

양하, 양하근경 및 생강분말이 고지혈증 유발 흰쥐의 지질성분에 미치는 영향

신정혜 · 이수정 · 성낙주[†]

경상대학교 식품영양학과, 농업생명과학연구원

Effects of *Zingiber mioga*, *Zingiber mioga* Root and *Zingiber officinale* on the Lipid Concentration in Hyperlipidemic Rats

Jung-Hye Shin, Soo-Jung Lee and Nak-Ju Sung[†]

Dept. of Foods and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

This study was designed to establish the effects of *Zingiber mioga*, *Zingiber mioga* root and *Zingiber officinale* on the lipid concentrations in hyperlipidemic rats. A total of 24 male Sprague-Dawley rats weighing 60 ± 5 g were fed one of four experimental diets for 4 weeks: a control diet (hyperlipidemic diet), diets supplemented with 3% of *Z. mioga*, 3% *Z. mioga* roots or 3% *Z. officinale*. The concentration of total cholesterol in serum was significantly decreased by 31% in *Z. mioga* group compared to the control group. The HDL-cholesterol concentration was significantly higher in *Z. mioga* and *Z. mioga* root supplemented groups than in control group. Triglyceride concentration in serum and liver significantly decreased with 3% *Zingiber* supplemented groups compared with control group, but had no significant differences among three *Zingiber* supplemented groups. The contents of total cholesterol, triglyceride, free cholesterol and cholesteryl ester in liver were remarkably lower in *Zingiber* supplemented groups than in control group. However, hepatic phospholipid level was not showed significant effect.

Key words: *Zingiber mioga*, *Zingiber officinale*, hyperlipidemic

서 론

양하(薑荷, *Zingiber mioga* Rosc.)는 생강과에 속하는 宿根性 다년생 초본으로, 한국, 일본, 중국 및 열대 아시아가 원산지로서 우리나라에서는 전국 각지의 야산에 분포되어 있으며 주로 사찰 주변이나 古家 등에서 발견되는 것으로 보아 오래전부터 재배된 것으로 추정된다(1-3). 양하의 용도는 사용부위에 따라서 식용과 약용으로 구분할 수 있는데, 우리나라에서는 주로 花器를 식용으로 이용하고 일본에서는 연화시킨 줄기와 花器를 함께 이용한다. 양하의 식용방법은 샐러드, 생선요리, 튀김 등에 다양하게 이용되며, 일본에서는 최고급 요리의 향신채소으로써 이미지를 굳히고 있다. 약용으로는 지하경이 이용되는데 지하경에는 Zingiberene, Zingirone, Shogaol, β -phellandren 등의 성분이 함유되어 있어서 진통, 건위, 거담의 효능이 있으며, 가을에 지하경을 채취하여 햇볕에 말린 후 한약재로 사용되기도 한다(4,5). 우리나라에서는 전북 정읍과 고창을 비롯한 남부지역에 자생되고 있으며, 제주지역에서 약간 재배된다는 보고가 있으나, 이 또한 체계적인 재배는 아니다(6).

최근 산업사회의 발달과 경제수준의 향상으로 식생활 및 체위향상과 같은 긍정적인 변화와 함께 부적절한 식습관으로 인한 영양상태의 불균형 및 특정 영양소의 과잉으로 만성질환자가 출현하고 있으며 소위, 성인병이라고 일컬어지는 고혈압, 비만, 암, 동맥경화, 심장질환, 당뇨병 등의 원인이 되고 있다(7). 과거에 비해 당질의 섭취는 줄어든 반면 지방질, 특히 동물성 식품의 섭취가 현저하게 증가하여 이에 따른 혈중 콜레스테롤 및 중성지방과 관련한 심혈관계 질환이 급증하고 있는 실정이다(8). 식이구성 요소는 혈중 콜레스테롤농도를 변화시키는 주요인자로 인식되고 있어 이와 관련한 많은 연구들이 수행되고 있다. 근래에는 한방이나 민간요법을 근거로 하여 식품의 효능을 과학적으로 입증하고, 활성 성분을 추출하여 지질대사 개선 효과를 보고하고 있는데 이러한 식이인자나 활성성분에 의한 혈중 지질농도의 조절 뿐만 아니라 여러 활성물질을 함유한 식품의 심장 및 혈관계에 대한 수축, 이완, 형태학적 변화에 미치는 영향에 대해 종합적인 연구가 필요하다.

본 연구는 양하가 식용 및 약용으로 개발 가능성이 큰 자원 식물임에도 불구하고 아직 체계적인 연구가 미흡하므로 우리

[†]Corresponding author. E-mail: snakju@gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-751-5975, Fax: 82-55-751-5971

나라에서 재배되고 있는 생강과 식물인 양하, 양하근경 및 생강 분말의 첨가식이 고지혈증 유발 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 검토하므로써 이들의 영양생리학적 작용과 식품학적 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

양하 및 양하근경은 하동군 농촌지도소에서 제공받았고, 생강은 진주시 중앙시장에서 구입하여 각각 동결건조한 후 일반성분의 분석 및 식이 재료로 사용하였다.

일반성분의 분석

수분은 상압가열 건조법, 회분은 직접회화법, 조단백질은 semimicro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조섬유는 AOAC법으로 정량하였고, 탄수화물은 이들 값의 합계를 100에서 제한 값으로 표시하였다.

실험동물의 사육 및 식이

평균체중이 60±5 g인 Sprague-Dawley계 수컷흰쥐를 기초 식이로 1주간 적응시킨 후 1그룹당 6마리씩 난피법에 따라 Table 1과 같이 1% 콜레스테롤, 0.25% sodium cholate 및 5% lard를 혼합 급여한 고지혈증 유발식이 급여군을 대조군으로 하고 고지혈증 유발식이에 양하, 양하근경 및 생강분말을 각각 3% 혼합 급여한 실험군으로 나누어 apartment식 사육상자에서 4주간 실험사육하였다. 사육기간 중 물과 식이는 자유로이 섭취시켰으며, 사육실의 온도(20±2°C) 및 습도(50±10%)는 최적조건으로 유지시켰고, 명암은 12시간(07:00~19:00) 주기로 조절하였다.

실험동물의 처리

사육기간 중 실험동물의 체중은 1주마다, 식이섭취량은 매일 측정하였으며, 식이효율은 체중증가율을 식이섭취량으로 나누어 산출하였다. 실험사육 4주간의 최종일에 12시간 절식시킨 후 에테르 마취하에 심장 채혈법으로 채혈한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었으며, 간장은 생리식염수로써 문맥을 통해 관류 탈혈하였다.

혈청 및 간장의 지질성분 분석

혈청 중 총콜레스테롤 농도는 총콜레스테롤 측정용 kit (Cholestez-V, Eiken), HDL-콜레스테롤 농도는 HDL-콜레스테롤 측정용 kit(HDL C555, Eiken), 유리콜레스테롤 농도는 유리콜레스테롤 측정용 kit(아산제약주식회사)시약으로 측정하였고, 콜레스테릴 에스테르농도는 총콜레스테롤 농도에서 유리콜레스테롤 농도를 뺀 값으로 표시하였다. 혈청 LDL, chylomicrone 및 VLDL 농도는 혈청 지단백 측정용 kit(BLF-II, Eiken), 중성지질의 농도는 중성지질 측정용 kit(Tri-glyzyme-V, Eiken), 인지질의 농도는 인지질 측정용 kit(PLzyme, Eiken)시약으로 각각 측정하였다. 간장 조직 중의 지질은 각 0.5 g을 chloroform : methanol(2 : 1, v/v) 혼액으로 지질을 추출하고 50 mL로 정용한 다음 일정량을 취하여 건조시킨 후 혈청 지질농도 측정과 동일한 방법으로 총콜레스테롤, 인지질, 중성지질, 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르 농도를 분석하였다.

통계처리

분석결과와 통계처리는 SAS package를 이용하였으며, 모든 실험결과는 평균과 표준편차로 계산하였다. 각 실험군간의 유의성은 p<0.05 수준으로 ANOVA와 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

결과 및 고찰

시료의 일반성분 조성

실험식이에 사용된 양하, 양하근경 및 생강분말의 일반성분 조성은 Table 2와 같다. 생강의 수분은 6.5%로 가장 높았고, 회분은 양하가 18.8%로 양하근경에 비하여 약 2.6배정도 높았다. 조지방은 양하가 0.6%로 다른 시료에 비하여 낮았으며, 조섬유는 양하 및 양하근경이 각각 28.0, 25.5%로 생강에 비해 월등히 높았다.

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

4주간 실험사육한 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3에 나타내었다. 양하근경 급여군은 식이섭취량이 대조군에 비해 낮지만 체중증가량은 대조군과 유의적인 차이가 없었으며, 생강급여군은 식이섭취량에 있어서 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 체중증가량은 대조군보다 유의적으로 낮았다. 생강 급여군의 경우 식이섭취량이 양하나 양하근경 급여군에 비하여 높음에도 불구하고 식이효율이 낮은 것은

Table 1. Compositions of basal and experimental diets (%)

Ingredient	Basal diet	Experimental group ²⁾			
		Control	ZM	ZMR	ZO
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Mineral mixture ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamine mixture ¹⁾	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sucrose	50	50.75	50.75	50.75	50.75
Corn starch	10	10	10	10	10
Cellulose powder	5.0	3.0	-	-	-
Cholesterol	-	1.0	1.0	1.0	1.0
Sodium ct.olate	-	0.25	0.25	0.25	0.25
Lard	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Zingiber mioga Rosc.	-	-	3.0	-	-
Zingiber mioga Rosc. root	-	-	-	3.0	-
Zingiber officinale Rosc.	-	-	-	-	3.0

¹⁾AIN-76TM.

²⁾ZM: supplemented with *Zingiber mioga* Rosc.

ZMR: supplemented with *Zingiber mioga* Rosc. root.

ZO: supplemented with *Zingiber officinale* Rosc.

Table 2. Peroximate compositions of *Z. mioga*, *Z. mioga* root and *Z. officinale*

	Moisture	Ash	Crude protein	Crude lipid	Crude fiber	Total carbohydrate
<i>Zingiber mioga</i> Rosc.	1.9	18.8	0.1	0.6	28.0	50.6
<i>Zingiber mioga</i> Rosc. root	4.1	7.3	0.1	3.0	25.5	60.0
<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	6.5	4.7	0.2	4.5	6.5	77.6

Table 3. Body weight gain, feed intake and FER of rats fed the high cholesterol diet for 4 weeks

Group ¹⁾	Body weight gain (g/4 weeks)	Feed intake (g/4 weeks)	FER ²⁾
Control	173.33±15.06 ^{ab3)}	500.92±28.04 ^a	0.35±0.02 ^a
ZM	175.00±13.42 ^a	494.70±16.08 ^{ab}	0.35±0.02 ^a
ZMR	176.67±4.08 ^a	490.28±11.41 ^b	0.36±0.01 ^a
ZO	158.33±10.33 ^b	502.62±18.95 ^a	0.31±0.03 ^b

¹⁾See the legend of Table 1. ²⁾FER: feed efficiency ratio.
³⁾Mean±SD (n = 6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p<0.05).

생강의 매운맛 성분으로 인하여 소화흡수 및 체내 이용율이 저하되었기 때문으로 추정된다.

혈청 중 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤의 농도

고콜레스테롤 식이에 양하, 양하근경 및 생강분말을 혼합 급여한 흰쥐의 혈청 중 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 농도비 및 동맥경화지수는 Table 4에 나타낸 바와 같다. 총콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 전 실험군에서 현저하게 낮았으며, 3% 양하 급여군의 경우 159.67±0.86 mg/dL로 고콜레스테롤 급여군(232.18±5.48 mg/dL)에 비해 약 31% 감소되었으나, 양하근경 및 생강 급여군과 비교해 볼 때 유의성은 없었다. HDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 양하 및 양하근경 급여군에서 약 1.2배 증가하였으나, 생강 급여군의 경우 유의적인 차이는 없었다. 동맥경화지수는 대조군에 비해 양하, 양하근경 및 생강 급여군에서 각각 44.6, 40.9, 33.9% 감소되었다.

혈청 콜레스테롤 농도는 심장순환기계 질환과 밀접한 관련이 있으며 식이성분을 구성하는 지방산의 종류와 양에 따라 영향을 받는 것으로서, 다불포화지방산은 콜레스테롤 농도를 저하시키는 것으로 알려져 있다(9). Kang과 Song(10)은 담즙산이 체내의 콜레스테롤을 체외로 배설시키는 유일한 경로이므로 담즙산의 배설 증가로 인해 혈청 콜레스테롤 농도가 감소되며, 식이섬유소는 분변으로 담즙산 배설의 증가, 콜레스테롤 합성억제, 장관에서 콜레스테롤 흡수억제 등의 작용을 한다고

하였다. 본 실험결과 양하 급여군의 혈청 총콜레스테롤 농도가 대조군에 비해 가장 큰 폭으로 저하된 것은 일반성분의 분석 결과를 고려할 때 양하근경이나 생강에 비해 양하 자체의 지질 및 당질이 적고 조섬유의 함량이 높기 때문이라 추정된다.

HDL-콜레스테롤은 간장과 소장에서 생성되며, 항동맥경화의 지표로써 콜레스테롤 수송과 대사를 촉진하여 동맥경화와 관상성 심장질환의 발병을 경감시키는데(11) 말초조직에서 간장으로 콜레스테롤을 운반함으로써 말초조직에 있는 여분의 콜레스테롤을 제거하는 수단이 된다(12,13). HDL-콜레스테롤 농도가 심장순환기계 질환의 발생과 밀접한 관계가 있다는 역학적 보고(14)도 있는데 본 실험에서 양하 및 양하근경의 급여 시 혈중 콜레스테롤 저하는 HDL-콜레스테롤의 증가에 따른 콜레스테롤의 대사 촉진과 상관관계가 있을 것으로 생각된다.

유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르 농도

혈청 중의 유리콜레스테롤, 콜레스테릴 에스테르 및 총콜레스테롤에 대한 콜레스테릴 에스테르의 비율은 Table 5에 나타내었다. 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르의 농도는 모든 실험군이 대조군에 비하여 유의적으로 낮았으며, 콜레스테릴 에스테르 농도비는 대조군이 72.36%, 실험군에서 62.14~65.33% 범위였다. 유리콜레스테롤은 세포막으로 통합되거나 과량일 경우는 세포외에서 HDL에 의해 매개되어 간장으로 역수송되며, 유리지방산은 산화되어 에너지 발생에 쓰이게 된다

Table 5. Concentrations of free cholesterol, cholesteryl ester and cholesteryl ester ratio in serum of rats fed the high cholesterol diet for 4 weeks

Group ¹⁾	Free cholesterol (mg/dL)	Cholesteryl ester (mg/dL)	Cholesteryl ester ratio ²⁾ (%)
Control	64.18±6.94 ^{ab3)}	168.00±11.78 ^a	72.36±8.83 ^a
ZM	55.52±7.06 ^b	104.15±6.74 ^b	65.22±4.09 ^{ab}
ZMR	57.18±6.06 ^b	102.10±10.19 ^b	62.14±6.34 ^b
ZO	56.47±6.50 ^b	106.43±8.28 ^b	65.33±8.55 ^{ab}

¹⁾See the legend of Table 1. ²⁾Cholesteryl ester / Total chol×100.
³⁾Mean±SD (n = 6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p<0.05).

Table 4. Concentrations of total cholesterol, HDL-cholesterol, ratio of HDL-cholesterol to the total cholesterol and atherosclerotic index in serum of rats fed the high cholesterol diet for 4 weeks

Group ¹⁾	Total cholesterol (mg/dL)	HDL-cholesterol (mg/dL)	Ratio of HDL-cholesterol to the total cholesterol ²⁾	Atherogenic index ³⁾
Control	232.18±5.48 ^{a4)}	17.67±0.45 ^b	7.61±1.61 ^c	12.13±0.57 ^a
ZM	159.67±0.86 ^b	20.63±0.34 ^a	12.92±2.46 ^a	6.72±0.12 ^c
ZMR	164.28±2.16 ^b	20.77±1.88 ^a	12.64±2.19 ^a	7.17±0.32 ^c
ZO	162.90±3.49 ^b	18.03±0.58 ^b	11.07±2.84 ^{ab}	8.02±0.39 ^b

¹⁾See the legend of Table 1. ²⁾(HDL-cho)/ (Total chol)×100. ³⁾(Total chol - HDL-cho) / HDL-cho.
⁴⁾Mean±SD (n = 6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p<0.05).

(15). 일반적으로 콜레스테롤의 흡수는 소장상부에서 이루어지며 80% 정도가 콜레스테릴 에스테르의 형태로 점막세포로 들어가게 되는데 외인성 콜레스테롤은 혈중 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르 농도를 상승시킨다고 보고되어 있다(16). 사람에게 있어 총콜레스테롤에 대한 콜레스테릴 에스테르의 농도비는 64~72%가 정상이며, 고콜레스테롤혈증일 때 상승되는 것으로 알려져 있다(17). 본 실험의 결과 고지혈증 유발 식이에 3% 양하, 양하근경 및 생강을 혼합 급여함으로써 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르 농도는 유의적인 감소효과를 나타내었으며 특히 양하 및 양하근경은 고지혈증 예방에 유효할 것으로 판단된다.

혈청 중 chylomicron, LDL, VLDL, 중성지질 및 인지질의 농도

혈청 중 chylomicron, LDL 및 VLDL의 농도는 Table 6에 나타낸 바와 같다. Chylomicron은 양하, 양하근경 및 생강 급여군에서 대조군에 비해 모두 유의적으로 감소하였으며 특히, 양하 급여군에서 가장 낮은 함량이었다. LDL 농도는 양하 급여군이 456.95 ± 10.52 mg/dL로 양하근경 및 생강 급여군에 비하여 유의성있게 낮았으며, VLDL의 농도는 실험군간의 유의적인 차이가 없었다. Kannel 등(18)은 LDL-콜레스테롤 농도의 변화는 총콜레스테롤 농도의 변화와 유사하다고 하였는데 본 실험에서도 유사한 결과를 얻었다.

Skipski(19)는 혈액 중 대부분의 중성지질은 chylomicron에 의하여 운반된다고 하였으며 사람에게 있어서 VLDL은 간에서 생성되는 내인성 지질로서, 간으로부터 다른 조직으로 중성지질, 인지질 및 콜레스테롤의 주요 운반체라 하였다. 수용성 및 점질성의 성질을 가지는 섬유소는 식후 중성지질의 상승과 혈당상승을 지연시켜 소장에서의 chylomicron 생성에 영향을 줄 수 있으며, 간장에서는 VLDL의 생성을 감소시킬 수 있다(20). 또한 oat bran, wheat fiber, wheat germ 등의 섭취는 정상인의 식후 혈청 중성지질 농도를 감소시키며 chylomicron 농도에도 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있다(21). 혈액 중의 LDL과 VLDL 농도의 상승은 동맥경화와 혈전 형성을 조장하는 원인이 되며(22), 식물성 단백질이나 wheat germ을 급여하였을 때 감소되는 것으로 밝혀져 있는데(23), 본 실험에서 양하, 양하근경 및 생강 급여군의 chylomicron, LDL 및 VLDL 농도가 셀룰로오스 급여군에 비해 더 낮은 것은 이들 시료 중에 함유된 유효성분들이 지질 개선에 기여하였기 때문으로 추정

된다.

Goldstein과 Brown(24)에 의하면 혈청 LDL은 세포표면의 특정 결합부위에 결합되어 간장과 기타 조직에서 제거되는 것이라고 하였으며, Applebaum-Bowden 등(25)은 이러한 결합 부위에 결합이 생기거나 활성이 감소되면 LDL이 결합하지 못하고 혈액 중으로 유리됨으로써 혈청의 LDL 농도가 상승하게 되는 것이라고 하였다. LDL-콜레스테롤은 콜레스테롤의 주된 운반형이며 VLDL의 주요 분해산물로서 혈중에 존재하게 되는데 동맥벽이나 말초조직에 콜레스테롤을 운반, 축적시킴으로써 동맥경화를 촉진하는 인자라고 보고되어 있다(26,27).

혈청 중성지질과 인지질의 농도(Table 6)는 전 실험군에서 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 중성지질은 대조군에 비해 실험군에서 약 10% 정도의 낮은 농도였으나 실험군간의 유의적인 차이가 없었으나 인지질의 농도는 양하 급여군이 154.78 ± 6.36 mg/dL로 여타 실험군에 비해 유의적으로 낮았으며 대조군에 비해 약 20% 정도의 감소효과를 나타내었다.

간장 중 지질의 함량

간장 중의 총콜레스테롤, 인지질, 중성지질의 농도는 Table 7에 나타내었다. 총콜레스테롤과 중성지질은 대조군에 비하여 각 실험군에서 현저한 감소를 나타내었다. 인지질의 농도는 대조군과 실험군간의 유의적인 차이가 없었다. Table 8은 유리콜레스테롤, 콜레스테릴 에스테르 및 총콜레스테롤에 대한 콜레스테릴 에스테르비를 나타낸 결과로 유리콜레스테롤의 농도는 대조군에 비해 유의적으로 낮았으며 실험군간의 유의적 차이는 없었다. 콜레스테릴 에스테르는 양하 급여군이 28.23 ± 2.00 mg/g으로 다른 실험군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다.

간장은 콜레스테롤 합성의 주요 장기로 유리형 콜레스테롤 또는 에스테르형 콜레스테롤로서 지단백을 구성하여 순환계

Table 7. Content of total cholesterol, phospholipid and triglyceride in liver of rats fed the high cholesterol diet for 4 weeks (mg/g liver)

Group ¹⁾	Total cholesterol	Phospholipid	Triglyceride
Control	$39.95 \pm 0.60^{a2)}$	38.90 ± 2.23^a	25.12 ± 2.27^a
ZM	33.35 ± 1.95^c	37.88 ± 2.34^a	19.60 ± 1.37^b
ZMR	36.30 ± 2.10^b	38.85 ± 2.24^a	19.95 ± 2.45^b
ZO	35.48 ± 1.15^{cb}	38.02 ± 1.44^a	18.05 ± 2.85^b

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Mean \pm SD (n = 6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05).

Table 6. Concentrations of chylomicron, LDL, VLDL, triglyceride and phospholipid in serum of rats fed the high cholesterol diet for 4 weeks (mg/dL)

Group ¹⁾	Chylomicron	LDL	VLDL	Triglyceride	Phospholipid
Control	$126.60 \pm 8.66^{a2)}$	542.63 ± 9.40^a	1019.68 ± 4.00^a	142.13 ± 3.64^a	194.23 ± 7.41^a
ZM	104.70 ± 4.10^b	456.95 ± 10.52^c	940.83 ± 12.01^c	126.73 ± 6.32^b	154.78 ± 6.36^c
ZMR	110.83 ± 6.57^b	489.73 ± 21.81^b	988.58 ± 2.85^b	125.13 ± 4.27^b	179.27 ± 4.27^b
ZO	109.92 ± 5.44^b	487.72 ± 14.97^b	990.33 ± 3.08^b	127.68 ± 5.01^b	176.90 ± 7.81^b

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Mean \pm SD (n = 6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05).

Table 8. Content of free cholesterol and cholesteryl ester in liver of rats fed the high cholesterol diet for 4 weeks (mg/g liver)

Group ¹⁾	Free cholesterol	Cholesteryl ester	Cholesteryl ester ratio ²⁾ (%)
Control	5.55 ± 0.83 ^{a3)}	33.90 ± 1.42 ^a	84.86 ± 2.67 ^a
ZM	5.12 ± 0.39 ^b	28.23 ± 2.00 ^c	84.65 ± 3.20 ^a
ZMR	5.30 ± 0.41 ^b	31.00 ± 2.23 ^b	85.40 ± 3.38 ^a
ZO	5.23 ± 0.30 ^b	30.25 ± 1.13 ^b	85.26 ± 1.08 ^a

¹⁾See the legend of Table 1. ²⁾Cholesteryl ester / Total chol × 100.

³⁾Mean ± SD (n = 6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05).

로 분비함으로써 혈액 중의 콜레스테롤 농도를 조절하는 역할을 한다(27). Thomas 등(28)은 blackgram에서 추출한 식이섬유소를 급여한 흰쥐의 간장에서 총콜레스테롤 함량이 낮은 것은 콜레스테롤이 담즙산으로 전환되는 속도가 증가되었기 때문이라고 하였으며, Anderson 등(29)은 oat bran, guar gum, pectin 등의 급여로 흰쥐에서 간장내 콜레스테롤 함량이 감소되었으며, 또한 고콜레스테롤 환자에게 매일 oat bran 100 g을 급여한 결과 환자의 19% 정도에서 총콜레스테롤의 함량이 감소하였다고 보고하였다. 수용성 식이섬유는 대체로 혈장 콜레스테롤 농도보다는 간 콜레스테롤 농도에 현저한 영향을 미치는 것으로 나타나지만, 혈장과 간에서 콜레스테롤 저하효과가 항상 동일하게 나타나지는 않는데 이는 식이 중에 첨가된 당질 급원의 종류 또는 사용된 지방의 종류나 양의 차이에 의한 것이라는 보고도 있다(10).

요 약

고지혈증 유발 식이와 양하, 양하근경 및 생강분말의 혼합 급이가 흰쥐의 혈청 및 간장의 지질대사에 미치는 영향을 검토하고자 식이에 각각 3%씩 첨가하여 4주간 실험사육하였다. 혈청 총콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 전 실험군이 유의적으로 낮았으며, HDL-콜레스테롤 농도는 양하와 양하근경 급여군이 대조군에 비하여 높게 나타났다. 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르의 농도는 전 실험군이 대조군에 비하여 유의적으로 낮았고, 콜레스테릴 에스테르 농도비는 대조군이 72.36%, 실험군에서 62.14~65.33%였다. Chylomicron, LDL 및 VLDL 농도는 대조군에 비하여 전 실험군에서 유의적으로 낮았다. 중성지질 및 인지질은 대조군에 비하여 전 실험군이 유의적으로 낮았다. 간장 중의 총콜레스테롤, 중성지질, 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르의 농도는 대조군에 비하여 각 실험군에서 유의적인 감소를 나타내었으나 인지질의 농도는 유의적인 차이가 없었다.

문 헌

1. Choi SK, Lee JI. 1993. Effects of rhizome size and mulching materials on agronomic characteristics and yield in *Zingiber*

mioga ROSC. *Korean J Crop Sci* 38: 112-116.
 2. 이창복. 1982. 대한식물도감. 향문사, 서울. p 231.
 3. Choi SK, Lee JI. 1992. Effects of planting density and fertilizer level on agronomic characteristics and yield in *Zingiber mioga* ROSC. *Korean J Crop Sci* 37: 355-360.
 4. Han HR, Chang JL, Park YB. 1983. Studies on some ecological aspects and cultural paractices of *Zingiber mioga*. *J Kor Soc Hort Sci* 24: 200-206.
 5. 홍종하. 1966. 동의보감. 풍년사, 서울. p 199.
 6. 김재길. 1984. 원색천연식물대사전(하). 남산당, 서울. p 191.
 7. Nam SM, Han SS, Oh DH, Kang LJ, Lee SY, Chung CK. 1998. Effects of *Artemisia Iwayomogi Kitamura* ethanol extract on lowering serum and liver lipids in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 338-343.
 8. Choe KW. 1988. Changing patterns of disease in Korea. *Korean J Nutr* 21: 139-145.
 9. von Lossonczy TO, Ruiter A, Bronsgeest-Schoute HC, van Gent CM, Hermus RJ. 1978. The effect of a fish diet on serum lipids in healthy human subjects. *Am J Clin Nutr* 31: 1340-1346.
 10. Kang HJ, Song YS. 1997. Dietary fiber and cholesterol metabolism. *Korean J Food Sci Technol* 26: 358-369.
 11. Gordon T, Casfelli WP, Hjortland MC, Kennel WB, Dawher TR. 1977. High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart diseases, the Framingham study. *Am J Med* 62: 707-714.
 12. Nicol A, Miller NE, Lewis B. 1980. High-density lipoprotein metabolism. *Adv Lipid Res* 17: 53-106.
 13. Miller GJ, Miller NE. 1975. Plasma HDL concentration and development of ischaemic heart-disease. *Lancet* 1: 16-19.
 14. Rhoades GG, Gulbandsen CL, Kagan A. 1976. Serum lipoproteins and coronary heart disease in a population study of Hawaii Japanese men. *N Eng J Med* 294: 293-297.
 15. Goldstein JL, Brown MS. 1985. The LDL receptor and the regulation of cellular cholesterol metabolism. *J Cell Sci* 3: 131-137.
 16. Garg ML, Thomson BR, Clandinin MT. 1988. Effect of dietary cholesterol and/ or omega 3 fatty acids on lipid composition and Δ^5 -desaturase activity or rat liver microsomes. *J Nutr* 118: 661-668.
 17. 김기홍. 1980. 검사성적의 임상적 활용. 고문사, 서울. p 164.
 18. Kannel WB, Castelli WP, Gordon T. 1979. Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. New perspectives based on the fermingham study. *Ann Intern Med* 90: 85-91.
 19. Skipski VP. 1972. Blood lipids and lipoproteins quantitation composition and metabolism. Nelson GJ, ed. N. Y. Wiley. p 471.
 20. Jenkins DJ, Leeds AR, Gassull MA, Cochet B, Alberti GM. 1977. Decrease in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. *Ann Intern Med* 86: 20-23.
 21. Cara L, Dubois C, Borel P, Armand M, Senft M, Portugal H, Pauli AM, Bernard PM, Lairon D. 1992. Effect of oat bran, rice bran, wheat fiber and wheat germ on postprandial lipemia in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 55: 81-88.
 22. Steinberg D, Witztum JL. 1990. Lipoproteins and atherogenesis, Current concepts. *JAMA* 264: 3047-3052.
 23. Cara L, Armand M, Borel P, Senft M, Portugal H, Pauli AM, Lafont M, Lairon D. 1992. Long-term wheat germ intake beneficially affects plasma lipids and lipoproteins in hypercholesterolemic human subjects. *J Nutr* 122: 317-326.
 24. Goldstein JL, Brown MS. 1983. The LDL receptor defect in familial hypercholesterolemia, Implications for pathogenesis and therapy. *Med Clin North Am* 66: 335-362.
 25. Applebaum-Bowden D, Haffner SM, Hartsook E, Luk KH, Albers JJ, Hazzard WR. 1984. Down-regulation of the low-density lipoprotein receptor by dietary cholesterol. *Am J Clin*

- Nutr* 39: 360-367.
26. Smith EB. 1974. The relationship between plasma and tissue lipids in human atherosclerosis. *Adv Lipid Res* 12: 1-49.
27. Grundy SM. 1987. Monostrated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am J Clin Nutr* 45: 1168-1175.
28. Thomas M, Leelamma S, Kurup PA. 1983. Effect of black-gram fiber (*Phaseolus mungo*) on hepatic hydroxymethylglutaryl-Co A reductase activity, cholesterol-genesis and cholesterol degradation in rats. *J Nutr* 113: 1104-1108.
29. Anderson JW, Strong L, Sielling B, Chen WL. 1984. Hypocholesterolemic effect of high-fiber diets rich in water soluble plant fibers. *J Can Dietet Assoc* 45: 140-143.

(2002년 3월 8일 접수; 2002년 8월 9일 채택)