



난황 콜레스테롤과 지방산 조성에 관한 서로 다른 지방의 첨가 효과

강환구¹ · 김겸헌 · 박병성* · 장애라²

¹강원대학교 동물생명공학과 · ²동물자원공동연구소

Effects of Dietary Fats on the Cholesterol Content and Fatty Acid Composition of Egg Yolk

Hwan Ku Kang¹, Gyeom Heon Kim, Byung Sung Park*, and Aera Jang²

¹Division of Animal Biotechnology · ²Institute of Animal Resources, Kangwon National University

Abstract

We investigated the effect of different kinds of dietary fats on the fatty acid composition, cholesterol content and quality of hens' eggs. The Haugh units, breaking strength, shell thickness and yolk color were not significantly different among the test groups. The type of dietary fat fed each test group notably altered the polyunsaturated fatty acid composition and cholesterol content of egg yolk. The n-6 fatty acid content of egg yolk was highest in the corn oil fed group being 31.61%, and this tended to decrease in the tallow, linseed oil and fish oil fed groups($p < 0.05$) in that order. The n-3 fatty acid content of egg yolk tended to increase in the linseed oil and fish oil fed groups with values of 9.74% and 5.16%, respectively($p < 0.05$). The increase of n-3 fatty acids in the yolk resulted in a reduced cholesterol content of the eggs. The cholesterol content ranged from 15.98~18.37 mg/g of yolk or 227~261 mg/60g of egg($p < 0.05$). The cholesterol content of egg yolk was highest in the tallow fed group, and significantly reduced to 13.01% in the fish oil group, 11.49% in the linseed oil group and 6.91% in the corn oil group($p < 0.05$). This result suggests that it is possible to reduce the cholesterol content or to increase the n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acid contents in eggs by the manipulation of dietary fats.

Key words : egg quality, n-6, n-3 fatty acid, cholesterol, fish oil, linseed oil, corn oil

서론

2005년도 우리나라 사망률 1위인 암 다음으로 심장혈관계 및 뇌혈관계 질환이 떠오르면서 축산식품에 함유되어 있는 콜레스테롤과 지방산의 조성이 더욱 중요하게 되었다. 콜레스테롤이 높은 축산식품의 잦은 섭취는 혈액 유해 콜레스테롤을 높여서 심장혈관계 질환을 비롯한 각종 성인병의 발생에 대한 위험을 높일 수 있다(Harris *et al.*, 1989; Hargis, 1988; Renaud *et al.*, 1994). 따라서 이와 같은 이유로서 지난 20년 동안 건강을 위해 콜레스테롤이 많은 축산식품의 섭취

를 제한해야 한다는 공공의 여론으로 계란의 소비가 감소되었다. 그 이유는 소비자들이 계란을 고콜레스테롤 함유 식품으로 인식하였기 때문이며, 계란 산업의 시장 동향은 난황 콜레스테롤의 감소를 위한 많은 노력과 함께 계란의 품질을 높이려는 데 집중되었다. 계란은 콜레스테롤 263mg/60g을 함유하며(Park, 2004; Park *et al.*, 2005), 계란 콜레스테롤을 낮추기 위해서 한 가지 관심을 가진 분야는 지방의 종류, 식물성 스테롤을 사료에 첨가하여 암탉에게 급여하는 것이었다. 이러한 접근은 희망적이었으나 그 결과는 서로 상반되게 나타났으며, 따라서 계란 콜레스테롤을 낮추는 효율성은 아직도 불분명하다(Botsoglou *et al.*, 1998).

계란의 품질을 높일 수 있는 또 다른 방법은 산란계 사료 내 첨가되는 지방산 조성의 변화를 통해서 이를 수 있다. 영양소 대사 및 역학적 연구에서 식품의 생체 콜레스테롤 합성 효과의

* **Corresponding author** : Byung Sung Park, Department of Animal Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8615, E-mail: bspark@kangwon.ac.kr

평가는 식품의 콜레스테롤 함량에만 기초하기보다는 오히려 섭취하는 식품의 콜레스테롤과 불포화 지방 사이에 관련해야 할 것으로 설명하였다(Grundy *et al.*, 1990; Kris-Etherton *et al.*, 2000). 사람에게 계란을 풍부하게 섭취시킨 실험 결과에서 포화지방산에 대한 고도 불포화지방산의 비율이 상대적으로 높았을 때 혈액 콜레스테롤이 거의 증가하지 않았다고 하였다(Schonfeld *et al.*, 1982). 난황 속으로 고도 불포화지방산의 강화는 소비자 기호도 증가의 실용적 의미를 제공하는 계란의 생체 콜레스테롤 합성 효과를 방해할 수 있다(Botsoglou *et al.*, 1998).

영국의 보건국(Department of Health, 1994)은 사람의 식이 내 포화지방산의 섭취를 낮추고 고도 불포화지방산의 섭취를 늘려야 한다고 권장하였다. 또한, linoleic acid(18:2n-6)와 같은 n-6계열의 고도 불포화지방산의 섭취를 변화시키지 않으면서, α -linolenic acid(18:3n-3), eicosapentaenoic acid(20:5n-3), docosahexaenoic acid(22:6n-3)와 같은 n-3계열의 고도불포화지방산의 섭취를 현재 수준보다 2배 정도 더 높여야 할 것으로 권장하였다. 이것은 n-6와 n-3계열의 긴 사슬 지방산이 혈전 형성을 방지하고 유해 콜레스테롤을 낮춰서 각종 성인병을 예방할 수 있기 때문이다(Department of Health, 1994; Leaf and Weber, 1988; Palca, 1990; Shekelle and Stamler, 1989).

난황 내 지방산의 조성을 바꿀 수 있음은 잘 알려져 있으며, 따라서 사료 원료 물질의 변형 기술에 의한 난황 지방산 조성을 바꾸기 위한 방법은 새로운 개념이 아니다. 서로 다른 지방을 급여한 암탉을 통해서 난황 지방산의 조성을 바꿀 수 있음은 오래전에 보고되었고(Cruickshank, 1934), 어분이나 어유, 씨앗 또는 식물성 기름의 급여를 통해서 난황 지방산을 바꿀 수 있음이 확인되었다(Reiser, 1950; Leaf and Weber, 1988; Marshall *et al.*, 1994). 그러나 난황 지방산의 조성 변화에 관한 지질 급원 및 첨가 수준에 따른 차이는 여전히 연구가 필요하다. 가금 산업에 이용할 수 있는 지질은 포화지방산 급원으로서 우지, n-6지방산의 급원으로서 옥수수기름, n-3지방산 급원으로서 아마인유와 어유 등을 비롯한 여러 가지 기름이 있다(Caston *et al.*, 1990; Aymond *et al.*, 1995). 본 연구의 목표는 사료 내 지방 급원으로서 우지, 옥수수기름, 아마인유 및 어유를 각각 5.0% 첨가·급여한 산란계에서 계란의 품질, 콜레스테롤과 난황 지방산 조성의 변화를 비교하는 것이었다.

재료 및 방법

실험동물 및 실험사료

37주령 산란계(Hyline brown) 200마리를 이용하여 4개의

서로 다른 지방을 함유하는 실험사료를 급여하였다. 각각의 처리구당 50마리씩 나누어서 완전임의 배치하였고, 개개의 산란 케이지에서 수송한 후 46주령까지 10주간에 걸쳐서 사육하였다. 각 처리구에 대한 모든 실험사료는 NRC(1994)에 의해서 권장된 영양소 요구량을 충족 또는 약간 높게 배합하였다. 산란계는 옥수수, 대두박 위주의 기초사료 내 우지, 옥수수유, 아마인유 및 어유 등 첨가 지방(Table 1)을 현재 산란계 사료 내 일반적으로 첨가되고 있는 지방 5.0% 수준을 함유하도록 제조한 각각의 실험사료를 섭취하였다. 서로 다른 첨가 지방의 지방산 조성은 우지의 경우 포화지방산 52.12%, 옥수수기름 Linoleic acid(18:2n-6) 56.62%, 아마인유 Linolenic acid(18:3n-3) 47.21% 그리고 어유는 n-3 지방산 12.44%로서 Eicosapentaenoic acid(20:5n-3) 5.29%와 Docosahexaenoic acid(22:6-3) 11.03%를 차지하였다. 우지를 제외한 식물성 기름은 항산화제로서 BHT를 기름 L당 650 mg을 첨가하였다. 배합된 모든 사료 내 조단백질(16.25%)과 에너지(ME, 2700 kcal/kg) 함량을 동일한 수준으로 조절하였다. 점등시간은 17시간이 되도록 조절하였고 물과 실험사료는 자유섭취(*ad libitum*) 하였으며, 동물을 포함한 모든 시험 절차는 저자의 유럽실험동물취급면허(SCT-w94058)에서 제시된 과학적이고 윤리적인 규정을 따랐다.

계란 품질 조사

계란 품질 조사는 37주령부터 실험사료 급여 후 4주째인 40주령부터 2주 간격으로 총 4회(40주, 42주, 44주, 46주)에 걸쳐서 계란을 수거하여 채란 후 곧 바로 Quality control microprocess (QCM, Technical Services and Supplies Co., UK)을 사용하여 Haugh unit(HU)를 측정하였고 QCM color meter를 이용하여 난황색을 측정하였다(Roche Com, 1988). 난각 두께는 Dial pipe guage(Ozaki MFG Co. Ltd., Japan)을 이용하여 HU와 난황색 측정에 이용된 계란에서 난각의 둔단부, 중간부, 첨단부를 각각 4회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

$$\text{Haugh unit} : 100 \log(H+7.57-1.7W^{0.37})$$

$$H : \text{Albumin height(mm)}, W : \text{Egg weight(g)}$$

자료는 실험시작 4주째인 40주령부터 7주 동안 2주 간격으로 총 4회에 걸쳐 수집된 계란으로부터 측정된 평균값을 정리하여 제시하였다.

계란 콜레스테롤 분석

37주령부터 실험사료를 급여한 후 4주째인 40주령부터 2주 간격으로 총 4회에 걸쳐서 수집된 계란에 대한 계란 무게를 측정하였고, 품질 검사와는 별도로 동일한 처리구의 계란

Table 1. Fatty acid composition of dietary fat

(% of total fatty acids)

Fatty acid	Tallow	Corn oil	Linseed oil	Fish oil
C14:0	2.23	- ¹⁾	0.07	4.35
C16:0	26.66	12.50	5.64	21.39
C16:1n-7	1.03	-	0.13	7.43
C18:0	23.23	5.60	4.01	6.10
C18:1n-7	35.27	25.21	20.64	29.04
C18:2n-6	11.58	56.62	22.30	13.96
C18:3n-6	-	-	-	-
C18:3n-3	-	-	47.21	-
C20:4n-6	-	-	-	-
C20:5n-3	-	-	-	1.41
C22:4n-6	-	-	-	5.29
C22:5n-3	-	-	-	-
C22:6n-3	-	-	-	11.03
SFA ²⁾	52.12	18.17	9.72	31.84
UFA ³⁾	47.88	81.83	90.28	68.16
Total	100	100	100	100
n-3	-	-	47.21	12.44
n-6	11.58	56.62	22.30	19.25

¹⁾ Not detected.²⁾ SFA : Saturated fatty acid.³⁾ UFA : Unsaturated fatty acid.

을 끓는 물에서 20분 동안 삶아서 난백과 난황을 분리한 다음 각각의 무게를 측정하였다. 콜레스테롤 분석을 위하여 분리 후 삶은 난황은 -20°C 의 냉동실에 보관하였다. 분석 시에 냉동 난황을 녹여서 잘 혼합한 다음 콜레스테롤을 분석하였으며, 4회에 걸쳐서 측정된 평균값으로 나타내었다. 총 난황 콜레스테롤은 독일 Boehringer Mannheim(1987)의 biochemical analysis kit(Cat. No. 139.5, Germany)를 사용하여 효소적으로 측정하였다. 즉, 난황시료 0.5 g에 새롭게 제조된 methanolic potassium hydroxide 용액 20 mL와 isopropanol 10 mL를 혼합한 후 30분 동안 reflux condenser하에서 가열, 여과 후 시료 0.40 mL를 취하였다. 여기에 cholesterol reagent mixture 5.00 mL를 첨가하여서 격렬하게 혼합된 반응물 2.5 mL를 취하여 cholesterol oxidase 20 μL 를 첨가한 다음 37°C 에서 60분간 반응시킨 후 405 nm에서 흡광도(Jasco spectrometer UVDEC-610, Japan)를 측정하였다. 콜레스테롤 함량은 시료와 blank의 흡광도 차이 값(Δa)을 계산한 다음 콜레스테롤 표준물질의 농도, 시료의 희석배수 및 기기의 여러 가지 분석조건을 고려하여 이미 제시되어 있는 상수 값 0.711을 곱하여 계산하였다. 자료는 4주째인 40주령부터 2주간격으로 총 4회에 걸쳐 수집된 계란에서 각 주별로 3개씩의 계란을 측정된 평균값으로 제시하였다.

난황 지방산 분석

난황의 지방산 분석은 계란 콜레스테롤 분석에 이용된 시료를 사용하였다. 난황의 지질 추출 및 지방산 분석은 Folch 등(1957), Morrison과 Smith의 방법(1967)을 변형하여 실시하였고 이를 기술하면 다음과 같다. 시료 10 g에 chloroform 과 methanol의 혼합용액(2:1) 50 mL를 가한 후, homogenizer (2,500 rpm)에서 3분간 교반하고 여과하여 지질을 추출한다. 이렇게 하여 추출된 지질 분획 중 4~10 mg을 검화용 반응 용기에 넣고 methanolic 0.5N NaOH 용액 1 mL를 가한 후 15분간 가열한 다음 냉각한다. 냉각 후 14% BF_3 -methanol을 가하여 다시 15분간 가열하여서 methylation 한다. 실온까지 완전히 냉각시킨 다음 여기에 1 mL의 heptane과 8 mL의 NaCl 포화용액을 가하여 1분간 혼합 후 30분간 방치한다. 상등액 1~2 μL 를 취해서 지방산 분석용 GLC(ACEM 6000 model, Korea)에 주입하여 지방산을 분석하였다. 지방산 분석에 사용한 표준 용액은 미국 Supelco사의 PUFA No.2, Animal source를 이용하였다. 분석에 사용된 컬럼은 FFAP capillary column(30 m \times 0.25 mm I.D., 0.25 μm film thickness)을 사용하였다. Carrier gas로는 Nitrogen(1 mL/min)을 이용하였으며 Oven temp. 160°C , Injector temp. 240°C , Detector temp. 250°C , Split ratio는 10:1로 하였다.

Table 2. Effect of different dietary fat on haugh unit, egg shell thickness, egg shell breaking and egg yolk color

Item	Diets containing				PSE ¹⁾
	Tallow	Corn oil	Linseed oil	Fish oil	
Haugh unit(HU)	100.40	101.20	101.40	100.56	0.27
Egg shell thickness(mm)	0.35	0.36	0.37	0.36	0.01
Egg shell breaking(kg/cm ²)	3.50	3.66	3.74	3.51	0.04
Egg yolk color(RCF) ²⁾	7.70	8.01	7.93	8.01	0.08

¹⁾ Pooled Standard error of means.

²⁾ Roche egg yolk color fan.

통계처리

실험자료는 SAS(2000)의 GLM procedure를 이용하여 분산 분석하였고 Duncan's multiple range test(1955)에 의하여 95% 수준에서 처리 평균치 간의 통계적 유의성을 검정($p < 0.05$)하였다.

결과 및 고찰

계란의 품질 특성

호우 유니트, 난각 두께, 파란강도 및 난황색은 모든 첨가구가 서로 비슷한 것으로 조사되었으며 통계적 유의성은 없었다(Table 2).

Birrenkott 등(2000)은 난황 콜레스테롤 함량을 낮추기 위하여 사료 조성에 변화를 주었을 때 난황색은 대조구와 처리구 사이에 차이가 없었으며 일정하게 유지되었다고 보고하였고 본 실험 결과는 이와 비슷하였다. 호우 유니트, 난각 두께, 파란 강도 및 난황색은 계란 품질을 결정하는데 중요한 요소(Lesson and Summers, 1991)이며, 특히 웰빙 시대 소비자 기호도와 관련하여 계란의 상품적인 가치를 높이는데 내부와 외부의 품질이 우수해야 한다. 내부 품질의 척도가 되는 호우유니트(Nordskog and Cotterill, 1953)는 처리구 모두가 평균 100으로 높은 수치를 나타내었고 내부 품질 역시 우수

하였다. QCM color meter에 의하여 난황색의 농도가 구분되는데 1~14등급까지 분류되며(Lesson and Summers, 1991) 모든 처리구의 난황색 등급은 7.7~8.0 범위로 진한 황색이었다.

계란 콜레스테롤

실험사료 급여 후 4주째인 40주령부터 2주 간격으로 총 4회에 걸쳐 수집된 계란에서 각각 측정된 콜레스테롤의 평균 값을 정리하여 Table 3에 나타냈다.

실험사료 급여 후 4주째에 이르러서 난황 콜레스테롤 감소율은 더 이상 줄어들지 않았으며 거의 일정한 수준(plateau)에 도달하였다. 따라서 실험사료 급여 후 4주째부터 7주간의 사이에서 조사된(40~46주) 계란 콜레스테롤 함량은 큰 차이가 없었다. 난황 g당으로 나타낸 콜레스테롤 함량은 우지 첨가구가 18.37 mg이었고 옥수수유, 아몬드유 및 어유 첨가구는 각각 17.10 mg, 16.26 mg, 15.58 mg으로 낮아지는 경향을 보였으며 처리구간 통계적 유의성이 있었다($p < 0.05$). 우지 첨가구와 비교해 볼 때 옥수수유, 아몬드유 및 어유 첨가구의 난황 g당 콜레스테롤 함량은 각각 1.77 mg, 2.11 mg 및 2.39 mg씩 유의적인 감소 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 한편 계란 1개(대란 60g) 기준의 콜레스테롤 함량으로 계산했을 때 우지 첨가구가 약 261 mg으로 나타났으나 옥수수유, 아몬드유 및 어유 첨가구는 각각 243 mg, 231 mg 및 227 mg으로

Table 3. Effect of different dietary fat on the cholesterol content of eggs

Item	Diets containing				PSE ¹⁾
	Tallow	Corn oil	Linseed oil	Fish oil	
Egg yolk(g)	15.51	15.48	15.67	15.60	0.48
Total cholesterol					
mg/g yolk	18.37 ^a	17.10 ^b	16.26 ^c	15.98 ^c	0.36
mg/60g egg	261 ^a	243 ^b	231 ^b	227 ^b	8.76

¹⁾ Pooled Standard error.

^{a-c} Values within the same row with different superscript are significantly different($p < 0.05$).

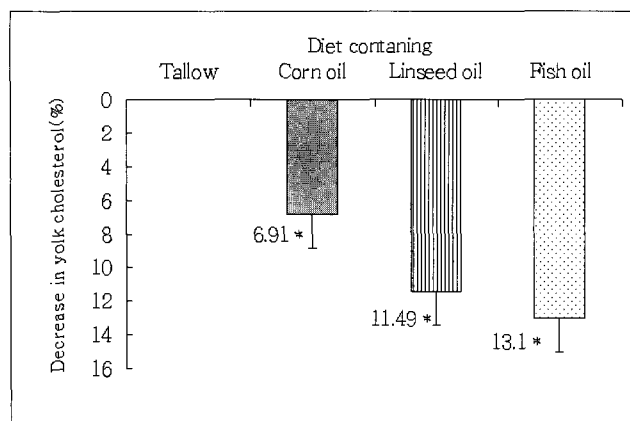


Fig. 1. Percentage of decrease in egg yolk cholesterol from laying hens fed diets containing different fats.

* Values were significantly different against tallow group ($p < 0.05$). Bars represent standard error of mean values.

줄어들었음을 알 수 있었고 이 값을 우지 첨가구와 비교해 볼 때 각각 18 mg, 30 mg 및 34 mg씩 유의적인 감소 경향을 보였다($p < 0.05$).

평균적으로 난황 콜레스테롤 함량 감소율(Fig.1)을 우지 첨가구와 비교하였을 때 옥수수유, 아미노유 및 어유 첨가구의 난황 콜레스테롤 함량은 각각 6.91%, 11.49% 및 13.01%의 감소율을 나타냈으며 통계적인 유의성이 있었다($p < 0.05$). 본 실험 결과 산란계 사료 내 옥수수유, 아미노유 및 어유 등의 n-6와 n-3 계열 지방산 급원을 5.0% 첨가해 주면 난황 콜레스테롤 함량을 유의적으로 낮출 수 있는 것으로 나타났다. 한편, 난황의 콜레스테롤 함량은 옥수수유, 아미노유 및 어유 첨가사료를 섭취한 후 4주째에 최대 감소 수준을 보였으며 그 이후부터는 거의 일정한 수준으로 유지하였다. 따라서 사료 조성의 변화에 의한 난황 콜레스테롤 함량을 최대한으로 낮추는 데 필요한 사료 급여 일수는 산란계의 생리적인 관점에서 볼 때 28일의 기간이면 충분할 것으로 보인다. Park 등(2004; 2005)은 산란계 사료 내 β -cyclodextrin을 첨가, 급여했을 때 계란 콜레스테롤 함량의 최대 감소는 28일째 이후부터는 더 이상 낮아지지 않고 일정한 수준으로 유지되는 안정수준(plateau)에 도달했다고 보고하였으며, 본 연구 결과는 이들의 보고와 경향을 같이한다.

난황 지방산 조성

포화 지방산 급원으로써 우지, n-6지방산 급원으로써 옥수수유, n-3지방산 급원으로써 아미노유 및 EPA와 DHA 급원으로써 어유를 각각 급여하여 조사된 난황 지방산 조성은 Table 4와 같다.

난황 포화 지방산의 경우, 우지 첨가구 30.12%, 아미노유

24.13%, 옥수수유 23.93% 그리고 어유 첨가구 22.77%로써 우지, 아미노유, 옥수수유 그리고 어유 첨가구 순으로 높은 경향을 나타냈으며 각 처리구간 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 불포화 지방산은 어유를 급여한 처리구가 77.23%로써 다른 처리구에 비하여 가장 높은 수치를 나타냈으며 옥수수유 76.07%, 아미노유 75.87%, 그리고 우지 첨가구 69.88% 순으로 각 처리구 간 통계적으로 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). n-3 계열 지방산은 아미노유를 급여한 처리구가 9.74%로 다른 처리구에 비하여 가장 높게 나타났고, n-6계열 지방산은 옥수수유 첨가구가 31.61%로 가장 높게 나타났으며 통계적인 유의차가 있었다($p < 0.05$). 어유를 급여한 처리구는 n-3 계열 지방산의 최종 대사산물인 20:5n-3(Eicosapentaenoic acid, EPA)와 22:6n-3(Docosahexanoic acid, DHA)가 각각 1.10%와 3.21%로써 총 5.16%의 가장 높은 축적률을 보였다. 그러나 어유를 급여한 처리구는 n-6계열 지방산의 함량이 다른 처리구에 비하여 유의적으로 낮은 수치를 나타냈다($p < 0.05$). 이러한 결과는 사료에 첨가된 지방 급원의 지방산 조성(Table 1)에 의해서 크게 영향 받은 것으로 볼 수 있다. 단위동물인 닭은 섭취된 지방산이 체내에 그대로 이행되는 지질 대사적 특성을 가지며 지방산의 사슬 연장과 탈포화 반응경로에 있어서 동일한 효소체계를 거치면서 서로 경쟁적인 제어작용을 갖는다. 산란계 사료내 n-3계열 지방산을 급여해 주면 계란 난황의 n-3계열 지방산을 높일 수 있음은 여러 연구자들에 의해서 보고되었다(Herber and Elswyk, 1996; Sim *et al.*, 1973; Naber, 1979). n-6와 n-3 계열 지방산은 혈액 내 좋은 콜레스테롤인 HDL-cholesterol을 높이고 나쁜 콜레스테롤인 LDL-cholesterol을 낮추지만, 포화지방산은 이들을 증가시켜서 동맥경화증을 비롯한 각종 성인병의 원인이 될 수 있다(Jiang and Sim, 1991; Van *et al.*, 1994; Sanders and Younger, 1983). 특히 어유에 풍부한 EPA는 지단백질 대사를 조절해 줌으로써 혈액 LDL-cholesterol을 낮추며 DHA는 사람의 뇌를 구성하는 지질 성분으로서 중요하다(Brussard *et al.*, 1980; Clandinin *et al.*, 1980)

요 약

계란 품질, 난황 콜레스테롤 함량 및 지방산 조성의 변화에 관한 산란계 사료 내 서로 다른 지방의 첨가 효과를 조사하였다. 36주령의 Hyline brown 산란계 총 200수(4처리구 \times 50수/반복)를 공시하여 우지, 옥수수유, 아미노유 및 어유를 각각 5.0% 함유하는 실험사료를 10주간 급여하였다. Haugh unit, 파란 강도, 난각 두께 및 난황색에 대한 처리구 간 유의적 차이는 나타나지 않았다. 첨가 지방은 계란 콜레스테롤 함량과 고도 불포화지방산 조성을 현저하게 변화시켰다. 난황

Table 4. Effect of different dietary fat on the fatty acid composition of egg yolk (% of total fatty acids)

Fatty acid	Diets containing				PSE ¹⁾
	Tallow	Corn oil	Linseed oil	Fish oil	
C14:0	0.92 ^b	0.50 ^d	0.63 ^c	0.98 ^a	0.06
C16:0	23.57 ^a	23.08 ^c	23.14 ^b	21.55 ^d	0.23
C16:1n-7	0.33 ^b	0.24 ^c	0.17 ^d	6.56 ^a	0.82
C18:0	5.63 ^a	0.35 ^b	0.36 ^b	0.24 ^c	0.69
C18:1n-7	41.07 ^d	44.22 ^b	42.56 ^c	47.96 ^a	0.77
C18:2n-6	28.48 ^a	27.37 ^b	21.62 ^c	15.15 ^d	1.59
C18:3n-6	- ⁴⁾	-	-	-	-
C18:3n-3	-	-	9.74 ^a	0.85 ^b	0.01
C20:4n-6	-	4.24 ^a	1.78 ^c	2.40 ^b	0.36
C20:5n-3	-	-	-	1.10	-
C22:4n-6	-	-	-	-	-
C22:5n-3	-	-	-	-	-
C22:6n-3	-	-	-	3.21	-
SFA ²⁾	30.12 ^a	23.93 ^c	24.13 ^b	22.77 ^d	0.86
UFA ³⁾	69.88 ^d	76.07 ^b	75.87 ^c	77.23 ^a	0.86
Total	100	100	100	100	-
n-3	-	-	9.74 ^a	5.16 ^b	0.01
n-6	28.48 ^b	31.61 ^a	23.40 ^c	17.55 ^d	1.60

¹⁾ Pool standard error.

²⁾ SFA : Saturated fatty acid.

³⁾ UFA : Unsaturated fatty acid.

⁴⁾ Not detected.

^{a-d} Values within the same row with different superscript are significantly different($p < 0.05$).

의 n-6지방산 함량은 옥수수유 첨가구가 31.61%로써 가장 높았고 우지, 아마인유 및 어유 첨가구순으로 낮았으며, n-3 지방산 함량은 아마인유와 어유 첨가구가 각각 9.74%, 5.16%로써 유의적 증가 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 난황 지방산 조성의 n-3지방산 증가는 계란 콜레스테롤 함량 감소를 초래하였다. 난황 콜레스테롤(mg/g yolk) 및 계란 콜레스테롤(mg/60 g egg) 범위는 각각 15.98~ 18.37 mg 및 227~261 mg으로써 우지 첨가구가 가장 높았고 어유, 아마인유 및 옥수수유 첨가구 순으로 낮아지는 경향을 보였다($p < 0.05$). 난황 콜레스테롤의 감소율은 우지 첨가구와 비교하였을 때 어유 13.01%, 아마인유 11.49% 및 옥수수유 6.91%로써 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 이상의 결과는 산란계 사료 내 첨가되는 지방급원을 조절해 줌으로써 계란 콜레스테롤을 낮출 수 있으며 n-6와 n-3 지방산을 난황으로 축적하는 것이 가능함을 시사해준다.

감사의 글

본 연구는 강원대학교 동물자원공동연구소의 일부 지원에

의해서 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Aymond, W. M. and Van Elswyk, M. E. (1995) Yolk thiobarbituric acid reactive substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. *Poult. Sci.* **74**, 1388-1394.
2. Birrenkott, G., Brockenfelt, G. E., Owens, M., and Haplin, E. (2000) yolk and blood cholesterol levels fed a garlic-supplemented diet. *Poult. Sci.* **79**(Suppl. 1), 75(Abstr.)
3. Boehringer manheim (1987) Methods of biochemical analysis and food analysis using test-combinations. Boehringer manheim gmbh biochemica, Sndhofer strabe manheim, W-Germany. 16-18.
4. Botsoglou, N. A., Yannakopoulos, A. L., Fletouris, D. J., Tserveni, A. S., and Psomas, I. E. (1998) Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response level and

- form of dietary flaxseed. *J. Agric. Food Chem.* **46**, 4652-4656.
5. Brussard, J. H., Dallinga-Thie, G., Groot, P. H. E., and Katan, M. B. (1980) Effects of amount and type of dietary fat on serum lipids lipoproteins and apolipoproteins in man. *Atherosclerosis*. **36**, 521-533.
 6. Caston, L. and Leeson, S. (1990) Research note: Dietary flaxseed and egg composition. *Poult. Sci.* **69**, 1617-1620.
 7. Clandinin, M. T., Chapell, J. E., Hein, L. S., Sauyer, P. R., and Chance, G. W. (1980) Extrauterine fatty acid accretion infant brain; implication for fatty acid requirements. *Early Hum. Dev.* **4**, 134-142.
 8. Cruickshank, E. M. (1934) Studies in fat metabolism in the fowl as affected by the ingestion of large amounts of different fats. *Biochem. J.* **28**, 965-977.
 9. Department of Health (1994) Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects. No. 46. London: H. M. Stationery office.
 10. Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. **11**, 1-42.
 11. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanletys, G. H. (1957) A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Bio. Chem.* **226**, 497-507.
 12. Grundy, S. M. and Denke, M. A. (1990) Dietary fat influence serum lipids and lipoproteins *J. Lipid Res.* **31**, 1149-1172.
 13. Hargis, P. S. (1988) Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl-a review. *World's Poult. Sci. J.* **44**, 17-29.
 14. Harris, W. S. (1989) Fish oils and plasma lipid and lipoprotein metabolism in humans - A critical review. *J. Lipid Res.* **30**, 785-807.
 15. Herber, S. M. and Elswyk, M. E. (1996) Dietary marine algae promoters efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. *Poult. Sci.* **75**, 1501-1507.
 16. Jiang, Z. and Sim, J. S. (1991) Plasma and hepatic cholesterol content and tissue fatty acid composition of rats fed n-3 fatty acid enriched egg yolk. *Inform.* **2**, 351(Abstr.)
 17. Kris-Etherton, P. M., Taylor, D. S., Yu-Poth, S., Huth, P., Moriarty, K., Fishell, V., Hargrove, R. L., Zhao, G., and Etherton, T. D (2000) Polyunsaturated fatty acids in the food chain in United States, *Am. J. Clin. Nutr.* **71**, 179S-188S.
 18. Leaf, A. and Weber, P. C. (1988) Cardiovascular effect of n-3 fatty acid. *New Engl. J. Med.* **318**, 549-553.
 19. Lesson, S. and Summers, F. D. (1991) Commercial poultry nutrition. *Canada NIH* 6N8. 77-148.
 20. Marshall, A. C., Sams, A. R., and Van Elswyk, M. E. (1994) Oxidative stability and sensory quality of stored eggs from hens fed 1.5% menhaden oil. *J. Food Sci.* **59**, 561-563.
 21. Morrison, W. R. and Smith, L. M. (1967) Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride methanol. *J. Lipid Res.* **5**, 600-608.
 22. Naber, E. C. (1979) The Effect of nutrition on the composition of egg. *Poult. Sci.* **58**, 518-528.
 23. National Research Council (1994) Nutrients requirements of poultry. 9th rev. National Academy Press, Washington DC.
 24. Nordskog, A. W. and Cotterill, O. (1953) Breeding for egg quality. *Poult. Sci.* **32**, 1051-1054.
 25. Palca, J. (1990) Getting to the heart of the cholesterol debate. *Science* **247**, 1170-1171.
 26. Park, B. S. (2004) Effect of dietary β -cyclodextrin on egg quality and cholesterol content of egg yolks. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 614-620
 27. Park, B. S., Kang, H. G., and Jang, A. R. (2005) Influence of feeding β -cyclodextrin to laying hens on the egg production and cholesterol content of yolk. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* **18**, 835-840.
 28. Reiser, R. (1950) Fatty acid changes in egg yolk of hens on fat-free and a cottonseed oil ration. *J. Nutr.* **40**, 429-440.
 29. Renaud, S. and De Longelil, M. (1994) Nutrition, atherosclerosis and coronary heart disease. *Reprod. Nutr. Dev.* **34**, 599-607.
 30. Roche Com. (1988) Egg yolk pigmentation with carophyll, *Brochre*. P. 1218.
 31. Sanders, T. A. B. and Younger, K. M. (1983) A comparison of the influence on plasma lipids and platelet function of supplement of ω 3 and ω 6 polyunsaturated fatty acids. *Br. J. Nutr.* **50**, 515-533.
 32. SAS Institute. (2000) SAS[®] User's guide: Statistics. Version 8 edition SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 33. Schonfeld, G., Patcsh, W., Ridell, L. L., Nelson, C., Epstein, M., and Olson, R. E. (1982) Effects of dietary cholesterol and fatty acids on plasma lipoproteins. *J. Clin.*

- Invest.* **69**, 1072-1080.
34. Shekelle, R. B. and Stamler, J. (1989) Dietary cholesterol and icshaemic heart disease. *Lancet.* **1**, 1177-1178.
35. Sim, J. S., Bragg, D. B., and Hodgson, G. C. (1973) Effect of dietary animal tallow and vegetable oil on fatty acid composition of egg yolk, adipose tissue liver laying hens. *Poult. Sci.* **52**, 51-57.
36. Van Elswyk, M. E., hargis, B., Williams, J. D., and Haris, P. S. (1994) Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipidosis in laying hens. *Poult. Sci.* **73**, 657-669.
-
- (2006. 10. 28. 접수 ; 2006. 12. 10. 채택)