

사료에 Conjugated Linoleic Acid 첨가수준이 계육의 품질에 미치는 영향

김영직 · 윤용범*

대구대학교 생명자원과학부

Effects of Various Levels of Conjugated Linoleic Acid Supplementation on the Quality of Chicken Meat

Young-Jik Kim and Yong-Bum Yoon*

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

Abstract

This study was conducted to determine the effects of dietary supplementation with CLA (0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%) on the proximate composition, sensory evaluation, pH, TBARS, cooking loss, WHC, shear force and objective color of chicken meat. Two hundred broiler chickens (Arbor Acre Broiler, male) were randomly assigned to five groups, fed for five weeks, and slaughtered. The proximate composition and crude protein of thigh muscle from the 1.5% and 2.0% CLA groups were significantly higher than the other groups ($p < 0.05$), however there was no difference in moisture, crude fat, and crude ash. Based on sensory evaluation, tenderness, juiciness, and flavor were not significantly different among the treatment groups. The pH of thigh muscle from the CLA treated groups was higher than the control, and significantly increased with the increasing levels of CLA in the broiler diets ($p < 0.05$). TBARS values were significantly lower in the CLA treated groups, and decreased with increasing CLA levels in the diet ($p < 0.05$). Therefore, CLA may improve the shelf life of chicken meat. WHC, shear force, and meat color did not show any significant variation in this study. In conclusion, the accumulation of CLA and the production of fresh chicken meat without changes in meat quality can be achieved through supplementation with 2% CLA. Accumulation of CLA in chicken meat significantly increased with increasing CLA levels in the diet.

Key words : CLA, sensory evaluation, pH, meat color, broiler

서 론

최근 소비자들은 식육에 대한 기호도가 양적인 면에서 질적인 면으로 전환되고 있으며, 웰빙 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

CLA(conjugated linoleic acid)는 필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서 반추위 미생물에 의해 생성되며 낙농식품에 다량 존재한다(Kepler *et al.*, 1966). CLA는 항암작용 물질(Ha *et al.*, 1987)로 보고된 이후 면역증진(Pariza, 2004), 항산화작용(Lee *et al.*, 1994), 체지방감소(Thiel-Cooper *et al.*, 2001) 등에 효과적으로 작용한다고 보고되어 왔다. 이외에도 West 등(1998)은 CLA가 현대인의 건강증진과 성인병 예방에 관련된 생리적 기능으로서 체지방을 감소시키고 체단백질과 수분을 증가시키는 작용을 한다고 하였으며, Nicolosi 등(1997)은 햄스터에 CLA를 급여하였을 때 LDL-cholesterol이 감소되고 동맥경화증이 억제되며, Lee 등(1994)은 토끼에 CLA를 급여하여 총 콜레스테롤과 LDL-cholesterol, triglyceride의 농도가 감소한다고 보고하였다. 가축에 CLA를 급여한 후 지방함량이 낮고 CLA가 다량 함유된 축산식품을 생산하고자 한 연구로는 Wiegand 등(2002)은 돼지에 CLA를 급여하여 수분과 지방이 현저히 감소하였고 적육의 비율이 증가하였으며,

*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

Thiel-Cooper 등(2001)은 증체량의 증가와 사료효율 개선, 등지방두께의 감소, 배최장근 단면적의 증가 효과가 있다고 보고하였다. Jones 등(2000)은 산란계 사료에 CLA를 첨가하면 난황에 CLA함량이 현저하게 증가한다고 하였으며, Suksombat 등(2007)은 육계에게 CLA를 급여하였을 때 CLA가 축적됨을 보고한 바 있다. 그러나 CLA 첨가수준이 계육의 육질에 미치는 효과에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 그러므로 본 시험은 CLA 첨가수준에 따라 생산된 계육의 품질 특성을 알아보고자 계육의 일반성분, 관능평가, pH, TBARS(thiobarbituric acid reactive substance), 가열감량, 보수력, 전단력 및 육색을 조사하였다.

재료 및 방법

시험동물 및 사료

본 실험은 3일령의 Arbor Acre Broiler 숫병아리 200수를 사용하였고, 사양시험을 5주간 실시하였다. 사료와 물을 자유 채식토록 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 수행하였다. 계육 품질을 조사하기 위해 각

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⁾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; chtx-yiuin 125.

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

처리구별로 체중이 비슷한 개체를 20수 씩 선발하여 정동맥절단 방법으로 도계하여 대퇴부위 근육을 이용하여 분석하였다.

조사항목 및 방법

대퇴 부위 근육의 일반성분은 AOAC의 방법(1998)에 따라 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량을 측정하였다.

관능검사는 계육의 대퇴부위 근육을 70-80°C의 수조에서 30분 동안 가열 처리한 후 훈련된 10명의 관능검사 요원이 다즙성, 연도, 육향을 5점 척도법으로 실시하였다(5=아주 좋다, 4=좋다, 3=보통이다, 2=싫다, 1=아주 싫다).

pH는 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질한 후 pH meter(Model 520A, Orion, USA)로 측정하였다.

TBARS는 Witte 등(1970)의 방법에 따라 시료 20 g에 2M 인산염에 용해한 20% TCA 50 mL를 넣어 균질한 뒤 증류수 50 mL를 첨가하여 Whatman No.1 여과지에 여과한 후 여액 5 mL를 취하여 5 mM 용액 5 mL를 넣어 흔들 뒤 15시간 냉암소에 보관한 후 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도에 5.2를 곱하여 TBARS값으로 나타내었다.

가열 감량은 시료를 약 100 g 정도 정형하여 75°C로 항온수조에서 약 30분간 가열한 후 가열 전 시료 무게에서 가열 후 시료 무게로 나누어 계산하였다. 그리고 보수성은 세절육 10 g을 원심분리관에 넣고 70°C 항온수조에서 30분간 가열하고 방냉하여 1,000×g에서 10분간 원심분리 후 원심분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고 그 다음 총 수분량을 측정하여 공식에 대입하여 계산하였다. 분리된 수분량(mL)×0.951×100의 값을 총수분량으로 나누어 계산하였다. 이때 0.951은 70°C에서 분리된 육즙 중에 순수한 수분함량을 나타낸다.

전단력은 대퇴부위 근육을 2×2×2 cm 두께로 절단하고 75°C 항온 수조에서 가열 후 방냉하여 근섬유 방향과 평행하게 시료채취기로 취하여 Rheometer(CR-311, Sun Scientific Co, Japan)로 측정하였으며, 하중량 5 kg, 기준 위치 40 mm, 작동속도 30mm/min으로 하였다. 육색은 대퇴부위 근육을 절단하여 공기중에 30분간 노출시켜 발색시킨 뒤 색차계(Color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 Hunter 값(L=명도, a=적색도, b=황색도)을 측정하였다. 이때 사용된 표준색판은 L=96.16, a=0.10, b=1.90인 백색의 calibration plate를 이용하였고, 5회 반복하여 평균값을 나타내었다.

통계분석

자료 분석은 SAS 패키지 프로그램(1996)을 이용하여 자료의 분산분석을 실시하였으며, 각 처리구 평균간의 차이에 대한 유의성 검정은 Duncan's new multiple range test (1955)를 이용하여 실시였다.

결과 및 고찰

계육의 일반성분

CLA첨가수준(0, 0.5, 1.0, 1.5, 및 2%)에 따라 사료를 육계에 5주 동안 급여한 계육의 일반성분 조성은 Table 2와 같다. 계육의 일반성분중 조단백질 함량은 CLA 1.5%와 2.0% 급여구에서 다른 처리구보다 유의적으로 높은 함량을 보였는데($p<0.05$), Chin 등(1994)은 쥐를 이용한 실험에서 CLA급여로 인하여 체지방 함량이 감소되는 반면에 성장요소로 작용하기 때문에 체중이 증가된다 하였다. CLA 급여로 인한 수분, 조지방, 조회분의 함량은 영향을 미치지 않았다. Dugan 등(1999a)은 CLA를 돼지사료에 급여하였을 때 등지방 두께는 감소하고 등심근육에 지방축적이 많이 된다고 보고하였고, Eggert 등(1999)은 CLA 첨가가 근육내 지방 축적을 증가시켜 마블링정도를 개선시킬 수 있다고 하였다. 본 실험 결과 처리구간에 유의적인 차이는 없으나 대조구에 비해 CLA 급여구에서 조지방 함량이 높고 첨가량이 많아질수록 그 함량은 더 높은 경향이였다.

관능평가

CLA첨가수준에 따라 급여된 계육의 관능평가 결과는 Table 3과 같다. 관능평가 결과 연도, 다즙성, 육향은 CLA

첨가수준에 의한 유의적인 변화는 없었다. CLA는 무취의 지질이기 때문에 어유와 같은 비린냄새와 이취가 육에 전이되는 냄새는 거의 없으며 기능성 물질이 함유된 지질원으로서 육색, 조직감 및 관능적 특성에 영향을 미치지 않으면서 항암효과(Ha *et al.*, 1987), 항산화효과(Park *et al.*, 1999), 동맥경화억제(Nicolosi *et al.*, 1997), 면역증강효과(Pariza, 2004), 당뇨병 예방 및 치료(Houseknecht *et al.*, 1998) 등의 효과가 있으며 CLA가 축적된 기능성 계육의 생산이 가능하다고 하였다. 본 실험 결과 CLA를 사료에 2%까지 급여하였음에도 관능검사요원에 의해 감지되지 못하였다.

pH, TBARS, 가열감량, 보수력 및 전단력

CLA첨가수준에 따라 급여한 계육의 pH, TBARS, 가열감량, WHC 및 전단력 변화는 Table 4와 같다. pH는 대조구보다 CLA 급여구에서 높았는데 특히 2.0% 급여구에서 가장 높았다($p<0.05$). CLA의 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 증가하였다. 이는 Dunshea 등(2002)이 돼지에 CLA를 급여하였을 때 유의성이 나타나지 않았지만, pH가 증가함을 보였다는 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

TBARS는 CLA를 급여함에 따라 대조구보다 2.0% 급여구에서 유의적으로 낮았다($p<0.05$). Joo 등(2002)은 육계

Table 2. Effects of the dietary supplementation CLA on proximate composition in broiler chicken

Items (%)	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
Moisture	74.41 ^a ±2.18	74.03 ^a ±2.13	74.02 ^a ±1.18	73.40 ^a ±1.10	73.16 ^a ±1.06
Crude protein	21.97 ^b ±0.13	21.74 ^b ±0.12	21.99 ^b ±0.01	22.27 ^a ±0.10	22.25 ^a ±0.08
Crude fat	2.39 ^a ±0.56	2.51 ^a ±0.33	2.79 ^a ±0.40	3.09 ^a ±0.41	3.37 ^a ±0.33
Crude ash	1.24 ^a ±0.01	1.23 ^a ±0.04	1.21 ^a ±0.05	1.25 ^a ±0.04	1.23 ^a ±0.03

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

Table 3. Effects of the dietary supplementation CLA on sensory evaluation in broiler chicken

Items	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
Tenderness	4.34±0.76	4.39±0.62	4.47±0.23	4.61±0.21	4.58±0.24
Juiciness	4.33±0.18	4.54±0.23	4.53±0.03	4.53±0.01	4.59±0.13
Flavor	4.53±0.18	4.52±0.480	4.40±0.24	4.62±0.10	4.55±0.46

Means±SD.

Table 4. Effects of the dietary supplementation CLA on pH, TBARS, cooking loss, WHC and shear force in broiler chicken

Items	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
pH	5.77 ^c ±0.03	5.90 ^b ±0.03	5.91 ^b ±0.04	5.94 ^b ±0.08	6.06 ^a ±0.03
TBARS (mgMa/kg)	0.047 ^a ±0.002	0.046 ^{ab} ±0.003	0.044 ^{ab} ±0.001	0.043 ^{ab} ±0.003	0.041 ^b ±0.002
Cooking loss (%)	21.03 ^a ±0.66	21.33 ^a ±0.77	22.36 ^a ±0.34	22.51 ^a ±0.43	22.99 ^a ±0.21
WHC (%)	56.35 ^a ±1.92	56.95 ^a ±1.75	58.07 ^a ±2.04	58.25 ^a ±1.30	58.79 ^a ±2.13
Shear force (kg/cm ²)	3.06 ^a ±0.02	2.99 ^a ±0.07	2.81 ^b ±0.11	2.75 ^b ±0.01	2.78 ^b ±0.01

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

Table 5. Effects of the dietary supplementation CLA on meat color in broiler chicken

Items	Diets				
	Control	CLA 0.5%	CLA 1.0%	CLA 1.5%	CLA 2.0%
CIE L	55.23±1.06	55.64±1.3	53.81±1.18	55.04±1.38	54.97±0.86
CIE a	5.89±0.127	5.69±0.28	5.70±0.30	5.51±0.21	5.43±0.40
CIE b	3.62±0.06	3.60±0.11	3.56±0.13	3.56±0.25	3.50±0.04

Means±SD.

에게 1, 2.5 또는 5% 수준으로 급여하였을 때 대조구에 비하여 CLA 급여구가 유의적으로 낮은 TBARS값을 보였으며 CLA 급여량이 증가할수록 유의적으로 낮은 값을 보인다고 하였다($p < 0.05$). 일반적으로 CLA는 항암작용과 항산화작용이 있다고 보고되고 있는데, CLA는 단지 공역화된 지방산이며 그 자체가 항산화성을 가지는 것이 아니라 CLA 분자내 이중결합을 중심으로 일어난 산화물질인 "beta-hydroxy acrolein" CLA유도체가 중요한 항산화성 물질이라 하였고(Ha *et al.*, 1990), CLA가 furan fatty acid 유도체로 변하여 항산화 역할을 한다고 하였다(Yuraweez *et al.*, 1995). 그리고 Du 등(2002)은 CLA 급여가 지방산중에서 oleic acid, linoleic acid, arachidonic acid 함량을 낮추고 전체 지방산 조성에서 불포화지방산은 감소하고 포화지방산의 비율을 증가시킴으로서 지방산화를 감소시킬 수 있다고 하여 본 실험 결과를 뒷받침하였다. 본 실험 결과 CLA 급여는 계육의 저장성 향상에 도움이 되리라 판단된다(Du *et al.*, 2000).

가열감량과 보수성은 처리구간에 유의성이 없었다. 그리고 전단력은 대조구와 CLA 0.5% 급여구보다 CLA 1.0%, 1.5% 또는 2.0% 급여구에서 낮은 결과이었는데($p < 0.05$), Dugan 등(1999b)은 CLA를 급여함으로써 근육내 지방이 증가되어 조직감에 영향을 준다고 하였다. 본 실험에서 조지방 함량이 통계적 유의차는 없었지만 CLA 급여량이 많아짐에 따라 증가하여 이와 같은 결과를 얻었다고 판단된다.

육색의 변화

CLA첨가수준에 따라 급여한 계육의 육색 변화는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 L값, 적색도를 나타내는 a값, 황색도를 나타내는 b값 모두 CLA급여에 따른 차이는 없었다. Dugan 등(1999a)과 O'Quinn 등(2000)은 급여되는 사료 중량에 2% 첨가하여 급여하였을 때 육색에 영향을 미치지 않았다고 하여 본 실험과 유사한 경향이었다. 육색은 눈으로 감지하는 것으로 몇몇 요인에 의해 복합적으로 이루어지며 소비자들의 식육구매 조건이 되므로 계육 본래의 신선한 육색을 유지하는 것이 매우 중요한데(Adams and Huffman, 1972) 본 실험에서 CLA 급여함에 따라 육색의 변화를 확인할 수 없었다. 이러한 결과는 Corino 등(2007)의 실험과 같은 경향을 나타냈다. 따라서 CLA를 급여하여도 닭고기의 품질을 저하시키지 않았음을 알 수 있다.

요 약

본 연구는 CLA를 육계사료에 첨가하여 그 급여수준(0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0%)에 따라 CLA를 급여한 계육의 일반성분, 관능평가, pH, TBARS, 가열감량, 보수력, 전단력 및 육색의 변화를 검토하고자 육계 200수(Arbor Acre Broiler, male)를 공시하여 사양한 후 대퇴부위 근육을 이용하여 분석하였다. 계육의 일반성분 중에 조단백질 함량은 1.5%와 2.0% 급여구에서 유의적으로 높은 함량을 보였고($p < 0.05$), 수분, 조지방 및 조회분은 CLA 급여에 의한 영향은 없었다. 관능평가 결과 연도, 다즙성, 육향의 유의적인 차이는 관능검사요원에 의해 감지되지 못하였다. pH는 대조구보다 CLA 급여구에서 높게 나타났다($p < 0.05$). TBARS는 CLA 급여구에서 유의적으로 낮은 결과를 보였고, CLA급여량이 증가할수록 낮은 TBARS값을 나타내어($p < 0.05$), CLA는 계육의 저장성의 향상 가능성이 보였다. 보수성과 전단력 및 육색은 처리구간에 유의성이 없었다. 결론적으로 CLA를 급여함으로써 육질 변화 없이 2%까지 CLA 급여 가능성이 있는 것으로 판단되어 차후 CLA 급여에 의한 계육의 CLA 축적에 관한 추가 실험이 필요하다고 생각된다.

참고문헌

1. AOAC (1998) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA.
2. Adams, J. R. and Huffman, D. L. (1972) Effect of controlled gas atmospheres and temperature on quality of packed pork. *J. Food Sci.* **37**, 1869-1875.
3. Chin, S. F., Storkso, J. M., Albright, K. J., Cook, M. E., and Pariza. M. E. (1994) Conjugated linoleic acid is a growth factor for rate as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *J. Nutr.* **124**, 2344-2349.
4. 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.
5. Du, M., Ahn, U. K., and Nam, K. C. (2000) Volatile profile and lipid oxidation of irradiation raw chicken meat patties from laying hens fed with diets containing conjugated

- linoleic acid. *Meat Sci.* **56**, 387-395.
6. Du, M., Nam, K. C., Hur, S. J., Ismail, H. and Ahn, D. U. (2002) Effect of dietary conjugated linoleic acid, irradiation and packing conditions on the quality characteristics of raw broiler breast fillets. *Meat Sci.* **60**, 9-15.
 7. Dugan, M. E. R., Aalhue, J. L., Schaefer, A. L., and Kramer, J. K. G. (1999a) The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Can. J. Anim. Sci.* **77**, 723-730.
 8. Dugan, M. E. R., Aalhue, J. L., Jeremiah, I. E., Kramer, J. K. G., and Schaefer, A. L. (1999b) The effects of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.* **79**, 45-51.
 9. Duncan, D. B. (1955) Multiple range test. *Biometric.* **11**, 1-6.
 10. Dunshea, F. R., Ostrowska, E., Luxford, B., Smits, R. J., Campbell, R. G. Souza, D. N. G., and Mullan, B. P. (2002) Dietary conjugated linoleic acid can decrease backfat in pigs housed under commercial conditions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **15**, 1011-1017.
 11. Eggert, J. M., Carroll, A. L., Richert, B. T., Gerrard, D. E., Forrest, J. C., Bowker, B. C., Wynveen, E. J., Hammelman, J. E., and Schinckel, A. P. (1999) Effect of conjugated linoleic acid on the growth, carcass composition and pork quality of two genotypes of lean gilts. *J. Anim. Sci.* **77**, 178-185.
 12. Ha, Y. L., Grimm, N. K., and Pariza, M. W. (1987) Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis* **8**, 1881-1887.
 13. Ha, Y. L., Storkson, J., and Pariza, M. W. (1990) Inhibition of benzopyrene induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.* **50**, 1097-1101.
 14. 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 rat. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **244**, 678-682.
 15. Jones, S. D., Ma, W., Robinson, F. E., Field, C. J., and Clandinin, M. T. (2000) Isomer of conjugated linoleic acid (CLA) are incorporated into egg yolk lipids by CLA-fed laying hens. *J. Nutr.* **130**, 2002-2005.
 16. Joo, S. T., Lee, J. I., Ha, Y. L., and Park, G. B. (2002) Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation and water holding capacity of pork loin. *J. Anim. Sci.* **80**, 108-112.
 17. Kepler, C. R., Hirons, K. P., McNeil, J. J., and Tove, S. B. (1966) Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by butyrivibrio fibriosolvens. *J. Biol. Chem.* **241**, 1350-1354.
 18. Lee, K. N., Kritchevsky, D., and Pariza, M. W. (1994) Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* **108**, 19-25.
 19. Nicolosi, R. J., Rogers, E. J., Kritchevsky, D., Scimeca, J. A., and Huth, P. J. (1997) Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamster. *Artery* **22**, 266-277.
 20. O'Quinn, P. R., Smith, I. I., Nelssen, J. L., Tokach, M. D., Goodband, R. D., and Owen, K. Q. (2000) A comparison of modified tall oil and conjugated linoleic acid on growing-finishing pig growth performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* **78**, 2359-2368.
 21. Pariza, M. W. (2004) Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Amer. J. Clin. Nutr.* **79**, 1132-1136.
 22. SAS Institute Inc. (1996) SAS/STAT User's Guide: Version 6. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
 23. Suksombat, W., Boonnee, T., and Lounglawan, P. (2007) Effects of various levels of conjugated linoleic acid supplementation of fatty acid content and carcass composition of broiler. *Poult. Sci.* **86**, 318-324.
 24. Thiel-Cooper, R. I., Parrish, F. C., Spark, J. C., Wiegand B. R., and Muller, R. C. (2001) Conjugation linoleic acid changes swine performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.* **79**, 1821-1828.
 25. West, D. B., Delany, J. P., Camet, P., Blohm, F. M., Truett, A. A., and Scimeca, J. (1998) Effect of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. *Am. J. Physiol.* **R667-672**.
 26. Wiegand, B. R., Sporcks, J. C., Parrish, F. C. Jr., and Zimmerman, D. R. (2002) Duration of feeding conjugated linoleic acid influences growth performance, carcass traits and meat quality of finishing barrows. *J. Anim. Sci.* **80**, 637-643.
 27. Witte, V. C., Krause, G. F., and Baile, M. E. (1970) A New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 352-358.
 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. 4. 8 접수/2008. 7. 8 수정/2008. 7. 9 채택)