

오메가 계열 지방산 급여가 산란노폐계육의 지방산 조성 및 저장성에 미치는 영향

박구부 · 김진형 · 이한기¹ · 김영직 · 김용곤² · 이정일 · 박태선 · 정태철
경상대학교 축산학과

Effects of Dietary ω -Fatty Acids on Fatty Acids Composition and Storage Characteristics of Meats from Spent Hens

G. B. Park, J. H. Kim, H. G. Lee¹, Y. G. Kim, Y. G. Kim², J. I. Lee,
T. S. Park, and T. C. Jeong

Department of Animal Science, Gyeongsang National University,
Chinju, Korea 660-701

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the influence of dietary ω -fatty acids on fatty acids composition and storage characteristics in meat samples of spent hens. Spent hens were randomly assigned to one of the four dietary treatments : 1) Control (commercial feed), 2) T1 (commercial feed supplemented with 10% olive oil, 3) T2 (commercial feed with 10% canola oil), and 4) T3 (commercial feed with 10% sardine oil). They were fed one of the experimental diets for three weeks and slaughtered. The meat samples were stored at $4 \pm 1^\circ\text{C}$. The storage characteristics and fatty acid contents were analyzed for meat samples stored over a period of 1, 3, 5, 7 and 9 days. The pH of all treatments significantly increased during the storage periods ($P < 0.05$). The peroxide values (POV) of all treatments were significantly increased up to 5 days; after that the POV decreased significantly ($P < 0.05$). The POV of treated groups were significantly higher than those of the Control in the thigh meat ($P < 0.05$). The T3 showed the highest POV among all treatments. Although the breast meat tended to be lower in POV than the thigh meat, no significant difference was detected between the two meats. The TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) of all treatments were significantly increased as the storage period extended ($P < 0.05$). After 3 days, the TBARS of oil-treated groups were significantly higher than that of the Control ($P < 0.05$). The T3 showed the highest TBARS among all treatments ($P < 0.05$). The TBARS of the breast meat was lower than that of the thigh, but no statistical difference was found between them. The unsaturated fatty acid content of the breast and thigh meats in all treatments were slightly decreased as the storage period extended. The oleic acid was higher in T1, and the linoleic acid and linolenic acid were higher in T2 than the other treatments. The eicosapentaenoic

¹ 마산간호전문대학교 물리치료과 (Dept. of Physical Therapy, Masan Nursing & Health Junior College, Masan, Korea)

² 농촌진흥청 축산기술연구소 (National Livestock Research Institute, Rural Development Agency, Suweon, Korea)

acid and docosahexaenoic acid were higher in T3 than the other treatments. The unsaturated fatty acid contents of the breast meat were slightly lower than those of the thigh meat. The n-6 fatty acid contents of the breast and thigh meats were slightly increased as the storage periods extended. The n-3 fatty acid content of T3 was the highest among all treatments. The n-6 fatty acid content of breast meat was lower than that of thigh meat. The n-6 fatty acid content of the breast meat was slightly lower than that of the thigh meat.

(Key word : spent hen, olive oil, canola oil, sardine oil, breast, thigh)

서 론

닭고기는 저렴한 가격, 편의성, 건강 및 영양가에 대한 긍정적인 인식으로 소비가 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 닭고기 총소비량 중에서 산란노폐계가 차지하는 비중이 57%로 높지만(축협조사월보, 1996) 산란노폐계는 식품적 가치가 낮아 주로 가공육으로 이용되고 있는 실정이다.

닭고기의 영양적 가치를 향상시키기 위한 연구들은 고도불포화지방산의 함량을 높이는데 집중되어져 있다(Ajuyah 등, 1993). 고도불포화지방산을 다량 함유한 옥수수에는 n-6 계열의 지방산인 linoleic acid (LA, 18:2, n-6)가 풍부하며, 들기름, 아마인유, 채종유에는 n-3 계열의 지방산인 α -linolenic acid (LNA, 18:3, n-3)가 많이 함유되어 있다. 특히 정어리유는 n-3 지방산 계열의 최종대사물인 eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5, n-3), docosapentaenoic acid (DPA, 22:5, n-3)와 docosahexaenoic acid (DHA, 22:6, n-3)가 다량 함유되어 있다고 보고되고 있다(Leaf와 Weber, 1988).

n-3 지방산을 식이로 강화시킨 고기를 섭취할 때 혈중 콜레스테롤의 저하와 심장혈관질환, 암, 그리고 류마티스성 관절염에 대해 방어적인 효과가 인정되어(Fernandes와 Venkatraman, 1993) 산란노폐계에 n-3 지방산의 비율을 높이는 방향으로 연구가 이루어진다면 소비자에게 산란노폐계에 대한 긍정적 인식을 심어 줄 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 오메가 지방산이 풍부한 식물성 기름과 동물성 지방을 산란노폐계에 3주간 급여한 후 산란노폐계육의 지방산 조성을 변화시키고 저장성을 구명하고자 수행하였다

재료 및 방법

1. 실험재료

산란노폐계는 생체중이 2 kg (\pm 200 g)이고, 62~65주령된 하이브라운 품종이며, 산란농가에서 70수를 구입하여 실험동물로 사용하였다. 산란노폐계에게 급여한 사료는 시중에서 구입한 산란초기사료로써 일반 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experimental diet for layers¹

Ingredients	Content	Chemical composition	
Corn	64.5%	Crude protein	14.12%
Soybean oil meal	12.0%	Crude fat	2.23%
Rapeseed oil meal	9.0%	Crude fiber	5.4%
Ground limestone	8.9%	Crude ash	13.75%
Animal fat	1.2%	Calcium	2.52%
Others ²	4.4%	Phosphorus	0.46%
		ME(kcal /kg)	2,850

¹ Commercial formula feeds for laying hens.

² Corn gluten, alfalfa, NaCl, vitamin mixtures, meat and bone meal and Ca-phosphate.

Table 2. Fatty acids composition* of dietary oils used

	Olive oil	Canola oil	Sardine oil
 %		
C _{14:0}	—	—	8.82
C _{16:0}	14.84	8.84	19.79
C _{16:1}	1.97	0.15	9.70
C _{18:0}	1.01	5.38	3.72
C _{18:1}	71.07	35.96	18.25
C _{18:2}	10.56	45.49	1.36
C _{18:3}	0.55	3.75	0.63
C _{20:0}	—	0.42	0.61
C _{20:4}	—	—	1.22
C _{20:5}	—	—	20.41
C _{22:5}	—	—	2.37
C _{22:6}	—	—	13.12
SFA ¹	15.85	14.65	32.94
MUFA ²	73.04	36.11	27.95
PUFA ³	11.11	49.24	39.11
n-3 PUFA	0.55	3.75	36.53
n-6 PUFA	10.56	45.49	2.58

* Fatty acids composition was determined by gas-liquid chromatography and is expressed as mean average weight percent compositions on a fatty acid basis.

¹ SFA : Saturated fatty acids.

² MUFA : Monounsaturated fatty acids.

³ PUFA : Polyunsaturated fatty acids.

Olive oil, canola oil 및 sardine oil은 시중에서 구입하여 사용전까지 4℃의 냉장상태로 보관하였으며, 각 기름의 지방산 조성은 Table 2와 같다.

실험동물의 사양관리는 사료급여량을 1일 120 g 기준으로 1일 2회 제한급여하였고, 급수량은 사료섭취량의 2배 정도로 충분히 공급하였으며, 계사내 온도는 산란계의 적정온도인 16~24℃을 유지하였다. 또한 단위 케이지 1칸(27.27 cm×36.36 cm)에 2수씩 수용하였다.

2. 실험방법

1) 실험구 설정

Table 3. Experimental design

Region	Treatment*	Storage(days)				
		1	3	5	7	9
Breast and Thigh	Control (feed 100%)	○	○	○	○	○
	T1 (feed 100% + olive oil 10%)	○	○	○	○	○
	T2 (feed 100% + canola oil 10%)	○	○	○	○	○
	T3 (feed 100% + sardine oil 10%)	○	○	○	○	○

본 실험의 실험구 설정은 Table 3과 같으며, 실험재료는 각각 흉근과 대퇴부를 사용하였다. 급여 3주 후에 절두법을 사용하여 도계하였으며, 도체는 표피를 제거하고 발골하여 흉근 및 대퇴부를 합기포장(polyethylene)하여 냉장온도(4±1℃)에서 1, 3, 5, 7, 9일로 저장하면서 각 실험에 공시하였다.

2) 실험항목

(1) pH

근막, 지방 등을 제거한 공시육 10 g에 증류수 90 mL을 넣어 homogenizer(MSE, USA)에서 균질화(14,000 rpm, 1 min)하여 측정하였다.

(2) 과산화기(Peroxide value, POV)

시료(0.5 g)에 용매(chloroform과 acetic acid를 2:3으로 혼합) 35 mL를 가하고 흔들어 섞어 지방을 녹인다. 그 후 KI 포화용액을 0.5 mL 가하고 1분 후 증류수를 30 mL 가한 후, 이것을 0.1N sodium thio-sulfate로 적정하였다.

(3) Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

Witte 등(1970)의 방법에 의거해 수행하였다.

(4) Fatty acid analysis

Morrison과 Smith(1964)의 방법에 준하여 수행하였으며, 이때 gas chromatography(GC)의 조건은 Table 4와 같다.

Table 4. GC (Shimadzu GC-14A) conditions for analysis of fatty acids composition

Item	Condition
Column	Allech AT - Silar capillary column 30 m × 0.32 mm × 0.25 μ L Initial temp. : 140°C Final temp. : 230°C, Injector temp. : 240°C Detector temp. : 250°C Programming rate : 2°C /min
Detector	Flame ionization detector
Carrier gas	He
Flow rate	50 mL /min
Split ratio	100:1

3. 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS /PC system을 이용하여 분산분석과 Duncan(1955)의 신다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. pH의 변화

3종류의 기름을 사료에 섞어 산란노폐계에 3주간 급

여한 후 도제하여 흉근과 대퇴부를 냉장온도(4°C)에 저장하면서 pH의 변화를 비교한 결과는 Table 1과 같다.

저장기간이 경과함에 따라 pH는 전처리구에서 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). 이러한 결과는 Yang과 Chen(1993)이 육계의 육을 분쇄하여 3°C에서 냉장저장을 하는 동안 pH는 유의적으로 증가하였다는 보고와 유사하였다. 일반적으로 육의 pH는 사후강직 후에 점차 증가하게 되는데, 이는 육내의 아미노산이 분해되어 혐기성 기가 노출된 것(Bartholmew와 Blumer, 1977)과, 숙성중에 단백질의 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성 등에 의해 pH가 증가(Deymer와 Vandekerckhove, 1979)하는 결과라고 사료된다.

처리구에 따른 pH의 변화는 기름을 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 높은 경향이었고, 특히 T3구의 pH가 타처리구에 비해 높게 나타나는 경향이었다. 대퇴부에서 T3구가 전 저장기간 동안 유의적으로 높은 pH를 나타내었으나($P < 0.05$), 흉근에서는 일시적으로 높은 pH를 나타내었다. 또한 흉근에서는 T1과 T2간에 저장 3일을 제외하면 유의적인 차이가 없었고, 대퇴부에서는 저장 7일 이후 T2가 T1 보다 유의적으로 높은 pH를 나타내었다($P < 0.05$).

흉근과 대퇴부 간의 비교에서는 흉근의 pH가 대퇴

Table 5. The pH values of the breast and thigh meat samples, during 9-d storage period at 4°C, of spent hens fed different dietary oils

Region	Treatment ¹⁾	Storage(days)				
		1	3	5	7	9
Breast	Control	5.42 ^{Eb}	5.66 ^{Db}	5.76 ^C	5.85 ^{Bb}	5.93 ^A
	T1	5.52 ^{Da}	5.68 ^{Cb}	5.77 ^B	5.87 ^{Aab}	5.94 ^A
	T2	5.53 ^{Ea}	5.74 ^{Da}	5.79 ^C	5.89 ^{Ba}	5.94 ^A
	T3	5.54 ^{Ca}	5.76 ^{Ba}	5.79 ^B	5.90 ^{Aa}	5.96 ^A
Thigh	Control	5.52 ^{Db}	5.80 ^{Cb}	5.83 ^{BCb}	5.91 ^{ABc}	5.96 ^{Ad}
	T1	5.60 ^{Da}	5.83 ^{Cab}	5.85 ^{Cab}	5.92 ^{Bc}	6.05 ^{Ac}
	T2	5.63 ^{Da}	5.87 ^{Cab}	5.91 ^{Cab}	6.01 ^{Bb}	6.13 ^{Ab}
	T3	5.65 ^{Da}	5.91 ^{Ca}	5.93 ^{Ca}	6.10 ^{Ba}	6.25 ^{Aa}

ABCDE Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

abcd Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

¹ Treatments are the same as in Table 3.

Table 6. The peroxide values of the breast and thigh meat samples, during 9-d storage period at 4°C, of spent hens fed different dietary oils

Region	Treatment ¹	Storage(days)				
		1	3	5	7	9
..... mM /kg						
Breast	Control	10.40 ^{Db}	11.47 ^{Cb}	13.33 ^{Ac}	12.80 ^{Ac}	12.07 ^{Bc}
	T1	10.47 ^{Db}	12.40 ^{Ca}	13.80 ^{Ac}	13.13 ^{Bbc}	12.60 ^{Cbc}
	T2	10.60 ^{Db}	12.60 ^{Ca}	14.80 ^{Ab}	13.47 ^{Bab}	13.10 ^{BCb}
	T3	10.93 ^{Da}	12.83 ^{Ca}	16.13 ^{Aa}	13.93 ^{Ba}	13.73 ^{Ba}
Thigh	Control	10.54 ^{Ed}	11.93 ^{Dc}	15.42 ^{Ac}	14.00 ^{Bd}	12.60 ^{Cc}
	T1	10.73 ^{Dc}	12.70 ^{Cb}	16.53 ^{Ab}	15.07 ^{Bc}	13.13 ^{Cbc}
	T2	11.10 ^{Eb}	12.84 ^{Db}	17.23 ^{Ab}	15.63 ^{Bb}	13.75 ^{Cab}
	T3	11.60 ^{Ea}	13.21 ^{Da}	18.87 ^{Aa}	16.47 ^{Ba}	14.75 ^{Ca}

ABCDE Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

abcd Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

¹ Treatments are the same as in Table 3.

부보다 낮은 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 이지 은 등(1994)이 육계를 0°C에서 저장하였을 때 흉근의 pH가 대퇴부보다 낮았다는 보고와 유사하였다.

2. 과산화기(POV)

저장기간이 경과함에 따른 POV의 변화는 전체 처리구에서 저장 5일까지 유의적으로 증가하였으나 ($P < 0.05$), 5일 이후 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 이러한 결과는 Koskas 등(1984)이 linoleic acid가 저장기간이 경과함에 따라 1차 산화생성물인 hydroperoxides가 저장 18일까지 증가하였다가 감소하였다는 보고와 유사하며, 이는 1차 산화생성물인 과산화물이 최고치에 도달한 후 지방의 2차 산화물로 분해되었기 때문인 것(김세권, 1995)으로 사료된다.

처리구간에 따른 POV의 변화는 기름첨가구들의 POV가 대조구에 비해 높은 경향이었고, T3구의 POV가 타처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다($P < 0.05$). 이에 대해 Gonzalez 등(1992)은 콩기름과 어유를 사료에 첨가하였을 때, 어유의 POV가 콩기름보다 높게 나타났는데 이는 어유내에 다량 함유되어 있는 고도불포화지방산인 EPA, DPA 그리고 DHA가 지질산화에 민감하기 때문이라고 보고하였다. 또한 T1구와 T2구간에는 유의적인 차이가 없었으나, T3구 보다는 유의적으로 낮은 POV를 나타내었다($P <$

0.05).

흉근과 대퇴부 간의 비교는 흉근의 POV가 더 낮게 나타났는데, 이는 흉근이 대퇴부보다 지방함량이 적은 반면, 대퇴부에는 고도불포화지방산이 많은 인지질의 함량이 많기 때문인 것으로 사료된다. 인지질이 있는 생체막인 세포막은 산소, 전이금속, 그리고 과산화효소와 같은 산화촉진제들이 있는 유체에 둘러싸여 있어 (Vladimirov 등, 1980) 과산화에 매우 민감하다 (Buege와 Aoust, 1978)고 보고되었다.

3. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

저장기간이 경과함에 따른 TBARS의 변화는 전체 처리구에서 유의적으로 증가하였다. Lin 등(1989)은 육계에 식물성 유지들을 급여하였을 때, TBARS는 저장기간이 경과함에 따라 전체 처리구에서 증가하였다고 보고하여서 본 실험의 결과와 유사하였다.

처리구에 따른 TBARS의 변화를 보면 전체 처리구가 저장 1일에는 유의적인 변화가 없었으나, 저장 2일부터 처리구가 대조구에 비하여 유의적으로 높은 TBARS를 나타내었고($P < 0.05$), 특히 T3구가 가장 높은 TBARS를 나타내었다($P < 0.05$). 이러한 결과는 Cherian 등(1996)이 청어유, 아마인유, 해바라기유, 팜유를 사료에 첨가하여 산란계에 급여하였을 때,

Table 7. The thiobarbituric acid reactive substances values(TBARS) of the breast and thigh meat samples, during 9-d storage days at 4°C, of spent hens fed different dietary oils

Region	Treatment ¹	Storage(days)				
		1	3	5	7	9
	 MA mg /kg				
Breast	Control	0.086 ^D	0.101 ^{Dc}	0.129 ^{Cd}	0.179 ^{Bc}	0.277 ^{Ac}
	T1	0.095 ^D	0.114 ^{CDbc}	0.143 ^{Cc}	0.204 ^{Bb}	0.308 ^{Ab}
	T2	0.099 ^E	0.123 ^{Dab}	0.153 ^{Cb}	0.214 ^{Bb}	0.321 ^{Ab}
	T3	0.104 ^E	0.133 ^{Da}	0.177 ^{Ca}	0.243 ^{Ba}	0.361 ^{Aa}
Thigh	Control	0.097 ^D	0.114 ^{Db}	0.166 ^{Cc}	0.226 ^{Bc}	0.312 ^{Ad}
	T1	0.103 ^D	0.128 ^{Dab}	0.182 ^{Cb}	0.248 ^{Bb}	0.345 ^{Ab}
	T2	0.105 ^E	0.133 ^{Dab}	0.191 ^{Cb}	0.262 ^{Bb}	0.375 ^{Ab}
	T3	0.106 ^E	0.146 ^{Da}	0.216 ^{Ca}	0.295 ^{Ba}	0.409 ^{Aa}

ABCDE Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

abcd Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

¹ Treatments are the same as in Table 3.

청어유급여구가 타처리구보다 높은 TBARS를 나타낸 보고와 유사하였다. 이는 malonaldehyde는 3개 또는 그 이상의 이중결합을 가지는 고도불포화지방산의 두 번째 산화생성물(Dahle 등, 1962)이기 때문에 정어리유가 급여된 처리3구에 이중결합수가 많은 고도불포화지방산의 함량이 타처리구보다 높기 때문인 것으로 사료된다.

홍근과 대퇴부 간의 비교에서는 홍근의 TBARS가 대퇴부보다 낮은 경향을 나타내었다. 이것은 대퇴부에서 지질과 인지질의 양, 불포화도의 수준이 증가하였기 때문(Ajuyah 등, 1993)이라고 하겠다. Pikul 등(1984)은 인지질 성분은 triacyl-glycerols보다 malonaldehyde 생성에 크게 영향을 미치며, 이는 인지질 내에 고도불포화지방산의 함량이 많기 때문이라고 하였다. 또한 박은지 등(1995)은 홍근에 비하여 대퇴부에서 TBARS가 높게 나타났다고 보고하면서, 이는 홍근과 대퇴부의 지방함량, 지방산 조성, 육색소 및 효소계 등의 차이에 기인한다고 하였다.

4. Fatty acid

1) 지방산 조성 변화

저장기간에 따르는 지방산 조성의 변화는 전체 처리구에서 불포화지방산의 비율이 약간 감소하는 경향이

있고, 포화지방산의 비율은 약간 증가하는 경향이 있었다. Moerck와 Ball(1974)은 닭고기를 4°C에서 15일간 저장하면 불포화 지방산이 25.5%에서 13%로 감소한다고 하였고, 저장 중의 지방산 산화는 불포화 지방산의 감소에 의하여 일어난다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보고하였다. 이와 같은 결과는 PUFA(polyunsaturated fatty acids)가 육조직내에 많이 존재할 수록 저장기간 동안 이들 조직들은 산화에 민감하기 때문인 것(Pikul 등, 1985)으로 사료된다.

처리구에 따른 지방산 조성의 변화에서 T1구는 타처리구와 비교하여 oleic acid의 비율이 가장 높았고, T2구는 linoleic acid와 linolenic acid의 비율이 가장 높았으며, T3구는 eicosapentaenoic acid와 docosahexaenoic acid의 비율이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 산란계에 청어유, 아미인유, 팜유 그리고 해바라기유를 급여하였을 때 홍근과 대퇴부의 지방산 조성이 각각 섭취하는 지방의 지방산 조성을 반영하게 된다는 보고(Cherian 등, 1996)와 일치한다고 하겠다. 특히 T3구의 경우 n-3 지방산의 최종산물인 EPA와 DHA의 비율을 강화시킬 수 있을 것으로 사료된다.

홍근과 대퇴부를 비교하여 보면, 홍근이 대퇴부보다 불포화지방산의 함량이 낮게 나타났다. 이러한 사실은

Table 8. Fatty acids composition of the breast and thigh meat samples, stored for 9 days at 4°C, of spent hens fed different dietary oils

Re- gion	Treat- ments ¹	Storage (days)	Fatty acids composition ²											
			14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:4	20:5	22:6	
		 %											
Br- east	Control	1	0.89	22.73	2.92	6.79	45.85	19.10	0.69	0.20	0.83	0.00	0.00	
	T1		0.80	19.39	2.52	6.60	51.30	17.52	0.57	0.35	0.95	0.00	0.00	
	T2		0.89	20.33	2.15	6.58	44.07	23.47	1.10	0.29	1.12	0.00	0.00	
	T3		2.16	22.07	4.60	6.44	42.54	16.82	0.53	0.25	0.94	1.93	1.72	
	Control	3	0.90	23.29	2.82	6.93	45.51	18.92	0.62	0.25	0.76	0.00	0.00	
	T1		0.85	19.69	2.44	6.66	51.12	17.49	0.55	0.28	0.92	0.00	0.00	
	T2		0.89	20.58	2.14	6.68	43.95	23.36	1.05	0.30	1.05	0.00	0.00	
	T3		2.23	22.22	4.57	6.58	42.50	16.74	0.49	0.28	0.88	1.84	1.67	
	Control	5	0.94	23.44	2.60	7.22	45.14	17.96	0.51	0.27	0.62	0.00	0.00	
	T1		0.90	19.81	2.42	6.83	51.09	17.34	0.49	0.30	0.82	0.00	0.00	
	T2		0.94	20.72	2.21	6.72	43.91	23.15	1.01	0.33	1.01	0.00	0.00	
	T3		2.35	22.44	4.49	6.75	42.44	16.63	0.45	0.32	0.75	1.80	1.58	
	Control	7	0.97	24.64	2.56	7.52	45.03	17.88	0.47	0.36	0.57	0.00	0.00	
	T1		0.95	20.25	2.38	7.03	50.68	17.23	0.45	0.34	0.69	0.00	0.00	
	T2		0.97	21.09	2.13	6.93	43.75	22.85	0.94	0.39	0.95	0.00	0.00	
	T3		2.45	22.59	4.45	6.89	42.37	16.55	0.42	0.37	0.69	1.75	1.47	
	Control	9	1.01	24.76	2.53	7.73	44.84	17.78	0.44	0.38	0.53	0.00	0.00	
	T1		0.97	20.46	2.25	7.34	50.50	17.11	0.43	0.36	0.58	0.00	0.00	
	T2		0.98	21.80	2.05	7.08	43.64	22.62	0.92	0.34	0.57	0.00	0.00	
	T3		2.50	22.94	4.37	6.96	42.34	16.40	0.40	0.40	0.63	1.65	1.41	
	Thi- gh	Control	1	0.73	22.40	3.31	6.70	46.03	19.15	0.70	0.15	0.83	0.00	0.00
		T1		0.78	19.15	2.45	6.46	51.81	17.55	0.59	0.24	0.97	0.00	0.00
		T2		0.70	20.24	2.32	6.30	44.24	23.58	1.18	0.27	1.17	0.00	0.00
		T3		2.08	21.57	4.65	6.35	42.90	16.92	0.59	0.25	0.99	1.94	1.76
Control		3	0.80	22.50	3.21	7.66	45.15	19.11	0.63	0.20	0.74	0.00	0.00	
T1			0.79	19.22	2.40	6.91	51.50	17.49	0.56	0.26	0.87	0.00	0.00	
T2			0.75	20.28	2.24	6.57	44.02	23.51	1.12	0.29	1.22	0.00	0.00	
T3			2.11	22.02	4.60	6.55	42.78	16.80	0.53	0.27	0.87	1.81	1.66	
Control		5	0.85	22.64	2.96	7.99	45.07	18.98	0.58	0.25	0.68	0.00	0.00	
T1			0.81	19.59	2.32	6.95	51.31	17.44	0.53	0.28	0.77	0.00	0.00	
T2			0.78	20.60	2.21	6.93	43.77	23.22	1.03	0.33	1.13	0.00	0.00	
T3			2.20	22.25	4.54	6.80	42.67	16.60	0.50	0.29	0.82	1.75	1.58	
Control		7	0.88	22.77	2.93	8.06	44.97	18.95	0.54	0.28	0.62	0.00	0.00	
T1			0.83	19.65	2.28	7.08	51.29	17.42	0.45	0.31	0.69	0.00	0.00	
T2			0.82	20.85	2.16	6.97	43.66	23.13	0.98	0.36	1.07	0.00	0.00	
T3			2.23	22.35	4.49	6.97	42.59	16.53	0.49	0.34	0.80	1.69	1.52	
Control		9	0.92	22.93	2.89	8.12	44.92	18.82	0.49	0.33	0.58	0.00	0.00	
T1			0.85	19.84	2.22	7.15	51.23	17.38	0.42	0.34	0.57	0.00	0.00	
T2			0.85	20.99	2.11	7.04	43.60	23.07	0.95	0.36	1.03	0.00	0.00	
T3			2.38	22.40	4.42	7.17	42.51	16.45	0.46	0.38	0.77	1.65	1.41	

¹ Treatments are the same as in Table 3.² Trace fatty acids (less than 0.1) were C_{15:0}, C_{17:0} and C₁₇.

Table 9. The ratio of n-6 to n-3 fatty acids of the breast and thigh meat samples of spent hens fed different dietary oils

Region	Treatment ¹	Storage (days)	SFA : MUFA : PUFA ² (Ratio)	n-6 : n-3 (Ratio)
Breast	Control	1	30.61 : 48.77 : 20.62(1 : 1.59 : 0.67)	19.93 : 0.69(28.88 : 1)
	T1		27.14 : 53.82 : 19.04(1 : 1.98 : 0.70)	18.47 : 0.57(32.40 : 1)
	T2		28.09 : 46.22 : 25.69(1 : 1.65 : 0.91)	24.59 : 1.10(22.35 : 1)
	T3		30.92 : 47.14 : 21.94(1 : 1.52 : 0.71)	17.76 : 4.18(4.25 : 1)
	Control	3	31.37 : 48.33 : 20.30(1 : 1.54 : 0.65)	19.68 : 0.62(31.74 : 1)
	T1		27.48 : 53.56 : 18.96(1 : 1.95 : 0.69)	18.41 : 0.55(33.47 : 1)
	T2		28.45 : 46.09 : 25.46(1 : 1.62 : 0.89)	24.41 : 1.05(23.25 : 1)
	T3		31.31 : 47.07 : 21.62(1 : 1.50 : 0.69)	17.62 : 4.00(4.41 : 1)
	Control	5	31.87 : 47.74 : 19.09(1 : 1.50 : 0.60)	18.58 : 0.51(36.43 : 1)
	T1		27.84 : 53.51 : 18.65(1 : 1.92 : 0.67)	18.16 : 0.49(37.06 : 1)
	T2		28.71 : 46.12 : 25.17(1 : 1.61 : 0.88)	24.16 : 1.01(23.92 : 1)
	T3		31.86 : 46.93 : 21.21(1 : 1.47 : 0.67)	17.38 : 3.83(4.54 : 1)
	Control	7	33.49 : 47.59 : 18.92(1 : 1.42 : 0.56)	18.45 : 0.47(39.26 : 1)
	T1		28.57 : 53.06 : 18.37(1 : 1.86 : 0.64)	17.92 : 0.45(39.82 : 1)
	T2		29.38 : 45.88 : 24.74(1 : 1.56 : 0.84)	23.80 : 0.94(25.32 : 1)
	T3		32.30 : 46.82 : 20.88(1 : 1.45 : 0.65)	17.24 : 3.64(4.74 : 1)
	Control	9	33.88 : 47.37 : 18.75(1 : 1.40 : 0.55)	18.31 : 0.44(41.61 : 1)
	T1		29.13 : 52.75 : 18.12(1 : 1.81 : 0.62)	17.69 : 0.43(41.14 : 1)
	T2		30.20 : 45.69 : 24.11(1 : 1.51 : 0.80)	23.19 : 0.92(25.21 : 1)
	T3		32.80 : 46.71 : 20.49(1 : 1.42 : 0.62)	17.03 : 3.46(4.92 : 1)
	Thigh	Control	1	29.98 : 49.34 : 20.68(1 : 1.65 : 0.69)
T1		26.63 : 54.26 : 19.11(1 : 2.04 : 0.72)		18.52 : 0.59(31.39 : 1)
T2		27.51 : 46.56 : 25.93(1 : 1.69 : 0.94)		24.75 : 1.18(20.97 : 1)
T3		30.25 : 47.55 : 22.20(1 : 1.57 : 0.73)		17.91 : 4.29(4.17 : 1)
Control		3	31.16 : 48.36 : 20.48(1 : 1.55 : 0.66)	19.85 : 0.63(31.51 : 1)
T1			27.18 : 53.90 : 18.92(1 : 1.98 : 0.70)	18.36 : 0.56(32.79 : 1)
T2			27.89 : 46.26 : 25.85(1 : 1.66 : 0.93)	24.73 : 1.12(22.08 : 1)
T3			30.95 : 47.38 : 21.67(1 : 1.53 : 0.70)	17.67 : 4.00(4.42 : 1)
Control		5	31.73 : 48.03 : 20.24(1 : 1.51 : 0.64)	19.66 : 0.58(33.90 : 1)
T1			27.63 : 53.63 : 18.74(1 : 1.94 : 0.68)	18.21 : 0.53(34.36 : 1)
T2			28.74 : 45.98 : 25.38(1 : 1.60 : 0.88)	24.35 : 1.03(23.64 : 1)
T3			31.54 : 47.21 : 21.25(1 : 1.50 : 0.67)	17.42 : 3.83(4.55 : 1)
Control		7	31.99 : 47.90 : 20.11(1 : 1.50 : 0.63)	19.57 : 0.54(36.24 : 1)
T1			27.87 : 53.57 : 18.56(1 : 1.92 : 0.67)	18.11 : 0.45(40.24 : 1)
T2			29.00 : 45.82 : 25.18(1 : 1.58 : 0.87)	24.20 : 0.98(24.69 : 1)
T3			31.89 : 47.08 : 21.03(1 : 1.48 : 0.66)	17.33 : 3.70(4.68 : 1)
Control		9	32.30 : 47.81 : 19.89(1 : 1.48 : 0.62)	19.40 : 0.49(39.59 : 1)
T1			28.18 : 53.45 : 18.37(1 : 1.90 : 0.65)	17.95 : 0.42(42.74 : 1)
T2			29.24 : 45.71 : 25.05(1 : 1.56 : 0.86)	24.10 : 0.95(25.37 : 1)
T3			32.33 : 46.93 : 20.74(1 : 1.45 : 0.64)	17.22 : 3.52(4.89 : 1)

¹ Treatments are the same as in Table 3.² SFA:MUFA:PUFA = Saturated acids:Monounsaturated acids:Polyunsaturated acids.SFA:C_{14:0}, C_{15:0}, C_{16:0}, C_{17:0}, C_{18:0} and C_{20:0}.MUFA:C_{16:1}, C_{17:1} and C_{18:1}.PUFA:C_{18:2}, C_{18:3}, C_{20:4}, C_{20:5} and C_{22:6}.³ n-6:C_{18:2} and C_{20:4}.n-3:C_{18:3}, C_{20:5} and C_{22:6}.

흉근에 비해 대퇴부에 인지질의 양이 많이 함유되어 있고, 인지질이 산화에 대단히 민감하기 때문에 상대적으로 그 부분에 존재하는 고도불포화지방산의 높은 농도와 관련이 있다(Melton, 1983)는 보고에서 처럼 인지질에 불포화지방산 특히 고도불포화지방산이 많이 함유되어 있기 때문에 사료된다. 따라서 본 실험에서는 고도불포화지방산 특히 n-3 지방산을 육내에 축적시킬 수 있는 결과를 얻었기 때문에 산란노폐계의 이용성을 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다.

2) n-6와 n-3 지방산의 비율 변화

저장기간이 경과함에 따라 SFA(saturated fatty acid) : MUFA(monounsaturated fatty acid) : PUFA(polyunsaturated fatty acid)의 비율에서 단일불포화지방산과 고도불포화지방산의 비율은 감소하는 경향이었고, n-6 대 n-3의 비율에서는 n-6 지방산의 비율이 전체 처리구에서 증가하는 경향이였다. 이러한 결과는 Moerck와 Ball(1974)이 계육을 4 °C에서 15일간 저장하면 불포화지방산이 25.5 %에서 13 %로 감소하며, 저장중의 지방산 산화는 불포화지방산의 감소에 의하여 일어난다는 보고와 유사한 경향이였다. 또한 n-3 지방산의 비율이 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 것은 n-3 지방산의 최종산물인 EPA와 DHA가 산화됨에 따른 것으로 사료된다.

처리구간의 비교에서는 T1구가 타처리구에 비해서 n-6 지방산의 비율이 높은 경향이었고, T3구는 타처리구에 비해 n-3 지방산의 비율이 높은 경향이였다. 이러한 결과는 Farrell(1993)이 n-3계 지방산이 풍부한 사료를 급여할 때에 육계의 근육 및 계란 등에서 n-3계 지방산 함량이 증가되고, n-6계 지방산 함량은 상대적으로 감소하였다는 보고와 일치하는 경향이였다.

부위간의 비교에서는 흉근이 대퇴부보다 n-6 비율이 높았지만 대퇴부에서는 흉근보다 n-3 비율이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Chanmugam 등(1992)이 육계에 콩기름, 아마인유, 청어유를 급여하였을 때, n-3 : n-6의 비율은 흉근보다 대퇴부에서 높게 나타났다는 보고와 유사하였다. 이와 같은 결과는 흉근보다 대퇴부에 n-3 지방산이 많이 축적되어 있는 인지질의 함량이 높으며, 인지질이 산화에 대단히 민감하므로, 상대적으로 그 부분에 존재하는 고도불포화

지방산의 높은 농도(Melton, 1983)와 관련이 있기 때문이라고 생각된다.

산란노폐계에 오메가 계열의 지방산 급여로 산란노폐계육의 지방산 조성을 변화시켜 식품적 가치를 향상시켰으나, 고도불포화지방산의 비율이 높아 산화가 빨리 이루어지므로 항산화제와의 병행된 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

적 요

산란노폐계에 오메가 계열의 지방산을 다량 함유한 3종류의 기름(olive, canola, sardine)을 3주간 급여한 후 도살하여 흉근과 대퇴부를 냉장온도(4 ± 1 °C)에서 9일간 저장하면서 지방산 조성 및 저장성에 대한 연구를 수행하였다. 사료처리는 대조구사료(시중사료), T1사료(시중사료 90% + olive oil 10%), T2사료(시중사료 90% + canola oil 10%) 및 T3사료(시중사료 90% + sardine oil 10%)의 4처리로 하였다. pH는 저장기간이 경과함에 따라 전처리구에서 유의적으로 상승하였다($P < 0.05$). 과산화(POV)의 변화는 전처리구에서 저장 5일까지는 유의하게 증가하였고, 5일 이후에는 감소하였다($P < 0.05$). 대퇴부에서는 지방산 처리구들이 대조구에 비해 POV가 유의하게 높게 나타났다($P < 0.05$). 흉근과 대퇴부에서 T3구는 타처리구에 비해 유의적으로 높은 POV를 나타내었다($P < 0.05$). 흉근은 대퇴부보다 낮은 POV를 나타내는 경향이였다.

저장기간이 경과함에 따라 전처리구의 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 상승하였으며($P < 0.05$), 저장 3일 이후 지방산 처리구들이 대조구에 비해 유의하게 높은 TBARS를 나타내었고($P < 0.05$), T3구가 타처리구에 비해 유의적으로 높은 TBARS를 나타내었다($P < 0.05$). 흉근은 대퇴부보다 낮은 TBARS를 나타내는 경향이였다. 흉근과 대퇴부에서의 지방산의 변화는 저장기간이 지남에 따라 불포화지방산의 함량이 약간씩 감소하는 반면 포화지방산은 약간씩 증가하는 경향이였다. T1구가 타처리구와 비교하여 oleic acid의 함량이 높았고, T2구는 타처리구와 비교하여 linoleic acid와 linolenic acid의 함량이 높았으며, T3구에서는 eicosapentaenoic acid와

docosaehaenoic acid의 함량이 높은 경향이었다. 홍근이 대퇴부보다 불포화지방산의 함량이 대체로 높게 나타났다. n-6 : n-3의 비율을 살펴보면 저장기간이 경과함에 따라 n-6 지방산의 함량이 증가한 반면 n-3의 함량은 감소하는 경향이었다. T3구가 타처리구에 비해 n-3 함량이 높은 경향이었다. 홍근이 대퇴부보다 n-6의 함량이 약간 높은 경향을 나타내었다.

(색인 : 산란노폐계, 감람유, 캐놀라유, 정어리유, 홍근, 대퇴부)

인용문헌

- Bartholmew DT, Blumer JN 1977 Microbial interactions in country-style hams. *J Food Sci* 42:498.
- Buege JA, Aust SD 1978 Microsomal lipid peroxidation In: *Methods in Enzymology*, Fleischer S. and Packer L. ed. Academic Press, New York 52:302.
- Chanmugam P, Boudreau M, Boutte T, Park RS, Hebert J, Berrio L, Hwang DH 1992 Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poultry Sci* 71:516.
- Cherian G, Wolfe FW, Sim JS 1996 Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. *Poultry Sci* 75:423.
- Dahle LK, Hill EG, Holman RT 1962 The thiobarbituric acid reaction and autoxidation of polyunsaturated fatty acid methyl esters. *Arch Biochem Biophys* 98:253.
- Deymer DI, Vandekerckhove P 1979 Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci* 3:161.
- Farrell DJ 1993 UNE's designer egg. *Poultry International* 5:62.
- Fernandes G, Venkatraman JT 1993 Role of omega-3 fatty acids in health and disease. *Nutr Res* 13:S19.
- Gonzalez MJ, Gray JI, Schemmel RA, Dugan L Jr, Welsch CW 1992 Lipid peroxidation products are elevated in fish oil diets even in the presence of added antioxidants. *J Nutr* 122:2190.
- Koskas JP, Cillard J, Cillard P 1984 Autoxidation of linoleic acid and behavior of its hydroperoxides with and without tocopherols. *J Amer Oil Chem Soc* 61:1466.
- Leaf A, Weber PC 1988 Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *New Eng J Med* 318:549.
- Lin CF, Gray JI, Asghar A, Buckley DJ, Booren AM, Flegal C 1989 Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat. *J Food Sci* 54:1457.
- Moerck KE, Ball HR 1974 Lipid oxidation in mechanically deboned chicken meat. *J Food Sci* 39:876.
- Morrison WR, Smith LM 1964. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride-methanol. *J Lipid Res* 5:600.
- Pikul H, Leszczynski DE, Kummerow FA 1984 Relative role of phospholipids, triacylglycerols and cholesterol esters on malonaldehyde formation in fat extracted from chicken meat. *J Food Sci.* 49:704.
- Pikul J, Leszczynski DE, Kummerow FA 1985. Influence of fat content and composition on malonaldehyde concentration in chicken meat and skin. *Poultry Sci* 64:311.
- Vladimirov YA, Olenov VI, Suslova TB, Cheremisina IP 1980 Lipid peroxidation in mitochondrial membrane. *Adv Lipid Res* 17:173.
- Witte VC, Krause GF, Bailey ME 1970 A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35:582.
- Yang CC, Chen TC 1993 Effects of refrigerated

storage, pH adjustment, and marinade on color of raw and microwave cooked chicken meat. Poultry Sci 72:355.

김세권 1995 생화학(요점 및 용어해설). 청문각 p. 156.

박병성 1991 오메가 불포화 지방산 비율이 흰쥐의 콜레스테롤 대사에 미치는 영향. 박사학위논문. 강

원대학교.

박은지 박기재 김영호 1995 저온 및 동결저장중 계육의 품질변화. 한국축산학회지 37:249.

이지은 정인철 김미숙 문윤희 1994 계육의 pH, 휘발성 염기질소, 일반세균수 및 K치의 사후변화. 한국축산식품학회지 14:240.

축협조사월보 1996 축협중앙회 p. 85.