

산란계 사료내 CLA 함유 오일 (CLAzen 80[®]) 첨가가 난황내 지방산 조성에 미치는 영향

황보 중¹ · 장종수² · 정일병¹ · 이병석¹ · 김동운¹ · 조성백¹ · 김희도³ · 배해득¹ · 손진혁¹ · 홍의철¹ · 최낙진^{1*}
¹농촌진흥청 축산연구소, ²한국방송통신대학교, ³㈜ 리포젠

Effect of Dietary Supplementation of CLA-Containing Oil (CLAzen 80[®]) on Fatty Acid Composition of Egg Yolk in Laying Hens

J. Hwangbo¹, J. S. Chang², I. B. Chung¹, B. S. Lee¹, D. U. Kim¹, S. B. Cho¹,
H. D. Kim³, H. D. Bae¹, J. H. Son¹, U. C. Hong¹ and N. J. Choi^{1*}

¹National Livestock Research Institute, RDA, 564 Omokcheon-Dong, Kwonseon-Gu, Suwon, Gyeonggi 441-706, South Korea,

²Department of Agricultural Science, National Open University,

³LIPOZEN, Inc.

ABSTRACT The objectives of the present study were to investigate the effects of varying levels of dietary oil containing conjugated linoleic acid (CLA) on the egg production and fatty acid composition of egg yolk. Seventy-two 59-wk-old ISA Brown laying hens were randomly allotted to four dietary treatments, each consisting of three replicates with six birds per replicate. There were four treatments that consist of diets containing 0, 1, 2, or 3% commercial CLA-containing oil. Egg production was not significantly different among the dietary treatments at 0, 2, 4, and 6 week. The proportion of saturated fatty acids such as C16:0 and C18:0 in egg yolk were increased, but that of monounsaturated fatty acid C18:1 was decreased by feeding CLA-containing oil supplementation. However, the proportion of polyunsaturated fatty acids such as C18:2 and C18:3 in egg yolk were not different among dietary treatments at 2 and 4 wk of the experiment. At 6 week, the proportion of C18:2 in egg yolk was decreased by feeding CLA-containing oil compared with the control. Polyunsaturated fatty acid:saturated fatty acid (P:S) ratio and n-6:n-3 polyunsaturated fatty acid ratio were similar across the treatments between 2 and 4 week. The P:S ratio was decreased by dietary CLA-containing oil supplementation at 6 week. The proportion of CLA in egg yolk was linearly increased with increasing levels of CLA-containing oil supplementation. In conclusion, dietary supplementation of CLA-containing oil to laying hens increased beneficially increased CLA content in their egg yolk.

(Key words: conjugated linoleic acid, egg yolk, hen)

서론

최근 건강에 대한 관심이 증가로 축산 식품에서 영양적 가치와 기능성 물질 함량 증대에 대한 연구가 활발히 진행 되는 추세다. 따라서, 이러한 노력의 일환으로 축산식품 내 n-3 불포화 지방산이나 conjugated linoleic acid(CLA) 함량을 높이기 위한 연구들이 광범위하게 시도되어 왔다. 특히, 최근에 CLA는 동물실험에서 유익한 작용으로 인하여 관심이 매우 높은 연구대상으로 그 효과에 대한 의견이 다양하다. CLA는 동물에서 항암작용(Ip 등, 1995), 고지혈증 감소(Yang

등, 2000), 체지방 감소(Choi 등, 2004), 심장질환 예방(Nicolosi 등, 1997) 및 면역체계 강화(Miller 등, 1994) 등의 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

McGurie 등(1999)은 성인 기준 1일 CLA 평균 섭취량이 0.5~1 g 이라고 발표하였고, Ip 등(1995)은 동물실험 결과에 근거하여 일일 적정 섭취 수준을 성인 기준으로 3g 정도로 산출하였다. Raes 등(2002)은 동물의 체지방에 CLA가 침착 되는 것과 마찬가지로, 지방 함량이 30~35%인 난황 내에도 CLA가 용이하게 침착될 수 있는 것으로 보고하였다.

산란계 사료내 CLA 첨가가 난황내 CLA를 포함한 지방산

* To whom correspondence should be addressed : nagjin@rda.go.kr

조성에 영향을 미치는 인자로 구명되었으며(Raes 등, 2002; Aydin 등, 2001), 지규만(2004)은 산란계 사료 내 적정 CLA 첨가수준은 0.5~4%라고 하였다.

따라서, 본 실험은 산란계에서 CLA의 적정 첨가수준을 측정하기 위하여 사료내 CLA-함유지방을 0, 1, 2 및 3% 수준으로 첨가하여 난황내 지방산 조성과의 산란율에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물 및 실험기간

59 주령의 ISA Brown 산란계를 2주간 개체별 산란계수를 조사 후 선별하여 본 시험에 6주간 사양실험을 실시하였고, 17 시간 점등/7시간 소등하였으며, 시험기간 중 계사 내 평균 온도는 20°C±1, 습도는 55~65%로 유지하였다.

2. 시험설계 및 사료

사료에 CLAzen 80[®]를 첨가하지 않은 대조구와 각각 1%, 2% 및 3% 수준으로 첨가한 총 4개의 시험구를 두었다. 사양시험을 위하여 각 처리구당 3반복으로 하였고, 반복당 6 수씩 총 72수를 사용하였다. CLAzen 80[®] 내 함유된 지방산 조성은 Table 1에 나타난 바와 같다. 시험사료의 배합비와 영양소 조성(한국사양표준, 2002)은 Table 2에 나타난 바와 같다. 사료와 물은 실험계가 자유 섭취할 수 있도록 공급하였다.

3. 난황내 지방산 분석

난황내 지질은 5M potassium hydroxide : methanol(1:1, v:v) 용액으로 60°C에서 3시간 동안 곧바로 가수분해 처리하여

Table 1. Fatty acid composition in CLAzen 80[®]

Fatty acid	Proportion (%)
C16:0	5.8
C18:0	2.3
C18:1 n-9	11.3
C18:2 n-6	2.0
Conjugated linoleic acid (c9, t11)	36.2
Conjugated linoleic acid (t10,c12)	38.3
Conjugated linoleic acid (others)	3.9
Others	0.2

Table 2. Formulation and chemical composition of the control diet

	Control diet (%)
Ingredients	
Corn	65.00
Soybean meal	15.00
Wheat bran	10.00
Vitamin-mineral ¹	0.50
Limestone	7.75
Calcium phosphate	1.00
Methionine-50	0.50
Salt	0.25
Total	100
Chemical composition	
Crude protein (%)	13.6
Crude fiber (%)	2.37
ME (kcal/kg)	3620

¹ Contained followings per kg of diet : vitamin A, 1,600,000 IU; vitamin D₃, 300,000 IU; vitamin E, 800 IU; vitamin K₃, 132 mg; vitamin B₂, 1,000 mg; vitamin B₁₂, 1,200 mg; niacin, 2,000 mg; pantothenate Ca, 800 mg; folic acid, 60 mg; choline chloride, 35,000 mg; DL-methionine, 6,000 mg; Fe, 4,000 mg; Cu, 500 mg; Mn, 12,000 mg; Zn, 9,000 mg; Co, 100 mg; BHT, 6,000 mg; iodide, 25 mg.

추출하였다(Scollan 등, 2001). 추출된 지방산을 다시 fatty acid methyl ester로 유도하기 위하여 diethyl ether에 용해된 diazomethane을 methylation을 실시하였고(Enser 등, 1999), gas chromatography(Agilent 6890N, Agilent Technologies, Palo Alto, USA)를 이용하여 분석하였다. 지방산 분석에 사용된 column은 fused silica capillary column(60 m × 0.32 mm, 0.25 μm film thickness, Supelcomwax-10, Supelco Inc, Bellefonte, USA)이었다. Injector와 detector 온도는 각각 240°C와 250°C 였으며, column oven 온도를 초기 180°C에서 240°C까지 분당 3°C 상승하도록 하였다. 각 지방산 peak의 면적값으로 각 지방산을 정량 분석하였다.

4. 통계처리

연구 결과는 SAS package(SAS Institute, 1996)의 GLM을 이용하여 유의성 검정 후 Duncan(1955)의 multiple range test 로 처리하여 평균간의 유의차를 측정하였다.

결과 및 고찰

사료내 수준별 CLAzen 80[®] 첨가에 의한 산란율 변화는 Table 3에 나타내었다. CLAzen 80[®]을 첨가 전에 조사한 산란계의 평균 산란율은 88%이었다. CLAzen 80[®] 급여 2, 4 및 6주 시 산란율은 수준별 급여에 의하여 무첨가 대조구와 비교하여 산란율이 감소하는 경향을 보였으나, 통계적 유의차는 없었다. 반면에 2~6주 동안의 산란율은 대조구에서 가장 높았고, 2% CLAzen 80[®] 시험구에서 가장 낮게 조사되었다. CLAzen 80[®] 급여 기간별에 따른 산란율의 변화를 살펴봐도, 대조구와 타 시험구와는 달리 2% CLAzen 80[®] 시험구에서는 급여 전보다 2~6주 동안의 급여에 의하여 유의성 있게 감소하였다. Chamruspollert와 Sell(1999)의 실험결과에 의하면 산란계 사료내 CLA 5%를 36일 동안 첨가하여 급여하였을 때 산란율에 영향을 끼치지 않은 것을 알 수 있다. 반면에, Jones 등(2000)은 산란계 사료 내 CLA를 수준별로 0, 0.01, 0.05 및 0.1% 씩 첨가하였을 때 산란율이 각각 95, 94, 92 및 89%로서 CLA 첨가수준에 반비례하여 감소한다고 보고하였다.

사료내 수준별 CLAzen 80[®] 첨가 급여에 의한 난황내 지방산 조성 변화는 Table 4~7에 나타난 바와 같다. 난황내 지방산 함량에서는 시험 시작 0주째에는 포화지방산, 불포화지방산, CLA 함량은 대조구와 수준별 CLAzen 80[®] 첨가구들간에 통계적 유의차가 없었다. 반면에, CLAzen 80[®] 첨가 급여 2주 이후부터 6주까지는 CLAzen 80[®] 첨가구 산란계들의 난황내 함유된 포화지방산(C16:0과 C18:0) 함량은 대조구

와 비교하여 유의하게 증가하였다. 이와는 달리 C18:1 함량은 CLAzen 80[®]를 급여한 2주 이후부터는 대조구와 비교하여 절반 정도로 감소한 것을 볼 수 있다. 본 연구 결과처럼, CLA 급여에 의하여 난황내 포화지방산 함량의 증가와 일가불포화지방산 함량이 감소되는 것은 다른 연구들에서도 발표된 바 있다(Raes 등, 2002; Ahn 등, 1999; Chamruspollert와 Sell, 1999; Yang 등, 2002). 또한 돼지, 육계, 쥐와 같은 동물의 체지방 내에서도 유사한 결과가 확인되었다(Ramsay 등, 2001; Szymczyk 등, 2000; Simon 등, 2000). Raes 등(2002)은 이러한 결과는 포화지방산 C16:0와 C18:0이 C18:1로 전환하는데 관여하는 $\Delta 9$ -desaturase 효소(stearoyl CoA desaturase) 활성이 CLA에 의하여 방해를 받기 때문인 것으로 설명하였다. 즉, CLA가 stearoyl CoA desaturase mRNA 발현을 억제하기 때문이다(Lee 등, 1998). 한편, CLA 급여에 의하여 난황내 포화지방산 함량 증가와 일가불포화지방산 함량의 감소는 순환기 질환과 관련하여 바람직스럽지 못한 결과를 초래한 것이다. 이러한 현상을 방지하기 위하여 Aydin 등(2001)은 C18:1 함량이 높은 올리브유와 함께 CLA를 산란계 사료내에 첨가 급여하여 난황내 포화지방산의 증가와 일가불포화지방산이 감소되는 현상을 억제하였다. 그러나, 올리브유는 난황내 CLA 함량을 감소시키는 결과를 낳았다. 따라서, 이와 관련하여 C18:2과 C18:3 등 지방산 조성이 다른 다양한 종류의 oil과 함께 CLA를 급여하는 시험이 요구된다.

한편, 난황내 C18:3 비율은 CLAzen 80[®]를 급여하는 전기간 동안 평균 0.34%를 유지하며 거의 변화가 없었다. C18:2의 경우도 6주째 대조구와 비교하여 CLAzen 80[®] 첨가구에서 감소한 것을 제외하고는, 2주와 4주째에는 처리구간 통계

Table 3. Effect of dietary supplementation of CLAzen 80[®] on egg production of laying hens

Supplementing period	Control	CLAzen 80 [®]			Feed effect	
		1%	2%	3%	SEM	Significance
0 week	88.10	86.19	90.48 ^A	84.92	8.1037	NS
2 week	85.98	78.57	66.67 ^B	69.04	14.0743	NS
4 week	84.13	80.95	66.67 ^B	83.33	10.1926	NS
6 week	84.13	69.05	73.81 ^B	78.57	8.6104	NS
Overall	84.75 ^a	76.19 ^{ab}	69.05 ^b	76.98 ^{ab}	5.2615	*
Period SEM	5.6317	10.7114	10.3086	13.7502		
Effect significance	NS	NS	*	NS		

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P<0.05).

^{A,B} Means with different superscripts within the same column are significantly different (*P<0.05).

^{NS} : Not significantly different.

Table 4. Fatty acid composition in egg yolk at 0 week (%)

Fatty acid	Control	CLAzen 80 [®]			SEM	Significance
		1%	2%	3%		
C16:0	25.83	25.60	25.69	25.68	0.1853	NS
C18:0	6.96	7.68	7.37	7.40	0.3810	NS
C18:1	45.68	44.74	45.56	45.50	1.7745	NS
C18:2	14.40	15.02	14.41	14.45	1.5334	NS
C18:3	0.37	0.34	0.35	0.35	0.0382	NS
<i>Cis</i> 9, <i>trans</i> 11CLA	ND	ND	ND	ND	-	-
<i>Trans</i> 10, <i>cis</i> 12 CLA	ND	ND	ND	ND	-	-
Total CLA	ND	ND	ND	ND	-	-
Others	6.75	6.61	6.62	6.62	0.3008	NS
Saturated fatty acid	32.80	33.29	33.06	33.08	0.2148	NS
Unsaturated fatty acid	60.45	60.10	60.31	60.30	0.2317	NS
Polyunsaturate:Saturated fatty acid	0.45	0.46	0.45	0.45	0.0499	NS
n-6:n-3 polyunsaturated fatty acid	38.75	44.19	41.26	41.51	2.2344	NS

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P<0.05).

NS: Not significantly different, ND: Not detected.

Table 5. Fatty acid composition in egg yolk at 2 week (%)

Fatty acid	Control	CLAzen 80 [®]			SEM	Significance
		1%	2%	3%		
C16:0	25.83 ^b	34.21 ^a	34.28 ^a	32.58 ^a	2.2997	*
C18:0	6.96 ^b	20.25 ^a	20.35 ^a	17.86 ^a	1.0328	***
C18:1	45.68 ^a	23.76 ^b	23.17 ^b	25.14 ^b	4.6056	*
C18:2	14.40	14.34	12.80	14.81	2.2323	NS
C18:3	0.37	0.37	0.34	0.31	0.0719	NS
<i>Cis</i> 9, <i>trans</i> 11CLA	ND ^b	1.87 ^{ab}	2.95 ^a	3.24 ^a	0.9486	*
<i>Trans</i> 10, <i>cis</i> 12 CLA	ND	0.96	1.74	1.86	0.6977	NS
Total CLA	ND ^b	2.84 ^{ab}	4.69 ^a	5.10 ^a	1.6412	NS
Others	6.75 ^a	4.24 ^b	4.37 ^b	4.20 ^b	0.4720	*
Saturated fatty acid	32.80 ^b	54.46 ^a	54.63 ^a	50.44 ^a	3.1462	**
Unsaturated fatty acid	60.45 ^a	41.30 ^b	41.00 ^b	45.36 ^b	3.3948	*
Polyunsaturate:Saturated fatty acid	0.45	0.32	0.33	0.40	0.0660	NS
n-6:n-3 polyunsaturated fatty acid	38.75	38.91	37.12	50.80	9.5981	NS

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P<0.05, **P<0.01 and ***P<0.001).

NS: Not significantly different, ND: Not detected.

적 유의차가 없었다. 전 시험기간 동안 난황내 *cis*-9, *trans*-11CLA와 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량은 산란계 사료내 CLAzen 80[®] 첨가 수준에 비례하여 증가하였다. 그리고, *cis*-9, *trans*-

11 CLA 함량이 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량보다 두 배 정도 높게 조사되어서, 다른 연구 결과와 유사하였다(Raes 등, 2002; Jones 등, 2000). 돼지나 소의 지방조직 내에서도 마찬가지로

Table 6. Fatty acid composition in egg yolk at 4 week (%)

Fatty acid	Control	CLAzen 80 ¹⁰			SEM	Significance
		1%	2%	3%		
C16:0	25.54 ^b	35.76 ^a	33.73 ^a	35.66 ^a	1.7019	*
C18:0	7.72 ^b	19.96 ^a	20.09 ^a	20.41 ^a	1.5578	**
C18:1	46.15 ^a	22.91 ^b	21.88 ^b	18.18 ^b	3.2875	**
C18:2	13.84	13.47	14.38	13.50	1.5520	NS
C18:3	0.32	0.33	0.34	0.32	0.0409	NS
Cis 9, trans 11CLA	ND ^d	2.03 ^c	3.29 ^b	4.52 ^a	0.4095	**
Trans 10, cis 12 CLA	ND ^c	1.11 ^b	1.79 ^b	2.77 ^a	0.3167	**
Total CLA	ND ^d	3.14 ^c	5.09 ^b	7.29 ^a	0.6891	**
Others	6.44 ^a	4.43 ^b	4.50 ^b	4.65 ^b	0.2181	**
Saturated fatty acid	33.26 ^b	55.72 ^a	53.82 ^a	56.07 ^a	3.2157	**
Unsaturated fatty acid	60.31 ^a	39.85 ^b	41.68 ^b	39.28 ^b	3.1670	**
Polyunsaturate:Saturated fatty acid	0.43	0.30	0.37	0.38	0.0478	NS
n-6:n-3 polyunsaturated fatty acid	42.78	40.43	42.56	43.01	5.1940	NS

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P<0.05 and **P<0.01).

^{NS} : Not significantly different, ND: Not detected.

Table 7. Fatty acid composition in egg yolk at 6 week (%)

Fatty acid	Control	CLAzen 80 ¹⁰			SEM	Significance
		1%	2%	3%		
C16:0	25.76 ^b	36.00 ^a	33.93 ^a	37.90 ^a	2.2375	*
C18:0	7.36 ^b	21.63 ^a	20.81 ^a	21.29 ^a	0.9327	***
C18:1	43.71 ^a	22.03 ^b	22.18 ^b	15.59 ^c	1.3353	***
C18:2	15.95 ^a	12.54 ^b	14.33 ^{ab}	12.31 ^b	1.1980	NS
C18:3	0.37	0.31	0.37	0.28	0.0671	NS
Cis 9, trans 11CLA	ND ^c	1.97 ^b	2.57 ^b	5.04 ^a	0.2485	***
Trans 10, cis 12 CLA	ND ^c	1.01 ^b	1.41 ^b	2.75 ^a	0.1870	***
Total CLA	ND ^c	2.98 ^b	3.99 ^b	7.79 ^a	0.4135	***
Others	6.85 ^a	4.50 ^b	4.39 ^b	4.83 ^b	0.4664	*
Saturated fatty acid	33.12 ^b	57.64 ^a	54.74 ^a	59.19 ^a	2.1628	***
Unsaturated fatty acid	60.04 ^a	37.86 ^b	40.87 ^b	35.98 ^b	2.1593	**
Polyunsaturate:Saturated fatty acid	0.49 ^a	0.27 ^b	0.34 ^b	0.35 ^b	0.0379	*
n-6:n-3 polyunsaturated fatty acid	43.54	40.06	39.22	44.07	4.9315	NS

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P<0.05, **P<0.01 and ***P<0.001).

^{NS} : Not significantly different, ND: Not detected.

cis-9, *trans*-11 CLA 함량이 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량보다 훨씬 높게 침착된 것이 확인된 바 있다(Bee, 2000; Beaulieu 등,

2002).

불포화지방산:포화지방산 비율은 2주와 4주째에는 처리

Table 8. Effect of CLAzen 80[®] supplementation period on CLA composition in egg yolk (%)

Treatment	CLAzen 80 [®] supplementation period			SEM	Significance
	2 week	4 week	6 week		
	Control	ND	ND		
1% CLAzen 80 [®]	2.83	2.14	2.98	0.3018	NS
2% CLAzen 80 [®]	4.73	4.58	3.98	0.6020	NS
3% CLAzen 80 [®]	7.40 ^b	7.28 ^b	7.78 ^a	0.0537	**

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different (**P<0.01).

^{NS} : Not significantly different, ND: Not detected.

구간 유의차가 없었지만, 6주 째에는 대조구와 비교하여 CLAzen 80[®] 첨가구에서 감소되었다. 한편 n-6:n-3 불포화지방산 비율은 전 시험기간 동안 CLAzen 80[®]에 의한 영향을 받지 않았다. 인체 건강과 관련하여 식이내 불포화지방산:포화지방산 비율은 0.45 이상으로 권장하고 있다(Department of Health and Social Security, 1984). 한편, 본 시험에서 사료 내 CLAzen 80[®] 를 첨가 급여하지 않았을 때는 난황 내 그 비율이 권장수치와 유사하게 나타났으나, CLAzen 80[®]에 의하여 그 비율이 0.45 이하로 감소하는 결과를 초래하였다. 따라서, 앞서 언급한 바와 같이 C18:1, C18:2 및 C18:3과 같은 불포화지방산 함량이 높은 oil과 같이 CLA를 급여하는 방안 모색과 검증 시험이 요구된다.

일반적으로 난황내 CLA는 급여 시작 후 10~14일에 최고치에 이르는 것으로 보고되었다(Chamrupollert와 Sell, 1999; Du 등, 1999; Jones 등, 2000; Aydin 등, 2001; Raes 등, 2002). 이와 유사하게 1%와 2% CLAzen 80[®] 첨가구에서는 2주 이후부터 난황내 CLA 함량 변화가 거의 없었다(Table 8). 그리고, 사료효율 및 산란율 등에 나쁜 영향이 없이 난황으로의 CLA의 최대 전이율에 관한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 oil 형태의 conjugated linoleic acid(CLAzen 80[®])를 산란계 사료에 수준별로 첨가 급여하였을 때 산란율과 난황내 지방산 조성의 변화를 조사하기 위하여 수행하였다. 59주령의 산란계 72수를 완전임의배치법으로 4개 처리구에 6주간 공시하였다. 처리구는 CLAzen 80[®]를 첨가하지 않은

대조구와 각각 1, 2 및 3%를 첨가구를 두었다. 연구 결과를 살펴보면 산란율은 처리구별 통계적 유의차가 없었지만, 난황내 지방산 조성은 CLAzen 80[®] 첨가에 의하여 크게 영향을 받았다. 난황내 C16:0과 C18:0과 같은 포화 지방산 함량은 CLAzen 80[®] 첨가에 의하여 증가하였으나, 일가불포화지방산인 C18:1 함량은 오히려 감소하였다. 한편, 난황내 C18:2와 C18:3과 같은 다가불포화지방산은 CLAzen 80[®] 급여 2~4주 사이에는 모든 처리구들에 있어서 그 함량이 일정하게 유지되었다. 그러나, 대조구와 비교하여 CLAzen 80[®] 급여 6주 째에는 난황내 C18:2 함량이 감소하였다. 불포화지방산:포화지방산 비율과 n-6:n-3 불포화지방산 비율은 2~4주 사이에는 처리구별간에 통계적 유의차가 없었고, 6주째 불포화지방산:포화지방산 비율이 CLAzen 80[®] 첨가에 의하여 감소하였다. 한편, 난황내 CLA 함량은 CLAzen 80[®] 첨가 수준에 비례하여 증가하였다. 따라서, 산란계 사료 내 CLAzen 80[®] 첨가는 난황내 CLA 함량을 증진시키는 것으로 요약할 수 있다.

(색인: Conjugated linoleic acid, 난황, 산란계)

인용문헌

- Ahn DH, Sell JL, Jo C, Chamrupollert M, Jeffrey M 1999 Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poult Sci* 78:922-928.
- Aydin R, Pariza MW, Cook ME 2001 Olive oil prevents the adverse effects of dietary conjugated linoleic acid on chick hatchability and egg quality. *J Nutr* 131:800-806.
- Beaulieu AD, Drackley JK, Merchen NR 2002 Concentrations of conjugated linoleic acids in ruminants. <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf>. Accessed Sept.1.
- Bee G 2000 Dietary conjugated linoleic acids alter adipose tissue and milk lipids of pregnant and lactating sows. *J Nutr* 130:2292-2298.
- Chamrupollert M, Sell JL 1999 Transfer of dietary conjugated linoleic acid to egg yolks of chickens. *Poult Sci* 78(8): 1138-1150.
- Choi, NJ, Kwon DH, Yun SH, Jung, MY, Shin, HK 2004 Selectively hydrogenated soybean oil with conjugated linoleic acid modifies body composition and plasma lipids in rats. *J Nutr Biochem* 15:411-417.

- Department of Health and Social Security 1984 Diet and cardiovascular disease. Report on health and social subjects no. 46. Her Majesty's Stationery Office, London.
- Du M, Ahn DU, Sell JL 1999 Effect of dietary conjugated linoleic acid on the composition of egg yolk lipids. *Poult Sci* 78:1639-1645.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Enser M, Scollan ND, Choi NJ, Kurt E, Hallett K, Wood JD 1999 Effect of dietary lipid on the content of conjugated linoleic acid (CLA) in beef muscle. *Anim Sci* 69:143-146.
- Ip C, Scimeca JA, Thomson H 1995 Effect of timing and duration of dietary conjugated linoleic acid on mammary cancer prevention. *Nutr Cancer* 24: 241-247.
- Jones S, Ma DWL, Robinson FE, Field CJ, Clandinin MT 2000 Isomers of conjugated linoleic acid (CLA) are incorporated into egg yolk lipids by CLA-fed laying hens. *J Nutr* 130:202-205.
- Lee KN, Pariza MW, Ntambi JM 1998 Conjugated linoleic acid decreases hepatic stearoyl-CoA desaturase mRNA expression. *Biochem Biophys Res Commun* 248: 817-821.
- McGuire WK, McGuire MA, Ritzenthaler K, Schultz TD 1999. Dietary source and intakes of conjugated linoleic acid. In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*; Yurawecz MP, Mossoba MM, Kramer JKG, Pariza MW, Nelson GJ. Eds. AOCS Press: Champaign, IL, Volume 1, pp 369-377.
- Miller CC, Park Y, Pariza MW, Cook ME 1994 Feeding conjugated linoleic acid to animals partially overcomes catabolic responses due to endotoxin injection. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 198:1107-1112.
- Nicolosi RJ, Rogers EJ, Kritchevsky D, Scimeca JA, Huth PJ 1997 Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery* 22:266-277.
- Raes K, Huyghebaert G, Smet SD, Nollet L, Arnouts S, Demeyer D 2002 The deposition of conjugated linoleic acids in eggs of laying hens fed diets varying in fat level and fatty acids. *Journal of Nutrition* 132:182-189.
- Ramsay TG, Evock-Clover CM, Steele NC, Azain MJ 2001 Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. *J Anim Sci* 79:2152-2162.
- SAS 1996 SAS user guide release 6.12 ed. SAS Inc Cary NC USA.
- Scollan ND, Dhanoa MS, Choi NJ, Maeng WJ, Enser M, Wood JD 2001 Biohydrogenation and digestion of long chain fatty acids in steers fed on different sources of lipid. *J Agri Sci, Cambridge* 136:345-355.
- Simon O, Manner K, Schafer K, Sagredos A, Eder K 2000 Effects of conjugated linoleic acid on protein to fat proportions, fatty acids, and plasma lipids. *Eur J Lipid Sci Technol* 102:402-410.
- Szymczyk B, Pisulewski PM, Hanczakowski P, Szczurek W 2000 The effects of feeding conjugated linoleic (CLA) on rat growth, serum lipoproteins and subsequent lipid composition of selected rat tissues. *J Sci Food Agric* 80:1553-1558.
- Yang L, Leung LK, Huang Y, Chen ZY 2000 Oxidative stability of conjugated linoleic acid isomers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48:3072-3076.
- Yang L, Yeung SKV, Huang Y, Wang HQ, Chen ZY 2002 Preferential incorporation of trans, trans-conjugated linoleic acid isomers in the liver of suckling rats. *Br J Nutr* 87: 253-260.
- 지규만 2004 계란의 콜레스테롤 함량과 지방산의 조절 - 현재와 전망. *한국가금학회지* 31(1):61-71.
- 한국사양표준 (가금) 2002 농림부 · 농촌진흥청 축산기술연구소.