

## 產卵雞 飼料에 添加된 植物油脂類가 卵黃의 콜레스테롤 濃度 및 脂肪酸 組成에 미치는 影響

오홍록 · 菅野道廣<sup>1</sup>

충남대학교 축산학과

### Effects of Dietary Plant Oils on the Cholesterol Level and on the Composition of Fatty Acids in Hen Egg Yolks

H. R. Oh and M. H. Sugano<sup>1</sup>

Department of Animal Science, Chungnam National University, Daejeon, Korea 305-764

#### ABSTRACT

White Leghorn hens were fed a commercial formula feeds as a basal diet, which was supplemented with 3 types of plant oil, safflower, evening primrose and pine seed, at the 10% level for 3 weeks. No significant changes was found between the basal diet and the oil feeding trials in the egg yolk cholesterol content, the laying rate, the egg weight, and the yolk weight, except the feed intake. In the fatty acid composition of the egg yolk lipid, however, the plant oil feedings to hens resulted in considerable increase of C<sub>18:2</sub> acid with a simultaneous decrease of C<sub>18:1</sub> acid, and, consequently, followed by the improvement of balance with P/S and P/M/S ratio close to 1.0 and 1:1:1, which is known a desirable ratio for human health in lipid nutrition, respectively.

(Key words : laying hens, plant oils, egg yolk, cholesterol, fatty acids)

#### 緒論

오늘날 계란의 영양학적 취약점으로서 우선적으로 해결하여야 할 시급한 과제중에는 난황중에 고농도로 함유된 콜레스테롤과 과다한 고급 포화지방산(SFA, saturated fatty acid)의 존재가 포함되어 있는데, 이들은 선진국에서는 계란소비의 감소를 주도하고, 중진국에서는 계란소비의 신장을 억제하는 핵심요인으로 생각되고 있다.

따라서, 근래에는 난황 콜레스테롤의 함량을 가능한 낮추고, 난황지질 지방산의 조성을 인간에 유리한 방향으로 조절하여, 계란의 부가가치를 제고하고자 하

는 연구가 널리 시행되고 있는데, 비교적 손쉬운 시도로는 고도 불포화지방산(PUFA, polyunsaturated fatty acid)이 다양 함유된 식물유지를 산란계 사료에 첨가하는 방법이 검토되어 왔다(Burley와 Vadehra, 1989; Watkins, 1991; Jiang 과 Sim, 1991, 1992, 1993).

식물유지중에서 잇꽃기름(紅花油, safflower oil)은 필수지방산인 linoleic acid(C<sub>18:2</sub>, n=6, 6C, 9C)가 가장 많이 함유된 유지로 유명하고(Hara 등, 1990), 역시 필수지방산인 γ-linolenic acid(C<sub>18:3</sub>, n=6, 6C, 9C, 12C)가 다양 함유된 식물유지로는 달맞이꽃기름(月見草油, evening primrose oil)이 널리 알려지고 있는데(Gibson 등, 1992), 최근에는 여

이 논문은 교육부 국비해외파견 교수 연구비 지원으로 수행되었음.

<sup>1</sup> 日本九州大學食糧化學工學科(日本國福岡市東區箱崎 6-10-1)

기에서 추출된  $\gamma$ -linolenic acid가 아토피성 피부염(atopic eczema), 여성의 생리통(premenstrual syndrome and breast pain) 등에 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Horrobin, 1992).

또한, 식물유지중에는  $\gamma$ -linolenic acid가 달맞이꽃 기름 보다도 많이 함유되어 있으나, 세인에 잘 알려지지 않은 유지가 바로 잣기름(松實油, pine seed oil)인데, 이 유지는  $\gamma$ -linolenic acid의 이중결합의 위치(5C, 9C, 12C)가 특이하여, 이로 인한 생리작용상의 특이성의 유무에 흥미가 모아지고 있다(Sugano, 1992).

본 실험에서는 앞에서 언급한 바와 같이 필수지방산이 풍부하게 함유된 식물유지인 잇꽃기름과 달맞이꽃기름 및 잣기름을 산란계 사료에 첨가하여, 이들이 난황의 콜레스테롤 농도 및 지질의 지방산조성에 미치는 영향을 조사하였다.

특히 본 실험에서는 linoleic acid를 다량 함유한 잇꽃기름 처리에 이어서  $\gamma$ -linolenic acid가 많은 달맞이꽃기름 또는 잣기름에 의한 연속처리를 함으로써 산란계 난황의 지질에 미치는 linoleic acid와  $\gamma$ -linolenic acid의 연계작용, 그리고 잣기름에 있어서  $\gamma$ -linolenic acid의 특이한 이중결합이 난황지질에 미칠지도 모를 영향에 대하여서도 주목코져 하였으며, 아울러 산란계 사료에 대한 식물유지의 첨가가 산란계의 몇 가지 능력에 미치는 영향도 조사하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 實驗場所 및 供試 產卵鷄

본 실험에서는 일본 후쿠오카 소재 규슈대학 농학부 실험 양계사에서 약 25주령의 백색 레그흔(Shaver - 288)을 공시 산란계로 하여, 모두 10 마리를 5 마리 씩 A, B의 두 그룹으로 나누어 6 ~ 8월의 3개월에 걸쳐서 케이지 사육하였다.

### 2. 飼料 및 植物油脂

시중의 산란계용 배합사료(Table 1 참조)를 본 실험의 기초사료(control)로 하였다. 식물유지중 잇꽃기름(紅花油, *Carth tinctorius*, safflower oil)은 日本リ놀油脂社(일본 오오사까), 달맞이꽃기름(月見草油, *Oleinoleic acidca biennis*, evening primrose oil)은 日本理研비타민社(日本, 東京), 그리고 잣기름(松實油, *Pinus koraiensis*, pine seed oil)은 三松社(日本, 廣島)로부터 직접 제공 받았다.

이들 식물유지의 개봉시에는 토코페를 200 ppm씩 첨가하여 냉장 보관하였으며, 이들의 지방산 조성은 Table 2와 같다.

### 3. 試驗設計

Table 3에 제시된바와 같이 공시 산란계는 5 마리 씩 A, B의 두 시험그룹으로 나뉘어 졌고, 각 그룹은 사료의 처리 단계별로 3주간씩 모두 4단계에 걸쳐 12 주간 동안 시험 사육되었다.

그 중 A 그룹은 4단계로 구분된 처리단계중 식물유지처리 단계인 제2, 제3단계에 각각 잇꽃기름과 달맞이꽃기름으로 처리된 시험구이고, B 그룹은 제2단계는 역시 잇꽃기름으로, 제3단계는 잣기름으로 처리된 시험구로서, 각각의 유지처리가 난황에 미치는 영향

Table 1. Formula and chemical composition of the experimental diet<sup>1</sup>

Ingredients	Content	Chemical Composition
Cereals	66 %	Crude protein > 17.0 %
Plant oil meals	16 %	Crude fat > 3.0 %
Animal feeds	8 %	Crude fiber < 5.0 %
Wheat bran	1 %	Crude ash < 13.0 %
Others <sup>2</sup>	9 %	Calcium > 2.8 %
		Phosphorus > 0.55 %
		ME(kcal /kg) > 2,800

<sup>1</sup> Commercial formula feeds for laying hens.

<sup>2</sup> Alfalfa, Ca-carbonate, Ca-phosphate, NaCl, and animal fat.

**Table 2.** Fatty acid composition of the dietary plant oils supplemented to the experimental diets

Fatty acids	Dietary	plant	oils
	Safflower	Evening primrose	Pine seed
C <sub>16:0</sub>	6.3 %	5.9 %	5.3 %
C <sub>18:0</sub>	2.3 %	1.3 %	1.5 %
C <sub>18:1</sub>	13.0 %	8.6 %	24.0 %
C <sub>18:2</sub>	77.7 %	73.4 %	48.9 %
C <sub>18:3</sub>	0.5 %	9.8 %	17.5 %
Others <sup>1</sup>	0.2 %	1.0 %	2.8 %

<sup>1</sup> Minor fatty acids not identified.

**Table 3.** Experimental design

Steps	Feeding (wk)	Groups	Diet <sup>1</sup> and plant oils <sup>2</sup>	Samplings	
				Items	Time
I	1st - 3rd	A(n=5) and B(n=5)	Control <sup>1</sup>	Body weight	At the last day in each steps
II	4th - 6th	A and B	Control + Safflower	Feed intake	During the last week in each fe- eding steps
III	7th - 9th	A	Control +	Laying rate	"
			Evening primrose	Egg and yolk weight	"
IV	10th - 12th	A and B	Control +	Cholesterol content	At the end lay- ing in the last week of the each feeding steps
			Pine seed	Fatty acids composition	"

<sup>1</sup> Commercial formula feeds for laying hens.

<sup>2</sup> 10 % (w/w) in the diet.

을 조사함은 물론이지만, 이 밖에도 A 그룹은 잇꽃기름 처리에 이은 달맞이꽃기름의 연계처리 효과를, 그리고 B 그룹은 역시 잇꽃기름 처리에 이은 잣기름의 연계처리 효과를 검토하기 위한 시험구라고도 말할 수

있다.

시험 단계중 제1과 제4단계는 기초사료 급이 단계인데, 이중 제1단계는 전기 기초사료단계이고, 제4단계는 식물유지처리가 중단되면서 그 영향이 소멸되는 상

태 즉, 기초사료(Control)에 의해서 난황의 지질이 정상으로 회복되는 상태를 확인하기 위한 후기 기초사료 단계이다.

#### 4. 植物油脂의 處理 및 試料 採取

각 식물유지는 당일 아침 기초사료에 10% 되도록 첨가, 혼합되었고, 사료는 각 개체별로 분리 설치된 사료통에 충분한 량을 계량하여 금이하였으며, 각 사료 통 중의 잔여 사료는 매일 계량 후 제거되었다.

각 조사 항목에 대한 시료는 Table 3에 제시된 바와 같이 사료처리 단계별로 채취되었는데, 생체중은 각 단계의 마지막 날 오후에 계량되었고, 사료섭취량, 산란율 및 난중, 난황중은 각 단계의 마지막 한 주간 동안에 걸쳐어 채취, 주간 평균값을 구하였다.

시료로 채취된 신선란은 난중 계량 후, 즉시 수작업에 의해서 난황과 난백으로 분리되었다. 분리된 난황 막 표면에 잔류하는 난백을 가능한한 여과지를 이용하여 제거하고서 난황중을 칭량하였다. 이어서 난황막을 파열시켜, 파열된 난황막이 난황 내용물에 혼입되거나 기포가 발생하지 않도록 유의하면서 초자봉으로 교반

혼화하여, 그 일부를 시료판에 채취하여 질소 깨스를 불어 넣으면서 밀봉하였고, 이것을 분석시까지 -30 °C에서 보관하였다.

#### 5. 化學的 分析

난황중의 지질추출은 chloroform과 methanol의 혼합용매(2:1)를 이용하는 Folch 등(1957)의 방법에 준하였다. 추출된 난황지질의 지방산은 시료를 BF3-MeOH으로 반응처리하여 메칠화시킨 후, column type gas chromatography(Shimazu model- 92)를 사용하여 분석하였다.

난황 콜레스테롤의 함량은 digitonin을 콜레스테롤 침전제로 사용하는 화학적 비색법의 일종인 Libermann-Burchard법(Naito 등, 1984)으로 측정하였다.

#### 6. 統計的 分析

각 실험의 측정값은 평균±표준오차( $\bar{X} \pm SE$ )로 나타내었으며, 각 처리간의 평균값에 대한 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법에 의하였다.

**Table 4.** Effect of dietary safflower(SFO) and evening primrose oil(EPO) on the various parameters of laying hens(A group)

Feeding		Diet <sup>1</sup> and plant oils	BW	Parameters ( $\bar{X} \pm SE$ , n=5) <sup>2</sup>			
Steps	Period			Diet intake <sup>3</sup>	Egg production	Egg weight	Yolk weight
I	1st-3rd	Control <sup>1</sup>	(wk)	(g /bird)	(g /day)	(eggs /wk)	(g)
			1,656.0 ± 3.6	113.6 ± 0.7 <sup>a</sup>	6.6 ± 0.2	54.1 ± 0.6	12.4 ± 0.1
II	4th-6th	Control + SFO	1,669.2 ± 4.4	87.2 ± 0.6 <sup>b</sup>	6.4 ± 0.2	52.9 ± 2.1	12.4 ± 0.2
			1,663.2 ± 88.6	88.0 ± 2.0 <sup>b</sup>	5.2 ± 0.5	53.2 ± 2.1	12.5 ± 0.2

<sup>1</sup> Commercial formula feeds for laying hens.

<sup>2</sup> The values of body weight and others parameters are means of the samples collected at the last day and during a last week in each feeding steps, respectively.

<sup>3</sup> a, b P<.05.

## 結果 및 考察

### 1. 植物油脂 添加가 體重, 飼料攝取量 및 產卵成績에 미치는 影響

산란계 사료에 첨가되는 식물유지량은 시험목적, 대상에 따라서 달라질 수 있겠으나, 대체로 5 ~ 30% 정도로 알려지고 있는데, 본 실험에서는 관련 문헌 (Anderson 등, 1989; Hirata 등, 1985)을 검토하여 식물유지 첨가로 인한 산란계의 제반 능력에 미치는 영향을 최소화하고, 유지 첨가효과의 발현에 부족되지 않을 것으로 생각되는 적당한 유지첨가 수준을 10% 정도로 추정하였다.

그러나, 기초사료에 식물유지를 10% 첨가하였을 때 사료의 외관, 풍미, 촉감 등이 변화되었고, 이로 인하여 밖의 사료섭취 기호에도 영향이 미쳐질 것으로 생각되었으며, 열량이나, 필수지방산 등 물질 공급상의 차이로 인해서도 산란계의 몇가지 중요한 능력에 미치는 영향을 확인할 필요가 있었다.

따라서, 본 실험에서는 산란용 기초사료(Control)에 식물유지를 10%되게 첨가하여 급여하였을 때, 체중, 사료섭취량, 산란율 및 난중, 난황중에 미치는 영

향을 그룹별로 조사하였다.

그 결과(Table 4, 5), A, B그룹 모두 기초사료 (feeding step I, Control)에 비하여 유지를 첨가 (feeding step II 및 III) 하였을 때에 사료섭취량만은 뚜렷이 저하되는 경향을 보이고 있었으나, 산란율의 경우는 그 차이가 미미하여 유의성 ( $P<0.05$ )은 인정되지 않았고, 나머지 체중 및 난중, 난황중에는 아무런 변화가 관찰되지 않았다.

앞에서 기술한 바와 같이 기초사료에 10% 정도의 식물유지 첨가는 별다른 문제점이 발생되지 않을 것으로 예상되었으나, 사료섭취량만은 약 20% 정도 감소되었는데, 이것에는 몇가지 요인이 복합적으로 작용하였으리라 생각된다. 즉, 기초사료에 고에너지 물질인 유지의 첨가로 인해서 사료의 단위 중량당 에너지가 상승되었고, 마침 시험기간이 고온다습한 하계절이어서 고온 스트레스에 의한 식욕감퇴, 그리고 고온과 음수량의 증가로 인한 기호성 감소 등이 복합적으로 작용하였으리라 생각된다.

그러나, 공시축의 부족으로 별도의 기초사료 시험구를 시험완료시까지 운용하지 못하고, 기초사료 시험구를 계속해서 유지첨가 시험구로 전용하고 있었기 때문에, 이에 대한 정확한 판단은 유보될 수 밖에 없을 것

**Table 5.** Effect of dietary safflower(SFO) and pine seed oil(PSO) on the various parameters of laying hens(B group)

Steps	Feeding Period	Diet <sup>1</sup> and plant oils	Parameters ( $\bar{X} \pm SE$ , n=5) <sup>2</sup>				
			BW	Diet intake <sup>3</sup>	Egg production	Egg weight	Yolk weight
I	1st-3rd	(wk)	(g /bird)	(g /day)	(eggs /wk)	(g)	(g)
		Control <sup>1</sup>	1,826.0 ±57.3	114.0 ±1.7 <sup>a</sup>	6.0 ±0.5	56.0 ±0.9	13.8 ±0.2
II	4th-6th	Control	1,904.4	93.2	6.0	55.1	13.7
		+ SFO	±91.4	±3.2 <sup>b</sup>	±0.3	±1.3	±0.3
III	7th-9th	Control	1,842.8	94.4	5.8	56.7	14.0
		+ PSO	±109.3	±1.9 <sup>b</sup>	±0.4	±1.5	±0.5

<sup>1</sup> Commercial formula feeds for laying hens.

<sup>2</sup> The values of body weight and others parameters are means of the samples collected at the last day and during a last week in each feeding steps, respectively.

<sup>3</sup> a, b  $P<.05$ .

**Table 6.** Effect of dietary safflower(SFO), evening primrose(EPO), and pine seed oil(PSO) on the cholesterol content in the egg yolk lipids from laying hens

Steps	Feeding Period(wks)	Diet <sup>1</sup> and plant oils	Cholesterol content( $\bar{X} \pm SE$ ) <sup>2</sup>	
			A group(n=5)	B group(n=5)
			---- mg / g ----	
I	Ist - 3rd	Control <sup>1</sup>	13.69 ± 0.22 <sup>NS</sup>	13.29 ± 0.40 <sup>NS</sup>
II	4th - 6th	Control + SFO	13.35 ± 0.34	13.39 ± 0.14
III	7th - 9th	Control + EPO	13.35 ± 0.61	N.D.
		Control + PSO	N.D.	12.91 ± 0.18
IV	10th - 12th	Control	13.39 ± 0.22	13.17 ± 0.43

N. D. ; Not determined.

<sup>1</sup> Commercial formula feeds for laying hens.      superscripts

<sup>2</sup> The values are means of the samples collected at the last week of the each feeding steps.

으로 생각된다. 다만, 본 실험의 12주간에 걸친 시험기간 중 유지첨가기간은 중간부의 6주간으로, 비록 하계절이라 하더라도 가혹한 특수 환경이 아닌 일상의 사육환경하에서는 이 기간중 계란의 화학적 성분에 미치는 기후의 영향은 무시될 수 있을 것으로 생각된다. 따라서, 기초사료 시험구를 시험 종료시까지 별도로 운용하지 않았다 하더라도 뒤에서 언급될 본 실험의 주요 내용인 콜레스테롤과 지방산의 조성에 관한 실험결과의 해석에는 아무런 지장이 없을 것으로 판단된다.

## 2. 植物油脂의 添加가 卵黃 콜레스테롤 濃度에 미치는 影響

본 실험에서는 그동안 콜레스테롤과 관련된 연구에 널리 이용된 잇꽃기름, 그리고 이 방면 연구에는 그다지 보고된 바 없는 달맞이꽃기름과 잣기름을 산란계 사료에 첨가하여 난황 콜레스테롤의 농도에 미치는 영향을 조사하였다.

그 결과, Table 6에서 보는 바와 같이 A, B그룹 모두 어떤 처리구에서도 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 다만 잣기름 처리구에서만 유의성 없는 낮은 수치를 보였다.

과거의 연구보고(Weiss, 1967)에서 linoleic acid가 과대하게 함유된 잇꽃기름은 기초사료에 20~30%의 고농도로 첨가되는 경우에는 오히려 난황 콜레스테롤을 증가시키지만, 15%까지의 저농도 첨가수준에서는 아무런 영향을 미치지 못한다고 하였는데, 본 실험

의 결과도 이 범주에 속하는 것으로 생각된다.

또한, 잇꽃기름 처리에 이어서 식물유지중에서는 유난히  $\gamma$ -linolenic acid가 다량 함유된 달맞이꽃기름과 잣기름으로 연계처리 하여도, 이들이 난황 콜레스테롤의 수준에 아무런 영향을 미치지 못하는 것으로 보아서, 식물 유래의 필수지방산(EFA, essential fatty acid)인 linoleic acid와  $\gamma$ -linolenic acid의 난황 콜레스테롤 농도 저하의 작용은 효과적이지 못할 것으로 생각된다.

## 3. 植物油脂 添加가 卵黃脂質의 脂肪酸組成에 미치는 影響

### (1) 잇꽃기름과 달맞이꽃기름에 의한 影響(A-그룹)

본 실험에서는 A 그룹시험구를 기초사료(Control), 잇꽃 및 달맞이꽃기름이 첨가된 사료, 그리고 다시 기초사료의 순으로 처리하였을 때, 식물유지에 의한 난황지질의 지방산 조성상의 변화상을 조사하였다.

그 결과(Table 7), 기초사료시험구에 비하여 유지 처리구에서는 잇꽃 및 달맞이꽃기름 모두 UFA중에서 C<sub>18:1</sub>(oleic acid)이 크게 저하된 반면에, C<sub>18:2</sub>(linoleic acid)는 두 배 이상으로 증가되었고, 유지첨가를 중단하고 다시 기초사료(feeding step IV)로 환원하였을 때에는 지방산의 조성도 거의 초기 상태로 복귀하였는데, 이러한 결과는 기존의 연구보고(Naber와

**Table 7.** Effect of dietary safflower(SFO) and evening primrose oil(EPO) on the composition of fatty acids in egg yolk lipids from laying hens(A group)

Fatty acids	Diets: Wks :	Fatty acids composition( $\bar{X} \pm SE$ , n=5) <sup>2</sup>			
		Control <sup>1</sup> (1st-3rd)	Control+SFO (4th-6th)	Control+EOP (7th-9th)	Control (10th-12th)
----- % -----					
C <sub>14:0</sub>		0.31 ± 0.00 <sup>a,b</sup>	0.23 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.33 ± 0.02 <sup>a</sup>
C <sub>16:0</sub>		27.03 ± 0.44 <sup>a</sup>	22.45 ± 0.39 <sup>c</sup>	23.51 ± 0.24 <sup>bc</sup>	25.13 ± 0.23 <sup>b</sup>
C <sub>16:1</sub>		3.47 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.89 ± 0.10 <sup>b</sup>	1.75 ± 0.04 <sup>b</sup>	3.33 ± 0.14 <sup>a</sup>
C <sub>18:0</sub>		9.47 ± 0.32 <sup>c</sup>	12.15 ± 0.77 <sup>ab</sup>	14.17 ± 0.46 <sup>a</sup>	10.79 ± 0.49 <sup>bc</sup>
C <sub>18:1</sub>		43.83 ± 0.93 <sup>a</sup>	29.87 ± 0.57 <sup>b</sup>	26.25 ± 0.87 <sup>b</sup>	41.23 ± 1.20 <sup>a</sup>
C <sub>18:2</sub>		12.89 ± 0.96 <sup>b</sup>	28.63 ± 1.07 <sup>a</sup>	27.81 ± 0.84 <sup>a</sup>	14.57 ± 0.96 <sup>b</sup>
C <sub>18:3</sub>		0.11 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.21 ± 0.00 <sup>bc</sup>	0.69 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.07 <sup>b</sup>
C <sub>20:4</sub>		1.49 ± 0.11 <sup>b</sup>	1.99 ± 0.07 <sup>ab</sup>	2.43 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.77 ± 0.21 <sup>b</sup>
C <sub>22:6</sub>		1.15 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.33 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.25 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.47 ± 0.09 <sup>a</sup>
Others <sup>3</sup>		0.35 ± 0.09 <sup>c</sup>	1.35 ± 0.02 <sup>ab</sup>	1.91 ± 0.20 <sup>a</sup>	1.11 ± 0.08 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Commercial formula feeds for laying hens.<sup>2</sup> The values are one of the samples collected at the end laying in the last week of the each feeding steps.<sup>3</sup> Minor fatty acids not identified.<sup>a,b,c</sup> Values in a column with same superscripts are not significantly different ( $P > .05$ ).

Biggert, 1989)와도 그 경향이 잘 일치하는 것이다. 그러나, 여기에서 기초사료에 식물유지 첨가에 의한 C<sub>18:1</sub> 지방산의 감소폭은 잇꽃기름 처리구(32%)보다 달맞이꽃기름 처리구(40%)가 커으며, 반대로 C<sub>18:2</sub> 지방산의 증가폭은 잇꽃기름 처리구(126%)가 달맞이꽃기름 처리구(116%)보다 커다.

이밖의 UFA중 식물유지 첨가에 의해서 그 변동의 정도는 작지만 C<sub>16:1</sub>(palmito-oleic acid)은 감소되었고, 특히 달맞이꽃기름 처리에 의해서 C<sub>18:3</sub>(linolenic acid)과, C<sub>20:4</sub>(arachidonic acid)도 그 정도는 미미하였지만 유의하게 증가되었음을 알수 있다.

대체로, 유지첨가로 인해서 SFA는 변동이 없었고, UFA중에서는 PUFA가 크게 증가된 반면에 MUFA(mono-unsaturated fatty acid)는 크게 감소되었는데, 이는 첨가된 식물유지 지방산의 조성이 그대로 난황지질에 반영된 결과로 볼 수 있다.

한편, 포화지방산중 주요 지방산으로서, 콜레스테롤의 혈중농도를 상승시키는 작용이 인정(Mattson과 Gundy, 1985)되고 있는 C<sub>16:0</sub>(palmitic acid)는 유지

처리에 의해서 소량의 감소에 그쳤고, C<sub>18:0</sub>(stearic acid)이 유지처리구에서 다소 증가되는 경향을 보이었으나, 이 지방산은 C<sub>16:0</sub>과는 달리 체내에서의 콜레스테롤의 증감에는 중립적이라고 알려지고 있어서(Bonanome와 Grundy, 1988), 영양학적인 의미는 미미할 것으로 생각된다. 또한, n-3 계열 지방산인 C<sub>22:6</sub>(docosahexaenoic acid, DHA)이 미량 검출되고 있는 것은 기초사료중의 어분으로부터 유래하였으리라 추정된다.

## (2) 잇꽃기름과 잣기름에 의한 影響(B-그룹)

본 실험(Table 8)에 있어서도 앞의 실험(Table 7)에서와 마찬가지로 기초사료에 식물유지를 첨가하므로써, 난황지질의 UFA중에서 C<sub>18:1</sub>이 현격히 감소된 반면에 C<sub>18:2</sub>가 커다랗게 증가되었고, 첨가를 중단하자 난황지질의 지방산 조성은 거의 초기 기초사료의 원상태로 환원되었다.

그러나, 유지첨가로 인한 그 변동의 폭에 있어서 잇꽃기름 처리구는 A-그룹의 동일 처리구의 경우와 거

**Table 8.** Effect of dietary safflower(SFO) and pine seed oil(PSO) on the composition of fatty acids in egg yolk lipids from laying hens (B group)

Fatty acids	Diets: Wks :	Fatty acids composition( $\bar{X} \pm SE$ , n=5) <sup>2</sup>			
		Control <sup>1</sup> (1st-3rd)	Control+SFO (4th-6th)	Control+PSO (7th-9th)	Control (10th-12th)
----- % -----					
C <sub>14:0</sub>		0.33 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.33 ± 0.02 <sup>a</sup>
C <sub>16:0</sub>		27.11 ± 0.81 <sup>a</sup>	22.29 ± 0.49 <sup>b</sup>	22.23 ± 0.44 <sup>b</sup>	23.65 ± 0.75 <sup>b</sup>
C <sub>16:1</sub>		3.49 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.85 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.09 ± 0.06 <sup>b</sup>	3.17 ± 0.17 <sup>a</sup>
C <sub>18:0</sub>		9.51 ± 0.28 <sup>b</sup>	12.41 ± 0.54 <sup>a</sup>	11.81 ± 0.72 <sup>b</sup>	10.97 ± 0.62 <sup>ab</sup>
C <sub>18:1</sub>		43.97 ± 0.72 <sup>a</sup>	29.89 ± 0.38 <sup>c</sup>	37.15 ± 0.49 <sup>b</sup>	42.15 ± 0.19 <sup>a</sup>
C <sub>18:2</sub>		12.59 ± 0.30 <sup>c</sup>	28.75 ± 0.77 <sup>a</sup>	20.57 ± 1.13 <sup>b</sup>	15.09 ± 0.67 <sup>c</sup>
C <sub>18:3</sub>		0.11 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.00 <sup>b</sup>	1.13 ± 0.23 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.04 <sup>b</sup>
C <sub>20:4</sub>		1.51 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.99 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.01 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.87 ± 0.09 <sup>a</sup>
C <sub>22:6</sub>		1.19 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.19 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.33 ± 0.05 <sup>ab</sup>	1.49 ± 0.04 <sup>a</sup>
Others <sup>3</sup>		0.29 ± 0.07 <sup>c</sup>	1.25 ± 0.09 <sup>ab</sup>	1.55 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.13 ± 0.10 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Commercial formula feeds for laying hens.<sup>2</sup> The values are one of the samples collected at the end laying in the last week of the each feeding steps.<sup>3</sup> Minor fatty acids not identified.<sup>a b c</sup> Values in a column with same superscripts are not significantly different (P>.05).

의 일치하였으나, 잣기름 처리구는 잇꽃기름이나 앞의 실험(Table 7)의 달맞이꽃기름 처리구와는 상당히 다른 양상을 보이고 있다. 즉, 기초사료구에 비하여 C<sub>18:1</sub>은 116% 감소되었고, C<sub>18:2</sub>는 63% 증대되었는데, 이 값들은 모두 잇꽃기름이나 달맞이꽃기름 처리구에 비한다면 1/2 정도에 지나지 않는다.

여기에서, 난황지질의 지방산조성에 미치는 영향에 있어서 잣기름은 잇꽃기름이나 달맞이꽃기름과 경향은 같으나, 그 영향의 강도는 양자의 절반 수준에 머무른다는 것을 알 수 있다. 이러한 차이는 Table 2에 제시된 바와 같이 지방산 조성에 있어서 잇꽃기름과 달맞이꽃기름은 C<sub>18:1</sub>이 적고(각각 13%와 8.6%), C<sub>18:2</sub>가 많은(각각 77.7%와 73.4%) 대체로 서로 유사한 조성을 가지고 있으나, 잣기름은 이들보다 C<sub>18:1</sub>이 많고(24%), 상대적으로 C<sub>18:2</sub>가 적기(48.9%) 때문인 것으로 생각된다.

이밖에, 잣기름 처리구는 잇꽃기름이나 달맞이꽃기름 처리구와 마찬가지로, 지방산중 C<sub>16:0</sub>과 C<sub>16:1</sub>이 약간 감소되고, C<sub>18:3</sub>과 C<sub>20:4</sub>가 증가되는 조성을 나타내

었다. Mitsuhiro 등(1992)의 실험에서도 미생물로부터  $\gamma$ -linolenic acid를 추출하여 약 5%되게 산란계 사료에 첨가시, 본 실험(Table 7, 8)에서와 마찬가지로 난황 콜레스테롤에는 아무런 변화가 없었으나, C<sub>20:4</sub>는 유의하게 증가되었다고 보고하였는데, 그 이유는 흡수된  $\gamma$ -linolenic acid가 대사계내에서 신속하게 C<sub>20:4</sub>로 전환되었기 때문이라고 하였다. 본 실험에 있어서의 C<sub>20:4</sub>의 증가도 동일한 기작의 현상으로 생각된다.

이상의 실험결과(Table 7, 8)에서, 산란계의 기초사료에 첨가된 식물유지류의 지방산 조성은 약 3주간에 걸친 사양으로 난황지질의 지방산 조성에 그대로 충실히 반영되는 경향은 알 수 있었으나, 잇꽃기름에 이은 달맞이꽃기름이나 잣기름의 연계처리 효과나, 잣기름의 독특한 이중결합 양식으로부터 유래되는 의미있는 결과는 발견되지 않았다.

### (3) 植物油脂 添加로 인한 卵黃脂質 脂肪酸組成의 特性 變化에 대한 分析

산란계의 기초사료(Control)에 식물유지인 잇꽃기

**Table 9.** Comparison of the features among the fatty acids composition (in Table 7 and 8) of egg yolk lipids from laying hens fed a dietary plant oil, safflower(SFO), evening primrose(EPO), and pine seed(PSO)

Items of features	Feeding steps, groups, diets, and period(wks)				
	Steps : I	II	III-A	III-B	IV
	Groups: A, B <sup>1</sup>	A, B <sup>1</sup>	A	B	A, B <sup>1</sup>
	Diets : Control	Control	Control	Control	Control
	Wks : Ist-3rd	4th-6th	7th-9th	7th-9th	10th-12th
Saturated fatty acids(S), %	36.9	34.9	38.0	34.3	35.7
Unsaturated fatty acids, %	62.9	63.9	60.2	64.2	64.2
Mono-unsaturated fatty acids(M), %	47.4	31.8	28.0	39.2	45.0
Poly-unsaturated fatty acids(P), %	15.5	32.2	32.2	25.0	18.5
P / S ratio	0.42	0.92	0.85	0.73	0.52
Essential fatty acid(EFA), %	14.4	30.9	30.9	23.7	17.0
EFA ratio,	(1.0	2.1	2.1	1.6	1.2)
S / M / P ratio	1:1.3:0.4	1:0.9:0.9	1:0.7:0.8	1:1.1:0.7	1:1.3:0.5

<sup>1</sup> Means of the A and B.

름, 달맞이꽃기름, 그리고 잣기름을 첨가하였을 때, 난황 콜레스테롤의 함량수준에는 아무런 변화도 인정되지 않았으나, 그 저방산의 조정은 첨가된 식물유지지방산의 조성이 충실히 반영되는 현저한 변화가 야기된 사실을 앞의 실험에서 확인한 바 있다. 따라서, 여기에서는 그 변화의 모습이 지질 영양학적으로 어떤 특성을 나타내는지를 파악하기 위해서, Table 7, 8의 실험 결과를 몇가지의 지질 영양학적 평가항목으로 정리하여 분석하고자 하였다.

그 결과, Table 9에서 보는 바와 같이 총 포화지방산과(SFA) 총 불포화지방산(UFA)의 함량간에는 식물유지의 첨가에도 불구하고 이렇다 할 변화는 인정되지 않았다. 그러나, UFA내에 있어서는 이중결합이 하나인 불포화지방산(MUFA, mono-unsaturated fatty acid)이 현저히 감소되고, 대신에 이중결합 두 개의 불포화지방산을 주로한 PUFA를 크게 증가시키

는 구성비율상의 변화가 발견된다.

따라서, PUFA와 SFA의 비율인 P / S값은 기초사료구(Control)의 값(0.42)에 비하여 유지처리구(잇꽃기름, 달맞이꽃기름, 잣기름)의 값이 대체로 2배 정도로 높았는데, 그 중에서 잇꽃기름과 달맞이꽃기름처리구의 값은 각각 0.92와 0.85로 서로 비슷하였고, 잣기름 처리구의 값은 다소 낮은 0.73이었다.

난황지질내의 필수지방산도 이와 유사한 양상으로, 식물유지처리로 인해서 그 량은 기초사료구에 비하여 대체로 1.5 ~ 2.1 배까지 높아졌다.

또한, SFA, MUFA, PUFA의 비율인 S / M / P의 비는 기초사료구의 값(1:1.3:0.4)에 비하여, 3종의 유지첨가구 모두 그 비율이 1:1:1에 접근하는 값을 보여주고 있다.

지질의 영양학에 있어서 아직 이론의 여지가 전혀 없는 단계는 아니지만, 대체로 P / S비는 1.0~1.5 정

도가, P / M / S비는 1:1:1이 이상적인 값으로 추론 (이양자, 1990) 되고 있다. 본 실험의 결과중 이 조건에 가장 부합되는 비율을 보인 식물유지는 잇꽃기름이고, 그 다음은 달맞이꽃기름, 잣기름 순이었다.

이상의 실험결과에서, 산란계 기초배합사료에 식물유지 잇꽃기름, 달맞이꽃기름, 그리고 잣기름을 10% 되게 첨가하여 3주간씩 사양하였을 때, 난황의 콜레스테롤 농도수준에는 아무런 영향을 미치지 못하였고, 산란계의 몇가지 능력에 미치는 영향도 미미하였지만, 지방산의 조성만은 영양학적으로 매우 바람직한 방향으로 현저히 개선되었다. 이러한 개선은 최근, 곡류 위주의 식생활 패턴을 가진 우리나라에서는 서양처럼 콜레스테롤로 인한 문제보다는 고당질 섭취로 인한 고중성지질혈증이 많아서, 이 쪽에 보다 유의하여야 한다고 지적(이양자, 1994)되고 있어, 특히 의미있는 성과로 생각된다.

한편, 본 실험에서 얻어진 난황의 지질에는 근래 지질영양학에서 주목을 받고 있는 n-3 계열의 지방산 함량은 대체로 2% 전후로 그 존재가 지극히 미미하였고, 총포화지방산의 함량상에는 이렇다 할 변화가 없었기 때문에, n-3 계열의 지방산을 보강하여 P / S, P / M / S비와 더불어 n-6 / n-3의 비율을 개선함과 동시에, 총포화지방산의 비율을 저하시키는 일이 해결하여야 할 우선의 과제라고 생각된다.

## 概要

산란계 레그흔에 배합사료를 기초사료로 하고, 여기에 3종의 식물유지 잇꽃, 달맞이꽃 그리고 잣의 기름이 10%씩 첨가된 유지사료(油脂飼料)를 급이하였을 때, 식물유지류의 첨가로 인한 난황 콜레스테롤의 농도 수준 및 체중, 산란율, 난중, 그리고 난황중에 미치는 영향은 나타나지 않았으나, 사료섭취량만은 예외였다. 그러나, 난황의 지방산조성에 있어서는 불포화지방산중 C<sub>18:1</sub>이 현저히 감소된 반면에 C<sub>18:2</sub>의 지방산이 크게 증대되었고, 이로 인해서 난황지질의 지방산조성에 있어서 P / S비나, P / M / S비가 지질 영양학적으로 볼 때, 건강상 바람직하다고 알려진 1.0과 1:1:1에 근사한 값으로 개선되었다.

(색인 : 산란계, 식물유지, 난황, 콜레스테롤, 지방

산)

## 引用文獻

- Anderson GJ, Connor WE, Corliss JD, Lin DS 1989 Rapid modulation of the n-3 docosahexaenoic acid levels in the brain and retina of the newly hatched chick. *J Lipid Res* 30:433-441
- Bonanome A, Grundy SM 1988 Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *N Engl J Med* 319:1244
- Burley RW, Vadhera DV 1989 Diet-induced changes to eggs. page 337-350. In *The Avian Egg-Chemistry and Biology*. John Wiley and Sons, NY
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 226: 497-507
- Gibson RA, Lines DR, Neumann DA 1992 Gamma linoleic acid(GLA) content of in capsulated evening primrose oil products. *LIPIDS* 27(1):82-84
- Hara I, Shimasaki H, Machida Y ed 1990 Oil and Fat Nutrition and Disease (Japanese) page 398-423 Saiwai Shobo Co., Ltd. Tokyo
- Hirata A, Nishino M, Kimura T, Ohtake Y 1985 Effects of dietary fat on fatty acid composition of egg yolk lipids and functional properties of eggs(Japanese). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 32(12):892-898
- Horrobin DF 1992 Nutritional importance of gamma linoleic acid. *Prog Lipid Res* 31(2) :163-194
- Jiang Z and Sim JS 1991 Effect of feeding full flat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acid composition of eggs, embryos, and newly hatched chicks. *Poul sci* 70:917-922

- Jiang Z and Sim JS 1992 Effect of dietary n-3 fatty acid enriched chicken eggs on plasma and tissue cholesterol and fatty acid compositions of rats. *Lipids* 27:279-284
- Jiang Z and Sim JS 1993 Consumption of n-3 fatty acid enriched eggs and changes in plasma lipids of human subjects. *Nutr* 9:513-518
- Mattson FH, Grundy SM 1985 Comparison of effects of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J Lipid Res* 26:194
- Mitsuhiro F, Ryusuke O, Kazumi K 1992 Effect of gamma-linoleic acid on lipid metabolism in laying hens. *Comp Biochem* 101A(1):167-169
- Naber EC, Biggert MD 1989 Patterns of lipogenesis in laying hens fed a high fat diet containing safflower oil. *J Nutr* 119:690-695
- Naito HK 1984 *Lipid Research Methodology* Story JA ed. Alan R Liss Inc NY
- Sugano M 1992 Plant lipids and health. 171-176. In *Natural Resource and Human Health* Boba ed. Elsevier Science Publishers B. V.
- Watkins BA 1991 Importance of essential fatty acids and their derivatives in poultry. *J Nutr* 121:1475-1485
- Weiss JF, Naber EC, Johnson RM 1967 Effect of dietary fat and cholesterol on the in vitro incorporation of acetate <sup>14</sup>C into hen and ovarian lipids. *J Nutr* 93:142-152
- 이양자 1990 유지영양의 문제점과 개선방향. *식품 과 학과 산업* 23(2):13-30 한국식품과학회
- 이양자 1994 한국인의 지방산 섭취 현황. *식이성 지방 과 건강(제5회 건국대학교 동물자원 연구센타 국제 심포지움 프로시딩)* 87 ~ 111 폐지