

한국 재래산양 골수의 지질 및 지방산 조성

이영애* · 하정기 · 안병홍 · 강동학 · 기우경 · 김종규**
경상대학교 농과대학, *밀양농잠전문대학, **영남대학교 농축산대학

Lipids and Fatty Acids Composition of Korean Native Goat's Bone Marrow

Y.Y. Lee*, J.K. Ha, B.H. Ahn, D.H. Kang, W.K. Ki and J.K. Kim**

College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju

*College of Agricultural and Sericultural Techic, Miryang

**College of Agricultural and Animal Science, Yeungnam University, Kyung-San

Abstract

Korean native goat's bone marrow was low in triglycerides and high in phospholipids and glycolipids. In the fatty acid composition, goat's bone marrow was high in $C_{18:1}$ and low in $C_{18:0}$. Goat's bone marrow also contained more unsaturated fatty acid than saturated fatty acid. Triglyceride and steryl ester were more than others in the neutral lipids. Esterified glycoside and monogalactosyl diglyceride were higher than others in the glycolipids. Diphosphatidyl glycerol and phosphatidyl ethanolamine were higher than others in the phospholipids. In the fatty acid composition of triglycerides, Humerus and Radius, Femur and Os coxae and Lumbar vertebra were all higher in $C_{16:0}$, $C_{18:0}$ and $C_{18:1}$ than others in the 1-position of triglycerides and higher in $C_{18:0}$, $C_{18:2}$ and $C_{18:3}$ than others in the 2-position of triglycerides.

서 론

골수는 외국에서는 수우프 재료로 이용하므로 골수의 지질조성에 대한 연구가 상당히 이루어지고 있다.¹⁻⁴⁾ 그러나 한국 재래산양의 골수에 대한 연구보고는 없다.

한국 재래산양은 옛부터 민간요법으로 허약체질자나, 임산부의 보신제로서 몸국용으로 많이 이용되어 왔다.

약효에 대해서는 한방약의 지침서인 동의보감에 잘 나타나 있다. 이러한 관점에서 한국 재래산양의 지질조성은 이미 보고하였다.⁵⁾

본 실험은 한국 재래산양의 골수중 지질, 지방

산 및 triglyceride 중 C_1 및 C_2 에 존재하는 지방산 조성 등을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

공시동물은 경상대학교 부속 동물사육장에서 관행법에 준하여 사양한 평균체중 28kg되는 3마리의 한국 재래산양을 사용하였으며, 모두 3세 이상의 암산양이었다. 도살한 후 각 개체에서 상박골(Humerus)과 요골(Radius), 대퇴골(Femur)과 관골(Os coxae) 및 요추(Lumbar vertebra)를 적출하여 -25°C 로 보관한 후 공시재료로 사용하였다.

지질의 추출 및 정제

도살 채취한 재래산양 골수를 즉시 비닐로 밀봉

한 후, -25°C 이하에 저장하면서 실험을 행하였다.

저장 재래산양 골수의 일정량에 chloroform : methanol(2 : 1, v/v)의 용액을 가하여 혼합하고 4°C 이하에서 하룻밤 방치한 후 상등액을 분리하는 조작을 3회 반복하여 총지질을 추출하였다.¹²⁾

추출된 지질은 sephadex G-25 column을 통과시켜 비지질 성분을 제거하고, 통과액은 진공상태에서 증발시켜 건조한 후 지질을 평량하고 chloroform에 용해시켰다.^{6,7)}

중성지질, 당지질 및 인지질의 분획

각 시료로부터 추출 정제한 총지질은 silicic acid column chromatography(S.C.C)에 의하여 중성지질, 당지질 및 인지질로 각각 분리하였다.^{8,9,10)}

즉 silicic acid 15g을 50ml의 chloroform에 녹여 충분히 slurry로 만들어 glass column(1.8mm × 40cm)에 충전하고 chloroform으로 반복 세척하여 column을 준비하였다.

이 column에 정제한 지질 200mg을 chloroform 5ml에 용해시켜 주입한 후 chloroform 175ml, acetone 500ml, methanol 175ml를 순차적으로 통과시켜 중성지질, 당지질 및 인지질로 분리한 각 용출획분은 rotary vacuum evaporator로 용매를 제거하고 평량하였다.

구성지질의 분별 및 정량

중성지질과 당지질은 silical-G(Merck Co.)로, 인지질은 silical-H(Merck Co.)를 사용하여 TLC에 의해 분리하였다.^{11,12)} 중성지질은 hexane-ether-acetic acid(80 : 20 : 1, v/v)¹³⁾, 당지질은 chloroform-methanol-water(75 : 25 : 4, v/v)¹⁴⁾, 인지질은 chloroform-methanol-28% ammonia(65 : 25 : 5, v/v)¹⁵⁾의 전개용매를 사용하여 일차전개로 분리하였으며, 지방은 50% H₂SO₄를 분무하고 130~140°C에서 탄화시켜 점출하였다.¹⁵⁾ 그런 후 표준물질 및 문헌상의¹⁰⁾ Rf치와 비교하여 지질을 동정하고,¹³⁾ Table 1과 같은 조건으로 TLC scanner를 이용하여 정량하였다.

Triglyceride 중 지방산의 분포

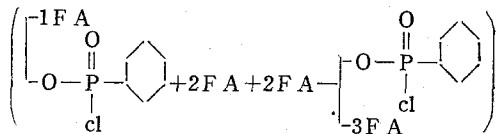
Triglyceride를 pancreatic lipase(Sigma Chemical Co., St. Louis Mo., U.S.A.)로 분해한 후 silicic acid column chromatography로 glyceride

Table 1. Instrument & operating conditions for TLC scanner

Instrument	Helena laboratories, Quick scan
Wavelength	525nm
Slit	0.5×5mm
Scanning speed	3.0 inch/min
Scanning method	Transmission by single channel
Gain	2
Chart speed	0.5 inch/min

를 분취하였다.

glyceride는 phenyldichlorophosphate와 반응시켜 인지질을 합성시켰다. 합성된 인지질에 phospholipase A₂를 작용시켜 C₃ 위치에 인이 결합하고 있는 인지질의 C₂ 위치의 지방산만을 가수분해시켰다. 그래서 반응액 중 포함된 지질



FA : fatty acid

을 TLC로 각각 분리 정제하였다.^{16,17)}

정제된 획분 중의 지방산은 gas liquid chromatography(GLC)로 분석하였다.

지방산의 분석

지질은 일본유화학협회 기준유지시험법¹⁸⁾에 따라 검화시키고 불검화물을 제거한 후 혼합지방산을 분리하였다. 여기에 1% p-toluene sulfonic acid를 가하여 methyl ester화한 후¹⁹⁾ GLC에 의하여

Table 2. Instrument and operating conditions for gas chromatography

Instrument	Shimadzu gas chromatography(Model GC-6A)
Detector	Flame Ionization Detector
Column	Stainless steel 2m×3mm ID, 15% DEGS
Carrier gas	N ₂ , 100ml/min
Column temperature	170°C
Injection temperature	200°C
Detector temperature	200°C
Chart speed	5mm/min

Table 3. Content of total lipid classes in Korean native goat's bone marrow

Items	Humerus Radius	Femur Os coxae	Lumbar vetebra
Crude lipids(g/bone marrow 100g)	2.9	3.4	3.5
Lipid classes, (%)	95.4	85.4	85.4
Neutral lipids			
Glycolipids	0.8	9.9	9.3
Phospholipids	3.9	4.7	5.3

분석하였다.

GLC의 조건은 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

지질의 조성

재래산양 골수 중 상박골과 요골(Humerus & Radius), 대퇴골과 관골(Femur & Os coxae) 및 요추(Lumbar vetebra)의 지질함량은 Table 3에 나타난 바와 같이 2.9~3.5g이었다.

지질 중 중성지질은 85.4~95.4%, 당지질은 0.8~9.9%, 인지질은 3.9~5.3% 함유하였다. Table 3에서 보는 바와 같이 상박골과 요골이 중성지질을 제일 많이 함유하였다. 반면 인지질은 상박골과 요골이 제일 소량이었으며 요추가 제일 다량 함유하였다.

한국 재래산양 골수의 지질 중 중성지질은 Table 4와 같다. 즉 monoglyceride(MG)가 5.2~7.7%, 1,2-diglyceride(1,2DG)가 9.4~10.7%, free sterol(FS)이 5.3~9.4%, triglyceride(TG)가 38.2~

Table 4. Composition of neutral lipids in Korean native goat's bone marrow(%)

Lipids	Humers Radius	Femur Os coxae	Lumbar vetebra
Monoglyceride	6.2	7.7	5.2
1,2-diglyceride	9.4	10.7	9.5
Free sterol	5.3	5.5	9.4
Triglyceride	62.3	58.8	38.2
Fatty acid methyl ester	5.6	3.4	9.6
Steryl ester	11.2	17.0	29.2

Table 5. Composition of glycolipids in Korean native goat's bone marrow(%)

Lipids	Humerus Radius	Femur Os coxae	Lumbar vetebra
Sulfolipid	2.9	—	—
Digalactosyl diglyceride	8.6	—	—
Unknown	6.1	10.3	—
Cerebrosides 1	14.8	10.4	11.5
Cerebrosides 2	6.4	6.5	7.6
Steryl glycoside	10.6	3.9	6.2
Monogalactosyl diglyceride	—	9.3	18.3
Esterified glycoside	57.2	69.4	59.6

62.3%, fatty acid methyl ester(FAME)가 3.4~9.6% 및 steryl ester(SE)가 11.2~29.2%로 ester의 함량이 그 다음으로 많았다.

한국 재래산양 골수 중의 당지질은 Table 5와 같다. 재래산양 골수 중에는 Sulfolipid(SL), digalactosyl diglyceride(DGDG), cerebroside 1(CB₁), cerebroside 2(CB₂), steryl glycoside(SG), monogalactosyl diglyceride(MGDG) 및 esterifide glycoside(ESG)가 확인되었고 골수의 종류에 따라 이들 성분은 각각 2.9%, 8.6%, 10.4~14.8%, 6.4~7.6%, 3.9~10.6%, 9.3~18.3% 및 57.2~69.4% 범위로 함유하였다. 그리고 미지의 성분 함량이 6.1~10.3%였다.

재래산양 골수중의 인지질은 Table 6과 같다.

Table 6. Composition of phospholipids in Korean native goat's bone marrow(%)

Lipid	Humerus Radius	Femur Os coxae	Lumbar vetebra
Lysophosphatidyl choline	17.0	9.8	4.0
Phosphatidyl serine & choline	—	—	1.0
Phosphatidyl inositol	14.7	15.7	14.6
Phosphatidyl ethanolamine	22.0	34.0	18.8
Phosphatidyl glycerol	18.4	25.4	49.9
Diphosphatidyl glycerol	36.4	20.1	10.5

재래산양 골수중에는 골수종류에 관계없이 lysophosphatidyl choline(LPC), phosphatidyl serine 및 choline(PS+PC), phosphatidylinositol(PI), phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidylglycerol (PG) 및 diphosphatidylglycerol(DPG)가 확인되었다. 이들의 함량은 각각 4.0~17.0%, 1.0%, 14.6~15.7%, 18.8~34.0%, 18.4~49.9% 및 10.5~36.4% 범위이었다.

상박골과 요골은 DPG함량이 제일 높고, 대퇴골과 관골은 PE함량이 제일 높았으며, 그 다음이 DPG이었다. 반면, 요추에는 PG함량이 제일 높았고 PE함량이 그 다음이었다.

지방산 조성

재래산양 골수중의 총지질의 지방산 조성은 Table 7과 같다. C_{18:1}의 oleic acid함량이 골수 부위에 관계없이 가장 많았으며, 다음으로 C_{16:0}의 palmitic acid가 많았다. 특히 불포화지방산이 57.0~71.6%를 점유하였다.

한국 재래산양 골수의 상박골과 요골, 대퇴골과 관골 및 요추 중 총지질의 지방산 특성은 불포화지방산의 함량이 많은 점이다.

한국 재래산양육의 지질중 불포화지방산의 함량은 68.5~72.3%였다.⁵⁾ 이는 본 연구결과와 비슷하다.

반면, 소의 골수 가운데 Lumbar vertebra, Femur, cervical에서는 불포화지방산이 각각 50.0%, 41.0% 및 47.9%를 점유하였다.¹²⁾ 닭골수지질에서는 불포화지방산이 65.3% 함유하였다.⁴⁾

Triglyceride의 C₁, C₂ 위치의 지방산 조성

한국 재래산양 골수의 triglyceride 중 지방산 조성은 Table 8과 같다. 상박골과 요골, 대퇴골과 관골 및 요추의 골수에 따라 다소 차이는 있으나 triglyceride의 지방산 중 C_{18:1}이 34.2~39.3%, C_{16:0}이 11.6~27.7%로 함량이 많다. Triglyceride 중 C₁ 위치에서는 지방산 중 C_{16:0}이 27.6~29.8%, C_{18:0}이 18.7~25.4%, C_{18:1}이 26.3~29.9%범위로 다량 함유하며, C₂ 위치에는 지방산 중 C_{14:0}의 myristic acid가 12.3~15.6%, C_{18:2}의 linoleic acid가 26.0~31.4%, C_{18:3}의 linolenic acid가 30.2~35.6%로 다량 함유하였다.

Table 7. Fatty acid composition of total lipids extracted from Korean native goat's bone marrow(%)

Fatty acid	Humerus Radius	Femur Os coxae	Lumbar vertebra
C _{14:0}	4.0	1.3	2.7
C _{14:1}	2.0	0.7	1.0
C _{15:0}	5.4	1.3	1.8
C _{15:1}	5.4	2.8	2.4
C _{16:0}	30.9	24.5	28.9
C _{16:1}	1.4	0.7	0.7
C _{17:0}	2.7	1.4	1.9
C _{17:1}	0.5	0.4	0.7
C _{18:1}	42.5	64.1	52.9
C _{18:2}	4.3	2.0	4.0
C _{18:3}	0.6	0.3	1.6
C _{20:0}	0.1	tr	0.6
C _{20:1}	0.5	tr	0.1
C _{20:2}	tr	tr	0.3
C _{20:3}	tr	0.6	0.4
C _{22:1}	tr	tr	0.4
Sat. acid	43.0	28.4	35.8
Unsat. acid	57.0	71.6	64.2

초 록

한국 재래산양 골수의 지질조성은 중성지질의 함량이 많고, 인지질과 당지질의 함량이 적었다. 또한, 지방산조성에서는 C_{18:1}의 함량이 높고, C_{18:0}의 함량이 적었으며 불포화지방산 함량(57.0~71.6%)이 포화지방산(28.4~43.0%)보다도 매우 높았다. 중성지질에서는 triglyceride와 steryl ester의 함량이 높았으며, 당지질에서는 esterified glycoside와 cerebroside 1의 함량이 높았다. 인지질에서는 diphosphatidylglycerol과 phosphatidyl glycerol의 함량이 높게 나타났다. Triglyceride중 지방산분포는 상박골과 요골, 대퇴골의 관골 및 요추는 동일하게 C₁ 위치에서는 C_{16:0}(27.6~29.8%), C_{18:0}(18.7~25.4%) 및 C_{18:1}(26.3~30.0%)이 많았으며, C₂ 위치에서는 C_{14:0}(12.3~15.6%), C_{18:2}(26.0~31.4%) 및 C_{18:3}(30.2~35.6%)이 많았다.

Table 8. Fatty acid composition of triglycerides(TG) in Korean native goat's bone marrow(%)

Fatty acid	Humerus & Radius			Femur & Os coxae			Lumbar vetebra		
	TG	% located on 1- position	% located on 2- position	TG	% located on 1- position	% located on 2- position	TG	% located on 1- position	% located on 2- position
C _{14:0}	3.7	3.6	12.3	1.6	3.0	15.6	3.5	4.5	14.8
C _{14:1}	1.8	tr	0.2	1.3	3.3	0.3	3.8	1.5	8.8
C _{15:0}	15.9	0.4	0.3	9.2	0.4	0.7	9.7	0.7	0.2
C _{15:1}	3.1	1.4	1.4	4.7	1.4	1.6	4.5	0.2	0.6
C _{16:0}	23.6	27.6	1.7	11.6	29.6	13.2	27.7	29.8	3.8
C _{16:1}	0.4	4.9	0.3	3.3	0.3	0.8	1.3	1.7	0.3
C _{17:0}	4.2	1.6	0.8	4.7	0.2	1.7	4.5	0.2	0.6
C _{17:1}	0.6	0.7	0.3	8.1	0.2	0.8	0.7	0.3	1.2
C _{18:0}	0.3	25.4	2.6	1.1	22.2	11.9	1.9	18.7	4.8
C _{18:1}	39.3	28.0	2.1	35.9	29.9	14.6	34.2	26.3	3.5
C _{18:2}	0.4	3.3	26.0	16.5	4.2	0.2	1.4	6.9	31.4
C _{18:3}	5.2	0.3	35.6	1.4	0.5	32.9	0.5	0.3	30.2
C _{20:0}	tr	0.1	7.0	tr	0.7	2.7	1.4	6.1	tr
C _{20:1}	tr	2.2	9.5	tr	3.6	6.1	3.1	2.8	tr
C _{20:3}	3.7	1.7	tr	tr	0.2	tr	2.9	tr	tr
Sat. acid	47.4	58.6	17.7	28.1	55.4	43.1	48.0	54.5	24.1
Unsat. acid	52.5	41.6	82.3	71.9	44.6	56.9	52.1	46.0	75.9

참고문헌

1. Miller, G.T., Frey, M.R., Kunsman, J.E. and Field, R.A.: J. Food Sci., 47 : 657(1982)
2. Mello F.C. JR, Field, R.A., Forenza S. and Kunsman, J.E.: J. Food Sci., 41 : 226(1976)
3. 大武中之: 日本榮養・食糧學會誌, 36 : 37 (1983)
4. Moerck, K. and Ball, H.R. JR: J. Food Sci., 38 : 978(1973)
5. 하정기, 안병홍, 강동학, 김중규, 이영애: 한국축산학회지, 28(10) : 662(1986)
6. Kunsman, J.E. and Field, R.A.: J. Food Sci., 41 : 1439(1976)
7. Folch, J., Lees M. and Sloane Stanley, G.H.: J. Biol. Chem., 226 : 497(1957)
8. Hirsh, J. and Ahrens, E.H.: J. chromatography, 18 : 589(1958)
9. Kutz, K.A. and Dawson, L.E.: J. Biol. Chem., 233 : 311(1965)
10. Nelson, G.T.: J. Lipid Research., 3 : 71 (1962)
11. Mangold, H.K.: J. Am. Oil Chem. Sci., 38 : 708(1961)
12. Stahl, Z.: Thin layer chromatography, Academic Press, New York(1969)
13. 藤野安彦: 脂質分析入門, 生物化學實驗法 9, 學會出版東京 p. 85~109(1978)
14. Shin, H.S. and Gray, J.I.: Korean J. Food Sci. Technol., 15 : 195(1983)
15. Mangold, H.K.: J. Am. Oil Chem. Sci., 38 : 708(1961)
16. Brockehoff, H.: Arch. Biochem. Biophys., 110 : 586(1965)
17. Christie, W.W. and Moore, J.H.: Biochem. Biophys. Acta., 176 : 445(1968)
18. 日本油化學協會: 基本油脂試驗法, 朝倉書店, 東京 p. 63(1970)
19. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: Anal. Chem., 38 : 514(1966)