

## 식용 버섯과 식물성 유지의 혼합급여가 흰쥐 간장의 지질 성분 및 지방산 조성에 미치는 영향

김군자 · 김한수\* · 김성희\* · 김희숙\*\* · 최운정\*\*\* · 정승용\*†

밀양산업대학교 식품과학과, \*경상대학교 식품영양학과

\*\*진주전문대학 식품영양과, \*\*\*서강전문대학 식품영양과

## Effects of the Feeding Mixture of Mushrooms and Vegetable Oils on the Lipid Component and Fatty Acid Composition of Liver in Rats

Goon-Ja Kim, Han-Soo Kim\*, Sung-Hee Kim\*, Hee-Sook Kim\*\*,  
Woon-Jeong Choi\*\*\* and Seung-Yong Chung\*†

Dept. of Food Science, Milyang National University, Milyang 628-010, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

\*\*Dept. of Food and Nutrition, Jinju Junior College, Jinju 660-330, Korea

\*\*\*Dept. of Food and Nutrition, Seogang Junior College, Kwangju 500-742, Korea

### Abstract

This study was designed to observe the effects of the mixed diets of edible mushrooms and vegetable oils on the lipid component and fatty acid composition in liver of the diet induced hypercholesterolemic rats. Ten groups of male S.D. rats were fed a basal diet supplemented with 5% of one of three mushrooms (G.I, L.e, A.j) and 10% of one of three vegetable oils (olive, safflower, perilla) for three weeks. In liver, total cholesterol concentration was significantly low in groups 3 (olive oil 10% + L. edodes 5%) and 6 (safflower oil 10% + L. edodes 5%), triglyceride concentration was low in groups 8 (perilla oil 10% + G. lucidum 5%) and 9 (perilla oil 10% + L. edodes 5%) and phospholipid concentration was significantly low in groups 3, 5 (safflower oil 10% + G. lucidum 5%), 6, 7 (safflower oil 10% + A. judae 5%), 8, 9 and 10 (perilla oil 10% + A. judae 5%). In the fatty acid composition of total lipid in liver, monounsaturated fatty acid (MUFA) concentrations were high in groups 2 (olive oil 10% + G. lucidum 5%), 3 and 4 (olive oil 10% + A. judae 5%) and all the perilla oil groups, polyunsaturated fatty acid (PUFA) and linoleic acid concentrations were significantly high in all the safflower oil groups. In the fatty acid composition of liver phospholipid, PUFA concentrations were high but MUFA concentrations were low. In the triglyceride component, MUFA were some more than saturated fatty acid (SFA). In the cholesteryl ester component, MUFA concentrations were significantly high. In the fatty acid composition of liver lipid components, linoleic acid was high in the PUFA and so it was major fatty acid. Eicosapentaenoic acid (EPA) of phospholipid component in liver was significantly high.

Key words : *G. lucidum*, *L. edodes*, *A. judae*, vegetable oils, fatty acid

### 서 론

버섯은 대부분 담자균류에 속하며 그 중 식용버섯은 영양가와 기호성이 높아 예로부터 널리 이용되어 왔다<sup>1)</sup>. 영지버섯 (*Ganoderma lucidum*)은 항고지혈증, 항고혈압 및 항종양성 효력이 있는 것으로 보고되었고<sup>2)</sup>, 그

외에도 건위 (健胃), 건뇌 (健腦), 강장, 이뇨에 효능이 있을 뿐만 아니라 신경쇠약, 불면증, 간염, 위염, 암에도 현저한 효과가 있다고 보고된 바 있다<sup>3,4)</sup>. 有池 등<sup>5)</sup>은 25명의 본태성 고혈압 환자에게 영지 추출물을 140~280mg/day씩 급여한 결과 혈압 강하작용과 혈중 중성지방 및 Low density lipoprotein (LDL) 농도 저하효과가 있다고 하였고, 정 등<sup>6)</sup>은 영지 열수추출액이 식

†To whom all correspondence should be addressed

이성 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 혈청 및 간장 총콜레스테롤 농도를 저하시킨다고 하였으며 또한 영지, 케일 및 sodium dextrothyroxine을 급여한 결과 흰쥐의 혈청 중 총콜레스테롤 및 인지질 농도는 대조군 보다 낮게 나타났다고 연구 보고하였다. 표고버섯 (*Lentinus edodes*)은 맛과 향이 독특하여 동서양에서 진귀식품으로 애호되어 왔는데, Hashiguchi 등<sup>8)</sup>에 의하면 표고버섯은 다른 버섯 보다  $\alpha$ -linolenic acid의 비율이 높다고 하였으며, 杉山 등<sup>9)</sup>은 7종류의 식용버섯 5%, 카제인 25%, 콜레스테롤 1%를 흰쥐에게 급여한 결과 혈청중 총콜레스테롤 농도는 표고버섯 급여군이 가장 낮았다고 밝힌 바 있다. 목이버섯 (*Auricula Judae*)은 다른 버섯 보다 맛이 담백하며 독특한 촉감을 가진 식품으로 한방에서는 치질 또는 이질에 효력이 있는 것으로 알려져 있으며<sup>10)</sup>, 상해의학원에 의하면 피를 맑게 하고 지혈작용이 있으므로 장풍(腸風), 혈리(血痢), 혈림(血淋) 등의 치료에 이용되어 왔다. 식이 다불포화지방산은 혈청 콜레스테롤, 중성지질 및 LDL-콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증 및 심장순환기계 질환을 예방한다고 알려져 있는데<sup>11,12)</sup>, 이것은 PUFA가 간장에서 지방산의 합성을 억제하고 장관내에서 콜레스테롤 흡수를 저해하며 분변으로의 담즙산 배설을 증가시키기 때문이라고 하였다.<sup>13)</sup> PUFA 중 n-6계인 linoleic acid의 함유비율이 높은 옥수수유, 해바라기 종자유 및 홍화유를 섭취한 흰쥐의 경우 prostaglandin I<sub>2</sub>(PG I<sub>2</sub>)와 thromboxane A<sub>2</sub>(TX A<sub>2</sub>)의 생성량이 증가되었고, n-3계  $\alpha$ -linolenic acid의 함유비율이 높은 들깨유 및 아마인유의 첨가 비율이 높은 식이를 섭취할 경우 심장순환기계 질환과 암의 발생율이 감소되었다는 보고들도 있다<sup>15-16)</sup>. 상술한 바와 같이 식이 지질의 고지혈증 개선작용 및 식용버섯의 효능에 관한 연구 보고는 많으나 식용버섯과 식물성 유지의 혼합급여에 관한 지질 개선 및 지방산 대사에 관한 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 영지버섯, 표고버섯, 목이버섯과 각 지방산 계열이 다른 올리브유(n-9), 홍화유(n-6), 들깨유(n-3)를 식이성 고콜레스테롤혈증 흰쥐에게 혼합급여하여 간장의 지질성분 및 지방산 조성에 미치는 영향을 구명하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험동물

평균 체중이 60±5g인 Sprague-Dawley계 흰쥐를 10% 된지를 함유하는 기초식이로서 10일간 예비사육하여 적응시킨 후 난괴법(Randomized Complete Block

Design)에 의해서 6마리씩 10군으로 나누어 사육상자에 한마리씩 넣어 3주간 실험사육하였다. 사육기간 중 식이와 물은 자유로이 섭취시켰으며 사육실의 온도는 20±1°C, 습도는 50±10%로 유지시켰고 명암은 12시간(07:00~19:00) 주기로 조명하였다.

#### 식이의 조제

기초식이 및 실험식은 Table 1과 같으며, 실험식은 콜레스테롤 식이로서 콜레스테롤 0.75%, sodium cholate 0.25%를 첨가 조제하였다. 영지, 표고, 목이버섯은 지리산 주변에서 재배한 것을 구입하여 건조한 후 60mesh 분말로 만들어 사용하였으며 비타민과 무기질 혼합물은 AIN-76 정제사료 조제법에 따랐다. 시험유지로는 돈지(日本雪印乳業(株)製), 올리브유(日本純正化學製), 홍화유(日本 BENIBANA Foods Co.製) 및 들깨유는 그 종자를 시장에서 구입한 후 착유하여 사용하였으며, 그 지방산 조성은 Table 2와 같다. 돈지의 지방산 조성은 포화지방산(saturated fatty acid, SFA)이 40.5%, 단일포화지방산(monounsaturated fatty acid, MUFA)이 46.4%, 다불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)은 11.6%로 낮은 비율이었다. 올리브유에서는 MUFA가 86.6%로 대부분이었으며, 홍화유에서는 n-6계 PUFA가 79.6%로 높은 비율을 차지하였고 들깨유에서는 n-3계 PUFA가 62.0%로 높은 비율을 나타내었다.

Table 1. Composition of basal and experimental diet (%)

Ingredient	Basal diet	Experimental diet
Casein	20.0	20.0
Mineral mixture*	3.5	3.5
Vitamin mixture*	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2
Cholesterol	-	0.75
Sodium cholate	-	0.25
Sucrose	60.3	59.3
Lard	10.0	
Cellulose	5.0	
Test lipid**	-	10.0
Test mushroom**	-	5.0

\*AIN-76<sup>TM</sup>1%

- \*\*Group 1 : Lard 10.0% + cellulose 5.0%  
 Group 2 : Olive oil 10.0% + G. lucidum 5.0%  
 Group 3 : Olive oil 10.0% + L. edodes 5.0%  
 Group 4 : Olive oil 10.0% + A. judae 5.0%  
 Group 5 : Safflower oil 10.0% + G. lucidum 5.0%  
 Group 6 : Safflower oil 10.0% + L. edodes 5.0%  
 Group 7 : Safflower oil 10.0% + A. judae 5.0%  
 Group 8 : Perilla oil 10.0% + G. lucidum 5.0%  
 Group 9 : Perilla oil 10.0% + L. edodes 5.0%  
 Group 10 : Perilla oil 10.0% + A. judae 5.0%

### 실험동물의 처리

실험사육 기간 중 격일로 오전 중에 체중을 측정하였고 식이섭취량은 매일 식이잔량을 측정하여 산출하였다. 실험사육 3주간의 최종일에는 7시간 절식시킨 후 에테르 마취하에 심장채혈법으로 희생시켜 간장은 생리식염수로써 문맥을 통해 관류 탈혈한 후 여과지로 불기를 제거하여 실험에 사용하였다.

### 총콜레스테롤, 중성지질 및 인지질의 정량

간조직 0.5g으로 부터 chloroform : methanol (C : M = 2 : 1, v/v) 혼합액으로 지질을 추출하여 50ml로 만든 다음 일정량을 취하여 건조시킨 후 총콜레스테롤 농도는 총콜레스테롤 kit시약 (Cholestezyme-V, Eiken), 중성지질 농도는 중성지질 측정용 kit시약 (Triglyzyme-V, Eiken), 인지질 농도는 인지질 측정용 kit시약 (Plzyme, Eiken)으로 각각 측정하여 산출하였다.

분석 결과의 통계처리는 실험군당 평균치와 표준오차를 계산하였고  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 하였다.

### 지질성분의 분리

간조직 1.0g을 취하여 C : M 혼합액 약 25ml를 가하여 지질을 추출한 후 건조시켜 적당량의 hexane에 녹여 Kiesel gel 60G를 사용한 박층에 spot한 다음 전개액 (petroleum ether : ethyl ether : acetic acid = 82 : 18 : 1, v/v/v)으로 전개, 풍건하여 요오드 증기로써 발색시켜 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 3성분으로 분리하였다.

Table 2. Fatty acid composition of the test lipids used in the study (peak area%)

Fatty acid	Lard	Olive oil	Safflower oil	Perilla oil
12 : 0	0.2	-	-	-
14 : 0	1.6	-	-	-
16 : 0	25.0	9.8	6.9	7.1
18 : 0	13.4	-	2.7	1.4
20 : 0	0.3	-	-	-
Saturates	40.5	9.8	9.6	8.5
16 : 1	3.3	0.7	-	-
18 : 1	43.1	85.9	10.8	15.4
Monoenes	46.4	86.6	10.8	15.4
18 : 2 (n-6)	11.6	3.6	79.6	14.1
18 : 3 (n-3)	1.5	-	-	62.0
Polyenes	13.1	3.6	79.6	76.1
P/S*	0.3	0.4	8.4	9.0
n-3P/n-6P	0.1	-	-	4.4

\*Polyunsaturated fatty acid/Saturated fatty acid

### 지방산조성의 분석

시험유지 및 간장의 지질성분은 C : M 혼합액으로 지질을 추출한 후 14% BF<sub>3</sub>-MeOH로 methylester화시켜 gas chromatography (Hewlett Packard 5890)로써 분석하였으며, 기기분석 조건은 column : ultra 2 (crosslinked 5% Ph Me silicone) 25 × 0.32mm × 0.52μm film thickness, FID detector temp. 300°C, split ratio 65 : 1, flow rate (carrier gas) 1.4ml/min.(N<sub>2</sub>), column temp. 160~250°C이었다.

### 결과 및 고찰

#### 간장의 총콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도

Table 3은 간장 중의 총콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도를 나타낸 것으로 총콜레스테롤 농도는 표고버섯과 올리브유 급여군 (3군) 및 표고버섯과 홍화유 급여군 (6군)이 대조군에 비해 유의적으로 낮았고, 중성지질 농도는 목이버섯과 들깨유 급여군 (10군)이 가장 낮았으며, 인지질 농도는 3군, 영지, 표고, 목이버섯과 홍화유 및 들깨유 급여군인 5~7 및 8~10군이 대조군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 간장은 콜레스테롤 합성의 주요 장기로 유리형 콜레스테롤 또는 에스테르형 콜레스테롤로써 지단백을 구성하여 순환계로 분비함으로써 혈액 중의 콜레스테롤 농도를 조절하는 역할을 한다. Irritani 등<sup>20)</sup>은 PUFA가 간장에서 지방 합성효소의 활성을 현저히 감소시킨다고 하였으며 Yeaul과 Shuich<sup>21)</sup>은 본태성 고혈압 환자에게 영지버섯을 급여한 결과 간장 중 총콜레스테롤, 중성지질 및 인지질의 농도가 대조군 보다 낮았다고 보고하였는데,

Table 3. Concentrations of total cholesterol, triglyceride and phospholipid in liver of the rats fed with the experimental diets for three weeks (mg/dl)

Group*	Total cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
1	13.5 ± 0.3 <sup>ab**</sup>	41.7 ± 1.4 <sup>c</sup>	39.0 ± 1.3 <sup>b</sup>
2	12.0 ± 0.4 <sup>abc</sup>	52.1 ± 2.3 <sup>c</sup>	38.3 ± 1.9 <sup>b</sup>
3	11.4 ± 0.4 <sup>a</sup>	83.9 ± 2.4 <sup>b</sup>	29.4 ± 1.3 <sup>a</sup>
4	12.4 ± 0.3 <sup>bc</sup>	45.3 ± 1.2 <sup>cd</sup>	42.6 ± 1.8 <sup>c</sup>
5	13.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	57.8 ± 1.0 <sup>c</sup>	32.0 ± 0.6 <sup>a</sup>
6	11.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	104.5 ± 1.7 <sup>a</sup>	30.4 ± 0.9 <sup>a</sup>
7	14.0 ± 0.2 <sup>c</sup>	46.5 ± 1.4 <sup>d</sup>	28.3 ± 0.8 <sup>a</sup>
8	15.3 ± 0.3 <sup>d</sup>	29.8 ± 0.9 <sup>b</sup>	31.8 ± 1.3 <sup>a</sup>
9	12.8 ± 0.4 <sup>cd</sup>	62.6 ± 1.2 <sup>c</sup>	29.8 ± 0.7 <sup>a</sup>
10	12.3 ± 0.1 <sup>bc</sup>	24.1 ± 0.8 <sup>a</sup>	29.9 ± 0.7 <sup>a</sup>

\*Refer the footnote to Tabel 1

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

본 실험 결과 총콜레스테롤 농도는 표고버섯과 올리브유 및 홍화유 급여군에서, 중성지질 농도는 목이버섯과 들깨유 급여군에서, 그리고 인지질 농도는 표고버섯과 올리브유 급여군, 영지, 표고, 목이버섯과 홍화유 및 들깨유 급여군에서 낮게 나타났다.

**총지질의 지방산조성**

간장 총지질의 지방산 조성은 Table 4와 같다. SFA는 20.0~29.0% 수준으로서 각 실험군 간의 차이가 크지 않았으며, 이중 palmitic acid가 13.2~22.2%로 대부분을 차지하였다. MUFA는 올리브유 급여군(2~4군)이 60.0~63.1%, 홍화유 급여군(5~7군)이 24.7~28.4%, 들깨유 급여군(8~10군)이 45.6~49.1% 수준으로 oleic acid가 주요 지방산이었으며 표고버섯과 올리브유 급여군(3군)에서 가장 높았고 표고버섯과 홍화유 급여군에서 가장 낮게 나타났다. PUFA는 2~4군이 10.6~14.0%, 5~7군이 50.4~52.2%, 8~10군이 27.1~34.4% 수준으로 목이버섯과 홍화유 급여군(7군)에서 가장 높았던 반면 3군에서 현저하게 낮았다. 주요 지방산으로서 linoleic acid(LA)는 5~7군에서 36.4~41.5%로 상당히 높았고,  $\alpha$ -linolenic acid( $\alpha$ -LNA)는 전 실험군 간에 있어 별 차이가 없었으며 EPA 및 docosahexaenoic acid(DHA)는 8~10군에서 여타 실험군에 비해 높은 함유비를 나타내었다. 이상의 결과로 보아 간장 총지질의 지방산 조성은 급여된 버섯의 종류에 따른 차이는 크지 않았고 시험유지의 영향을 크게 받은 것으로 나타났다.

**인지질의 지방산조성**

간장지질을 박층 크로마토그래피하여 얻은 인지질의 지방산 조성은 Table 5에서와 같다. SFA의 함유비율은 36.0~44.9% 수준으로 높았으나 각 실험군 간의 차이는 크지 않았고 이중 stearic acid가 19.1~27.8%로 주요 지방산을 이루고 있었다. MUFA는 그 함유비는 비교적 낮았으며 oleic acid가 대부분이었고 영지버섯과 홍화유 급여군(5군)에서 가장 낮게 나타났다. PUFA는 38.4~56.0% 수준으로 상당히 높았으며 특히 홍화유 급여군인 5~7군은 50% 이상을 나타내었고, 함유비율이 높은 주요 지방산은 linoleic acid(LA)와 EPA로서 이중 LA는 5~10군에서 약 20.0%, EPA는 5~7군에서 19.0~23.0% 수준으로 높았으며 또한 DHA는 8~10군에서 5.0~5.9%로 여타 실험군에 비해 비교적 높게 나타났고, 한편 n-3/n-6 PUFA비는 3군이, EPA/AA비는 6군이 가장 높았다.

**중성지질의 지방산조성**

간장지질 중 중성지질의 지방산 조성은 Table 6에서 나타낸 바와 같이 SFA는 1~4군(34.4~38.6%)이 5~10군(25.7~28.6%)에 비해 비교적 높은 함유비율을 나타내었고 palmitic acid가 거의 대부분을 차지하였다. MUFA는 대체로 그 함유비율이 높았으며 홍화유 급여군인 5~7군을 제외한 여타 실험군에서 50% 이상을 나타내었고 oleic acid가 주요 지방산이었다. 그리고 인지질에 비해 SFA의 함유비율은 약간 낮았으며 MUFA의 함

**Table 4. Fatty acid composition of total lipid in liver of the rats fed with the experimental diets for three weeks (peak area%)**

Fatty acid \ Group <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14 : 0	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.3	0.5	0.3
16 : 0	20.1	21.7	22.2	18.5	16.1	19.5	14.2	13.2	17.6	13.8
18 : 0	8.4	5.2	3.4	5.4	4.6	3.3	5.4	6.5	5.6	7.0
Saturates	29.0	27.5	26.2	24.3	21.2	23.4	20.1	20.0	23.7	21.1
16 : 1	6.4	6.4	6.5	5.3	5.8	4.4	4.5	5.4	5.8	4.8
18 : 1	42.3	53.6	56.6	56.4	22.6	20.3	23.2	40.2	43.3	42.3
Monoenes	48.7	60.0	63.1	61.7	28.4	24.7	27.7	45.6	49.1	47.1
18 : 2 (n-6)	6.4	2.5	2.1	3.0	36.4	41.5	39.1	14.6	11.2	12.5
18 : 3 (n-3)	5.6	4.9	4.4	4.5	5.0	3.9	3.8	5.6	4.9	5.2
20 : 4 (n-6)	1.0	0.7	0.3	1.1	1.4	1.2	1.4	0.8	1.0	0.8
20 : 5 (n-3)	7.0	3.1	2.2	3.9	6.6	4.2	6.2	6.3	4.7	7.4
22 : 5 (n-3)	0.3	0.4	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	2.5	2.0	1.3
22 : 6 (n-3)	2.0	0.9	1.0	1.1	0.5	0.6	1.2	4.6	3.3	4.5
Polyenes	22.3	12.5	10.6	14.0	50.4	51.8	52.2	34.4	27.1	31.7
P/S <sup>2</sup>	0.8	0.5	0.4	0.6	2.4	2.2	2.6	1.7	1.1	1.5
n-3P/n-6P	2.0	2.9	3.4	2.4	0.3	0.2	0.3	1.2	1.2	1.4
EPA/AA <sup>3</sup>	7.0	4.4	7.3	3.5	4.7	3.5	4.4	7.9	4.7	9.3

<sup>1</sup> Refer the footnote to Table 1, <sup>2</sup> Polyunsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, <sup>3</sup> Eicosapentaenoic acid/Arachidonic acid

유비율은 약 3배 정도로 높게 나타났다. PUFA의 함유 비율은 5~7군이 42.1~44.2%, 8~10군이 18.0~21.2% 그리고 2~4군이 3.9~5.1%로서 시험유지의 영향을 크게 받은 것으로 보여지며 n-3/n-6 PUFA비는 목이버섯과 올리브유 급여군에서, EPA/AA비는 목이버섯과 들깨유 급여군에서 가장 높게 나타났다.

#### 콜레스테롤 에스테르의 지방산조성

Table 7은 간장지질 중 콜레스테롤 에스테르의 지방

산 조성을 나타낸 것으로 SFA의 함유비율은 11.2~17.3% 수준으로 전 실험군 간의 차이가 크지 않았으며 인지질이나 중성지질에 비해 현저히 낮았다. MUFA는 5~7군(44.8~49.5%)을 제외한 여타 실험군에 있어서는 71.4~77.9% 수준으로 상당히 높은 함유비율을 나타내었고 이중 oleic acid가 주요 지방산을 이루고 있었다. PUFA는 6.8~39.3% 수준으로 5~7군(36.3~39.3%)이 월등히 높게 나타났으며 EPA는 5군이 2.7%로 가장 높았고 DHA는 검출되지 않았다. 간장 중 인지질,

**Table 5. Fatty acid composition of liver phospholipid of rats fed with the experimental diets for three weeks** (area %)

Fatty acid \ Group <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16 : 0	14.5	16.8	17.3	16.6	15.3	18.0	14.8	15.4	17.1	15.4
18 : 0	24.4	25.7	22.7	25.1	20.8	19.1	21.2	24.5	27.8	25.5
Saturates	38.9	42.5	40.0	42.0	36.1	37.1	36.0	39.9	44.9	40.9
16 : 1	2.0	2.1	2.0	1.6	1.1	3.4	1.2	1.4	1.7	1.4
18 : 1	19.8	17.0	16.9	15.4	6.8	8.3	7.3	11.5	11.5	11.3
Monoenes	21.8	19.1	18.9	17.0	7.9	11.7	8.5	12.9	13.2	12.7
18 : 2 (n-6)	12.3	10.7	8.4	9.7	21.8	21.9	22.6	21.4	18.5	21.9
18 : 3 (n-3)	4.3	4.8	4.2	3.7	5.0	3.3	4.2	3.7	3.3	3.3
20 : 4 (n-6)	4.0	3.1	2.3	2.7	2.8	1.6	2.1	2.3	1.6	2.0
20 : 5 (n-3)	11.0	15.3	16.9	18.9	23.0	19.0	21.9	11.0	9.7	10.9
22 : 5 (n-3)	1.3	0.5	1.0	0.9	1.3	1.1	0.9	3.5	2.9	3.3
22 : 6 (n-3)	6.4	4.0	8.1	5.4	2.1	4.2	3.8	5.3	5.9	5.0
Polyenes	39.3	38.4	40.9	41.3	56.0	51.1	55.5	47.2	41.9	46.4
P/S <sup>2</sup>	1.0	0.9	1.0	1.0	1.6	1.4	1.5	1.2	0.9	0.9
n-3P/n-6P	1.4	1.8	2.8	2.3	1.3	1.2	1.2	1.0	1.1	0.9
EPA/AA <sup>3</sup>	2.8	4.9	7.3	7.0	8.2	11.9	10.4	4.8	6.1	5.5

<sup>1</sup> Refer the footnote to Table 1, <sup>2</sup> Polyunsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, <sup>3</sup> Eicosapentaenoic acid/Arachidonic acid

**Table 6. Fatty acid composition of liver triglyceride of rats fed with the experimental diets for three weeks** (area %)

Fatty acid \ Group <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14 : 0	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	1.6	0.6	1.9
16 : 0	35.6	33.7	32.5	36.4	26.4	24.5	25.1	21.2	24.1	24.1
18 : 0	1.7	1.5	1.3	1.5	1.5	2.2	1.5	2.9	2.9	2.4
Saturates	38.0	35.8	34.4	38.6	28.6	27.4	27.2	25.7	27.6	28.4
16 : 1	4.7	4.2	5.0	3.2	3.5	4.0	3.3	3.4	5.0	2.0
18 : 1	49.5	54.5	56.2	54.2	25.8	25.0	25.3	49.7	48.8	51.6
Monoenes	54.2	59.1	61.2	57.4	29.3	29.0	28.6	53.1	53.8	53.6
18 : 2 (n-6)	3.4	1.8	2.1	1.0	34.0	33.9	35.1	11.7	9.1	7.6
18 : 3 (n-3)	4.2	2.2	1.4	2.4	5.5	5.6	5.0	4.2	3.7	5.4
20 : 4 (n-6)	-	0.5	0.2	0.2	0.9	1.3	0.6	1.0	0.8	0.4
20 : 5 (n-3)	0.2	0.6	0.6	0.3	1.0	1.9	1.9	1.8	2.4	2.1
22 : 5 (n-3)	-	-	-	-	0.3	0.3	0.7	1.3	1.2	1.1
22 : 6 (n-3)	-	-	-	-	0.4	0.6	0.9	1.2	1.4	1.4
Polyenes	7.8	5.1	4.3	3.9	42.1	43.6	44.2	21.2	18.6	18.5
P/S <sup>2</sup>	0.2	0.1	0.1	0.1	1.5	1.6	1.6	0.8	0.7	0.6
n-3P/n-6P	1.3	1.2	0.9	2.2	0.2	0.2	0.2	0.7	0.9	1.3
EPA/AA <sup>3</sup>	0.2	1.2	3.0	1.5	1.1	1.5	3.2	1.8	3.0	5.3

<sup>1</sup> Refer the footnote to Table 1, <sup>2</sup> Polyunsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, <sup>3</sup> Eicosapentaenoic acid/Arachidonic acid

**Table 7. Fatty acid composition of liver cholesteryl ester of rats fed with the experimental diets for three weeks** (area %)

Fatty acid \ Group <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16 : 0	15.4	15.2	14.1	13.8	13.0	13.6	10.3	10.2	13.0	10.2
18 : 0	1.9	1.6	1.5	1.9	2.6	1.3	0.9	1.0	1.3	1.1
Saturates	17.3	16.8	15.6	15.7	15.6	14.9	11.2	11.2	14.3	11.3
16 : 1	12.3	10.0	10.2	8.0	12.2	9.8	10.4	11.1	12.5	9.0
18 : 1	59.1	64.2	66.4	69.0	34.9	35.0	39.1	63.9	61.8	68.9
Monoenes	71.4	74.2	76.6	77.0	47.1	44.8	49.5	75.0	74.3	77.9
18 : 2 (n-6)	2.7	0.5	0.9	0.9	27.4	31.6	32.6	8.5	5.9	6.4
18 : 3 (n-3)	7.8	6.4	5.7	5.1	4.6	4.0	4.0	3.1	2.8	2.3
20 : 4 (n-6)	-	0.5	0.6	0.5	1.6	2.3	1.3	1.0	1.5	0.9
20 : 5 (n-3)	0.4	1.0	0.2	0.3	2.7	2.0	1.0	0.9	0.8	0.9
Polyenes	10.9	8.4	7.4	6.8	36.3	39.3	38.9	13.5	11.0	10.5
P/S <sup>2</sup>	0.6	0.5	0.5	0.4	2.3	2.7	3.5	1.2	0.8	0.9
n-3P/n-6P	3.0	7.4	3.9	3.9	0.3	0.2	0.1	0.4	0.5	0.4
EPA/AA <sup>3</sup>	0.4	2.0	0.3	0.6	1.7	0.9	0.8	0.9	0.5	1.0

<sup>1</sup> Refer the footnote to Table 1, <sup>2</sup> Polyunsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, <sup>3</sup> Eicosapentaenoic acid/Arachidonic acid

중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성 중 주요 PUFA의 함유비율을 비교하여 보면 3성분 모두 n-6계 LA가 주요 지방산으로 그 함유비율이 높았고 AA는 대체로 낮았으며, n-3계 linolenic acid(LNA)는 3성분 모두 비슷한 수준을 나타내었고 EPA는 인지질 성분에서 9.7~23.0% 수준으로 현저하게 높은 함유비율을 보였으며 DHA는 인지질 성분에서 2.1~8.1%, 중성지질 성분에서 1.5% 미만 함유되어 있었고 콜레스테롤 에스테르 성분에는 전혀 검출되지 않았다. Takita 등<sup>23)</sup>은 어유와 옥수수유와의 배합비율을 달리한 혼합유를 급여한 흰쥐 간장지질의 지방산 중 PUFA 조성은 시험유지의 지방산 조성에 영향을 받는다고 보고하였고, 박과 정<sup>27)</sup>은 흰쥐에게 수종의 식물종자유를 급여하였을 때 간장 중 인지질의 지방산 조성에서는 호박종자유 급여군이 LA의 함유비가 가장 높았으며, 달맞이꽃 종자유 급여군에 있어서는 AA의 함유비가 현저히 높았다고 하였다. Clarke 등<sup>24)</sup> 및 Hwang 등<sup>25)</sup>은 간장지질의 지방산 조성 중 EPA와 DHA의 함유비율은 식이지질 중  $\alpha$ -LNA의 함량에 비례하여 대사되기 때문에 증가된다고 보고한 바 있다. 본 실험 결과로 보아 급여된 버섯 보다는 시험유지의 지방산 조성이 간장지질의 지방산 조성에 크게 반영된 것으로 나타났다.

**요 약**

식용버섯과 식물성유지의 혼합급여가 고콜레스테롤혈증 흰쥐 간장의 지질성분 및 지방산 조성에 미치는 영향을 구명하기 위해 Sprague-Dawley계 숫 흰쥐

에게 10% 돈지와 5% cellulose 식이균을 대조군으로 하고 영지버섯, 표고버섯 및 목이버섯을 5%씩 그리고 올리브유, 홍화유 및 들깨유를 10%씩 상호 혼합한 식이를 급여하여 3주간 실험사육한 후 간장의 지질성분 및 지방산 조성을 분석 검토한 결과는 다음과 같다. 간장의 총콜레스테롤 농도는 3군(올리브유 10%+표고버섯 5%)과 6군(홍화유 10%+표고버섯 5%)이 대조군 및 여타 실험군에 비해 유의적으로 낮았고 중성지질의 농도는 8군(들깨유 10%+영지버섯 5%) 및 9군(들깨유 10%+표고버섯 5%)이 낮았으며 인지질의 농도는 3군, 5군(홍화유 10%+영지버섯 5%), 6군, 7군(홍화유 10%+목이버섯 5%), 8군, 9군 및 10군(들깨유 10%+목이버섯 5%)이 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 간장 총지질의 지방산 조성에서 MUFA의 함유비율은 2군(올리브유 10%+영지버섯 5%) 3군, 4군(올리브유 10%+목이버섯 5%) 및 전들깨유군에서 높았고 PUFA 및 LA의 함유비율은 전홍화유군에서 현저히 높게 나타났다. 간장 인지질의 지방산 조성은 PUFA의 함유비율이 높았고 MUFA는 낮았으며, 중성지질에서는 MUFA의 함유비율이 SFA 보다 약간 높았고, 콜레스테롤 에스테르에서는 MUFA의 함유비율이 현저하게 높았다. 간장 지질성분 모두 PUFA 중 n-6계 LA의 함유비율이 가장 높았으며 인지질 성분에서 n-3계 EPA의 함유비율이 월등히 높게 나타났다.

**문 헌**

1. 문교부 : 한국동식물도감 고등균류편 (버섯류). p.208

- (1985)
2. Dole, U. P. and Hamlin, J. T. : Particulate fat in lymph and blood. *Physiol. Rev.*, **42**, 674 (1962)
  3. Lee, J. Y. : *Coloured Korean mushroom*. Academic press, Seoul, p.238 (1988)
  4. 유재복 : 실용버섯 재배. 선진문화사, p.181 (1989)
  5. 有池滋, 木村善行, 高橋猛 : 靈芝(*Ganoderma lucidum*, 子實體)の研究. 基礎と臨床, **13**, 181 (1979)
  6. 정승용, 김성애, 김성희, 김한수, 강동희 : 영지 열수 추출액이 식이성 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 혈청 및 간장의 지질농도에 미치는 영향. 경상대학교 농업자원이용연구소보, **23**, 159 (1989)
  7. 정승용, 김한수, 김근자, 김희숙, 정효숙 : 영지 열수 추출액이 식이성 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. 한국영양식량학회, **19**, 180 (1990)
  8. Hashiguchi, M., Itoh, S. and Tsuyuki, H. : *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkashi*, **31**, 463 (1984)
  9. 杉山公男, 佐伯茂, 田中明雄, 吉田知史 : ニンギョウタケ(*Polyporus confluens*)의 血漿 콜레스테롤 低下作用. 日本栄養食糧學會誌, **45**, 265 (1992)
  10. The Chinese University of Hong Kong : *Physiological considerations of Auricularia*. p.397 (1982)
  11. Adelman, S. J., Glick, J. M., Phillips, N. C. and Rothblat, G. H. : Lipid composition and physical state effects on cellular cholesterol ester clearance. *J. Biol. Chem.*, **259**, 1344 (1984)
  12. Balasubramian, S., Simons, L. A., Chang, S. and Hickey, J. B. : Reduction in plasma cholesterol and increase in biliary cholesterol by a diet rich in n-3 fatty acids in the rats. *J. Lipid Res.*, **26**, 284 (1985)
  13. Connor, W. E. and Connor, S. L. : The dietary treatment of hyperlipidemia. *Med. Clin. Nutr. Am.*, **66**, 485 (1982)
  14. Ranazit, P., Ramesha, C. S. and Garguly, J. : On the mechanism of hypercholesterolemic effects of polyunsaturated lipids. *Adv. Lipid Res.*, **17**, 155 (1980)
  15. Abeywadana, M. Y., Melennan, P. L. and Charnock, J. S. : Long term saturated fat supplementation in the rat causes on increase in PGI<sub>2</sub>/TX<sub>2</sub> ratio of platelet and vessel wall compared to n-3 and n-6 dietary fatty acid. *Atherosclerosis*, **66**, 181 (1987)
  16. Herold, P. M. and Kinsella, J. E. : Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease : a consumption of finding from animal and human feeding trials. *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**, 566 (1986)
  17. Mahley, R. W. : Dietary fat and cholesterol accelerated atherosclerosis. *Atheroscler. Rev.*, **5**, 1 (1979)
  18. McDonald, B. E., Gerrard, J. M., Bruce, V. M. and Corner, E. J. : Comparison of the effect of canola oil and sunflower oil on plasma lipids and lipoproteins and on *in vivo* thromboxane A<sub>2</sub> and prostacyclin production in healthy young men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **50**, 1382 (1989)
  19. Bieri, J. G., Stoewsand, G. S., Briggs, G. N., Phillips, R. W., Woodard, J. C. and Knapka, J. J. : Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies. *J. Nutr.*, **107**, 1340 (1977)
  20. Irritani, N. E., Fukuda, K., Inoguchi, M. and Tashiro, S. : Reduction of lipogenic enzymes by shell fish triglycerides in rat liver. *Nutr.*, **110**, 1664 (1980)
  21. Yeaul, K. and Shuichi, K. : Dietary mushroom reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *J. Nutr. Scikitaminol.*, **35**, 91 (1989)
  22. Takita, T., Haykawa, T., Nakamura, K., Fukutomi, A. and Inami, S. : Effects of different combinations of fish oil, corn oil in the diets on lipid metabolism in rats. *J. Jpn. Nutr. Food Sci.*, **42**, 227 (1989)
  23. 박필숙, 정승용 : 수중 식물중자유의 굽이가 흰쥐의 체지질 조성에 미치는 영향. 경상대학교논문집, **31**, 1 (1990)
  24. Clarke, S. D., Romsos, D. D. and Lereille, G. A. : Specific inhibition of hepatic fatty acid synthesis exerted by dietary linoleate in essential fatty acid adequate rats. *Lipid*, **11**, 485 (1976)
  25. Hwang, D. H., Boudreau, M. and Chanmugam, P. : Dietary linolenic acid and longer chain n-3 fatty acid : Comparison of effects on arachidonic acid metabolism in rats. *J. Nutr.*, **118**, 427 (1980)

(1994년 5월 2일 접수)