

## 갓의 給餌가 흰쥐의 Cholesterol 代謝에 미치는 影響

조영숙 · 박정로 · 박석규 · 전순실 · 정승용\* · 하봉석\*

순천대학교 식품영양학과

경상대학교 식품영양학과\*

### Effects of Mustard Leaf(*Brassica Juncea*) on Cholesterol Metabolism in Rats

Jo, Young Sook · Park, Jeong Ro · Park, Seok Kyu  
Chun, Soon Sil · Chung, Seung Yong\* · Ha, Bong Seuk\*

*Department of Food and Nutrition, Suncheon National University*

*Department of Food and Nutrition,\* Gyeongsang National University*

#### ABSTRACT

To investigate the effects mustard leaf(*Brassica Juncea*) on cholesterol metabolism, male Sprague Dawley rats were fed semipurified diets containing 2% or 4% mustard leaf with or without cholesterol for 5 weeks.

Plasma cholesterol content decreased significantly by feeding 4% mustard leaf in rats fed 1% cholesterol in the diet. In addition, HDL-cholesterol increased slightly by the feeding of mustard leaf, resulting in a significant increase in the HDL-cholesterol/total cholesterol ratio and a reduction of atherosclerotic index. However, levels of plasma lipids were not influenced by mustard leaf in rats fed cholesterol-free diet.

The contents of all classes of lipid in liver increased by dietary cholesterol. Of the liver lipids, triglyceride and cholesteryl ester were accumulated most, showing a fatty liver syndrome. Supplementation of mustard leaf to cholesterol-containing diet resulted in a slight decrease in neutral lipid contents of liver.

Fecal cholesterol excretion was higher by more than 2.7 and 3.3-fold in rats fed 2 and 4% mustard leaf than in control rats fed cholesterol. Similar trends were found in fecal bile salt excretion; rats fed 2 and 4% mustard leaf excreted more bile salts by more than 1.5 and 2% than those fed control diet containing cholesterol.

In summary, mustard leaf may have an antiatherogenic effect of reducing plasma cholesterol level and increasing HDL-cholesterol level. The plasma cholesterol lowering effect of mustard leaf is suggested to be due, at least in part, to increase in fecal excretion of cholesterol and bile acids.

**KEY WORDS** : mustard leaf · lipid content · cholesterol content · hypercholesterolemia · fecal cholesterol · fecal bile acid.

서 론

재료 및 방법

갓(mustard leaf)은 芥子(*Brassica juncea*)의 잎을 말하며, 십자화과에 속하는 경엽채소류 중의 하나로 염장발효시켜 김치로 식용하고, 그 씨(겨자, mustard seed)는 신미성 향신료로서 사용된다<sup>1)2)</sup>. 갓은 중국이 원산지이지만 현재는 한국과 일본 등에서 널리 재배되고 있으며<sup>3)</sup>, 국내에서는 지역적인 독특한 기후, 토양조건 등으로 전라남도 여천군 돌산지방에서 전통적으로 많이 재배되어 갓 김치제조용으로 공급되고 있다.

최근 경제성장과 더불어 동물성 식품의 섭취와 지방 섭취의 증가 등 식생활의 변화로 고혈압, 동맥경화증 등 순환기계질환으로 인한 사망율이 점차 증가됨에 따라 지방식이의 영향이 대단히 중요한 문제로 되고 있다<sup>4)</sup>. 심장순환기계 질환의 유발은 여러가지 복합적인 인자들이 작용하지만 그 중에서도 혈액중의 cholesterol 농도가 주요한 위험인자로 알려져 있으며<sup>5)6)</sup>, 고 cholesterol혈증은 흡연 및 고혈압과 함께 동맥경화증을 일으키는 세가지 주요한 위험인자의 하나로 인식되고 있다<sup>7)8)</sup>. 이에 학계에서는 각 개인의 혈장 cholesterol 농도를 낮추기 위해 cholesterol 및 포화지방산이 많이 함유된 식품 섭취를 제한하고 각종 섬유소와 불포화지방산 등이 많이 함유된 식품을 권장하는 한편 혈장 cholesterol을 낮추는 의약품과 식품개발에 노력하여 cholestyramine, probucol 등 혈장 cholesterol을 낮추는 의약품이 개발되어 일부 고cholesterol혈증 환자의 치료에 이용되고 있지만 일반대중이 고cholesterol혈증의 예방차원에서 널리 섭취될 수 있는 자연식품에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다<sup>9-11)</sup>.

갓은 한국인의 식생활에서 가장 중요한 위치를 차지하는 김치의 주재료 중의 하나로서 pectin질을 비롯한 각종 식이섬유소가 풍부하여 혈장 cholesterol 농도를 낮추는 효과가 있으리라 기대된다. 이에 본 연구에서는 갓의 섭취가 흰쥐의 체내 cholesterol 대사에 미치는 영향을 분석 검토하여 고지혈증으로 인한 심장순환기계 질환의 개선에 도움이 되고자 한다.

1. 실험동물 및 식이

평균체중이 약 150g인 Sprague-Dawley 수컷 흰 쥐를 casein 22% 함유 기초식으로 1주일간 예비 사육하여 적응시킨 후 난피법에 의해 6 마리씩 5군으로 나누어 5주간 stainless steel cage에서 분리 사육하였다. 예비사육 및 실험사육기간 중 물과 사료는 자유로이 섭취시켰으며, 사육실의 온도는 21±2℃, 습도는 60±10%, 명암은 12 시간(07:00~19:00) 주기로 조명하였다. 실험식이의 조성은 Table 1과 같으며, 갓은 전라남도 여천군 돌산 면에서 재배한 한국산 갓(돌산갓)을 동결건조 후 분말화하여 사용하였다.

실험사육 5주간의 최종일은 12시간 절식시킨 뒤 ether 마취상태에서 심장채혈법으로 채혈하였다. 혈액은 EDTA(1mg/ml)로 처리하여 1 시간 빙수

Table 1. Compositions of experimental diets (%)

Group <sup>1</sup>	B	BM2	BC	BCM2	BCM4
Ingredient					
Casein	22	22	22	22	22
Sucrose	10	10	10	10	10
Corn oil	1	1	1	1	1
Shortening	9	9	9	9	9
Mineral <sup>2</sup>	4	4	4	4	4
Vitamin <sup>2</sup>	1	1	1	1	1
Choline bitartrate	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Corn starch	52.85	50.85	51.6	49.6	47.6
Na-cholate	-	-	0.25	0.25	0.25
Cholesterol	-	-	1	1	1
Mustard leaf <sup>3</sup>	-	2	-	2	4

<sup>1</sup>Group abbreviations : B ; Basal diet, BM2 ; Basal+2% Mustard leaf, BC ; Basal+Cholesterol, BCM2 ; Basal+Cholesterol+2% Mustard leaf, BCM4 ; Basal+Cholesterol+4% Mustard leaf

<sup>2</sup>Bieri, J.G., G.S. Stoewsand, G.N. Briggs, R.W. Philips, J.C. Woodard and J.J. Knapka. 1977. Report of the American Institute of Nutrition Ad. Hoc. Committee on Standards for Nutritional Studies. J. Nutr., 107 : 1340-1348.

<sup>3</sup>Fresh Dolsan mustard leaf was freeze-dried and ground before added to diet.

중에 방치시킨 후 500×g에서 30분 원심분리하여 혈장을 얻었다. 간장은 체혈 후 즉시 적출하여 0.9% 생리식염수로 씻은 다음 여과지로 물기를 제거하여 무게를 측정된 후 -20℃에 보관하였다. 분변은 실험사육 종료 전 3일간 채취하여 무게를 측정된 후 -20℃에 보관하여 실험에 사용하였다.

### 2. 지질 분석

혈장 및 간장의 총 cholesterol, 유리 cholesterol, 중성지질 및 인지질 함량은 효소법에 의해 kit시약 (Eiken Chemical Co., LTD., Tokyo, Japan)으로 분석하였다. Cholesteryl ester 함량은 총 cholesterol 함량에서 유리 cholesterol 함량을 감하여 산출하였다. 혈장 high density lipoprotein(HDL)-cholesterol은 phosphotungstate-MgCl<sub>2</sub><sup>12)</sup>에 의해 β-lipoprotein을 침전시킨 후 효소법<sup>13)</sup>으로 측정하였다. 분변 중 cholesterol은 중성 steroid를 추출하여<sup>14)</sup> 효소법<sup>13)</sup>에 의해 정량하고, 담즙산은 Grundy등<sup>14)</sup>의 방법에 따라 gas liquid chromatography에 의해 분석하였다.

### 3. 통계처리

실험 결과는 mean±SE로 표시하였으며, 실험군 간의 유의성은 SAS program(SAS Institute Inc., Cary, NC., USA)을 이용하여 analysis of variance를 거쳐 p<0.05 수준에서 Fisher의 Least Significant Difference test<sup>15)</sup>를 통하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

혈장 총 cholesterol 농도에 있어(Table 2) chole-

sterol 첨가군(BC군)은 무첨가군(B군)에 비해 유의적으로 높아 cholesterol 첨가식이에 대한 인체의 반응<sup>16-18)</sup>과 유사한 결과를 보였으며, cholesterol첨가군간에 있어서 돌산갓 2%첨가군(BCM2군)은 약간 그리고 4%첨가군(BCM4군)은 cholesterol첨가대조군(BC군)에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였다. 이러한 결과는 영지, 케일 등이 고cholesterol 혈중 흰쥐의 혈장 cholesterol 농도를 저하시킨다는 김 등<sup>19)</sup>, 정 등<sup>20)</sup> 및 한 등<sup>21)</sup>의 보고와 유사한 경향으로, 이는 혈액중의 높은 cholesterol 농도가 동맥경화증 등 심장순환기계질환 유발의 주요인자로 작용한다는 보고에<sup>6)7)</sup> 비추어 갓의 식이섭취로 인한 혈장지질 개선효과는 심장병의 예방과 치료에 있어 도움을 줄 수 있는 가능성을 시사해준다.

혈장 유리 cholesterol 및 cholesteryl ester의 농도는 cholesterol 무첨가군에 비해 첨가군에서 대체로 높았으며, 이는 Garg등<sup>22)</sup>이 흰쥐에서 cholesterol을 급이하였을 때 혈청 유리cholesterol 및 cholesteryl ester의 농도가 상승된다고 보고한 결과와 비슷한 경향이었다. 총 cholesterol에 대한 cholesteryl ester 비는 전 실험군을 통해 대체로 80.4~87.1% 범위 인데 cholesterol 첨가군이 무첨가군에 비해 높았으며, 특히 돌산갓 4% 첨가군에서 87.1%로 더욱 높았다.

HDL-cholesterol 농도는(Table 3) cholesterol 첨가군이 무첨가군에 비해 유의적으로 높았으며, 첨가군 간에 있어서는 유의적인 차이가 없었으나 돌산갓 4% 첨가군(BCM4군)이 약간 높게 나타났다. 이는 고지혈증 흰쥐에게 kale을 급이하였을 때 다소의 HDL-cholesterol 농도 상승효과가 있다는

Table 2. Concentrations of plasma cholesterol in rats fed the experimental diets<sup>1</sup>

Group <sup>2</sup>	Total cholesterol (A) (mg/dl)	Free cholesterol (mg/dl)	Cholesteryl ester(B) (mg/dl)	Cholesteryl ester ratio [B/A]×100
B	55.9± 3.6 <sup>a</sup>	10.4± 1.1 <sup>a</sup>	45.5± 2.8 <sup>a</sup>	81.4± 1.1 <sup>a</sup>
BM2	50.1± 4.7 <sup>a</sup>	10.0± 1.4 <sup>a</sup>	40.1± 3.3 <sup>a</sup>	80.4± 0.9 <sup>a</sup>
BC	117.4± 7.1 <sup>c</sup>	19.5± 1.7 <sup>c</sup>	97.9± 6.0 <sup>c</sup>	83.4± 1.0 <sup>ab</sup>
BCM2	103.3± 13.7 <sup>bc</sup>	16.0± 2.7 <sup>bc</sup>	87.2± 11.1 <sup>bc</sup>	84.8± 1.1 <sup>bc</sup>
BCM4	85.9± 6.9 <sup>b</sup>	11.2± 1.4 <sup>ab</sup>	74.7± 5.8 <sup>b</sup>	87.1± 1.1 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Means in the same column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different(p>0.05).

<sup>2</sup>Group abbreviations : B ; Basal diet, BM2 ; Basal+2% Mustard leaf, BC ; Basal+Cholesterol, BCM2 ; Basal+Cholesterol+2% Mustard leaf, BCM4 ; Basal+Cholesterol+4% Mustard leaf

갯의 섭취와 지질대사

김 등<sup>19)</sup>, 정 등<sup>20)</sup>의 결과와 유사한 경향이였다. 총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 농도비는 cholesterol 무첨가군에 있어서는 70% 이상으로서 매우 높았으나 첨가군에서는 12.2~25.5% 범위로 낮았으며, cholesterol 첨가군 중에서는 갯 4% 첨가군인 BCM4군이 25.5%로 가장 높은 값을 나타냈다.

혈장  $\beta$ -Lipoprotein-cholesterol 농도는 cholesterol 첨가군이 무첨가군에 비해 유의적으로 높았으며, cholesterol 첨가군 간에 있어서는 대조군인 BC군에 비해 들산갯 4% 첨가군인 BCM4군에서 유의적으로 낮은 값을 나타냈다. 여기서  $\beta$ -lipoprotein은 very low density lipoprotein(VLDL)과 low density lipoprotein(LDL)의 합을 의미하는 것으로 VLDL은 간장에서 합성 분비되어 말초혈관내에서 lipoprotein lipase의 작용에 의해 대부분의 중성지방을 잃어 LDL로 전환된다. 이처럼 VLDL에서 LDL로의 전환은 비교적 빠른 속도로 진행되어 정상적인 절식상태에서 흰쥐의  $\beta$ -lipoprotein은 대부분 LDL로 구성된다. 따라서 들산갯 분말 4% 수준의 급이에서  $\beta$ -lipoprotein-cholesterol의 감소는 주로 LDL-cholesterol의 감소를 의미하는 것으로 본다. 한편 LDL-cholesterol은 혈중 cholesterol의 주된 운반형이며 동맥경화관벽에 cholesterol을 축적시켜 동맥경화를 촉진시켜 혈장 LDL-cholesterol 농도와 심장순환기계 질환의 발생과는 밀접한 상관관계가 있다<sup>23)24)</sup>.

HDL-cholesterol에 대한 비HDL-cholesterol의 비

율로 표시한 동맥경화지수에 있어 cholesterol 무첨가군은 0.40 부근으로 낮았으나 첨가군에서는 3.2~7.9의 수준으로 비교적 높았으며, cholesterol 첨가군 중 들산갯 2%, 4% 첨가군(BCM2군과 BCM4군)에서는 4.8, 3.2로 cholesterol첨가 대조군(BC군)에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타냈다. HDL-cholesterol 농도가 동맥경화증 등 심장순환기계 질환의 발병과 역상관관계가 있다는 많은 역학 보고와<sup>25-27)</sup> 관련하여, 본 실험에서 갯의 섭취로 인한 동맥경화지수의 감소는 혈장 총cholesterol 감소 및 LDL-cholesterol 감소와 함께 들산갯의 식이가 동맥경화증 등 심장순환기계 질환의 발생을 억제하는데 도움을 줄 수 있다는 것을 시사한다<sup>28-30)</sup>. 한편 HDL-cholesterol이 동맥경화증을 개선시키는 기전에 대해서는 아직 명확히 밝혀지지 않고 있으나, HDL이 말초혈관벽으로부터 cholesterol을 간장으로 운반함으로써<sup>32-34)</sup> 또는 세포에서의 LDL 흡수를 억제시킴으로써<sup>25)</sup> 혈관벽에 cholesterol이 축적되는 것을 방지하는 것이라고 이해되고 있다.

혈장 중의 중성지질 및 인지질 농도는 Table 4에서와 같다. 중성지질의 농도에 있어 cholesterol 첨가군이 무첨가군에 비해 다소 낮은 값을 나타냈으며, 특히 갯 2% 첨가군에서 더욱 낮았다. 인지질의 농도는 cholesterol 첨가군인 BC군, BCM2군 및 BCM4군에서 무첨가 대조군 B군에 비해서 유의적으로 낮았으며, 들산갯 첨가는 혈장 인지질의 농도에 영향을 주지 않았다.

Table 3. Concentrations of HDL- and  $\beta$ -Lipoprotein-cholesterol in plasma of rats fed the experimental diets<sup>1</sup>

Group <sup>2</sup>	HDL-cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol ratio <sup>3</sup>	$\beta$ -Lipoprotein-cholesterol (mg/dl)	Atherosclerotic index <sup>4</sup>
B	38.8 ± 3.2 <sup>b</sup>	70.0 ± 5.4 <sup>c</sup>	17.1 ± 3.7 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.12 <sup>a</sup>
BM2	37.2 ± 1.5 <sup>b</sup>	76.7 ± 6.0 <sup>c</sup>	12.9 ± 3.9 <sup>a</sup>	0.34 ± 0.10 <sup>a</sup>
BC	17.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	12.2 ± 2.1 <sup>a</sup>	103.5 ± 8.5 <sup>b</sup>	7.91 ± 1.36 <sup>c</sup>
BCM2	18.1 ± 2.0 <sup>a</sup>	18.6 ± 2.2 <sup>ab</sup>	85.2 ± 12.8 <sup>bc</sup>	4.84 ± 0.79 <sup>b</sup>
BCM4	21.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	25.5 ± 2.9 <sup>b</sup>	64.6 ± 7.2 <sup>c</sup>	3.16 ± 0.52 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Means in the same column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different( $p > 0.05$ ).

<sup>2</sup>Group abbreviations : B ; Basal diet, BM2 ; Basal + 2% Mustard leaf, BC ; Basal + Cholesterol, BCM2 ; Basal + Cholesterol + 2% Mustard leaf, BCM4 ; Basal + Cholesterol + 4% Mustard leaf

<sup>3</sup>(HDL-cholesterol/Total cholesterol) × 100

<sup>4</sup>(Total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol

Cholesterol 및 돌산갓 첨가식이 간장조직의 지질 함량에 미치는 영향은 Table 5와 같다. Cholesterol 첨가군은 cholesterol 무첨가군에 비해 현저하게 지질함량을 증가시켰는데, 총 cholesterol은 약 10배, 중성지질은 약 4.1배 그리고 인지질은 약 1.5배의 함량증가를 나타내었으며, 총지질로서는 약 3.7배의 증가를 보였다. 총 cholesterol의 증가는 주로 유리 cholesterol 보다는 cholesteryl ester의 증가에 기인하는 것으로 나타났고, 세포의 기능에

중요한 막성분인 유리 cholesterol과 인지질보다는 주로 저장성 지방질인 중성지방과 cholesteryl ester가 증가되는 이른바 지방간 증상을 보였다. 간장의 중량은 cholesterol 첨가군(BC군)에 있어 무첨가식이군(B군)에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 또한 육안적 관찰 소견으로도 대조군의 간장은 짙은 갈색이었으나, cholesterol 급이군은 연한 황색을 띠어 지방간이 발현된 것으로 사료되었다. 돌산갓 식이급이는 cholesterol첨가군과 무첨가군에서 모두 간장 지질함량에 특별한 영향을 미치지 않았다.

분변으로 배설되는 cholesterol 및 담즙산의 양은 Table 6과 같다. Cholesterol 무첨가군에 있어 cholesterol 배설은 체중 kg당 하루 약 3mg 정도였는데, 이는 간장에서 주로 생성된 cholesterol이 담즙에 함유되어 소장내 분비된 후 소장내에서 재흡수되지 못한 부분이 배설된 것으로 사료된다. 한편, cholesterol 첨가군에 있어서는 cholesterol 무첨가군에 비해 13~43배 가량 많은 cholesterol을 배설하였으며, 특히 갓 2% 및 4% 첨가군에서는 갓을 첨가하지 않은 cholesterol 첨가군(BC군)에 비해 각각 2.7배 및 3.3배의 많은 양을 배설하였다. 또한 담즙산의 배설에 있어서는 cholesterol 무첨가군에서는 체중 kg당 하루 약 1.2 mg 정도를 배설하였으나, cholest-

Table 4. Concentrations of triglyceride and phospholipid in plasma of rats fed the experimental diets<sup>1</sup>

Group <sup>2</sup>	Triglyceride (mg/dl)	Phospholipid (mg/dl)
B	93.4±14.7 <sup>b</sup>	117.5±7.3 <sup>c</sup>
BM2	85.0±12.3 <sup>ab</sup>	113.1±8.6 <sup>bc</sup>
BC	69.3±7.2 <sup>ab</sup>	92.8±3.6 <sup>ab</sup>
BCM2	56.8±3.8 <sup>a</sup>	91.4±8.5 <sup>a</sup>
BCM4	67.3±10.3 <sup>ab</sup>	91.9±4.9 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Means in the same column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different(p>0.05).

<sup>2</sup>Group abbreviations : B ; Basal diet, BM2 ; Basal+2% Mustard leaf, BC ; Basal+Cholesterol, BCM2 ; Basal+Cholesterol+2% Mustard leaf, BCM4 ; Basal+Cholesterol+4% Mustard leaf

Table 5. Contents of total cholesterol, free cholesterol, cholesteryl ester, triglyceride and phospholipid in liver of rats fed the experimental diets(mg/g)<sup>1</sup>

Group <sup>2</sup>	Total cholesterol	Free cholesterol	CE <sup>3</sup>	TG <sup>3</sup>	PL <sup>3</sup>	Total lipid
B	3.76 <sup>a</sup>	1.68 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>	16.84 <sup>a</sup>	14.38 <sup>a</sup>	35.0 <sup>a</sup>
	±0.19	±0.11	±0.23	±2.03	±0.71	±2.1
BM2	3.34 <sup>a</sup>	1.38 <sup>a</sup>	1.96 <sup>a</sup>	12.77 <sup>a</sup>	13.33 <sup>a</sup>	29.4 <sup>a</sup>
	±0.28	±0.16	±0.29	±1.49	±1.67	±2.4
BC	38.27 <sup>b</sup>	4.00 <sup>b</sup>	34.27 <sup>b</sup>	69.41 <sup>b</sup>	21.89 <sup>b</sup>	129.6 <sup>b</sup>
	±2.79	±0.31	±2.49	±9.64	±1.60	±12.4
BCM2	34.35 <sup>b</sup>	5.26 <sup>c</sup>	29.09 <sup>b</sup>	66.12 <sup>b</sup>	24.72 <sup>b</sup>	125.2 <sup>b</sup>
	±4.90	±0.59	±4.74	±7.21	±2.40	±11.2
BCM4	34.15 <sup>b</sup>	3.89 <sup>b</sup>	30.27 <sup>b</sup>	67.37 <sup>b</sup>	21.28 <sup>b</sup>	122.8 <sup>b</sup>
	±3.80	±0.52	±3.30	±14.95	±2.47	±20.3

<sup>1</sup>Means in the same column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different(p>0.05).

<sup>2</sup>Group abbreviations : B ; Basal diet, BM2 ; Basal+2% Mustard leaf, BC ; Basal+Cholesterol, BCM2 ; Basal+Cholesterol+2% Mustard leaf, BCM4 ; Basal+Cholesterol+4% Mustard leaf

<sup>3</sup>Abbreviation : CE ; cholesteryl ester, TG ; triglyceride, PL ; phospholipid

Table 6. Fecal steroid excretion in rats fed the experimental diets(mg/day/kg)<sup>1</sup>

Group	B	BM2	BC	BCM2	BCM4
Fecal steroid					
Cholesterol	3.03	3.10	39.62	107.06	129.91
Bile acid	1.23	1.50	6.25	9.87	14.96

<sup>1</sup>Group abbreviations : B ; Basal diet, BM2 ; Basal + 2 % Mustard leaf, BC ; Basal + Cholesterol, BCM2 ; Basal + Cholesterol + 2 % Mustard leaf, BCM4 ; Basal + Cholesterol + 4 % Mustard leaf

rol 첨가군에서는 약 5배이상 많이 배설하였고, 갯 2%와 4% 첨가군에서는 cholesterol 첨가대조군(BC군)에 비해 1.5배와 2배이상으로 많이 배설하였다.

Vahouny 등<sup>35-38)</sup> 많은 연구자들<sup>39-41)</sup>의 보고에 의하면 pectin 등 각종 식이섬유소는 흰쥐의 소장에서 cholesterol과 담즙산의 재흡수를 저해하여 이들의 배설을 촉진하며, 또한 식이섬유소의 작용기전은 소화기에서 이들이 cholesterol 및 담즙산과 직접 결합하여 배설되므로써 흡수를 억제한다고<sup>42-45)</sup> 생각된다. 따라서 pectin 등과 같은 gel-forming fiber는 그의 높은 점성으로 인해 지질 및 담즙산의 흡수를 저해하여 배설을 촉진시키므로써 fecal steroid를 증가시키는데, 본 실험결과에서도 갯에 함유된 pectin(1.5%)과 기타 섬유질(2.7%)<sup>46)</sup> cholesterol 및 담즙산과 결합하여 이들의 배설을 촉진시키는 것으로 사료되며, 또한 체내 cholesterol의 이화작용 중 가장 큰 부분을 차지하는 것은 cholesterol이 간장에서 담즙산으로의 전환이므로 본 실험에서 돌산갯의 급이로 인한 혈장 cholesterol의 감소는 cholesterol 및 담즙산 배설의 증가와 밀접한 관계가 있는 것으로 추정된다.

### 요약 및 결론

갯의 식이섭취가 체내 cholesterol 대사에 미치는 영향을 알아보기 위해 Sprague Dawley 수컷에게 cholesterol 및 갯을 첨가한 식이사료를 조제하여 5주간 사육 후 혈액과 간의 cholesterol 및 각종 지방질을 분석하고 분변으로 배설되는 cholesterol과 담즙산을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

혈장 총 cholesterol 농도에 있어 cholesterol 첨가군은 무첨가군에 비해 유의적으로 높았으며, cholesterol 첨가군에서는 갯 4%첨가군이 가장 낮았다.

HDL-cholesterol 농도는 cholesterol 첨가군이 무첨가군에 비해 유의적으로 높았으며, cholesterol 첨가군 간에 있어서는 갯 4% 첨가군이 다소 높게 나타났다.

혈장  $\beta$ -Lipoprotein-cholesterol 농도는 cholesterol 첨가군이 무첨가군에 비해 유의적으로 높았으며, cholesterol 첨가군 간에 있어서는 갯 4% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타냈다.

동맥경화지수에 있어 cholesterol 무첨가군은 0.40 부근으로 낮았으나 첨가군에서는 3.2~7.9의 수준으로 비교적 높았으며, cholesterol 첨가군 중 돌산갯 2%, 4% 첨가군에서 4.84, 3.16으로 cholesterol첨가대조군에 비해 유의적으로 낮았다.

혈장 중성지질 농도는 cholesterol 첨가군이 무첨가군에 비해 다소 낮은 값을 나타냈으며, 특히 갯 2% 첨가군에서 더욱 낮았다. 인지질의 농도는 cholesterol 첨가군에서 무첨가군에 비해 유의적으로 낮았으며, 돌산갯의 급이는 혈장 인지질의 농도에 영향을 주지 않았다.

Cholesterol 식이첨가는 간장지질함량을 증가시켰는데, 이들 중 세포의 기능에 중요한 막성분인 유리cholesterol과 인지질보다는 주로 저장성 지방질인 중성지방과 cholesteryl ester가 증가되었다. 돌산갯 급이는 cholesterol 첨가군과 무첨가군에서 모두 간장 지질함량에 특별한 영향을 미치지 않았다.

분변으로 배설되는 cholesterol과 담즙산은 cholesterol 또는 갯 첨가식이군이 무첨가식이군에 비해 현저히 많았다.

이상의 결과에서 갯의 급이는 혈장 총 cholesterol 농도의 감소, HDL-cholesterol 농도의 상승, LDL-cholesterol의 감소 및 동맥경화지수의 저하 등의 혈장지질 개선효과가 있으며, 갯의 급이로 인한 혈장 cholesterol의 감소는 분변으로 배설되는 cholesterol 및 담즙산의 증가에 일부 기인하는 것으로 사료된다.

Literature cited

- 1) Farrell KT. Spices, Condiments and Seasonings, pp150-155, Van Nostrand Company, New York, 1985
- 2) 조재선. 식품재료학, pp230-231, 문운당, 서울, 1987
- 3) 石井林寧. 最新園藝大辭典. 第3卷, pp1307-1308, 誠文堂新光社, 東京, 1968
- 4) National Institutes of Health. Lowering blood cholesterol to prevent heart diseases. *J Am Med Assoc* 253 : 2080-2086, 1985
- 5) Glueck CJ, Connor WE. Diet-coronary heart disease relationships reconnoitered. *Am J Clin Nutr* 31 : 727-737, 1978
- 6) Rahimtoola SH. Cholesterol and coronary heart disease : A perspective. *J Am Med Assoc* 253 : 2094-2095, 1985
- 7) Castelli WP, Wilson PW, Levy D, Anderson K. Serum lipids and risk of coronary artery disease. *Atheroscl Rev* 21 : 7-19, 1990
- 8) Shils ME, Young V. Modern nutrition in health and disease, 7th ed. pp1283-1296. Lea & Febiger, Philadelphia, 1988
- 9) Miettinen TA. Dietary fiber and lipids. *Am J Clin Nutr* 45 : 1237-1242, 1987
- 10) Kay RM. Dietary fiber. *J Lipid Res* 23 : 221-242, 1982
- 11) Kritchevsky D. Fiber, lipids, and atherosclerosis. *Am J Clin Nutr* 31 : S65-S74, 1978
- 12) Burstein M, Scholnick HR, Morfin R. Rapid method for the isolation of lipoproteins from human serum by precipitation with polyanions. *J Lipid Res* 11 : 583-595, 1970
- 13) Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 20 : 470-475, 1974
- 14) Grundy SM, Ahrens EH Jr, Miettinen TA. Quantitative isolation and gas liquid chromatographic analysis of total fecal bile acids. *J Lipid Res* 6 : 397-410, 1965
- 15) Steel RGD, Torrie JH. Principles and Procedures of Statistics-A Biometrical Approach, 2nd ed, pp 187-188, McGraw-Hill Book Co., New York, 1980
- 16) Keys A. Serum-cholesterol response to dietary cholesterol. *Am J Clin Nutr* 40 : 351-359, 1984
- 17) Mattson FH, Erikson BA, Kligman AM. Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr* 25 : 589-594, 1972
- 18) Hegsted DM. Serum-cholesterol response to dietary cholesterol : a re-evaluation. *Am J Clin Nutr* 44 : 299-305, 1986
- 19) 김행자, 박재욱, 정승용, 강진순, 박필숙. 케일 녹즙이 고콜레스테롤식이 환취의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향. *경상대 논문집* 26 : 155-162, 1987
- 20) 정승용 · 김성희 · 김한수 · 정효숙. 영지, 케일 및 sodium dextrothyroxine이 고콜레스테롤 혈증 환취의 hormone 및 지질대사에 미치는 영향, 2. 간장, 뇌 및 고환증의 지질성분. *한국영양학회지* 20 : 59-64, 1991
- 21) 한인규 · 모수미 · 김규현. 러시아컴프리 와 케일의 급이가 병아리의 성장율, 영양소이용율 및 혈청cholesterol함량에 미치는 영향. *한국영양학회지* 2 : 71-78, 1969
- 22) Garg ML, Thomson BR, Clandinin MT. Effect of dietary cholesterol and 1 or ω3 fatty acids on lipid composition and Δ<sup>5</sup>-desaturase activity of rat liver microsomes. *J Nutr* 118 : 681-668, 1988
- 23) Steinberg D. Lipoproteins and atherosclerosis : a look back and a look ahead. *Atherosclerosis* 3 : 283-301, 1983
- 24) Gordon T, Kannel WB, Castelli WP, Dawber TR. Lipoproteins, cardiovascular disease, and death-the Framingham study. *Arch Inter Med* 141 : 1128-1132, 1981
- 25) Gordon T, Castelli WP, Hjortland MC, Kannel WB, Dawber TR. High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart diseases : the Framingham study. *Am J Med* 62 : 707-714, 1977
- 26) Rhoades GG, Gulbrandsen CL, Kagan A. Serum lipoproteins and coronary heart disease in a population study of Hawaii Japanese men. *N Eng J Med* 294 : 293-297, 1976
- 27) Miller NE, Forde OH, Telle DS, Mjos OD. The Tromsø heart Study. High density lipoprotein and coronary heart disease : a prospective case

- control study. *Lancet* 1 : 965-967, 1977.
- 28) Carlson LA, Bottiger LE. Ischaemic heart-disease in relation to fasting values of plasma triglycerides and cholesterol. Stockholm prospective study. *Lancet* 1 : 865-868, 1972.
- 29) The Lipid Research Clinic Program. The Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial Results : II. The relationship of reduction in incidence of coronary heart disease to cholesterol lowering. *J Am Med Assoc* 251 : 365-374, 1984
- 30) Castelli WP, Wilson PWF, Levy D, Anderson K. Serum lipids and risk of coronary artery disease. Framingham heart study. *Atheroscl Rev* 21 : 7 19, 1990
- 31) Oram JF, Albers JJ, Chung MC, Bierman EL. The effects of subfractions of high density lipoprotein on cholesterol efflux from cultured fibroblasts. *J Biol Chem* 256 : 8348-8356, 1981
- 32) Daniels RJ, Guertler LS, Parker TS, Steinberg D. Studies on the rate of efflux of cholesterol from cultured human skin fibroblasts. *J Biol Chem* 256 : 4978-4983, 1981
- 33) Stein O, Vanderhoek J, Stein Y. Cholesterol content and sterol synthesis in human skin fibroblasts and rat aortic smooth muscle cells exposed to lipoprotein-depleted serum and high density apoprotein/ phospholipid mixtures. *Biochim Biophys Acta* 431 : 347-358, 1976
- 34) Bates SR. Accumulation and loss of cholesterol esters in monkey arterial smooth muscle cells exposed to normal and hyperlipemic serum lipoproteins. *Atherosclerosis* 32 : 165-176, 1979
- 35) Vahouny GV, Roy T, Cassidy M, Gallo LL, Kritchevsky D, Story J, Treadwell CR. Dietary fibers and lymphatic absorption of cholesterol in the rat. *Fed Proc* 37 : 755(abstract), 1978
- 36) Vahouny GV, Roy T, Gallo LL, Story J, Kritchevsky D, Cassidy M, Grund BM, Treadwell CR. Dietary fiber and lymphatic absorption of cholesterol in the rat. *Am J Clin Nutr* 31 : S208-S212, 1978
- 37) Vahouny GV, Roy T, Gallo LL, Story J, Kritchevsky D, Cassidy M. Dietary fibers.III. Effects of chronic intake on cholesterol absorption and metabolism in the rat. *Am J Clin Nutr* 33 : 2182-2191, 1980
- 38) Hyun SA, Vahouny GV, Treadwell CR. Effect of hypocholesterolemic agents on intestinal cholesterol absorption. *Proc Soc Exp Biol Med* 112 : 496-501, 1963
- 39) Kelley JJ, Tsai AC. Effect of pectin, gum arabic and agar on cholesterol absorption, synthesis, and turnover in rats. *J Nutr* 108 : 630-639, 1978
- 40) Balmer J, Zilversmit DB. Effects of roughage on cholesterol absorption, cholesterol turnover and steroid excretion in the rat. *J Nutr* 104 : 1319-1328, 1974
- 41) Hilman LC, Peters SG, Fischer CA. The effects of the fiber components, pectin, cellulose and lignin on serum cholesterol levels. *Am J Clin Nutr* 42 : 207-212, 1985
- 42) Gallaher D, Schneeman BO. Intestinal interaction of bile acids, phospholipids, dietary fibers, and cholestyramine. *Gastrointest. Liver Physiol* 250 : G 420-G426, 1986
- 43) Eastwood M, Mowbray L. The binding of the components of mixed micelle to dietary fiber. *Am J Clin Nutr* 29 : 1461-1467, 1976
- 44) Story JA, Kritchevsky D. Comparison of the binding of various bile acids and bile salts in vitro by several types of fiber. *J Nutr* 106 : 1292-1294, 1976
- 45) Vahouny GV, Tonbes R, Cassidy MM, Kritchevsky D, Gallo LL. Dietary fiber, V. binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from micelles. *Lipids* 15 : 1012-1018, 1981
- 46) 조영숙. 갯의 성분조성과 그 식이가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. 박사학위논문 pp51-55, 경상대학교, 진주, 1992