

## 해조류 갈래곰보가 고지방 식이를 급여한 흰쥐의 혈액 및 간장 지질 농도에 미치는 영향

박희연<sup>†</sup> · 윤호동 · 오은경  
국립수산진흥원 남해수산연구소

### Effect of *Meristotheca papulosa* on Lipid Concentration of Serum and Liver in Rats Fed High Fat Diet

Hee-Yeon Park<sup>†</sup>, Ho-Dong Yoon and Eun-Gyoung Oh

South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yosu 556-820, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of *Meristotheca papulosa* on lipid concentration of serum and liver in rats fed high fat diet for 4 weeks. Experimental groups were divided into normal group (5% corn oil), high fat diet group (5% corn oil+20% lard), high fat diet and 5% or 10% *Meristotheca papulosa* treated group. Food efficiency ratio was lower in *Meristotheca papulosa* treated group than high fat diet group. The weights of kidney, heart and testes were not significantly different among the group, but weight of liver was significantly decreased by supplement of *Meristotheca papulosa* (10%). The contents of serum total lipid, triglyceride, total cholesterol, free cholesterol, cholesterol ester and atherogenic index were decreased, while HDL-cholesterol was increased by *Meristotheca papulosa* supplementation compared to high fat diet group. *Meristotheca papulosa* supplement has obvious effects on lowering hepatic total lipid, triglyceride and total cholesterol. Our findings suggest that *Meristotheca papulosa* supplement can improve lipid metabolism in high fat fed rats.

**Key words:** *Meristotheca papulosa*, hyperlipidemic rats, lipid, cholesterol

#### 서 론

오늘날 경제수준의 향상으로 동물성 포화지방의 섭취가 증가(1)하게 됨에 따라 고혈압, 동맥경화증, 심장병 등 혈관 순환기계 질환의 발병률이 높아지는 등 영양학적 불균형으로 인하여 다양한 건강장해가 발생(2)하고 있으며, 식이섬유의 섭취는 인체 내에서 콜레스테롤 및 중성지방의 흡수를 저해하는 기능을 가지고 있어 고지방 섭취로 인한 혈관 순환기계 질환의 예방과 치료에 효과적이라는 보고(3)가 있다. 해조류는 비소화성 다당류가 다량 함유되어 있어 열량소로서의 역할을 하지 못하는 특성 때문에 과거에는 식품으로써 큰 각광을 받지 못하여 왔으나, 근래에 들어서 식생활 패턴의 변화로 식이섬유의 생리 기능적인 역할이 중요시됨에 따라 식이섬유가 비교적 다량 함유(4)되어 있는 해조류의 섭취를 통하여 건강장해를 해결하려는 시도가 활발하게 진행(5-8)되어 오고 있다. 갈래곰보(*Meristotheca papulosa*)는 홍조식물 돌가사리목에 속하는 해조류로서 일본남부, 타이완, 인도양 등에 분포하고 우리나라의 경우에는 제주도나 부산지이다. 생산량의 대부분은 생선회 장식이나 셀러드용으로 일본에 높

은 가격으로 수출되고 있으며, 최근 양식기술이 개발되어 대량 생산될 전망이어서 소비 확대방안의 일환으로 본 연구진은 갈래곰보 음료제품을 개발(9)한 바 있다. 따라서 이 제품의 소비가 활발하게 이루어지기 위해서는 갈래곰보의 식품학적 효능에 대한 홍보가 필요하나, 이에 관한 연구자료는 아주 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 갈래곰보의 섭취가 식이성 고지혈증의 개선 및 치료에 미치는 효과를 검토하기 위하여 흰쥐를 대상으로 실험을 실시하였다.

#### 재료 및 방법

##### 갈래곰보 분말의 제조 및 성분분석

본 실험에 사용한 갈래곰보는 제주도 남제주군 위미 2리 연안에서 4월에 생산된 것으로 조체 발육 및 선도가 양호하였으며, 실험실까지 냉장 수송하여 105°C에서 열풍 건조한 후 60~80 mesh로 분쇄하여 성분분석 및 실험동물의 식이 제조에 사용하였다. 수분은 상압가열건조법, 단백질은 Kjeldahl 법, 지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 측정하였고, 그 외의 함량은 탄수화물로 계산하였으며, dietary fiber는

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: hypark@nfrda.re.kr  
Phone: 82-61-690-8991, Fax: 82-61-685-9073

Roger와 Rene(10)의 방법, carrageenan은 Kim과 Park(11)의 방법으로 정량하였다.

#### 실험동물 및 식이

실험동물은 Sprague Dawley계 웅성 흰쥐로 체중  $100 \pm 10$  g인 것을 난괴법으로 각군당 8마리씩 4개군으로 나누어 stainless steel cage에 한 마리씩 분리하여 4주 동안 사육하였다. 실험식이의 조성은 Table 1과 같다. 즉 일반식이를 급여한 정상군(5% corn oil), 고지방 식이를 급여한 대조군(5% corn oil+20% lard), 고지방 식이에 갈래곰보 분말을 각각 5% 및 10% 첨가하여 급여한 갈래곰보군으로 구분하였으며, 물과 식이는 제한 없이 공급하였다. 사육실의 온도( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) 및 습도( $50 \pm 10\%$ )는 최적조건으로 유지시켰고 명암은 12시간주기(07:00~19:00)로 조절하였다. 식이 섭취량은 매일 확인하였고 체중은 1주일에 한번씩 측정하였다.

#### 시료의 채취

4주간 사육한 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 에테르 마취하에 개복하고 심장 채혈법으로 혈액을 채취하였으며, 1시간 동안 빙수 중에 방치한 후  $600 \times \text{g}$ 에서 10분간 원심분리하여 혈청을 얻어 시료로 사용하였다. 간장은 0.9% 식염수로서 관류시킨 후 여과지로 수분을 제거하고 동결 보존하면서 실험에 사용하였다.

#### 시료의 분석

혈청 중의 총 지질함량은 Frings와 Dunn(12)의 방법에 준하여, 혈청 0.1 mL에 진한 황산 2.0 mL를 넣고 10분간 가열한 후 냉각하고 이 혼합액 0.1 mL를 취하여 phospho-vanillin용액(0.6% vanillin 200 mL+인산 800 mL) 5.0 mL를 가하여  $37^\circ\text{C}$ 에서 15분간 발색시키고 실온에서 5분간 냉각시킨 후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였으며, 표준용액으로 olive oil 800 mg을 에탄올 100 mL에 용해시켜 사용하였다. 혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 유리콜레스테롤은 각각의 측정용 kit시약(아산제약)을 이용하여 측정하였으며, cholesteryl ester 농도는 총 콜레스테롤 농도에서 유리콜레스테롤 농도를 뺀 값으로 표시하였

**Table 1. Composition of normal and experimental diets**

Ingredient (%)	Normal Control	<i>M. papulosa</i>	
		5%	10%
Casein	20.0	20.0	20.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0
Mineral <sup>1)</sup>	3.5	3.5	3.5
Vitamin <sup>1)</sup>	1.0	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2
DL-methionine	0.3	0.3	0.3
Cellulose	5.0	5.0	5.0
Sucrose	15.0	15.0	15.0
Corn starch	50.0	30.0	25.0
Lard		20.0	20.0
<i>M. papulosa</i>			5.0

<sup>1)</sup>According to AIN 76 diet composition.

다. 간장 중 총 지질함량은 Folch 등(13)의 방법으로 추출하였다. 즉 간장 1 g에 클로로포름:메탄올(2:1, v/v)용액 20 mL를 가한 후 균일하게 하여  $5^\circ\text{C}$ 에서 12시간 추출한 다음 여과 및 건조하여 측정된 중량을 총 지질함량으로 계산하였으며, 이것을 다시 에탄올 4 mL로 용해시킨 후 kit시약(아산제약)을 이용하여 중성지방과 총 콜레스테롤 함량을 측정하였다.

#### 통계처리

실험결과는 평균치±표준오차로 표시하였으며, 각 실험군 사이의 유의성은 Computer program statistics 3.1(Analytical Software, St. Paul, MN, USA)를 이용하여 ANOVA test를 실시하여 최소 유의차 검정(LSD: Least significant difference)으로 평균간의 유의성을  $p < 0.05$  수준에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

#### 갈래곰보의 구성 성분

실험에 사용한 갈래곰보의 성분 조성은 Table 2에서 보는 바와 같이 탄수화물이 51.86%로 가장 많았으며, 단백질 22.66%, 회분 14.60%, 수분 10.28% 및 지방 0.60%이었다. 탄수화물의 일종인 총 식이섬유의 함량은 46.17%로 그 중 불용성식이 섬유가 18.67%, 가용성식이 섬유가 27.50%를 차지하였으며, 가용성 식이섬유에 속하는 carrageenan함량은 21.50%이었다.

#### 식이섭취량, 증체량, 식이효율 및 장기의 중량

4주간 실험 사육한 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율을 Table 3에 나타내었다. 식이섭취량은 정상 식이군과

**Table 2. Proximate composition of *Meristotheca papulosa***

Composition	Content (%)
Water	10.28
Protein	22.66
Lipid	0.60
Ash	14.60
Carbohydrate	51.86
Insoluble dietary fiber	18.67
Soluble dietary fiber	27.50
Carrageenan	21.50

**Table 3. Body weight gain, food intake and food efficiency ratio of rats fed experimental diets for 4 weeks**

Group <sup>1)</sup>	Body weight gain (g/day)	Food intake (g/day)	Food efficiency ratio <sup>2)</sup>
Normal	$3.31 \pm 0.12^{3)c4)}$	$19.86 \pm 0.88^a$	0.17
Control	$3.99 \pm 0.10^a$	$19.59 \pm 0.83^a$	0.20
<i>M. papulosa</i> 5%	$3.58 \pm 0.17^b$	$18.50 \pm 0.66^b$	0.19
<i>M. papulosa</i> 10%	$3.34 \pm 0.12^b$	$18.26 \pm 0.60^b$	0.18

<sup>1)</sup>Refer the legend to Table 1

<sup>2)</sup>Body weight gain/Food intake

<sup>3)</sup>Values are mean±S.D. (n=8).

<sup>4)</sup>Values with a common superscript letter within the same column are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 4. Effect of *M. papulosa* on weight of liver, kidney, heart and testes in dietary hyperlipidemic rats** (g/100 g body weight)

Group <sup>1)</sup>	Liver	Kidney	Heart	Testes
Normal	3.16±0.37 <sup>2)bc3)</sup>	0.75±0.05 <sup>NS4)</sup>	0.42±0.04 <sup>NS</sup>	1.37±0.14 <sup>NS</sup>
Control	3.64±0.34 <sup>a</sup>	0.75±0.06	0.41±0.03	1.37±0.14
<i>M. papulosa</i> 5%	3.48±0.35 <sup>ab</sup>	0.73±0.06	0.40±0.06	1.37±0.21
<i>M. papulosa</i> 10%	3.22±0.36 <sup>b</sup>	0.75±0.05	0.40±0.03	1.34±0.28

<sup>1)</sup>Refer the legend to Table 1

<sup>2)</sup>Values are mean±S.D. (n=8).

<sup>3)</sup>Values with a common superscript letter within the same column are not significantly different (p<0.05).

<sup>4)</sup>Not significant (p<0.05).

고지방식이군에 비하여 갈래곰보 식이군이 유의적으로 낮은 것으로 나타났으며, 이는 비교적 식이섭유가 다량 함유된 갈래곰보 급여가 실험동물에 포만감을 주어 식이 섭취량이 감소한 것으로 추정된다. Heaton(14)도 식이섭유 함량이 높은 식품을 섭취할 경우 총 식이섭취량이 감소하고 저작시간이 길어지며, 포만감을 빨리 느끼게 하는 작용을 한다고 보고하였다. 체중증가량은 갈래곰보 식이군이 고지방 식이군보다 낮았으며 특히 갈래곰보 10%급여군의 경우 정상 식이군의 수준에 근접하였다. 이는 갈래곰보에 함유되어 있는 식이섭유의 영향에 의한 것으로 추정되며, Southgate(15)와 Arjmandi 등(16)도 식이섭유의 섭취가 질소화합물, 지질 및 탄수화물의 손실을 증가시켜 열량, 단백질 및 지질의 소화흡수를 저하시킨다고 하였다.

실험군별로 장기의 중량을 체중 100 g으로 나누어 장기무게로 나타내었다(Table 4). 신장, 심장 및 고환의 무게는 실험군간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 간의 무게는 갈래곰보 식이군이 고지방 식이군보다 가벼웠고 특히, 갈래곰보 10% 급여군의 경우에는 고지방 식이를 섭취했는데도 정상 식이군의 수준에 근접하였다. Soloff 등(17)은 고지방 식이의 급여가 간의 내부에 지방 축적을 유도하여 간의 무게가 증가한다고 하였으며, Yang 등(18)은 수용성 식이섭유의 일종인 sodium alginate 식이군이 정상 식이군에 비해 간의 무게가 유의적으로 가벼웠다고 보고하였다.

**혈청의 지질조성**

혈청 중의 총지질, 중성지질 및 인지질의 함량은 Table 5와 같다. 혈청 중 총지질 및 중성지질의 농도는 고지방 식이군이 정상식이군에 비하여 높게 나타났으며, 갈래곰보의 급여로 인하여 유의적으로 저해되었고, 갈래곰보 10% 첨가군의 경우에는 정상 식이군과 비슷한 수준을 나타내었다. 인지질의 경우에도 통계적 유의수준에는 미치지 못하였으나 총지질 및 중성지질과 같은 변화 패턴을 보였다. George 등(19)은 식이섭유가 소장 내에서 bile salt와 결합함으로써 lipid의 체내 소화 흡수를 직접적으로 저해한다고 하였으며, Akiba와 Matsumoto(20)는 식이섭유의 섭취가 혈청 인지질의 농도를 낮춘다고 하였다. 또한 Goode 등(21)에 의하면 혈청 중의 지질함량은 혈압과 밀접한 상관관계가 있으며, 고혈압 환자의 경우 정상인보다 혈청 중의 지질함량이 높다고 보고하였는데, 본 실험에서는 갈래곰보의 급여가 고지방 식이로 증가

**Table 5. Effect of *M. papulosa* on serum total lipid, triglyceride and phospholipid contents in dietary hyperlipidemic rats** (mg/dL of serum)

Group <sup>1)</sup>	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Normal	273.84±21.19 <sup>2)c</sup>	77.09±6.20 <sup>3)</sup>	98.08±14.95 <sup>NS4)</sup>
Control	395.80±25.72 <sup>a</sup>	125.59±13.00 <sup>a</sup>	107.51±12.48
<i>M. papulosa</i> 5%	318.20±25.34 <sup>b</sup>	95.64±10.95 <sup>b</sup>	102.10±17.10
<i>M. papulosa</i> 10%	281.65±23.71 <sup>c</sup>	79.61±7.00 <sup>c</sup>	99.46±13.04

<sup>1)</sup>Refer the legend to Table 1

<sup>2)</sup>Values are mean±S.D. (n=8).

<sup>3)</sup>Values with a common superscript letter within the same column are not significantly different (p<0.05).

<sup>4)</sup>Not significant (p<0.05).

한 혈청 중 지질함량을 저하시키는 것으로 보아 고지혈증의 개선에 효과가 있을 것으로 사료된다.

혈청 중의 총 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤의 농도를 측정하여 동맥경화지수를 산출한 결과를 Table 6에 나타내었다. 총 콜레스테롤의 농도는 고지방 식이군이 152.72±7.59 mg/dL였으나 갈래곰보를 10% 급여한 경우에는 97.92±7.04 mg/dL로 약 36%가 감소하여 정상식이군의 94.67±3.25 mg/dL에 근접하였으며, HDL-콜레스테롤은 고지방 식이로 감소하였던 것이 갈래곰보의 급여로 정상식이군 수준으로 회복되었다. 동맥경화지수도 고지방 식이로 높아졌으나 갈래곰보 식이량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났다.

식이섭유는 장내에서 지방의 흡수를 저해하고, 담즙산의 배설을 증가시켜 콜레스테롤로부터 담즙산의 합성을 촉진시킴으로서 체내 콜레스테롤의 농도를 감소시키며, 대장에서 발효할 때 생산되는 short chain fatty acid는 내인성 콜레스

**Table 6. Effect of *M. papulosa* on serum total cholesterol and HDL-cholesterol contents in dietary hyperlipidemic rats**

Group <sup>1)</sup>	Total cholesterol (mg/dL)	HDL-cholesterol (mg/dL)	Atherosclerotic index <sup>2)</sup>
Normal	94.67±3.25 <sup>3)c</sup>	25.59±2.49 <sup>4)</sup>	2.70
Control	152.72±7.59 <sup>a</sup>	21.19±2.17 <sup>b</sup>	6.21
<i>M. papulosa</i> 5%	114.10±6.66 <sup>b</sup>	24.45±3.12 <sup>ab</sup>	3.67
<i>M. papulosa</i> 10%	97.92±7.04 <sup>c</sup>	27.03±3.15 <sup>a</sup>	2.62

<sup>1)</sup>Refer the legend to Table 1

<sup>2)</sup>(Total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

<sup>3)</sup>Values are mean±S.D. (n=8).

<sup>4)</sup>Values with a common superscript letter within the same column are not significantly different (p<0.05).

테롤의 합성을 저해한다는 보고가 있다(22-26). 특히 수용성 식이섬유인 pectin, gums, mucilages, 해조류의 다당류 등은 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤의 농도를 낮추고 HDL-콜레스테롤의 농도를 높이는 효과가 있다고 보고(18,27-29) 되어 있으며, 미역이나 김 혼합 식이가 당뇨 유발 흰쥐의 혈장 콜레스테롤을 현저하게 저하시켰다는 보고(6)도 있다. 특히 홍조류에 함유된 수용성 다당류의 일종인 carrageenan의 식이가 체내 콜레스테롤 농도를 저하시키는 효과가 있다고 보고(30,31)하고 있어, 본 연구의 결과에서 나타난 콜레스테롤 저하 현상은 갈래곰보에 함유되어 있는 carrageenan에 의한 것으로 추정된다.

혈청 중의 유리콜레스테롤 및 cholesteryl ester의 농도와 총콜레스테롤에 대한 cholesteryl ester의 비율을 Table 7에 나타내었다. 혈청 중의 유리콜레스테롤 및 cholesteryl ester의 농도는 고지방식이로 증가하였던 것이 갈래곰보의 식이로 감소하였으며 갈래곰보 10%첨가 식이군의 경우에는 정상식이군의 수준에 근접하였다. 그리고 cholesteryl ester의 농도 비율도 고지방식이군의 경우 77.19%로 고지혈증을 나타내었으나 갈래곰보의 식이로 정상수준으로 회복되었다.

콜레스테롤은 소장 상부에서 흡수되는 동안 cholesteryl ester의 형태로 점막세포에 유입되는데, 그중 80%가 에스테르화 된다고 보고(32)되어 있으며, 흰쥐에 콜레스테롤을 급이하면 혈중 유리콜레스테롤의 농도가 상승한다고 하였다(33). 한편 사람에게 있어서 총콜레스테롤에 대한 cholesteryl ester의 농도비율은 64~72%가 정상이며, 간 기능장애가 있을 경우 64% 이하로 저하하는 반면, 고 콜레스테롤 혈증일 때에는 상승하는 것으로 알려져 있다(34).

#### 간장의 지질조성

체내 지질대사는 주로 간장 내에서 이루어지나 고지방 식이로 인하여 간에서 합성된 중성지질이 정상적으로 제거되지 않으면 지방간을 초래하게 된다(35). 또한, 간장은 콜레스테롤을 합성하여 유리형 또는 에스테르형 콜레스테롤의 형태로 순환계에 분비하는 역할을 하므로 간장의 콜레스테롤 농도는 순환기계 질환의 주요한 지표가 된다(36).

**Table 7. Effect of *M. papulosa* on serum free cholesterol and cholesteryl ester contents in dietary hyperlipidemic rats**

Group <sup>1)</sup>	Free cholesterol (mg/dL)	Cholesteryl ester (mg/dL)	Cholesteryl ester ratio (%) <sup>2)</sup>
Normal	28.63±2.51 <sup>3)4)</sup>	66.09±4.37 <sup>c</sup>	69.81
Control	34.83±3.78 <sup>a</sup>	117.89±6.80 <sup>a</sup>	77.19
<i>M. papulosa</i> 5%	32.96±2.97 <sup>ab</sup>	81.15±8.05 <sup>b</sup>	71.12
<i>M. papulosa</i> 10%	30.46±4.23 <sup>b</sup>	67.46±8.63 <sup>c</sup>	68.89

<sup>1)</sup>Refer the legend to Table 1

<sup>2)</sup>Cholesteryl ester/Total cholesterol×100

<sup>3)</sup>Values are mean±S.D. (n=8).

<sup>4)</sup>Values with a common superscript letter within the same column are not significantly different (p<0.05).

**Table 8. Effect of *M. papulosa* on hepatic total lipid, triglyceride, phospholipid and total cholesterol contents in dietary hyperlipidemic rats** (mg/g of liver)

Group <sup>1)</sup>	Total lipid	Triglyceride	Total cholesterol
Normal	127.16±5.29 <sup>2)c</sup>	80.87±6.03 <sup>c3)</sup>	12.01±0.42 <sup>c</sup>
Control	170.50±7.71 <sup>a</sup>	107.19±9.61 <sup>a</sup>	16.72±0.59 <sup>a</sup>
<i>M. papulosa</i> 5%	148.43±7.90 <sup>b</sup>	92.27±8.62 <sup>b</sup>	14.08±0.73 <sup>b</sup>
<i>M. papulosa</i> 10%	131.71±6.78 <sup>c</sup>	84.54±8.28 <sup>bc</sup>	13.39±0.66 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer the legend to Table 1

<sup>2)</sup>Values are mean±S.D. (n=8).

<sup>3)</sup>Values with a common superscript letter within the same column are not significantly different (p<0.05).

간장 중의 총 지질, 중성지질, 총 콜레스테롤 함량의 측정 결과는 Table 8과 같다. 즉, 총 지질 및 중성지질의 함량은 고지방 식이로 정상 식이군에 비하여 각각 34.1%, 32.6%가 증가하였으나 갈래곰보 첨가식이로 감소하였으며, 갈래곰보 10% 첨가 식이군의 경우에는 정상 식이군의 수준에 근접하였다. 그리고 총 콜레스테롤의 경우에도 정상 식이군의 수준에는 이르지 못하였으나 갈래곰보 첨가식이로 농도가 저하하였다. Chung 등(37)은 고지방 식이가 흰쥐 간장의 총 지질, 중성지질, 총 콜레스테롤 함량을 증가시켰다고 하였으며, 해조류에서 추출한 carrageenan(31), sodium alginate(18,28)의 식이는 간장의 총 지질, 중성지질, 총 콜레스테롤 함량을 저하시켰다고 보고하였다.

#### 요 약

해조류 갈래곰보의 급여가 고지방 식이를 급여한 흰쥐의 혈청 및 간장 지질수준에 미치는 영향을 알아보기 위하여 흰쥐를 정상식이군, 고지방식이군, 갈래곰보 5% 및 10% 식이군으로 나누어 4주간 사육한 후 식이 효율, 장기의 중량, 혈청 및 간장의 지질수준을 검토하였다. 식이효율은 고지방식이로 증가하였으나 갈래곰보 첨가로 감소하였으며, 갈래곰보 10% 식이군의 경우 정상식이군과 비슷한 수준을 보였다. 장기의 중량은 간장의 경우 고지방식이로 증가하였으나 갈래곰보 식이로 감소하는 경향을 보였으며 신장, 심장 및 고환은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 갈래곰보의 급여는 혈청 중의 총 지질, 중성지질, 총 콜레스테롤, 유리콜레스테롤 및 cholesteryl ester 함량을 감소시킨 반면, HDL-콜레스테롤을 증가시켜서 동맥경화지수를 저하시키는 효과가 있었다. 간장 내의 총 지질, 중성지질의 함량은 고지방식이로 증가하였으나 갈래곰보 첨가식이로 감소하였고 갈래곰보 10% 첨가 식이군의 경우에는 정상식이군의 수준에 근접하였으며, 총 콜레스테롤의 경우에도 정상식이군의 수준에는 미치지 못하였으나 감소하였다. 이상의 결과에서 갈래곰보 첨가 식이는 고지방식이를 급여한 흰쥐의 지질대사를 촉진하는 효과가 있는 것으로 사료된다.

## 문헌

- 권태완, 강수기 : 식품공업의 발달과 우리의 식생활. 한국식품화학회, 추계학술대회 (1993)
- 대한통계협회 : 사망원인 통계연보(1994)
- Spiller, G.A. and Amen, R.J. : Dietary fiber in human nutrition. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **7**, 39-66 (1975)
- Kim, S.H., Park, H.Y. and Park, W.K. : Determination and physical properties of dietary fiber in seaweed products. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **17**, 320-325 (1988)
- Kim, Y.H. and Lee, S.S. : The effect of diet containing different fiber sources on the serum lipid level and bowel function in rats. *Korean J. Nutr.*, **28**, 825-833 (1995)
- Lee, H.S., Choi, M.S., Lee, Y.K., Park, S.H. and Kim, Y.J. : A study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patients-Effect of seaweed supplementation on the lipid and glucose metabolism in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, **29**, 296-306 (1996)
- Park, J.C., Jang, Y.I., Doo, M.D., Kim, S.H. and Choi, J.W. : Effect of methanolic extract of *Pachymeniopsis elliptica* on lipids component of hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 958-962 (1996)
- Kim, H.S. and Kim, G.J. : Effect of the feeding *Hijikia fusiforme* (Harver) Okamura on lipid composition of serum in dietary hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 718-723 (1998)
- Cho, Y.C., Kim, J.H., Park, H.Y. and Jung, K.J. : Processing knowhow of seaweed beverage using red alga juice. *Patent pending*, 97-0045990 (1997)
- Roger, M. and Rene, B. : A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber. Comparison with AOAC total dietary fiber procedure and Englyst's method. *J. Food Sci.*, **51**, 1333-1336 (1986)
- Kim, S.S. and Park, Y.H. : Seasonal variation in carrageenan content and its chemical composition of *Chondrus ocellatus*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **11**, 55-64 (1978)
- Frings, C.S. and Dunn, R.T. : A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophosphovanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.*, **53**, 89-91 (1970)
- Folch, J., Less, M. and Sloanestanley, G.H. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Bio. Chem.*, **226**, 497-509 (1957)
- Heaton, K.W. : Food fiber as an obstacle to energy intake. *Lancet*, **22**, 1418-1421 (1973)
- Southgate, D.A.T. : *Dietary fiber-basic and clinical aspects*. Plenum, New York, p.35 (1976)
- Arjmandi, B.H., Craing, J., Nathani, S. and Reeves, R.D. : Soluble dietary fiber and cholesterol influence *in vivo* hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats. *J. Nutr.*, **122**, 1559-1565 (1992)
- Soloff, L.A., Rutenberg, H.L. and Lacko, A.G. : Serum cholesterol esterification in patients with coronary artery disease. *Am. Heart J.*, **85**, 153-161 (1973)
- Yang, J.L., Suh, M.J. and Song, Y.S. : Effects of dietary fibers on cholesterol metabolism in cholesterol-fed rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 392-398 (1996)
- George, V.V., Timothy, M.S. and Linda, L.G. : Effects of cholesterol absorption, synthesis, and metabolism in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 2182-2191 (1982)
- Akiba, Y. and Matsumoto, T. : Effect of dietary fiber on lipid metabolism in liver and adipose tissue in chicks. *J. Nutr.*, **112**, 1577-1585 (1982)
- Goode, G.K., Miller, J.P. and Heagerty, A.M. : Hyperlipidemia, hypertension and coronary heart disease. *Lancet*, **345**, 362-364 (1995)
- Story, J.A. : The role of dietary fiber in lipid metabolism. *Adv. Lipid Res.*, **18**, 229-246 (1981)
- Anderson, J.W. and Bridges, S.R. : Sort-chain fatty acid fermentation products of plant fiber after glucose metabolism of isolated rat hepatocytes. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **177**, 372-376 (1984)
- Nishina, P.M. and Freedland, R.A. : Effects of propionate on lipid biosynthesis in isolated rat hepatocytes. *J. Nutr.*, **120**, 668-673 (1990)
- Chen, W.J. and Anderson, J.W. : Effects of guar gum and wheat bran on lipid metabolism in rats. *J. Nutr.*, **109**, 1028-1034 (1979)
- Schrijver, R., Fremaut, D. and Verheyen, A. : Cholesterol-lowering effects and utilization of protein, lipid, fiber and energy in rats fed unprocessed and baked oat bran. *J. Nutr.*, **122**, 1318-1324 (1992)
- Park, S.H., Lee, Y.K. and Lee, H.S. : The effect of dietary fiber feeding on gastrointestinal functions and lipid and glucose metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, **27**, 311-322 (1994)
- Kang, H.J., Suh, M.J., Kim, E.H. and Song, Y.S. : Effect of sodium alginate and cellulose on fasting plasma lipoprotein composition and cholesterol metabolism in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **23**, 879-886 (1994)
- Fernandez, M.L., Trejo, A. and McNamara, D.J. : Pectin isolated from prickly pear (*Opuntia* sp.) modifies low density lipoprotein metabolism in cholesterol-fed guinea pigs. *J. Nutr.*, **120**, 1283-1290 (1990)
- Tsai, A.C., Elias, J., Kelley, J.J., Lin, R.S. and Robson, J.R. : Influence of certain dietary fibers on serum and tissue cholesterol levels in rats. *P. J. Nutr.*, **106**, 118-123 (1976)
- Jang, S.J. and Park, Y.J. : Effects of dietary fiber sources and levels on lipid metabolism in rats fed high lard diet. *Korean J. Nutr.*, **28**, 107-114 (1995)
- Goodman, D.S. : Cholesterol ester metabolism. *Physiol. Rev.*, **45**, 747-839 (1965)
- Garg, M.L., Thomson, A.B. and Clandinin, M.T. : Effect of dietary cholesterol and  $\omega$ 1 or  $\omega$ 3 fatty acids on lipid composition and  $\Delta$ 5-desaturase activity or rat liver microsomes. *J. Nutr.*, **118**, 661-668 (1988)
- Adelman, S.J., Glick, J.M., Phillips, N.C. and Rothblat, G.H. : Lipid composition and physical state effect on cellular cholesterol ester clearance. *J. Biol. Chem.*, **259**, 1344-1350 (1984)
- Schaefer, E.J. : Lipoproteins, nutrition, aging and atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.*, **61**, 726-740 (1995)
- Grundy, S.M. : Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 1168-1175 (1987)
- Chung, K.H., Cho, S.H., Shin, E.N., Choi, K.H. and Choi, Y.S. : Effects of alcohol consumption and fat content in diet on chemical composition and morphology of liver in rat. *Korean J. Nutr.*, **21**, 154-163 (1988)

(2000년 11월 17일 접수)