

# 한국 재래 돼지와 요크셔 교배종의 성장단계 및 부위별 지방산 조성 변화

정지연\*, 천시내\*\*, 유금주\*\*\*\*, 김기현\*, 천주린\*, 김동훈\*, 전중환\*

\*농촌진흥청 국립축산과학원 동물복지연구팀

\*\*경상대학교 대학원 동물자원학과

\*\*\*전북대학교 대학원 축산학과

e-mail: jeon75@korea.kr

## Verification of fatty acid composition by growth stage and part of Korean native pig and Yorkshire hybrids pig

Jiyeon Jung\*, Si Nae Chaon\*\*, Geum Zoo Yoo\*\*\*\*, Ki Hyun Kim\*, Ju Lan Chun\*, Dong Hoon Kim\*, Jung Hwan Jeon\*

\*National Institute of Animal Science, R.D.A.

\*\*Animal Science, Gyeongsang National University

\*\*\*Animal Science, Junbuk National University

### 요약

본 연구에서는 한국의 재래 돼지와 요크셔 품종을 교배시킨 교배종의 성장단계 및 부위별 지방산 조성비를 확인하기 위해 수행되었다. 교배종은 10주령과 26주령 돼지 6마리씩 총 12마리를 분석하는데 사용하였으며 필요한 조직을 채취한 후 -80℃에서 실험이 시작되기 전까지 보관하였다. 교배종의 부위 및 성장단계별로 지방산 조성의 차이를 검증하기 위해 Folch 용액을 사용하여 지방을 추출하였으며 추출한 지방은 가스 크로마토그래피를 이용해 지방산 조성비 분석을 진행하였다. 등지방의 지방산 조성비는 26주령 수퇘지에서 10주령에 비해 총포화지방산의 비율이 약 22%가 증가하고, 다가불포화지방산은 약 40%가 감소하였다. 또한 암퇘지의 등지방 내 지방산 조성비는 26주령이 10주령에 비해 총포화지방산이 약 14% 증가하고, 다가불포화지방산은 약 40% 감소하였다. 복강지방에서는 성장단계별로 수퇘지와 암퇘지의 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 추후 교배종의 성장단계별로 지방의 축적 및 지방산 합성에 관련된 기전을 확인하기 위한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 1. 서론

현재 세계적으로 소비되는 육류 중 돼지고기가 전체의 37% 정도를 차지하는 것으로 보고되고 있다. 2000년에 보고된 바에 의하면 돼지고기의 지방산 중 특히 다가불포화지방산의 비율이 높을수록 기호성이 향상된다. 특히 등지방의 지방산 조성비율과 두께는 돼지고기의 품질을 결정하는 중요한 변수이다. 우수한 육질을 가진 한국 재래 돼지와 성장에 있어 우수한 품종인 요크셔를 양질의 육류 생산과 개체 성장 능력의 향상을 위해 교배하였다. 교배된 돼지의 등지방 및 복강지방에서 성장단계에 따른 지방산조성비의 차이를 분석하였다.

### 2. 재료 및 실험방법

#### 2.1 시료 정보

한국 재래 돼지와 요크셔 품종을 교잡한 교배종(F1) 12두를 공시하였다. 교배종은 6마리씩 10주령과 26주령까지 사육하였으며, 실험이 진행되는 동안 사료와 음수는 자유급이하였

다. 지방조성비 분석을 위해 등지방 및 복강지방을 수집하였으며 조직은 분석 시까지 액체 질소에서 급속 냉동하고 -80℃에서 보관하였다. 이 실험은 Institutional Animal Care and Use Committee에서 승인되었다(IACUC, no. NIAS2016-848).

#### 2.2 지방산 추출

가스 크로마토그래피(Gas chromatography, GC)에 의한 지방산 조성의 분석은 Folch 방법을 사용해 등지방으로부터 지질을 추출 하였다. 일정한 무게의 시료를 교반한 뒤 0.74% KCl을 넣어 분리된 수용성의 상층액을 제거한 뒤 질소 가스로 알코올을 모두 기화시켜 지질을 분리하였다. 0.5 N 농도의 수산화칼륨을 사용하여 완전히 비누화 반응을 일으키고, 13-15%의 삼불화 붕소를 사용하여 메틸화 반응을 촉진하였다. 두 반응이 완료되면 지방산 메틸 에스테르(Fatty acid methyl ester, FAME)을 얻었다.

#### 2.3 지방산 분석

지방산 추출을 이용해 획득한 FAME에 헥산을 사용하여 용해한 뒤 무수황산나트륨으로 수분을 완전히 제거하였다. FAME은 모세관 컬럼이 장착된 GC기기에 주입하였다. 지방산은 PUFA No.2, Animal Sourde 지표와 비교분석하여 각 시료별 지방산 비율을 조사하였다.

### 2.4 통계 분석

통계 분석은 Prism6를 이용하였으며 각 시료별로 성별에 따라 분리한 후 Unpaired t-Test를 실시하여 성장단계에 따른 결과를 비교 분석하였다. 통계적 유의차는 유의 수준 0.05 이하에서 인정하였다.

## 3. 결과 및 결론

암수 돼지의 등지방 조직에서 지방을 추출하여 가스 크로마토그래피를 이용하여 지방산의 조성을 분석하였다. 일반적으로 포화지방산(SFA)은 myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0)을 포함하는 이중결합이 없는 지방산을 뜻한다. 단일불포화지방산(MUFA)은 palmitoleic acid (C16:1n7), oleic acid (C18:1n9), Vaccenic acid (C18:1n7), Eicosanoic acid (C20:1n9)과 같은 이중결합이 하나 존재하는 지방산을 말한다. 다가불포화지방산(PUFA)은 linoleic acid (C18:2n6),  $\gamma$ -linolenic acid (C18:3n6),  $\alpha$ -linolenic acid (C18:3n3), arachidonic acid (C20:4n6), eicosapentaenoic acid (C20:5n3), docosadienoic acid (C22:4n6), docosahexaenoic acid (C22:6n3)와 같은 이중결합이 두 개 이상 존재하는 지방산을 뜻한다. 수돼지 등지방의 지방산 조성비는 26주령은 10주령에 비해 총포화지방산의 비율이 약 22% 증가하고, 다가불포화지방산은 약 40%가 감소하였다(\*p<0.01). 수돼지 등지방 조직에서 증가한 포화지방산에서 stearic acid(C18:0)가 가장 크게 증가하여 10주령에 비해 26주령에서 전체 지방산 중 약 5.4%가 증가하였고, myristic acid(C14:0), palmitic acid(C16:0)는 약 0.15%, 1.7% 이상 증가하였다. 다가불포화지방산으로 linoleic acid (C18:2n6),  $\alpha$ -linolenic acid (C18:3n3)는 약 8.2% 감소하였다(\*p<0.05). 암돼지 등지방 내 지방산 조성비는 26주령이 10주령에 비해 포화지방산이 약 14% 증가하고, 다가불포화지방산은 약 40% 감소하였다(\*\*\*p<0.001). 암돼지의 포화지방산 중 stearic acid(C18:0)는 전체 지방산 조성비 중 10%에서 약 5% 이상 증가하였다(\*\*p<0.01). 암돼지의 다가불포화지방산에서 linoleic acid(C18:2n6)는 전체 지방산 중 약 7.4% 감소하였다(\*\*\*p<0.001).

[표 1] 수돼지의 성장단계별 등지방 지방산 조성비

Fatty acid	Male (Mean $\pm$ SEM)		P-value
	10 week	20 week	
Myristic acid (C14:0)	1.330 $\pm$ 0.042	1.496 $\pm$ 0.023	*
palmitic acid (C16:0)	22.549 $\pm$ 0.807	24.233 $\pm$ 0.395	*
Palmitoleic acid (C16:1n7)	2.788 $\pm$ 0.340	1.572 $\pm$ 0.020	**
Stearic acid (C18:0)	9.910 $\pm$ 1.485	15.366 $\pm$ 0.208	**
Oleic acid (C18:1n9)	38.027 $\pm$ 1.435	40.137 $\pm$ 0.319	
Vaccenic acid (C18:1n7)	1.990 $\pm$ 0.892	2.521 $\pm$ 0.017	
Linoleic acid (C18:2n6)	20.916 $\pm$ 3.549	12.642 $\pm$ 0.338	**
$\gamma$ -Linolenic acid (C18:3n6)	0.042 $\pm$ 0.014	0.042 $\pm$ 0.002	
$\alpha$ -Linolenic acid (C18:3n3)	0.999 $\pm$ 0.204	0.559 $\pm$ 0.018	*
Eicosanoic acid (C20:1n9)	0.909 $\pm$ 0.028	1.124 $\pm$ 0.076	
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.273 $\pm$ 0.095	0.166 $\pm$ 0.006	
Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	0.136 $\pm$ 0.048	0.084 $\pm$ 0.004	
Docosadienoic acid (C22:4n6)	0.063 $\pm$ 0.023	0.038 $\pm$ 0.000	
Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	0.067 $\pm$ 0.023	0.019 $\pm$ 0.001	
SFA	35.780 $\pm$ 2.585	43.617 $\pm$ 0.585	**
MUFA	41.725 $\pm$ 1.243	42.833 $\pm$ 0.292	
PUFA	22.496 $\pm$ 3.674	13.551 $\pm$ 0.353	**
n6	21.294 $\pm$ 3.494	12.889 $\pm$ 0.343	**
n3	1.202 $\pm$ 0.181	0.661 $\pm$ 0.017	**

Values reported as percent means  $\pm$  SEM; SEM, standard error of the mean  
 \*P < 0.05, \*\*P < 0.01, \*\*\*P < 0.001, 10 week was compared to 20 week.  
 SFA, Saturated fatty acid: sum of C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n7  
 MUFA, Monounsaturated fatty acid: sum of C16:1n7, C18:1n9, C20:1n9  
 PUFA, Polyunsaturated fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C18:3n3, C20:4n6, C20:5n3, C22:4n6, C22:6n3  
 n-6 fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C20:4n6, C22:4n6  
 n-3 fatty acid: sum of C18:3n3, C20:5n3, C22:6n3

[표 2] 암돼지의 성장단계별 등지방 지방산 조성비

Fatty acid	Female (Mean $\pm$ SEM)		P-value
	10 week	20 week	
Myristic acid (C14:0)	1.511 $\pm$ 0.044	1.431 $\pm$ 0.038	
palmitic acid (C16:0)	24.034 $\pm$ 0.689	24.859 $\pm$ 0.055	
Palmitoleic acid (C16:1n7)	3.182 $\pm$ 0.416	1.670 $\pm$ 0.070	*
Stearic acid (C18:0)	10.090 $\pm$ 2.168	15.105 $\pm$ 0.488	**
Oleic acid (C18:1n9)	37.724 $\pm$ 0.809	41.621 $\pm$ 0.195	**
Vaccenic acid (C18:1n7)	2.872 $\pm$ 0.111	2.450 $\pm$ 0.034	
Linoleic acid (C18:2n6)	18.373 $\pm$ 2.891	10.993 $\pm$ 0.458	***
$\gamma$ -Linolenic acid (C18:3n6)	0.059 $\pm$ 0.012	0.040 $\pm$ 0.001	
$\alpha$ -Linolenic acid (C18:3n3)	0.887 $\pm$ 0.157	0.478 $\pm$ 0.025	**
Eicosanoic acid (C20:1n9)	0.741 $\pm$ 0.129	1.056 $\pm$ 0.062	*
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.264 $\pm$ 0.096	0.158 $\pm$ 0.011	
Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	0.128 $\pm$ 0.044	0.082 $\pm$ 0.001	
Docosadienoic acid (C22:4n6)	0.074 $\pm$ 0.022	0.035 $\pm$ 0.001	
Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	0.061 $\pm$ 0.033	0.022 $\pm$ 0.002	
SFA	38.507 $\pm$ 2.806	43.846 $\pm$ 0.459	***
MUFA	41.647 $\pm$ 0.615	44.346 $\pm$ 0.176	
PUFA	19.846 $\pm$ 3.248	11.808 $\pm$ 0.482	**
n6	18.770 $\pm$ 3.018	11.226 $\pm$ 0.460	***
n3	1.076 $\pm$ 0.230	0.582 $\pm$ 0.024	*

Values reported as percent means  $\pm$  SEM; SEM, standard error of the mean  
 \*P < 0.05, \*\*P < 0.01, \*\*\*P < 0.001, 10 week was compared to 20 week.  
 SFA, Saturated fatty acid: sum of C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n7  
 MUFA, Monounsaturated fatty acid: sum of C16:1n7, C18:1n9, C20:1n9  
 PUFA, Polyunsaturated fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C18:3n3, C20:4n6, C20:5n3, C22:4n6, C22:6n3  
 n-6 fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C20:4n6, C22:4n6  
 n-3 fatty acid: sum of C18:3n3, C20:5n3, C22:6n3

암수 돼지의 복강지방 조직에서 지방을 추출하여 가스 크로마토그래피를 이용하여 지방산의 조성을 분석하였다. 수돼지의 복강지방 내 주령간의 유의적인 차이를 보이는 지방산은 없음을 확인하였다. 암돼지의 복강지방 지방산 조성비는 전

체 포화지방산이 약 11% 감소하는 결과를 보이나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 포화지방산 중 10주령에서 전체의  $0.999 \pm 0.239\%$ 였던 myristic acid(C14:0)는 26주령에서  $2.895 \pm 0.039\%$ 로 증가(\*\* $p < 0.01$ )한 반면, stearic acid(C18:0)에서 10주령에 비해 26주령에서 약 4.7%가 감소하는 경향을 보였다(\* $p < 0.05$ ). 암돼지 복강지방조직의 총 단일불포화지방산의 조성은 주령간의 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 10주령에 비해 26주령에서 palmitoleic acid (C16:1n7)가 약 2.6% 증가하고(\*\* $p < 0.01$ ), vaccenic acid (C18:1n7)에서 약 2%가 증가하였다(\*\* $p < 0.01$ ). 암돼지 복강지방 조직의 다가불포화지방산은 주령간의 유의적 차이는 나타나지 않았으나 linoleic acid (C18:2n6),  $\alpha$ -linolenic acid (C18:3n3)가 약 12.2% (\*\* $p < 0.001$ ), 0.582% (\* $p < 0.05$ ) 증가하였다. 따라서, 암수 돼지의 주령에 따른 복강지방 조직에서 총포화지방산, 총단일/다가불포화지방산의 조성은 주령간의 차이가 없었으나, 암돼지에서는 개개의 지방산의 조성이 연령에 따라 변화하였음을 확인하였다.

[표 3] 수돼지의 성장단계별 복강지방 지방산 조성비

Fatty acid	Male (Mean $\pm$ SEM)		P-value
	10 week	20 week	
Myristic acid (C14:0)	1.088 $\pm$ 0.596	2.345 $\pm$ 0.356	
palmitic acid (C16:0)	36.033 $\pm$ 1.098	31.606 $\pm$ 1.404	
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.427 $\pm$ 0.427	2.292 $\pm$ 0.655	
Stearic acid (C18:0)	18.807 $\pm$ 0.693	19.459 $\pm$ 1.903	
Oleic acid (C18:1n9)	15.910 $\pm$ 1.799	20.084 $\pm$ 1.033	
Vaccenic acid (C18:1n7)	2.626 $\pm$ 0.735	1.326 $\pm$ 0.279	
Linoleic acid (C18:2n6)	16.397 $\pm$ 3.896	18.507 $\pm$ 1.074	
$\gamma$ -Linolenic acid (C18:3n6)	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000	
$\alpha$ -Linolenic acid (C18:3n3)	0.057 $\pm$ 0.057	0.545 $\pm$ 0.545	
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.080 $\pm$ 0.080	0.000 $\pm$ 0.000	
Arachidonic acid (C20:4n6)	8.004 $\pm$ 1.953	3.669 $\pm$ 0.477	
Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000	
Docosadienoic acid (C22:4n6)	0.426 $\pm$ 0.426	0.168 $\pm$ 0.168	
Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	0.146 $\pm$ 0.146	0.000 $\pm$ 0.000	
SFA	58.553 $\pm$ 2.368	54.736 $\pm$ 0.575	
MUFA	16.417 $\pm$ 1.504	22.375 $\pm$ 1.688	
PUFA	25.031 $\pm$ 1.983	22.889 $\pm$ 2.263	
n6	24.827 $\pm$ 2.155	22.344 $\pm$ 1.718	
n3	0.204 $\pm$ 0.204	0.545 $\pm$ 0.545	

Values reported as percent means  $\pm$  SEM; SEM, standard error of the mean  
 \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ , 10 week was compared to 20 week.  
 SFA, Saturated fatty acid: sum of C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n7  
 MUFA, Monounsaturated fatty acid: sum of C16:1n7, C18:1n9, C20:1n9  
 PUFA, Polyunsaturated fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C18:3n3, C20:4n6, C20:5n3, C22:4n6, C22:6n3  
 n-6 fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C20:4n6, C22:4n6  
 n-3 fatty acid: sum of C18:3n3, C20:5n3, C22:6n3

[표 4] 암돼지의 성장단계별 복강지방 지방산 조성비

Fatty acid	Female (Mean $\pm$ SEM)		P-value
	10 week	20 week	
Myristic acid (C14:0)	0.999 $\pm$ 0.239	2.895 $\pm$ 0.039	**
palmitic acid (C16:0)	31.104 $\pm$ 2.743	24.485 $\pm$ 0.786	
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.998 $\pm$ 0.112	3.558 $\pm$ 0.398	**
Stearic acid (C18:0)	22.540 $\pm$ 1.656	17.818 $\pm$ 0.238	*
Oleic acid (C18:1n9)	16.058 $\pm$ 1.508	20.491 $\pm$ 0.274	
Vaccenic acid (C18:1n7)	3.024 $\pm$ 0.141	1.033 $\pm$ 0.014	**
Linoleic acid (C18:2n6)	10.625 $\pm$ 0.308	22.831 $\pm$ 0.416	***
$\gamma$ -Linolenic acid (C18:3n6)	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000	
$\alpha$ -Linolenic acid (C18:3n3)	0.476 $\pm$ 0.109	1.058 $\pm$ 0.014	*
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.240 $\pm$ 0.027	0.000 $\pm$ 0.000	
Arachidonic acid (C20:4n6)	11.491 $\pm$ 1.942	4.122 $\pm$ 0.166	
Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	0.212 $\pm$ 0.111	1.707 $\pm$ 0.023	
Docosadienoic acid (C22:4n6)	1.795 $\pm$ 0.606	0.000 $\pm$ 0.000	
Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	0.438 $\pm$ 0.247	0.000 $\pm$ 0.000	
SFA	57.667 $\pm$ 2.295	46.233 $\pm$ 0.496	
MUFA	17.296 $\pm$ 1.639	24.049 $\pm$ 0.124	
PUFA	25.037 $\pm$ 2.678	29.718 $\pm$ 0.620	
n6	23.911 $\pm$ 2.235	26.953 $\pm$ 0.583	
n3	1.126 $\pm$ 0.444	2.765 $\pm$ 0.037	

Values reported as percent means  $\pm$  SEM; SEM, standard error of the mean  
 \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ , 10 week was compared to 20 week.  
 SFA, Saturated fatty acid: sum of C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n7  
 MUFA, Monounsaturated fatty acid: sum of C16:1n7, C18:1n9, C20:1n9  
 PUFA, Polyunsaturated fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C18:3n3, C20:4n6, C20:5n3, C22:4n6, C22:6n3  
 n-6 fatty acid: sum of C18:2n6, C18:3n6, C20:4n6, C22:4n6  
 n-3 fatty acid: sum of C18:3n3, C20:5n3, C22:6n3

등지방, 복강지방 조직에서의 지방산 조성은 암수 성별, 주령의 영향을 받으며 종합적으로 주령이 증가함에 따라 총포화지방산의 함량이 증가하고, 불포화도가 높은 지방산일수록 감소하는 양상을 확인했다.

사사

본 연구는 2020년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

[1] Buhlinger CA et al., "Body composition, in vitro lipid metabolism and skeletal muscle characteristics in fast-growing lean and in slow-growing obese pigs at equal age and weight" Growth, 42, pp. 225-236, 1978  
 [2] Cho K et al., "Association of genetic variants for FABP3 gene with back fat thickness and intramuscular fat content in pig." Mol. Biol. Rep. 38, pp. 2161 - 2166, 2011.  
 [3] Knecht D and Duzinski K, "The effect of sex, carcass mass, back fat thickness and lean meat content on pork ham and loin characteristics", Archiv fuer Tierzucht 59, pp. 51, 2016  
 [4] Maes D et al., "Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with

reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores.", *Livest. Prod. Sci.* 91, pp. 57 - 67, 2004

- [5] McGlone JJ, "The future of pork production in the world: towards sustainable", welfare-positive systems. *Animals* 3, pp. 401 - 415, 2013
- [6] Nevrkla P et al., "Meat quality and fatty acid profile of pork and backfat from an indigenous breed and a commercial hybrid of pigs." *Ann. Anim. Sci.* 17, pp. 1215 - 1227, 2017