

Effects of *Cladosiphon okamuranus* on Lipid Metabolism in High-fat-diet Rats

Gui-Jeong Bae and Bae-Jin Ha*

Department of Pharmaceutical Engineering and College of Medical Life Science, Silla University, 1-1 San, Gwaebup-dong, Sasang-gu, Busan 617-736, Korea

Received March 9, 2016 / Revised May 30, 2016 / Accepted June 7, 2016

Cladosiphon okamuranus is edible brown algae cultured commercially and extensively on the Okinawa coast in Japan. We examined the effects of *Cladosiphon okamuranus* on the lipid metabolism in high-fat-diet rats. Seven-week-old female SD rats were divided into five groups and fed high-fat diets for 42 days. In addition, *Cladosiphon okamuranus* was administered orally for 42 days at 95 mg/kg of the body weight of the rats. The effects of lipid metabolism were evaluated by the total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high-density lipoprotein (HDL), low-density lipoprotein (LDL), glutamic pyruvate transaminase (GPT), glutamic oxalacetic transaminase (GOT) levels in sera. The levels of TC, TG, LDL, GPT, and GOT were reduced in the *Cladosiphon okamuranus* treated group compared with the high-fat diet group. However, the levels of HDL in the *Cladosiphon okamuranus* treated groups were higher than in the high-fat diet groups. These results demonstrated that *Cladosiphon okamuranus* had positive effects on lipid metabolism, suggesting *Cladosiphon okamuranus* could be used as an ingredient in useful, functional products.

Key words : *Cladosiphon okamuranus*, cholesterol, functional products, obesity, obese rat

서 론

비만은 체내에 지방조직이 과다한 상태[25]로, 경제 성장과 더불어 식생활이 서구화되면서 섭취하는 열량은 증가하지만 [26] 신체 활동량은 감소되어 발생한다[9]. 당뇨병[24], 심혈관 질환, 고혈압[10], 동맥경화 등과 같은 생활 습관으로 인한 질병뿐만 아니라 암, 천식 등과 같은 질병과 각종 합병증 및 치매, 우울증과 같은 정신질환 등을 유발한다[3, 21, 24, 25].

큰실말(もずく, *Cladosiphon okamuranus*)은 식용 갈조류로써 오키나와 근해 및 일본 주위에 많이 분포하고 있으며, 일본에서는 식재료 및 건강식품, 음료, 화장품 첨가제로써 널리 사용되고 있다[23]. 또한 큰실말이 다량 함유하고 있는 후코이단은 갈조류로부터 얻어진 황산 다당류이며 HIV, 단순포진바이러스, 헵기열 바이러스, 사이토 메갈로 바이러스 등과 같은 여러 바이러스에 대한 항바이러스효과가 있다고 알려져 있다 [8, 31]. 또한 큰실말의 대부분을 차지하는 식이섬유는 식품 중에서 채소, 과일, 해조류에 많이 들어 있는 섬유질로 알려진 난소화성 다당류로써 소화되지 않고 몸 밖으로 배출되는 고분자 탄수화물이다[6, 7]. 한 때 소화 및 흡수가 되지 않기 때문에

영양소로서의 가치가 없는 것으로 인식되어 경시되어 왔지만 오늘날 각종 질병, 장질환, 동맥경화증, 당뇨증, 담석증 등의 예방에 유효하다는 것이 알려지면서 영양 생리적으로 중요성을 인정받아 식이섬유에 대한 연구가 증가하고 있다[7, 18]. 식이섬유의 특성은 물을 흡수하는 능력, gel matrix 형성 능력, 금속이온의 흡수 저하, 혈장 콜레스테롤 저하 능력, 내당능의 개선효과, 대장암의 발생 감소 등이 있다[5, 16, 18, 21]. 식이섬유는 특별한 부작용 없이 환자의 증상을 호전시키지만, 철분, 구리 등의 무기질과 결합하는 특성으로 과잉 섭취 시 비타민의 흡수 저하와 무기질의 불균형 및 흡수 저하를 초래할 수 있다[5, 18]. 식이섬유는 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유로 나누어지며 pectin, mannan, agar 등이 수용성 식이섬유에 속하며, 불용성 식이섬유로는 cellulose가 있다[30]. 이러한 식이섬유에는 cellulose, hemicellulose, mannan, chitin, xylan 등과 같은 세포벽을 구성하는 성분들과 세포 간 저장물질을 구성하는 alginic acid, laminaran, carrageenan 등이 다량 함유되어 있다[29]. 또한 식이섬유의 섭취는 변비 치료에서 가장 기본적으로 이용되고 있고[22], 심혈관계 질환과 밀접한 연관이 있는 대사성질환을 예방하고 치료하는 목적으로도 사용된다. 최근 들어 동물성 지방과 단백질 섭취를 줄이고 저칼로리 식품을 섭취하도록 권장되고 있어 식품에서 추출한 식이섬유와 같이 독성이 없고 안전하며 장기간 복용이 가능한 기능성 식품에 대한 관심이 급증하고 있다[19, 28].

본 연구에서는 큰실말을 이용하여 항비만 활성을 비교·분석한 결과를 항비만 기능성 제품에서의 기초 자료로 제공하고 자 한다.

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5466, Fax : +82-51-999-5636

E-mail : bjha@silla.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 2. Formulation of high-fat diet

Product	mg %	kcal %
Protein	26.2	20
Carbohydrate	26.3	20
Fat	34.9	60
Total	55.24	100
kcal/gm		
Ingredient	mg	kcal
Caseun, 80 Mesh	200	800
L-Cystine	3	12
Corn Starch	0	0
Maltodextrin 10	125	500
Sucrose	68.8	275.2
Cellulose, BW200	50	0
Soybean Oil	25	225
Lard*	245	2,205
Mineral Mix S10026 10 0	10	0
DjCalcium Phosphate	13	0
Calcium Carbonate	5.5	0
Potassium Citrate, 1 H ₂ O	16.5	0
Vitamin Mix V10001	10	40
Choline Bitartrate	2	0
Total	773.85	4,057

Formulated by E.A, Ulman, Ph.D. Research Diet, Inc.
 Typical analysis of cholesterol in lard = 0.95 mg/g
 Cholesterol(mg)/4057 = 232.8
 Cholesterol(mg)/kg = 300.8
 Vitamin Mix V10001 contains vit A, vit D₃, menadione sodium bisulfite, biotin, cyanocobalamin, folic acid, nicotinic acid, calcium pantothenate, pyridoxine-HCl, riboflavin, thiamin HCl and sucrose.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 큰실말은 2013년 남태평양 중부에 위치한 통가왕국에서 생산하고 MS bioglobal에서 수입한 것을 이용하였다. 큰실말은 60℃ dry oven에서 완전히 건조 후 ball mill

을 이용하여 분쇄하였다. 분쇄한 분말은 -20℃에서 보관하여 사용하였다.

큰실말에서의 식이섬유 추출

큰실말의 식이섬유를 추출하기 위해 사용되는 용매는 정등[11]의 연구 결과를 바탕으로 0.05N HCl, 0.02 N Na₂EDTA 및 3차 증류수(대조군)를 이용하여 추출하였다. 큰실말 시료 2 g에 각각의 용매 100 ml을 넣어 121℃에서 1시간 동안 고압 추출하였다. 추출된 시료는 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 상등액은 수용성 식이섬유 추출에 이용하였으며, 침전물은 동결건조 후 불용성 식이섬유의 함량을 계산하였다. 수용성 식이섬유를 추출하기 위해 상등액의 2배 부피의 에탄올을 가하여 4℃에서 24시간 동안 냉장 보관 하였으며 침전물은 3,000 rpm, 20분간 원심분리 후 동결건조 하여 수용성 식이섬유의 함량을 계산하였다.

실험동물 및 식이

실험동물은 6주령이고 몸무게가 158±10 g인 Sprague-Dawley (SD)계 암컷을 (주)샘타코코리아(경기도, 한국)로부터 구입하여 사용하였다. 각 실험에 쓰이는 rat은 매일 일정한 시간에 시료를 투여하였고, 또한 체중을 매일 일정한 시각에 측정하였다(신라대학교 동물윤리위원회에서 인증 받음. SUACAC-2015-012).

쥐의 활동성을 주기 위해 12시간 낮과 밤의 주기로 Auto control system기기(SS-2200, SYSTRONICS, KOREA)를 사용하여 온도 24±2℃와 습도 60±5%로 유지하여 54일간 사육하였다. 쥐들은 난괴법(randomized complete block design)에 의해 5군으로 각 군당 5마리로 나누어 실험하였다. 각각의 그룹은 정상군(NOR : 생수 투여 + 정상식이), 대조군(CON : 생수 투여 +60% 고지방식이), 시료군(CNCK : 큰실말 투여 +60% 고지방식이), (CNCK-O : 큰실말 불용성 식이섬유 투여 +60% 고지방식이), (CNCK-W : 큰실말 수용성 식이섬유 투여 +60% 고지방식이)로 표기하여 실험하였다(Table 1). 9일간 적응기간을 가진 후, 42일간 급식하고 52 일째 되는 날 CO₂로 마취하고 개복하여 장기의 상태를 확인하였고, 하대정맥에서 혈액을 채

Table 1. Experimental design of rats

Experimental group	Day 10-51	Day 10-51
	Intake diet	Dose of sample
NOR(5)	35 g/kg of Normal diet intake	95 mg/kg of water-fed
CON(5)	35 g/kg of High-fat diet intake	95 mg/kg of water-fed
CNCK(5)	35 g/kg of High-fat diet intake	95 mg/kg of CNCK-fed
CNCK-O(5)	35 g/kg of High-fat diet intake	95 mg/kg of CNCK-O-fed
CNCK-W(5)	35 g/kg of High-fat diet intake	95 mg/kg of CNCK-W-fed

NOR : Normal control group, CON : High fat diet treated group, CNCK : Dry solid of *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-O : Extract of water-insoluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-W : Extract of water-soluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group

취하였으며, 4 엽의 간을 모두 적출한 뒤 식염수로 세척하여 여분의 혈액을 제거하였다. 그리고 혈액은 원심분리 한 후 혈청을 획득하여 실험에 사용하기 전에 -70℃에 보관하였고, 간 또한 -70℃에 보관하여 실험에 사용하였다.

고지방식이 투여

(*)새타코코리아(경기도, 한국)에서 고지방 식이를 구입 하였으며 식이의 조성은 Table 2와 같다.

혈중 TC, TG 함량 분석

Total Cholesterol (TC) 양은 검체, 표준시약, blank에 각각 시료 0.02 ml씩 취한 다음 효소시액 3.0 ml씩을 첨가하고 잘 혼합하여 37℃에서 5분간 방치한 다음, blank를 대조로 하여 60분 이내에 파장 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Triglycerides (TG) 양은 Trinder법에 의해 조제된 시약을 사용하여 측정하였다. 검체, blank, 표준시약에 각각의 피검재료 혈청, 물, 기준액을 각각 0.02 ml씩 넣은 후 효소시약 3.0 ml를 넣고 혼합한 후 37℃ 수조에서 10분간 작용시킨 후 1시간 이내에 맹검을 대조로 하여 검체 및 표준의 흡광도를 측정하여 계산하였다.

혈중 HDL, LDL 함량 분석

High Density Lipoprotein (HDL) 양은 검체, blank, 표준액에 각각의 피검재료 혈청, 물, 기준액을 각각 0.02 ml씩 넣은 후 효소용액을 3.0 ml를 넣고 혼합한 후 37℃ 수조에서 15분간 반응시킨 후 1시간 이내에 blank을 대조로 하여 검체 및 표준의 흡광도를 측정하여 계산하였다.

Low Density Lipoprotein (LDL) 양은 Friedewald 식에 의하여 계산하였다[3].

$$[\text{Total cholesterol} - (\text{HDL} + \frac{\text{TG}}{5})]$$

혈중 GOT, GPT 함량 분석

혈청 중의 Glutamic oxalacetic transaminase (GOT) 양은 GOT substrate 1.0 ml를 시험관에 취하여 37℃ 수조에서 2~3 분간 가온한 후 혈청 0.2 ml의 혈청을 가하고 37℃ 수조에서 60분간 반응시켰다. 여기에 1.0 ml의 발색액을 가하여 혼합시킨 후 실온에서 20분간 방치하고 0.4N-NaOH 10.0 ml를 가하여 충분히 혼합한 후 증류수를 대조로 하여 505 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Glutamic pyruvate transaminase (GPT) 양은 GOT와 실험 방법은 동일하나, GPT substrate 1.0 ml를 사용하고 37℃ 수조에서 30분간 반응시킨 후 505 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계적 분석

본 실험에 대한 모든 실험 결과는 평균치와 표준편차로 나

타내었고, 통계적 유의성은 IBM SPSS Statistics Ver. 20 (IBM, NY, USA)를 이용한 one-way ANOVA로 검정하였으며, 사후 검증으로 t-test를 실시하였고 유의성은 $p < 0.001$ 로 하였다.

결과 및 고찰

체중의 변화

각 군별의 체중의 변화는 Fig. 1과 같다. 정상군과 비교해 보았을 때 대체적으로 체중이 높게 나타났고 고지방식이 대조군에서 체중이 가장 높게 나타났다. 큰실말 섭취군들의 체중은 대조군보다 낮게 나타났고, 그 중 큰실말을 섭취한 군이 가장 낮은 수치를 나타냈다.

혈액에서의 TC, TG 수치 변화

Cholesterol은 지질을 기초로 하여 간에서 합성되는 물질이며, 인체 내에서는 없어서는 안 될 물질로써 주로 세포막이나 일부 호르몬에 영향을 미친다. TC는 혈장(청)에 포함된 콜레스테롤의 총량으로 약 1/3이 유리콜레스테롤로 존재하고 나머지는 콜레스테롤 에스테르로서 존재한다. 총 콜레스테롤은 비만할수록 증가하는 경향을 나타낸다. 중성지방으로 알려진 TG는 생체 내에서 에너지 저장형태로 존재하며, 현대 성인병의 원인이 되는 물질로 인식되고 있다. 이는 포화지방산의 섭취나 포도당 과잉섭취로 TG의 형태로 전환되며 비만의 원인이 된다.

혈액에서의 TC 및 TG 수치 측정결과 Fig. 2에 나타내었다. 혈액 내의 TC는 정상군이 82.00±4.00 mg/dl, 대조군은 101.67±11.72 mg/dl, 큰실말 섭취군은 92.33±6.66 mg/dl, 큰실말 불용성식이섬유 섭취군은 79.67±5.03 mg/dl, 큰실말 수용성식이섬유 섭취군이 대조군보다 감소하여 정상군보다도 낮은 수치를 나타냈다. TG는 정상군이 70.33±2.52 mg/dl, 대조군은 89.33±

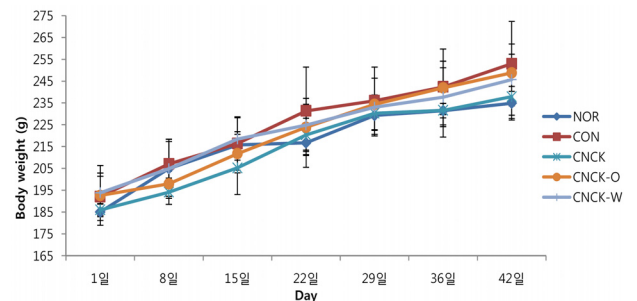


Fig. 1. Comparison of body weight of rats for 42 days. NOR : Normal control group, CON : High fat diet treated group, CNCK : Dry solid of *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-O : Extract of water-insoluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-W : Extract of water-soluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group.

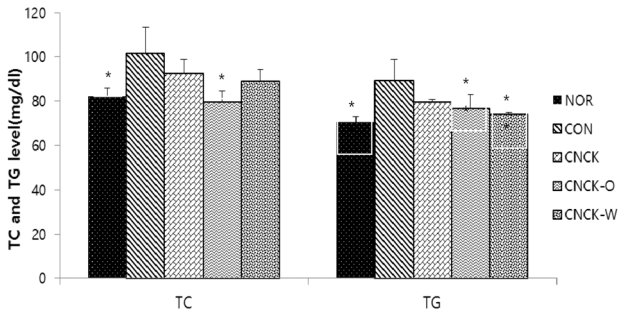


Fig. 2. Effect of *Cladosiphon okamuranus* on TC and TG levels in serum. NOR : Normal control group, CON : High fat diet treated group, CNCK : Dry solid of *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-O : Extract of water-insoluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-W : Extract of water-soluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group. All the values were expressed as means \pm S.D. (n = 5)*** means each group was significantly different ($p < 0.001$) for the value of CON in student's test.

9.50 mg/dl, 큰실말 섭취군은 79.67 \pm 1.15 mg/dl, 큰실말 불용성 식이섬유 섭취군은 76.67 \pm 6.35 mg/dl, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군은 74.00 \pm 1.00 mg/dl로, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군이 대조군보다 80.7% 감소하여 정상군에 가까운 수치를 나타냈다.

Jung 등[13]의 연구에서 대황 추출물의 TC의 경우, 대조군은 102.4 \pm 5.2 mg/dl, 2% alginic acid 섭취군은 98.6 \pm 10.2 mg/dl, 대황 추출물 섭취군은 79.3 \pm 4.8 mg/dl로 대조군보다 대황 추출물 섭취군에서 감소했다. TG의 경우, 대조군은 91.9 \pm 6.2 mg/dl, 2% alginic acid 섭취군은 83.9 \pm 11.8 mg/dl, 대황 추출물 섭취군은 74.6 \pm 7.3 mg/dl로 대조군보다 대황 추출물 섭취군에서 감소했다.

본 연구에서의 비만 유도 흰쥐의 cholesterol 개선 효과가 비슷한 경향을 보였으므로 해조류가 지질대사에 도움이 될 것으로 예측된다. 따라서 큰실말이 혈액 내 콜레스테롤의 감소로 심혈관 질환 예방에 도움이 될 것으로 사료된다.

혈액에서의 cholesterol 수치 변화

HDL cholesterol은 말초조직 및 혈관 벽에 축적된 콜레스테롤을 재 분산시켜 혈중 콜레스테롤을 감소시켜 동맥경화를 방어할 수 있는 것으로[14], 최근 연구들에 의하면, HDL cholesterol은 콜레스테롤 역수송 이외에도 항염증, 항산화, 항응고 작용 및 혈관내피세포를 보호하는 기능을 하며, 베타 세포에서 인슐린 분비를 촉진시켜 인슐린 저항성을 높여주는 것으로 알려져 있다[27]. HDL cholesterol이 많으면 고지혈증 억제뿐만 아니라 심혈관계 질환을 예방하는데 도움이 된다[1]. 반면, LDL cholesterol은 콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르(ester), TG 등을 간에서 말초조직으로 운반하는 역할을 한다. LDL

cholesterol은 주로 동맥 혈관 벽에 붙어 동맥경화를 일으키거나 심장질환의 원인이 되는 인자로 혈중 농도가 높아질수록 그 위험성이 커진다. 따라서, LDL cholesterol의 감소와 HDL cholesterol의 증가를 유도하여 심혈관계와 관련된 질병의 예방 및 치료에 도움을 준다[12, 26].

혈액에서의 cholesterol 수치 측정을 Fig. 3에 나타내었다. 혈액 내의 HDL은 정상군이 61.00 \pm 5.35 mg/dl, 대조군은 30.25 \pm 8.42 mg/dl, 큰실말 섭취군은 42.75 \pm 2.06 mg/dl, 큰실말 불용성 식이섬유 섭취군은 37.00 \pm 2.94 mg/dl, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군은 45.75 \pm 0.50 mg/dl로, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군이 대조군보다 50.4% 증가하여 정상군에 가까운 수치를 나타냈다. LDL은 정상군이 15.27 \pm 3.70 mg/dl, 대조군은 41.40 \pm 5.25 mg/dl, 큰실말 섭취군은 25.47 \pm 4.24 mg/dl, 큰실말 불용성 식이섬유 섭취군은 27.33 \pm 4.16 mg/dl, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군은 29.47 \pm 4.40 mg/dl로, 큰실말 섭취군이 대조군보다 61% 감소하여 정상군에 가까운 수치를 나타냈다.

Kwon 등[17]의 연구에서 돼생이의 HDL의 경우, 기초식이군은 15.9 \pm 2.9 mg/dl, 콜레스테롤군은 32.4 \pm 1.8 mg/dl, 돼생이 섭취군은 28.7 \pm 3.7 mg/dl로, 기초식이군보다 증가했다. LDL의 경우, 기초식이군은 27.2 \pm 4.9 mg/dl, 콜레스테롤군은 98.8 \pm 2.2 mg/dl, 돼생이 섭취군은 62.5 \pm 6.9 mg/dl로, 콜레스테롤군보다 감소했다.

본 연구에서 사용한 큰실말이 비만유도 흰쥐의 cholesterol 개선 효과가 돼생이보다 높았으므로 큰실말이 혈중 콜레스테롤 조성을 개선시키는 효과가 있음이 사료된다. 따라서 혈액 내 콜레스테롤의 감소로 심혈관 질환을 예방할 수 있을 것으로 예상된다.

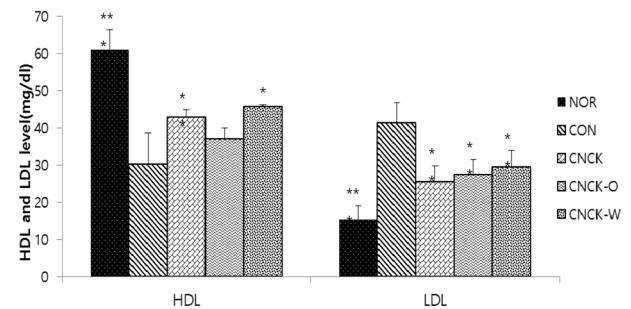


Fig. 3. Effect of *Cladosiphon okamuranus* on HDL and LDL levels in serum. NOR : Normal control group, CON : High fat diet treated group, CNCK : Dry solid of *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-O : Extract of water-insoluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-W : Extract of water-soluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group. All the values were expressed as means \pm S.D. (n = 5)*** means each group was significantly different ($p < 0.001$) for the value of CON in student's test.

혈액에서의 GPT, GOT 수치 변화

GPT와 GOT는 간 손상을 확인하는 대표적인 효소이며, 간에 지방이 과잉 축적되었을 때에도 수치가 높아진다[32]. 간조직의 손상은 세포 내부에 존재하는 효소가 혈액으로 유출되는 것을 측정하거나 pericentral necrosis를 관찰함으로써 확인할 수 있다. 따라서 간으로부터 혈액으로 방출된 간의 효소 활성도 측정할 수 있다. 따라서 간으로부터 혈액에 방출된 간의 효소 활성도 측정은 간 손상 연구에 있어서 가장 유용한 방법 중 하나이며, 특히 간 손상으로 인한 간세포의 괴사와 간조직의 파괴가 진행됨에 따라 transaminase가 혈중으로 유리되어 높은 활성을 나타내는 것이므로 간세포의 변성 및 괴사의 지표가 될 수 있다[4].

혈액에서의 GOT 및 GPT 분석 결과를 Fig. 4에 나타내었다. GOT는 정상군이 63.67±7.64 mg/dl, 대조군은 78.33±2.31 mg/dl, 큰실말 섭취군은 70.33±17.21 mg/dl, 큰실말 불용성 식이섬유 섭취군은 72.00±2.00 mg/dl, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군은 68.67±12.34 mg/dl로, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군이 대조군보다 65.9% 감소하여 정상군에 가까운 수치를 나타냈다. GPT는 정상군이 13.67±4.16 mg/dl, 대조군은 19.00±3.61 mg/dl, 큰실말 섭취군은 15.67±2.08 mg/dl, 큰실말 불용성 식이섬유 섭취군은 14.33±3.51 mg/dl, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군은 17.00±2.65 mg/dl로, 큰실말 불용성 식이섬유 섭취군이 대조군보다 87.6% 감소하여 정상군에 가까운 수치를 나타냈다.

Kim 등[15]의 연구에 의하면 후코이단의 혈중 GOT 수치는 25% ethanol 군과 후코이단 투여군이 유의한 차이를 보이지 않았으나, GPT 수치에서는 25% ethanol 군은 대조군에 비해 유의적으로 상승되었고, 후코이단 투여군들은 나머지 군들보

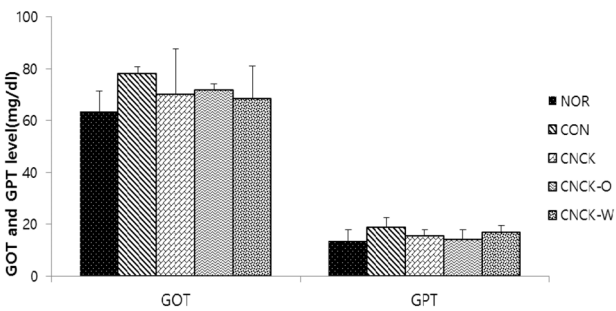


Fig. 4. Effect of *Cladosiphon okamuranus* on GOT and GPT levels in serum. NOR : Normal control group, CON : High fat diet treated group, CNCK : Dry solid of *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-O : Extract of water-insoluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group, CNCK-W : Extract of water-soluble *Cladosiphon okamuranus* and high fat dietary group. All the values were expressed as means ± S.D. (n = 5)*** means each group was significantly different (p<0.001) for the value of CON in student's test.

다 유의적으로 감소되었음을 확인할 수 있었다. GPT의 감소는 농도 의존적으로 각각 27.7%와 37.4% 감소함을 보였으므로 알코올성 간 손상을 후코이단이 저해하는 것으로 사료된다.

본 연구에서도 후코이단이 많이 함유되어있는 큰실말을 이용해 연구를 진행하였을 때, GOT 및 GPT 수치가 감소하는 것으로 보아 큰실말 및 식이섬유가 간 손상을 저해하는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2015년도 부산광역시의 재원으로 지원을 받아 수행된 BB21 (Brain Busan 21)에 의한 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

References

- Bae, C. R., Kwon, D. Y. and Cha, Y. S. 2013. Anti-obesity effects of salted and unsalted Doenjang supplementation in C57BL/6J mice fed with high fat diet. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **42**, 1036-1042.
- Chaung, S. G. 2014. Lung function in adult women is the impact of obesity. *J. Kor. Public Health Nurs.* **28**, 22-31.
- Friedwald, W. T., Levy, R. I. and Fedreicson, D. S. 1972. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without used of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* **18**, 499-508.
- Ha, B. J., Nam, C. S., Park, E. K. and Kang, K. S. 2006. The Relevance of *Salicornia herbacea* and *Epimedium koreanum* to hepatotoxicity. *J. Nat. Sci.* **15**, 55-60.
- Ha, J. M. 2004. Effect of soluble dietary fiber on plasma lipid metabolism in patients with NIDDM. *M. S. Thesis.* Ewha womans university. Seoul. Korea.
- Han, J. H. 2011. New analytical method for labeling dietary fiber content, *PepsiCo Advanced Res. PepsiCo Inc.* **44**, 49-56.
- Han, J. H. 2012. Status of consumption and consumer satisfaction of dietary fiber supplements among adults living in seoul and gyeonggi province. *Kor. J. Food Nutr.* **25**, 330-337.
- Hidari, K. I., Takahashi, N., Arihara, M., Nagaoka M., Morita, K. and Suzuki, T. 2008. Structure and anti-dengue virus activity of sulfated polysaccharide from a marine alga. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **376**, 91-95.
- Hwang, J. Y., Wu, Y. X., Hwang, D. I., Bea, S. J. and Kim, T. W. 2014. Anti-obesity effect of *Polygala tenuifolia*. *Kor. J. Food Pre.* **21**, 97-106.
- Jeong, H. S. 2013. Efficacy of *Alismatis orientale rhizoma* on obesity induced by high fat diet. *J. Kor. Herbology* **28**, 95-106.
- Jeong, H. S. and Lee, J. H. 2014. Effect of dietary fiber Mozuku(*Cladosiphon novae-caledoniae kylin*) residue on anti-oxidant activity and anticancer in HT-29 human colon cancer cells according to extraction condition. *Appl. Chem. Eng.* **25**, 363-367.
- Jung, S. G. 2011. Effects of caffeine intake with power walk-

- ing on body composition and triglyceride, FFA, LDL cholesterol, glucose, lactic acid in blood for obese female. *M. S. Thesis*, Sangmyung, Seoul, Korea.
13. Jung, Y. H., Choi, S. W. and Cho, S. H. 2008. Effect of *Eisenia bicyclis* and its pill on serum lipid status in rats fed high fat diet. *Kor. J. Nutr.* **41**, 5-12.
 14. Kim, H. S., You, J. H., Jo, Y. C., Lee, Y. J., Park, I. B., Park, J. W., Jung, M. A., Kim, Y. S. and Kim, S. O. 2013. Inhibitory effects of *Phellinus linteus* and rice with *Phellinus linteus* mycelium on obesity and diabetes. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **42**, 1029-1035.
 15. Kim, M. J., Jeon, J., Lee, S. P. and Lee, J. S. 2014. Protective effects of fucoidan against acute alcohol-induced liver injury in rats. *Kor. J. Food Sci. Tech.* **46**, 219-223.
 16. Kim, Y. H. 2011. Analysis of estimated dietary fiber intake of Korean during the 2000s. *M. S. Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
 17. Kwon, M. J. and Nam, T. K. 2006. Effects of Mesangi (*Capsosiphon fulveccens*) powder on lipid metabolism in high cholesterol fed rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 530-535.
 18. Kye, S. K. 2014. Studies on composition of dietary fiber in vegetables. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **24**, 28-41.
 19. Lee, J. J., Park, M. R., Kim, A. R. and Lee, M. Y. 2011. Effects of ramie leaves on improvement of lipid metabolism and anti-obesity effect in rats fed a high fat/high cholesterol diet. *Kor. J. Food Sci. Tech.* **43**, 83-90.
 20. Lee, S. H., Park, H. J. and Cho, S. M. 2004. Analysis of dietary fibers and its biofunctional effect. *Kor. J. Crop Sci.* **49**, 23-30.
 21. Lee, S. I., Lee, Y. K., Kim, S. D., Lee, I. A., Choi, J. K. and Suh, J. W. 2014. Effect of soybean curd residue fermented by *Monascus pilosus*. *J. Appl. Biolo. Chem.* **57**, 7-15.
 22. Lembo, A. and Camilleri, M. Chronic constipation. *N. Engl. J. Med.* **349**, 1360-1368.
 23. Nagaoka, M., Shibata, H., Kimura-Takagi, I., Hashimoto, S., Kimura, K., Makino, T., Aiyama, R., Ueyama, S. and Yokokura, T. 1999. Structural study of fucoidan from *Cladosiphon okamuranus* TOKIDA. *Glycoconj. J.* **16**, 19-26.
 24. Nam, S. J. and Park, J. H. 2012. Depression and stress related to obesity among normal, obese, and severe obese group. *Kor. J. Human Ecology* **21**, 1199-1210.
 25. Noh, S. C., Kim, J. Y., Kim, J. S., Kang, S. S. and Choi, H. H. 2012. An implementation of obesity management system with individually adapted complex care. *J. Kor. Soc. Radiology* **6**, 83-91.
 26. Park, S. J., Jeon, Y. J., Kim, H. J. and Han, J. S. 2013. Anti-obesity effects of *Ishige okamurae* extract in C57BL/6J mice fed high-fat diet. *Kor. J. Food Sci. Tech.* **45**, 199-205.
 27. Park, Y. M. and Kwang, K. K. 2011. Residual cardiovascular risk remains despite of statin treatment: importance of high-density lipoprotein cholesterol. *Kor. J. Med.* **80**, 397-401.
 28. Poller, L. 1970. Fiber and diabetes. *Lancet* **24**, 434-435.
 29. Schneemen, B. O. and Tietzen, J. 1994. Modern nutrition in health and disease. *Am. Soc. Nutr.* **60**, 643-644.
 30. Wang, W., Onnagawa, M., Yoshie, Y. and Suzuki, T. 2001. Binding of bile salts to soluble and insoluble dietary fibers of seaweeds. *Fish. Sci.* **67**, 1169-1173.
 31. Witvrouw, M. and De Clercq, E. 1997. Sulfated polysaccharides extracted from sea algae as potential antiviral drugs. *Gen. Pharmacol.* **29**, 497-511.
 32. Yang, S. Y., Kang, J. H. and Lee, K. W. 2013. Protective effect of functional *Perilla frutescens* hot-water extract against tert-butyl hydroperoxide-induced liver oxidative damage in rats. *J. Food Hyg. Safety* **28**, 146-151.

초록 : 고지방식이 흰쥐에서 큰실말의 지질대사에 미치는 효과

배귀정 · 하배진*

(신라대학교 의생명과학대학 생명공학과)

본 연구에서는 큰실말의 지질대사 효과를 연구하기 위하여 체중 158±10 g의 SD계 암컷 흰쥐 25마리를 대상으로 정상군, 고지방식이 대조군, 큰실말 섭취군, 큰실말 불용성 식이섬유 섭취군, 큰실말 수용성 식이섬유 섭취군으로 분류하여 52일간 사육하였다. 체중은 큰실말 섭취군이 고지방식이군에 비하여 유의적으로 감소하여 정상군에 가까운 수치를 나타냈다. 혈액에서의 HDL 수치는 대조군보다 큰실말 및 식이섬유를 섭취한 군의 수치가 더 높게 나타났고, TC, TG, LDL, GOT, GPT의 수치는 대조군보다 큰실말 및 식이섬유를 섭취한 군의 수치가 더 낮게 나타났다. 이와 같은 연구를 통해 큰실말 및 식이섬유가 혈중 콜레스테롤 농도를 개선시켜 지질 대사에 미치는 순기능적 효과를 보여주는 것으로 사료된다.