J. Korean Soc. Food Nutr.
23(4), 555 ~ 560(1994)

돈지, 들깨유 및 달맞이꽃 종자유의 혼합급이가 흰쥐의 간장 및 뇌조직의 지방산 조성에 미치는 영향

김성희 · 김한수 · 김군자* · 최운정** · 김소영 · 정승용†

경상대학교 식품영양학과
*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 Liver and Brain Tissue in Rats

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

Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, 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 liver and brain tissue, 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 composition of liver lipid, saturated fatty acid (SFA) contents were rich in the phospholipid and cholesteryl ester fraction. Monounsaturated fatty acid (MUFA) contents were rich in the triglyceride fraction and polyunsaturated fatty acid (PUFA) contents were rich in the phospholipid fraction. In the fatty acid composition of liver lipid fractions, according as the contents of mixed perilla oil decreased and the contents of mixed evening primrose oil increased, n-3 PUFA contents tended to decrease and n-6 PUFA contents tended to increase. Fatty acid composition of liver lipid fractions were influenced from the fatty acid composition of the test lipids. In the fatty acid composition of brain phospholipid, PUFA contents (40%) were rich and according as the contents of mixed evening primrose oil increased, the ratio of n-3/n-6 PUFA and eicosapentaenoic acid (EPA)/arachidonic acid (AA) tended to slightly decrease.

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

서 론

현대인에게 주요 사망 원인이 되고 있는 고지혈증, 동맥경화증 및 심근경색 등 심장 순환기계질환의 유발 인자로서는 유전적인 요인, 흡연, 과음, 당뇨병, 비만, 고지혈증 및 고콜레스테롤혈증 등을 들 수 있으며[1-4], 식이 콜레스테롤과 동물성 포화지방산은 혈청 콜레스테롤 농도를 상승시키고[5], 식물유 또는 어유중의 다불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)은 간장에서의 지방산 합성의 억제, 장관내에서의 콜레스테롤 흡수 저해, 조직 세포로 부터 콜레스테롤 에스테르의 제거 및 콜레스테롤의 배설 작용으로 관상동맥성 심장질환을 억제한다고 알려져 있다[6,7]. Dyerberg 등[8]에 의하면 Greenland Eskimo인에게 있어 혈청 지질의 지방산 조성은 n-6계인 arachidonic acid (AA)의 함유비율은 낮고 n-3계인 eicosapentaenoic acid (EPA)의 함유비율이 높은 것이 특징이며, 이는 prostacyclin I3 (PGI_3)의 생성을 증가시키고 thromboxane A_2 (TXA_2)의 생성

† To whom all correspondence should be addressed

을 감소시키는 결과를 가져온다고 하였고, 또한 n-3계 PUFA는 n-6계 PUFA 보다 항혈전성 및 항동맥경화성 효력이 크다고 Harris 등[9]은 보고한 바 있다. 鄭 등[10]은 고콜레스테롤혈증 흰쥐에게 계열이 다른 지방산을 함유하는 유지를 급여한 결과 혈액중 총 콜레스테롤 농도는 올리브유 급여군에 비해 n-6계 및 n-3계 PUFA 함유 유지군에서 낮게 나타났으며, 혈청 지단백질의 지방산 조성은 시료유지의 지방산 조성이 반영된다고 하였다. 각종 유지의 혈청 및 간장지질 개선작용에 관한 연구 보고는 많으나 배합비율을 달리한 혼합유지가 간장 및 뇌조직의 지방산 조성에 미치는 영향에 관한 연구는 많지 않다. 따라서 본 연구는 포화지방산(saturated fatty acid, SFA) 및 단불포화지방산(monounsaturated fatty acid, MUFA)의 함량이 많은 돈지 및 n-3계 γ-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 생체조직의 지방산 조성에 미치는 영향을 구명하고자 10% 돈지를 대조군으로 하고, 돈지 2.5% 및 들깨유와 달맞이꽃 종자유의 배합비율을 달리한 혼합유지를 흰쥐에게 급여하여 간장 및 뇌조직 지질의 지방산 조성을 분석 검토하였다.

재료 및 방법

실험동물

체중 60~65g의 4주령된 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 전보[11]에서와 같이 사육하였다.

식이

기본식이 및 실험식이의 조성은 Table 1과 같으며 사용된 시험유지는 전보[11]에서와 같다.

실험동물의 처리

전보에서와 같이 심장 채혈법으로 도살하여 간장 및 뇌를 적출하였으며 간장은 생리식염수로 문맥을 통해 관류한 후 여과지로 물기를 제거하여 실험에 사용하였다.

조성지질의 분석

간장 및 뇌조직을 각 각 1.0g씩 취하여 chloroform : methnol (C : M=2 : 1, v/v) 혼액을 가하여 지질을 추출한 후 감압 농축하여 적당량의 hexane에 녹여 silicagel 60G (Merck)를 사용한 박층에 spot한 다음 전개액(petroleum ether : ethyl ether : acetic acid, 82 : 18 : 1, v/v/v)으로 전개하여 요오드로써 발색시켜 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지질성분으로 분획하였다.

지방산 조성의 분석

간장 및 뇌조직 지질성분을 C : M 혼액으로 지질을 추출한 후 14% BF_3-MeOH로 메틸에스테르화시켜 gas chromatography (Hewlett Packard 5890 series)로서 분석하였으며, 기기분석 조건은 전보[11]에서와 같다.

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[12]	3.5	3.5
Vitamin mixture[12]	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

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 높았다. 들깨유 7.5%+돈지 2.5% 급여군(B군)은 n-3계인 α-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 종자유의 혼합비율이 높아짐에 따라 점차 높아지는 경향이었고 n-3/n-6 PUFA비는 들깨유의 혼합비율이 낮아짐에 따라 점차 낮은 값을 나타내었다.

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

Fatty acid \ Group[1]	A	B	C	D	E
$C_{12:0}$	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
$C_{14:0}$	1.6	0.6	0.5	0.5	0.5
$C_{16:0}$	25.0	12.0	11.9	11.8	11.9
$C_{16:1}$	3.3	1.1	1.0	1.0	0.9
$C_{18:0}$	13.4	4.9	5.0	4.9	5.0
$C_{18:1}$	43.1	25.5	22.3	20.3	16.9
$C_{18:2}$(n-6)	11.2	12.5	28.6	41.9	56.6
$C_{18:3}$(n-6)	0.2	0.1	2.3	4.1	6.2
$C_{18:3}$(n-3)	1.5	42.9	27.9	15.1	1.8
$C_{20:0}$	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1
$C_{20:4}$(n-6)	0.1	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0
SFA[2]	40.5	17.8	17.8	17.6	17.6
MUFA[2]	46.4	26.6	23.3	21.1	17.8
PUFA[2]	13.0	55.5	58.8	61.3	64.6
P/S[2]	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

[1] Group (A~E) : Refer footnote to Table 1
[2] SFA : Saturated fatty acid
MUFA : Monounsaturated fatty acid
PUFA : Polyunsaturated fatty acid
P/S : PUFA/SFA

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

Fatty acid \ Group[1]	A	B	C	D	E
$C_{12:0}$	0.5	0.3	0.5	0.2	0.4
$C_{14:0}$	1.3	1.0	1.0	1.2	1.1
$C_{16:0}$	22.8	19.1	22.0	21.3	19.1
$C_{16:1}$	3.6	3.0	3.5	3.2	2.7
$C_{18:0}$	23.8	20.6	21.2	20.7	19.9
$C_{18:1}$	27.5	21.1	19.5	18.4	15.2
$C_{18:2}$(n-6)	11.6	13.8	14.9	19.1	26.2
$C_{18:3}$(n-6)	0.3	0.2	0.4	1.3	1.4
$C_{18:3}$(n-3)	2.8	8.6	5.0	3.7	3.0
$C_{20:0}$	0.3	tr	0.2	0.5	tr
$C_{20:4}$(n-6)	2.4	2.7	3.4	4.8	6.9
$C_{20:5}$(n-3)	1.9	5.8	5.1	3.8	2.9
$C_{22:4}$(n-6)	tr	0.6	tr	tr	tr
$C_{22:5}$(n-3)	tr	0.6	0.5	tr	tr
$C_{22:6}$(n-3)	1.0	2.5	2.7	1.6	0.9
SFA[2]	48.7	41.0	44.9	43.9	40.5
MUFA[3]	31.1	24.1	23.0	21.6	17.9
PUFA[4]	20.3	34.8	32.0	34.3	41.3
n-3/n-6 PUFA	0.40	1.01	0.71	0.36	0.20
AA[5]/PUFA	0.12	0.08	0.11	0.14	0.17
EPA[6]/AA	0.79	2.15	1.50	0.79	0.42

[1] Refer footnote to Table 1
[2] Saturated fatty acid
[3] Monounsaturated fatty acid
[4] Polyunsaturated fatty acid
[5] Arachidonic acid
[6] Eicosapentaenoic acid

간장지질 중 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성

Table 3은 간장 인지질의 지방산 조성을 나타낸 것으로 SFA는 40.5~48.7% 범위로서 실험군간에 있어 큰 차이는 없었고 palmitic acid (19.1~22.8%) 및 stearic acid (19.9~23.8%)가 거의 대부분을 차지하였으며, MUFA는 17.9~31.1% 범위로 oleic acid (15.2~27.5%)가 주요 지방산이었다. PUFA는 20.3~41.3% 범위로 n-3계인 α-LNA, EPA 및 DHA의 함유비율은 들깨유의 혼합비율이 높은 B군이 가장 높은 반면 n-6계인 LA, GLA 및 AA의 함유비율은 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높은 E군에서 가장 높게 나타났다.

간장 중성지질의 지방산 조성은 Table 4에 나타낸 바와 같이 SFA는 34.4~37.2% 범위이고 이중 palmitic acid가 28.6~30.1%로 주요 지방산을 이루고 있었으며 MUFA는 34.5~44.2% 범위로 oleic acid가 27.4~36.5%로 대부분을 차지하고 있었다. PUFA는 18.4~28.9% 수준으로서 그 함유비율은 비교적 낮았으며 이중 n-3계 PUFA는 2.8~13.6%, n-6계 PUFA는 12.9~26.1% 범위로 n-3계 PUFA에 비해 함유비율이 높았다. 또한 n-

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

Fatty acid \ Group[1]	A	B	C	D	E
$C_{12:0}$	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5
$C_{14:0}$	2.4	1.7	1.9	2.2	2.5
$C_{16:0}$	30.1	28.6	29.1	28.5	29.3
$C_{16:1}$	7.4	6.9	6.8	5.7	7.1
$C_{18:0}$	4.1	3.3	2.9	3.6	4.2
$C_{18:1}$	36.8	32.0	30.1	31.2	27.4
$C_{18:2}$(n-6)	11.8	10.5	13.8	15.7	21.2
$C_{18:3}$(n-6)	tr	tr	0.3	0.5	1.1
$C_{18:3}$(n-3)	2.4	7.9	4.7	3.6	0.9
$C_{20:0}$	0.1	0.2	-	tr	tr
$C_{20:4}$(n-6)	2.0	2.4	3.6	3.5	3.8
$C_{20:5}$(n-3)	2.2	3.9	4.1	2.4	1.9
$C_{22:4}$(n-6)	-	-	1.4	2.1	-
$C_{22:5}$(n-3)	-	0.8	tr	0.2	-
$C_{22:6}$(n-3)	-	1.0	0.4	tr	-
SFA[2]	37.2	34.4	34.6	34.9	36.5
MUFA[3]	44.2	38.9	36.9	36.9	34.5
PUFA[4]	18.4	26.5	28.3	28.0	28.9
n-3/n-6 PUFA	0.33	1.05	0.48	0.28	0.11
AA[5]/PUFA	0.11	0.09	0.13	0.12	0.13
EPA[6]/AA	1.10	1.62	1.14	0.68	0.50

[1] Refer footnote to Table 1
[2] Saturated fatty acid
[3] Monounsaturated fatty acid
[4] Polyunsaturated fatty acid
[5] Arachidonic acid
[6] Eicosapentaenoic acid

3/n-6 PUFA 및 EPA/AA 비율은 들깨유의 혼합비율이 낮아지고 반면 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높아짐에 따라 점차 감소하는 경향이었다. 인지질의 지방산 조성에 비해 SFA 및 PUFA의 함유비율은 약간 낮게 나타났는데 특히 DHA의 감소가 뚜렷하였으며, 한편 MUFA의 함유비율은 약간 높게 나타났다.

간장 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성은 Table 5에서 보는 바와 같다. SFA는 46.4~51.3% 범위로 간장 인지질이나 중성지질에 비해 다소 높은 함유비율을 나타내었고 MUFA의 함유비율은 27.0~39.0% 범위로 간장 인지질 보다는 약간 높은 반면 중성지질 보다는 낮았으며, PUFA는 13.6~23.5% 범위로서 간장 인지질이나 중성지질에 비해 약간 낮은 함유비율이었고 DHA는 전 실험군에서 검출되지 않았다. AA/PUFA 비율은 들깨유의 혼합비율이 낮아지고 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높아짐에 따라 점차 증가되는 경향이었고 반면 EPA/AA 비율은 감소되는 경향을 나타내었다.

Rizek 등[13]에 의하면 간장은 AA합성의 주요 장기이며 생체내에 있는 대부분의 AA는 식이중의 LA로 부터 대사된 것이라고 하였고, Tinoco[14]은 α-LNA가 결핍된 쥐에 있어 n-3계 PUFA의 함유비율은 감소되었으며 특히 간장 지질에서 DHA의 함유비율이 크게 감소되었다고 보고하였다. 또한 Huang 등[15]은 n-3계 및 n-6계 PUFA의 균형이 α-LNA에서 EPA와 DHA로의 전환에 관여하는 desaturase의 활성을 조절하는 중요한 요인이라고 보고한 바 있다. 간장 지질의 지방산 조성에서 세 획분 모두 n-6계인 LA, GLA 및 AA의 함유비율은 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높은 급여군일수록, 또한 n-3계 α-LNA, EPA 및 DHA의 함유비율은 들깨유의 혼합비율이 높은 급여군일수록 점차 높게 나타난 것으로 미루어 볼 때 간장 지질의 지방산 조성은 시험유지의 지방산 조성에 크게 영향을 받은 것으로 사료되며, LA 및 α-LNA는 간장에서의 지질대사에 미치는 영향이 서로 다르다는 것을 나타내었다.

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

Fatty acid \ Group[1]	A	B	C	D	E
$C_{12:0}$	2.4	2.7	3.1	2.6	3.5
$C_{14:0}$	4.0	1.9	4.0	3.4	4.1
$C_{16:0}$	17.0	14.7	13.8	14.0	15.6
$C_{16:1}$	6.9	5.3	5.5	5.3	5.2
$C_{18:0}$	27.4	26.3	28.1	26.8	26.6
$C_{18:1}$	32.1	27.7	23.7	24.2	21.8
$C_{18:2}$(n-6)	1.0	1.7	3.0	4.4	7.1
$C_{18:3}$(n-6)	0.4	0.2	0.6	0.6	0.8
$C_{18:3}$(n-3)	8.1	16.0	13.4	12.9	7.7
$C_{20:0}$	0.5	0.8	0.9	1.5	1.5
$C_{20:4}$(n-6)	3.3	2.2	2.5	3.1	4.7
$C_{20:5}$(n-3)	0.8	0.5	1.3	1.2	1.4
SFA[2]	51.3	46.4	49.9	48.3	51.3
MUFA[3]	39.0	33.0	29.2	29.5	27.0
PUFA[4]	13.6	23.5	20.8	22.2	21.7
n-3/n-6 PUFA	1.89	4.02	2.41	1.74	0.72
AA[5]/PUFA	0.24	0.04	0.12	0.14	0.22
EPA[6]/AA	0.24	0.62	0.52	0.39	0.30

[1] Refer footnote to Table 1
[2] Saturated fatty acid
[3] Monounsaturated fatty acid
[4] Polyunsaturated fatty acid
[5] Arachidonic acid
[6] Eicosapentaenoic acid

뇌지질 중 인지질의 지방산 조성

뇌 인지질의 지방산 조성은 Table 6에 나타낸 바와 같이 SFA는 30.7~36.8% 범위로 실험군간에 있어 큰 차이는 없었고, MUFA는 22.7~29.6% 범위였으며 oleic acid가 대부분을 차지하였다. PUFA는 33.6~46.6% 범위로 SFA 및 MUFA에 비해 그 함유비가 비교적 높았으며 또한 간장 지질의 지방산 조성에서 보다 월등히 높은 수준이었다. 주요 PUFA의 조성을 살펴보면 n-3계 PUFA는 12.1~25.1% 범위였으며 EPA(7.6~12.5%)

Table 6. Fatty acid composition on phospholipid fractionated by TLC from brain lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)

Fatty acid \ Group[1]	A	B	C	D	E
$C_{12:0}$	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2
$C_{14:0}$	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3
$C_{16:0}$	21.4	19.8	19.8	18.4	18.1
$C_{16:1}$	0.2	0.3	0.6	0.8	0.2
$C_{18:0}$	14.7	10.3	11.8	12.4	10.0
$C_{18:1}$	29.4	22.4	23.5	23.8	23.3
$C_{18:2}$(n-6)	16.5	16.9	18.6	22.0	23.8
$C_{18:3}$(n-6)	1.9	1.7	1.4	2.0	2.3
$C_{18:3}$(n-3)	3.6	7.8	5.6	5.1	4.7
$C_{20:4}$(n-6)	3.1	2.9	3.4	4.1	4.8
$C_{20:5}$(n-3)	7.6	12.5	10.3	8.2	8.7
$C_{22:0}$	–	–	–	–	2.1
$C_{22:5}$(n-3)	–	–	0.2	–	–
$C_{22:6}$(n-3)	0.9	4.8	3.8	1.8	1.5
SFA[2]	36.8	30.7	32.2	31.4	30.7
MUFA[3]	29.6	22.7	24.1	24.6	23.5
PUFA[4]	33.6	46.6	43.7	43.2	45.8
n-3/n-6 PUFA	0.56	1.17	0.87	0.54	0.48
AA[5]/PUFA	0.09	0.06	0.08	0.09	0.10
EPA[6]/AA	2.45	4.31	3.15	2.00	1.81

[1] Refer footnote to Table 1
[2] Saturated fatty acid
[3] Monounsaturated fatty acid
[4] Polyunsaturated fatty acid
[5] Arachidonic acid
[6] Eicosapentaenoic acid

및 DHA (0.9~4.8%)는 혈청이나 간장지질에 비해 높은 함유비율을 나타내었고 들깨유의 혼합비율이 높은 B군에서 제일 높게 나타났다. n-6계 PUFA는 21.5~30.9% 범위로서 LA가 대부분을 차지하였으며, 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높은 E군에서 23.8%로 가장 높은 함유비율을 보였다.

Holman과 Peifer[16]는 뇌에 있어 n-6계 PUFA는 식이중의 LA의 함량에 따라 다르다고 하였고, 반면 Bourre 등[17]은 흰쥐의 뇌에 있어서 n-6계 LA의 함유비율은 식이중의 LA의 함량에 따라 크게 변하지 않는다고 보고하였으며, 또한 Clandinin 등[18,19]에 의하면 다른 조직의 지질과는 달리 뇌조직은 n-3계 PUFA의 함유비율이 높은 것이 특징이라고 하였다. 한편 Foot 등[20]과 Kaur 등[21]은 흰쥐에게 있어 세포 분열이 왕성한 태아 시기와 출생 초기에 뇌와 중추신경계의 정상적인 발달을 위해서는 식이지방의 역할이 매우 중요하다고 보고한 바 있다. 본 실험 결과 뇌의 인지질 중에서 혈청이나 간장지질에 비해 n-3계 PUFA의 함유비율이 비교적 높았으며, LA의 함유비율은 실험군간에 있어 큰 차이를 나타내지 않았는데 이는 Bourre 등[17-19]의 보고와 유사한 경향이었다.

요 약

돈지 및 들깨유와 달맞이꽃 종자유 등 2종 식물 종자유와의 혼합급여가 간장 및 뇌지질의 지방산 조성에 미치는 영향을 구명하기 위해 Sprague-Dawley계 숫쥐에게 돈지 2.5% 및 들깨유와 달맞이꽃 종자유의 혼합비율을 달리하여 4주간 급여, 사육한 후 간장 및 뇌지질의 지방산 조성을 분석 검토한 결과, 간장 지질의 지방산 조성에 있어 SFA는 인지질이나 콜레스테롤 에스테르 획분에서, MUFA는 중성지질 획분에서 그리고 PUFA는 인지질 획분에서 그 함유비율이 높았으며 3획분 모두 들깨유의 혼합비율이 낮아지고 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높아짐에 따라 n-3계 PUFA는 감소되고 n-6계 PUFA는 증가되는 경향으로서 시험유지의 지방산 조성에 영향을 받는 것으로 나타났다. 뇌지질 중 인지질의 지방산 조성에 있어 PUFA의 함유비율은 40% 수준으로 높았으며, n-3/n-6 PUFA 및 EPA/AA 비율은 달맞이꽃 종자유의 혼합비율이 높아짐에 따라 약간씩 감소되는 경향이었다.

문 헌

1. Balasubrmaniam, 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**, 684 (1985)
2. 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)
3. Ramesha, C. S., Paul, R. and Garguly, J. : Effects of dietary unsaturated oil on the biosynthesis of cholesterol and on biliary and fecal excretion of cholesterol and bile acid in rat. *J. Nutr.*, **110**, 2149 (1980)
4. Reiser, R., Prrobstfield, J. L. and Silver, A. : Plasma lipid and lipoprotein response of human to beef fat, coconut oil and safflower oil. *Am. J. Clin. Nutr.*, **42**, 190 (1985)
5. 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)
6. Adelman, S. T., Glick, J. M., Phillips, N. C. and Rothblat, G. H. : Lipid composition and physical state effects on cellular cholesteryl ester clearance. *J. Biol. Chem.*, **259**, 1344 (1984)
7. Taussant, M. J., Wilson, M. D. and Clarks, S. D. : Coordinate suppression of liver acetyl Co-A carboxylase and fatty acid synthetase by PUFA. *J. Nutr.*, **111**, 146 (1981)
8. 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)
9. 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)
10. 鄭承鏞, 龍田聖親, 中村カホル, 早川享志, 福富麻子, 西郷光彦, 印南敏 : 高コレステロール血症ラットの脂質代謝に及ぼす"n-3, n-6および"n-9系各脂肪酸含有油脂投與の影響. 日本榮養食糧學會誌, **41**, 279 (1988)
11. 김성희, 김한수, 김군자, 김희숙, 최운정, 정승용 : 돈지, 들깨유 및 달맞이꽃 종자유의 혼합급이가 흰쥐의 혈청 및 혈청 지단백의 지방산 조성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **23**, 548 (1994)
12. 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)
13. Rizek, R. L., Welsh, S. O., Marston, R. M. and Jackson, E. M. : In "*Dietary fats and health*", American Oil Chemists Society, Champaign, p.13 (1983)
14. Tinoco, J. : Dietary requirements and functions of α-linolenic acid in animals. *Prog Lipid Res.*, **21**, 1 (1980)
15. Huang, Y. S., Manku, M. S. and Horrobin, D. F. : The effects of dietary cholesterol on blood and liver PUFA

and on plasma cholesterol in rats fed various types of fatty acid diet. *Lipids*, **19**, 664 (1984)
16. 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)
17. Bourre, J. M., Piciotti, M., Dumont, O., Pascal, G. and Durand, G. : Dietary linoleic acid and polyunsaturated fatty acids in rat brain and other organs minimal requirements of linoleic acid. *Lipid*, **25**, 465 (1990)
18. Clandinin, M. T., Chappell, J. E., Leong, S., Heim, T., Swyer, P. R. and Chance, G. W. : Extrauterine fatty acid accretion in infant brain. *Early Human Development*, **4**, 131 (1980)
19. Clandinin, M. T., Chappell, J. E., Leong, S., Heim, T., Swyer, P. R. and Chance, G. W. : Intrauterine fatty acid accretion rates in human brain. *Early Human Development*, **4**, 121 (1980)
20. Foot, M., Cruz, T. F. and Clandinin, M. T. : Influence of dietary fat on the lipid composition of rat brain synaptosomal and microsomal membranes. *Biochem. J.*, **208**, 631 (1982)
21. Kaur, N., Holmer, G., Byrjalsen, I. and Kirstein, D. : Acyl group distributions in tissue lipids of rats fed evening primrose oil or soybean oil. *Lipids*, **18**, 760 (1983)

(1994년 2월 18일 접수)