

사료내 Conjugated Linoleic Acid 첨가수준이 육계의 생산성, 도체특성 및 근내 지방산 조성에 미치는 영향

김영직 · 김병기¹ · 윤용범*

대구대학교 생명자원과학부, ¹경상북도 축산기술연구소

Effect of Dietary Conjugated Linoleic Acid on Growth Performance, Carcass Characteristics and Muscular Fatty Acid Composition in Broiler

Young-Jik Kim, Byung-Ki Kim¹, and Yong-Bum Yoon*

Division of Life Resources, Daegu University, Kyungsan 712-714, Korea

¹Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Youngju 750-871, Korea

Abstract

This study was conducted to determine the effects of dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) feeding levels (0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%) on the carcass characteristics, growth performance, serum cholesterol, and fatty acid in thigh of chicken meat. Two hundred broiler (Arbor Acre Broiler, male) were randomly assigned to five groups and were fed for five weeks and slaughtered. Thigh muscle was used for determining fatty acid composition. There was no significant difference in growth performance, such as weight gain, feed intake and feed conversion by CLA levels. Among carcass characteristics, percentage of carcass, thigh, breast, and drumstick was not influenced by the dietary CLA levels, but abdominal fat was significantly reduced with the increased CLA amount in the broilers diets ($p < 0.05$). Higher CLA levels increased HDL-C and reduced total cholesterol and LDL-C ($p < 0.05$). As the dietary CLA levels increased, muscular palmitic acid (saturated fatty acid) levels was increased, but the rates of oleic acid, linoleic acid, and arachidonic acid (unsaturated fatty acid) were decreased. In addition, CLA isomers were linearly increased with the increase in dietary CLA levels ($p < 0.05$). As a conclusion, 2% of CLA feeding is possible to maximize accumulation of CLA in meat, but changes in fatty acid composition is not profitable. Therefore, 1% of CLA feeding is considered to be proper for accumulation of CLA and minimization of the change in fatty acid.

Key words : conjugated linoleic acid, growth performance, cholesterol, fatty acid, broiler

서 론

최근 소비자들은 식육에 대한 기호도가 양적인 면에서 질적인 면으로 전환되고 있으며, well-being 시대를 맞이하여 건강에 대한 관심이 고조되고 있다. 이러한 소비형태의 변화로 기능성식품을 요구하게 되었고, 기능성식품에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기능성식품이란 종래에 요구되어진 영양상의 효능이외에 생체방어, 신체리듬의 조절, 질병의 방지와 회복, 노화억제 등에 관계하는 신체조절기능을 충분히 발휘하도록 하는 식품을 말한다.

이러한 흐름을 충족시키기 위하여 사료에 생리활성 물질과 기능성 물질의 첨가에 대한 연구가 많이 수행되고 있다. 그 중에 생리활성물질로 알려진 기능성 지질신소재인 conjugated linoleic acid(CLA)는 필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서, linoleic acid를 함유하는 중성지질을 수소첨가 할 때에 미량 생산된다(Mossoba *et al.*, 1991). 또한, CLA는 반추동물의 위에서 서식하는 혐기성세균인 *Butyrivibrio fibrisolvens*에 의해 linoleic acid로부터 소량 생성되고(Hughes *et al.*, 1982), 반추위를 갖는 동물에서 유래한 제품 즉 쇠고기나 우유를 비롯한 유제품에서 CLA 함량이 전체 지방산중에 0.5-1.5%로 비교적 풍부히 함유되어 있지만 단위동물로부터 생산된 육에는 CLA함량이 전체 지방산중에 0.1-0.2%로 아주 적은 양이 함유되어 있다(Chin *et al.*, 1992; Forgerty *et al.*, 1988).

*Corresponding author : Yong-Bum Yoon, Daegu University, Kyungsan 712-714, Korea. Tel: 82-53-850-6720, Fax: 82-53-850-6729, E-mail: gyrim21@hanmail.net

CLA는 항암작용, 항동맥경화증, 면역조절을 통한 성장 촉진, 체조직의 적응촉진 그리고 당뇨예방 등의 효과가 있으며(Houseknecht *et al.*, 1998; Pariza, 2004), 콜레스테롤 감소효과(Du and Ahn, 2003; Lee *et al.*, 1994), 항산화 효과(Corino *et al.*, 2007; Yurawecz *et al.*, 1995)가 있는 것으로 보고되고 있다.

그러나 사료에 CLA 첨가할 경우 체내 축적량을 극대화할 수 있는 최적의 첨가수준에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구는 육계사료에 CLA를 수준별로 첨가하여 육계의 생산성, 도체특성, 콜레스테롤 및 지방산 조성을 조사하였다.

재료 및 방법

시험동물 및 사료

본 실험은 1일령의 Arbor Acre Broiler 숫병아리를 사용하였고, 사양시험을 5주간 실시하였다. 사료와 물을 자유채식토록 하였고, 점등은 24시간 실시하였다. 전기 3주 동안 사료 내 영양소 함량은 조단백질 21.5%로 ME는 3,100 kcal/kg 수준이었고, 후기는 조단백질 19%, ME 3,100 kcal/kg이었다(Table 1). CLA는 c-9, t-11 CLA(24.1%)와 t-10, c-12 CLA(25.6%) 이성체로 구성되어 있는 제품을 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0% 첨가하여 각 처리구당 10수씩 4반복 수행하여 총 200수의 브로일러를 사육하였다. CLA는 처음 1주 동안은 급여하지 않고 4주 동안 급여하였다. 도체조

Table 1. Basic diet composition

Ingredients (%)	Starter (to 3 wk)	Finisher (to 5 wk)
Corn	59.66	63.55
Soybean meal	27.02	30.11
Wheat bran	10.00	3.50
Dicalcium phosphate	1.19	1.12
Limestone	1.40	1.07
Salt	0.40	0.40
DL-methionine	0.13	0.05
Vitamin Premix ¹⁾	0.10	0.10
Mineral Premix ²⁾	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated Values		
ME(kcal/kg)	3,100	3,100
CP(%)	21.50	19.00
Methionine(%)	0.50	0.38
Lysine(%)	1.10	1.00
Ca(%)	1.00	0.90
Available P(%)	0.45	0.35

¹⁾Vitamin premix provides the following(mg) per kg of diet : Vitamin A, 5,500 IU; Vitamin D3, 1,100 ICU; vitamin E, 10 IU; riboflavin, 4.4; vitamin B12, 12; nicotinic acid, 44; menadione, 1.1; biotin, 0.11; thiamine, 2.2; ethoxyquin, 125.

²⁾Provide the mg per kilogram of diet; Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60; Cu, 10; I, 0.46; Ca, min:150, max:180.

성을 조사하기 위해 각 처리구별로 체중이 비슷한 개체를 20수씩 선발하여 경동맥절단 방법으로 도계하여 대퇴부위 근육을 이용하여 분석하였다.

조사항목 및 방법

체중, 사료섭취량 및 사료요구율

체중은 시험개시 시부터 종료 시까지 매주 정해진 시간에 일정하게 체중을 측정하였다. 증체량은 종료 시 체중에서 개시 시 체중을 감하여 구하였다. 사료섭취량은 매주 체중 측정직전에 반복별로 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 구하였다. 그리고 사료효율은 총 사료섭취량을 총 증체량으로 나누어 계산하였다.

도체특성

처리구별 5수를 개체별로 체중을 측정하여 도계한 후 생체중에 대한 도체중의 비율을 표시하였고, 복강지방은 근위주위와 복강내부에 축적된 지방을 분리한 후 무게를 측정하였다. 간, 대퇴부위, 흉심 및 복채부위 근육을 각각 분리하여 도체중에 대한 비율로 나타내었다.

혈청내 지질 농도

혈청 총콜레스테롤, high density lipoprotein cholesterol (HDL-C)은 아산제약의 효소비색법을 이용한 kit로 측정하였고, low density lipoprotein cholesterol(LDL-C)은 Friedewald (1972)의 방법으로 계산하였다.

지방산 조성 및 CLA함량

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였으며 메칠레이션은 Folch 방법으로 추출한 지질 80 mg과 0.4 mg의 tricosanoic acid methyl esters (0.4 mg/mL hexane, international standard)를 screw-capped test tube에 넣고 질소 충전 하에서 용매를 제거한 후 0.5 N NaOH(in methanol) 1 mL을 넣고 90°C에서 7분간 가수분해 시킨 다음 실온에서 5분간 냉각시켰다. 유리지방산은 4% H₂SO₄ 1 mL를 첨가하여 90°C에서 10분간 methylation 시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰다. Hexane 2 mL와 증류수 2 mL를 넣고 희석하여 상층에서 1 mL를 회수하여 분석전까지 냉동고에 보관하였다. Conjugated linoleic acid esters와 total fatty acid의 함량을 구하기 위하여 회수한 시료 0.5 µL를 split injection port에 주입하였고 gas chromatography(GA-17A, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. 분석조건으로 Column의 초기온도는 180°C에서 시작하여 1.5°C/min의 속도로 230°C까지 상승시켜 2분간 유지하였다. 이때 injector와 detector의 온도는 각각 240°C와 260°C로 하였고, 지방산은 표준품과 retention time을 비교 확인하였으며 함량은 백분율로 환산하였다.

통계분석

자료 분석은 SAS 패키지 프로그램(1996)을 이용하여 자료의 분산분석을 실시하였으며, 각 처리구 평균간의 차이에 대한 유의성 검정은 Duncan's new multiple range test를 이용하여 실시였다.

결과 및 고찰

증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

CLA첨가수준(0, 0.5, 1.0, 1.5, 및 2%)에 따라 사료를 육계에 5주 동안 급여하였을 때 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 Table 2와 같다. 증체량은 대조구에 비해 CLA급여구에서 통계적인 차이는 없었지만 수치적으로 낮은 경향이었으며, CLA급여량에 의한 차이는 없었고, 사료섭취량과 사료요구율도 처리구간의 유의성은 없었다. Thiel-Cooper 등(2001)은 돼지에 CLA를 급여하였을 때 CLA급여수준에 따라 증체량의 현저한 증가를 보고하였고, Szymczyk 등(2001)은 육계사료에 1.5% CLA급여는 증체량과 사료효율이 현저하게 감소한다고 하였다. 본 실험 결과 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 통계적 차이를 보이지 않았다. Du와 Ahn(2002)은 CLA 3%를 5주 동안 급여하였을 때 증체량의 감소 없이 총지방 함량을 감소시킨다 하였고, Takahashi 등(2002)은 10일령 육계에 CLA 1% 첨가 사료를 14일간 급여 시 체중 및 사료섭취량에는 변화가 없음을 보고하여 본 실험 결과와 유사하였다. 따라서, 본 실험 결과 CLA가 2%까지 함유된 사료를 급여하여도 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에는 영향을 미치지 않았다.

도체특성

CLA첨가수준에 따라 급여된 육계의 도체조성 비율은 Table 3과 같다. 도체율은 66.79-67.56%로 CLA급여에 의한 유의차는 없었다. 그리고 도체중에 대한 간, 대퇴부위, 흉심 및 복체의 비율도 유의한 변화를 확인할 수 없었다. 그렇지만, 복강지방의 경우는 대조구와 0.5% CLA 급여구에 비해 1% 이상 CLA급여구에서 낮은 비율을 차지하고 있으며, CLA급여량이 많아짐에 따라 복강지방은 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이러한 결과는 CLA급여로 인하여 체지방과 복강지방이 현저하게 감소되었다는 Szymczyk 등(2001)과 Thiel-Cooper 등(2001)의 보고와 같은 결과이었다. CLA가 체지방 대사에 미치는 효과를 살펴보면 지방산합성 및 중성지방 에스테르화 반응저하, 지방분해효소 활성증가, 나아가서는 체지방합성에 관여하는 유전자의 변화 등과 같은 다양한 요인이 체지방을 감소시키는 것으로 알려져 있고(Evans *et al.*, 2002; Haumann *et al.*, 1996; Park *et al.*, 1997), 지방합성에 중요한 장소인 간에서 총지질과 leptin mRNA 수준 및 혈중 triglyceride를 유의적으로 감소시켜 간지방의 지방대사경로에 영향을 미칠 수 있다고 하여(Lee *et al.*, 1998), CLA가 지방 대사작용에 관여함으로써 체지방이 감소되는 결과를 보이는 것으로 판단된다(Sakono, 1999).

혈청콜레스테롤

CLA첨가수준에 따라 급여한 육계의 혈청콜레스테롤 함량 변화는 Table 4와 같다. 총콜레스테롤함량은 대조구보다 CLA급여구에서 유의적으로 낮은 함량을 보였으며 CLA 함량이 증가할수록 총콜레스테롤 함량은 감소하는 결과를

Table 2. Effects of the dietary supplementation of CLA on body weight, feed intake, and feed conversion rate in broiler chicken

Items	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
Initial body wt. (at 3 days, g)	40.78± 0.08 ¹⁾	40.64± 0.17	40.75± 2.04	40.69± 0.13	40.71± 0.03
Final body wt. (at 35 days, g)	1857.52±18.41	1832.31±15.56	1827.34±16.06	1838.83±11.83	1832.58±14.22
Weight gain (3-35 days, g)	1816.71±10.53	1791.67±14.73	1786.59±16.19	1798.14±12.08	1791.87±14.31
Feed intake (3-35 days, g)	3083.82±21.96	3079.35±27.22	3074.43±27.03	3089.41±14.25	3075.40±21.61
Feed conversion (3-35 days)	1.70± 0.02	1.72± 0.02	1.73± 0.03	1.72± 0.03	1.72± 0.02

¹⁾Means±SD

Table 3. Effects of the dietary supplementation of CLA on carcass characteristics in broiler chicken

Items	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
Carcass, %	67.23±0.88	66.79±0.48	67.31±0.81	67.56±0.38	66.91±0.52
Abdominal fat, %	2.48±0.13 ^a	2.37±0.12 ^a	1.96±0.17 ^b	1.78±0.14 ^c	1.68±0.10 ^c
Liver, %	2.40±0.03	2.43±0.04	2.45±0.05	2.44±0.06	2.42±0.03
Thigh, %	18.78±0.69	18.69±0.71	19.11±0.21	18.75±0.81	18.85±0.71
Breast, %	21.26±0.63	21.32±0.48	21.28±0.58	21.50±0.32	21.24±0.64
Drumstick, %	14.16±0.35	14.20±0.48	14.31±0.69	14.37±0.65	14.40±0.38

^{a,b,c}: Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

Table 4. Effects of the dietary supplementation of CLA on blood cholesterol in broiler chicken

Items	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
Total cholesterol, mg/dL	128.01±0.79 ^a	126.28±0.11 ^b	124.24±0.76 ^c	116.99±0.38 ^d	116.07±0.86 ^e
HDL-cholesterol, mg/dL	53.47±0.16 ^d	53.74±0.22 ^d	56.06±0.52 ^c	56.70±0.31 ^b	57.64±0.56 ^a
LDL-cholesterol, mg/dL	38.94±0.68 ^a	39.67±0.80 ^a	37.09±0.24 ^b	36.30±0.22 ^c	34.07±0.27 ^d

a,b,c,d,e; Means±S.D. with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.05$).

보였다($p<0.05$). HDL-C은 대조구보다 CLA급여구에서 증가하는 경향이고 특히 1% 이상의 급여구에서 현저히 증가하였다($p<0.05$). 한편, LDL-C은 CLA급여구에서 대조구보다 감소하였는데 0.5% CLA급여구에서 유의성이 없었지만 1% 이상 급여 시는 유의적으로 감소하였다. CLA를 급여하였을 때 혈중 LDL-C과 HDL-C, 총콜레스테롤과 HDL-C의 비에 있어 유의성 있는 감소를 보고한 바 있다 (Du and Ahn, 2003; Lauridsen *et al.*, 2005). 콜레스테롤에 대하여 HDL-C은 혈관에 붙어있는 콜레스테롤을 떼어다가 간장에서 분해시킴으로써 유익한 콜레스테롤이고, LDL-C은 콜레스테롤을 혈관에 가져다 붙임으로서 해로운 콜레스테롤이라 알려져 있으며, Baker 등(1984)은 혈중 콜레스테롤은 동맥경화증, 고혈압 등의 심혈관질환의 요인이 되는 과유지질혈증을 구성하는 주된 물질인데, 과유지질혈증의 원인 물질은 LDL-C이라 보고하였다. 본 실험 결과 CLA를 육계사료에 첨가 급여함으로써 총콜레스테롤 함량과 LDL-C함량은 낮추고, HDL-C은 높이는 결과를 나타내었다.

지방산조성 및 CLA 함량

CLA첨가수준에 따라 급여한 계육의 지방산조성 및 CLA 함량 변화는 Table 5와 같다. Palmitic acid는 증가하고,

oleic acid, linoleic acid 및 arachidonic acid는 감소하였다($p<0.05$). 다시 말해 포화지방산은 증가하고 불포화지방산은 감소하는 경향이었다($p<0.05$). Du와 Ahn (2002)은 CLA 급여가 지방산 중에서 oleic acid, linoleic acid, arachidonic acid 함량을 낮추고 전체 지방산 조성에서 불포화지방산은 감소하고 포화지방산의 비율을 증가시킴으로써 지방산화를 감소시킬 수 있다고 하여 본 실험 결과를 뒷받침하였다. CLA가 지방합성과정에서 포화지방산을 불포화지방산으로 만드는 Δ^9 desaturase의 활성을 저해하여 oleic acid가 감소하였고(Smith *et al.*, 2003), 체내지방 저장위치 또는 지방산화위치에서 CLA가 지방조직과 골격근세포에 영향을 주어 이들 대사에 관여하기 때문이라 하였으며(Park *et al.*, 1997), Sakono 등(1999)은 사료에 CLA첨가는 간조직의 지방대사경로에 유의적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다.

한편, 본 실험에서 검출된 CLA의 이성체함량은 CLA급여수준이 증가할수록 높게 나타났다. cis 9, trans 11의 이성체가 trans 10, cis 12이성체보다 많은 함량이 검출되었다는 Sirri 등(2003)의 연구와 같은 결과로 이들 이성체의 함량은 CLA첨가량이 많아지면 많아질수록 증가하는 현상을 보였다($p<0.05$).

또한 불포화지방산의 경우 대조구보다 CLA급여구에서

Table 5. Effects of the dietary supplementation CLA on muscular fatty acid composition in thigh of chicken meat

Fatty acids (%)	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
14:0	0.74±0.01	0.72±0.08	0.73±0.02	0.74±0.01	0.73±0.02
16:0	24.29±0.31 ^c	26.74±0.34 ^d	27.56±0.05 ^c	28.37±0.38 ^b	28.74±0.02 ^a
16:1	6.11±0.52	6.41±0.34	6.47±0.59	5.97±0.53	6.02±0.43
18:0	8.28±0.30	8.28±0.28	8.53±0.52	8.45±0.58	8.21±0.40
18:1	39.78±0.37 ^a	37.97±0.39 ^b	34.52±0.14 ^c	31.83±0.30 ^d	30.35±0.15 ^e
18:2	18.22±0.30 ^a	17.13±0.16 ^b	16.69±0.37 ^c	15.13±0.28 ^d	14.08±0.09 ^e
18:3	1.15±0.09	1.19±0.11	1.19±0.13	1.26±0.08	1.43±0.24
20:4	0.92±0.01	Tr ¹⁾	Tr	Tr	Tr
cis 9, trans 11	0.41±0.01 ^e	1.21±0.04 ^d	3.32±0.02 ^c	6.04±0.14 ^b	7.27±0.13 ^a
trans 10, cis 12	0.11±0.01 ^e	1.37±0.04 ^d	1.52±0.02 ^c	2.22±0.14 ^b	3.20±0.13 ^a
TS ²⁾	33.31±0.03 ^d	35.73±0.20 ^c	36.81±0.01 ^b	37.56±0.47 ^a	37.69±0.14 ^a
TU ³⁾	66.69±0.03 ^a	64.27±0.10 ^b	63.20±0.14 ^c	62.44±0.47 ^d	62.31±0.14 ^d
TU/TS	2.00±0.01 ^a	1.80±0.01 ^b	1.72±0.00 ^c	1.67±0.04 ^d	1.66±0.08 ^d

¹⁾ Tr: Traced. ²⁾Total saturated fatty acid. ³⁾Total unsaturated fatty acid.

a,b,c,d,e; Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.05$).

낮은 경향이었는데 그 정도는 CLA함량이 많아짐에 따라 차이가 심하였다($p < 0.05$). 일반적으로 포화지방산보다는 불포화지방산이 인체에 유익한 것으로 보고되고 있으며 (Grundy, 1986), 닭, 돼지 등과 같은 단위동물의 지방산조성은 급여되는 사료의 지방산조성에 영향을 받는다고 보고한 바 있다(Hood, 1984). 본 실험에서도 급여된 CLA에 의해서 계육지방산 조성이 변한 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 CLA를 육계사료에 첨가하여 그 급여수준(0, 0.5, 1.0, 1.5, 및 2.0%)에 따라 육계의 생산성과 CLA를 급여한 계육의 도체특성, 혈청콜레스테롤 및 지방산조성의 변화를 검토하고자 육계 200수(Arbor Acre Broiler, male)를 5주 동안 공시하였다. 육계의 생산성을 나타내는 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 CLA급여에 따른 유의성은 없었다. 도체특성중 도체율뿐만 아니라 도체중에 대한 간, 대퇴부위, 흉심 및 복체의 비율은 CLA를 급여함으로써 유의한 변화가 없었지만, 복강지방 비율은 CLA 급여량이 많아짐에 따라 유의한 감소 현상을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 혈청콜레스테롤은 CLA급여량이 증가할수록 총콜레스테롤과 LDL-C은 감소하고, HDL-C은 증가하였다($p < 0.05$). 그리고 지방산 조성 변화는 CLA를 급여함에 따라 palmitic acid는 증가하고, oleic acid, linoleic acid 및 arachidonic acid는 감소하여 포화지방산은 증가하고 불포화지방산은 감소하는 현상을 보였다. 또한, CLA의 이성체함량도 CLA급여량이 증가함에 따라 직선적으로 증가하였다($p < 0.05$). 결론적으로 계육에 CLA 축적을 극대화하기 위해서는 2%까지 급여도 가능하지만, 지방산조성의 변화가 심하므로 CLA도 축적시키고 지방산 변화도 최소화할 수 있는 1%의 급여수준이 적합할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Baker, H. J., Lindsey, J. R., and Weisbroth, S. H. (1984) The laboratory rat. Academic Press Inc. NY. 2, 123-131.
- Chin, S. F., Liu, W., Storkson, J. M., Ha, Y. L., and Pariza, M. W. (1992) Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid. A newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food Comp. Anal.* **5**, 185-197.
- Corino, C., Lo Fiego, D. P., Macchioni, P., Pastorelli, G., Di Giancamillo, A., Domeneghini, C., and Rossi, R. (2007) Influence of dietary conjugated linoleic acids and vitamin E on meat quality and adipose tissue in rabbits. *Meat Sci.* **76**, 19-28.
- Du, M. and Ahn, D. U. (2002) Effect of dietary conjugated linoleic acid on the growth rate of live birds and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. *Poult. Sci.* **81**, 428-433.
- Du, M. and Ahn, D. U. (2003) Dietary CLA affects lipid metabolism in broiler chicks. *Lipids* **38**, 505-511.
- Evans, K., Burdge, G. C., Wootton, S. A., Clark, M. L., and Frayn, K. N. (2002) Regulation of dietary fatty acid entrapment in subcutaneous adipose tissue and skeletal muscle. *Diabetes* **51**, 2684-2690.
- Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-507.
- Forgerty, A. C., Ford, G., and Svoronos, D. (1988) Octadeca-9, 11-dienoic acid in food stuffs and in the lipids of human blood and breast milk. *Nutr. Reports Int.* **38**, 937-934.
- Friedewald, W. T., Levy, R. I., and Fredrickson, D. S. (1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* **18**, 1163-1170.
- Grundy, S. M. (1986) Comparison of monounsaturated fatty acid and carbohydrate for lowering plasma cholesterol. *Engl. J. Med.* **316**, 745-751.
- Haumann, B. F. (1996) Conjugated linoleic acid offers research promise. *Inform.* **7**, 152-159.
- Hood, R. L. (1984) Cellular and biochemical aspects of fat deposition in the broiler chicken. *Poult. Sci.* **40**, 160-164.
- Houseknecht, K. L., Vanden Heuvel, J. P., Moya-Camarena, S. Y., Portocarrero, C. P., Peck, L. W., Nickel, K. P., and Belury, M. A. (1998) Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty of rat. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **244**, 678-682.
- Hughes, P. E., Hunter, W. J., and Tove, S. B. (1982) Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. Purification and properties of cis 9-transoctadecadienoate reductase. *J. Biol. Chem.* **257**, 3643-3649.
- Lauridsen, C., Mu, H., and Henckel, P. (2005) Influence of dietary conjugated linoleic acid(CLA) and age at slaughtering on performance, slaughter and meat quality, lipoproteins, and tissue deposition of CLA in barrows. *Meat Sci.* **69**, 393-399.
- Lee, K. N., Kritchevsky, D., and Pariza, M. W. (1994) Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* **108**, 19-25.
- Lee, K. N., Pariza, M. W., and Natumb, J. M. (1998) Conjugated linoleic acid decrease hepatic stearyl-CoA desaturase mRNA expression. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **248**, 817-821.
- Mossoba, M. M., McDonald, R. E., and Armstrong, D. J. (1991) Identification of minor c18 triene and conjugated diene isomers in hydrogenated soybean oil and margarine by GC-MI-FT-IR spectroscopy. *J. Chromatogr. Sci.* **29**, 324-330.
- Park, Y., Albright, K. J., Liu, W., Storkson, J. M., Cook, M. C., and Pariza, M. W. (1997) Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids* **32**, 853-858.
- Pariza, M. W. (2004) Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.* **79**, 1132S-1136S.
- Sakono, M., Miyana, F., Kaunhara, S., Yamauchi, K.,

- Fukuda, N., Watanabe, K., Iwata, T., and Sugano, M. (1999) Dietary conjugated linoleic acid reciprocally modifies ketogenesis and lipid secretion by the rat liver. *Lipids* **34**, 997-1000.
22. SAS Institute Inc. (1996) SAS/STAT User's Guide: Version 6. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
23. Sirri, F., Tallarico, N., Meluzzi, A., and Franchini, A. (2003) Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid. *Poult. Sci.* **82**, 1356-1361.
24. Smith, S. B., Hively, T. S., Cortese, G. M., Han, J. J., Chung, K. Y., and Castenada, P. (2003) Conjugated linoleic acid depress the Δ^9 desaturase index and stearyl coenzyme A desaturase activity in porcine subcutaneous adipose tissue. *J. Anim. Sci.* **80**, 2110-2115.
25. Szymczyk, B., Pisulewski, P. M., Szczurek, W., and Hanczakowski, P. (2001) Effect of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency and subsequent carcass quality in broiler chickens. *Br. J. Nutr.* **85**, 465-473.
26. Takahashi, K., Kawamata, K., Akiba, Y., Iwata, T., and Kasai, M. (2002) Influence of dietary conjugated linoleic acid isomers on early inflammatory responses in male broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* **43**(1), 47-53.
27. Thiel-Cooper, R. I., Parrish, F. C., Spark, J. C., Wiegand, B. R., and Muller, R. C. (2001) Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.* **79**, 1821-1828.
28. Yuraweez, M. P., Hood, J. K., Mossoba, M. M., Roachanol, J. A., and Ku, Y. (1995) Furan fatty acids determined as oxidation products of conjugated octadecadienoic acid. *Lipids* **30**, 595-598.
-
- (2008. 7. 7 접수/2008. 9. 16 수정/2008. 9. 17 채택)