

## 톳(*Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura)이 식이성 고지혈증 흰쥐의 혈청 지질성분에 미치는 영향

김한수 · 김군자<sup>\*†</sup>

밀양대학교 생물공학과

\*밀양대학교 식품과학과

### Effects of the Feeding *Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura on Lipid Composition of Serum in Dietary Hyperlipidemic Rats

Han-Soo Kim and Goon-Ja Kim<sup>\*†</sup>

Dept. of Biotechnology, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

\*Dept. of Food Science, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

#### Abstract

This study was designed to observe the effects of the feeding of *Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura juice extract on the improvement of lipids in the serum of cholesterol-supplemented diet induced dietary hyperlipidemic rats fed the experimental diets for 4 weeks. Concentration of total cholesterol and LDL-cholesterol in serum was significantly lower in the *Hijikia fusiforme* juice extract group than in the cholesterol diet group. Concentration of HDL-cholesterol in serum was higher in the *Hijikia fusiforme* juice extract group than the cholesterol supplemented diet group. Those in the *Hijikia fusiforme* juice extract group were higher than those in the cholesterol diet group. In the ratio of HDL-cholesterol concentration to total cholesterol concentration, *Hijikia fusiforme* juice extract administration group was higher percentage than the other groups. Atherosclerotic index was lower in the *Hijikia fusiforme* juice extract group than in the cholesterol diet group. Concentration of free cholesterol and cholestryl ester in serum was rather lower in the *Hijikia fusiforme* juice extract group than the other groups. Triglyceride concentration in serum was significantly lower in the *Hijikia fusiforme* juice extract group than in the cholesterol diet group. Concentration of phospholipid in serum was more decreased in the *Hijikia fusiforme* juice extract group than in the cholesterol diet group. The activities of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase in serum were rather lower in the *Hijikia fusiforme* juice extract group than the cholesterol supplemented diet group. From the above research, the *Hijikia fusiforme* juice extracts were effective on the improvement of the lipid compositions in serum of high fat diet induced dietary hyperlipidemic rats.

Key words: *Hijikia fusiforme*, hyperlipidemia, cholesterol, lipid composition

#### 서 론

톳(*Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura)은 갈조식물(*Phaeophyta*) 모자반과의 바닷말로서, 우리나라에서는 주문진 이남에서 서해안 장산곶과 남해안 및 제주도에 서식하는 천연자원 식물로 식물체는 섬유상의 뿌리로 직립하여, 줄기는 원주상이고 1회 우상(羽狀)으로 가지가 갈라지는 해조류이다(1,2). 해조류는 탄수화물을 많이 함유하고 있어서 소화 효소에 의한 소화율이 낮

아 영양학적인 면에서는 별로 각광을 받지 못하였으나 최근에 와서는 해조 탄수화물이 혈관내 콜레스테롤 침착 방지 및 장관 운동을 원활하게 하고 중금속의 배출 등 효과가 높을 뿐만 아니라 당류 성분에 항암작용이 있다는 보고가 있어 그 가치가 높은 것으로 생각된다(3-6). 고지혈증은 혈청중 지질 성분이 증가된 상태로 임상적으로 중요시되고 있으며, 발생빈도가 높은 고콜레스테롤 혈증과 고중성지방 혈증 유발에는 당뇨병, 내분비질환, 유전적 요인, 간질환 및 신장질환 등으로 인

<sup>\*</sup>To whom all correspondence should be addressed

한 2차적 발병요인과 운동부족, 식이, 노화 및 환경인자로 인한 요인 등이 있다(7-11). 심장순환기계질환(coronary heart disease, CHD)의 유발 인자로서는 여러 가지 복합적인 인자가 있으나 그중에서도 혈액 중의 콜레스테롤 농도가 주요한 인자로 알려져 있으며, 중성지질농도 및 지단백, 혈장 thromboxane A<sub>2</sub>(TXA<sub>2</sub>) 형성 등이 문제시되고 있다(12-18). 따라서 본 연구는 천연자원 식용 해조류인 톳으로부터 생리활성 물질을 확인하는 일환으로, 식이성 고지혈증에 미치는 영향을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 시료의 추출 및 조제

실험에 사용된 톳은 경남 삼천포에서 생시료를 구입하여 수돗물로 씻어 이물질을 제거한 다음, 전 부분을 시중 판매 녹즙기(MAG II GP-1605, (주)그린파워)로 찐 후 녹즙액을 망사 청결으로 여과하여 톳녹즙 원액을 제조하고 4°C 이하로 냉장 보관하여 두고 본 실험의 시료로 사용하였다. 생톳 100g당 톳녹즙 63ml를 얻을 수 있었다.

### 식이 및 실험군

기초식이, 고지방 식이의 조성 및 실험군은 Table 1과 같으며, 고지방 식이는 콜레스테롤 0.75%와 sodium cholate 0.25%, 비타민 및 무기질 혼합물을 AIN-76 정제사료 조제법에 따랐다. 한편 식이 및 물은 실험 전

기간 동안 자유로이 섭취시켰으며, 톳 녹즙액은 톳녹즙 원액을 물과 1:1(v/v) 비율로 섞어 환경 체중 100g 당 1일 평균 10±2ml 급여하였다.

### 실험동물의 처리

실험동물은 최적조건(온도 20±1°C, 습도 50±10%, 명암주기 07:00~19:00)에서 예비 사육한 외관상 건강한 평균체중 200±10g의 Sprague Dawley계 수컷 환경을 난교법(Randomized Complete Block Design)에 의해서 6마리씩 3군으로 나누고 사육상자에 한 마리씩 넣어 4주간 실험 사육하였다. 실험 사육 4주간의 최종 일에는 7시간 절식 시킨 후 애데르 마취하에 심장채혈법으로 채혈하였다. 혈액은 약 1시간 정도 냉수 중에 방치한 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 취하여 실험에 사용하였다.

### 콜레스테롤의 정량

혈청의 총콜레스테롤 농도는 총콜레스테롤 측정용 kit시약(Cholestezyme-V, Eiken)으로, LDL-콜레스테롤 농도는 LDL 측정용 kit시약(β-lipoprotein C-Test, wako)으로 LDL 농도를 측정한 후 0.35를 곱한 값으로 표시하였다. HDL-콜레스테롤 농도는 HDL-콜레스테롤 측정용 kit시약(HDL-C555, Eiken), 유리 콜레스테롤 농도는 유리 콜레스테롤 측정용 kit시약(Free cholestezyme-V555, Eiken)으로 측정하였으며, 콜레스테롤 에스테르의 농도는 총콜레스테롤 농도에서 유리 콜레스테롤의 농도를 뺀 값으로 표시하였다.

### 중성지질 및 인지질의 정량

혈청의 중성지질 농도는 중성지질 측정용 kit시약(Triglyzyme-V, Eiken)으로, 인지질 농도는 인지질 측정용 kit시약(PLzyme, Eiken)으로 측정하였다.

### Aminotransferase의 활성 측정

Reitman과 Frankel의 방법(19)에 준해 조제된 kit시약(혈청 transaminase 측정 시약, Eiken)을 사용하여 혈청 중 aspartate aminotransferase(AST, EC 2.6.1.1) 및 alanine aminotransferase(ALT, EC 2.6.1.2) 활성을 측정하였으며, 단위는 혈청 1ml당 Karmen unit(20)로 표시하였다.

### 통계처리

분석 결과의 통계처리는 실험군 당 평균치와 표준오

Table 1. Experimental groups and compositions of basal and cholesterol supplemented diet (%)

Ingredient	Basal diet	Cholesterol supplemented diet
Casein	20.0	20.0
DL-methionine	0.3	0.3
Corn starch	60.0	59.0
Cellulose powder	5.0	5.0
Mineral mixture <sup>1)</sup>	3.5	3.5
Vitamin mixture <sup>1)</sup>	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2
Lard	10.0	10.0
Cholesterol	-	0.75
Sodium cholate	-	0.75
Group 1 : Basal diet + Water		
2 : Basal diet + Cholesterol diet + Water		
3 : Basal diet + Cholesterol diet + <i>Hijikia fusiforme</i> juice extract		

<sup>1)</sup>AIN-76<sup>TM</sup>

차를 계산하였고 군간의 유의성 검정은  $p<0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test(21)로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 혈청 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도

혈청 중의 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도와 그 비율 및 동맥경화지수는 Table 2와 같다. 혈청 중 총콜레스테롤 농도는 기초식이만 급여한 대조군에 비해, 콜레스테롤을 첨가 급여한 실험군에서 높게 나타났으나, 콜레스테롤만 급여한 식이군보다 콜레스테롤과 톳 녹즙액을 급여한 군이 유의성있게 낮게 나타났다. LDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 콜레스테롤 첨가군에서 높게 나타났지만 콜레스테롤만 식이시킨 군에 비하여 톳 녹즙액 섭취군이 대조군의 농도에는 미치지 못하나 유의성있게 감소됨을 관찰할 수가 있었다. HDL-콜레스테롤 농도는 대조군의 27.4 mg/dl보다 콜레스테롤 첨가에 의해 19.6mg/dl로 감소되었으며, 톳 녹즙액을 급여함으로서 23.8mg/dl로 증가되었다. 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도비는 대조군이 28.1%로 현저히 높았으나, 콜레스테롤 식이군(14.4%)에 비해 톳 녹즙액 섭취군(19.4%)이 높은 비율을 나타내었으며, 동맥경화지수는 콜레스테롤의 첨가에 의하여 대조군에 비해 콜레스테롤 식이군에서 현저히 증가되던 것이, 톳 녹즙액 급여로 인하여 고콜레스테롤을 섭취한 군보다 낮게 나타났다. 콜레스테롤은 세포막의 구성요소이며 steroid hormone과 vitamin D의 전구물질로서 생체내에서 필요불가결한 성분이지만 고지혈증, 동맥경화증, 심장질환과 담석증 등 각종 심장순환기계 질환의 원인으로 알려져 있다. 김 등(22)에 의하면 고콜레스테롤 혈증을 유발시킨 후 톳 녹즙액을 급여한 결과, 고지방식이 실험군에 비해 다불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA) 함유비

율, arachidonic acid, eicosapentaenoic acid, docosapentaenoic acid 및 EPA/AA비 등이 높은 함유비율로 검출되었다고 하였으며, Beynen과 Katan(23), Grundy(24)는 PUFA는 혈청 콜레스테롤의 주된 운반형으로서 동맥벽에 콜레스테롤을 축적시켜 동맥경화 유발을 촉진하는 LDL-콜레스테롤과 VLDL-콜레스테롤 농도를 저하시킨다고 하였다. HDL-콜레스테롤은 말초 조직 및 혈관벽에 축적된 콜레스테롤을 이화, 제거하여 콜레스테롤 에스테르로 만들어 간장으로 운반하여 담즙산으로 배설시킴으로서 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시킨다는 보고도 있다(25). 따라서 본 실험 결과 콜레스테롤로 유발된 고지혈증 환쥐에 대한 톳 녹즙액이 혈청 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도의 저하, HDL-콜레스테롤 농도의 상승 및 동맥경화지수의 저하 등으로 미루어보아 혈청 지질의 개선에 대한 효과가 있는 것으로 사료된다.

#### 혈청 유리콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도

혈청 중의 유리콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르 농도 및 총콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 에스테르의 비는 Table 3과 같다. 유리콜레스테롤과 콜레스테롤 에스테르 농도는 대조군에 비하여 전실험군에서 높은 농도를 나타내었으나, 고콜레스테롤 식이 급여군보다 톳 녹즙액 급여군에서 감소하는 경향을 나타내었다. 콜레스테롤 에스테르 비는 콜레스테롤을 첨가 급여 하므로서 대조군에 비해 높은 경향을 나타내었다. 콜레스테롤은 소장에서 흡수되는 동안 콜레스테롤 에스테르의 형태로 점막세포로 들어가며, 그중 80% 정도가 에스테르화된다(26). 총콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 에스테르의 농도비는 사람에 있어서 대체로 70% 전후가 정상인 것으로 알려져 있는데, 에스테르비의 저하는 간질환 진단에 있어서 중요한 지표가 되며, 고콜레스테롤 혈증일 때 상승하는 것으로 알려져 있다(27).

Table 2. Effect of *Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura on total cholesterol, LDL and HDL-cholesterol, ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol and atherosclerotic index in serum of cholesterol diet induced dietary hyperlipidemic rats

Group <sup>1)</sup>	Total cholesterol(A) mg/dl	LDL-cholesterol mg/dl	HDL-cholesterol(B) mg/dl	(B)/(A) × 100%	A.I. <sup>2)</sup>
1	97.6±3.1 <sup>a3)</sup>	46.3±3.2 <sup>a</sup>	27.4±1.6 <sup>c</sup>	28.1	2.6
2	136.5±4.0 <sup>c</sup>	68.8±2.9 <sup>c</sup>	19.6±1.8 <sup>a</sup>	14.4	6.0
3	122.7±3.5 <sup>b</sup>	59.4±3.1 <sup>b</sup>	23.8±1.5 <sup>b</sup>	19.4	4.2

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Atherosclerotic index=(Total chol.-HDL-chol.)/HDL-chol.

<sup>3)</sup>Mean±S.E.(n=6). Mean in the same column not sharing common superscript letters are significantly different( $p<0.05$ ).

Table 3. Effect of *Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura on free cholesterol, cholestryl ester and cholestryl ester ratio in serum of cholesterol diet induced dietary hyperlipidemic rats

Group <sup>1)</sup>	Free cholesterol	Cholestryl ester	Cholestryl ester ratio (%) <sup>2)</sup>
	mg/dl		
1	24.8±2.9 <sup>a3)</sup>	72.8±3.7 <sup>a</sup>	74.6
2	30.9±3.2 <sup>c</sup>	105.6±3.9 <sup>c</sup>	77.4
3	27.5±3.1 <sup>b</sup>	95.2±3.4 <sup>b</sup>	77.6

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

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

<sup>3)</sup>Mean±S.E.(n=6). Mean in the same column not sharing common superscript letters are significantly different(P<0.05).

### 중성지질 및 인지질 농도

혈청 중의 중성지질과 인지질 농도는 Table 4에서와 같이, 콜레스테롤과 sodium cholate를 첨가한 고지혈증 흰쥐에 있어서, 대조군에 비해 전 실험군에서 현저히 높게 나타났으나, 실험군 간에 있어서는 톳 녹즙액 굽여군의 농도가 낮은 경향을 보였다. 식이 PUFA는 혈청 콜레스테롤, 중성지질 및 LDL-콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증 및 심장순환기계 질환을 예방한다고 알려져 있는데(28-30), 이것은 PUFA가 간장에서 지방산의 합성을 억제하고 장관내에서 콜레스테롤의 흡수를 저해하며 조직세포로부터 콜레스테롤을 제거하고 분변으로의 담즙산 배설을 증가시키기 때문이라고 하였다(31,32). 한편, Kinnunen 등(33)에 의하면 혈청 중성지질의 농도 저하작용은 모세혈관 벽에 존재하는 lipoprotein lipase가 chylomicron과 VLDL의 분해를 촉매하기 때문이라고 하였으며, 또한 Faidley 등(34)은 다불포화지방산은 인지질을 담즙으로서 이용률을 증가시킴으로 혈청 인지질농도를 저하시킨다고 하였다. 따라서 본 실험 결과 톳 녹즙액 굽여로 인하여 혈청 중성지질 및 인지질의 농도가 저하되는 것으로 나타났다.

Table 4. Effect of *Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura on triglyceride and phospholipid in serum of cholesterol diet induced dietary hyperlipidemic rats

Group <sup>1)</sup>	Triglyceride	Phospholipid
	mg/dl	
1	83.2±3.1 <sup>a2)</sup>	124.4±4.6 <sup>a</sup>
2	124.7±5.7 <sup>c</sup>	145.2±6.1 <sup>c</sup>
3	109.6±4.3 <sup>b</sup>	133.5±5.7 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±S.E.(n=6). Mean in the same column not sharing common superscript letters are significantly different(p<0.05).

Table 5. Effect of *Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura on aspartate and alanine aminotransferase activities in serum of cholesterol diet induced dietary hyperlipidemic rats

Group <sup>1)</sup>	AST	ALT
	Karmen unit/ml serum	
1	137.4±8.5 <sup>a2)</sup>	46.6±3.7 <sup>a</sup>
2	152.2±9.1 <sup>bc</sup>	53.5±4.4 <sup>b</sup>
3	146.1±8.7 <sup>b</sup>	51.9±4.2 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±S.E.(n=6). Mean in the same column not sharing common superscript letters are significantly different(p<0.05).

AST is aspartate aminotransferase and ALT is alanine aminotransferase.

### 혈청 중 aminotransferase(AST, ALT)의 활성

톳 녹즙액이 콜레스테롤 식이에 의한 혈청 중 AST 및 ALT의 활성에 미치는 영향을 관찰한 결과는 Table 5와 같다. s-AST활성은 대조군보다 콜레스테롤 식이 군 및 고콜레스테롤 식이와 톳 녹즙액 섭취군에서 유의적으로 높게 나타났으나, 콜레스테롤만 굽여한 군에 비해서는 톳 녹즙액을 첨가한 군이 낮게 나타났다. 한편 s-ALT활성은 대조군에 비하여 전실험군에서 증가되는 경향을 나타내었지만, 고콜레스테롤 식이에 비해 톳 녹즙액을 굽여함으로써 유의성은 없었지만 저하되는 것으로 나타났다. 간장 장해의 지표가 되는 AST, ALT 활성의 증가는 고지방식이나 알콜 등으로 간 실질세포의 장애가 발생하여 혈중으로 방출이 항진되어 나타나는 것으로, 수용성 식물섬유 등이 혈중의 AST 및 ALT 활성을 감소시킨다고 한다(35). Takahashi 등(36)에 의하면 aminotransferase(AST, ALT) 활성은 필수지방산 결핍식이군에 있어서 가장 높은 반면, n-3계 PUFA의 함량이 많은 식이군이 가장 낮았다고 보고한 바 있다.

### 요약

고콜레스테롤 식이로 유발된 고지혈증 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐에 있어서 톳 녹즙액의 굽여가 혈청의 지질개선 효과를 검토하기 위해 4주간 물 대신 톳 녹즙액을 섭취 시킨 결과, 혈청 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도는 대조군이 가장 낮았고, 콜레스테롤 식이군에 비해 콜레스테롤 식이와 톳 녹즙액 섭취군이 유의적으로 낮게 나타났다. 혈청 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군이 가장 높았으나, 콜레스테롤 식이군에 비해서는 톳 녹즙액 굽여군이 높게 나타났다. 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도비는 톳 녹즙액 굽여

군이 높게 나타났다. 동맥경화지수는 고콜레스테롤 식이군에 비해 톳 녹즙액 굽여군이 낮았다. 혈청 유리콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도는 톳 녹즙액 굽여군에서 감소하였으며, 혈청 중성지질 농도는 고콜레스테롤 식이군에 비해 톳 녹즙액 굽여군이 유의성 있게 감소하였고, 인지질 농도 또한 콜레스테롤 식이군보다 콜레스테롤 식이와 톳 녹즙액 섭취군이 낮은 경향을 보였다. 혈청 AST 활성을 콜레스테롤을 첨가 굽여한 군에 비해, 톳 녹즙액을 식이한 군에서 약간 감소되는 경향을 보였으며, 혈청 ALT 활성을 대조군에 비하여 여타 실험군에서 증가되는 경향을 보였으나, 고콜레스테롤 식이에 비해 톳 녹즙액을 굽여한 군에서 저하되는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 톳 녹즙액이 식이성 고지혈증 흡취에 대한 혈청 지질성분의 개선 효과가 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 1996년도 밀양대학교 기성회 학술연구 지원과제 연구비 지원에 의한 연구 결과의 일부로서, 이에 감사드립니다.

### 문 헌

- 조재선 : 식품재료학. 기전연구사, 서울, p.336(1988)
- 동아원색세계대백과사전. 동아출판사, 서울, 28권, p.202 (1983)
- Ebihara, K. and Kiriyama, S. : Physicochemical property and physiological function of dietary fiber. *Nippon Shokuhin Gakkaishi*, **37**, 916(1990)
- Hirada, S. and Aoyama, N. : 水溶性食物纖維の食品への利用. *New Food Industry*, **31**, 18(1989)
- Tsuji, K. : 食物纖維とコレステロール代謝. *New Food Industry*, **31**, 9(1989)
- 安本教博, 吉田完弘 : セレンの食品化學. 日本農藝化學會誌, **62**, 1090(1988)
- Dietschy, J. M. and Wilson, J. D. : Regulation of cholesterol metabolism. *New Engl. J. Med.*, **282**, 1128 (1970)
- Miettinen, T. A. : *Hypolipidemic agents*. Kritchevsky, D.(ed), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p.109(1975)
- 板倉弘重 : 高脂血症 -その原因と食事指導. 第一出版, 東京, p.42(1987)
- Van Belle, H. : *Cholesterol, bile acids and atherosclerosis*. North Holland Publ., Amsterdam, p.1(1965)
- Sodhi, H. S. : *Hypolipidemic agents*. Kritchevsky, D. (ed.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p.29(1975)
- Assmann, G. : *Lipid metabolism and atherosclerosis*. Stuttgart, FRG, Schattauer Verlag GmbH, p.1(1982)
- Illingworth, D. R., Harris, W. S. and Conner, W. E. :

Inhibition of low density lipoprotein synthesis by dietary  $\omega$ -3 fatty acids in humans. *Atherosclerosis*, **4**, 270(1984)

- Inkeles, S. and Eisenberg, D. : Hyperlipidemia and coronary atherosclerosis : a review. *Medicine*, **60**, 110 (1981)
- Kannel, B. W., Castelli, W. P. and Gordon, T. : Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. New perspective based on the Framingham study. *Ann. Int. Med.*, **90**, 85(1979)
- Lewis, B. : The lipoproteins : Predictors, protectors and pathogens. *Br. Med. J.*, **287**, 1161(1983)
- McGill, H. C. : The relationship of dietary cholesterol to serum cholesterol concentration and to atherosclerosis in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 2664(1979)
- Rifkind, B. M. : Diet, plasma cholesterol and coronary heart disease. *J. Nutr.*, **116**, 1578(1986)
- Reitman, S. and Frankel, S. : A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Pathol.*, **28**, 56(1957)
- La Due, J. S., Wroblewski, F. and Karmen, A. : Transaminase activity in human blood. *Science*, **120**, 474 (1954)
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York(1980)
- 김군자, 김용균, 이영근, 김한수 : 톳(Hijikia fusiforme (Harvey) Okamura)이 고콜레스테롤 혈증 유발 흡취의 혈청 지방산대사에 미치는 영향. 밀양대학교 농업기술 개발연구소보, **1**, 19(1997)
- Beynen, A. C. and Katan, M. B. : Why do polyunsaturated fatty acids lower serum cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, **42**, 560(1985)
- Grundy, S. M. : Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 1168(1987)
- Castelli, W. P., Garrison, R. J., Wilson, P. W. F., Abbott, R. D., Kalousdian, S. and Kannel, W. B. : Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. *JAMA*, **256**, 2835(1986)
- Goodman, D. S. : The turnover of plasma cholesterol in man. *Physiol. Rev.*, **45**, 747(1964)
- 김기홍 역편 : 검사성적의 임상적 활용. 고문사, 서울, p.164(1980)
- Applebaum-Bowden, D., Haffner, S. M., Hartsook, E., Luk, K. H., Albers, J. J. and Hazzard, W. R. : Down regulation of the low density lipoprotein receptor by dietary cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, **39**, 360(1984)
- Balasubramanian, S., Simons, L. A., Chang, S. and Hickie, J. B. : Reduction in plasma cholesterol and increase in biliary cholesterol by a diet rich in n-3 fatty acids in the rat. *J. Lipid Res.*, **26**, 284(1985)
- Oh, S. Y. and Monaco, P. A. : Effect of dietary cholesterol and degree of fat unsaturation on plasma lipid levels, lipoprotein composition and fecal steroid excretion in normal young adult men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **42**, 399(1985)
- Connor, W. E. and Connor, S. L. : The dietary treat-

- ment of hyperlipidemia. *Med. Clin. Nutr. Am.*, **66**, 485(1982)
32. Ranazit, P., Ramesha, C. S. and Garguly, J. : On the mechanism of hypocholesterolemic effects of polyunsaturated lipids. *Adv. Lipid Res.*, **17**, 155(1980)
33. Kinnunen, P. K. J., Virtanen, J. A. and Vainio, P. : Lipoprotein lipase and hepatic endothelial lipase. *Atheroscler. Rev.*, **11**, 65(1983)
34. Faidley, T. D., Luhman, C. M., Galloway, S. T., Foley, M. K. and Beitz, D. C. : Effect of dietary fat source on lipoprotein composition and plasma lipid concentrations in pigs. *J. Nutr.*, **120**, 1126(1990)
35. Nomura, M., Nakajima, Y. and Abe, H. : Effects of long-term administration of indigestible dextrin as soluble dietary fiber on lipid and glucose metabolism. *J. Jpn. Soc. Food Nutr.*, **45**, 21(1992)
36. Takahashi, R., Manku, M. S. and Horrobin, D. F. : Impaired platelet aggregation and thromboxane generation in EPA deficient rats. *J. Nutr.*, **117**, 1520(1987)

(1998년 4월 25일 접수)