

고콜레스테롤혈증 흰쥐의 당질 및 지질 대사에 벗 붉은잎(*Callophyllis japonica*)추출액이 미치는 영향

김군자 · 류애령 · 김한수[†]

밀양대학교 식품과학과 · 밀양대학교 식품과학과 · 밀양대학교 생명공학과

Effects of *Callophyllis japonica* Extracts on the Glucide and Lipid Metabolism in Hypercholesterolemic Rats

Kim Goon-Ja · Ryu, Ae-Ryeong · Kim, Han-Soo[†]

Dept. of Food Science, Miryang National University

Dept. of Food Science, Miryang National University

Dept. of Biotechnology, Miryang National University

Abstract

This study was designed to observe the effects of the feeding *Callophyllis japonica* extracts on the improvement of the blood glucose, lipid in the serum of dietary hypercholesterolemic rats(S.D. strain,♂) fed the experimental diets for 4 weeks.

Concentrations of total cholesterol and LDL-cholesterol in serum were significantly lower in the *Callophyllis japonica* extracts group than in the cholesterol supplemented diet group. Concentrations of HDL-cholesterol in serum were higher in the *Callophyllis japonica* extracts group than in the cholesterol supplemented diet group. Concentrations of free cholesterol, triglyceride, phospholipid and blood glucose in serum were significantly lower in the *Callophyllis japonica* extracts group than in the cholesterol supplemented diet group. The activities of aspartate aminotransferase(AST), alanine aminotransferase(ALT), lactate dehydrogenase(LDH) and alkaline phosphatase(ALP) in serum were lower in the *Callophyllis japonica* extracts supplemented group than in the cholesterol diet group. From the above research, the physiological activity substances in *Callophyllis japonica* extracts were effective on the improvement of the blood glucose, lipid compositions in serum of dietary hypercholesterolemic rats.

Key Words : *Callophyllis japonica*, hypercholesterolemia, glucide, lipid metabolism.

[†] Corresponding author , M.P : 011-843-5482 E-mail : khssoo@mnu.ac.kr

I. 서론

생활수준의 향상과 육식의 소비증가로 인하여 동맥경화, 심근경색, 고혈압, 뇌졸중, 당뇨병 등의 생활습관병이 큰 사회문제로 대두되고 있으며(Kim 등 1993), 심장순환기계 질환은 우리나라의 사망 원인 중 수위를 차지하고 있는데 그 직접적인 요인은 동물성 식품의 과잉 섭취로 인한 콜레스테롤, 중성지방, 혈청 지단백, 혈장 thromboxane 등(정승용 등 1990; Bergmeyer 1974)이며 간접적인 요인으로는 흡연, 당뇨병, 비만, 과음, 스트레스 등(Faidley 등 1990; Green 등 1981; Oakenfull 등 1979; Torsdottir 등 1989; Williams 등 1979)으로 알려져 있다. 고지혈증은 혈청 중 지질성분이 증가된 상태이며 발생빈도가 높은 고콜레스테롤혈증과 고중성지방혈증으로 나눌 수 있다(Bertolotti 등 1995; Dietschy, Wilson 1970). 해조류는 말초조직 및 혈관벽에 축적된 콜레스테롤을 이화, 제거하여 콜레스테롤 에스테르 형태로 간장으로 운반하여 담즙산으로 배설시키므로서 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시킨다고 하였다(Beynen, Katan 1985; Castelli 등 2004; Macrae 등 1993).

해조류의 일종인 벵 붉은잎(*Callophyllis japonica*)은 홍조류의 바닷풀로서 우리나라 방어진, 완도, 거문도, 부산, 제주도 등에서 자생하며 몸은 반상근에서 모여서 나고 편평한 선상이며 차상으로 분기하고 펼치면 부채 모양으로 주로 해안지역에서 식용으로 섭취되고 있는 바닷풀의 일종이다(강재원, 1968).

해조류는 육상식물에 비해 비타민 및 미네랄, 특히 마그네슘, 칼슘, 요오드, 철 등의 함량이 높고 해조류를 구성하는 다당류의 독특한 구조적 특성은 생리활성이 강한 물질로 알려진 이후 많은 관심과 연구가 진행되고 있다(Cho 등 1995).

생리활성 성분으로는 alginate(Kim, Park 1985)와 fucoidan(Collicie 등 1991), carrageenan(Pintauro, Gilbert 1990), porphyran(Park 등 1998) 등이 알려져 있으며 특히 홍조류에는 alginate와 fucoidan의 함유량이 높다는 보고가 있다. 지금까지 알려진 바에 의하면 해조류의 식물섬유로서 주성분인 alginate에는 불용성 식이섬유에 비해 보수력이 커서 겔 형성

과 점도가 높아지므로 포만감을 주고 소화 흡수를 지연시켜 비만 억제 효과 뿐만 아니라, 당뇨병 환자의 당내성을 증진시키는 효과가 입증되어 있다(Choi, Kim 1997).

fucoidan은 황산기를 가진 산성의 수용성 다당류로서 헤파린의 구조와 생리적 특성이 유사하며 혈액항응고작용(Choi 등 1999)을 갖고 있다는 사실이 밝혀지게 된 이후 트롬빈의 활성을 억제하여 혈전을 용해시키는 작용에 관한 연구와 독특한 구조를 가진 당단백질과 아미노산 조성에 관하여 보고가 있으며(Bernardi, Springer 1962), 또한 해조류의 열수추출액이 암세포를 억제 한다는 연구도 보고되어져 있다(Ito, Sugiura 1976).

이에 본 연구는 벵 붉은잎이 생체 내 당질 및 지질대사에 미치는 영향을 알아보기 위하여 열수추출액을 흰쥐에게 급여하여 고콜레스테롤혈증의 예방 및 개선효과에 대한 기초자료를 마련하기 위하여 본 실험을 행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험 동물

평균체중이 60 ± 5 g인 Sprague Dawley 계 숫 흰쥐를 5% 옥수수유(동방유량)를 함유하는 기초식으로 10일간 예비 사육하여 적응시킨 후 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의하여 6마리씩 3군으로 분군하여 4주간 실험 사육하였다. 예비 사육 및 실험사육 기간 중 물 및 벵 붉은잎 추출액은 자유로이 섭취 시켰으며 사육실의 온도는 20 ± 1 °C, 습도는 $50 \pm 10\%$ 로 유지 시켰고, 명암은 12시간(07:00~ 19:00)주기로 조명하였다.

2) 식이 및 실험군

식이조성 및 실험군은 Table 1과 같이 기본식이에 물만 섭취시킨 BW군을 대조군으로 하고, 고콜레스테롤 혈중 유발을 위해 돈지 및 cholesterol 7.5 g/kg

diet를 함유한 식이에 물만을 급여한 BCW군, 콜레스테롤을 급여군에 벵 붉은잎 추출액을 실험 전 기간 동안 자유로이 섭취시킨 BCC군으로 분류하였다.

Table 1. Experimental groups and compositions of experimental diets (g/kg diet)

Ingredient	Basal diet	Cholesterol diet
Casein	200	200
DL-methionine	3	3
Corn starch	150	150
Sucrose	500	490
Cellulose powder	50	50
Mineral mixture*	35	35
Vitamin mixture*	10	10
Choline bitartrate	2	2
Corn oil	50	-
Lard	-	50
Cholesterol	-	7.5
Sodium cholate	-	2.5

Group : BW : Basal diet + Water
 BCW : Basal diet + Cholesterol + Water
 BCC : Basal diet +Cholesterol +*Callophyllis japonica* extract
 *AIN-76™

3) 실험동물의 처리

실험사육 4주간의 최종일에는 7시간 절식시킨 후에 테르 마취 하에 심장 채혈법으로 채혈하였으며 혈액은 약 1시간 정도 빙수 중에 방치한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 취하여 본 실험에 사용하였다.

4) 시료의 추출 및 조제

본 실험에 사용된 시료는 경남 삼천포 앞바다에서 자생하는 벵 붉은잎(*Callophyllis japonica*)을 구입하여 하루 동안 연수에 담겨 염분을 제거하였다. 저온실(4 °C)에 보관된 염분을 제거한 시료 35 g을 1000 mL 삼각 플라스크에 취하여 증류수(D.W.) 700 mL를 가하여 450 mL가 될 때까지 끓인 후 추출액을 다른 용기에 옮기고 삼각 플라스크에 D.W. 500 mL를 가하여 350 mL가 될 때 까지 가열 처리하였다. 위와 같이 추출한 잔사에 D.W. 400 mL를

가하여 200 mL가 될 때까지 끓인 후 이들을 합하여 1000 mL로 만들어 3.5 g%의 농도로 추출한 후 4 °C로 냉장 보관하여 본 실험의 추출액으로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 체중 증가량, 식이 효율 및 장기 중량

체중 증가량은 4주간 실험 사육한 후 체중에서 실험 사육 시작할 때의 체중으로 계산하였다. 식이 효율은 체중 증가량을 같은 기간 동안 식이 섭취량으로 나누어 표시하였고 장기 중량은 주요 장기 조직의 중량을 측정된 후 체중에 대한 상대 중량비(%)를 구하였다.

2) 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도

혈청 중의 총 콜레스테롤 농도는 총 콜레스테롤 측정용 kit 시약 (Cholestezyme-V, 'Eiken', Tokyo, Japan)으로 측정하였으며, HDL-콜레스테롤 농도는 HDL-콜레스테롤 측정용 kit 시약(HDL-C555, 'Eiken' Tokyo, Japan)으로 측정하였다.

3) LDL 및 LDL-콜레스테롤 농도

혈청 LDL의 농도는 LDL측정용 kit시약 (β -lipoprotein C-test, Wako, Osaka, Japan)으로 측정하였으며, LDL-콜레스테롤 농도는 LDL농도에 0.35를 곱한 값으로 표시하였다.

4) 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도

유리 콜레스테롤 농도는 유리 콜레스테롤 측정용 kit시약(Free-cholestezyme-V555, 'Eiken' Tokyo, Japan)으로 측정하였으며, 콜레스테롤 에스테르 농도는 총 콜레스테롤 농도에서 유리 콜레스테롤 농도를 뺀 값으로 표시하였다.

5) 중성지질과 인지질 농도

혈청 중의 중성지질 농도는 중성지질 측정용 kit시약(Triglyzyme-V, 'Eiken', Tokyo, Japan)으로, 인지질 농도는 인지질 측정용 kit시약(PLzyme, 'Eiken'

Tokyo, Japan)으로 측정하였다.

6) 혈당 농도

혈당 농도는 혈당 측정용 kit시약 (GLzyme, 'Eiken', Tokyo, Japan)으로 측정하였다.

7) AST 및 ALT의 활성

Reitman과 Frankel의 방법(Reitman, Frankel 1957)에 준해 조제된 kit시약(혈청 transaminase 측정시약, 'Eiken', Tokyo, Japan)을 사용하여 혈청 중 aspartate aminotransferase(ALT, EC 2, 6, 1, 1) 및 alanine aminotransferase(ALT, EC 2, 6, 1, 2) 활성을 측정하였으며 단위는 혈청 1 mL당 Karmen unit(La Due등 1954)로 표시하였다.

8) LDH의 활성

혈청 중 lactate dehydrogenase(LDH, EC 1, 1, 1, 2)활성은 혈청 LDH 측정용 kit시약 (LDH, Neo D, 'Eiken' Tokyo, Japan)으로 측정하여 Wroblewski unit로 환산하여 표시하였다.

9) ALP의 활성

혈청 ALP 측정용 kit시약(NEW-K-PHOS, 'Eiken', Tokyo, Japan)을 사용하여 측정하였으며, King-Armstrong unit(Bergmeyer 1974)로 표시하였다.

10) 통계처리

분석 결과의 통계처리는 실험군 당 평균치와 표준 오차를 계산하였고 군간의 차이는 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test(Steel, Torrie 1980)로 하였다.

1. 체중증가량과 식이효율

벧 붉은잎 열수추출액을 급여하여 4주간 실험 사육한 흰쥐의 체중증가량과 식이섭취량은 Table 2와 같다. 3군 간의 체중증가량, 사료섭취량, 식이효율 모두 유의성 있는 차이가 없었다. 그러나 BW군(7.5% cholesterol + water)은 유의성은 없으나 사료섭취량과 체중증가량이 높게 나타났고, 열수 추출한 벧 붉은잎을 급여한 BCC군은 사료섭취량은 높았으나, 체중증가량에 있어서는 대조군인 BW군과 유사한 경향을 보였다.

Table 2. Body weight gain, food intake and FER of the rats fed the experimental diets for 4 weeks

Group*	Body weight gain(g)	Food intake(g)	FER**
BW	113.5±12.8***	485.9±19.4 ^a	0.23
BCW	119.8±13.1 ^a	497.2±21.8 ^a	0.24
BCC	114.1±14.3 ^a	502.0±22.2 ^a	0.23

*See the legend of Table 1.

**FER : food efficiency ratio.

***Mean ± S.E (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different($p < 0.05$).

2. 각종 장기의 중량

4주간 실험사육한 흰쥐의 장기 중량(간장, 뇌, 심장, 신장, 폐, 비장)은 Table 3과 같다.

뇌 및 신장에서 BW군이 BCW와 BCC군에 비하여 중량이 유의성 있게 많았으나 간장, 신장, 폐 및 비장에서는 3군 간에 차이가 없었다.

III. 결과 및 고찰

Table 3. Weight of liver, brain, heart, kidney, lung, spleen of the rats fed the experiment diets for 4 weeks (g/100g B.W)

Group*	Liver	Brain	Heart	Kidney	Lung	Spleen
BW	3.86±0.07 ^{***}	0.53±0.02 ^b	0.33±0.01 ^b	0.67±0.03 ^a	0.52±0.01 ^a	0.22±0.01 ^a
BCW	4.00±0.12 ^a	0.49±0.01 ^a	0.30±0.01 ^a	0.69±0.03 ^a	0.53±0.01 ^a	0.19±0.01 ^a
BCC	3.96±0.12 ^a	0.48±0.02 ^a	0.29±0.01 ^a	0.65±0.03 ^a	0.48±0.03 ^a	0.21±0.01 ^a

*See the legend of Table 1.

**Mean ± S.E (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different($p<0.05$).

3. 혈청의 지질성분

1) 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도

Table 4는 혈청 중의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 나타낸 것이다. 혈청 중 총 콜레스테롤 농도는 기본식이만 급여한 BW군(88.2 mg/dL)에 비하여 여타 실험군에서 높게 나타났으며 고콜레스테롤 유발 실험군인 BCW군(187.6 mg/dL)이 가장 높았으나, 벵 붉은잎 추출액을 급여한 BCC군에서는 BCW군에 비하여 총 콜레스테롤 농도가 낮게 나타났다.

HDL-콜레스테롤 농도는 3군간에 유의성 있는 차이는 없었으나 BCW군(21.8 mg/dL)에 비해 벵 붉은잎 추출액을 첨가한 BCC군이 22.3 mg/dL로 다소 증가되었다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도비는 BCW군(11.6%)이 낮게 나타났으나 벵 붉은잎 열수추출액을 급여(BCC군)하므로써 증가하였고, 동맥경화지수도 BCW군에 비하여 벵 붉은잎 추출액을 급여(BCC군)하므로써 감소되는 것으로 나타났다. 혈청 콜레스테롤 농도는 고지혈증과 밀접한 관계가 있으며, 해조류의 섭취는 총 콜레스테롤의 농도를 감소시키는 것으로 본 연구에서 나타났으며, 김한수 등의 연구에 의하면 톳을 섭취한 흰쥐의 지질대사에서 총 콜레스테롤 농도가 저하된다는 보고를 미루어 볼 때 벵 붉은잎의 열수 추출액은 고콜레스테롤혈증에 유효할 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of *Callophyllis japonica* extracts on concentrations of total cholesterol, HDL-cholesterol, ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol and atherosclerotic index in serum of rats fed the experimental diets for 4 weeks (mg/dL)

Group	Total chol.(A)	HDL-chol. (B)	(B)/(A)×100 (%)	A.I.
*				**
BW	88.2±3.1 ^{***}	24.4±1.5 ^a	27.7	2.61
BCW	187.6±6.4 ^c	21.8±1.2 ^a	11.6	7.61
BCC	142.6±5.3 ^b	22.3±1.8 ^a	15.6	5.39

*See the legend of Table 1.

**Atherosclerotic index: (Total chol.-HDL-chol.)/HDL-chol.

***Mean±S.E.(n=6) Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different($p<0.05$).

2) LDL 및 LDL-콜레스테롤 농도

혈청 중의 LDL과 LDL-콜레스테롤 농도는 Table 5와 같다. 혈청 중 LDL 및 LDL-콜레스테롤 농도는 대조군인 BW군 보다 여타 실험군에서 높게 나타났고, 그 중 고콜레스테롤 혈증을 유발한 BCW군이 가장 높게 나타났고 벵 붉은잎 추출액을 급여한 BCC군에서 유의적인 감소 경향을 보였다. LDL은 세포 표면의 특정 결합 부위인 수용체에 결합하여 간장과 기타 조직에서 제거되며(Park 등 1998), LDL-수용체 부위에 결합이 생기거나 활성이 감소되면 LDL이 결합하지 못하고 혈액 중에 유리되므로써 혈청 중 LDL농도가 상승하게 된다(Applebaum 등 1984).

Table 5. Effects of *Callophyllis japonica* extracts on concentrations of LDL and LDL-cholesterol in serum of rats fed the experimental diets for 4 weeks (mg/dL)

Group*	LDL	LDL-Cholesterol
BW	166.6±10.4 ^{***}	58.3±3.6 ^a
BCW	318.4±15.6 ^c	111.4±5.5 ^c
BCC	231.9±12.5 ^b	81.2±4.4 ^b

*See the legend of Table 1.

**Mean ± S.E.(n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different(p<0.05).

3) 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도

혈청 중 유리 콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르 및 총 콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 에스테르 비는 Table 6과 같다. 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르, 콜레스테롤 에스테르 농도 비는 대조군인 BW군이 가장 낮았고, 콜레스테롤을 첨가한 BCW군이 가장 높았으나, 벵 붉은잎 추출액을 급여한 BCC군에서 감소되는 것으로 나타났다. 콜레스테롤은 인지질과 함께 세포막의 주요 성분으로 혈중에는 지방산과 ester 결합을 한 콜레스테롤 에스테르형이 70% 그리고 30%는 유리형으로 존재하며(이귀녕, 이종순 1996), 콜레스테롤 에스테르 비는 간 질환 진단의 지표이고 고콜레스테롤 혈중일 때 상승되는 것으로 알려져 있다(김기홍 1980). Grag는 콜레스테롤 급여 시 혈중 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도가 상승하였다고 보고 하였는 바 본 실험에서도 유사한 경향을 나타내었다.

Table 6. Effects of *Callophyllis japonica* extracts on concentrations of free cholesterol and cholesteryl ester in serum of rats fed the experimental diets for 4 weeks (mL/dL)

Group*	Free cholesterol	Cholesteryl ester	Cholesteryl ester ratio(%)**
BW	20.1±1.7 ^{****}	68.1±2.9 ^a	77.2
BCW	28.4±2.2 ^b	159.2±5.2 ^c	84.9
BCC	26.1±2.1 ^b	116.5±3.8 ^b	81.7

*See the legend of Table 1.

**Cholesteryl ester/Total cholesterol × 100.

***Mean ± S.E.(n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (P<0.05).

4) 중성지질과 인지질 농도

혈청 중의 중성지질 및 인지질 농도는 Table 7에서 보는 바와 같이 혈청 중 중성지질은 대조군인 BW군에 비하여 콜레스테롤 급여군인 BCW군(131.0 mg/dL)이 가장 높았고, 벵 붉은잎 추출액을 급여한 BCC군(109.5 mg/dL)은 BCW군에 비하여 낮아졌다. 인지질 농도도 대조군인 BW군에 비하여 전반적으로 높게 나타났으나, 벵 붉은잎 열수추출액을 급여한 군(BCC군)에서 감소되는 것으로 나타났다. 혈청 중성지질의 농도 저하 작용은 모세혈관 벽에 존재하는 lipoprotein lipase가 chylomicron과 VLDL의 분해를 촉진하기 때문이며(Kinnunen 등 1983), 바닷물의 일종인 벵 붉은잎 열수추출액 급여는 혈청 중 인지질 농도를 저하시킨다는 연구(김한수, 김군자 1998)와 유사한 경향을 보였다.

Table 7. Effects of *Callophyllis japonica* extracts on concentrations of triglyceride and phospholipid in serum of rats fed the experimental diets for 4 weeks (mL/dL)

Group*	Triglyceride	Phospholipid
BW	74.8±3.1 ^a	101.2±3.4 ^a
BCW	131.0±4.2 ^c	143.0±5.2 ^c
BCC	109.5±3.3 ^b	122.8±4.9 ^b

*See the legend of Table 1.

**Mean ± S.E.(n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different(p<0.05).

4. 혈당농도

벵 붉은잎 추출액이 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 혈당농도에 미치는 영향은 Table 8과 같다. 혈당 농도는 대조군에 비하여 BCW군(227.5 mg/dL)과 BCC군(211.2 mg/dL)모두 유의성 있게 높았으나 BCW군에 비하여 BCC군의 농도가 감소되는 경향을 미루어 보아 벵 붉은잎 열수추출액 섭취로 인한 혈당 저하 효과인 것으로 사료된다.

Table 8. Effects of *Callophyllis japonica* extracts on concentrations of blood glucose of rats fed the experimental diets for 4 weeks

Group*	Blood glucose (mg/dL)
BW	173.1±7.8 ^{***}
BCW	227.5±8.1 ^c
BCC	211.2±7.7 ^b

*See the legend of Table 1.

**Mean ± S.E.(n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different(p<0.05).

5. 혈청 중의 효소 활성

1) AST 및 ALT의 활성

혈청 중의 AST, ALT활성 변동결과는 Fig.1과 같다. 벵 붉은잎의 추출액이 고콜레스테롤 급여(BCW군)에 의한 혈청 중 AST, ALT 활성에 미치는 영향에 있어서 s-AST 및 ALT활성은 기본식을 급여한 BW군(62.4±3.4 Karmen unit/mL)에 비하여 고콜레스테롤혈증 유발 실험군에서 높게 나타났으나 벵 붉은잎 추출액을 급여한 BCC군에서 유의성은 없었으나 다소나마 감소되는 경향을 보였다. 간장 장애

의 지표가 되는 AST 및 ALT 활성의 증가는 고콜레스테롤혈증과 심근경색, 지방간, 폐쇄성 황달, 용혈 등에 의해 혈중으로 방출되어 항진되어지므로서 나타나는 것으로 연구되어 있다(이귀녕, 이종순 1996).

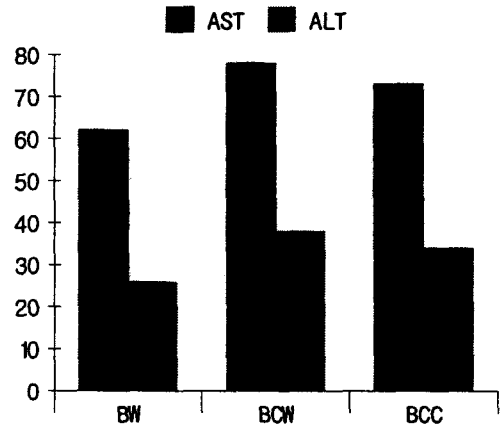


Fig. 1. Effects of *Callophyllis japonica* extracts on aspartate and alanine aminotransferase (AST, EC 2.6.1.1; ALT, EC 2.6.1.2) activities* in serum of rats fed the experimental diets for 4 weeks.

Group BW : Basal diet + Water

BCW : Basal diet + Cholesterol + Water

BCC : Basal diet +Cholesterol +*Callophyllis japonica* extract

*Karmen unit/mL.

2) LDH의 활성

LDH활성은 Fig. 2와 같이 대조군(BW군, 784.6 Wroblewski unit/mL)에 비하여 여타 실험군에서 높게 나타났으나, BCW군(1134.8 Wroblewski unit/mL)보다 BCC군(995.7 Wroblewski unit/mL)이 감소되는 경향을 보였다. LDH 활성은 고콜레스테롤혈증의 발생과 간장에 지방의 축적으로 인한 담즙분비 장애에 기인된 것으로 생각되며(Baraona, Lieber 1970) LDH활성이 감소되는 것으로 타났다.

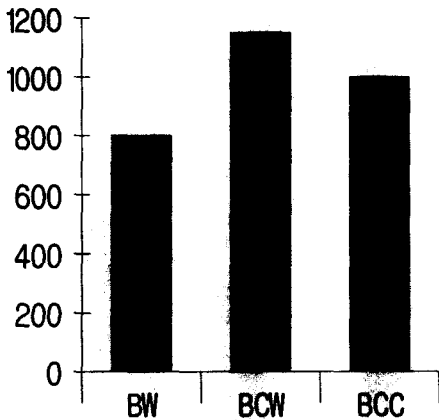


Fig. 2. Effects of *Callophyllis japonica* extracts on lactate dehydrogenase(LDH, EC 1.1.1.27) activities* in serum of rats fed the experimental diets for 4 weeks.

Group : BW : Basal diet + Water
 BCW : Basal diet + Cholesterol + Water
 BCC : Basal diet +Cholesterol +*Callophyllis japonica* extract
 *Wroblewski unit/mL.

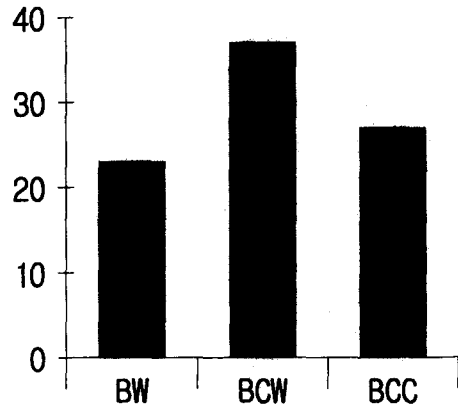


Fig. 3. Effects of *Callophyllis japonica* extracts on alkaline phosphatase(ALP, EC 3.1.3.1) activities* in serum of rats fed the experimental diets for 4 weeks.

Group : BW : Basal diet + Water
 BCW : Basal diet + Cholesterol + Water
 BCC : Basal diet +Cholesterol +*Callophyllis japonica* extract
 *King-Armstrong unit/mL.

3) ALP의 활성

혈청 중의 ALP의 활성 변동은 Fig. 3과 같이 기본식이와 물만을 급여한 BW군의 21.9 King-Armstrong unit/mL에 비하여 여타 실험군에서 높게 나타났으나 고콜레스테롤혈증 군인 BCW군(37.6 King-Armstrong unit/mL)에 비하여 벗 붉은 잎 열수추출액을 급여한 BCC군(33.5 King-Armstrong unit/mL)에서 ALP의 활성이 감소되는 것으로 나타났다. 담도 폐쇄시에 혈청 ALP의 활성이 증가되는 것으로 간장에서 담즙산 배설에 장애가 발생하므로써 혈청 콜레스테롤 농도가 상승하는 것으로 알려져 있다(김기홍 1980).

IV. 결론

해조류의 일종인 벗 붉은잎의 생리활성물질이 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 당질 및 지질대사에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Sprague Dawley계 숫 흰쥐를 대상으로 기본식이와 물 만을 섭취시킨 대조군(BW군)과 고콜레스테롤혈증을 유발시킨 BCW군(cholesterol 7.5 g/kg diet), 고콜레스테롤혈증을 유발시킨 후 벗 붉은잎 3.5 g% 열수추출액을 급여한 BCC군을 각각 4주간 실험 사육한 결과는 다음과 같다. 혈청 총 콜레스테롤 농도는 고콜레스테롤혈증 유발군인 BCW군 보다 벗 붉은잎 추출액을 급여한 BCC군이 낮았고, HDL-콜레스테롤 농도는 벗 붉은잎을 급여한 BCC군이 BCW군에 비하여 높게 나타났

다. LDL 및 LDL-콜레스테롤 농도는 고콜레스테롤혈증을 유발한 BCW군보다 벵 붉은잎을 급여한 BCC군이 낮게 나타났으며, 유리콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도와 중성지질과 인지질농도는 고콜레스테롤혈증을 유발한 BCW군보다 벵 붉은잎 추출액을 급여한 BCC군이 낮게 나타났다. 혈당농도는 고콜레스테롤혈증 유발 흰쥐에 벵 붉은잎 추출액을 급여(BCC군)하므로써 유의적으로 낮게 나타났으며, 혈청 중의 효소활성 중 AST, ALT, LDH, ALP의 활성은 고콜레스테롤혈증을 유발한 BCW군보다 벵 붉은잎을 투여한 BCC군에서 낮았다. 이상의 결과들을 미루어 볼 때, 벵 붉은잎의 생리활성물질은 당질대사 및 고콜레스테롤혈증의 개선에 효과가 있는 것으로 생각되며, 생활습관병의 예방과 개선에 유효한 식품인 것으로 사료된다.

■ 투고일 : 2004년 12월 17일

참 고 문 헌

강재원(1968). 한국동식물도감 식품편(해조류). 8 pp. 249

김기홍 편역(1980). 검사성적의 임상적활용. 고문사. 164-176

김한수·김군자(1998). 툃이 식이성 고지혈증 흰쥐의 혈청 지질성분에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 27(4) : 718-723

이귀녕·이종순(1996). 임상병리과일. 의학문학사. 101-126

정승용, 김한수, 김군자, 김희숙, 정효숙(1990). 영지 열수 추출액이 식이성 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. 한국영양과학회. 19(2) : pp. 180-186

Applebaum-Bowden, D., Haffner, S. M., Hartsook, E., Luk, K. H., Albers, J. J., Hazzard, W. R.(1984). Down regulation of the low density lipoprotein receptor by dietary cholesterol. *Am J. Clin Nutr.* 39: 360-367

Baraona, E., Lieber, C. S.(1970). *J. Clin Invest.* 49: 769

Bergmeyer, H. U.(1974). Methods of enzymatic analysis 2nd. ed. *Academic press.* New York, pp.860-864

Bernardi, G., Springer, G. F.(1962). Properties of highly purified fucan. *J. Biol. Chem.* 273: 75-81

Bertolotti M, Spady D. K, Dietschy, J. M.(1995). Regulation of hepatic cholesterol metabolism in the rat in vivo. *Biochimica et Biophysica Acta* 1255, 293-300

Beynen, A. C., Katan, M. B.(1985). Why do polyunsaturated fatty acids lower serum cholesterol. *Am. J. Clin Nutr.* 42, 560-563

Castelli, W. P., Garrison, R. J., Wilson, P. W. F., Abbott, R. D., Kalousdian, S., Kannel, W. B.(2002). Influence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. *JAMA*, 256 : 2835-2838

Cho, D. M, Kim, D. S., Lee, D. S., Kim, H. R., Pyeun, J. H.(1995). Trace components and functional seaweed-1. *J. Korean Fish Soc* 28 : 49-59

Choi, J. H, Kim, O. I. Park, S. H, Kim, D.W. Lee, J. S. Ryu, J. H Chung, Y. S.(1999). Effects of sea tangle(*Laminaria japonica*) and fucoidan components on chronic degenerative diseases. *Korean J. Life Sci* 9(4): 427-435

Choi, J. H, Kim, D. W.(1997). Effect of alginic acid added functional drink in brown algae on obesity and biological activity of SD rats. *J. Life Sci.* 7(4): 361-370

Collic, S., Fischer, A. M., Tapon-Breaudiere, J., Boisson, C., Durand, P. Jozefonvicz, J.(1991). Anticoagulant properties of a fucoidan fraction. *Thromb. Res.* 64: 143-154

Dietschy, J. M., Wilson, J. D.(1970). Regulation of cholesterol metabolism. *New Engl. J. Med.* 282: 1128-1241

Faidley, T. D., Luhman, C. M., Galloway, S. T., Foley, M. K., Beitz, D. C.(1990). Effect of dietary fat source on lipoprotein composition and plasma lipid concentrations in pigs. *J. Nutr.* 120 : 1126-1133

Grag, M. L., Thomson, M. T.(1998). Effect of dietary cholesterol and fatty on lipid composition and desaturase activity or rat liver microsomes. *J. Nutr.*, 118: 661-668

- Green, M. H., Dohner, E. L., Green, J. B.(1981). Influence of dietary fat and cholesterol on milk lipids and on cholesterol metabolism in the rat. *J. Nutr.* 111: 276-286
- Ito, H., Sugiura, M.(1979). Antitumor polysaccharide fraction from *Sargassum thumbergii*. *Chem. Pharm. Bull.* 24: 114-118
- Kim, D. S., Park, Y. H.(1985). Uronic acid composition block structure and some related properties of alginic acid. *J. Korean Fish Soc.* 18: 29-36
- Kim, H. S., Kim, S. H., Kim, G. J., Choi, W. J., Chung, S. Y.(1993). Effects of the feeding mixed oils with various level of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid on the lipid components of liver, brain, testis and kidney in dietary hyperlipidemic rats. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 22(6): 685-691
- Kinnunen, P. K. J., Virtanen, J. A., Vainio, P.(1983). Lipoprotein lipase and hepatic endothelial lipase. *Atheroscler. Rev.* 11: 65-99
- La Due, J. S., Wroblewski, F., Karmen, A.(1954). Transaminase activity in human blood. *Science*, 120: 474
- Macrae, R., Robinson, R. K., Sadler, M. J.(1993). Encyclopedia of food science food technology and nutrition. *Academic Press*, New York, Vol. II, 1329
- Oakenfull, D. G., Fenwick, D. E., Hood, R. L., Topping, E. L., Illman, R. J., Storer, G. B.(1979). The role of saponin on lower plasma cholesterol concentration. *Br. J. Nutr.* 42: 209-216
- Park, J. H., Koo, J. G., Do, J. R., Yang, C. B., Woo, S. K.(1998). Effect of extraction temperature and pH on the chemical properties of crude porphyrin extracted from *Porphyra yezoensis*. *J. Korean Fish. Soc.* 31: 127-131
- Pintauro, S. J., Gilbert, S. W.(1990). The effects of carrageenan on drug metabolizing enzyme system activities in the guinea pig. *Food Chem. Toxicol.* 28: 807-811
- Reitman, S., Frankel, S.(1957). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Pathol.* 28: 56
- Steel, R. G. O., Torrie, J. H.(1980). Principles and procedures of statistics. *McGraw-Hill Book Co.*, New York, 1
- Torsdottir, I., Alpsten, M., Andersson, H.(1989). Dietary guar gum effect on postprandial blood glucose, insulin and hydroxyproline in humans. *J. Nutr.* 119: 1925-1931
- Williams, P., Robinsin, D., Baiey, A.(1979). High density lipoprotein and coronary risk factors in normal men. *Lancet.* 1: 72