

## 돈지, 들깨유 및 달맞이꽃 종자유의 혼합급이가 흰쥐의 혈청 및 혈청 지단백의 지방산 조성에 미치는 영향

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

경상대학교 식품영양학과, \*진주전문대학 식품영양과  
\*\*밀양산업대학교 식품과학과, \*\*\*서강전문대학 식품영양과

## Effects of the Feeds Mixed with Various Level of Lard, Perilla Oil and Evening Primrose Oil on Fatty Acid Compositions of Serum Lipid and Lipoprotein in Rats

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

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 Science, Miryang National University, Miryang 628-880, Korea

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

### Abstract

In order to observe the effects of the feeds mixed with the lard and two vegetable seed oils on the fatty acid compositions of serum lipid and lipoprotein, the oils mixed with 2.5% lard and various levels of perilla oil and evening primrose oil were administered to the male rats of the Sprague-Dawley for 4 weeks. In the fatty acid compositions of serum lipid and serum lipoprotein fractions, as the contents of mixed perilla oil decreased and the contents of mixed evening primrose oil increased, n-3 PUFA (polyunsaturated fatty acid) contents and ratio of EPA/AA (eicosapentaenoic acid/arachidonic acid) tended to decrease, but n-6 PUFA contents and ratio of AA/PUFA tended to increase. Fatty acid compositions of serum lipid and serum lipoprotein fractions were influenced from the fatty acid composition of the test lipids.

Key words : perilla oil, evening primrose oil, n-3 PUFA, n-6 PUFA

### 서 론

순환기계 질환과 밀접한 관련이 있는 식이성 인자로는 콜레스테롤, 포화지방산 그리고 당질의 과잉섭취와 식이섬유소, 비타민과 미량 무기질 등의 결핍과 불균형 등을 들 수 있는데, 이러한 요인들은 혈청 콜레스테롤 농도를 상승시키며 지단백질 조성의 변화를 초래한다고 알려져 있다<sup>1-3</sup>. 특히 콜레스테롤의 섭취와 식이지방의 형태는 생체내 지질대사에 영향을 미치는 중요한 요인으로 많은 관심을 집중시켜 왔다. Hoiman 등<sup>4</sup>은 콜레스테롤은 필수지방산의 대사를 방해하여 필수지

방산의 필요량을 증가시킨다고 하였으며, 동물성 포화지방은 혈청 콜레스테롤 농도를 상승시키고 식물성 포화지방은 혈청 콜레스테롤 농도를 저하시킨다고 보고한 바 있다<sup>5,6</sup>. Flier 등<sup>7</sup>과 Lokesh 등<sup>8</sup>은 포화지방산에 대한 다불포화지방산의 비율 (polyunsaturated fatty acid/saturated fatty acid, P/S)과 n-6계 다불포화지방산에 대한 n-3계 다불포화지방산의 비율 (n-3/n-6 PUFA) 등 식이지방의 형태 또한 체내 콜레스테롤 농도와 지방산 조성에 영향을 미치는 인자로서 세포막 인지질의 물리적인 성질에 변화를 초래하여 효소와 수용체의 기능에 영향을 준다고 하였다. Dyerberg 등<sup>9</sup>에 의하면 Greenland Eskimo인에게 있어서 혈청 지질의 지방산 조성은

† To whom all correspondence should be addressed

n-6계인 arachidonic acid (AA)의 함유비율은 낮고 n-3계인 eicosapentaenoic acid (EPA)의 함유비율이 높은 것이 특징이며, 이는 prostacyclin (PGI<sub>3</sub>)의 생성을 증가시키고 thromboxane A<sub>2</sub>(TXA<sub>2</sub>)의 생성을 감소시키는 결과를 가져온다고 하였으며, Harris 등<sup>11)</sup>에 의하면 n-3 PUFA는 n-6 PUFA 보다 항혈전성 및 항동맥경화성 효력이 큰 것으로 보고하였고, 또한 Takita 등<sup>12)</sup>은 생체내 지질대사는 식이지질중의 n-3/n-6 PUFA비에 따라 영향을 받으므로 n-3 PUFA와 n-6 PUFA의 섭취 균형을 적절히 유지하는 것이 중요하다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 포화지방산 (saturated fatty acid, SFA) 및 단불포화지방산 (monounsaturated fatty acid, MUFA)의 함량이 많은 돈지 및 n-3계 α-linolenic acid (α-LNA)를 다량 함유하고 있는 들깨유와 n-6계 linoleic acid (LA)와 γ-linolenic acid (GLA)를 다량 함유하고 있는 달맞이꽃 종자유의 혼합급여가 혈청 지질 및 혈청 지단백질의 지방산 조성에 미치는 영향을 구명하기 위해 10% 돈지를 대조군으로 하고 돈지 2.5% 및 들깨유와 달맞이꽃 종자유의 배합비율을 달리한 혼합유지를 흰쥐에게 급여하여 혈청 지질과 혈청 지단백질의 지방산 조성을 분석 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험동물

체중 60~65g의 4주령된 Sprague-Dawley계 숫 흰쥐

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

Ingredient	Basal diet	Experimental diet
Sucrose	50.0	49.0
Casein	20.0	20.0
Corn starch	10.0	10.0
Cellulose powder	5.0	5.0
Mineral mixture <sup>13)</sup>	3.5	3.5
Vitamin mixture <sup>14)</sup>	1.0	1.0
DL-methionine	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2
Cholesterol	—	0.75
Sodium cholate	—	0.25
Lipid	10.0*	10.0**

\*5% Lard + 5% Olive oil

\*\*Group A : 10.0% Lard

Group B : 2.5% Lard + 7.5% Perilla oil

Group C : 2.5% Lard + 5.0% Perilla oil + 2.5% Evening primrose oil

Group D : 2.5% Lard + 2.5% Perilla oil + 5.0% Evening primrose oil

Group E : 2.5% Lard + 7.5% Evening primrose oil

를 기본식이로서 1주간 예비사육하여 적응시킨 후 6마리씩 5군으로 나누어 사육상자에 한마리씩 넣어 4주간 사육하였다. 사육기간 중 식이와 물은 자유로이 섭취시켰으며 사육실의 온도는 20~22°C, 습도는 50% 전후로 조절하였고 조명은 12시간 주기 (07 : 00~19 : 00)로 실시하였다.

#### 식이

기본식이 및 실험식이의 조성은 Table 1과 같으며 시험유지로서 돈지는 일본산 (森永(株)製)을, 들깨유와 달맞이꽃 종자유는 각각 종자를 시중에서 구입한 후 착유하여 사용하였다.

#### 실험동물의 처리

체중은 실험사육 기간 중 격일로 오전중에 측정하였고 식이 섭취량은 매일 식이 잔량을 측정하여 산출하였다. 실험사육 4주간의 최종일에는 7시간 절식시킨 후 에테르로써 마취시켜 심장에서 채혈하여 약 1시간 빙수중에 방치한 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻어 혈청 지단백질의 분획과 지방산 조성의 분석을 위한 시료로 사용하였다.

#### 분석실험

##### 혈청 지단백질의 분획

Hatch와 Lees<sup>15)</sup>의 방법을 약간 수정하여 염농도에 따른 밀도 구배에 따라 초원심분리 (Beckman, L8-80M Ultracentrifuge, Rotor 75Ti)하여 chylomicron, VLDL, LDL, HDL 등의 4성분으로 분획하였다.

##### 지방산 조성의 분석

혈청을 1.0ml 취하여 chloroform : methanol (C : M = 2 : 1, v/v) 혼합액 약 25ml를 가하여 지질을 추출한 후 건조시켜 적당량의 hexane에 녹여 Silica gel 60G (Merck)를 사용한 박층에 spot한 다음 전개액 (petroleum ether : ethyl ether : acetic acid = 82 : 18 : 1, v/v/v) 으로 전개하여 오오드 증기로 발색시켜 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지질성분으로 분리하였다. 혈청 및 혈청 지단백 지질성분을 C : M 혼합액으로 다시 추출한 후 14% BF<sub>3</sub>-MeOH로 메틸에스테르화시켜 gas chromatography (Hewlett Packard 5890 series)로서 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

### 시험유지의 지방산 조성

시험유지의 지방산 조성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 돈지 10% 급여군(A군)은 palmitic acid, oleic acid 및 stearic acid의 함유비율이 다른 급여군에 비해 월등하게 낮았다. 들깨유 7.5%+돈지 2.5% 급여군(B군)은 n-3계인  $\alpha$ -LNA의 함유비율이 42.9%로서 가장 높았고, 반면 달맞이꽃 종자유 7.5%+돈지 2.5% 급여군(E군)은 n-6계인 LA가 56.6%, GLA가 6.2%로서 가장 높은 함유비율을 나타내었다. P/S비율은 돈지 급여군이 가장 낮았으며 달맞이꽃 종자유와 혼합비율이 높아짐에 따라 점차 높아지는 경향이었고 n-3/n-6 PUFA비는 들깨유의 혼합비율이 낮아짐에 따라 점차 낮은 값을 나타내었다.

혈청지질 중 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성

Table 3은 혈청 인지질의 지방산 조성을 나타낸 것

Table 2. Fatty acid composition of lipids in the experimental diet (area %)

Fatty acid \ Group <sup>1</sup>	A	B	C	D	E
C12:0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
C14:0	1.6	0.6	0.5	0.5	0.5
C16:0	25.0	12.0	11.9	11.8	11.9
C16:1	3.3	1.1	1.0	1.0	0.9
C18:0	13.4	4.9	5.0	4.9	5.0
C18:1	43.1	25.5	22.3	20.3	16.9
C18:2(n-6)	11.2	12.5	28.6	41.9	56.6
C18:3(n-6)	0.2	0.1	2.3	4.1	6.2
C18:3(n-3)	1.5	42.9	27.9	15.1	1.8
C20:0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1
C20:4(n-6)	0.1	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0
SFA <sup>2)</sup>	40.5	17.8	17.8	17.6	17.6
MUFA <sup>3)</sup>	46.4	26.6	23.3	21.1	17.8
PUFA <sup>4)</sup>	13.0	55.5	58.6	61.3	64.6
P/S <sup>5)</sup>	0.32	3.12	3.30	3.48	3.67
n-3/n-6 PUFA	0.1	3.4	0.9	0.3	0.03

<sup>1)</sup> Group(A~E) : Refer footnote to Table 1

<sup>2)</sup> SFA : Saturated fatty acid

MUFA : Monounsaturated fatty acid

PUFA : Polyunsaturated fatty acid

P/S : PUFA/SFA

으로 n-3계 PUFA는 6.5~16.4% 범위였는데, 이 중  $\alpha$ -LNA가 6.5~15.1%로서 함유비율이 가장 높았으며 EPA는 B군(1.3%) 및 C군(1.5%)에서만 검출되었다. n-6계 PUFA는 17.0~30.6% 범위였고, LA가 12.6~19.6%로서 주요 지방산이었으며 GLA는 1.1~2.7% 수준으로서 그 함유비율이 낮았고, AA는 E군이 9.3%로서 가장 높은 함유비율을 나타내었다. n-3/n-6 PUFA비는 시험유지의 지방산 조성에서와 같이 들깨유의 혼합비율이 높은 급여군 일수록 점차 높아지는 경향이였다.

혈청 중성지질의 지방산 조성은 Table 4에서와 같다. SFA는 29.4~41.9% 범위로 palmitic acid가 12.6~24.0%로서 주요 지방산을 이루고 있었고, MUFA는 19.8~34.0% 범위로 oleic acid(16.9~29.9%)가 주요 지방산이었다. 인지질에 비해 SFA의 함유비율은 감소되었고 MUFA의 함유비율은 증가된 것으로 나타났다. PUFA의 함유비율은 23.9~47.1% 범위로서 인지질에 비해 높아졌는데 n-3계 PUFA로서는  $\alpha$ -LNA(4.4~21.5%), n-6계 PUFA로서는 LA(19.3~30.1%)가 대부분을 차지하였으며 특히 n-6계인 AA의 함유비율이 인지질에 비해 현저하게 감소되었고, n-3/n-6 PUFA비는 인지질과 유사한 경향을 나타내었다.

Table 5는 혈청 지질 중 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성을 나타낸 것으로 n-3계 PUFA의 함유비율은 2.8~29.2% 범위로서  $\alpha$ -LNA(2.8~26.6%)가 주요 지방산

Table 3. Fatty acid composition on phospholipid fractionated by TLC from serum lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area%)

Fatty acid \ Group <sup>1</sup>	A	B	C	D	E
C12:0	0.5	1.5	2.0	1.8	1.6
C14:0	5.5	6.2	6.1	6.3	5.9
C16:0	25.1	21.4	21.6	23.4	22.7
C16:1	4.8	4.6	3.1	5.2	4.5
C18:0	18.0	15.5	16.0	15.8	16.1
C18:1	22.5	15.6	14.7	14.8	11.9
C18:2(n-6)	12.8	14.7	16.1	16.7	19.6
C18:3(n-6)	2.7	1.1	1.2	1.9	1.7
C18:3(n-3)	6.5	15.1	10.9	8.2	6.6
C20:4(n-6)	1.5	2.9	6.8	5.7	9.3
C20:5(n-3)	tr	1.3	1.5	tr	tr
SFA <sup>2)</sup>	49.1	44.6	45.7	47.3	46.3
MUFA <sup>3)</sup>	27.3	20.2	17.8	20.0	16.4
PUFA <sup>4)</sup>	23.5	35.1	36.5	32.5	37.2
n-3/n-6 PUFA	0.38	0.88	0.51	0.34	0.21
AA <sup>5)</sup> /PUFA	0.06	0.08	0.19	0.17	0.25
EPA <sup>6)</sup> /AA	-	0.45	0.22	-	-

<sup>1)</sup> Refer footnote to Table 1

<sup>2)</sup> Monounsaturated fatty acid

<sup>3)</sup> Arachidonic acid

<sup>4)</sup> Saturated fatty acid

<sup>5)</sup> Polyunsaturated fatty acid

<sup>6)</sup> Eicosapentaenoic acid

을 이루었고 들깨유의 혼합비율이 높은 B군이 가장 높았으며, n-6계 PUFA의 함유비율은 11.1~37.0% 범위로 LA가 6.9~29.5%로서 대부분을 차지하였고 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높아질수록 점차 높아지는 경

**Table 4. Fatty acid composition on triglyceride fractionated by TLC from serum lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)**

Fatty acid \ Group <sup>a)</sup>	A	B	C	D	E
C12:0	2.8	2.5	2.9	2.4	2.6
C14:0	3.8	3.1	3.5	3.2	3.4
C16:0	24.0	15.9	14.7	12.6	16.4
C16:1	4.1	2.8	2.7	2.1	2.9
C18:0	11.3	9.5	10.0	11.2	10.7
C18:1	29.9	21.2	19.5	20.9	16.9
C18:2(n-6)	19.3	20.0	22.2	25.0	30.1
C18:3(n-6)	0.1	1.4	2.0	2.5	4.3
C18:3(n-3)	4.4	21.5	20.2	17.9	10.5
C20:4(n-6)	0.1	1.8	1.8	2.1	2.1
C20:5(n-3)	tr	0.3	0.4	tr	0.1
SFA <sup>b)</sup>	41.9	31.0	31.1	29.4	33.1
MUFA <sup>c)</sup>	34.0	24.0	22.2	23.0	19.8
PUFA <sup>d)</sup>	23.9	45.0	46.6	47.5	47.1
n-3/n-6 PUFA	0.22	0.94	0.79	0.60	0.29
AA <sup>e)</sup> /PUFA	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04
EPA <sup>f)</sup> /AA	-	0.17	0.22	-	0.05

<sup>a)</sup>Refer footnote to Table 1      <sup>b)</sup>Saturated fatty acid  
<sup>c)</sup>Monounsaturated fatty acid      <sup>d)</sup>Polyunsaturated fatty acid  
<sup>e)</sup>Arachidonic acid      <sup>f)</sup>Eicosapentaenoic acid

**Table 5. Fatty acid composition on cholesterylester fractionated by TLC from serum lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)**

Fatty acid \ Group <sup>a)</sup>	A	B	C	D	E
C12:0	3.9	3.4	4.1	3.2	4.3
C14:0	6.9	5.9	6.1	5.6	6.2
C16:0	25.1	16.7	13.9	17.2	18.1
C16:1	8.8	6.5	5.9	7.1	7.3
C18:0	14.1	7.8	8.4	8.8	9.0
C18:1	26.6	18.1	17.6	16.7	14.8
C18:2(n-6)	6.9	8.7	15.4	23.1	29.5
C18:3(n-6)	2.8	2.5	3.1	3.3	4.7
C18:3(n-3)	3.3	26.6	19.5	12.0	2.8
C20:4(n-6)	1.4	1.1	1.2	1.9	2.8
C20:5(n-3)	0.2	2.6	1.8	1.1	0.
SFA <sup>b)</sup>	50.0	33.8	35.5	34.8	37.6
MUFA <sup>c)</sup>	35.4	24.6	23.5	23.8	22.1
PUFA <sup>d)</sup>	14.6	41.5	41.0	41.4	40.3
n-3/n-6 PUFA	0.31	2.37	1.08	0.46	0.09
AA <sup>e)</sup> /PUFA	0.09	0.03	0.13	0.14	0.07
EPA <sup>f)</sup> /AA	0.14	2.36	1.50	0.58	0.18

<sup>a)</sup>Refer footnote to Table 1      <sup>b)</sup>Saturated fatty acid  
<sup>c)</sup>Monounsaturated fatty acid      <sup>d)</sup>Polyunsaturated fatty acid  
<sup>e)</sup>Arachidonic acid      <sup>f)</sup>Eicosapentaenoic acid

향을 나타내었다.

Takita 등<sup>15)</sup>은 어유와 옥수수유의 배합비율이 다른 혼합유지를 흰쥐에게 급여하여 혈장 지질의 지방산 조성을 분석한 결과 시료유지의 지방산 조성의 영향을 받는다고 보고하였으며, 또한 건강한 성인에게 n-3계 지방산을 4주간 급여한 바 혈청 지질에서 n-6계 및 n-9계 지방산은 감소되는 반면 n-3계 지방산은 증가되었다고 하였다<sup>16)</sup>. Salonen 등<sup>17)</sup>은  $\alpha$ -LNA는  $\Delta^6$ -desaturase와  $\Delta^5$ -desaturase의 활성을 저하시켜 AA 합성의 경쟁적 저해제로서 작용한다고 하였다. n-3계 PUFA는 n-6계 PUFA와는 달리 cyclooxygenase의 활성을 저하시키고 lipoxygenase의 활성을 증가시키므로써 AA에서 TXA<sub>2</sub>와 PGI<sub>2</sub>가 생성되는 것을 억제하고 EPA에서 TXA<sub>3</sub>와 PGI<sub>3</sub>가 생성되는 것을 촉진시켜 혈액응고 시간을 지연시킨다고 보고하였다<sup>18)</sup>. 본 실험 결과 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성은 시험유지의 지방산 조성에 크게 영향을 받은 것으로 나타났으며, 또한 n-3계 PUFA가 다량 함유되어 있는 들깨유의 혼합비율이 높은 B군에서 AA/PUFA비는 낮은 반면 EPA/AA비는 가장 높게 나타났다. 따라서 상술한 여러 연구 보고들로 미루어 볼 때  $\omega$ -LNA의 함유비가 높은 들깨유의 섭취는 PGI<sub>3</sub>의 생성을 증가시키는 반면 TXA<sub>2</sub>의 생성을 감소시킬 것으로 예상되는 바 관상심장질환의 예방적 효과가 클 것으로 추정된다.

**Table 6. Fatty acid composition in chylomicron fraction from serum lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)**

Fatty acid \ Group <sup>a)</sup>	A	B	C	D	E
C12:0	1.6	1.2	0.9	0.9	1.1
C14:0	1.7	0.9	1.3	1.1	1.2
C16:0	25.6	19.8	18.5	18.7	17.9
C16:1	7.3	4.8	5.1	5.4	4.9
C18:0	6.4	4.2	4.8	4.8	4.5
C18:1	32.5	27.5	27.7	24.0	22.5
C18:2(n-6)	16.5	16.9	22.3	29.1	35.1
C18:3(n-6)	1.0	2.5	2.7	3.5	3.3
C18:3(n-3)	5.8	15.1	10.5	6.6	4.0
C20:4(n-6)	1.2	2.4	2.8	3.0	3.3
C20:5(n-3)	0.3	4.7	3.3	2.7	2.2
C22:6(n-3)	-	-	-	0.1	-
SFA <sup>b)</sup>	35.3	26.1	25.5	25.5	24.7
MUFA <sup>c)</sup>	39.8	32.3	32.8	29.4	27.4
PUFA <sup>d)</sup>	24.8	41.6	41.6	45.0	47.9
n-3/n-6 PUFA	0.33	0.91	0.50	0.26	0.15
AA <sup>e)</sup> /PUFA	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07
EPA <sup>f)</sup> /AA	0.25	1.96	1.18	0.90	0.67

<sup>a)</sup>Refer footnote to Table 1      <sup>b)</sup>Saturated fatty acid  
<sup>c)</sup>Monounsaturated fatty acid      <sup>d)</sup>Polyunsaturated fatty acid  
<sup>e)</sup>Arachidonic acid      <sup>f)</sup>Eicosapentaenoic acid

혈청 지단백의 지방산 조성

혈청 지단백 중 chylomicron의 지방산 조성은 Table 6과 같다. SFA는 24.7~35.3% 범위이고, 이 중 palmitic acid가 17.9~25.6%로 주요 지방산이었으며, MUFA는 27.4~39.8% 범위로 oleic acid가 대부분을 차지하고 있었다. n-3계 PUFA의 함유비율은 B군이 19.8%로서 가장 높았고 n-6계 PUFA의 함유비율은 E군이 41.7%로서 매우 높게 나타났으며, n-6계 AA 및 n-3계 EPA는 시험유지와는 달리 약간 검출되었다. 그리고 들깨유의 혼합비율이 낮아지고 달맞이꽃 종자유와 혼합비율이 높아질수록 n-3 PUFA는 감소되고 n-6 PUFA는 증가되는 경향이었다.

Table 7은 혈청 지단백 중 VLDL의 지방산 조성을 나타낸 것으로 SFA는 palmitic acid(13.4~21.5%), MUFA는 oleic acid(26.5~42.5%)가 주요 지방산이었으며 PUFA에서는 LA(14.3~32.6%)의 함유비율이 가장 높았는데, 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높아짐에 따라 점차 증가되는 경향이었다. AA/PUFA 비율은 실험군 간의 차이가 거의 없었고 EPA/AA 비율은 들깨유의 혼합비율이 높은 급여군일수록 점차 높아지는 경향이었다.

혈청 지단백 중 LDL의 지방산 조성은 Table 8에 나타낸 바와 같이 SFA는 27.9~33.3% 범위이며, MUFA는

25.6~36.8% 범위로서 palmitic acid 및 oleic acid가 주요 지방산을 이루고 있었다. n-6계 PUFA의 함유비율은 E군이 32.3%로서 가장 높았고 n-3계 PUFA의 함유비율은 B군이 21.5%로서 제일 높게 나타났으며, AA/PUFA 및 EPA/AA 비율은 chylomicron이나 VLDL에서의 유사한 경향을 보였다.

Table 9에 나타낸 바와 같이 혈청 지단백 중 HDL의 지방산 조성에 있어 PUFA의 함유비율은 A군(28.2%)을 제외한 전실험군이 42.0~46.0%로서 높은 함유비율을 나타내었으며, n-6계 LA(13.3~25.3%) 및 n-3계  $\alpha$ -LNA(9.1~20.5%)가 대부분을 차지하고 있었다. n-3/n-6 PUFA 및 EPA/AA비율은 들깨유의 혼합비율이 낮아질수록, 또한 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높아질수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과에서 혈청 지단백질 전획분에 걸쳐 n-3계  $\alpha$ -LNA와 EPA는 들깨유의 혼합비율이 높은 B군에서, 그리고 n-6계 AA와 LA는 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높은 E군에서 가장 높은 함유비율을 나타내었다.

정 등<sup>19)</sup>은 함유 지방산의 계열이 각기 다른 올리브유, 어유, 옥수수유 및 들깨유를 흰쥐에게 급여한 결과 혈청 지단백질의 지방산 조성은 이들 식이 유지의 지방산 조성의 영향을 받았으며 특히 C<sub>18:2</sub> 이상의 PUFA에서 반영율이 컸다고 보고하였다. 본 실험 결과로 미루어 볼 때 혈청 지단백질의 지방산 조성은 시험유지

Table 7. Fatty acid composition in VLDL fraction from serum lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)

Fatty acid \ Group <sup>a</sup>	A	B	C	D	E
C <sub>12:0</sub>	0.7	0.4	0.5	0.4	0.5
C <sub>14:0</sub>	1.8	2.0	2.3	1.3	2.2
C <sub>16:0</sub>	21.5	13.8	13.4	13.6	13.9
C <sub>16:1</sub>	5.5	4.2	5.3	4.4	5.1
C <sub>18:0</sub>	10.3	8.8	9.1	8.3	7.4
C <sub>18:1</sub>	42.5	38.5	34.1	33.5	36.5
C <sub>18:2</sub> (n-6)	14.3	14.9	20.8	26.0	32.6
C <sub>18:3</sub> (n-6)	0.6	0.7	0.9	1.0	3.2
C <sub>18:3</sub> (n-3)	1.2	9.2	6.8	3.8	2.9
C <sub>20:0</sub>	tr	1.3	1.5	1.6	1.2
C <sub>20:4</sub> (n-6)	1.3	1.6	1.7	1.8	2.7
C <sub>20:5</sub> (n-3)	0.2	2.5	2.3	2.1	1.8
C <sub>22:6</sub> (n-3)	-	2.0	1.3	0.8	-
SFA <sup>b</sup>	34.3	26.3	26.8	25.7	25.2
MUFA <sup>c</sup>	48.0	42.7	39.4	37.9	31.6
PUFA <sup>d</sup>	17.6	30.9	33.8	36.3	43.2
n-3/n-6 PUFA	0.09	0.80	0.44	0.23	0.12
AA <sup>e</sup> /PUFA	0.07	0.05	0.05	0.05	0.06
EPA <sup>f</sup> /AA	0.13	1.56	1.35	1.17	0.67

<sup>a</sup>Refer footnote to Table 1  
<sup>b</sup>Monounsaturated fatty acid  
<sup>c</sup>Arachidonic acid  
<sup>d</sup>Saturated fatty acid  
<sup>e</sup>Polysaturated fatty acid  
<sup>f</sup>Eicosapentaenoic acid

Table 8. Fatty acid composition in LDL fraction from serum lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)

Fatty acid \ Group <sup>a</sup>	A	B	C	D	E
C <sub>12:0</sub>	1.0	1.1	1.3	1.0	1.2
C <sub>14:0</sub>	1.8	1.6	1.5	1.7	1.6
C <sub>16:0</sub>	21.5	19.1	20.3	19.1	20.6
C <sub>16:1</sub>	8.5	7.2	8.1	6.8	7.4
C <sub>18:0</sub>	9.0	7.7	9.0	8.1	6.9
C <sub>18:1</sub>	28.3	21.5	20.4	21.9	18.2
C <sub>18:2</sub> (n-6)	17.4	17.0	20.9	24.5	26.2
C <sub>18:3</sub> (n-6)	2.0	1.7	2.9	3.1	3.5
C <sub>18:3</sub> (n-3)	8.6	19.8	13.3	11.9	10.4
C <sub>20:4</sub> (n-6)	1.2	1.5	1.8	2.6	2.5
C <sub>20:5</sub> (n-3)	0.7	1.7	1.5	1.3	1.5
SFA <sup>b</sup>	33.3	29.5	31.1	27.9	30.3
MUFA <sup>c</sup>	36.8	28.7	28.5	28.7	25.6
PUFA <sup>d</sup>	29.9	41.7	40.4	43.4	44.0
n-3/n-6 PUFA	0.45	1.06	0.58	0.44	0.36
AA <sup>e</sup> /PUFA	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06
EPA <sup>f</sup> /AA	0.58	1.13	0.83	0.50	0.52

<sup>a</sup>Refer footnote to Table 1  
<sup>b</sup>Monounsaturated fatty acid  
<sup>c</sup>Arachidonic acid  
<sup>d</sup>Saturated fatty acid  
<sup>e</sup>Polysaturated fatty acid  
<sup>f</sup>Eicosapentaenoic acid

**Table 9. Fatty acid composition in HDL fraction from serum lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)**

Fatty acid \ Group <sup>a)</sup>	A	B	C	D	E
C12:0	1.8	1.9	2.0	1.8	1.8
C14:0	3.5	2.8	2.9	2.7	2.9
C16:0	21.0	17.4	18.5	17.8	16.1
C16:1	8.5	6.3	6.1	6.8	6.2
C18:0	13.3	9.9	9.5	9.6	10.8
C18:1	23.6	19.2	19.0	16.4	16.2
C18:2(n-6)	13.3	14.7	15.5	20.8	25.3
C18:3(n-6)	2.7	2.6	3.3	3.8	4.1
C18:3(n-3)	9.1	20.5	18.8	16.0	12.6
C20:4(n-6)	1.4	1.6	1.8	1.8	2.2
C20:5(n-3)	1.7	3.1	2.6	2.4	1.8
SFA <sup>b)</sup>	39.6	32.0	32.9	31.9	31.6
MUFA <sup>b)</sup>	32.1	25.5	25.1	23.2	22.4
PUFA <sup>c)</sup>	28.2	42.5	42.0	44.8	46.0
n-3/n-6 PUFA	0.62	1.25	1.04	0.89	0.46
AA <sup>d)</sup> /PUFA	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05
EPA <sup>e)</sup> /AA	1.21	1.94	1.44	1.33	0.82

<sup>a)</sup>Refer footnote to Table 1

<sup>b)</sup>Saturated fatty acid

<sup>c)</sup>Monounsaturated fatty acid

<sup>d)</sup>Polyunsaturated fatty acid

<sup>e)</sup>Arachidonic acid

<sup>f)</sup>Eicosapentaenoic acid

의 지방산 조성에 영향을 받은 것으로 사료되며 이는 위의 보고와 유사한 경향이었다.

### 요 약

돈지 및 들깨유와 달맞이꽃 종자유 등 2종 식물 종자유와의 혼합급이가 혈청 지질 및 혈청 지단백질의 지방산 조성에 미치는 영향을 구명하기 위해 Sprague-Dawley계 수컷에게 돈지 2.5% 및 들깨유와 달맞이꽃 종자유를 혼합비율을 달리하여 4주간 급여, 사육한 후 혈청 지질 및 혈청 지단백질의 지방산 조성을 분석 검토한 결과, 혈청 지단백질 각획분의 지방산 조성은 들깨유의 혼합비율이 낮아지고 달맞이꽃 종자유와의 혼합비율이 높아짐에 따라 n-3계 PUFA 및 EPA/AA 비율은 감소되는 반면 n-6계 PUFA는 증가되는 경향을 보였으며 시험유지의 지방산 조성이 반영되는 것으로 나타났다.

### 문 헌

1. Goodhart, R. H. and Shils, M. E. : *Modern nutrition in health and disease*. 6th ed., Lea and Febiger Philadelphia, p.1045 (1980)
2. Hegsted, D. M., McGandy, R. B. and Myers, M. L. : Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**, 281 (1965)
3. Mattson, F. H. and Grundy, S. M. : *Comparison of*

effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J. Lipid Res.*, **26**, 194 (1985)

4. Vega, G. L., Groszek, E., Wolf, R. and Grundy, S. M. : Influence of PUFA on composition of plasma lipoproteins and apolipoproteins. *J. Lipid Res.*, **23**, 811 (1982)
5. Holman, R. T. and Peifer, J. J. : The ratio of trienoic-tetraenoic acid in tissue lipids as a measure of EFA requirement. *J. Nutr.*, **70**, 411 (1960)
6. 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)
7. Shepherd, J., Packard, C. J., Grundy, S. M., Yeshurun, D., Gotto, A. M. and Taunton, O. D. : Effects of saturated and polyunsaturated fat diets on the chemical composition and metabolism of LDL in man. *J. Lipid Res.*, **21**, 91 (1980)
8. Flier, J., Lokesh, B. R. and Kinsella, J. E. : Enrichment of n-3 fatty acids in rat liver plasma membranes following ingestion of menhaden oil : increased 5' nucleotidase activity. *Nutr. Res.*, **5**, 277 (1985)
9. Lokesh, B. R., Bruckner, G. G. and Kinsella, J. E. : Reduction in thromboxane formation by n-3 fatty acids enriched lung microsomes from rat and guinea pig following the ingestion of dietary menhaden oil. *Prostaglandins Leukotrienes Med.*, **15**, 337 (1984)
10. Dyerberg, J., Bang, H. O. and Hjorne, N. : Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 958 (1975)
11. Harris, W. S., Connor, W. E. and McMurray, M. P. : A comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats : salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism*, **32**, 179 (1983)
12. Tikita, T., Nakamura, K., Hayakawa, T., Fukutomi, A. and Innami, S. : Effects of dietary fats with different n-3 PUFA and n-6 PUFA on lipid metabolism in rats. *Jpn. J. Nutr.*, **47**, 141 (1989)
13. Bieri, J. G., Stoewesand, 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)
14. Hatch, F. T. and Lees, R. S. : Practical methods for plasma lipoprotein analysis. *Adv. Lipid Res.*, **6**, 1 (1968)
15. Takita, T., Hayakawa, T., Nakamura, K., Fukutomi, A. and Innami, S. : Effects of different combinations of fish oil and corn oil in the diets on lipid metabolism in rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **42**, 227 (1989)
16. Bronsgeest-Schoute, H. C., Van Gent, C. M., Luten, J. B. and Rüter, A. : The effect of various intakes of  $\omega$ -3 fatty acids on the blood lipid composition in healthy human subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1752 (1981)
17. Salonen, R., Nikkariand, T. and Seppanen, K. : Effect of  $\omega$ -3 fatty acid supplementation on platelet aggregability and platelet produced thromboxane. *Tromb Haemost.*, **57**, 269 (1987)
18. Horrobin, D. F., Manku, M. S. and Huang, Y. S. : The

- effects of n-3 and n-6 PUFA on thromboxane and prostacyclin production in rats. *Biomed. Biochem. Acta*, **43**, 114 (1984)
19. 정승용, 강진순, 박필숙, 정효숙, 김군자 : 섭취유지의 종류가 흰쥐의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향. 경상대학교 논문집, **26**, 147 (1987)  
(1994년 2월 18일 접수)