

닭고기의 감마지방산 강화에 관한 달맞이꽃종자유의 급여효과

강환구 · 박병성[†]

강원대학교 동물생명공학과

Effect of Dietary Evening Primrose Oil on γ -Fatty Acid Enrichment of Broiler Meat

Hwan-Ku Kang and Byung-Sung Park[†]

Dept. of Animal Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

This study examined the effects of different levels of evening primrose oil (EPO) on the accumulation of γ -fatty acids in broiler meat. Six hundred one-day-old male chicks (Ross strain) from commercial broilers were divided randomly into 6 groups \times 4 repeat pens. The broilers were fed experimental diets containing 4.0% tallow (control), 0.5% EPO, 0.7% mixed oil (EPO 70:soy bean oil 30), 1.5% EPO, 3.0% EPO or 4.0% EPO for two weeks of broiler finisher. There was a significant difference in body weight gain between the control and treatment groups except for the 0.5% EPO group ($p < 0.05$). There was a significant difference in the percentage of thigh and breast weight against the carcass weight between control and treatment groups except for the 0.5% EPO group in the thigh and 0.5% EPO and 4.0% EPO groups in the breast weight ($p < 0.05$). The saturated fatty acid levels of the skin and breast muscle lipid of the broilers fed diets containing EPO were significantly lower than that of the control group ($p < 0.05$), while the level of unsaturated fatty acid was significantly higher than that of the control group ($p < 0.05$). The γ -fatty acid (GLA, gamma-linolenic acid, 18:3n-6) level was particularly higher in the chicken meat lipids from the broilers fed EPO than in the control group ($p < 0.05$). This shows that feeding EPO to chicks can produce novel functional broiler meat that is enriched in gamma-linolenic acid.

Key words: broiler chicken meat, fatty acid, γ linolenic acid, growth performance

서 론

최근 감마리놀렌산의 생리활성 효과들이 새롭게 부각되면서 감마지방산에 대한 관심이 높아졌다. 감마지방산이란 오메가 6(n-6) 계열의 모지방산인 리놀레산(linoleic acid, 18:2n-6)으로부터 합성되는 중간대사물로서 감마리놀렌산(GLA, gamma linolenic acid, 18:3n-6)과 디호모감마리놀렌산(DGLA, dihomo-gamma linolenic acid, 20:3n-6)을 말한다(1). 사람을 포함한 모든 포유동물은 필수지방산의 결핍을 방지하기 위해서 리놀레산으로서 총 식이 에너지의 1~2%를 요구한다. 사람의 혈액은 리터당 5~6 g 지질을 함유하며 리놀레산과 그 대사물들은 1,500 mg/L, GLA 25 mg/L, DGLA 100 mg/L 그리고 아라키돈산 400 mg/L가 함유되어 있고, 사람의 모유에는 충분한 양의 감마지방산이 함유된 것으로 알려졌다(2). 비유 1주 후 모유 내 GLA 함량은 모유 지질 리터 당 0.35~1.0%이며, 비슷한 양이 초유 즉 비유 첫 날 생산된 모유에도 함유되어 있음이 밝혀졌다(3). 사람의 모유는 리터당 약 33 g의 지질을 함유하기 때문에 하루에

약 800 mL의 젖을 먹는 체중 5 kg의 모유섭취 유아는 하루 체중 kg 당 GLA 약 25~65 mg을 섭취한다(1). DGLA는 사람의 모유 내 상당히 높은 양이 함유되어 있으며 총 지질의 0.3~0.4%인 것으로 알려졌다. 따라서 모유섭취 유아는 일일 체중 kg 당 20~26 mg의 DGLA를 섭취한다(4). 감마지방산이 부족하게 되면 아토피성 피부염의 발생률이 높은데 최근 우유를 섭취하고 자라난 어린이들에게서 아토피성 피부염 발생률이 높은 것은 바로 이러한 이유 때문으로 볼 수 있다(5-7). 한편 감마지방산을 공급해주면 여성의 생리통 격감, 습진 등의 피부질환 방지, 노화지연으로 인한 화장품 사용 여성들의 피부보호, 혈액 지질대사 개선에 의한 심혈관계 질환(심근경색, 동맥경화증), 뇌혈관 질환(뇌졸중) 예방, 고혈압 예방, 면역강화, 비만 예방효과 그리고 폐경기 여성의 골다공증 예방효과들이 새롭게 밝혀지고 있다(2,8). 감마지방산의 안전성을 고려한 일일 최대 섭취량은 1일 300~360 mg 또는 체중 50 kg 성인 여성이 일일 체중 kg 당 6~7 mg인 것으로 보고되었고(1,9), 임상적 결과 및 국내 시판되고 있는 수입 건강보조식품에서 제시된 일일 섭취권장량은

[†]Corresponding author. E mail: bspark@kangwon.ac.kr
Phone: 82 33 250 8615, Fax: 82 33 251 7719

30 mg 이상으로 나타나고 있다. 감마지방산은 모유에서 발견되었으며 GLA로서 감마지방산은 삼씨유(hemp seed oil)에 1~6%, 달맞이꽃 종자유(EPO, evening primrose oil)에 7~10%, 까막까치밥나무유(black currant oil)에 15~20%, 서양자초유(borage oil)에 18~25%가 함유되어 있다(10-12). 그러나 닭고기와 같은 축산식품에는 거의 함유되어있지 않으며 수행된 연구결과도 찾아 볼 수 없었다. GLA가 사람에서 정상적으로 합성된다고 하더라도 Δ^6 -desaturase 역가가 부족하거나 Δ^6 -desaturase의 작용을 억압할 수 있는 여러 가지 인자들에 의해서 GLA의 양이 부족하게 되면 각종 질환에 노출되기 쉽다(1,2). 따라서 이러한 상태에서 GLA의 공급은 이익이 될 수 있으며 식품을 통한 GLA의 섭취를 높이기 위한 방법의 하나로써 닭고기 내 GLA를 강화하는 연구가 필요하다. 본 연구는 달맞이꽃종자유를 섭취한 닭에서 감마지방산이 강화된 새로운 기능성 닭고기 생산을 위한 기초실험 목적으로서 수행하였다.

재료 및 방법

시험동물 및 시험설계

로스(Ross×Ross)계통의 성감별을 실시한 수컷 broiler 600수를 6처리구×4반복으로 완전임의 배치하였다. 각 처리구 당 100수씩 배치하였고 반복구 당 25수씩으로 구분하였다.

달맞이꽃종자유(EPO)는 (주)신우무역을 통하여 중국산(Rolf M. Wunder & Co.)을 구입해서 이용하였다. 시험처리구는 포화지방산 급원으로서 우지를 함유하는 대조구, 감마

지방산 급원으로서 EPO 0.5%, EPO 혼합유(EPO 70:대두유 30) 0.7%, EPO 1.5%, EPO 3.0% 및 EPO 4.0% 첨가구 등 모두 6개의 처리구로 구분하여서 EPO 첨가수준에 따른 닭고기 부위별 지질에 대한 감마지방산의 변화를 조사하였다.

시험사료 및 사양관리

시험사료는 미국의 NRC 사양표준(13)에서 제시한 육계의 영양소 요구량을 참고하여 배합하였으며, 조단백질과 대사에너지 함량을 동일한 수준으로 조절해 주었다(Table 1). 사료에 첨가된 식물성 기름 내 불포화지방산의 산화 방지를 위해서 천연 항산화제로써 비타민 E(α -tocopheryl acetate)를 국내 사료회사에서 일반적 사용수준인 사료 kg 당 200 mg을 첨가하였다. 첨가지방의 지방산 조성은 Table 2에서 보는 바와 같으며 우지는 포화지방산 함량이 52.12%(16:0 26.66%, 18:0 23.23%)를 차지하였고, 대두유는 불포화지방산이 85.23%(18:2n-6 54.69%, 18:1n-9 22.03%) 그리고 EPO는 불포화지방산이 73.34%로서 포화지방산보다도 높았다. 특히 대두유는 n-3 지방산이 8.51%, EPO에는 감마지방산인 GLA가 8.98% 함유되었음을 알 수 있었다. 시험사료의 지방산 조성은 Table 3과 같으며 EPO 첨가수준이 4.0%로 높아짐에 따라서 사료 내 GLA 함량 역시 높아졌음을 알 수 있었다. 배합된 시험사료는 서늘한 장소에 보관하면서 육계후기(4주령~5주령) 2주 동안 무제한 급여해 주었다. 즉 처음 3주(부화당일~21일령) 동안은 육계전기용 시판사료를 급여하였으며 배합된 시험사료는 22일째부터 35일령까지의 육계후기(4주령~5주령) 2주 동안 급여하였다. 물은 무제한 급수 해주었으며 기타 일반 사양관리는 본 대학 관행기준법에 의

Table 1. Formula and nutrient content of the experimental diets for broiler chickens (finisher 4~5 weeks) (% of diets)

Ingredient	Diets containing EPO ¹⁾					
	0	0.5%	Mixed oil ²⁾	1.5%	3.0%	4.0%
Yellow corn, ground	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0
Soybean oil meal	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4
Wheat bran	9.30	9.30	9.30	9.30	9.30	9.30
Tallow	4.00	3.50	3.30	2.50	1.00	
EPO		0.50		1.50	3.00	4.00
Mixed oil			0.70			
Limestone flour	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Tricalcium phosphate	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Common salt	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
DL methionine	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamin min. mix ³⁾	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	100	100	100	100	100	100
Calculated values ⁴⁾						
Crude protein (%)	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
ME (kcal/kg) ⁵⁾	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200

¹⁾Evening primrose oil.

²⁾EPO 70: Soy bean oil 30.

³⁾Contained per kilogram of diet: Fe, 80 mg; Zn, 80 mg; Mn, 70 mg; Cu, 70 mg; I, 1.20 mg; Se, 0.30 mg; Co, 0.70 mg; vitamin A, 10,500 IU; vitamin D₃, 4,100 mg; vitamin E, 45 mg; vitamin K₃, 3.0 mg; vitamin B₁, 2.5 mg; vitamin B₂, 5 mg; vitamin B₆, 5 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg; biotin, 0.18 mg; niacin, 44 mg; pantothenic acid, 17 mg; folic acid, 1.5 mg.

⁴⁾Calculated from NRC (1994).

⁵⁾Metabolizable energy.

Table 2. Fatty acid composition of oil used for preparing diet
(Area %)

Fatty acid	Tallow	Soybean oil	Evening primrose oil
14:0	2.23	11	
16:0	26.66	10.69	5.00
16:1n 7	1.03		0.50
18:0	23.23	4.08	21.66
18:1n 9	35.27	22.03	35.99
18:2n 6	11.58	54.69	27.87
18:3n 6			8.98
18:3n 3		8.51	
20:4n 6			
20:5n 3			
22:4n 6			
22:5n 3			
22:6n 3			
SFA ²⁾	52.12	14.77	26.66
MA ³⁾	36.30	22.03	36.49
PUFA ⁴⁾	11.58	63.20	36.85
Total	100	100	100

¹⁾Not detected.
²⁾Saturated fatty acid.
³⁾Monoenoic acid.
⁴⁾Polyunsaturated fatty acid.

Table 3. Fatty acid composition of the experimental diets for broiler chickens (finisher 4~5 weeks)
(Area %)

Fatty acid	Diets containing EPO ¹⁾					
	0	0.5	Mixed oil ²⁾	1.5	3.0	4.0
14:0	0.80	0.97	0.67	0.67	0.61	0.56
16:0	26.91	22.53	22.24	13.66	13.19	13.56
16:1n 7	1.59	0.11	0.14	0.09	0.15	0.22
18:0	11.55	9.05	5.97	8.16	9.13	6.12
18:1n 9	41.48	36.08	22.96	30.45	23.49	23.46
18:2n 6	17.67	29.76	46.40	43.34	46.40	47.10
18:3n 6	³⁾	1.50	1.08	3.63	7.03	8.98
18:3n 3			0.34			
20:4n 6			0.20			
20:5n 3						
22:4n 6						
22:5n 3						
22:6n 3						
SFA ⁴⁾	39.26	32.55	28.88	22.49	22.93	20.24
MA ⁵⁾	43.07	36.19	23.10	30.54	23.64	23.68
PUFA ⁶⁾	17.67	31.26	48.02	46.97	53.43	56.08
Total	100	100	100	100	100	100

¹⁾Evening primrose oil.
²⁾EPO 70: soy bean oil 30.
³⁾Not detected.
⁴⁾Saturated fatty acid.
⁵⁾Monoenoic acid.
⁶⁾Polyunsaturated fatty acid.

해서 실시하였다.

사양성적 및 도체성적 조사

육계의 성장에 따른 각 단계 별 사양성적 즉, 사료섭취량, 증체량 및 사료효율은 3주령과 5주령에 각각 측정하였다. 사료효율은 일정한 기간 중의 증체량을 사료섭취량으로 나

눈 값으로 나타냈다. 육계의 도체율(car carcass %)은 생체중에 대한 도체중(깃털, 혈액, 머리, 다리, 내장을 제외한 무게)의 비율로 계산하였으며, 다리는 무릎 정강이 부위를 잘라냈고, 머리는 첫 번째 목뼈에서 머리를 잘라낸 후 무게를 측정 기록하였다. 가슴살과 다리살의 무게비율은 각각 도체중에 대한 무게비율로써 계산하였고, 복강지방은 복강과 근위주변의 지방을 모두 취해서 측정하였다.

지방산 조성 분석

Morrison과 Smith의 방법(14)을 변형하여 실시하였으며 이를 간단히 기술하면 다음과 같다. 닭고기의 지질은 Folch 등(15)의 방법에 따라서 닭고기 10 g을 혼합 용매(chloroform:methanol-2:1) 200 mL와 0.88% KCl 6 mL를 가한 후 ultra turrex 2,500 rpm에서 3분간 격렬하게 교반하고 원심분리 후 지질층을 1차로 분리한 다음, 이 과정을 3회 반복해서 추출된 지질을 최종적으로 질소가스를 이용하여 농축하였다. 농축된 지질 분획 중 4~5 mg을 검화용 반응 용기에 넣고 새롭게 제조된 0.5 N methanolic NaOH(2 g NaOH/100 mL methanol) 1 mL를 첨가하여 15분간 가열한 후 냉각한다. 냉각 후 methylation용 시약인 BF₃-methanol 2 mL를 가한 후 다시 15분간 가열한다. 실온까지 충분히 냉각시킨 다음 다시 1 mL의 heptane과 2 mL의 NaCl 포화용액을 가하여 1분간 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한다. 상등액을 1~2 µL를 취하여 지방산 분석용 GLC(ACEM 6000 model, 영인과학, 한국)에 주입하여 지방산을 분석하였다. 지방산 분석에 사용한 표준용액으로는 미국 Supelco사의 PUFA No. 2, animal source를 이용하였다. 분석에 사용된 컬럼은 FFAP capillary column(30 m×0.25 mm I.D., 0.25 µm film thickness)을 사용하였다. Carrier gas로는 nitrogen(1 mL/min)을 이용하였으며 injection port temp. 240°C, detector temp. 250°C, oven temp. 160°C, split ratio는 10:1로 하였다.

통계처리

분석된 자료의 통계처리는 SAS(16)의 GLM procedure를 이용하여 분산 분석하였고 Duncan's multiple range test에 의하여 95% 수준에서 처리 평균치 간의 통계적 유의성을 검정(p<0.05)하였다.

결과 및 고찰

육계의 성장능력

육계전기 3주 동안 사료를 급여한 후, 육계후기 2주 동안 시험사료를 급여해서 총 35일간 사육한 육계의 사양성적은 Table 4와 같다.

육계후기(4~5주령) 동안 시험사료를 급여한 후 조사된 육계의 평균 증체량은 전체 처리구 가운데서 EPO 3.0% 첨가구가 964.4 g으로써 유의적으로 가장 높았고(p<0.05) 그

Table 4. Effect of different levels of evening primrose oil on performance of broiler chickens (finisher 4~5 weeks)

Weeks	Diets containing EPO ¹⁾						PSE ³⁾
	0	0.5	Mixed oil ²⁾	1.5	3.0	4.0	
Body weight gain (g)							
0~3	640.5 ^b	637.1 ^b	647.9 ^b	685.7 ^a	638.6 ^b	654.7 ^b	4.5203
4~5	919.7 ^{cd}	912.9 ^{de}	947.1 ^{ab}	899.3 ^e	964.4 ^a	932.3 ^{bc}	5.6176
Total	1,558 ^b	1,550 ^b	1,595 ^a	1,585 ^a	1,600 ^a	1,587 ^a	4.9297
Feed intake (g)							
0~3	948.2 ^{ab}	951.1 ^{ab}	941.8 ^{ab}	937.9 ^b	955.8 ^a	940.6 ^{ab}	2.4532
4~5	1,780 ^b	1,778 ^b	1,781 ^b	1,810 ^a	1,772 ^b	1,809 ^a	4.1832
Total	2,728 ^b	2,730 ^b	2,723 ^b	2,748 ^a	2,728 ^b	2,750 ^a	3.2229
Feed efficiency ⁴⁾							
0~3	0.67	0.67	0.69	0.73	0.66	0.70	0.0206
4~5	0.52	0.51	0.53	0.50	0.54	0.52	0.0200
Total	0.57	0.57	0.59	0.58	0.59	0.58	0.0200

¹⁾Evening primrose oil. ²⁾EPO 70: soy bean oil 30. ³⁾Pool standard errors. ⁴⁾Body weight gain/feed intake.

^a Values with different superscripts within a row differ significantly ($p < 0.05$).

다음으로 EPO 혼합유 0.7% 첨가구가 높았으나 EPO 혼합유 0.7% 첨가구는 EPO 3.0% 첨가구와 유의차가 나타나지 않았다. EPO 혼합유 0.7% 첨가구 다음으로는 EPO 4.0% 첨가구가 높았으나 EPO 4.0% 첨가구는 EPO 혼합유 0.7% 첨가구와 유의차가 없었다. 그리고 대조구, EPO 0.5% 및 EPO 1.5% 첨가구 순서로 낮았으며, 대조구는 EPO 4.0% 및 EPO 0.5% 첨가구와 유의차가 없었고, EPO 0.5% 첨가구는 EPO 1.5% 첨가구와 유의차가 나타나지 않았다. 시험사료를 급여한 육계후기 동안 평균 사료섭취량은 EPO 1.5%와 EPO 4.0% 첨가구가 각각 1,810 g 및 1,809 g으로써 다른 처리구에 비해서 높았으며 통계적인 유의차가 있었다($p < 0.05$). 실험사료를 섭취하는 4~5주령의 기간 중 평균 사료효율은 0.52 (0.50~0.54)로 나타났으며 처리구간 통계적 유의차는 없었다. 이 결과로 보아 육계사료 내 EPO를 첨가급여 시 우지를 함유하는 대조구에 비해서 성장능력이 향상된다는 것을 알 수 있다.

육계의 지육율 및 도체중에 대한 각 기관의 무게비율

Table 5는 육계의 도체율 및 도체중에 대한 각 기관의

무게비율을 나타낸 것이다.

각 처리구에서 나타난 35일간 사육된 육계의 평균 도체율은 77.34(76.84~77.80)%로 나타났으며, EPO 1.5~4.0% 첨가구 및 EPO 혼합유 0.7% 첨가구는 대조구 및 EPO 0.5% 첨가구에 비해서 높았고 이들 처리구 사이에는 통계적 유의차가 있었다($p < 0.05$). 그러나 EPO 혼합유 0.7% 첨가구는 EPO 1.5~4.0% 첨가구 및 대조구, EPO 0.5%, EPO 혼합유 0.7% 첨가구와 유의차를 나타내지 않았다. 도체중에 대한 가슴살과 다리살의 평균 무게비율은 각각 20.81(19.82~22.06)%와 23.06(22.10~23.82)%로 나타났으며, 가슴살의 경우, EPO 1.5%와 EPO 3.0% 첨가구가 다른 처리구에 비해서 유의적으로 높았고($p < 0.05$), EPO 0.5%, EPO 4.0%, 대조구 순서로 높았으나 이들 처리구 사이에는 유의차가 나타나지 않았으며, 전체 처리구 중에서 EPO 혼합유 0.7% 첨가구가 가장 낮았으나 EPO 혼합유 0.7% 첨가구는 대조구 및 EPO 4.0% 첨가구와 비교해 볼 때 유의차는 없었다. 도체중에 대한 복강지방의 비율은 대조구와 비교할 때 EPO 첨가수준이 증가함에 따라서 유의적으로 낮아졌으며 대조구와 비

Table 5. Effect of different levels of evening primrose oil on chicken carcass parameters

Item	Diets containing EPO ¹⁾						PSE ³⁾
	0	0.5	Mixed oil ²⁾	1.5	3.0	4.0	
Carcass percentage (%)	76.93 ^b	76.84 ^b	77.34 ^{ab}	77.80 ^a	77.65 ^a	77.51 ^a	0.2923
% Tissue weight/carcass weight							
Head	4.89 ^c	6.25 ^b	5.76 ^b	5.31 ^c	6.80 ^a	6.14 ^{ab}	0.2498
Leg	5.68 ^b	7.34 ^a	6.94 ^a	6.88 ^a	7.38 ^a	7.34 ^a	0.2446
Breast muscle	20.13 ^{bc}	20.59 ^b	19.82 ^c	22.06 ^a	21.93 ^a	20.31 ^{bc}	0.2896
Thigh muscle	22.10 ^b	22.24 ^b	23.07 ^a	23.37 ^a	23.81 ^a	23.82 ^a	0.1061
Heart	1.07	1.11	1.08	1.04	0.90	1.12	0.0620
Gizzard	3.06 ^b	3.41 ^a	3.13 ^b	3.04 ^b	3.77 ^a	3.25 ^{ab}	0.0731
Liver	3.80 ^a	3.51 ^{ab}	3.33 ^{ab}	3.11 ^b	3.29 ^{ab}	3.53 ^{ab}	0.0660
Abdominal fat	1.64 ^a	1.47 ^{ab}	1.64 ^a	1.28 ^{cd}	1.37 ^{bc}	1.16 ^d	0.0473

¹⁾Evening primrose oil. ²⁾EPO 70: soy bean oil 30. ³⁾Pool standard errors.

^a Values with different superscripts within a row differ significantly ($p < 0.05$).

교할 때 EPO 1.5%, EPO 3.0% 및 EPO 4.0% 첨가구의 사이에는 통계적 유의성이 나타났다($p < 0.05$).

닭고기 부위별 지방산 조성

육계후기(4~5주령) 사료 내 서로 다른 수준의 EPO를 첨가, 급여한 후 조사된 닭고기 피부, 다리살 및 가슴살 지질의 지방산 조성은 Table 6~8과 같다.

닭고기 부위별 지질 가운데서 포화지방산 조성은 피부 지

질의 경우, EPO를 함유하지 않았던 대조구와 비교할 때 EPO 첨가구가 유의적으로 낮아졌고($p < 0.05$), 다리살 지질의 경우, EPO 혼합유 0.7% 첨가구가 대조구에 비해서 유의적으로 낮았던 점을 제외하면 모든 EPO 첨가구에서 높은 경향이었으며($p < 0.05$), 가슴살 지질의 경우, 대조구와 EPO 1.5% 첨가구가 동일한 수준으로써 다른 처리구에 비해서 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 단일불포화지방산 조성은 피부

Table 6. Fatty acid composition of skin lipid from broiler chicken fed diets containing levels of different evening primrose oil for finishing periods (4~5 weeks) (Area %)

Fatty acid	Diets containing EPO ¹⁾						PSE ³⁾
	0	0.5	Mixed oil ²⁾	1.5	3.0	4.0	
14:0	1.04	0.86	0.91	0.75	0.77	0.74	0.0600
16:0	21.87	24.30	23.34	22.34	21.54	21.65	0.4645
16:1n 7	5.62 ^a	3.31 ^b	5.15 ^a	3.43 ^b	2.65 ^b	2.69 ^b	0.2981
18:0	16.04 ^a	7.09 ^{cd}	5.39 ^d	10.21 ^b	8.32 ^{bc}	7.27 ^{cd}	0.8696
18:1n 9	32.55 ^c	39.53 ^{ab}	40.40 ^a	36.19 ^b	36.79 ^b	38.86 ^{ab}	0.7476
18:2n 6	22.88	23.68	24.05	23.33	24.09	21.87	0.4378
18:3n 6	⁴⁾	1.08 ^d	0.35 ^d	3.55 ^c	4.84 ^b	5.79 ^a	0.5707
18:3n 3							
20:4n 6		0.15 ^c	0.41 ^{bc}	0.20 ^c	1.00 ^{ab}	1.13 ^a	0.1307
20:5n 3							
22:4n 6							
22:5n 3							
22:6n 3							
SFA ⁵⁾	38.95 ^a	32.25 ^b	29.64 ^c	33.30 ^b	30.63 ^{bc}	29.66 ^c	0.6732
MA ⁶⁾	38.17 ^c	42.84 ^b	45.55 ^a	39.62 ^c	39.44 ^c	41.55 ^b	0.6630
PUFA ⁷⁾	22.88 ^d	24.91 ^c	24.81 ^c	27.08 ^b	29.93 ^a	28.79 ^{ab}	0.7102
Total	100	100	100	100	100	100	

¹⁾Evening primrose oil. ²⁾EPO 70:soy bean oil 30. ³⁾Pool standard errors. ⁴⁾Not detected.

⁵⁾Saturated fatty acid. ⁶⁾Monoenoic acid. ⁷⁾Polyunsaturated fatty acid.

^{a-d)}Values with different superscripts within a row differ significantly ($p < 0.05$).

Table 7. Fatty acid composition of thigh muscle lipid from broiler chicken fed diets containing levels of different evening primrose oil for finishing periods (4~5 weeks) (Area %)

Fatty acid	Diets containing EPO ¹⁾						PSE ³⁾
	0	0.5	Mixed oil ²⁾	1.5	3.0	4.0	
14:0	0.81 ^a	0.83 ^a	0.76 ^{ab}	0.45 ^b	0.41 ^b	0.59 ^{ab}	0.0569
16:0	21.14	23.37	21.42	22.65	22.59	24.36	0.4770
16:1n 7	5.56 ^a	3.38 ^b	3.71 ^b	0.77 ^c	0.74 ^c	0.85 ^c	0.4536
18:0	5.87 ^d	7.37 ^c	3.45 ^e	8.62 ^{bc}	9.54 ^{ab}	10.68 ^a	0.6051
18:1n 9	40.58 ^{ab}	38.03 ^{bc}	42.73 ^a	35.59 ^{cd}	32.29 ^{de}	30.09 ^e	1.1437
18:2n 6	26.04	24.05	26.25	25.56	26.27	25.99	0.4380
18:3n 6	⁴⁾	1.15 ^c	0.46 ^c	3.88 ^b	5.44 ^a	5.95 ^a	0.6010
18:3n 3							
20:4n 6		1.82 ^{ab}	1.22 ^b	2.48 ^a	2.72 ^a	1.49 ^b	0.1877
20:5n 3							
22:4n 6							
22:5n 3							
22:6n 3							
SFA ⁵⁾	27.82 ^c	31.57 ^b	25.63 ^d	31.72 ^b	32.54 ^b	35.63 ^a	0.8827
MA ⁶⁾	46.14 ^a	41.41 ^b	46.44 ^a	36.36 ^c	33.03 ^d	30.94 ^e	0.7114
PUFA ⁷⁾	26.04 ^d	27.02 ^{cd}	27.93 ^c	31.92 ^b	34.43 ^a	33.43 ^a	0.7531
Total	100	100	100	100	100	100	

¹⁾Evening primrose oil. ²⁾EPO 70:soy bean oil 30. ³⁾Pool standard errors. ⁴⁾Not detected.

⁵⁾Saturated fatty acid. ⁶⁾Monoenoic acid. ⁷⁾Polyunsaturated fatty acid.

^{a-e)}Values with different superscripts within a row differ significantly ($p < 0.05$).

Table 8. Fatty acid composition of breast muscle lipid from broiler chicken fed diets containing levels of different evening primrose oil for finishing periods (4~5 weeks) (Area %)

Fatty acid	Diets containing EPO ¹⁾						PSE ³⁾
	0	0.5	Mixed oil ²⁾	1.5	3.0	4.0	
14:0	0.93	0.95	1.03	0.65	0.67	0.56	0.0692
16:0	23.23	24.33	23.82	23.99	22.98	22.75	0.4193
16:1n 7	4.11 ^a	2.51 ^c	3.29 ^b	0.43 ^d	0.41 ^d	0.39 ^d	0.3759
18:0	9.00 ^{ab}	6.45 ^c	5.81 ^c	9.27 ^a	8.23 ^b	8.34 ^b	0.3492
18:1n 9	38.20 ^a	37.91 ^a	38.10 ^a	33.80 ^b	34.91 ^{ab}	33.86 ^b	0.6215
18:2n 6	24.53	25.09	25.29	26.97	25.89	26.09	0.4393
18:3n 6	⁴⁾	1.09 ^d	0.41 ^d	3.81 ^c	4.84 ^b	5.91 ^a	0.5773
18:3n 3							
20:4n 6		1.67 ^{ab}	2.25 ^a	1.08 ^b	2.07 ^a	2.10 ^a	0.1571
20:5n 3							
22:4n 6							
22:5n 3							
22:6n 3							
SFA ⁵⁾	33.16 ^a	31.73 ^b	30.66 ^c	33.91 ^a	31.88 ^b	31.65 ^b	0.6549
MA ⁶⁾	42.31 ^a	40.42 ^b	41.39 ^a	34.23 ^c	32.35 ^d	34.25 ^c	0.5450
PUFA ⁷⁾	24.53 ^a	27.85 ^d	27.95 ^d	31.86 ^c	35.77 ^a	34.10 ^b	0.5637
Total	100	100	100	100	100	100	

¹⁾Evening primrose oil. ²⁾EPO 70:soy bean oil 30. ³⁾Pool standard errors. ⁴⁾Not detected.

⁵⁾Saturated fatty acid. ⁶⁾Monoenoic acid. ⁷⁾Polyunsaturated fatty acid.

^a Values with different superscripts within a row differ significantly ($p < 0.05$).

지질의 경우, 전체 처리구 가운데서 EPO 혼합유 0.7% 첨가구가 가장 높았으며 그 다음으로 EPO 0.5%, EPO 4.0% 순서로 높았고 대조구와 EPO 1.5%, EPO 3.0% 첨가구가 가장 낮았으며 각 처리구간 통계적 유의차가 있었다($p < 0.05$). 다리살 지질의 경우 단일불포화지방산 조성은, 대조구와 EPO 혼합유 0.7% 첨가구가 유의적으로 가장 높았으며 이들 처리구간 유의차는 없었으나 이러한 두 개의 처리구는 다른 처리구와 비교할 때 통계적 유의차가 있었다($p < 0.05$). 가슴살 지질의 경우, 단일불포화지방산 조성은 대조구와 EPO 혼합유 0.7% 첨가구가 서로 비슷한 수준으로써 전체 처리구 중 가장 높았으며 다른 처리구와 비교할 때 통계적 유의차가 없었으나($p < 0.05$) 이들 처리구간의 통계적 유의차는 없었고, 그 다음으로 EPO 0.5% 첨가구, EPO 1.5%와 EPO 4.0% 첨가구 순서로 높았고 EPO 3.0% 첨가구가 가장 낮았으며 각 처리구간 통계적 유의차가 있었다($p < 0.05$). 피부 지질에서 고도불포화지방산 조성은 대조구와 비교할 때 모든 EPO 첨가구에서 유의적으로 증가하였으며 EPO 3.0%와 EPO 4.0% 첨가구가 가장 높았다($p < 0.05$). 피부가 붙어있는 다리살 지질에서 고도불포화지방산 조성은 모든 처리구 가운데서 대조구가 유의적으로 가장 낮았으나($p < 0.05$) 대조구는 EPO 0.5% 첨가구와 유의차가 없었고, 모든 처리구 중 EPO 3.0%와 EPO 4.0% 첨가구가 가장 높았고 각 처리구간 통계적 유의차가 나타났다($p < 0.05$). 가슴살 지질에서 고도불포화지방산 조성은 모든 처리구 가운데서 대조구가 유의적으로 가장 낮았고 EPO 첨가수준이 높아질수록 증가하는 경향이 있었으나 EPO 3.0% 첨가구가 가장 높았고 각 처리구간 통계적 유의차가 있었다($p < 0.05$). 특히, 닭고기의 부위별 지질에서

측정한 GLA 조성은 EPO 첨가수준이 높아짐에 따라서 증가 경향이 뚜렷하였으며 1.08~5.95%로 유의적인 증가를 나타냈다($p < 0.05$).

일반적으로 GLA는 동물의 체내에 축적되지 않는 것으로 알려져 있으나, 닭과 같은 단위동물에서는 위 내 미생물이 없기 때문에 특정 불포화지방산을 일정수준 이상 함유한 지방급원을 사료를 통하여 공급해 줌으로써 조직의 지방산 조성을 쉽게 바꿀 수 있는 것으로 알려져 있으며(17,18), 예로써, 이와 같은 지질의 생체 대사기전을 이용해서 DHA와 같은 n-3지방산이 강화된 닭고기가 생산, 판매되고 있다(19-21). 본 연구에서 나타난 특이할 만한 사실은 육계사료 내 감마지방산 급원으로서 달맞이꽃 종자유를 급여해 줌으로써 닭고기 부위별 지질에서 감마지방산 수준이 증가함을 알 수 있었으며, EPO 첨가에 의해서 닭고기 지질 내 감마지방산이 높아질 수 있음은 바로 사료에 첨가된 달맞이꽃 종자유 GLA 함량에 기인한 것으로 생각한다(Table 2). Lee 등(22) 및 Sugano 등(23)에 의하면 쥐에게 달맞이꽃 종자유를 급여하였을 때 쥐의 지방조직에 감마지방산이 축적하였음을 보고하였으며, 단위동물에게 사료의 지방급원을 조절하여 주면 조직 내 축적되는 지방산 조성을 바꿀 수 있다고 한 Hargis와 van Elswyk의 보고(17)는 본 연구결과를 뒷받침해 주는 것으로 볼 수 있다. 그러나 달맞이꽃 종자유를 산란계에게 급여해서 계란 내 감마지방산을 높이고 콜레스테롤을 낮추는 특허(24)는 확인하였으나, 닭고기 지질에서 감마지방산을 강화하려는 연구결과는 찾아볼 수가 없었다. 감마지방산은 사람과 동물의 생체 내에서 리놀레산으로부터 대사되어 합성되는데, 리놀레산은 Δ^6 -desaturase에 의한

비율제한 효소반응에 의해서 감마리놀렌산으로 대사되고, 사슬연장에 의해서 디호모감마리놀렌산으로 빠르게 전환되며, Δ^5 -desaturase에 의해서 아라키돈산으로 대사되기 때문에, 대부분의 동물에서 조직 내 축적되지 않으며(7,24), 이러한 이유 때문에 외부로부터 일정수준 이상의 GLA를 섭취해서 축적시키는 것이 가능하다고 본다. GLA가 사람과 동물에서 정상적으로 생성된다고 하더라도 Δ^6 -desaturase의 작용을 억압할 수 있는 인자들에 의해서 그 양이 부족할 수 있고, 감마지방산은 아라키돈산으로 아주 빠른 속도로 생체대사가 진행된다(25,26). 본 연구에서 리놀레산을 함유하고 있는 우지를 섭취한 대조구로부터 닭고기 지질 내 GLA의 축적이 나타나지 않았던 점은 바로 이와 같은 GLA의 빠르게 진행되는 생체대사 기전에 기인한 점으로 볼 수 있다. 한편 GLA를 공급해주면 혈액 지질대사 개선에 의한 심혈관 질환(심근경색, 심장병), 뇌혈관 질환(뇌졸중)을 예방하는 주 효과 이외에도, 항고혈압, 면역강화, 항비만, 여성의 생리통 격감, 류마티스성관절염, 습진 등의 피부질환 방지, 아토피성피부염 방지, 노화지연으로 인한 화장품 사용 여성들의 피부보호, 그리고 폐경기 여성의 골다공증 예방효과들이 새롭게 밝혀지고 있다(27-30).

요 약

본 연구는 닭고기의 감마지방산 축적에 관한 서로 다른 수준의 달맞이꽃 종자유 급여효과를 조사하였다. 로스(Ross)종 1일령 broiler 수컷 600수를 6처리구×4반복으로 완전임의 배치하였다. 브로일러는 포화지방산 급원으로서 우지를 함유하는 대조구, 감마지방산 급원으로서 달맞이꽃 종자유(EPO, evening primrose oil) 0.5%, EPO 혼합유(EPO 70:대두유 30) 0.7%, EPO 1.5%, EPO 3.0% 및 EPO 4.0% 첨가사료를 브로일러 후기 2주 동안 섭취하였다. 체중은 0.5% EPO 첨가구를 제외하고는 대조구와 처리구간 통계적 유의차가 있었다(p<0.05). 도체중에 대한 다리살과 가슴살의 무게비율은 다리살에서 0.5% EPO 첨가구 및 가슴살에서 0.5% EPO 첨가구와 4.0% EPO 첨가구를 제외하고는 대조구와 처리구간 유의성이 인정되었다(p<0.05). EPO 첨가사료를 섭취한 닭고기 피부와 가슴살 지질의 포화지방산 조성은 대조구에 비해서 유의적으로 낮아졌으나 불포화지방산 조성은 대조구와 비교할 때 EPO 첨가구가 높았다(p<0.05). 특히, 닭고기 부위별 지질의 감마지방산(GLA, gamma-linolenic acid, 18:3n-6) 조성은 대조구와 비교할 때 EPO 첨가구에서 높았다(p<0.05). 이 결과는 육계사료 내 달맞이꽃 종자유를 첨가·급여함으로써 감마지방산이 강화된 새로운 기능성 닭고기를 생산할 수 있음을 시사해 준다.

감사의 글

본 연구는 2004년 (주)마니커와 (주)홍성사료의 공동연구

비지원으로 이루어졌으며 실험기기분석에 협조를 해준 강원대학교 동물자원공동연구소에 감사의 말씀을 드립니다.

문 헌

1. James P, Carter MD. 1988. Gamma linolenic acid as a nutrient. *J Food Technology* June: 72-82.
2. Horrobin DF. 1990. Gamma linolenic acid. *Rev Contemp Physiol* 1: 1-41.
3. Gibson RA, Kneebone GM. 1981. Fatty acid composition of human colostrum and mature breast milk. *Am J Clin Nutr* 34: 252-267.
4. Harzer G, Haug M, Dieterich I, Gentner PR. 1983. Changing patterns of human milk lipids in the course of lactation and during the day. *Am J Clin Nutr* 37: 612-621.
5. Andreassi M, Foreo P, Di Lori A, Masci S, Abate G, Amerio P. 1997. Efficacy of gamma linolenic acid in the treatment of patients with atopic dermatitis. *J Int Med Res* 25: 286-298.
6. Yasumoto R, Fujita H, Yamamoto T, Tokura S, Takikawa M. 1997. The effectiveness, safety and usefulness of borage oil on dermatitis. *Acta Dermatologic* 92: 249-251.
7. Manku MS, Morse Fisher N, Horrobin DF. 1988. Changes in human plasma essential fatty acid levels as a result of administration of linoleic acid and gamma linolenic acid. *Eur J Clin Nutr* 42: 55-67.
8. Leventhal LJ, Boyce EG, Zurier RB. 1993. Treatment of rheumatoid arthritis with gamma linolenic acid. *Ann Intern Med* 119: 867-873.
9. Leicer C, Ribnicky D, Pouler A. 2000. The composition of hempseed oil and its potential as important source of nutrition. *J Nutra Func Med Food* 2: 35-54.
10. Horrobin DF. 1992. Nutritional and medical importance of gamma linolenic acid. *Lipid Res* 31: 163-194.
11. Fan YY, Chapkin RS. 1998. Importance of dietary gamma linolenic acid in human health and nutrition. *J Nutr* 128: 1411-1414.
12. Traitler H, Winter H. 1986. Fatty acid patterns in organ lipids in response to dietary blackcurrant seed oil rich in gamma linolenic acid. *Progr Lipid Res* 25: 225-237.
13. National Research Council. 1994. *Nutrients requirements of poultry*. 9th rev. National Academy Press, Washington DC.
14. Morrison WR, Smith LM. 1967. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride methanol. *J Lipid Res* 5: 600-608.
15. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-507.
16. SAS Institute. 2000. *SAS® User's guide: Statistics*. Version 8 edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
17. Hargis PS, van Elswyk ME. 1993. Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *World's Poult Sci J* 49: 251-264.
18. Özpınar H, Kahraman R, Abas I, Kutay HC, Eseceli H, Grashorn MA. 2003. Effect of dietary fat source on n-3 fatty acid enrichment of broiler meat. *Poult Sci* 67: 57-64.
19. Lopez Ferrer S, Baucells MD, Barroeta AC, Grashorn MA. 2001. n-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. *Poult Sci* 80: 741-752.
20. Connor WE. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am J Clin Nutr* 71: 171S-175S.

21. Krasicka B, Kulas GW, Swierczewska E, Orzechowski A. 2000. Body gains and fatty acid composition in carcasses of broilers fed diets enriched with full fat rape seed or flax seed. *Archiv Fur Geflugerkunde* 64: 61-69.
22. Lee JH, Taguchi S, Ikeda I, Sugano M. 1988. The P/S ratio of dietary fats and lipid metabolism in rats: gamma linolenic acid as a source of polyunsaturated fatty acid. *Agric Biol Chem* 52: 3137-3142.
23. Sugano M, Ide T, Ishida T, Yoshida K. 1986. Hypocholesterolemic effect of gamma linolenic acid as evening primrose oil in rats. *Ann Nutr Metab* 30: 289-299.
24. Park BS. 1997. Lipids as new sources for production of animal novel foods. *Korean J Food Sci Ani Resour* 17: 118-130.
25. Johnson MM, Swan DD, Surette ME, Stegner J, Chilton T, Fontech AN, Chilton FH. 1997. Dietary supplementation with γ linolenic acid alters fatty acid content and eicosanoid production in healthy human. *J Nutr* 127: 1435-1444.
26. Park BS. 1997. Utilization of dietary fats in economic animal. *J Korean Oil Chemistry Soc* 14: 13-25.
27. Barre DE. 2001. Potential of evening primrose, borage, black currant, and fungal oils in human health. *Ann Nutr Metab* 45: 47-57.
28. Fiocchi A, Sala M, Signoroni P. 1994. The efficacy and safety of GLA in the treatment of infantile atopic dermatitis. *J Inter Med Res* 22: 24-32.
29. Park BS, Zammit AV. 2003. Effect of dietary oil containing γ linolenic acid on the plasma lipid levels and thrombotic activity in rats. *Kor J Nutr* 36: 889-897.
30. Zurier RB, Rossetti RG, Jacobsen EW, DeMarco DM, Liu NY, Temming JE, White BM, Laposata M. 1996. Gamma linolenic acid treatment of rheumatoid arthritis. A randomized, placebo controlled trial. *Arthritis Rheum* 39: 1808-1817.

(2007년 2월 8일 접수; 2007년 5월 22일 채택)