

근육조성에 따른 축종특이성 구명 II. 축종별 근육중 주요 지방산 조성

이명헌 · 김상근 · 정갑수* · 김재명* · 박종명*

충남대학교 수의과대학
국립수의과학검역원*
(1999년 2월 1일 접수)

Species characterization of animal by muscle composition analysis II. The composition of major fatty acids in muscle from various species

Myoung-heon Lee, Sang-keun Kim, Gab-soo Jung*, Jae-myung Kim*, Jong-myung Park*

*College of Veterinary Medicine, Chungnam National University
National Veterinary Research & Quarantine Service, MAF**

(Received Feb 1, 1999)

Abstract : The fatty acid composition of muscle were investigated to compare muscle composition among the 9 domestic animals including cattle. In major domestic animals, analyzed the effects of age, part and sex of the animal on their fatty acid composition. The content of 4 types of major fatty acids of muscle was determined and calculated their ratio. Myristic acid and palmitic acid levels were high in chicken and sheep. Besides dog muscle contained a lot of stearic acid. Linoleic acid content showed evident difference in the content depending on the animal species. The ratios of linoleic acid/palmitic acid (L/P ratio) and linoleic acid/stearic acid(L/S ratio) were characteristically high in horse and pig, whereas the ratio of palmitic acid/stearic acid(P/S ratio) was 0.71 ± 0.17 , showing very low level in dog. As for the content of stearic acid, in cattle and chicken it was higher in young animal than adults. In duck, the contents of all fatty acids and ratio were increased by the age. As for the content of fatty acids according to the part of chicken, high level was shown in thigh than in breast and wing, while there was no remarkable variation by the part in other animal. The differences in the content of myristic acid, palmitic acid and linoleic acid among some animal could be verified in muscle lipid composition. The L/P ratio which maintained certain level regardless of age, part, sex shown distinctive pattern between the species.

Key words : species characterization, fatty acid composition, muscle.

서 론

동물체의 지질은 피하, 근육사이, 막막 등의 지방조직에 존재하는 축적지방과 근육, 장기 등에 분포하는 조직지방으로 대별되며 축적지방이 주로 가축의 비육에 따라 침착되는 중성지질인 반면 조직지방은 세포의 구성성분으로 콜레스테롤, 인지질 및 당지질의 함량이 많고 따라서 극성지질이 차지하는 비율이 크다. 지질은 고열량 영양소로 생체에 있어서 에너지의 주된 저장형태이며 세포막을 구성하고 비타민과 호르몬의 생체대사를 관찰할 뿐 아니라 체온의 상실을 방지하는 절연체로 작용하는 등 그 생리적 기능은 매우 다양하다.

근육의 지질은 대부분이 중성지방으로 3가 알코올인 glycerol과 고급지방산으로 구성된 triglyceride이며 지질의 성상은 대체로 지방산 조성에 의하여 결정된다. 근육지질을 구성하는 지방산으로는 C_{18} 계열의 stearic acid(18:0), oleic acid(18:1, ω 9) 및 linoleic acid(18:2, ω 6)가 전체 지방산의 70% 이상을 차지하고 그외에 myristic acid(14:0)와 palmitic acid(16:0)도 다량 분포한다¹⁻³. 가축의 근육지질은 육류에 특이한 풍미를 부여하고 상강도(marbling)와 도체등급에 영향을 미치며 sensory parameter에도 관련이 있는 것으로 알려져 있다^{4,5}. 또한 인지질은 근육의 산패를 일으켜 악취를 유발하는 주요 원인이며⁶ Waldman *et al*⁷은 근육의 지방산 조성이 육즙도나 연도를 좌우하는 중요한 요인이라고 보고하였다. 근육의 지질조성이나 지방산 함량에 대한 연구는 Hornstein *et al*⁸, O'keefe *et al*⁹, Payne¹⁰ 및 박 등¹¹이 소를 대상으로 조사하였으며 돼지에서는 Allen *et al*¹², Hubbard와 Pocklington² 및 김과 김¹³이, 닭에서는 Machlin과 Gordson¹⁴, Jantawat와 Dawson¹⁵, Fujimoto *et al*¹⁶, Pikul¹⁷ 및 박 등¹⁸이, 사슴에 대하여는 Manley¹⁹가 보고한 바 있다. 동물의 근육중 지방산 조성은 연령, 성별, 도체부위 및 급여 지방산의 수준 등 여러가지 요인에 의하여 달라진다^{3,8,20}. 뿐만 아니라 동물의 종류에 따라라도 지방산 함량 및 그 조성은 매우 상이한 것으로 알려져 있다. Homstein *et al*⁴은 근육지질을 triglyceride, cephaline, lecithin 및 sphingomyeline으로 분획화하고 각 분획별 지방산 조성을 기초로 돼지고기와 쇠고기의 차이를 구명하였다. Payne¹⁰은 반추수를 중심으로 각종 동물의 지방산 분포양상을 조사하고 지질조성이 축종에 따라 다르다고 보고하였으며 가

축과 야생동물의 지질조성을 연구한 Sinclair *et al*²¹도 동물별로 상이한 경향이었다고 밝혔다. 아울러 일부 연구자들은 근육지질의 조성을 이용하여 축종간의 감별을 시도하였던 바 Payne²²은 말과 캥거루의 지방산 조성을 분석하여 linoleic acid의 함량 차이가 현저함을 밝혀내고 이를 지표로 축종을 구분하였으며, Cantoni *et al*²³은 소고기와 물소고기를 감별하였다. 국내에서는 홍 등²⁴이 수입 쇠고기와 한우고기의 지방산 조성을 조사하여 그 특성을 구명하고 한우고기의 식별기준으로 활용 가능하였음을 시사하였다.

이상의 보고를 토대로 볼 때 근육중의 지방산 함량은 축종에 따라 다양한 수준으로 생각되나 현재까지 발표된 연구결과는 주로 소, 돼지, 닭 등 주요 가축에 대한 보고가 대부분이며 각종 요인이 지방산 조성에 미치는 영향에 대한 다각적인 분석은 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 가축의 근육에 다량 분포하는 것으로 알려진 주요 지방산을 선별하여 그 함량을 조사하고 연령, 부위 및 성별에 따른 변화추이를 파악함으로써 축종별 근육중 지방산 조성의 특성을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료 : 소를 비롯한 9종의 가축을 대상으로 도살 즉시 채취한 신선근육을 공시하였으며 주요 축종은 연령, 부위 및 성별을 구분하였다.

시료 전처리 : 근육중 지방산 추출은 Folch *et al*²⁵의 방법을 변형하였다. 즉, 시료를 취하여 메탄올(Merck, Germany)과 클로로포름(Merck, Germany)을 각각 가하고 마쇄기(Takmar, USA)로 분쇄하여 균질화한 다음 여과(Whatman, England)하였다. 여과후 잔류물은 메탄올과 클로로포름의 혼액(1:2, v/v)으로 세척하여 여액과 합치고 0.88% potassium chloride를 첨가하여 추출하였다. 추출액에 다시 메탄올과 증류수의 혼액(1:1, v/v)을 넣어 추출과정을 반복하고 클로로포름층을 분리하였다. 회수된 클로로포름층은 회전증발농축기(Büchi, Germany)에서 농축시키고 증발건조된 잔류물에 아세토니트릴을 가하여 녹인 후 유도체화하였다.

지방산의 분석 : 고속액체크로마토그래프(TSP, USA)를 이용하여 시료중 주요 지방산의 peak area를 산정하고 별도로 작성된 표준정량곡선의 회귀방정식에 대입하여 함량을 산출하였다.

표준용액의 조제 및 표준정량곡선의 작성 : Myristic acid, palmitic acid, stearic acid 및 linoleic acid(Sigma, USA)의 표준용액을 아세토니트릴에 녹여 각각 0.48, 0.47, 0.56, 0.49mM로 조정하고 유도체화한 후 농도단계별로 희석하였으며 농도별로 peak area를 산출하여 표준정량곡선을 작성한 다음 직선회귀방정식을 구하였다.

Chromatography : 시료중의 지방산은 Spherisorb ODS-2 column(250mm×4.6mm, Alltech, USA)으로 분리하였으며 이동상은 아세토니트릴과 증류수를 gradient로 적용하였다(Table 1).

유도체화 : 표준액과 지방산 추출액을 0.05M potassium hydroxide로 중화한 후 2mM kryptofix 222(Merck, Germany)

를 첨가하여 50℃에서 10분간 반응시켰다. 반응이 완료되면 냉육상에서 신속하게 식히고 2.2μM 4-bromophenacyl bromide(Sigma, USA)를 가하여 80℃에서 15분간 정치, 유도체화한 다음 검액으로 사용하였다. 유도체화된 지방산은 자외선 검출기(TSP, USA, UV 250nm)를 이용하여 정량하였다.

통계처리 : 축종별로 근육중 지방산 함량 차이를 조사 비교하고 각종 요인에 따른 변동을 분석하기 위하여 일반선형모형(General Linear Models Procedure, GLMP)으로 분산분석을 실시하여 유의성을 검정하였으며 Duncan test를 통해 축종별 지방산 조성의 특성을 확인하였다.

결 과

축종별 근육중 주요 지방산 함량 : 동물의 근육조직을 구성하는 주요 포화지방산 즉, myristic acid, palmitic acid 및 stearic acid와 불포화지방산인 linoleic acid의 축종별 함량분포는 Table 2와 같다. 공시된 축종의 근육에는 palmitic acid의 함량이 4종의 지방산중 가장 높은 수준이었 고 myristic acid는 미미한 양상이었으나 축종에 따라서

Table 1. Gradient conditions and time programs for analysis of fatty acids in muscle

Time events (min)	Flow rate (ml/min)	Mobile phase composition(%)	
		Acetonitrile	Deionized water
0	2.0	80	20
50		100	0

Table 2. The contents of fatty acids in muscle from various species

Species	Fatty acids(μg/g)			
	Myristic acid	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid
Cattle	80.15±21.53 (48.34~128.74)	420.48±79.00 (279.46~572.44)	240.15±91.80 (67.20±435.59)	168.90±66.91 (69.03~301.17)
Pig	91.68±34.40 (32.43~196.09)	690.91±166.35 (416.11~1054.50)	177.90±80.14 (62.73~386.99)	534.82±225.22 (177.27~998.60)
Horse	ND	733.75±378.41 (176.15~1936.61)	190.03±64.99 (79.72~337.17)	609.06±343.81 (120.61~1790.20)
Chicken	251.73±73.55 (97.48~393.51)	1245.11±250.91 (834.29~1715.59)	305.30±165.68 (108.33~843.50)	571.64±157.35 (280.88~829.45)
Duck	82.54±45.24 (14.63~169.32)	382.98±139.03 (138.77~618.24)	187.43±102.79 (71.91~437.42)	228.19±132.84 (61.37~466.26)
Dog	142.23±37.25 (101.66~196.52)	398.24±83.88 (320.04~513.63)	583.16±176.67 (333.38~888.08)	302.44±67.72 (239.88~386.54)
Sheep	233.49±72.30 (151.85~327.72)	1396.92±142.55 (1205.54~1544.54)	480.47±163.74 (276.18~615.04)	270.69±80.79 (168.78~363.62)
Goat	35.59±11.54 (19.52~46.82)	193.88±80.30 (135.18~305.56)	61.20±11.16 (44.75~69.44)	21.76±7.30 (14.33~31.13)
Turkey	75.39±16.27 (57.04~88.04)	331.44±75.31 (247.54~393.21)	146.43±50.79 (100.52~200.98)	165.93±71.39 (101.77~242.84)

The results are represented as mean±SD. Figures in parentheses are range. ND: Not Detected.

다소의 차이는 있었다. 축종별 지방산 함량은 myristic acid와 palmitic acid의 경우 닭과 양에서 월등히 높았던 반면에 말의 근육에서는 myristic acid가 검출되지 않았다. 특히 개의 근육에는 stearic acid가 다량 분포하였고 불포화지방산인 linoleic acid의 함량은 말의 근육에서 $609.06 \pm 343.81 \mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며 재래산양은 $21.76 \pm 7.30 \mu\text{g/g}$ 로 축종에 따라 현저한 함량차이를 확인할 수 있었다. 한편 닭의 근육에는 4종의 지방산 함량이 고르게 높았던 반면 재래산양에 있어서는 모두 낮은 수준이었다.

축종별 근육중 주요 지방산 함량비 : 근육중 지방산 함량의 분석결과를 토대로 모든 가축에서 비교적 다량으로 검출되고 축종간 유의적인 함량차이가 있을 것으로 예측되는 palmitic acid, stearic acid, linoleic acid의 상호 함량비를 산출하였던 바 linoleic acid와 palmitic acid의 비(L/P) 및 linoleic acid와 stearic acid의 비(L/S)는 말과 돼지가 타 축종에 비하여 높았다. 또한 palmitic acid와 stearic acid의 함량비(P/S)는 개에서 특징적으로 낮은 수준이었다(Table 3).

축종별 연령에 따른 근육중 주요 지방산 함량 : 소 등 5종의 가축을 대상으로 연령을 구분하여 근육중 지방산

Table 3. The ratios between contents of fatty acids in muscle from various species

Species	Ratios		
	Linoleic acid/ Palmitic acid	Linoleic acid/ Stearic acid	Palmitic acid/ Stearic acid
Cattle	0.42±0.20	0.88±0.77	2.03±0.95
Pig	0.76±0.22	3.86±2.66	4.64±2.16
Horse	0.84±0.26	3.15±1.22	3.82±1.34
Chicken	0.46±0.13	2.33±1.43	4.88±1.91
Duck	0.58±0.24	1.41±0.76	2.24±0.53
Dog	0.76±0.02	0.54±0.13	0.71±0.17
Sheep	0.19±0.04	0.59±0.20	3.17±1.02
Goat	0.11±0.01	0.36±0.10	3.13±0.95
Turkey	0.50±0.17	1.31±0.96	2.42±0.95

The results are represented as mean±SD.

함량 및 함량비를 조사한 결과는 Table 4, 5 및 Fig 1과 같다. 소와 닭은 어린 동물일수록 근육중 stearic acid 함량이 높았고 오리는 4종의 지방산 함량이 모두 일령에

Table 4. The effects of age on the contents of fatty acids in muscle from various species

Species	Age	Fatty acids($\mu\text{g/g}$)			
		Myristic acid	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid
Cattle	1Y	80.23±22.76 (48.34-102.48)	445.57±74.13 (367.75-540.61)	323.42±92.69 (209.44-435.59)	191.20±63.47 (100.94-266.16)
	2	79.27±14.32 (68.41-99.27)	471.63±80.05 (357.44-540.14)	166.92±39.10 (108.53±191.03)	146.27±40.19 (108.01-198.08)
	3	88.15±27.69 (68.71-128.74)	467.75±120.82 (318.15-572.44)	183.44±34.81 (139.01-218.45)	118.87±32.37 (76.05-145.57)
Pig	60D	81.18±17.91 (55.59-95.73)	877.92±120.68 (707.05-979.86)	131.45±33.27 (104.85-176.30)	778.68±143.19 (573.44-903.87)
	90	65.68±38.24 (32.43-110.86)	698.20±146.16 (512.19-847.28)	140.82±35.40 (108.39-188.84)	615.75±163.63 (482.77-841.06)
	105	80.78±39.07 (33.34-122.82)	746.82±87.50 (642.70-856.49)	128.16±17.62 (105.27-147.49)	747.87±232.71 (465.72-998.60)
Horse	4Y	ND	760.01±230.41 (479.55-1035.65)	217.43±40.15 (173.64-278.41)	553.23±209.54 (283.99-869.00)
	6	ND	1193.15±741.30 (454.02-1936.61)	263.28±84.08 (171.29-337.17)	1066.41±661.30 (493.78-1790.20)
	9	ND	620.38±415.18 (176.15-998.61)	173.00±81.71 (79.72-231.93)	443.54±288.23 (130.84-698.59)

The results are represented as mean±SD(n=4). Figure in parentheses are range. Y: Year, D: Day. ND: Not Detected.

Table 5. The effects of age on the contents of fatty acids in muscle from various species

Species	Age	Fatty acids($\mu\text{g/g}$)			
		Myristic acid	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid
Chicken	30D	242.38 \pm 60.79 (157.39-293.65)	1465.90 \pm 233.94 (1204.71-1709.55)	395.02 \pm 39.85 (341.62-430.30)	733.46 \pm 93.17 (594.48-792.79)
	60	292.76 \pm 81.42 (196.16-393.51)	1250.37 \pm 200.80 (958.48-1416.97)	216.67 \pm 28.12 (187.73-255.24)	570.84 \pm 166.27 (398.74-714.32)
	90	293.29 \pm 48.79 (232.63-338.28)	1171.44 \pm 153.50 (972.82-1332.76)	181.38 \pm 16.90 (163.76-204.35)	504.00 \pm 82.13 (435.59-612.65)
Duck	35D	50.10 \pm 35.80 (14.63-89.28)	286.48 \pm 136.01 (138.77-432.79)	123.78 \pm 45.65 (75.44-169.43)	205.66 \pm 132.26 (61.37-320.77)
	50	115.00 \pm 14.19 (99.58-133.29)	432.52 \pm 53.59 (356.86-479.29)	157.37 \pm 18.01 (132.44-174.92)	387.50 \pm 57.45 (321.94-459.14)
	67	138.32 \pm 41.67 (77.09-169.32)	516.24 \pm 88.27 (402.79-618.24)	195.44 \pm 30.33 (167.39-237.95)	394.47 \pm 69.09 (306.31-466.26)

The results are represented as mean \pm SD(n = 4). Figures in parentheses are range. Y : Year, D : Day.

Table 6. The variations in contents of fatty acids according to part in various species

Species	Part	Fatty acids($\mu\text{g/g}$)			
		Myristic acid	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid
Cattle	Loin	72.19 \pm 18.33 (49.00-96.52)	405.02 \pm 44.36 (363.86-480.27)	264.69 \pm 90.08 (193.32-393.09)	158.37 \pm 69.25 (102.17-267.73)
	Rib	71.96 \pm 17.04 (53.86-96.83)	393.14 \pm 50.44 (341.19-474.51)	271.64 \pm 48.92 (217.07-323.63)	184.62 \pm 88.58 (72.34-281.46)
	Ham	80.23 \pm 22.76 (48.34-102.48)	445.57 \pm 74.13 (367.75-540.61)	323.42 \pm 92.69 (209.44-435.59)	191.20 \pm 63.47 (100.94-266.16)
	Chuck	68.72 \pm 20.35 (50.38-96.26)	426.05 \pm 68.48 (364.89-517.49)	296.23 \pm 76.40 (206.61-412.67)	149.12 \pm 47.49 (69.03-182.93)
Pig	Loin	89.21 \pm 21.37 (72.30-119.42)	550.18 \pm 92.26 (425.37-631.06)	198.96 \pm 72.99 (101.41-264.50)	293.80 \pm 41.52 (266.46-354.27)
	Rib	119.27 \pm 30.47 (85.05-161.87)	692.09 \pm 251.30 (436.07-1054.50)	236.92 \pm 92.43 (113.04-333.77)	453.04 \pm 169.60 (341.1-737.84)
	Ham	129.37 \pm 49.98 (76.83-196.09)	587.36 \pm 121.46 (456.01-691.25)	297.80 \pm 63.28 (238.75-386.99)	308.51 \pm 159.96 (177.27-532.38)
	Chuck	93.04 \pm 29.06 (56.91-136.90)	584.42 \pm 148.08 (416.11-732.63)	185.25 \pm 79.29 (82.60-276.94)	351.51 \pm 61.75 (277.34-430.91)
Horse	Loin	ND	624.71 \pm 308.26 (233.83-974.47)	162.72 \pm 58.20 (80.31-217.32)	495.05 \pm 263.28 (120.61-737.68)
	Rib	ND	790.09 \pm 486.33 (446.51-1510.94)	222.43 \pm 63.14 (153.75-306.08)	636.98 \pm 482.83 (223.49-1134.13)
	Ham	ND	828.17 \pm 238.73 (567.25-1035.65)	235.28 \pm 41.70 (195.18-278.41)	660.23 \pm 181.81 (536.68-869.00)
	Chuck	ND	662.16 \pm 240.59 (362.81-950.56)	179.87 \pm 54.64 (108.32-231.31)	580.22 \pm 285.88 (223.34-912.38)

The results are represented as mean \pm SD(n = 4). Figures in parentheses are range. ND : Not detected.

따라 증가하는 경향을 보였다(p < 0.05). 또한 말과 돼지 의한 수준은 아니었다. 지방산 함량의 변동양상도 이 는 연령별로 지방산 함량에 다소의 변동은 있었으나 유 와 유사하여 P/S는 소와 닭에서 연령에 따른 차이가 확

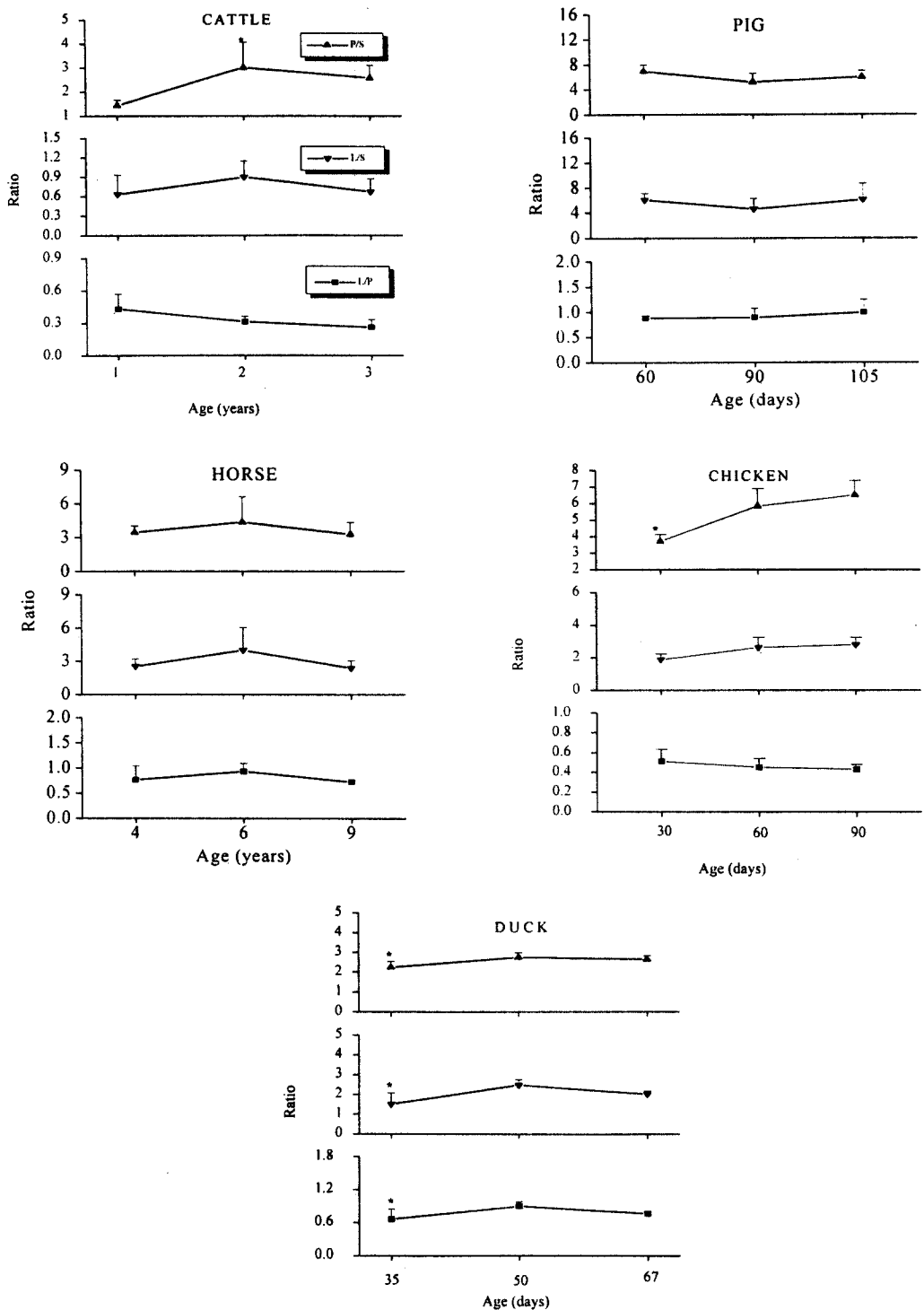


Fig 1. The effects of age on the ratios between contents of fatty acids in muscle from various animals. *: $p < 0.05$.

Fig 2. The variation in ratios between contents of fatty acids according to part in various animals.

인되었고 오리는 3종의 지방산 함량비가 모두 연령별로 상이하였다($p < 0.05$).

축종별 부위에 따른 근육중 주요 지방산 함량 : 소, 돼지 및 말은 등심, 안심, 대퇴 및 목살의 지방산 함량이 대체로 유사하였으나 닭과 오리에서는 부위에 따라 그 수준이 상이한 양상이었으며 타 부위에 비하여 대퇴부의 지방산 함량이 높게 나타났다(Table 6,7). 닭은 L/S와 P/S가 부위별로 차이를 보였던 반면에 다른 축종의 지방산

함량비는 부위에 관계없이 일정한 수준을 유지하였다 (Fig 2).

축종별 성별에 따른 근육중 주요 지방산 함량 : 근육중 stearic acid 함량은 소와 닭에서 암수에 따른 유의한 차이를 확인할 수 있었으며(Table 8) 소의 경우 암컷이 $323.42 \pm 92.69 \mu\text{g/g}$ 에 비하여 수컷은 $125.90 \pm 52.77 \mu\text{g/g}$ 으로 현저히 낮았으나 닭은 오히려 수컷의 함량이 높게 나타나 대조를 보였다($p < 0.05$). 지방산 함량비는 소와 닭

Table 7. The variations in contents of fatty acids according to part in various species

Species	Part	Fatty acids($\mu\text{g/g}$)			
		Myristic acid	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid
Chicken	Breast	218.59 ± 41.20 (184.71-278.09)	1208.74 ± 108.97 (1111.94-1339.99)	566.82 ± 187.21 (431.53-843.50)	513.00 ± 67.10 (428.55-587.80)
	Thigh	242.38 ± 60.79 (157.39-293.65)	1465.90 ± 233.94 (1204.71-1709.55)	395.02 ± 39.85 (341.62-430.30)	733.46 ± 93.17 (594.48-792.79)
	Wing	100.58 ± 4.38 (97.48-103.68)	841.14 ± 9.69 (834.29-847.99)	240.89 ± 0.47 (240.56-241.22)	298.19 ± 24.48 (280.88-315.50)
Duck	Breast	73.40 ± 28.23 (47.90-111.56)	436.98 ± 168.46 (236.92-618.03)	291.68 ± 154.82 (100.55-437.42)	137.81 ± 45.85 (81.84-187.18)
	Thigh	80.33 ± 54.99 (35.50-165.25)	382.13 ± 144.31 (186.47-583.59)	230.67 ± 113.07 (73.58-371.54)	166.54 ± 108.46 (66.30-310.49)
	Wing	49.26 ± 18.85 (26.19-70.61)	260.80 ± 52.35 (178.83-318.97)	108.49 ± 26.40 (71.91-139.15)	137.78 ± 54.28 (82.98-218.55)

The results are represented as mean \pm SD($n = 4$). Figures in parentheses are range.

Table 8. The effects of sex on contents of fatty acids in muscle from various species

Species	Sex	Fatty acids($\mu\text{g/g}$)			
		Myristic acid	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid
Cattle	M	107.41 ± 15.02 (92.73-126.74)	337.25 ± 73.70 (279.46-444.90)	125.90 ± 52.77 (67.20-192.55)	231.92 ± 83.46 (115.39-301.17)
	F	80.23 ± 22.76 (48.34-102.48)	445.57 ± 74.13 (367.75-540.61)	323.42 ± 92.69 (209.44-435.59)	191.20 ± 63.47 (100.94-266.16)
Pig	M	70.88 ± 27.33 (36.62-101.47)	778.24 ± 186.84 (523.66-967.69)	$149/19 \pm 57.70$ (94.21-206.08)	602.67 ± 143.13 (406.12-714.07)
	F	88.44 ± 15.69 (69.61-105.58)	729.35 ± 59.15 (668.80-801.28)	116.96 ± 65.71 (62.73-212.60)	727.84 ± 125.36 (545.02-830.10)
Chicken	M	242.38 ± 60.79 (157.39-293.65)	1465.90 ± 233.94 (1204.71-1709.55)	395.02 ± 39.85 (341.62-430.30)	733.46 ± 93.17 (594.48-792.79)
	F	287.19 ± 20.44 (263.48-310.24)	1331.11 ± 342.75 (882.75-1715.59)	198.81 ± 60.71 (108.83-239.97)	673.64 ± 127.32 (517.61-829.45)
Duck	M	50.10 ± 35.80 (14.63-89.28)	286.48 ± 136.01 (138.77-432.79)	123.78 ± 45.65 (75.44-169.43)	205.66 ± 132.26 (61.37-320.77)
	F	80.33 ± 54.99 (35.50-165.25)	382.13 ± 144.31 (186.47-583.59)	230.67 ± 113.07 (73.58-371.54)	166.54 ± 108.46 (66.30-310.49)

The results are represented as mean \pm SE($n = 4$). Figures in parentheses are range. M: Male, F: Female.

Fig 3. The effects of sex on the ratios between contents of fatty acids in muscle from various animals. * : $p < 0.05$.

에서 P/S가 성별에 따라 변동을 보였으며($p < 0.05$) 다른 축종에서는 암수간의 차이가 없었다(Fig 3).

근육중 주요 지방산 함량에 따른 종 특이성 : Myristic acid 등 4종의 주요 지방산 함량은 축종별로 상이한 수준으로 나타나 동물간의 차이를 확인할 수 있었으나 근육 중 stearic acid의 함량은 연령이나 부위 및 성별에 따라 변동이 심하였다. Myristic acid 함량을 기초로 Duncan 검정을 통하여 종 특이성을 분석한 결과 닭과 면양(A), 개

(B), 돼지, 오리, 소 및 칠면조(C) 그리고 재래산양(D)이 각각 독립적인 group을 형성하였으며 말, 돼지 및 닭은 linoleic acid 함량이 타 축종과 현저한 차이를 보여 지방산 조성의 특성을 확인할 수 있었다. 또한 palmitic acid 함량은 면양과 닭 그리고 돼지와 말에서 각각 특징적인 수준이었다. 지방산의 함량비는 L/S와 P/S의 경우 각종 요인에 따라 그 수준이 가변적이었으나 L/P는 대체로 일정한 수준을 유지하였을 뿐만 아니라 축종에 따른 유의

Table 9. Analysis of variance in contents of fatty acids in muscle of various species

Fatty acids	Species grouping									
Myristic acid (71.32*)	<u>Chicken</u> <u>Sheep</u>		<u>Dog</u>	<u>Pig</u> <u>Duck</u>	<u>Cattle</u> <u>Turkey</u>		<u>Goat</u>			
	A		B	C		D				
Palmitic acid (43.25)	<u>Sheep</u> <u>Chicken</u>	<u>Horse</u> <u>Pig</u>		<u>Cattle</u> <u>Dog</u>	<u>Duck</u> <u>Turkey</u>	<u>Goat</u>				
	A		B		C					
Linoleic acid (18.67)	<u>Horse</u> <u>Chicken</u> <u>Pig</u>	<u>Dog</u> <u>Sheep</u> <u>Duck</u> <u>Cattle</u> <u>Turkey</u>				<u>Goat</u>				
	A			B					C	
L/P ratio (16.91)	<u>Horse</u> <u>Dog</u> <u>Pig</u>	<u>Duck</u> <u>Turkey</u>		<u>Chicken</u> <u>Cattle</u>	<u>Sheep</u> <u>Goat</u>					
	A			B		C		D		

*: F-value, significant($p < 0.01$), difference between underlined treatment by Duncan's multiple range test($p < 0.05$).

한 차이가 인정되었다($p < 0.05$)(Table 9).

고 찰

본 연구에서는 주요 가축의 근육중 지방산 조성을 분석함으로써 축종간의 차이를 구명하고자 여러 보고자들의 연구결과를 토대로 종 특이성을 반영할 것으로 기대되는 myristic acid 등 4종의 지방산 함량을 조사하고 그 비를 산출하였다. 동물의 근육중에는 약 8-15종의 지방산이 분포하며 포화지방산으로는 palmitic acid와 stearic acid의 함량이 많고 불포화지방산은 oleic acid와 linoleic acid가 주류를 이루고 있다. 가축의 근육중 지방산 조성을 연구한 Sinclair *et al*²¹은 소, 양 등 반추수의 지방산 함량서열을 oleic acid, palmitic acid, stearic acid, linoleic acid, myristic acid의 순으로 보고하였으며 박 등³은 재래산양의 근육중 총지질 함량이 타 축종에 비하여 낮은 수준이며 그 조성은 반추수와 유사하다고 하였다. 또한 박 등¹¹에 따르면 돼지의 근육에는 포화지방산중 palmitic acid의 함량이 가장 높고 불포화지방산의 경우 oleic acid와 linoleic acid가 다량 분포하였다고 밝혔다. 한편 닭, 오리, 칠면조 등 가금류에는 stearic acid에 비하여 linoleic acid의 함량이 높은 것으로 알려져 있고^{15,16}, Payne²²은 말의 근육에 특징적으로 oleic acid 및 linoleic acid 등 불포화지방산 함량이 포화지방산에 비하여 많다고 보고하였다. 근육지방 조성에 대한 연구는 주로 지질총량에 대한 각종 지방산의 상대적인 함량을 백분율로 환산한 성적이며 보고자마다 그 내용도 매우 상이하므로 본 연구에

서 얻어진 결과와 절대적인 비교는 곤란한 것으로 생각되나 함량서열과 분포양상은 일치하였다.

근육의 구성성분중 지질은 함량의 변동이 가장 크고 물성도 여러가지 요인에 의하여 영향을 받는다. Shorland²⁰는 동물의 지방산 조성에 영향을 미치는 요인으로 급여지방산의 수준, 지방조직의 성장률 및 종간의 차이로 대별하였으며 Porter와 Britton²⁶은 가금류의 지방산 조성이 주로 급여지방산의 수준에 따라 좌우된다고 보고하였다. 또한 성장단계에 따라서도 지방산 함량이 변하는 것으로 알려져 있는데 Payne²⁷은 어린동물이 성숙동물에 비하여 불포화지방산 함량이 상대적으로 낮았다고 보고하였고, Machlin과 Gordson¹⁴은 linoleic acid가 성장촉진인자로 작용하기 때문에 초생추 조직에 있어서 불포화지방산의 고갈을 초래한다고 주장하였다. 본 연구에서도 오리의 경우 저일령에서 linoleic acid를 포함한 주요 지방산 함량이 낮은 수준으로 나타났다. 한편 O'keefe *et al*⁹은 소의 근육을 부위별로 구분하여 지방산 함량을 조사하였던 바 안심이 타 부위에 비하여 myristic acid를 다량 함유하였다고 보고하였으며 박 등²⁸은 닭에서 triglyceride 함량을 분석한 결과 홍심, 대퇴 및 근위 등 3개 부위중에서 대퇴의 지질함량이 가장 높았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 이러한 결과는 아마도 지질의 침착정도가 부위에 따라 서로 다르기 때문인 것으로 고찰된다¹². 아울러 가축의 성별도 생리적 연령에 따라서는 근육지질조성에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 강 등²⁹에 의하면 소와 양의 경우에는 암컷이 수컷에 비하여 다량의 지방을 함유하는 것으로 알려져

있으며 본 연구에서도 소의 stearic acid 함량이 암컷에서 현저히 높은 수준으로 나타났다.

근육중 지질함량은 축종에 따라 상이하고 이들의 조성 또한 동물별로 각기 특징이 있다. 말의 근육에는 linoleic acid나 linolenic acid가 많은 것으로 알려져 있는데 급여사료의 지질 함량에 기인하는 것으로 생각된다²². 반면에 필수지방산이 풍부한 목초나 식물자질을 주로 섭취하는 반추수는 linoleic acid의 함량이 오히려 타 축종에 비하여 낮은 수준이었다. 이러한 결과는 영양물질의 대부분을 1위내 미생물의 작용으로 분해하는 반추수의 대사특성상 불포화 지방산의 이중결합이 반추위의 작용에 의하여 제거되는 때문으로 이해되며 따라서 동물의 다양한 생리적 특성은 곧 육지질 조성에 영향을 미치는 것으로 사료된다³⁰.

본 연구에서 분석대상으로 선정한 4종의 지방산중 myristic acid, palmitic acid 및 linoleic acid는 각종 요인에 의한 함량변동이 대체로 적었고 일부 가축에서는 이들의 함량을 근거로 축종판별이 가능하였다. 아울러 linoleic acid와 palmitic acid의 함량비는 근육지질을 양점하고 있는 포화지방산과 불포화지방산의 조성을 일목요연하게 분석할 수 있을 뿐 아니라 축종간의 다양성을 내포하고 있다는 점에서 종 특이성을 구명할 수 있는 유용한 지표로 판단된다.

결 론

동물의 근육지질을 구성하는 주요 지방산 4종의 함량을 조사하고 그 비를 산출하여 축종별로 지방산 조성을 비교분석함으로써 종 특이성을 구명하였던 바 근육중 주요지방산의 함량은 myristic acid와 palmitic acid의 경우 닭과 양에서 높은 수준이었고, 개의 근육에는 타 축종에 비하여 stearic acid가 다량 분포하였으며, linoleic acid는 축종에 따른 함량차이가 현저하였다. 축종별 지방산 함량비는 말과 돼지에서 linoleic acid/palmitic acid(L/P ratio)와 linoleic acid/stearic acid(L/S ratio)가 타축종에 비하여 높은 수준이었고, palmitic acid/stearic acid(P/S ratio)는 개에서 0.71 ± 0.17 로 현저히 낮았다. 한편 소와 닭의 stearic acid 함량은 어린 동물에서 성숙동물보다 높았고, 오리는 주요 지방산 함량이 모두 일령에 따라 증가하였으며, 지방산 함량비도 연령별로 차이를 보였다. 부위에 따른 지방산 함량은 닭의 대퇴 부위가 흉심, 날개 등 타

부위보다 높은 수준을 보였으나 다른 축종에서는 유의할만한 변동이 없었다. Myristic acid, palmitic acid 및 linoleic acid는 축종에 따른 함량차이를 확인할 수 있었으며 연령, 부위 및 성별에 관계없이 일정하였던 L/P는 축종별로 각각 독특한 수준이었다.

참 고 문 헌

1. Bear JL. Fatty acid composition of food fats. *J Agr Food Chem*, 10:120-123, 1962.
2. Hubbard AW, Pocklington WD. Distribution of fatty acids in lipids as an aid to identification of animal tissues. *J Sci Food Agric*, 19:571-577, 1968.
3. 박구부, 손영달, 김영환 등. 한국 재래산양육의 저장기간에 따른 지방산 조성변화. I. 지질의 조성변화. *한축지*, 30(3):186-192, 1988a.
4. Hornstein I, Crowe PF, Heimberg MJ. Fatty acid composition of meat tissue lipid. *J Food Sci*, 26:581-586, 1961.
5. Marchello JA, Dryden FD, Ray DE. Variation in the lipid content and fatty acid composition of three bovine muscles as affected by different methods of extraction. *J Anim Sci*, 27:1233-1239, 1968.
6. Dryden FD, Marchello JA. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J Anim Sci*, 31:36-41, 1971.
7. Waldman RC, Suess GG, Brungardt VH. Fatty acids of certain bovine tissues and their association with growth, carcass and palatability traits. *J Anim Sci*, 27:632-635, 1968.
8. Hornstein I, Crowe PF, Hiner R. Composition of lipids in some beef muscles. *J Food Sci*, 32:650-655, 1967.
9. O'keefe PW, Wellington GH, Mattick LR, et al. Composition of bovine muscle lipids at various carcass location. *J Food Sci*, 33:188-192, 1968.
10. Payne E. Fatty acid composition of tissue phospholipids of the foetal calf and neonatal lamb, deer calf and piglet as compared with the cow, sheep, deer and pig. *Br J Nutr*, 39:45-52, 1978a.
11. 박구부, 이재숙, 이한기 등. 저장기간에 따른 한우육 및 돈육의 지방산 변화. *한축지*, 31(4):254-260, 1989.

12. Allen E, Cassens RG, Bray RW. Comparative lipid composition of three porcine muscles. *J Anim Sci*, 25: 36-45, 1966.
13. 김창한, 김연희. 각종 육류의 지질 및 지방산 조성에 관한 연구. *한축지*, 24(6):452-456, 1982.
14. Machlin LJ, Gordon RS. Effect of dietary fatty acid and cholesterol on growth and fatty acid composition of the chicken. *J Nutr*, 75:157-164, 1961.
15. Jantawat P, Dawson LE. Composition of lipids from mechanically deboned poultry meat and their composite tissues. *Poul Sci*, 59:1043-1052, 1980.
16. Fujimoto K, Uno C, Yokoyama M, *et al.* Lipid composition of tissue and egg yolk from chickens fed yeast grown on N-paraffins. *Poul Sci*, 61:1015-1018, 1982.
17. Pikul J. Total lipids, fat composition and malonaldehyde concentration in chicken liver, heart, adipose tissue and plasma. *Poul Sci*, 64:469-475, 1985.
18. 박구부, 손영달, 김연환 등. 한국 재래산양육의 저장 기간에 따른 지방산 조성변화. II. 지방산의 조성변화. *한축지*, 30(4):244-250, 1988b.
19. Manley TR, Forss DA. Fatty acids from young red deer. *J Am Oil Chem Soci*, 47:391-396, 1979.
20. Shorland FB. Animal fats; Recent researches in fats research lab. D.S.I.R., Newzealand. *J Sci Food Agr*, 4: 497-503, 1953.
21. Sinclair AJ, Slattery WJ, O'dea K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas chromatography. *J Sci Food Agric*, 33:771-776, 1982.
22. Payne E. The use of fatty acid composition of lipid in identification of horse and kangaroo meat. *J Sci Food Agric*, 22:520-522, 1971.
23. Cantoni C, Aubert S, Galli M. Fatty acid composition of buffalo meat. *Industrie Alimentari*, 31:209-210, 1992.
24. 홍병주. 한우고기와 수입고기의 육조성 특성규명. 농촌진흥청 특정연구 보고서, 38-39, 1993.
25. Folch J, Lees M, Sloanestanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem*, 226:497-509, 1957.
26. Porter PJ, Britton WM. Fatty acid composition of chicks full-fat soybeans. *Poul Sci*, 43:1137-1141, 1974.
27. Payne E. The polyunsaturated fatty acid status of foetal and neonatal ruminants. *Br J Nutr*, 39:53-59, 1978b.
28. 박구부, 경천교, 김영지 등. 저장기간에 따른 계육의 지방산 조성에 관한 연구. *한축지*, 30(12):747-751, 1988c.
29. 강창기, 고준수, 권일경 등. 축산물의 과학. 유한문화사, 서울:214-217, 1997.
30. Shorland FB, Weenik RO, Johns AT. Effect of the rumen on dietary fat. *Nature*, 175:1129-1130, 1955.