

오메가-3, -6 지방산 고 함유 급이가 돼지 등심의 지방산조성과 품질특성에 미치는 영향

설국환^{1*} · 김기현¹ · 주범진² · 김조은¹ · 김광식¹ · 김영화¹ · 박준철¹ · 이무하³

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²풀무원식품문화연구소, ³아다마과학기술대학교

The effect of high omega-3, -6 fatty acid feeding on the free fatty acid profile and meat quality traits of pork loin

Kuk-Hwan Seo^{1*}, Ki Hyun Kim¹, Bum Jin Joo², Jo Eun Kim¹, Kwang-Sik Kim¹, Young Hwa Kim¹, Jun Cheol Park¹, Mooha Lee³

¹National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea

²Pulmuone Research Institute of Food and Culture, Seoul 120-600, Korea

³School of Agriculture, Adama Science & Technology University, Asella, Ethiopia

Received on 30 June 2014, revised on 22 July 2014, accepted on 22 July 2014

Abstract : This study was conducted to evaluate the effects of high n-3 or n-6 diet on free fatty acid profile and meat quality traits of pork loin. The 20 heads of commercial Landrace × Yorkshire × Duroc (LYD) crossbreed pigs (90.9±2.4 BWkg) were divided into four groups by added fat and oils, such as 5% tallow (Control), 5% linseed oil (T1), 5% safflower oil (T2), and mixture of linseed oil (2.5%) + safflower oil (2.5%) (T3), then reared 4 weeks. Pork loins were taken after slaughter, then sliced in 2 cm thickness and put in low-density polyethylene (LDPE) bag for analysis. T1 showed significantly high concentration of linolenic acid (2.35±0.21%) (p<0.05). The total amount of saturated fatty acids (SFA), mono-unsaturated fatty acids (MUFA) and poly-unsaturated fatty acid (PUFA) was significantly high in T1 (36.05±1.18%), C (22.60±2.11%) and T2 (47.80±1.29%), respectively (p<0.05). However, the ratio of n-6:n-3 was significantly low in T1 (11.57±0.90) than that of T2 (37.56±12.51) (p<0.05). There was no significant difference in lightness, redness, pH, water holding capacity and cooking loss between treatments (p>0.05). However, the yellowness of T2 was significantly higher than others (p<0.05). From those results, it was considered that feeding high n-3 and n-6 fatty acid diet to pig enables modify fatty acid profile of pork without any side effect on meat quality.

Key words : n-3 fatty acid, pork loin, free fatty acid, quality

I. 서론

식육 품질에 관련되는 고기 내 지방 함량과 종류는 그 영향력으로 인하여 30년 이상 연구되어 왔다(Dransfield, 2008). 하지만 최근 많은 나라에서 고기 내 지방이 잠재적으로 건강을 해친다는 소비자들의 우려로 인해 기피 대상이 되고 있다. 특히 고기의 지방층에 주로 존재하는 포화지방산이 콜레스테롤 수치를 높이고 동맥경화를 유발하는 등 건강에 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 그러

나 고기의 지방은 여분의 에너지를 저장하기 때문에 영양적 가치에서 중요하며(Wood 등, 2008) 신체구성에 필수적인 요소이기 때문에 적정량을 섭취해주어야만 한다.

최근 육류의 소비 형태가 과거와는 달리 질적인 면과 건강적인 면을 중시하며 다기능 고품질의 돈육을 선호하는 방향으로 바뀌어 가고 있다(Moon 등, 2002). Park과 Kang (2004)은 돈육 내 지방산 중에서 다가불포화지방산 중 오메가3 계열의 지방산과 세계적으로 사망률이 높은 심장혈관 및 뇌혈관질환의 억제 사이에 높은 유의적 관계가 있다는 결과를 보고하였다. 또한 Connor(2000)도 다가불포화지방산이 혈액 콜레스테롤 및 중성지방을 낮추어 줌으로써

*Corresponding author: Tel: +82-41-580-3444

E-mail address: skh0205@snu.ac.kr

혈액 순환을 원활히 하고 심혈관계 질환으로 인한 사망률을 억제시킬 수 있다고 하였다. 다가불포화지방산의 중요성을 강조한 여러 연구 결과(Conner, 2000; Guillevic 등, 2009; Shin 등, 1998)와 오메가-3 지방산과 같은 다가불포화지방산이 강화된 새로운 기능성 돼지고기를 요구하는 소비자들의 관심이 높아지고 있는 상황이다(Webb과 O'Neill, 2008).

돈육 내 다가불포화지방산의 함량을 높이는 가장 효율적인 방법은 급여되는 사료에 다가불포화지방산의 함량이 높은 사료를 급여하는 것인데(Park과 Kang, 2004), 돼지와 같은 단위동물은 사료 내 지방산 조성이 근육 내 지방산 조성으로 반영되는 비율이 높기 때문이다(Jin 등, 2003). 일반적으로 식물성 유지에는 동물성 유지보다 다가불포화지방산 함량이 높으며, 그중에서도 아미노유에는 오메가-3 지방산이, 홍화씨유에는 오메가-6 지방산이 다량 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 또한 오메가-6 지방산과 오메가-3 지방산의 비율이 건강에 중요한 역할을 하는 것으로 알려지고 있으며, 특히 오메가-3 지방산의 중요도가 높아졌다. 이는 식생활의 서구화로 인해 오메가-6 지방산의 섭취가 크게 늘어나 n-6:n-3가 10~20:1까지 증가했기 때문이다(Simopoulous, 2002). 따라서 오메가-3 및 오메가-6 지방산의 함량이 높은 유지를 돼지에 급여함으로써 돈육 내 다가불포화지방산의 함량과 비율의 조절이 가능할 수 있을 것이다.

본 연구는 비육돈 사료 중 오메가-3와 오메가-6 지방산의 함량을 달리하여 급여한 후 등심 내 지방산 조성을 포함한 품질특성의 변화에 대하여 알아보기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물의 사양

돼지를 삼원교잡종(Landrace×Large White×Duroc)한 비육돈(90.9±2.4 kg)을 pen당 5두씩 공시하여 총 20두를 4주간 실험사료를 급여하였다. 실험 기간 동안 사료는 자유 채식도록 하였고, 물은 자동급수기로 자유로이 먹을 수 있도록 하였으며 환기 및 온도는 자동제어 시스템에 의해서 조절하였다. 실험돈에 급여한 기초사료는 (주)카길에그리퓨리나의 비육돈사료를 사용하였으며, 영양성분 함량은 수분은 12.00%, 조단백 15.00%, 조지방 6.77%, 조섬유 2.78%,

조회분 5.65%, 칼슘 0.80%, 인 0.60%이며, 에너지함량은 3,400 kcal/kg 이었다(Table 1). 시험구의 사양실험은 사료 중 지방을 포화지방산 함량이 높은 유지를 5% 급여한 비육돈을 대조구(C)로 하여, 아미노유 5% 급여구(T1), 홍화씨유 5% 급여구(T2), 그리고 아미노유 2.5%와 홍화씨유 2.5% 혼합급여구(T3)로 구분하여 수행하였다. 비육이 완료된 후 모든 돼지는 충북 소재 도축장에서 도축한 후 익일에 등심을 채취하여 아이스박스에 담아 신속히 실험실로 운반하였다. 운반된 등심은 2 cm 두께로 잘라 low-density polyethylene(LDPE) bag에 합기포장한 후 시료로 사용하였다.

2. 돈육 품질 특성 및 지방산 조성 분석

1) pH 측정

등심의 pH는 시료 5 g에 증류수 20 ml을 가하여 Ultraturax(Janken & kunkel, Model No. T25, West Germany)를 이용하여 8,000 rpm에서 1분 동안 균질한 후, 유리전극 pH meter(Origin, Model 710A, USA)를 이용하여 시료당 3회 반복하여 측정하였다.

2) 육색측정

등심의 육색은 색차계(Chroma meter : Model CR-210, Minolta Co, LTD., Japan)를 이용하여 각 시료의 측정표면을 달리하여 시료 당 3회씩 측정하였다. 명도를 나타내는 L(lightness)값, 적색도를 나타내는 a(redness)값, 황색도를 나타내는 b(yellowness) 값을 측정하였으며, 이 때 표준 백색판(calibration plate)의 측정값은 L=97.69, a=-0.43, 그리고 b=+1.98이었다.

3) 보수력(water holding capacity, WHC) 측정

시료의 보수력 측정은 Grau와 Hamm(1953)의 filter paper press 법을 응용하였으며, desiccator에 보관한 whatman No. 1 여과지 위에 등심 200 mg 정량한 후, plexiglass plate 중앙에 여과지를 놓고 그 위에 나머지 plexiglass plate 1개를 포개어 2분 동안 일정한 압력으로 압착하였다. 그 후 여과지에 묻어나온 육조직의 면적과 빠져나온 수분에 젖은 총면적을 각각 compensating polar planimeter(Planix EX, TAMIYA, Japan)를 이용하여 측정한 후 다음의 수식을 이용하여 계산하였다.

Table 1. Formulation and analytical nutrient content of experimental diets*.

Ingredients	Percent
Corn	42.95
Soybean meal	6.68
DDGS**	10.00
Canola	7.00
Tapioca	8.00
Wheat mill run	9.00
Rice bran	4.00
Malasses	5.50
Limestone	0.98
Salt	0.20
Lysine	0.26
Mineral	0.10
Vitamin	0.10
Puramix	0.23
Subtotal	95
C : Tallow	
T1 : Linseed oil	5 Each
T2 : Safflower oil	
T3 : Linseed 50 +Safflower 50	
Subtotal	5
Total	100
Nutrients	Percent
Moisture	12.00
Crude protein	15.00
Crude fat	6.77
Crude fiber	2.78
Crude ash	5.65
Calcium	0.80
Potassium	0.60
Digestive energy	3,400 kcal/kg

*Data from Cargill Agri. Purina, Inc.

**DDGS = Distiller's dried grain with solubles

WHC (%) = (육조직이 묻어 있는 면적 - 수분이 젖어 있는 면적) × 100

4) 가열감량(cooking loss) 측정

등심의 가열감량은 과도한 표면수분을 제거한 가열 전 등심의 중량을 측정한 후, 110±5℃ 전기그릴(TEFAL, Moden Ry type 1550 series 4, USA)에서 심부 온도가 75℃에 도달할 때까지 가열하였다. 가열된 등심을 상온에서 30분간 방냉한 후 중량을 측정하여 가열 전 중량과 가열

후 중량 차이로 가열감량을 계산하였다.

$$\text{Cooking loss (\%)} = [(\text{가열 전 무게} - \text{가열 후 무게}) / \text{가열 전 무게}] \times 100$$

5) 유리지방산 조성(free fatty acid profile) 분석

등심의 유리지방산 조성은 Folch 등(1957)의 방법에 의해 분석하였다. 지방의 추출을 위하여 등심 5g에 Folch solution(클로로포름:메탄올=2:1) 18 ml과 BHA 50 µl를

Table 2. GC condition for fatty acid analysis.

Items	Condition
Instrument	Hewlett Packard 6890 series GC system
Column	HP-FFAP capillary column. 25 m, 0.32 mm I.D., 0.25 um film thickness
Detector	Flame Ionization Detector
Initial temp	130°C (1 min)
Increase rate	2.5°C/min
Final temp	230°C (10 min)
Injector temp	230°C
Detector temp	250°C
Carrier gas	Helium
Split ratio	20:1
Flow rate	1 ml/min

가하여 2,500 rpm에서 2분간 균질하였다. 여기에 0.08% NaCl 5 ml을 첨가하여 30초간 vortexing한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상층액을 제거한 후 하층에 sodium sulfate anhydrous를 첨가하여 수분을 제거한 후 여과하였다. 추출물은 진공농축한 후 질소가스로 남은 용매를 제거하였다. 추출한 지방에 14% boron trifluoride(in MeOH) 1 ml을 첨가하여 90°C에서 10분간 methylation 한 후 실온에서 30분간 냉각하였다. 여기에 hexane 2 ml과 D.W. 2 ml을 넣고 교반한 후, 상층액 1 ml을 회수하여 Gas chromatography(Hewlett Packard 6890 series, Agilent Technologies, Atlanta, GA., USA)를 이용하여 지방산 조성을 분석하였다. 이 때 사용한 GC의 분석조건은 Table 2과 같다.

3. 통계분석

모든 실험 결과는 SAS 프로그램(9.1, 2012)의 일반선형 회귀모형(general linear model, GLM)을 이용하여 분산 분석을 수행하였고, 평균간 유의성은 Duncan의 다중검정(multiple range test)을 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식물성유지의 지방산 조성

오메가-3와 -6 지방산 함량이 다른 식물성유지를 급여

한 후 돈육의 지방산 조성 변화를 보기 위한 본 실험에서 급여사료에 첨가한 식물성유지인 아마인유(linseed oil)와 홍화씨유(safflower oil)의 지방산 조성은 Table 3에 나타낸 바와 같다. 다가불포화지방산(PUFA)의 함량은 아마인유에서 69.13%, 홍화씨유에서 74.94%로 유지 내 가장 높은 비율을 차지하였고 그 다음으로 단가불포화지방산이 아마인유에서 21.53%, 홍화씨유에서 14.37% 차지하였다. 반면, 포화지방산(SFA)은 아마인유에서 9.35%, 홍화씨유에서 10.67%로 비율이 가장 낮았다. 불포화지방산 중에도 아마인유내에는 linolenic acid(C18:3n3) 51.70%, oleic acid (C18:1n9) 21.17%, linoleic acid(C18:2n6) 16.99%로 높은 함량을 보였고, 홍화씨유내에는 linoleic acid 74.76%, oleic acid 13.78%로 함량이 높았다. 그 외의 탄소수 20~24개의 지방산은 식물성유지 내에 매우 미량으로 존재하였다. Choe와 Lee(1998)는 대조구에 급여된 우지의 지방산 중에 oleic acid의 함량이 42.81%로 가장 높았고, palmitic acid(C16:0)가 27.37%, stearic acid(C18:0)가 14.56%로 포화지방산의 함량이 식물성유지보다 높다고 보고하였다. 또한 불포화지방산인 linolenic acid는 4.91%로 그 함량이 낮다고 보고하였다.

n-6와 n-3의 비율을 보면 아마인유는 0.33이었고 홍화씨유는 415.33이었다. 아마인유에는 linolenic acid의 함량이 굉장히 높아서 비율이 낮았다. 하지만 홍화씨유에는 linoleic acid가 74.76%인 반면 linolenic acid의 함량이 거의 없었기 때문에 비율이 매우 높았다.

2. 돈육 등심의 품질 분석

1) pH

아마인유와 홍화씨의 첨가량별로 사료에 첨가하여 급여한 돈육의 pH는 Table 4에 나타내었다. 처리구별로는 대조구의 pH가 5.54±0.05로 가장 높았던 반면, 홍화씨유처리구(T2)가 5.47±0.06으로 가장 낮았다(p<0.05). 그러나, 대조구와 식물성유지를 급여한 처리구들 간에 뚜렷한 pH 차이를 보이지는 않았는데, 이는 급여한 유지의 차이가 식육의 pH에 영향을 주지 않는다는 Teye 등(2006)의 연구 보고와 일치하였다.

2) 육색 변화

돈육 등심의 표면 육색측정 결과는 Table 4와 같다. 명도의 변화를 보면 대조구는 53.97±1.18로 모든 처리구보다 유의적으로 낮았으며(p<0.05), 이는 식물성유지를 돈육 사료에 급여함으로써 대조구에 비해 돈육 등심육의 육색이 보다 밝았다는 보고와 유사하였다(Chung 등, 1998). 적색도는 대조구와 처리구 간에는 유의적인 차이가 없었고 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었으며, 황색도의 변화를 보면 홍화씨유처리구(T2)가 2.22±0.56으로 유의적으로 높았다(p<0.05). 이러한 결과들을 종합해볼 때 식물성 유지의 급여가 돈육 등심의 명도와 황색도는 증가시키나 적색도에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았는데, 이는 우지, 옥수수유 및

Table 3. Fatty acid composition of experimental oil.

(%)

Items	Experimental oil	
	Linseed oil	Safflower oil
C14:0	Trace	0.10
C16:0	5.39	7.23
C16:1n7	Trace	0.09
C18:0	3.56	2.59
C18:1n9	21.17	13.78
C18:2n6	16.99	74.76
C18:3n3	51.70	0.18
C20:0	0.15	0.33
C20:1n9	0.23	0.35
C20:2	0.27	Trace
C22:0	0.15	0.27
C22:1n9	0.13	Trace
C22:2	0.17	Trace
C24:0	0.10	0.15
C24:1n9	Trace	0.15
SFA	9.35	10.67
MUFA	21.53	14.37
PUFA	69.13	74.94
n-6:n-3	0.33	415.33

Table 4. pH and color of pork *M. longissimus dorsi*.

	C	T1	T2	T3
pH	5.54±0.05 ^a	5.51±0.06 ^{ab}	5.47±0.06 ^b	5.50±0.08 ^{ab}
Lightness	53.97±1.18 ^b	54.93±2.01 ^a	55.28±0.94 ^a	55.13±1.47 ^a
Redness	11.08±0.63	11.07±0.88	11.06±0.49	11.06±0.63
Yellowness	1.59±0.51 ^b	1.77±0.58 ^{ab}	2.22±0.56 ^a	1.91±0.77 ^{ab}

^{a-b}Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at 5% level.

C, Tallow 5%; T1, Linseed 5%; T2, Safflower 5%; T3, Linseed 2.5% + Safflower 2.5%.

Table 5. Water holding capacity (WHC) and cooking loss of pork *M. longissimus dorsi*. (%)

	C	T1	T2	T3
WHC	42.10±2.98	38.87±5.88	40.72±3.59	42.32±4.69
Cooking Loss	27.10±3.57	26.56±4.49	27.66±2.70	27.79±1.93

C, Tallow 5%; T1, Linseed 5%; T2, Safflower 5%; T3, Linseed 2.5% + Safflower 2.5%.

Table 6. Fatty acid composition of pork *M. longissimus dorsi*. (%)

	C	T1	T2	T3
C16:0	21.28±0.78	21.94±0.78	21.11±1.45	22.41±0.91
C16:1n7	1.00±0.77	0.87±0.51	0.45±0.46	0.98±0.70
C18:0	10.55±0.98	11.90±0.77	11.17±1.30	10.99±0.75
C18:1n9	21.59±1.85	19.54±1.83	18.24±1.75	19.36±1.36
C18:2n6	31.93±1.49	31.15±1.10	35.26±1.91	32.11±1.04
C18:3n3	0.24±0.36 ^c	2.35±0.21 ^a	0.17±0.38 ^c	0.97±0.56 ^b
C20:2	0.08±0.19	Trace	0.39±0.36	0.27±0.37
C20:3	1.02±0.58	1.13±0.09	1.19±0.21	1.01±0.57
C20:4n6	10.65±1.34 ^a	8.91±0.82 ^b	10.80±0.79 ^a	9.97±1.10 ^{ab}
C22:0	Trace ^b	0.31±0.43 ^a	Trace ^b	Trace ^b
C23:0	0.34±0.77	0.19±0.42	Trace	0.43±0.95
C24:0	1.32±0.24 ^b	1.71±0.36 ^a	1.24±0.11 ^b	1.51±0.09 ^{ab}
SFA	33.49±1.07 ^b	36.05±1.18 ^a	33.51±2.06 ^b	35.34±0.86 ^{ab}
MUFA	22.60±2.11 ^a	20.42±1.75 ^{ab}	18.68±1.83 ^b	20.34±1.84 ^{ab}
PUFA	43.92±1.86 ^b	43.54±1.31 ^b	47.80±1.29 ^a	44.33±1.54 ^b
n-6:n-3	28.32±8.64 ^a	11.57±0.90 ^b	37.56±12.51 ^a	16.79±1.52 ^b

^{a-c}Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at 5% level.

C, Tallow 5%; T1, Linseed 5%; T2, Safflower 5%; T3, Linseed 2.5% + Safflower 2.5%.

평지씨유(rapeseed oil)를 돼지에게 급여하여 조사한 연구에서 육색에는 차이가 없었다고 한 보고(Corino, 2002)와는 차이가 있었으며 급여한 식물성유의 차이에 의한 것으로 사료된다.

3) 보수력(water holding capacity, WHC) 및 가열감량

Table 5의 보수력 측정 결과를 보면 아마인유처리구(T1)에서 38.87±5.88%로 가장 낮은 수치를 보였으나 대조구(42.10±2.98)와 처리구들(38.87±5.88~42.32±4.69) 간에 유의적인 차이는 없었다. 도축 후 식육의 보수력은 마이오신과 액토마이오신 단백질의 등전점인 pH 5.0에 가까워질수록 보수력이 낮아진다. 저장 중 식육의 보수력은 그러한 영향뿐 아니라 저장기간이 경과하면서 식육내의 수분이 드립으로 많이 손실되어 나왔기 때문에 전체 수분의 절대량이 줄어들었고, 상대적으로 보수력이 증가되었을 것이라

고 사료된다.

식육의 가열은 가열방법, 성분조성 및 익힘 조성에 따라 그 구조의 변화를 야기하며 가열방법에 관계없이 식육이 가열될 때 근섬유의 수축과 근질의 단축은 보수력의 감소와 가열감량을 나타내게 된다(Bowers 등, 1987). 식물성유지 급여에 따른 돈육 등심의 가열감량은 Table 5에 나타난 바와 같다. 본 연구에서는 대조구(27.10±3.57)와 처리구들(26.56±4.49~27.79±1.93) 간에 유의적 차이를 보이지 않았다.

2. 돈육 등심의 지방산 조성 분석

사료나 유지의 종류를 다르게 급여한 돈육의 처리구의 지방산 조성은 Table 6에 나타났다. 분석한 지방산의 종류는 12개로서 palmitic acid(C16:0)~lignoceric acid(C24:0)이다. Palmitic acid(C16:0)는 식육 내 대표적인 포화지방

산인데 식물성유지를 급여하지 않은 대조구에서 유의적으로 높은 함량을 보일 것이라는 기대와 달리 대조구와 처리구들 간의 유의적인 차이가 없었다. 대부분의 동물에서 발견되는 palmitoleic acid(C16:1)는 대조구가 모든 처리구보다 높았고, stearic acid(C18:0)는 대조구에서 가장 낮은 값을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). Oleic acid(C18:1)는 대조구가 $21.59 \pm 1.85\%$ 로 다른 처리구보다 높았으며, 이는 다른 처리구들보다 대조구에 급여된 우지 내에 oleic acid의 함량이 높았기 때문이라고 사료된다. Linoleic acid(C18:2n6)는 홍화씨급여처리구(T2)에서 $35.26 \pm 1.91\%$ 로 가장 높은 값을 보였으며($p < 0.05$), 이는 홍화씨유내에 가장 많은 비율을 차지하는 지방산인 linoleic acid(74.76%)이므로 공급된 사료내의 지방산 조성이 돈육의 등심에 반영된 것이라고 사료된다. Linolenic acid(C18:3n3)는 돈육 내 대표적인 오메가-3 지방산으로서 아마인유처리구(T1)의 linolenic acid의 함량이 $2.35 \pm 0.21\%$ 로 혼합처리구보다(T3, $0.97 \pm 0.56\%$) 2배 이상 유의적으로 높았으며($p < 0.05$), 이는 아마인유 내 지방산 중 linolenic acid(51.70%)가 가장 높은 비율을 차지하기 때문인 것으로 사료된다. 이러한 linoleic acid와 linolenic acid의 함량 결과는 단위동물의 경우 근육 내 지방산의 조성은 식이를 통해서 바꿀 수 있다는 Miller 등(1990)의 보고와 일치하였다. Eicosadienoic acid(C20:2)는 매우 미량으로 존재하며 유의적인 차이는 없었으나 아마인유처리구에서만 검출되지 않았고, eicosatrienoic acid(C20:3)는 대조구와 처리구 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Arachidonic acid(C20:4n6)는 아마인유처리구(T1)가 $8.91 \pm 0.82\%$ 로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 일반적으로 과량의 linolenic acid는 linoleic acid가 arachidonic acid로 전환되는 것을 억제하는 기능이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 linolenic acid의 함량이 높은 아마인유처리구(T1)는 arachidonic acid의 함량이 낮은 반면, 홍화씨유처리구(T2)는 arachidonic acid의 전구체인 linoleic acid가 다량으로 함유되어 있기 때문에 그 값이 높은 것이라고 사료된다. Behenic acid(C22:0)는 거의 검출되지 않았고 아마인유처리구(T1)에서만 미량($0.31 \pm 0.43\%$) 검출되었으며, tricosanoic acid(C23:0)와 lignoceric acid(C24:0) 또한 모든 처리구에서 미량으로 존재하였다.

포화지방산(SFA), 단가(MUFA) 및 다가불포화지방산(PUFA)의 합과 오메가-6와 오메가-3의 비율을 살펴보면,

총포화지방산(SFA)은 $36.05 \pm 1.18\%$ 로 아마인유처리구(T1)가 가장 높게 나타났고, 단가불포화지방산(MUFA)은 대조구(C)가 $22.60 \pm 2.11\%$ 로 유의적으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 다가불포화지방산(PUFA)은 홍화씨유처리구(T2)에서 $47.80 \pm 1.29\%$ 로 유의적으로 가장 높았다($p < 0.05$). 오메가-6와 오메가-3의 비율(n-6:n-3)은 홍화씨유처리구(T2)가 $37.56 \pm 12.51\%$ 로 가장 높았고, 아마인유처리구(T1)는 $11.57 \pm 0.90\%$ 로 가장 낮아 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 홍화씨유에는 오메가-6 지방산인 linoleic acid의 함량이 74.76%로 매우 높기 때문에 n-6:n-3 비율이 가장 높았고, 아마인유에는 오메가-3 지방산인 linolenic acid 함량이 51.70%로 높았으므로 n-6:n-3 비율이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 아마인유와 홍화씨유 혼합처리구(T3)는 16.79%로 아마인유처리구 다음으로 낮은 비율을 보였는데 역시 혼합유에 함유되어 있는 2.5%의 아마인유의 영향일 것이라고 사료된다. 이 결과는 아마인유를 돼지에 급여했을 때 다가불포화지방산의 함량이 유의적으로 증가했고, n-6:n-3 비율이 유의적으로 감소했다는 Guillevic 등(2009)의 보고와 유사하였다. 아마인유처리구(T1)에서 n-6:n-3의 비율이 11.57로 가장 낮았지만 이상적인 비율인 4에는 크게 미치지 못하였음을 알 수 있다. 게다가 홍화씨유처리구(T2)는 다가불포화지방산의 함량은 가장 높았으나 오메가-3 지방산에 비해서 오메가-6 지방산의 함량이 37.56%로 크게 높았으므로 이를 개선할 필요가 있다고 사료된다.

IV. 적 요

본 실험은 비육돈 사료 중 오메가-3와 오메가-6 지방산의 증가가 돈육 등심 내 지방산 조성과 돈육의 품질특성에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 수행하였다. 사료 중 유지의 조성은 대조구(우지5%, 아마인유(5%), 홍화씨유(5%) 및 혼합유(아마인유2.5%+홍화씨유2.5%)를 배합하여 비육기 삼원교잡돼지(LYD)에 4주간 급여하였다. 돼지 등심의 지방산 조성은 아마인유처리구(T1)에서 linolenic acid의 함량이 $2.35 \pm 0.21\%$ 로 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 홍화씨유처리구(T2)에서 linoleic acid의 함량이 $35.26 \pm 1.91\%$ 로 가장 높게 나타났고, Oleic acid의 함량은 대조구(C)에서 $21.59 \pm 1.85\%$ 로 가장 높았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 전체 다가불포화지방산의

양은 홍화씨유처리구(T2)가 47.80±1.29%로 다른 처리구 보다 유의적으로 가장 높았고(p<0.05), n-6:n-3 비율은 11.57±0.90으로 아마인유처리구(T1)가 가장 낮은 값을 보였던 반면, 홍화씨유급여구(T2)는 오메가-6 지방산의 함량이 높아져서 37.56±12.51로 유의적으로 가장 높았다(p<0.05). 돈육의 pH와 명도, 적색도는 시험유지급여에 따른 변화가 없었으나, 황색도는 홍화씨유처리구(T2)에서 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높았다(p<0.05). 또한 보수력과 가열감량에 있어서도 시험유지의 급여에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않아(p>0.05) 다가불포화지방산의 함량이 높은 시험유지의 급여가 돈육의 육질특성에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 볼 때 식물성유지의 급여를 통해 육질에 미치는 영향을 최소화하여 소비자들로부터 각광받고 있는 오메가-3 지방산의 함량을 증가시킬 수 있음을 확인하였으나, n-6:n-3 비율이 권장되는 값에 비하여 높게 나타났으므로(11.57:1) 추후 이 비율을 낮추는 사양기술에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 지원사업(세부과제명 : 맥류 곡실 발효사료의 양돈 사료화 연구, 세부과제번호: PJ01053103)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고 문헌

Bowers, JA, Craig, JA, Kropf, DH, Tucker, TJ. 1987. Flavor, color and other characteristics of beef longissimus muscle heated to seven internal temperatures between 55°C and 85°C. *Journal of Food Science*. 52:533-536.

Choe, EO, Lee, JY. 1998. Thermooxidative stability of soybean oil, beef tallow and palm oil during frying of steamed noodles. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 30(2):288-292.

Chung, CS, Lee, JJ, Jung, YC, Kang, CS, Park, HY, Kim, CJ. 1998. Effect of high oil corn on carcass traits, meat quality, and fatty acid composition and cholesterol contents of pork in growing-finishing pigs. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 40(4):373-380.

Conner, WE. 2000. Importance of n-3 fatty acid in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*. 71:171s-175s.

Corino, C, Magni, S, Pagliarini, E, Rossi, R, Pastorelli, G, Chiesa, LM. 2002. Effects of dietary fats on meat quality and sensory characteristics of heavy pig loins. *Meat Science*. 60:1-8.

Dransfield, E. 2008. The taste of fat. *Meat Science*. 80:37-42.

Folch, J, Lees, M, Stanley, GHS. 1957. A simple methods for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *Journal of Biology Chemistry*. 226:497-509.

Grau, R, Hamm, R. 1953. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. *Naturwissenschaften*. 40:29.

Guillevic, M, Kouba, M, Mourot, J. 2009. Effect of a linseed diet on lipid compositon, lipid peroxidation and consumer evaluation of French fresh and cooked pork meats. *Meat Science*. 81:612-618.

Jin, SK, Kim, IS, Song, YM, Hah, KH. 2003. Effects of dietary oils and tocopherol supplementation on fatty acid, amino acid, TBARS, VBN and sensory characteristics of pork meat. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 45(2):297-308.

Miller, MF, Shackelford, SD, Hayden, KD, Reagan, JO. 1990. Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *Journal of Animal Science*. 68:1624-1631.

Moon, SS, Shin, CW, Kang, GH, Joo, ST, Park, GB. 2002. Effects of dietary activated carbon on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of pork. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 22(2):145-150.

Park, BS, Kang, HK. 2004. Effect of linseed oil and canola oil feeding on the n-3 fatty acid content of Pork. *Journal of Food Science and Nutrition*. 33(9):1537-1543.

SAS/STAT (2002). SAS user's guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Shin, DK, Kim, YJ, Lee, MH., Kang, TS. 1998. Effects of dietary fatty acids composition on the physicochemical and sensory characteristics of pork, *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 40(5):545-556.

Simopoulos, AP. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed pharmacother*. 56: 365-379.

Teye, GA, Sheard, PR, Whittington, FM, Nute, GR, Stewart, A, Wood, JD. 2006. Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. *Meat Science*. 73:157-165.

Webb, EC, O'Neill, HA. 2008. The animal paradox and meat quality. *Meat Science*. 80:28-36.

Wood, JD, Enser, M, Fisher, AV, Nute, GR, Sheard, PR, Richardson, RI, Hughes, SI, Whittington, FM. 2008. Fatty acid deposition and meat quality : a review. *Meat Science*. 78:343-358.