

## 오메가 3계열 지방산을 함유하는 사료의 급여가 육용 토종닭 계육 내 지방산 조성에 미치는 영향 탐색

오성택 · 전흥규 · 박정민<sup>1</sup> · 김진만<sup>1</sup> · 강창원 · 안병기\*  
건국대학교 동물자원연구센터, <sup>1</sup>건국대학교 축산식품생물공학과

### Effects of Dietary Sources Containing $\omega$ -3 Fatty Acids on the Fatty Acid Composition of Meats in Korean Native Chickens

Sung-Taek Oh, Heung Kyu Jhun, Jung-Min Park<sup>1</sup>, Jin-Man Kim<sup>1</sup>, Chang-Won Kang, and Byoung-Ki An\*  
*Animal Resources Research Center, Konkuk University, Seoul, 143-701, Korea*  
<sup>1</sup>*Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea*

#### Abstract

Estimations were made of oxidative susceptibility and fatty acid composition of edible meats of native chickens fed various dietary sources containing  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). A total of 240 Korean native chickens were divided into 4 groups, placed into 3 replicates per group, and were fed a commercial diet (Control) or one of the three experimental diets containing 10% perilla meal (PM group), 10% perilla meal-5% full fat flaxseed (PM+FS group), or 10% perilla meal-5% full fat flaxseed-1% fish oil (PM+FS+FO group) for 20 days. Final body weight, weight gain, feed intake, and feed conversion rate among the groups were not significantly different. Dietary treatments did not affect the relative weights of liver, abdominal fat, and breast muscle. The leg weight was increased from the feeding of  $\omega$ -3 PUFA sources. The TBA reactive substance in the edible meat was not different with the dietary treatments. The total  $\omega$ -3 PUFA in chickens that were fed diets containing  $\omega$ -3 PUFA sources increased compared to that of the control. The level of longer chain  $\omega$ -3 PUFAs, such as C20:5  $\omega$ 3 and C22:6  $\omega$ 3 in the PM+FS+FO group, was much higher than that of the others. The addition of local ingredients, such as perilla meal with conventional sources, could be used to obtain value-enhanced meat by enhancing  $\omega$ -3 PUFA.

**Key words:** perilla meal, flaxseed,  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids, edible meat, Korean native chickens

#### 서 론

닭고기는 다른 육류와 비교해서 콜레스테롤과 포화지방산의 함유량이 적지만, 오래 전부터 이들의 함량이 더욱 적은 계육의 생산 및 인체에 유익한 지방산을 이행시키고자 하는 연구가 다양하게 시도되었다. 특히 에스키모와 일본인에 대한 역학조사를 통해 어류에 다량 함유된 장쇄  $\omega$ -3계 불포화지방산을 일상적으로 섭취함으로써 혈중 지질 농도가 저하되고, 동맥경화 및 심장질환 등 순환계 질환의 발생이 감소하거나 예방될 수 있다는 효과가 보고되면서(Bang *et al.*, 1976; Yamori *et al.*, 1985),  $\omega$ -3계 불포화지방산을 함유하는 축산물의 생산에 관심이 모아지게

되었다(Stadelman and Pratt, 1989). 비록 계란 및 계육 내의 콜레스테롤 수준을 저하시키기 위한 시도에는 큰 성과가 없었으나, 이들 양계산물 내의 지방산 조성은 급여하는 사료에 의해 영향을 받기 때문에(Stadelman and Pratt, 1989), 아마유 및 아마종실(Chanmugam *et al.*, 1992; Olomu and Baracos, 1991; Phetteplace and Wakins, 1989), 어유(Edwards May, 1965; Hulan *et al.*, 1988; Miller and Robisch, 1969; Scaife *et al.*, 1994) 및 어분(Hulan *et al.*, 1988; Hulan *et al.*, 1989)을 사료에 첨가하여  $\omega$ -3계 불포화지방산의 함유 비율을 높이는 것이 가능하다고 보고되었다.

한편 해산물 중에 함유된 장쇄  $\omega$ -3계 다가불포화지방산인 eicosapentaenoic acid(C20:5 $\omega$ -3, EPA) 및 docosahexaenoic acid(C22:6 $\omega$ -3, DHA)는 식물성 급원인  $\alpha$ -linolenic acid(C18:3  $\omega$ -3,  $\alpha$ -LNA)와 비교하여 혈액 및 간 내 지질 농도의 저하에 더 효과적이며, 조직 또는 양계산물 내 장쇄  $\omega$ -3계 불포화지방산의 이행에 유리하다는 결과에서 장쇄

\*Corresponding author: Byoung-Ki An, Animal Resources Research Center, Konkuk University, 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3669; Fax: 82-2-452-9946, E-mail: abk7227@hanmail.net

불포화지방산의 형태로 직접 사료에 첨가하는 형태가 바람직한 것으로 사료된다. 그러나 어유 및 어분의 급여에 의해 생산물에서 어취가 발생하는 등의 문제점이 있어 현실적으로 사료 내에 많은 양을 첨가하기는 어렵다(Hargis and Van Elswyk, 1993). 대조적으로 식물성 유지 또는 종실만을 급여하게 되면 총  $\omega$ -3계 불포화지방산의 비율은 증가하지만, 어유를 직접 첨가한 경우와 비교하여 EPA, DHA와 같은 장쇄  $\omega$ -3계 불포화지방산의 증가가 상대적으로 적다는 결과들이 보고되었다(An and Kang, 1999).

현재까지 국내에서도  $\omega$ -3계 불포화지방산을 함유하는 계육의 생산이 다양하게 시도된 바 있지만 대부분이 가격이 비싼 아마종실, 어유 및 오징어유 등을 첨가한 특별사료를 제조하여 급여함으로써 사료 생산비가 큰 폭으로 상승한다는 점이 문제로 될 수 있다(Nam *et al.*, 1997). 임자박은 들깨의 종실로부터 채유하고 난 후에 생산되는 부산물로 단백질 공급원으로써 가금사료에 이용할 수 있는 대체 박류이다.  $\omega$ -3계 불포화 지방산을 함유하는 계육 생산을 위해 임자박을 사용한 예는 아직 보고된 바가 없지만, 임자박 내에는 조지방이 8-10% 수준으로 함유되고 있고 지방을 구성하는 지방산 중  $\alpha$ -LNA가 약 55% 정도 함유되어 있어,  $\omega$ -3계 불포화지방산 공급원으로 이용이 가능할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 재래종 닭을 이용하여 국내 부존 원료인 임자박과 아마종실 및 어유를 단독 또는 혼합 급여했을 때 이들  $\omega$ -3계 불포화지방산 공급원의 급여가 토종닭의 성장과 계육 내의 지방산 조성 및 산패도에 미치는 영향을 조사함으로써 DHA 함유 고부가가치 계육 생산을 위한 자료를 제시하기 위한 목적으로 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물, 실험기간 및 실험사료

본 실험은 45일령 한협 3호를 이용하였고, 4개 처리에 처리당 3반복, 반복별로 20수씩 총 240수를 공시하였다. 각 공시계는 개체별로 체중을 측정하고 반복별로 체중이 동일하도록 임의 배치하였으며, 각각의 실험사료를 총 20일간 급여하였다.

본 실험에서는  $\omega$ -3계 불포화지방산 공급원인 임자박, 아마종실 및 어유를 단독으로 또는 혼합하여 실험 사료를 제조하였다. 일반시판사료를 사용한 대조구와 임자박 10% 첨가구(PM), 임자박 10%와 아마종실 5% 첨가구(PM+FS), 임자박 10%, 아마종실 5% 및 어유 1% 첨가구(PM+FS+FO)를 두었다. 실험사료는 실험 기간 중 2차례 제조하였고, 산패를 최소화하기 위해 10°C 내외의 저장장소에 보관하였다. 각 실험사료 내의 대사에너지와 조단백질 함량 및 기타 영양소의 수준은 대조구 사료와 유사하도록 조절하였다. 실험사료의 조성과  $\omega$ -3계 불포화지방산 공급원의 지

**Table 1. Feed formula and chemical composition of experimental diets**

Items	Control	PM	PM+FS	PM+FS+FO
Yellow corn	52.03	53.42	50.07	50.07
Wheat	10.00	7.80	10.00	10.00
Corn gluten meal	1.30	0.00	0.60	0.60
Soybean meal	28.00	20.00	16.90	16.90
Limestone	1.00	1.00	1.00	1.00
Tricalcium phosphate	1.50	1.40	1.40	1.40
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
Animal fat	5.00	5.00	3.60	2.60
Fish oil	0.00	0.00	0.00	1.00
Flaxseed	0.00	0.00	5.00	5.00
Perilla meal	0.00	10.00	10.00	10.00
Choline-chloride (25%)	0.20	0.20	0.20	0.20
Salinomycin (6%)	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Lysine HCl (99%)	0.12	0.29	0.34	0.34
DL-Methionine (98%)	0.20	0.24	0.24	0.24
Colistine (10%)	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral mix <sup>1)</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin mix <sup>2)</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated Analysis				
Dry matter, %			88.25	
Crude protein, %			19.00	
Ether extract, %			7.32	
Crude fiber, %			3.54	
Crude ash, %			5.21	
Calcium, %			1.00	
Phosphorus, %			0.62	
Available Phosphorus, %			0.40	
Total lysine, %			1.05	
Total sulfur amino acid, %			0.85	
TME <sub>n</sub> , kcal/kg			3,120	

<sup>1)</sup>Mineral mixture provided following nutrients per kg of diet: Fe, 35 mg; Zn, 60 mg; Mn, 85 mg; Cu, 70 mg; I, 1.6 mg; Se 0.1 mg.

<sup>2)</sup>Vitamin mixture provided following nutrients per kg of diet: Vitamin A, 12000 IU; Vitamin D3, 2500 IU; Vitamin E, 25 mg; Vitamin K3, 0.7 mg; Vitamin B1, 1 mg; Vitamin B2, 12 mg; Vitamin B6, 2 mg; Vitamin B12, 0.03 mg; Niacin, 35 mg; Pantothenic acid, 10 mg; Biotin, 0.05 mg; Folic acid, 0.5 mg; Ethoxyquin, 1700 mg.

방산 조성을 Table 1과 2에 각각 명시하였다.

### 사양관리

공시계는 각 반복별로 20수씩 깔짚평사(1.6 m×1.4 m)에 수용하였고, 반복구별로 사료 급이기 및 급수기의 수는 동일하도록 배치하였다. 실험사료와 물의 섭취는 자유로 하였으며, 시험기간 중 점등은 24시간 종일점등으로 하였다. 공시계의 체중과 사료섭취량은 7일에 한 차례씩 오전 11시에 조사하였다.

**Table 2. The fatty acid composition of perilla meal, full-fat flaxseed and fish oil**

Fatty acids <sup>1,2)</sup>	Perilla meal	Flaxseed	Fish oil
C16:0	8.20	5.66	11.39
C16:1 ω7	1.39	0.06	10.30
C18:0	2.52	2.95	2.21
C18:1 ω9	15.92	21.10	23.42
C18:2 ω6	15.83	14.18	0.80
C18:3 ω3	51.55	53.32	0.40
C20:1 ω9	1.66	0.21	5.66
C20:5 ω3	-	-	12.84
C22:6 ω3	-	-	5.87

<sup>1)</sup>Number of carbon atom: number of double bonds, followed by the position of the first double bond relative to the methyl end.

<sup>2)</sup>Values expressed as % of total fatty acid.

## 조사항목

### 1) 사료섭취량, 일당증체량 및 사료요구율

사료섭취량은 잔량을 매주 측정하여 급여량으로부터 계산하였고, 주 1회 반복별로 중간체중을 측정하여 일당증체량을 산출하였다. 실험 20일간의 누적 사료섭취량과 증체량을 대비하여 사료요구율을 산출하였다.

### 2) 간과 복강지방의 중량

실험 10일째와 종료 시에 반복별로 체중이 유사한 2수씩을 선발하여 도살한 후 간을 채취하였고, 근위와 복부 근육주위를 둘러싸고 있는 복강지방을 취하여 무게를 측정하였다. 채취한 간과 복강지방은 생체중 100 g 당 상대적 중량으로 환산 표기하였다.

### 3) 가식성 근육의 생산량

간과 복강지방을 채취한 후 가슴근육과 다리부위를 채취하여 무게를 측정하였다. 가슴근육은 오른쪽 가슴부위의 안심을 포함한 근육을 채취하였고, 다리부위는 오른쪽 고골(femur) 상부에서부터 경골(tibia) 하단까지 뼈를 포함한 근육을 채취하여 무게를 측정하였다. 채취한 가식성 근육은 생체중에 대한 상대적 중량으로 표시하였다.

### 4) 계육의 산패도 측정

계육 내의 지질 산화도는 Tarladgis 등(1964)의 방법을 일부 수정하여 조사하였다. 분쇄육 20 g을 냉각한 stainless steel cup에 넣고 4°C의 추출용액(20% TCA in 2 M phosphoric acid) 50 mL을 첨가한 다음 10,000 rpm 이상으로 균질화하였다. 내용물을 100 mL flask에 옮긴 다음 40 mL의 증류수를 첨가하였다. 100 mL로 mass up하여 희석한 다음 여과지를 통해 여과시킨 후 이 중 5 mL을 채취하여 test tube에 넣고 TBA 시약 5 mL을 첨가하였다. Test tube에 뚜껑을 씌우고 잘 섞어준 후 암실에서 15시간 보관한 다음, 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 5) 계육 내 지방산 조성의 측정

지방산 분석을 위한 전처리는 계육을 세절한 후, Folch 등(1957)의 방법에 의해 다음과 같이 처리하였다. 세절한 가슴 근육 시료를 정확히 3 g 측정하여 여기에 Folch solution(chloroform:methanol, 2:1 v/v)을 sample의 약 20배인 60 mL 넣었다. Homogenizer로 균질화한 후 분별갈대에 담고, 여기에 생리 식염수 15 mL을 넣고 잘 흔들고 2-3분 경과 후 분리된 용액의 하층 부분만을 삼각 플라스크에 담았다. 수분 제거를 위해 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(sodium sulfate, anhydrous)를 적당량 넣었다. 여과를 통해 불순물을 제거한 후 rotary evaporator에서 용액이 완전히 기화될 때까지 증발시켰다. 2 mL의 hexane을 넣어 유지를 녹인 후 이것을 총지방 및 지방산 분석용 sample로 이용하였다.

Methylation과 중화반응을 통해 최종적으로 얻어진 sample은 gas chromatography(HP 6890 series, Agilent, USA)에 injection하였다. Omegawax 320 capillary column(30×0.32 mm ID)을 이용하였고, column 초기 온도는 180°C로 하였고, 분당 2.5°C씩 승온시켜 최종 온도를 220°C로 하였다. Detector와 injection port의 온도는 각각 250°C로 하였다. Carrier gas로는 helium을 사용하였다. 가슴근육의 지방산 조성은 메칠에스테르화된 지방산 표준물질의 retention time과 비교하여 동정하였다.

## 통계분석

모든 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 Statistical Analysis System(SAS, 2002)의 General Linear Model(GLM)Program을 이용하여 실시하였다. 분산분석 상에 유의차가 인정된 경우 Duncan의 다중검정에 의해 처리간의 유의성을 검정하였다(Duncan, 1955).

## 결과 및 고찰

### 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 미치는 영향

Table 3에는 임자박, 아마종실 및 어유의 사료 내 첨가가 공시계의 종료체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 미치는 영향에 대한 결과를 명시하였다. 종료 체중과 일당 증체량은 처리간에 큰 차이가 없었으며, 사료요구율 역시 통계적 유의성은 없는 것으로 나타났다.

### 조직의 상대적 중량에 미치는 영향

실험개시 10일째와 종료 시에 조사한 간, 복강지방의 상대적 중량에 대한 결과를 Table 4에 나타내었다. 생체중에 대한 상대적인 중량으로 표시한 간 무게는 실험 10일째에 실험구에서 2.09부터 2.18로, 대조구의 2.37보다 다소 낮은 수치를 나타냈다. 실험 종료 시의 간 중량에도 유사한 결과가 관찰되어 대조구에서 2.04로 모든 실험구와 비교하여 높게 나타났으나 통계적인 유의차는 인정되지 않았다.

**Table 3. Effects of dietary sources containing  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids on growth performance**

	Control	PM	PM+FS	PM+FS+FO
Initial BW, g/bird	1115.0	1119.0	1117.50	1111.25
Final BW, g/bird	2032.8	2005.96	2075.00	2017.11
Weight gain, g/d/bird	41.85±2.47	40.34±2.63	43.78±0.53	41.28±3.72
Feed intake, g/d/bird	123.68±5.61	115.51±2.76	126.99±1.35	123.21±1.67
FCR, feed/gain	2.96±0.05	2.88±0.14	2.90±0.00	3.01±0.23

Abbreviation used: PM, perilla meal; FS, flaxseed; FO, fish oil  
Values are mean±SE.

**Table 4. Effects of dietary sources containing  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids on relative weights of various organs**

	Control	PM	PM+FS	PM+FS+FO
10th day				
Liver, g/100 g BW	2.37±0.10	2.09±0.04	2.18±0.12	2.15±0.06
Abdominal fat, g/100 g BW	2.77±0.38	2.42±0.45	2.20±0.36	2.66±0.18
Breast muscle, g/100 g BW	5.30±0.38	5.59±0.18	5.61±0.26	5.65±0.21
Leg muscle, g/100 g BW	8.51±0.21	8.54±0.18	8.90±0.07	9.00±0.35
20th day				
Liver, g/100 g BW	2.04±0.13	1.95±0.06	1.89±0.05	1.97±0.07
Abdominal fat, g/100 g BW	3.11±0.57	3.54±0.10	3.56±0.39	3.48±0.29
Breast muscle, g/100 g BW	5.86±0.15	5.97±0.18	5.74±0.09	5.75±0.17
Leg muscle, g/100 g BW	8.77±0.32 <sup>b</sup>	9.46±0.13 <sup>a</sup>	9.22±0.12 <sup>ab</sup>	9.18±0.15 <sup>ab</sup>

Abbreviation used: PM, perilla meal; FS, flaxseed; FO, fish oil

<sup>a,b</sup>Means±SE within a row with no common superscript differ significantly ( $p < 0.05$ ).

실험 10일째에 조사한 복강 지방의 무게는 대조구에서 2.77로 실험구보다 다소 높은 수치를 나타냈으나, 실험 종료 시에는 PM+FS, PM+FS+FO구에 비해 대조구에서 다소 낮은 수치가 관찰되었다. 임자박, 아마종실 및 어유와 같은  $\omega$ -3계 불포화지방산 공급원을 본 연구의 첨가 수준 정도로 유지하여 이용한다면 제조성에 큰 문제는 없을 것으로 생각된다.

실험 10일째에 조사한 가슴근육 중량은 대조구에 비해 임자박, 아마종실 및 어유를 첨가한 처리구에서 다소 증가하는 경향이 관찰되었다. 다리부위의 중량에서는 통계적인 유의차는 인정되지 않았으나 대조구에 비해 PM+FS 구, PM+FS+FO구에서 높은 경향을 나타내었다. 실험 종료 시에 조사한 가슴근육의 중량에서는 처리간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났지만, 다리부위의 중량은 대조구에 비해 PM 구에서 유의하게 높은 결과가 관찰되었다. PM+FS 구, PM+FS+FO구 역시 통계적인 유의차는 인정되지 않았지만 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었다.

가식성 근육의 중량이 증가하는 경향 혹은 유의한 증가

를 보이는데 대해서 그 원인이 무엇인지는 본 연구의 결과만으로는 해석하기 어려우며, 유사한 결과를 보고한 다른 선행연구의 예도 찾아볼 수 없었다.  $\omega$ -3계 불포화지방산 공급원의 첨가에 의해 가식성 근육이 증가한 것은 매우 긍정적인 변화이며, 따라서 이 부분에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 계육의 산패도에 미치는 영향

대조구의 근육 내 malonaldehyde(MDA)의 양은 0.1641 mg/kg으로 임자박, 아마종실 및 어유를 첨가한 실험사료 급여구보다 근육 내 MDA의 양이 낮은 것으로 나타났다 (Table 5). MDA는 지질 산화 시에 생성되는 2차 산화산물로, 일반적으로 TBAR반응에 의해 측정하여 고기의 산패 정도를 판단하는 척도로 이용한다(Kishida *et al.*, 1990). 불포화지방산 함량이 높은 유지를 사료 내에 첨가하여 급여하는 경우 지질의 산화 방지를 위한 적절한 처리를 해주지 못하면 병아리의 성장이 저하되고(Lin *et al.*, 1989), 영양성 뇌연화증(nutritional encephalomalacia)이 발생할 위

**Table 5. Effects of dietary sources containing  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids on lipid peroxidation of breast muscles**

	Control	PM	PM+FS	PM+FS+FO
Malonaldehyde, mg/kg	0.16±0.04	0.25±0.02	0.20±0.03	0.25±0.05

Abbreviation used: PM, perilla meal; FS, flaxseed; FO, fish oil  
Values are mean±SE.

험이 높아진다 (Budowski *et al.*, 1987). 또한 사료를 저장하는 중에도 혹은 닭이 섭취한 후에도 체내에서 지질의 산화가 빠르게 일어나며 산패가 쉽게 나타나 도체 후 고기의 질을 저하시키는 원인이 되는 것으로 알려져 있다 (Sheehy *et al.*, 1993). 본 연구실의 선행연구를 통해서 아미종실을 장기적으로 급여하였을 때 계육의 보존 중에 TBAR값이 증가한다는 결과가 관찰되었다(Nam *et al.*, 1997).

사료 내 지방 공급원의 산패를 막기 위해서는 butylated hydroxytoluene(BHT), butylated hydroxyanisole(BHA)과 같은 합성 항산화제를 이용하여 지질의 산화를 감소시킬 수 있다. 그러나 합성 항산화제보다는 자연 항산화제의 사용이 바람직한데, vitamin E를 사료 내에 첨가함으로써 산패를 줄일 수 있는 것으로 보고되고 있다(Haglund *et al.*, 1991).

TBARS 분석 결과를 통해 임자박, 아미종실 및 어유의 사용량이 계육 내 지질 산화에 큰 영향을 미치는 수준이 아니라는 점을 알 수 있었으며, vitamin E의 첨가 수준을 증가시키는 등 적절한 처리를 함으로서  $\omega$ -3계 불포화지방산을 함유하는 고부가가치 계육 생산에 있어 지질 산화 및 산패의 문제를 해결할 수 있을 것으로 사료되었다.

#### 계육 내 지방산 조성에 미치는 영향

Table 6에는 계육 내 지방산 조성에 미치는 영향에 대

한 결과를 나타내었다. 일반시판사료를 급여한 대조구에서는 oleic acid(C18:1)의 비율이 PM+FS구 및 PM+FS+FO구에 비해 유의하게 높은 결과를 나타내었다.  $\omega$ -6 불포화지방산(C18:2  $\omega$ -6, C20:4  $\omega$ -6)의 비율은 처리간에 큰 차이가 관찰되지 않았다.

임자박, 아미종실 및 어유 첨가에 의해  $\omega$ -3계 불포화지방산( $\alpha$ -LNA, EPA, DHA)의 비율이 증가하는 경향 및 유의하게 증가하는 결과가 나타났다. EPA와 DHA는 어유를 첨가한 PM+FS+FO구에서 다른 구와 비교하여 유의하게 증가하는 특징적인 결과가 얻어졌다. PM+FS+FO구에서는 대조구와 비교해서 DHA의 비율은 약 3.5배 증가하였으며, PM+FS구와 비교해서도 2배 가까이 높은 수치를 보였다.

총 포화지방산(total SFA)의 비율은 처리간에 큰 차이가 없었으나 총 단일불포화 지방산(total MUFA)의 비율은  $\omega$ -3계 불포화지방산 공급원의 사료 내 첨가에 의해 감소하는 경향 및 유의한 저하를 나타내었다. 총 다가불포화지방산(total PUFA)의 비율은 대조구에 비해 모든 실험구에서 유의하게 증가하였다. 총  $\omega$ -6 불포화지방산의 비율은 처리간에 큰 차이를 보이지 않았으나 총  $\omega$ -3계 불포화지방산의 비율은 대조구와 비교하여 임자박, 아미종실 및 어유의 급여에 의해 유의하게 증가하였으며 PM+FS+FO구에서 가장 높은 것으로 나타났다. PM+FS+FO구에서는 대조구와 비교해서 총  $\omega$ -3계 불포화지방산의 비율이 4.5배 증

**Table 6. Effects of dietary sources containing  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids on fatty acid profiles of breast muscles**

Fatty acids	Control	PM	PM+FS	PM+FS+FO
	(%)			
C14:0	0.72±0.07 <sup>a</sup>	0.65±0.04 <sup>ab</sup>	0.56±0.03 <sup>b</sup>	0.70±0.02 <sup>a</sup>
C14:1	0.41±0.25	0.15±0.01	0.11±0.01	0.13±0.02
C16:0	21.99±0.40 <sup>a</sup>	20.31±0.55 <sup>b</sup>	19.48±0.36 <sup>b</sup>	19.91±0.18 <sup>b</sup>
C16:1 $\omega$ 7	5.03±0.50	4.45±0.32	3.09±0.69	3.58±0.85
C18:0	7.90±0.61 <sup>b</sup>	8.59±0.50 <sup>b</sup>	10.33±0.54 <sup>a</sup>	9.32±0.42 <sup>ab</sup>
C18:1 $\omega$ 9	32.00±2.40 <sup>a</sup>	29.29±1.70 <sup>ab</sup>	25.85±1.26 <sup>b</sup>	25.54±0.29 <sup>b</sup>
C18:2 $\omega$ 6	19.66±1.09	19.75±0.55	20.44±0.68	19.70±0.36
C18:3 $\omega$ 6	0.18±0.02 <sup>a</sup>	0.16±0.01 <sup>ab</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>
C18:3 $\omega$ 3	0.75±0.07 <sup>c</sup>	2.31±0.34 <sup>b</sup>	2.88±0.35 <sup>b</sup>	3.83±0.34 <sup>a</sup>
C20:1 $\omega$ 9	0.44±0.03	0.41±0.02	0.38±0.03	0.39±0.04
C20:3 $\omega$ 9	0.24±0.03 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>ab</sup>	0.33±0.02 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>b</sup>
C20:3 $\omega$ 6	0.35±0.05 <sup>b</sup>	0.44±0.05 <sup>ab</sup>	0.51±0.02 <sup>a</sup>	0.43±0.03 <sup>ab</sup>
C20:4 $\omega$ 6	2.32±0.81	3.57±0.53	3.97±0.59	3.54±0.11
C20:5 $\omega$ 3 (EPA)	0.18±0.04 <sup>c</sup>	0.31±0.06 <sup>bc</sup>	0.39±0.04 <sup>b</sup>	0.76±0.07 <sup>a</sup>
C22:6 $\omega$ 3 (DHA)	0.37±0.08 <sup>c</sup>	0.59±0.05 <sup>bc</sup>	0.79±0.12 <sup>b</sup>	1.27±0.10 <sup>a</sup>
Total SFA	30.61±0.76	29.55±0.60	30.37±0.30	29.93±0.53
Total MUFA	37.89±2.90 <sup>a</sup>	34.30±2.01 <sup>ab</sup>	29.43±1.95 <sup>b</sup>	29.65±1.13 <sup>b</sup>
Total PUFA	24.06±0.92 <sup>b</sup>	27.41±1.15 <sup>a</sup>	29.44±1.43 <sup>a</sup>	29.92±0.57 <sup>a</sup>
Total $\omega$ 3	1.30±0.10 <sup>c</sup>	3.21±0.38 <sup>b</sup>	4.06±0.45 <sup>b</sup>	5.86±0.48 <sup>a</sup>
Total $\omega$ 6	22.52±0.95	23.92±0.80	25.05±0.98	23.80±0.28
$\omega$ 3/ $\omega$ 6	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.01 <sup>b</sup>	0.25±0.02 <sup>a</sup>

Abbreviation used: PM, perilla meal; FS, flaxseed; FO, fish oil; SFA, saturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid; PUFA, polyunsaturated fatty acid

<sup>a-c</sup>Means±SE within a row with no common superscript differ significantly ( $p < 0.05$ ).

가한 것으로 나타났다.  $\omega$ -3/ $\omega$ -6지방산 비율 역시 대조구의 0.06에서 PM+FS+FO 구의 0.25까지 직선적으로 증가하였다.

선행연구를 통해 조직 내 지방산 조성은 사료 내 첨가하는 지방 급원의 지방산 조성에 의한 영향을 크게 받는다는 결과가 시사되었다.  $\alpha$ -LNA를 함유하는 유지 또는 식물성 종실을 급여하면 계육 내(Ajuyah *et al.*, 1991; Channugam *et al.*, 1992; Olomu and Baracos, 1991; Phetteplace and Wakins, 1989), 병아리의 조직 내(Budowski and Crawford, 1986; Fritsche *et al.*, 1991)에  $\alpha$ -LNA와 EPA 및 DHA의 흡수가 증가되며, 어유(Edwards and May, 1965; Hulan *et al.*, 1988; Scaife *et al.*, 1994) 및 어분(Hulan *et al.*, 1988; Hulan *et al.*, 1989)의 급여에 의해서도 계육 내 EPA와 DHA 같은 장쇄  $\omega$ -3계 불포화지방산의 비율을 높일 수 있었다.

어류 내에 함유된 EPA와 DHA는 식물성 급원인  $\alpha$ -LNA와 비교하여 계육 내 장쇄  $\omega$ -3계 불포화지방산의 흡수에 유리하다는 결과에서 EPA, DHA와 같은 장쇄 불포화지방산의 형태로 직접 사료에 첨가하는 형태가 바람직하다. 그러나 어유 및 어분의 급여에 의해  $\omega$ -3계 불포화지방산을 다량 함유하는 양계산물의 생산은 가능하지만 생산물에서 어취가 발생하는 등의 문제점이 있어 현실적으로 첨가 수준을 높이는 어려운 것이 사실이다(Hargis and Van Elswyk, 1993). 식물성 유지 또는 종실만을 급여하게 되면 총  $\omega$ -3계 불포화지방산의 비율은 증가하지만, 어유를 직접 첨가한 경우와 비교하여 EPA, DHA와 같은 장쇄  $\omega$ -3계 불포화지방산의 증가가 상대적으로 적다는 결과들이 지적되고 있다. 따라서  $\omega$ -3계 불포화지방산을 함유하는 식물성 종실 및 박류를 위주로 하는 배합에 어유를 소량 첨가하는 형태의 사료 배합이 생산물 내 총  $\omega$ -3계 불포화지방산의 비율을 높이면서 EPA와 DHA의 비율 역시 증가시키는 효율적인 방법이 될 것이다.

본 연구에서는 대조구에 비해 PM구에서 계육 내  $\alpha$ -LNA의 비율이 3배 이상 증가하는 결과가 관찰되었으며, 임자박이  $\omega$ -3계 다가불포화지방산 강화 양계산물의 생산을 위한 원료로서 이용할 수 있음이 나타났다. 임자박을 사용한 선행 연구는 예가 거의 없는데, 본 연구를 통해 임자박과 같은 부존원료를 사용한 고부가가치 양계산물의 생산 가능성이 충분히 시사되었다.

## 요 약

본 실험은 부존사료자원을 토종닭에 이용하여 EPA 및 DHA와 같은  $\omega$ -3계 다가불포화지방산을 함유하는 고품질 계육을 생산하기 위한 목적으로 실시하였다. 45일령의 재래종 암수닭을 공시하여 20일간 사양실험을 수행하였다. 일반시판사료를 사용한 대조구와 임자박 10% 첨가구(PM),

임자박 10% 및 아미종실 5% 첨가구(PM+FS), 임자박 10%, 아미종실 5% 그리고 어유 1% 첨가구(PM+FS+FO)로 나누어, 4처리 3반복 그리고 반복당 20수씩 총 240수를 공시하였다. 실험 종료 시체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료 요구율 등 생산성과 관련된 항목에서는 처리간에 큰 차이는 관찰되지 않았다. 대조구에 비해 모든 시험구에서 산패도 수치가 약간 높게 나타났으나 처리간에 유의차는 인정되지 않았다. 계육 내의 지방산 조성을 조사한 결과에서  $\omega$ -6계 불포화지방산의 비율은 처리간에 큰 차이가 관찰되지 않았다. 임자박, 아미종실 및 어유 첨가에 의해  $\omega$ -3계 불포화지방산(C18:3  $\omega$ -3, EPA, DHA)의 비율이 증가하는 경향 및 유의하게 증가하는 결과가 나타났다. 특히 EPA와 DHA는 어유를 첨가한 PM+FS+FO구에서 다른 구와 비교하여 유의하게 증가하였다. 본 연구의 결과, 임자박, 아미종실 및 어유를 일반시판사료에 적정량 혼합 급여하는 사료적 처리를 통해 재래종 닭에서 조직 내 총  $\omega$ -3계 불포화지방산 및 DHA 함량을 증가시킬 수 있었으며, 이렇게 생산된 고부가가치 계육이  $\omega$ -3계 불포화지방산의 좋은 공급원이 될 수 있을 것으로 사료되었다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업(닭고기수출연구사업단)과 건국대학교의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. An, B. K. and Kang, C. W. (1999) Effects of dietary fat sources containing  $\omega$ -3 or  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids on fatty acid composition of egg yolk in laying hens. *J. Anim. Sci. Technol.* **41**, 293-310.
2. Ajuyah, A. O., Lee, K. H., Hardin, R. T., and Sim, J. S. (1991) Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. *Poultry Sci.* **70**, 2304-2314.
3. Bang, H. O., Dyerberg, J., and Hjorne, N. (1976) The composition of food consumed by Greenland Eskimos. *Acta Med. Scand.* **200**, 69-73.
4. Budowski, P. and Crawford, M. A. (1986) Effect of dietary linoleic and  $\alpha$ -linolenic acids on the fatty acid composition of brain lipids in the young chick. *Prog. Lipid Res.* **25**, 615-618.
5. Budowski, P., Leighfield, M. I., and Crawford, M. A. (1987) Nutritional encephalomalacia in the chicks: an exposure of vulnerable period for cerebella development and possible need for both  $n$ -6 and  $n$ -3 fatty acids. *Brit. J. Nutr.* **58**, 1617-1620.
6. Channugam, P., Boudreau, M., Boutte, T., Park, R. S., Hebert, J., Berrio, L., and Hwang, D. W. (1992) Incorporation of dif-

- ferent types of *n*-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poultry Sci.* **71**, 516-521.
7. Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F test. *Biomet.* **11**, 1-42.
  8. Edwards, H. M. and May, K. N. (1965) Studies with menhaden oil in practical-type broiler rations. *Poultry Sci.* **44**, 685-689.
  9. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
  10. Fritsche, K. L., Cassity, N. A., and Huang, S. C. (1991) Effect of dietary fats on the fatty acid compositions of serum and immune tissue in chickens. *Poultry Sci.* **70**, 1213-1222.
  11. Haglund, O., Luostarinen, R., Wallin, R., Wibell, L., and Saldeen, T. (1991) The effects of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin E. *J. Nutr.* **121**, 165-169.
  12. Hargis, P. S. and Van Elswyk, M. E. (1993) Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *World's Poultry Sci. J.* **49**, 251-264.
  13. Hulan, H. W., Ackman, R. G., Ratnayake, W. M. N., and Proudfoot, F. G. (1988) Omega-3 fatty acid levels and performance of broiler chickens fed redfish meal or redfish oil. *Can. J. Anim. Sci.* **68**, 533-547.
  14. Hulan, H. W., Ackman, R. G., Ratnayake, W. M. N., and Proudfoot, F. G. (1989) Omega-3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal. *Poultry Sci.* **68**, 153-162.
  15. Kishida, E., Oribe, M., and Kojo, S. (1990) Relationship among malonaldehyde, TBA-reactive substances, and tocopherol in the oxidation of rapeseed oil. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **36**, 619-623.
  16. Lin, C. F., Gray, J. I., Asghar, A., Buckley, D. J., Booren, A. M., and Flegal, C. J. (1989) Effects of dietary oils and  $\alpha$ -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat. *J. Food Sci.* **54**, 1457-1460.
  17. Miller, D. and Robisch, P. (1969) Comparative effect of herring, menhaden, and safflower oils on broiler tissues fatty acid composition and flavor. *Poultry Sci.* **48**, 2146-2157.
  18. Nam, K. T., Lee, H. A., Min, B. S., and Kang, C. W. (1997) Influence of dietary supplementation with linseed and vitamin E on fatty acids,  $\alpha$ -tocopherol and lipid peroxidation in muscles of broiler chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.* **66**, 149-158.
  19. Olomu, J. M. and Baracos, V. E. (1991) Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition, and fatty acid composition of broiler chicks. *Poultry Sci.* **70**, 1403-1411.
  20. Phetteplace, H. W. and Watkins, B. A. (1989) Effects of various *n*-3 lipid sources on fatty acid compositions in chicken tissues. *J. Food Compos. Anal.* **2**, 104-117.
  21. SAS (2002) SAS User's guide, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
  22. Scaife, J. R., Moyo, J., Galbraith, H., Michie, W., and Campbell, V. (1994) Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *Brit. Poultry Sci.* **35**, 107-118.
  23. Sheehy, P. J. A., Morrissey, P. A., and Flynn, A. (1993) Influence of heated vegetable oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol, fatty acid and lipid peroxidation in chicken muscle. *Brit. Poultry Sci.* **34**, 367-381.
  24. Stadelman, W. J. and Pratt, D. E. (1989) Factors influencing composition of the hen's egg. *World's Poultry Sci. J.* **45**, 247-266.
  25. Tarladgis, B. G., Pearson, A. M., and Dgan, Jr. L. R. (1964) Chemistry of the 2-Thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. *J. Sci. Food Agr.* **15**, 602-607.
  26. Yamori, Y., Nara, Y., Iritani, N., Workman, R. J., and Inagami, T. (1985) Comparison of serum phospholipid fatty acids among fishing and farming Japanese populations and American Inlanders. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **31**, 417-422.

---

(Received 2012.3.30/Revised 2012.6.4/Accepted 2012.6.21)