大ヨークシャー種, バークシャー種および デュロック種の脂質組成

山野 裕・松岡昭善・高橋 強・山中良忠

東京農産大学畜産物利用学研究室, 世田谷区 156

(1992年4月7日 受付)

要 約 肉豚の脂質組成の差異を明らかにするため, 大ヨークシャー種, バークシャー種およびデュロック種の胸最長筋, 大腿二頭筋および半膜様筋から抽出した全脂質を, 高性能薄層クロマトグラフィーを用いて分画し, デンシトメトリーによって脂質成分の定量を行い, 次の結果を得た。

1. 本実験において検出された脂質成分は, 中性脂質区分ではトリアシルグリセロール, 遊離脂肪酸およびコレステロールであり, リン脂質区分ではフォスファチジルエタノールアミン, フォスファチジルコリン, スフィンゴミエリンおよびリゾフォスファチジルコリンであった。

2. 大ヨークシャー種, バークシャー種およびデュロック種に共通して最も多く含まれる成分は, トリアシルグリセロール: 約63~85%であり, ついでフォスファチジルコリン: 約10~23%, フォスファチジルエタノールアミン: 約2.3~6.0%, コレステロール: 約1.3~3.3%, スフィンゴミエリン: 約0.7~1.7%, 遊離脂肪酸: 約0.5~1.7%, リゾフォスファチジルコリン: 約0.05~0.44%であった。また, 中性脂質区分ではトリアシルグリセロールが約92~98%を占め, リン脂質区分ではフォスファチジルエタノールアミンおよびフォスファチジルコリンの2成分が約92~94%を占めた。

3. デュロック種は大ヨークシャー種およびバークシャー種と比較して, 中性脂質区分とトリアシルグリセロールの割合が高かったが, その他の脂質構成成分の割合は低かった。

4. 大ヨークシャー種とバークシャー種の間では, 大腿二頭筋および半膜様筋の脂質組成に顕著な差はなかったが, 大ヨークシャー種の胸最長筋ではトリアシルグリセロールの割合が有意に低く, 従って他の構成成分はバークシャー種よりも高い傾向を示した。

5. リン脂質区分に占める各リン脂質構成成分の割合は3品種間で顕著な差はみられなかった。

以上の結果から, 大ヨークシャー種, バークシャー種およびデュロック種の3品種間にはトリアシルグリセロールの蓄積量の相違に基づくと考えられる差異が存在するものの, リン脂質区分における各成分の差は比較的小さいものと考えられた。

緒 言

豚の体脂肪はその大部分が, トリアシルグリセロールから成っており, 脂肪酸組成もリノール酸以外の多価不飽和脂肪酸はあまり含まれず, その多くは炭素数18以下の飽和酸とモノエン酸である。一方, 筋肉脂質は体脂肪に比較してリン脂質含量が高く, 多価不飽和脂肪酸を多く含み, 貯蔵中あるいは加工時の加熱処理などにより酸化されやすく, 風味の低下を招くといわれている。ま

た, 多価不飽和脂肪酸には必須脂肪酸が含まれ, さらに, エイコサペンタエン酸, ドコサヘキサエン酸などのn-3系列の多価不飽和脂肪酸の代謝産物が, 成人病の予防に重要な生理機能を持つことも明らかにされており, 栄養学的に重要である¹⁻⁷⁾。従って, 食肉の質的評価に際しては, 筋肉組織の脂質組成および脂肪酸組成を明らかにしておく必要があると考える。

筋肉組織の脂質組成および脂肪酸組成については, 牛筋肉についての報告は多くみられるが⁸⁻¹⁶⁾, 豚筋肉につ

Intramuscular lipid compositions of Large White, Berkshire and Duroc pigs

Y. YAMANO, A. MATSUOKA, T. TAKAHASHI and Y. YAMANAKA

Department of Zootechnical Science, Tokyo University of Agriculture, Setagaya-ku, Tokyo, 156.

表 1. 胸最長筋の脂質組成

Table 1. Intramuscular lipid compositions of *M. longissimus thoracis* (wt.%)

	Large White	Berkshire	Duroc	Mean separation
NL	68.42±1.91*	77.29±2.54	84.93±1.94	D/B//W
TG	63.41±2.25	74.37±2.56	82.96±2.05	D//B/W
FFA	1.70±1.56	0.71±1.25	0.47±1.13	W/B D
CS	3.31±0.45	2.21±0.64	1.52±0.38	W/B D
PL	31.58±1.91	22.71±2.54	15.07±1.94	W//B/D
PE	5.99±0.90	3.82±0.81	2.58±0.85	W/B/D
PC	23.50±1.60	17.35±2.26	11.58±1.72	W/B/D
SPM	1.66±0.44	1.32±0.67	0.85±0.38	W/B/D
LPC	0.44±0.90	0.23±0.90	0.06±0.78	W B/D
TG/NL	92.64±1.75	96.20±1.29	97.66±0.90	D//B/W
FFA/NL	2.51±2.02	0.92±1.45	0.55±1.24	W/B D
CS/NL	4.85±0.84	2.88±0.90	1.79±0.51	W/B//D
PE/PL	18.96±1.05	16.88±0.86	17.11±1.06	W/D B
PC/PL	74.40±0.99	76.31±1.42	76.81±1.32	D B//W
SPM/PL	5.27±0.73	5.81±1.04	5.74±1.19	N S
LPC/PL	1.37±1.50	0.99±1.73	0.34±1.80	W/B//D

* : M±S.D., // : P<0.05, / : <0.01, NS : No significance

NL : neutral lipid, TG : triacylglycerol, FFA : free fatty acid, CS : cholesterol, PL : phospholipid, PE : phosphatidyl ethanolamine, PC : phosphatidyl choline, SPM : sphingomyeline, LPC : lysophosphatidyl choline

いては KUCHMAN and DUGAN ら¹⁷⁾, 中西および須山¹⁸⁾, ALLEN ら¹⁹⁻²⁰⁾, 大武ら²¹⁻²²⁾ および SHARMA²³⁾ の報告があるものの, 個々の脂質成分の脂肪酸組成や脂質組成に関する報告は少ない。そこで本実験では肉豚の脂質組成および脂質構成成分の脂肪酸組成を明らかにすることを目的として検討を行なったが, 本稿では, 先ず脂質組成について報告し, 脂肪酸組成については稿を改めて報告する。

材料および方法

1. 供試豚

本学厚木中央農場で生産された, 大ヨークシャー種 (W), バークシャー種 (B) およびデュロック種 (D) を供試豚とした。各品種とも去勢雄 3 頭, 雌 3 頭を用い, 生体重 30 kg より豚産肉能力検定飼料を給与し, 生体重 90 kg に達した時点で殺, 解体した。飼料, 飲水は自由摂取とした。

2. 試料の調製

と殺後, 24 時間冷却した左半丸を用い, 第 10 から最後腰椎間の胸最長筋, 大腿二頭筋および半膜様筋を採取した。これらの筋肉は真空包装後, -20℃ で凍結貯蔵

した。実験に際しては, 4℃ の冷蔵庫中で約 10 時間解凍を行い, 表面の結合組織や脂肪組織を可能な限り除去し, 3 mm 目のプレートを着した肉挽機で 3 回細切した。

3. 全脂質の抽出および脂質組成の分析

全脂質 (TL) の抽出は前記挽肉 100 g を用い, FOLCH 法を改変した和田および菅野の方法²⁴⁾ に準じて行った。脂質組成の分析は KUPKE and ZEUGNER ら²⁵⁾ の方法に準じて, Kiesel gel 60 をコーティングした Merck 社製 HPTLC プレート (10×20 cm, 厚さ 0.5 mm) を用い, 試料および検量線作製の標準物質混合物を点着後, 4℃ の冷室中にて第 I 展開溶媒 (CHCl₃ 65 : CH₃OH 25 : H₂O 4) で 4 cm, 第 II 展開溶媒 (C₆H₁₄ 80 : C₂H₅OC₂H₅ 20 : CH₃COOH 1.5) で 7.5 cm 展開を行う二重展開法により分画した。脂質の検出はプレートに 25% HClO₄ を噴霧後, 150℃ で 30 分間加熱して発色させ, 島津製フライングスポットスキャナー CS-9000 型を用い, 各スポットの面積を測定し, 標準物質より得られた検量線を用いて定量を行い, 重量百分率で表示した。

4. 統計処理

表 2. 大腿二頭筋の脂質組成

Table 2. Intramuscular lipid compositions of *M. biceps femoris* (wt.%)

	Large White	Berkshire	Duroc	Mean separation
NL	75.54±1.28*	75.31±3.12	81.78±0.87	D/W B
TG	71.28±1.57	71.89±3.30	78.85±1.01	D/B W
FFA	1.59±0.95	1.08±0.95	0.97±0.82	NS
CS	2.67±0.64	2.35±0.84	1.96±0.40	W B/D
PL	24.46±1.28	24.69±3.12	18.22±0.87	B W/D
PE	5.12±0.75	4.50±1.06	3.58±0.63	W B/D
PC	17.49±1.04	18.61±2.94	13.54±0.93	B W/D
SPM	1.44±0.48	1.29±1.13	1.01±0.51	W B//D
LPC	0.41±0.67	0.29±0.75	0.09±0.38	W B//D
TG/NL	94.35±1.37	95.41±1.67	96.41±0.78	D//B W
FFA/NL	2.12±1.17	1.44±1.23	1.19±0.92	NS
CS/NL	3.54±0.83	3.15±1.28	2.40±0.48	W B/D
PE/PL	20.93±1.30	18.36±1.64	19.71±1.88	NS
PC/PL	71.52±1.10	75.19±2.71	74.31±1.36	NS
SPM/PL	5.88±0.50	5.29±2.21	5.51±1.01	NS
LPC/PL	1.67±1.27	1.16±1.37	0.47±0.82	W B/D

*: M±S.D., //: P<0.05, /:<0.01, NS: No significance

NL: neutral lipid, TG: triacylglycerol, FFA: free fatty acid, CS: cholesterol, PL: phospholipid, PE: phosphatidyl ethanolamine, PC: phosphatidyl choline, SPM: sphingomyeline, LPC: lysophosphatidyl choline

脂質組成の測定結果は筋肉別に分散分析を行い、3品種間に有意差の認められたものについては、さらにクラスタ分析によって平均分離を行った²⁶⁾。

結果および考察

脂質組成の測定結果は、表1～3のとおりである。

検出可能な成分は、中性脂質 (NL) 区分ではトリアシルグリセロール (TG)、遊離脂肪酸 (FFA)、コレステロール (CS) であり、リン脂質 (PL) 区分ではフォスファチジルエタノールアミン (PE)、フォスファチジルコリン (PC)、スフィンゴミエリン (SPM) およびリゾフォスファチジルコリン (LPC) であった。TL に占める NL 区分および PL 区分の割合は、それぞれ約 68.4～87.0%、約 13.0～31.6% であり、3品種とも半膜様筋において NL 区分の割合が高い傾向を示した。品種間においては D が他の 2 品種よりも各筋肉において NL 区分の割合が有意に高く、PL 区分の割合が有意に低い値を示した。また、W と B は大腿二頭筋と半膜様筋では、NL および PL の割合には大差なかったが、胸最長筋では W の NL 割合が低く、PL の割合が高かった。このことは W の胸最長筋は他の 2 品種と比

較して脂肪の蓄積が少なく、TG の割合が低くなったためと考えられた。

各脂質構成成分のうち各品種、各筋肉とも TG の割合が最も高く、W では約 63.4～74.7%、B では約 71.9～75.7%、D では約 78.8～85.2% で、D が他の 2 品種に比較して有意に高い値を示した。大腿二頭筋と半膜様筋では NL の割合と同様、W と B では大差なかったが、胸最長筋では W が他の 2 品種よりも有意に低かった。また、データは示していないが、各品種、各筋肉ともに雌に比較して去勢雄で TG の割合がやや高い値を示した。これは去勢雄が雌に比べて蓄積脂肪が多いことに因るものと考えられた。筋肉間では半膜様筋で高い傾向にあった。FFA は各筋肉を通じて約 0.5～1.7% 含まれ、大腿二頭筋と半膜様筋では品種間で差はなかったが、胸最長筋では W が有意に高かった。CS は各筋肉で W が高く、D が低い傾向を示し、約 1.4～3.3% 含まれた。PL 区分における主要構成成分は PE と PC であり、W では PE が約 4.3～6.0%、PC が約 15.9～23.5%、B では PE が約 2.5～4.5%、PC が約 16.8～18.6%、D では PE が約 2.3～3.6%、PC が約 10.0～13.5% を占め、各筋肉において PE および PC は W

表 3. 半膜様筋の脂質組成

Table 3. Intramuscular lipid compositions of *M. semimembranosus* (wt.%)

	Large White	Berkshire	Duroc	Mean separation
NL	78.14±2.46*	78.40±3.26	86.99±1.81	D/B W
TG	74.72±2.71	75.74±3.43	85.15±1.89	D/B W
FFA	0.97±0.71	0.65±1.56	0.48±1.07	NS
CS	2.44±0.97	2.02±1.11	1.36±0.44	W B/D
PL	21.86±2.46	21.60±3.26	13.01±1.81	W B/D
PE	4.29±1.21	3.50±1.50	2.26±1.11	W B/D
PC	15.91±1.99	16.76±3.15	10.01±1.37	B W/D
SPM	1.34±0.58	1.16±1.26	0.69±0.45	W/B//D
LPC	0.32±0.56	0.19±0.94	0.05±0.42	W B//D
TG/NL	95.60±1.34	96.57±1.92	97.88±0.80	D//B W
FFA/NL	1.25±0.87	0.83±1.78	0.55±1.16	NS
CS/NL	3.15±1.32	2.61±1.50	1.57±0.55	W B/D
PE/PL	19.53±0.79	16.40±2.98	17.16±1.40	NS
PC/PL	72.81±0.51	77.31±4.10	77.14±1.41	B D//W
SPM/PL	6.14±0.52	5.42±2.57	5.31±0.37	W//D B
LPC/PL	1.52±1.53	0.88±1.79	0.40±1.04	W/B D

*: M±S.D., //: P<0.05, /:<0.01, NS: No significance

NL: neutral lipid, TG: triacylglycerol, FFA: free fatty acid, CS: cholesterol, PL: phospholipid, PE: phosphatidyl ethanolamine, PC: phosphatidyl choline, SPM: sphingomyeline, LPC: lysophosphatidyl choline

>B>D ないしは B>W>D の順で、D は他の 2 品種に比べ有意に低く、胸最長筋では 3 品種間に有意差がみられた。SPM および LPC の割合は、各筋肉とも W>B>D の順で、SPM は 0.7~1.7%, LPC はいずれも 0.5% 未満であった。

NL および PL 区分に占める各成分の割合を品種間で比較すると、NL 区分に占める TG の割合 (TG/NL) は、各筋肉を通じて約 92~98% を占め、NL 区分は大部分が TG より構成されていた。品種間では、TL に占める NL の割合と同様、各筋肉とも D が有意に高く、次いで B, W の順であった。NL 区分に占める FFA の割合 (FFA/NL) も TL に占める FFA の割合と同様な傾向が認められ、W>B>D の順であった。NL 区分に占める CS の割合 (CS/NL) も TG/NL, FFA/NL と同様、全体的にみて W が高く、次いで B が高い傾向を示した。PL 区分に占める PE の割合 (PE/PL) は、各筋肉を通じて約 16.9~20.9% を占めたが、品種間の差は比較的小さかった。PL 区分に占める PC の割合 (PC/PL) は、各筋肉を通じて約 71.5~77.3% を占め、B と D が W よりも高い割合を示したが、大腿二頭筋では品種間で有意差はなく、品種間の差

は比較的小さかった。また、PE と PC の 2 成分が PL 区分の約 92~94% を構成していた。PL に占める SPM の割合 (SPM/PL) は、いずれも 5% 前後であり、品種間で一定の傾向は認められなかった。PL 区分に占める LPC の割合 (LPC/PL) は、各筋肉を通じて 2% 以下であったが、品種間に有意差が認められ、W と B が高く、最も低い値を示した D では PL 区分の約 0.2~0.5% 程度であった。

以上の結果より、各品種の脂質組成の特徴をまとめると、D は NL 区分、TG、および TG/NL が高く、PL 区分、PE および PC が低く、さらに、LPC および LPC/PL も低い値を示した。W は NL 区分および TG が低く、PL 区分が高く、これに加えて、CS および CS/NL が高かった。B については概ね W と D の中間の値を示していた。

以上のことから、脂質組成において品種間に差を生ずる要因としては、先ず、品種によって NL 区分の主体をなす TG の蓄積量の差異が考えられる。すなわち、筋肉組織中の PL の絶対量の変動は小さいと考えられている¹⁸⁾ ことから、D においては他の 2 品種に比較して、TG の蓄積が多く、相対的に NL 量の増加、PL

量の減少が起こり、これによって PL 区分および PL 区分の主要構成成分である PE, PC の割合が他品種に比較して低い値を示す一要因になったものと思われる。従って、D は B や W よりも TG の生合成能力が高いと推察された。

文 献

- 1) 井出 隆：農化, **62**, 46-49, 1988.
- 2) 今泉勝巳：農化, **62**, 55-58, 1988.
- 3) 鬼頭 誠：農化, **61**, 695-697, 1987.
- 4) 奥山治美・山田和代：農化, **61**, 705-707, 1987.
- 5) 菅野道廣：農化, **62**, 39-41, 1988.
- 6) 島崎弘幸：農化, **62**, 42-45, 1988.
- 7) 露木英男：日食工誌, **33**, 859-866, 1986.
- 8) 小島正秋・山内 清・遠藤滯子・日高俊郎：宮崎大農学部研究時報, **10**, 88-110, 1964.
- 9) 中西武雄・須山享三：日畜会報, **37**, 375-381, 1966.
- 10) O'KEEFE, P. W., G. H. WELLINGTON, L. R. MATTICK and J. R. STOUFFER : J. Food Sci., **33**, 188-192, 1968.
- 11) 大武由之：栄養と食料, **25**, 715-719, 1972.
- 12) 大武由之・星野保治：日畜会報, **43**, 625-631, 1972.
- 13) 小島正秋・加香芳孝・永田賢三・安田三郎：鹿大農学術報告, **26**, 159-169, 1976.
- 14) 小島正秋・加香芳孝・永田賢三・安田三郎：鹿大農学術報告, **26**, 171-177, 1976.
- 15) 田中章治：酪農化学・食品の研究, **34**, A-61-69, 1985.
- 16) 常石英作・滝本勇治・西村宏一・武田尚人：日畜会報, **58**, 919-926, 1987.
- 17) KUCHMAK, M. and L. R. DUGAN Jr.: J. Am. Oil Chem. Soc., **40**, 734-736, 1963.
- 18) 中西武雄・須山享三：日畜会報, **37**, 7-13, 1966.
- 19) ALLEN, E., R. W. BRAY and R. G. CASSENS : J. Food Sci., **32**, 26-29, 1967.
- 20) ALLEN, E., R. G. CASSENS and R. W. BRAY : J. Anim. Sci., **26**, 36-40, 1967.
- 21) 大武由之・中里孝之：日畜会報, **41**, 642-648, 1970.
- 22) 大武由之・星野保治・青木 孝・大金武夫・大貫正志・福森 譲：日畜会報, **46**, 460-468, 1975.
- 23) SHARMA, N., G. GANDEMER and R. GOUTE-FONGEA : Meat Sci., **19**, 121-128, 1987.
- 24) 和田正太・菅野道廣：九大農芸学誌, **26**, 506-516, 1972.
- 25) KUPKE, I. R. and S. ZEUGNER : J. Chromatogra., **146**, 261-271, 1978.
- 26) 柴田寛三：新・生物統計学序説, 96-101, 創文, 東京, 1989.

Intramuscular Lipid Compositions of Large White, Berkshire and Duroc Pigs

Yutaka YAMANO, Akiyoshi MATSUOKA, Tsuyoshi TAKAHASHI
and Yoshitada YAMANAKA

Laboratory of Utilization of Animal Products, Department of
Zootechnical Science, Tokyo University of Agriculture,
Setagaya-ku, Tokyo, 156

The differences of intramuscular lipid compositions in Large White (W), Berkshire (B) and Duroc (D) breeds fattened up to 90 kg were studied. The intramuscular lipids were extracted from *M. longissimus thoracis*, *M. biceps femoris* and *M. semimembranosus* which taken from three barrows and three gilts of each three breeds above and were separated by high-performance thin-layer chromatography. The standard lipids which used for drawing up the calibration curves were developed on the same thin-layer plates simultaneously with intramuscular lipids. The lipid spots were visualized with 25% percloric acid and the areas of lipid spots were scanned with the Model CS-9000 dual wavelength flaying spot scanner (Shimadzu Co.). The lipid compositions were indicated by weight percentage. The following results were obtained.

1) The detectable components in intramuscular lipid in present experiment were triacylglycerol (TG), free fatty acid (FFA), cholesterol (CH), phosphatidyl ethanolamine (PE), phosphatidyl choline (PC), sphingomyeline (SPM) and lysophosphatidyl choline (LPC).

2) The intramuscular lipids were composed of approx. 63 ~ 85% of TG, 10 ~ 23% of PC, 2.3 ~ 6.0% of PE, 1.3 ~ 3.3% of CH, 0.7 ~ 1.7% of SPM, 0.5 ~ 1.7% of FFA and 0.05 ~ 0.44% of SPM depending upon the type of muscle and breed.

3) The neutral lipid fraction (NL) was high in TG and in proportion from 92% to 98%. In the phospholipid fraction (PL), the predominant component was the PC followed by PE, both comprising from 92% to 94% of the PL.

4) Duroc breed, as compared with Large White and Berkshire, contained significantly higher NL and TG but less other components of lipids. In Large White and Berkshire, there were no remarkable differences in the composition of intramuscular lipids in *M. biceps femoris* and *M. semimembranosus*, but the proportion of TG in *M. longissimus thoracis* of Large White was significantly lower and the proportions of other components were relatively higher than those in Berkshire.

5) It was shown that the effects of breeds on the proportion of each component of PL to total PL were comparatively small.

On the basis of the findings mentioned above, it was suggested that the differences in the intramuscular lipid compositions among the different breeds depended on the fat deposited in muscles. It was also suggested that the differences among breeds in the proportion of the each component of PL were comparatively small.

Jpn. J. Swine Science, 29, 3 : 168-173

Key words : intramuscular lipids, lipid composition, porcine muscles