 0.52 ± 0.14 , 대조군인 거고지방식이군 0.83 ± 0.22 로 고지방식이와 동맥경화지수를 유의적으로 높여주는 것을 알 수 있었으며 고지방식에 구명쇠 미역추출물 투여는 고지방식이군의 동맥경화지수를 낮추지 못하였다. 식이섬유가 풍부한 식품을 섭취하게 되면 식품 속의 식이섬유와 담즙산이 결합하여 콜레스테롤의 배출을 도와 혈중 콜레스테롤의 농도를 낮추어 준다고 하였으나 구명쇠미역추출물은 흰쥐의 동맥경화지수를 낮추지 못하는 것으로 나타났다.

Table 5. Serum lipid concentrations of experimental rats

Group ¹⁾	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	AI ²⁾
BDG	78.09±5.20 ^{b,3)}	51.37±2.26 ^a	15.69±0.91 ^c	71.42±6.58 ^c	0.52±0.14 ^b
HFDCG	89.14±3.16 ^a	48.69±2.17 ^b	27.41±0.28 ^a	98.36±8.76 ^a	0.83±0.22 ^a
HF5S	77.26±5.69 ^b	42.28±2.74 ^c	20.64±0.53 ^b	87.94±3.64 ^b	0.83±0.12 ^a
HF10S	75.47±1.58 ^c	42.97±1.49 ^c	20.17±0.62 ^b	87.39±6.10 ^b	0.76±0.17 ^a

¹⁾See the footnote of Table 1

²⁾Atherogenic index : [Total cholesterol-(HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol]

³⁾Values are represented as the mean±SD (n=10). Values with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05.

IV. 요약

고지방식이로 비만 및 고지혈이 유발된 실험동물에서 체중, 혈중지질, 혈청생화학적 검사 및 장기무게를 측정하여 구명쇠 미역 추출물 투여로 인한 혈중지질 개선효과와 구명쇠 미역 추출물의 간과 신장의 기능 및 장기무게에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 체중 및 사료이용효율은 고지방식에 의해 고지방군에서 증가현상을 보였으며, 구명쇠 미역 추출물 5 %와 10 % 투여군인 HF5S과 HF10S군에서 구명쇠 미역 추출물 투여로 인한 체중증가량 감소와 식이효율 감소현상을 보였다. 혈청 생화학적 검사에서 고지방식에 의해 혈중 ALT, AST의 증가가 관찰되었으나 구명쇠 미역 추출물 투여에 의해 기본식이군과 비슷한 수준으로 유지되는 것을 볼 수 있었다. 혈중 creatinine은 고지방식이 및 구명쇠 미역 추출물 투여에 영향을 받지 않았으나 γ -GT의 경우 구명쇠미역 추출물을 10 % 첨가하였을 때는 유의적으로 감소하여 기본식이군과 고지방식이군보다 낮아졌다. 혈중지질 변화는 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, triglyceride, 동맥경화지수(AI) 모두 고지방식에 의해 유의적인 증가현상을 보였으며, 구명쇠 미역 추출물 투여한 경우 고지방식이군에 비하여 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤은 감소하였으나 동맥경화지수는 변화가 없었다. 이상의 실험결과 구명쇠 미역 추출물은 비만유도 흰쥐에

서 체중과 간의 무게 감소와 더불어 혈청의 지질성상의 개선에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 구멍쇠 미역에 함유된 다량의 식이섬유소와 미네랄 등의 생리활성 물질이 지질대사를 개선시키고 지방 축적을 억제하여 비만, 고지혈증, 이상지혈증의 예방 및 개선 효과를 나타낼 것으로 기대되며 나아가 심혈관계 질환의 예방 및 치료에 긍정적인 효과가 있을 것으로 사료된다.

V. 감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 시행한 2012년도 산학연공동기술개발사업지원(과제번호:C0026640)에 의하여 수행된 연구 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 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
- Cho SY, You BJ, Chang MH, Lee SJ, Sung NJ, Lee EH. 1994. Screening for porare lipoxygenase-II inhibitor in unused marine resources by the polarographic method. *Agr Chem Biotechnol* 37: 451-455
- Hong YJ, Sin HH. 1979. The Effects of lipid-diet on metabolism in rats. *Korean J Nutr* 12: 45-51
- Imano H, Noda H, Kitamura A, Sato S, Kiyama M, Sankai T, Ohira T, Nakamura M, Yamagishi K, Ikeda A, Shimamoto T, Iso H. 2011. Low-density lipoprotein cholesterol and risk of coronary heart disease among Japanese men and women: the circulatory risk in communities study(CIRCS). *Prev Med* 52: 381-386
- Jeon YE, Yin XF, Lim SS, Chung CK, Kang IJ. 2012. Antioxidant activities and acetylcholinesterase inhibitory activities from seaweed extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 434-449
- Joo DS, Lee JK, Chol YS, Cho SY, Je YK, Chol JW. 2003. Effect of seatangle oligosaccharide drink on serum and hepatic lipids in rats fed a hyperlipidemic diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1364-1369
- Kim AR, Hwang YG, Lee JJ, Jung HO, Lee MY. 2011. Effects of *Eriobotrya japonica* Lindl (loquat) leaf ethanol extract on cholesterol and antioxidative activity in rats fed a high-fat/high-cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 673-681
- Kim KI, Han CK, Seong KS, Lee OH, Park JM, Lee BY. 2003. Effect of whole powder and extracts of *Gastrodiae Rhizoma* on serum lipids and body fat in rats fed high-fat diet. *Korean J Food Sci Technol* 35: 720-725
- 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
- Kwag 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
- Ministry of Health and Welfare. 2010. Korea Health Statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1). Korea Centers for Disease Control and Prevention, Seoul, Korea.
- Park SJ, Min KJ, Park TG. 2012. Nutritional characteristics and screening of biological activity of *Agarum cribrosum*. *Korean J Food Nutr* 25: 842-849
- Park JH, Ha AW, Cho JS. 2005. Effects of green tea-soybean paste on weights and serum lipid profiles in rats fed high fat diet. *Korean J Food Sci Technol* 37: 806-811
- Poulter N. 1999. Coronary heart disease is a multifactorial disease. *Am J Hypertens* 12: S92-S95
- Sendecor GW, Cochran WG. 1967. Statistical methods. 6th ed., Iowa State University Press, Iowa, pp.1
- Whitney EN, Rolfes SR. 2005. Understanding nutrition. 10th ed, Thomson Wadsworth, Belmont, CA, USA, pp. 264-280

2013년 3월 25일 접수; 2013년 4월 6일 심사(수정); 2013년 8월 7일 채택