

Conjugated Linoleic Acid(CLA) 급여수준과 급여기간이 돈육의 조직감과 지방산 조성에 미치는 영향

이정일* · 하영주* · 박석준* · 이중동* · 김두환** · 강근호*** · 허선진*** · 박구부***

경상남도 첨단양돈연구소*, 진주산업대학교 동물생명산업지역협력연구센터**,

경상대학교 축산과학부***

Effect of Conjugated Linoleic Acid(CLA) Feeding Levels and Periods on Textural Property and Fatty Acid Composition of Pork

J. I. Lee*, Y. J. Ha*, S. C. Kwack*, J. D. Lee*, D. H. Kim**, G. H. Kang***,

S. J. Hur*** and G. B. Park***

Gyeongnam Province Advanced Swine Research Institute*,

Regional Animal Industry Research Center, Jinju National University**,

Division of Animal Science, College of Agriculture, Gyeongsang National University***

ABSTRACT

To investigate the effects of conjugated linoleic acid added diet feeding on CLA accumulation and quality characteristics of pork meat. The CLA used to add in diet was chemically synthesized by alkaline isomerization method with corn oil. Pigs were divided into 5 treatment groups(4 pigs/group) and subjected to one of five treatment diets(0, 1.25% CLA for 2 weeks, 2.5% CLA for 2 weeks, 1.25% CLA for 4 weeks and 2.5% CLA for 4 weeks, CLA diets; total fed diets) before slaughter. Pork loin were collected from the animals(110 kg body weight) slaughtering at the commercial slaughter house. Pork loin meat were aerobic packaged and then stored during 2, 5, 8, 11 and 14 days at 4°C. Samples were analyzed for shear force value, texture, TBARS, fatty acid composition, cholesterol and CLA content.

CLA treatment groups showed significantly($t < 0.05$) higher shear force value compared to those of control group at 11, 14 days of cold storage. All treatments were decreased significantly as the storage period passed. There was a not significantly difference in texture between control and CLA treatment groups. All CLA treatment groups showed significantly($t < 0.05$) lower TBARS value than the control. TBARS value was increased significantly during storage in all treatment. CLA treatment groups showed significantly($t < 0.05$) lower cholesterol content compared to those of control group. As dietary CLA was increased in feed, the content of CLA was increased, but the control was almost not detected. The contents of CLA were not significantly changed during chilled storage for 14 days. In the change of fatty acid composition, the contents of oleic, linoleic and arachidonic were decreased by dietary CLA-supplementation, whereas the increase level of CLA-supplementation resulted in the higher palmitic and stearic acid.

In all results, CLA could be accumulated in pork meat and its antioxidant capability has been indicated. It was suggested that dietary CLA-supplementation could be produced high quality pork.

(Key words : Conjugated Linoleic Acid, Pork, Physico-chemical property)

Corresponding author : Jeong-Il Lee, Advanced Swine Research Institute, Shinan-Meon, Sanchung-Gun, GyeongNam 666-962, Korea. Tel : 055-970-7481, Fax : 055-970-7479, E-mail : lee1079@empal.com

I 서 론

사람의 건강은 개인의 생활 환경 특히 식생활과 밀접한 관련이 있다고 한다. 왜냐하면 식품 성분이 사람의 생체기능을 조절하고 각종 질병에 대한 위험성을 줄일 뿐만 아니라 질병의 예방 효과도 큰 것으로 널리 인식되고 있기 때문이다. 예를 들어 현대인에게 많은 암, 심장병, 골다공증, 동맥경화증 등을 예방 내지는 감소시키는 데에도 식품성분의 역할이 큰 것으로 인식되고 있다. 기능성 식품은 이러한 배경과 더불어 현대생활에 있어서의 편중된 식품 섭취에 의한 영양의 결핍과 불균형을 보완하고, 외부환경의 오염에 의한 여러 자극들을 극복하기 위한 신체 조절기능 향상과 질병의 예방 등의 목적으로 최근에 등장하게 되었다.

최근에 기능성 생리활성 물질로 알려진 다기능성 지질신소재인 CLA(Conjugated Linoleic Acid)는 필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서, linoleic acid를 함유하는 중성지질을 hydrogenation할 때에 미량으로 생성된다고 보고하였다(Mossoba 등, 1991). 또한 CLA는 반추위를 갖는 동물의 위내 서식하는 혐기성 세균인 *Butyrivibrio fibrisolvens*에 의해 linoleic acid로부터 소량 생성되고(Hughes 등, 1982), 반추위를 갖는 동물에서 유래한 제품 즉, 쇠고기나 우유를 비롯한 유제품에는 CLA 함량이 전체지방산 함량의 0.5~ 5%로 풍부히 함유되어 있지만 반면에 단위동물로부터 생산된 육에는 CLA 함량이 전체 지방산 함량에 0.1~ 2%로 상대적으로 아주 미량 함유되어 있다(Fogerty 등, 1988; Chin 등, 1992).

최근에 CLA는 항암작용, 항동맥경화증, 면역조절을 통한 성장촉진, 체조직 적육촉진 촉진 그리고 당뇨예방 등의 효과가 있으며(Pariza, 1997; Houseknecht 등, 1998), 동물모델 연구들에서 중요한 물리적인 효과를 발휘하는 것으로 영양학적으로 입증 받아왔다. 특히 CLA는 쥐를 이용한 모델 실험에서 위암을 억제하는 효과(Ha 등, 1990)와 면역력

증강효과(Miller 등, 1994), 항콜레스테롤 효과(Lee 등, 1994, Nicolosi 등, 1997), 항산화 효과(Yuraweca 등, 1995) 등이 알려지고 있으며, 체지방 감소효과(park 등, 1997)와 쥐의 성장을 촉진시키는 효과(Chin 등, 1994) 등 그 어떠한 기능성 물질들 보다 뛰어난 효과를 나타내고 있다. 국내 소비자들의 경우 미국인 보다 전체 지방의 섭취량이 훨씬 적고, 또한 반추위에서 유래한 지방 섭취량이 훨씬 낮아 CLA의 섭취량이 하루 약 0.1 g 이하일 것으로 추정된다. 그러므로 이러한 다양한 기능을 가진 CLA가 축적된 육류의 섭취는 건강에 있어 많은 부분에 이익을 가져다 줄 것이다.

따라서 본 연구에서는 비육기간동안 CLA 급여수준과 급여기간을 달리하여 생산된 돈육의 연도, 조직감, 지방산화 억제, 콜레스테롤 감소효과, CLA 함량 및 지방산 조성 변화를 조사함으로써 CLA가 축적된 고품질·기능성 냉장돈육 생산 가능성에 대해서 알아보고자 수행하였다.

II 재료 및 방법

1. 공시동물, 급여사료 및 사양관리

함양군 소재 연암농장에서 사육중인 버크셔(berkshire) 20두를 각 처리구 마다 4두씩(돈방당) 배치하였으며, 돈사구조는 개방식 돈사이고 돈방 바닥재는 콘크리트 바닥으로 돈분은 인력수거 하였다. 사료급여 방법은 50 kg 사료가 들어갈 수 있는 원형사료 급여기를 사용하여 건식으로 자유 급식시켰으며, 급수방법은 돈방 벽에 부착되어 있는 니플을 이용하여 자유롭게 급수하였다. 사료변화에 대한 적응기간을 두기 위하여 CLA가 첨가된 사료의 순치 기간을 3일간 실시하였다. 본 시험에 사용된 사료의 배합표는 Table 1과 같으며, 첨가되는 CLA의 지방산 조성은 Table 2와 같다.

Table 1. Formula of experiment diet(% , as fed basis)

| Item | Experiment diet |
|-----------------------------|-----------------|
| Ingredients | |
| Yellow corn | 66.50 |
| Soybean meal | 24.90 |
| Molasses | 3.50 |
| Animal fat | 3.40 |
| Limestone | 0.87 |
| Tricalcium phosphate | 0.43 |
| Salt | 0.20 |
| Vitamin* | 0.10 |
| Mineral** | 0.10 |
| Total | 100.00 |
| Chemical Composition | |
| Crude protein (%) | 16.50 |
| Lysine (%) | 0.95 |
| Calcium (%) | 0.60 |
| Phosphorus (%) | 0.40 |

* Vitamin : vit A, 4,000 IU ; vit D₃, 800 IU ; vit E, 15 IU ; vit K₃, 2 mg ; thiamin, 8 mg ; riboflavin, 2 mg ; vit B₁₂, 16 mg, pantothenicacid, 11 mg ; niacin, 20 mg ; biotin, 0.02 mg

** Mineral : Cu, 130 mg ; Fe, 175 mg ; Zn, 100 mg ; Mn, 90 mg ; I, 0.3 mg ; Co, 0.5 mg ; Se, 0.2 mg

2. 시험설계

CLA를 급여수준과 급여기간을 달리하여 5 처리구로 설정하였으며, 대조구는 출하시(체중 : 110 kg)까지 시중에 판매되고 있는 배합 사료를 급여하였으며, CLA 1.25% 첨가구인 처리구 1은 급여되는 사료 함량에 CLA를 1.25% 첨가하여 도축전 2주간 급여하였으며, CLA 2.5% 첨가구인 처리구 2는 사료 함량에 CLA를 2.5% 첨가하여 2주간 급여하였다. 처

리구 3과 4는 각각 처리구 1과 2와 같이 CLA를 첨가하여 도축전 4주간 급여하였다. 급여기간이 끝난 후 일괄적으로 도축하여 돈육의 등심부위(5번 늑골~ 7번 요추사이)를 발골·1형하여 처리구당 1.5 kg씩 개체 3반복하여 총 75개를 지퍼백으로 합기포장하여 냉장온도(4℃ 이하)에서 2, 5, 8, 11 및 14일간 저장하면서 연도, 조직감, CLA 함량, 콜레스테롤, 지방산 변화 및 지방산화 등을 조사하여 CLA가 축적된 돈육의 저장기간에 따른 품질 특성을 규명하고자 실시하였다.

3. CLA의 합성

CLA 합성은 하 등(1987)의 방법을 다소 수정하여 3 l의 가열용기에 ethylene glycol을 1.5 l 넣은 후 180℃ 까지 가열한 후 10분간 방치시켰다. 가열이 끝난 후 165℃ 까지 식힌 다음 주의하여 500 g KOH를 첨가하고 180℃ 까지 가열을 실시한 후 180℃ 10분간 유지시켰다. CLA 합성의 주원료인 corn oil을 1 l 넣고 매 30분마다 교반하면서 2시간 동안 이성화 작업을 실시한 후 중화작업을 위하여 6N-HCl를 1 l 첨가한 후 강하게 교반하였다. 순수한 CLA 분리 작업은 methanol과 HCl를 이용하여 2회 반복하여 분리하였다. 최종 회수한 CLA는 순도가 56%인 CLA 이성체를 합성하였다.

4. 조사항목 및 분석방법

(1) 전단가(Shear force value)

전단가는 냉장보관중인 시료를 실온에서 30분간 방치한 후 지름 1.5 cm의 core를 이용하여 근섬유 방향의 원통형 절편으로 시료를 채취한

Table 2. Fatty acid composition and CLA content of dietary conjugated linoleic acid oil

| Item | Fatty acid composition | | | | | | |
|---------|------------------------|------|-------|------|--------------|---------------|---------|
| | 16:0 | 18:0 | 18:1 | 18:2 | c-9,t-11 CLA | t-10,c-12 CLA | t,t CLA |
| CLA oil | 12.49 | 4.50 | 26.00 | 0.88 | 24.06 | 25.62 | 6.44 |

후, Instron Universal Testing Machine(Model 4443)에 Warner-Bratzler shear device를 장착하여 시료의 근섬유 방향과 직각으로 절단하여 수행하였다. Instron의 조건은 transducer 50 kg, crosshead speed 100 mm/min, load range 20 kg으로 실시하였다. 최대 peak를 전단력(kg/cm²)으로 나타내었다.

(2) 조직감 측정(Texture analysis)

Test type은 Mastication test에서 하였고, computer와 Rheo meter 조건은 다음 Table 3과 같으며, 경도(Hardness)와 부착성(Adhesiveness)을 조사하였다.

Table 3. Conditions of computer and Rheo meter for texture analysis

| Item | |
|-----------------------|-------------------|
| Computer conditions | |
| Table speed | 120 mm/m |
| Sample speed | 60 ms |
| Load cell | 10 kg |
| Adapter area | ∅ 5 mm |
| Sample area | ∅ 10 mm |
| Sample move | 15 mm |
| Sample length | 10 mm |
| Force unit | g/cm ² |
| X axis unit | Time (sec) |
| Rheo meter conditions | |
| Mode | 21 |
| R/H | Real |
| R/T | Press |
| Rep. | 2 |
| Max. | 10 kg |
| 15.0 | mm |
| 120 | mm/m |
| 1 | sec |

(3) 지방산화(Thiobarbituric acid reactive substances)

Beuge와 Aust(1978) 등의 방법을 이용하여 신

선육의 산화정도는 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 µl와 증류수 15 ml를 가해 polytron homogenizer(IKA labortechnik T25-B, Malaysia)로 14,000 rpm에서 30초간 균질화시킨 후 균질액 1 ml를 시험관에 넣고 여기에 2 ml thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90℃ 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 sample의 상층을 회수하여 spectrophotometer(Model Genesys 5, Spectronic, U.S.A.) 531 nm에서 흡광도를 측정했다.

$$TBARS = \text{흡광도 수치} \times 5.88$$

(4) 콜레스테롤(Cholesterol)

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2:1) 180 ml와 BHA 500 µl를 넣고 균질기(2,500 rpm)로 1분간 균질화시킨 다음 0.08% NaCl 50 ml을 첨가하여 30초간 흔들어 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 상층은 aspiration을 통하여 제거하고 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하여 filtering 하였다. 추출물은 rotaevaporator에서 농축시키고 N₂하에서 남은 용매를 제거하였다.

검화는 Folch 방법으로 추출한 지질 100 mg에 internal standard 1 ml(5-α-cholestan 0.5 mg/ ml hexane)과 가수분해 시약 3 ml(KOH 33% : ethanol = 6:94)을 넣고 50℃ 서 1시간동안 검화시킨 후 상온에서 냉각시켰다. Hexane 2 ml과 증류수 2 ml을 넣고 GLC 분석을 위하여 상층에서 1 ml을 회수하여 GLC로 분석전까지 냉동고에서 보관하였다.

Gas Chromatographic analysis

Cholesterol 함량을 구하기 위하여 회수한 sample 0.5 µl를 split injection port에 injection 하였고 이때의 GLC 조건은 Table 4과 같다.

Table 4. GLC conditions for analysis of cholesterol content

| Item | Conditions |
|----------------------|--|
| Instrument | Shimadzu 17A Gas chromatography |
| Column | SAC TM -5 fused silica capillary column 30m×0.25mm×0.25µm film thickness |
| Detector | Flame Ionization Detector(FID) |
| Initial temperature | 280°C |
| Final temperature | 300°C |
| Injector temperature | 300°C |
| Detector temperature | 300°C |
| Carrier gas | He |
| Split ratio | 100 : 1 |

(5) 지방산 조성 및 CLA 함량(Fatty acid composition and CLA content)

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl₃:CH₃OH = 2:1) 180 ml와 BHA 500µl를 넣고 균질기(2,500 rpm)로 1분간 균질화시킨 다음 0.08% NaCl 50 ml을 첨가하여 30초간 흔들어 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 상층은 aspiration을 통하여 제거하고 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하여 filtering 하였다. 추출물은 rotaevaporator에서 농축시키고 N₂하에서 남은 용매를 제거하였다.

메틸레이션은 Folch 방법으로 추출한 지질 80 mg과 0.4 mg의 tricosanoic acid methyl esters (0.4 mg/ml hexane, internal standard)를 screw-capped test tube에 넣고 질소충전 하에서 용매를 제거한 후 0.5N NaOH(in methanol) 1 ml을 넣고 90°C에서 7분 동안 가수분해시킨 다음 실온(22°C)에서 5분 동안 냉각시켰다.

유리 지방산은 14% boron trifluoride(in methanol) 1 ml을 첨가하여 90°C에서 10분간 methylation 시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰다. Hexane 2 ml과 증류수 2 ml을 넣고 GLC 분석을 위하여 상층에서 1 ml을 회수하여 GLC로 분석전까지 냉동고에서 보관하였다.

Gas Chromatographic analysis

Conjugated linoleic acid methyl esters와 total fatty acid의 함량을 구하기 위해 회수한 sample 0.5µl를 split injection port에 injection 하였고 이때의 GLC 조건은 Table 5와 같다.

Table 5. GLC conditions for analysis of CLA and total fatty acids compositions

| Item | Conditions |
|----------------------|--|
| Instrument | Hewlett Packard 6890 Gas chromatography |
| Column | Supelcowax 10 fused silica capillary column 60m×0.32 i.d |
| Temperature program | 5°C in |
| Detector | Flame Ionization Detector(FID) |
| Initial temperature | 50°C |
| Initial time | 1min |
| Final temperature | 200°C |
| Final time | 40min |
| Injector temperature | 270°C |
| Detector temperature | 270°C |
| Carrier gas | He |
| Split ratio | 90 : 1 |

5. 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC(SAS, 1999)을 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

III 결과 및 고찰

1. CLA 급여수준과 급여기간이 돈육의 전단가에 미치는 영향

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 전단가의 변화를 비교한 결과는 Table 6과 같다.

CLA 급여수준과 급여기간이 전단가에 미치는 영향을 조사한 결과 처리구간의 비교에서 저장 8일까지는 처리구간에 유의적인 차이가 없었지만 저장 11일과 14일에는 대조구가 CLA 급여 처리구에 비하여 유의적으로 낮은 전단가를 보였다($P < 0.05$). 그러나 이와 같은 결과는 CLA 급여로 인하여 근육 조직에는 영향을 미치지 않으므로 core를 사용하여 sampling 하는데서 오는 오차라고 사료된다. 급여되는 사료에 CLA 보충은 초기 그리고 전체적인 연도에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다(Dugan 등, 1999). 모든 처리구들이 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 낮아지는 결과를 보였는데($P < 0.05$), Koohmaraie 등(1995)

은 연도에 영향을 미치는 것은 강직온도와 효소작용의 정도에 따라 변이가 심하다고 하였다. 대부분의 연구자들은 돈육을 몇일간 숙성시킨 후 전단가의 변화에 있어서 미미한 변화가 일어난다고 하였으며(Eikelenboom 등, 1992; Feldhusen과 Kuhne, 1992), 다른 연구자들은 돈육의 연도에 대해 숙성의 효과는 경제적인 이익을 가져준다고 하였다(Kim 등, 1996; Taylor 등 1995; Tornberg 등, 1994).

2. CLA 급여수준과 급여기간이 돈육 등심의 조직감에 미치는 영향

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 조직감의 변화를 비교한 결과는 Table 7과 같다.

물질을 변형시킬 때 필요한 힘을 나타내는 hardness(경도)는 전 저장기간 동안 처리구간의 비교에서 대조구와 CLA 급여 처리구간에는 유의적인 차이가 없었으며, 저장기간의 경과에 따른 변화는 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 물체의 표

Table 6. Changes in shear force value(kg) on feeding periods and levels of dietary CLA within pork loin stored at 4℃

| Treatment ¹⁾ | Storage(days) | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Control | 4.44 ± 0.62 ^a | 3.63 ± 0.91 ^{Ab} | 3.31 ± 0.45 ^{ABb} | 2.54 ± 0.42 ^{Cc} | 2.35 ± 0.65 ^{Bc} |
| Treat 1 | 4.14 ± 0.32 ^a | 2.91 ± 0.51 ^{Bc} | 3.55 ± 0.35 ^{Ab} | 2.69 ± 0.32 ^{BCc} | 2.69 ± 0.23 ^{Ac} |
| Treat 2 | 4.07 ± 0.90 ^a | 3.45 ± 0.57 ^{Ab} | 3.27 ± 0.43 ^{ABb} | 2.87 ± 0.22 ^{ABc} | 2.53 ± 0.29 ^{ABc} |
| Treat 3 | 4.36 ± 0.48 ^a | 3.39 ± 0.35 ^{Ab} | 3.03 ± 0.36 ^{Bc} | 2.88 ± 0.25 ^{ABcd} | 2.68 ± 0.30 ^{Ad} |
| Treat 4 | 4.27 ± 0.51 ^a | 3.47 ± 0.45 ^{Ab} | 3.41 ± 0.39 ^{Ab} | 3.03 ± 0.22 ^{Ac} | 2.57 ± 0.45 ^{ABd} |

¹⁾ Control : The pig fed on commercial feed(100%).

Treat 1 : The pig fed on commercial feed(100%) with CLA(1.25%) for 2weeks.

Treat 2 : The pig fed on commercial feed(100%) with CLA(2.5%) for 2weeks.

Treat 3 : The pig fed on commercial feed(100%) with CLA(1.25%) for 4weeks.

Treat 4 : The pig fed on commercial feed(100%) with CLA(2.5%) for 4weeks.

^{ABC} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $P < 0.05$.

^{abcd} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $P < 0.05$.

Table 7. Changes in texture property on feeding periods and levels of dietary CLA within pork loin stored at 4°C

| Treatment ¹⁾ | Storage(days) | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | |
| Control | 593.57 ± 80.74 ^a | 610.95 ± 166.76 ^a | 696.02 ± 43.86 ^{Aa} | 561.43 ± 116.04 ^a | 222.57 ± 57.27 ^b | |
| Hard-ness (g/cm ²) | Treat 1 | 650.33 ± 100.11 ^a | 523.58 ± 138.72 ^a | 595.25 ± 128.74 ^{ABa} | 512.64 ± 85.18 ^a | 265.51 ± 68.82 ^b |
| | Treat 2 | 613.32 ± 106.79 ^a | 676.10 ± 72.08 ^a | 621.08 ± 231.83 ^{ABa} | 548.58 ± 180.19 ^a | 194.45 ± 73.75 ^b |
| | Treat 3 | 634.27 ± 76.72 ^a | 629.70 ± 113.41 ^a | 440.40 ± 74.16 ^{Bb} | 472.91 ± 145.82 ^b | 240.41 ± 70.00 ^c |
| | Treat 4 | 581.10 ± 70.39 ^{ab} | 622.80 ± 154.95 ^a | 426.05 ± 99.39 ^{Bb} | 526.31 ± 104.43 ^{ab} | 244.55 ± 62.32 ^c |
| Control | 178.00 ± 18.29 ^{Aa} | 146.00 ± 45.28 ^{ab} | 111.75 ± 20.47 ^{Abc} | 83.00 ± 10.00 ^{Bc} | 103.75 ± 10.24 ^{BCc} | |
| Adhesiveness (g/cm ²) | Treat 1 | 132.75 ± 39.16 ^{ABb} | 152.25 ± 32.45 ^{ab} | 135.50 ± 31.42 ^{Ab} | 135.00 ± 51.76 ^{ABa} | 143.75 ± 20.74 ^{Ab} |
| | Treat 2 | 105.25 ± 33.51 ^B | 136.25 ± 34.49 | 103.50 ± 26.85 ^{AB} | 164.50 ± 32.70 ^A | 132.75 ± 30.09 ^{AB} |
| | Treat 3 | 136.75 ± 31.25 ^{AB} | 116.25 ± 20.58 | 122.75 ± 12.61 ^A | 125.25 ± 43.08 ^{AB} | 123.50 ± 9.68 ^{AB} |
| | Treat 4 | 109.75 ± 15.97 ^{Bab} | 111.25 ± 15.52 ^{ab} | 71.25 ± 21.76 ^{Bc} | 136.25 ± 37.11 ^{ABa} | 76.50 ± 15.00 ^{Cbc} |

¹⁾ Treatments are the same as in Table 6.

^{ABC} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $P < 0.05$.

^{abc} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $P < 0.05$.

면과 표면에 부착되어 있는 것을 분리시키는 데 필요한 힘을 나타내는 adhesiveness(점착성)의 경우 대조구와 CLA 급여 처리구간에 뚜렷하게 차이나는 경향이 없고 저장기간이 경과함에 따라 뚜렷한 변화가 없었다. 이상의 결과 CLA 급여기간과 급여수준이 돈육의 조직감에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

3. CLA 급여수준과 급여기간에 따른 돈육 등심의 지방산화(TBARS) 변화

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 TBARS의 변화를 비교한 결과는 Table 8과 같다.

CLA 급여수준과 급여기간을 달리하여 생산된 돈육 등심의 지방산화 정도를 비교한 결과 저장 초기인 2일을 제외한 저장기간동안 처리구간의 비교에서 CLA를 급여하지 않은 대조

구에 비하여 CLA를 급여한 처리구가 유의적으로 낮은 지방산화를 보였다($P < 0.05$). 저장기간에 따른 비교에서는 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). 지방의 산화는 1차 산화생성물질인 hydroperoxide가 최종 분해산물인 케톤, 알코올, 카아보닐 화합물 및 알데하이드 등을 생성하기 때문인데, 특히 알데하이드는 이취를 생성하는 물질로 알려져 있다. CLA의 항산화 기작에 대한 정확한 원인이 구명되지는 않았지만, *in vitro*에서 CLA가 산화되면서 항산화성이 있는 구조 β -hydroxy acrolein로 변형되는 것으로 나타나고 있으며(Ha 등, 1990), 또 Yurawecz 등(1995)은 CLA가 산화되는 동안 furan 형으로 되어 system 내에 존재하는 기질이 O₂에 경쟁을 하기 때문인 것으로 보고하였다. Dormandy와 Wickens 등(1987)은 CLA가 유리 라디칼에 의한 산화를 억제하는 항산화력이 뛰어난 것을 증명하여, 본 연구와 유사한 경향

Table 8. Changes in TBARS(mg MDA/kg) on feeding periods and levels of dietary CLA within pork loin stored at 4°C

| Treatment ¹⁾ | Storage(days) | | | | |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Control | 0.10 ± 0.02 ^d | 0.22 ± 0.03 ^{Ac} | 0.30 ± 0.04 ^{Ab} | 0.24 ± 0.04 ^c | 0.39 ± 0.02 ^{Aa} |
| Treat 1 | 0.09 ± 0.04 ^b | 0.16 ± 0.03 ^{Bab} | 0.23 ± 0.08 ^{ABa} | 0.25 ± 0.08 ^a | 0.26 ± 0.03 ^{Ca} |
| Treat 2 | 0.14 ± 0.03 ^c | 0.15 ± 0.05 ^{Bbc} | 0.23 ± 0.11 ^{ABb} | 0.21 ± 0.03 ^b | 0.30 ± 0.03 ^{BCa} |
| Treat 3 | 0.14 ± 0.03 ^c | 0.15 ± 0.12 ^{Bbc} | 0.20 ± 0.06 ^{ABb} | 0.20 ± 0.01 ^b | 0.32 ± 0.03 ^{Ba} |
| Treat 4 | 0.14 ± 0.12 ^d | 0.16 ± 0.01 ^{Bcd} | 0.19 ± 0.04 ^{Bbc} | 0.21 ± 0.34 ^b | 0.30 ± 0.01 ^{BCa} |

¹⁾ Treatments are the same as in Table 6.

^{ABC} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $p < 0.05$.

^{abcd} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $p < 0.05$.

을 나타내었다. 또 다른 연구에서 CLA는 다른 항산화제와의 비교에서 α-tocopherol보다 항산화능력이 뛰어났고(Haumann, 1996), 합성항산화제인 BHT (Butylated Hydroxytoluene)와 비슷한 항산화 효과가 나타났다고 보고하여(Ha 등, 1990), CLA의 항산화 효과를 입증하였다. Du 등(2000)이 CLA를 급여한 계육 patty의 TBARS 값이 대조구에 비해 유의적으로 낮았다는 보고와 일치하였다. CLA의 산화 안정성에 대한 연구에서 Chen 등(1997)은 *in vitro* 상태에서 free-CLA, CLA-methylation 그리고 CLA-TG의 산화 안정성 비교에서 일정시간 가열 산화를 유발한 결과, free-CLA와 CLA-methylation은 불안정하여 쉽게 산화되지만 CLA-TG는 산화 안정성이 높다고 보고하였다. 그러나 CLA가 육에 있어 항산화력을 가지는 정확한 기작에 대해서는 더욱더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

4. CLA 급여수준과 급여기간에 따른 돈육 등심의 콜레스테롤 변화

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 2일과 14일에 콜레스테롤 함량을 비교한 결과는 Table 9과 같다.

등심부위의 콜레스테롤 함량을 보면 저장 2

일에 대조구와 비교해서 CLA 급여 처리구인 T4 처리구가 유의적으로 낮은 콜레스테롤 함량을 나타내었으며($p < 0.05$), T4 처리구가 가장 낮은 콜레스테롤 함량을 나타내어($p < 0.05$) CLA 급여로 인한 콜레스테롤 감소효과가 인정되었다. 저장기간에 따른 콜레스테롤 함량을 보면 저장기간이 경과함에 따라 콜레스테롤이 감소하는 경향을 나타내었다.

콜레스테롤 함량이 저장기간에 따라 미량이나마 감소하는 것은 콜레스테롤이 콜레스테롤 산화물질로 전환되었기 때문인 것으로 사료된다.

Table 9. Changes in cholesterol on feeding periods and levels of dietary CLA within pork loin stored at 4°C (mg/g meat)

| Treatment ¹⁾ | Storage(days) | |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | 2 | 14 |
| Control | 1.107 ± 0.06 ^{Ba} | 0.904 ± 0.09 ^{ABb} |
| Treat 1 | 1.238 ± 0.08 ^{Aa} | 0.838 ± 0.05 ^{ABb} |
| Treat 2 | 1.002 ± 0.02 ^{BC} | 0.974 ± 0.10 ^A |
| Treat 3 | 0.948 ± 0.07 ^C | 0.812 ± 0.08 ^B |
| Treat 4 | 0.899 ± 0.08 ^C | 0.873 ± 0.07 ^{AB} |

¹⁾ Treatments are the same as in Table 6.

^{ABC} Means with different superscript in the same column are significantly differ at $p < 0.05$.

^{abc} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $p < 0.05$.

다. 포화지방산이 콜레스테롤 함량을 높이고 불포화지방산이 콜레스테롤 함량을 낮추는 효과는 이미 잘 알려진 사실이며, CLA와 같은 불포화지방산을 돼지에게 급여시 육내 콜레스테롤 함량을 낮출 수 있을 것으로 사료된다. Ha 등(1994)은 소규모의 사육실험에서 CLA를 산란용 닭의 사료에 혼합하여 사육하면서 계란중의 CLA 함량과 콜레스테롤 함량을 조사한 결과, CLA의 함량은 증가하였지만 콜레스테롤의 함량은 10~ 5%정도 감소하였다고 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

CLA 급여가 혈액내 콜레스테롤 함량에 미치는 연구에서 Lee 등(1994)은 토끼에게 0.5 g CLA를 12주간 급여시 대조구에 비교하여 혈청 총 LDL 콜레스테롤과 중성지질을 현저히 낮춘다는 것을 처음으로 보고하였으며, 토끼에서 LDL 콜레스테롤에 대한 HDL 콜레스테롤의 비율과 총 콜레스테롤에 대한 HDL 콜레스테롤의 비율은 CLA 급여에 의해 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 또한 Nicolosi 등(1993)은

CLA 급여는 햄스터에서 LDL 콜레스테롤 농도를 감소시키고 동맥경화증의 발생을 억제시킨다고 보고하였다. 1.1%의 CLA를 급여한 햄스터 실험에서 Nicolosi 등(1997)은 CLA가 함유된 식이 급여시 혈장 총 콜레스테롤과, LDL 콜레스테롤 그리고 중성지질 함량을 유의적으로 감소시켰으나 HDL 함량에는 영향을 미치지 못하였다고 보고하였다. 또한 CLA를 급여한 후 동맥을 형태학적으로 분석했을 때 대조구에 비교하여 초기 동맥경화증을 유의적으로 감소시켰다고 보고하였다. Kritchevsky 등(2000)은 0.1% 이하의 CLA를 급여했을 경우 토끼의 동맥경화증을 억제하였다고 보고하였고, 1%의 CLA를 급여했을 경우 동맥경화증을 30% 정도 감소시키는 것을 확인하였다. Stangl(2000)은 식이내 3%와 5% 수준으로 CLA를 혼합하였을 때 CLA를 급여하지 않은 처리구와 비교하여 LDL과 HDL에서 콜레스테롤의 수준을 현저히 감소시켰다고 보고하였다. de-Deckere 등(1999) 역시 CLA 급여는 LDL과 HDL의 수준을 감소시키는

Table 10. Changes in fatty acid and CLA content(2 days) on feeding periods and levels of dietary CLA within pork loin stored at 4°C

| Fatty acid | Treatment ¹⁾ | | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Control | Treat 1 | Treat 2 | Treat 3 | Treat 4 |
| C14:0 | 1.47 ± 0.17 ^B | 1.65 ± 0.17 ^{AB} | 1.79 ± 0.12 ^A | 1.89 ± 0.15 ^A | 1.93 ± 0.20 ^A |
| C16:0 | 24.16 ± 0.21 ^D | 25.16 ± 0.76 ^C | 26.52 ± 0.14 ^B | 26.63 ± 0.21 ^B | 27.58 ± 0.56 ^A |
| C16:1 | 3.55 ± 0.46 | 3.35 ± 0.11 | 3.28 ± 0.47 | 3.37 ± 0.36 | 3.09 ± 0.16 |
| C18:0 | 13.78 ± 0.93 ^B | 14.65 ± 0.18 ^B | 15.86 ± 0.46 ^A | 16.29 ± 0.26 ^A | 16.12 ± 0.62 ^A |
| C18:1 | 41.74 ± 1.74 ^A | 41.03 ± 0.95 ^A | 38.36 ± 0.65 ^B | 37.76 ± 0.88 ^B | 37.35 ± 1.22 ^B |
| C18:2 | 9.84 ± 0.53 ^A | 8.71 ± 0.67 ^B | 8.56 ± 0.19 ^B | 8.38 ± 0.20 ^B | 7.87 ± 0.39 ^B |
| C18:3 | 2.43 ± 0.27 ^{AB} | 2.57 ± 0.20 ^A | 2.10 ± 0.18 ^B | 2.64 ± 0.08 ^A | 2.51 ± 0.23 ^A |
| CLA | 0.00 ± 0.00 ^D | 0.72 ± 0.20 ^C | 1.85 ± 0.06 ^B | 1.75 ± 0.20 ^B | 2.32 ± 0.07 ^A |
| C20:4 | 3.03 ± 0.85 ^A | 2.16 ± 0.15 ^B | 1.67 ± 0.06 ^{BC} | 1.28 ± 0.17 ^C | 1.14 ± 0.18 ^C |
| ΣSFA ²⁾ | 39.41 ± 1.02 ^D | 41.45 ± 1.01 ^C | 44.17 ± 0.50 ^B | 44.81 ± 0.37 ^{AB} | 45.72 ± 0.54 ^A |
| ΣUFA ³⁾ | 60.59 ± 1.02 ^A | 58.55 ± 1.01 ^B | 55.83 ± 0.50 ^C | 55.19 ± 0.37 ^{CD} | 54.28 ± 0.54 ^D |

¹⁾ Treatments are the same as in Table 6.

²⁾ SFA : Saturated Fatty Acid.

³⁾ UFA : Unsaturated Fatty Acid.

^{ABCD} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $P < 0.05$.

것을 관찰하였다. 향후에는 CLA 효과를 극대화할 수 있는 방법에 대한 세심한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

5. CLA 급여 돈육의 저장기간에 따른 지방산 변화

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 2일과 14일에 지방산 함량과 CLA 함량변화를 비교한 결과는 Table 10, 11과 같다.

CLA는 사료내 더 많은 에너지가 체지방 합성이 아닌 단백질 합성쪽으로 이용될 수 있도록 조절하고, 그 결과로서 피하지방의 감소 및 등지방을 감소시킬 수 있는 것으로 알려졌다(Pettigrew와 Esnaola, 2001). 또한 지방조직의 조성 또한 CLA에 의해서 영향을 받을 수 있는데, 사료에 CLA의 첨가는 체지방의 포화지방산 함량을 증가시켜 등지방 및 배 지방의 경도를 증가시키는 것으로 알려졌다(Theil 등,

1998; Fulghum 등, 1999).

CLA 급여수준과 급여기간이 지방산 조성에 미치는 결과는 다음과 같다. 전 저장기간동안 CLA 급여수준과 급여기간이 증가할수록 myristic, palmitic 및 stearic acid 함량은 유의적으로 증가하며($P < 0.05$), 반면에 oleic, linoleic 및 arachidonic acid 함량은 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 이 같은 결과는 CLA가 조직내 arachidonic acid의 함량을 낮춘다고 보고한 Cook 등(1993)과 Miller 등(1994)의 결과와 유사한 경향을 보였다. 이 등(1999)도 CLA를 브로일러 급여한 결과 포화지방산 종류들의 함량은 증가하고, 반면에 다중불포화지방산은 감소하는 결과를 보였다. Eggert 등(2001)도 급여되는 사료에 CLA를 1% 첨가하여 급여하였을 때 포화지방산 함량은 증가하고 반면에 불포화지방산 함량은 감소한다고 보고하였다.

본 연구에서 나타난 지방산 조성의 변화를 살펴보면, 포화지방산인 palmitic acid의 함량은 증가하고 반면 불포화지방산인 oleic acid는 감

Table 11. Changes in fatty acid and CLA content(14 days) on feeding periods and levels of dietary CLA within pork loin stored at 4℃

| Fatty acid | Treatment ¹⁾ | | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Control | Treat 1 | Treat 2 | Treat 3 | Treat 4 |
| C14:0 | 1.49 ± 0.30 ^B | 1.53 ± 0.14 ^B | 1.65 ± 0.08 ^B | 1.81 ± 0.15 ^{AB} | 1.92 ± 0.24 ^A |
| C16:0 | 24.15 ± 0.17 ^D | 25.86 ± 0.63 ^C | 26.49 ± 0.39 ^{BC} | 27.08 ± 0.78 ^{AB} | 27.53 ± 0.30 ^A |
| C16:1 | 3.43 ± 0.20 ^{AB} | 3.57 ± 0.44 ^A | 3.08 ± 0.57 ^{AB} | 3.12 ± 0.14 ^{AB} | 2.86 ± 0.15 ^B |
| C18:0 | 14.11 ± 0.58 ^D | 15.00 ± 0.08 ^C | 16.00 ± 0.51 ^B | 16.59 ± 0.21 ^{AB} | 17.07 ± 0.46 ^A |
| C18:1 | 41.57 ± 0.63 ^A | 39.87 ± 0.79 ^B | 38.16 ± 0.27 ^C | 37.24 ± 0.41 ^D | 36.92 ± 0.06 ^D |
| C18:2 | 10.17 ± 1.12 ^A | 9.09 ± 0.39 ^B | 8.63 ± 0.22 ^{BC} | 8.45 ± 0.30 ^{BC} | 7.94 ± 0.16 ^C |
| C18:3 | 2.43 ± 0.07 | 2.31 ± 0.19 | 2.30 ± 0.30 | 2.39 ± 0.31 | 2.34 ± 0.35 |
| CLA | 0.00 ± 0.00 ^D | 0.66 ± 0.15 ^C | 1.94 ± 0.08 ^B | 1.97 ± 0.10 ^B | 2.34 ± 0.10 ^A |
| C20:4 | 2.65 ± 0.45 ^A | 2.10 ± 0.15 ^B | 1.75 ± 0.13 ^{BC} | 1.34 ± 0.32 ^{CD} | 1.08 ± 0.05 ^D |
| ΣSFA ²⁾ | 39.75 ± 0.88 ^D | 42.39 ± 0.57 ^C | 44.14 ± 0.32 ^B | 45.48 ± 0.99 ^{AB} | 46.53 ± 0.74 ^A |
| ΣUFA ³⁾ | 60.25 ± 0.88 ^A | 57.61 ± 0.57 ^B | 55.86 ± 0.32 ^C | 54.52 ± 0.99 ^{CD} | 53.47 ± 0.74 ^D |

¹⁾ Treatments are the same as in Table 6.

²⁾ SFA : Saturated Fatty Acid.

³⁾ UFA : Unsaturated Fatty Acid.

^{ABCD} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $P < 0.05$.

소한 특징을 나타내었는데, 이는 CLA가 지방산 합성과정에서 포화지방산을 불포화지방산으로 만드는 Δ^9 desaturase의 활성을 저해한 결과라고 사료된다(Lee, 1996).

CLA 함량을 보면 CLA를 급여하지 않은 대조구는 CLA가 검출되지 않았지만 CLA 급여 처리구에서는 CLA 급여수준과 급여기간이 증가할수록 육내 축적율이 직선적으로 증가하였다. 단위동물의 경우에는 반추동물과 달리 소장내에 지방분해 미생물이 거의 존재하지 않기 때문에 사료의 지방산 조성이 그대로 생체 조직에 반영되는 경향을 보이는데(박, 1997), 본 연구에서 CLA 축적율이 급여량에 따라 증가한 것은 이러한 이유인 것으로 사료된다. 일반적으로 반추동물 유래 식품이 단위동물 유래 식품보다 월등히 많은 CLA 함량을 함유하고 있다(Chin 등, 1992). 예를 들어, 양고기, 쇠고기, 우유 및 유제품 등에는 평균 약 0.5~1%의 CLA가 함유되어 있지만 돼지고기, 물고기, 계란 등에는 반추동물 유래식품에서 발견되는 CLA 함량의 약 10% 정도만이 존재한다(Chin 등, 1992; Fogerty 등, 1988)고 보고하였다. Karmer 등(1998)은 CLA를 급여하였을 때 체조직 전체 지질내에 3.0~7% 정도 CLA를 축적시키는 것이 가능하다고 보고하였다.

저장기간에 따른 CLA 함량 비교에서는 저장기간이 경과하여도 CLA 함량이 거의 유사한 경향을 나타내었다. 이 등(2001)은 CLA가 축적된 돈육 등심과 삼겹부위를 합기포장하여 저장하여도 저장 초기와 비교하여 CLA 함량에는 변화가 없다고 보고하였다. 이와 같은 결과에 대해 Chin 등(1992)이 CLA가 축적된 육을 이용하여 가공 육제품을 만들어 저장한 결과 총 CLA 함량에는 변화가 없었다고 보고한 것과 같은 경향이였다. Shantha 등(1994)도 4℃에서 7일간 저장된 가열분쇄우육에서 저장기간이 증가함에 따른 CLA 농도는 변하지 않는다는 보고와 유사한 결과를 보여주고 있다. Shantha 등(1994)은 CLA는 화학적으로 안정한 성분으로 식품 내 CLA 농도는 원료 내 존재량에 의해 좌우된다고 하였다.

포화지방산과 불포화지방산 함량의 비는 전 저장기간동안 대조구와 비교하여 CLA를 급여 처리구가 유의적으로 낮은 불포화지방산 함량을 보였다($P < 0.05$). CLA 급여 처리구 간에는 CLA 급여수준과 급여기간이 증가할수록 불포화지방산 함량이 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 이와 같은 결과는 CLA가 지방산 합성과정에서 포화지방산을 불포화지방산으로 합성하는 Δ^9 desaturase의 활성을 저해한 결과라고 사료되며(Lee, 1996), 특히 CLA 급여로 인하여 oleic acid 함량이 감소하였기 때문인 것으로 사료된다.

IV 요 약

Conjugated linoleic acid(CLA)를 비육돈에 급여하여 비육돈 체조직내에 CLA를 축적시키고, CLA가 축적된 돈육의 품질특성에 대한 연구를 수행하였다. CLA는 alkaline isomerization 방법으로 식용유를 이용하여 전체 CLA 이성체가 50%인 CLA를 화학적으로 합성하였다. 대조구는 80~10 kg 까지는 일반사료회사에서 생산하는 사료를 급여하였으며, 처리구 1은 출하(출하체중: 110 kg) 2주전부터 일반사료회사에서 생산하는 사료에 CLA를 1.25% 첨가하여 급여하였으며, 처리구 2는 출하 2주전부터 사료 함량에 CLA를 2.5% 첨가하여 급여하였다. 처리구 3은 사료 함량에 1.25% CLA를 첨가하여 4주간 급여하였으며, 처리구 4는 2.5% CLA를 4주간 급여하였다. 급여기간이 끝난 후 일괄적으로 함양도축장에서 도축하여 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 14일간 저장하면서 각 실험항목을 조사하였다. 저장기간에 따른 돈육등심의 CLA 함량, 콜레스테롤, 지방산 조성, 지방산화, 조직감 및 연도 등을 조사하여 CLA가 축적된 돈육의 저장기간에 따른 품질특성을 규명하고자 하였다.

CLA 급여수준과 급여기간이 전단가에 미치는 영향을 조사한 결과 처리구간의 비교에서 저장 8일 까지는 처리구간에 유의적인 차이가 없었지만 저장 11일과 14일에는 대조구가 CLA

급여 처리구에 비하여 유의적으로 낮은 전단가를 보였다($I < 0.05$). 모든 처리구들이 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다($I < 0.05$). 경도는 전 저장기간 동안 처리구간의 비교에서 대조구와 CLA 급여 처리구간에는 유의적인 차이가 없었으며, 저장기간의 경과에 따른 변화는 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 점착성은 대조구와 CLA 급여 처리구간에 뚜렷하게 차이나는 경향이 없고 저장기간이 경과함에 따라 뚜렷한 변화가 없었다. TBARS 변화는 전 저장기간동안 처리구간의 비교에서 CLA를 급여하지 않은 대조구에 비하여 CLA를 급여한 처리구가 유의적으로 낮은 TBARS를 보였다($I < 0.05$). 저장기간에 따른 비교에서는 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($I < 0.05$). 콜레스테롤 함량은 저장 2일에 대조구와 비교해서 CLA 급여 처리구가 유의적으로 낮은 콜레스테롤 함량을 나타내었으며($I < 0.05$), T4 처리구가 가장 낮은 콜레스테롤 함량을 나타내었다($I < 0.05$). 지방산 조성은 전 저장기간동안 CLA 급여수준과 급여기간이 증가할수록 myristic, palmitic 및 stearic acid 함량은 유의적으로 증가하며($I < 0.05$), 반면에 oleic, linoleic 및 arachidonic acid 함량은 유의적으로 감소하였다($I < 0.05$). CLA 함량을 보면 CLA를 급여하지 않은 대조구는 CLA가 검출되지 않았지만 CLA 급여 처리구에서는 CLA 급여수준과 급여기간이 증가할수록 육내 축적율이 직선적으로 증가하였다.

이상의 결과를 종합하여 보면 CLA를 육내에 축적시킬 수 있으며, CLA가 축적된 돈육은 저장 중 지방산화를 억제하는 항산화 능력이 있어 고품질·기능성 돈육생산이 가능하다고 사료된다.

V 인 용 문 헌

1. Beuge, J. A. and Aust, S. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52:302-303.
2. Chen, Z. Y., Chan, P. T., Kwan, K. Y. and Zhang, A. 1997. Reassessment of the antioxidant activity of conjugated linoleic acids. *JAOCS.* 73:749-753.
3. 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 Composition and Analysis.* 5:185-197.
4. Chin, S. F., Storkso, J. M., Albright, K. J., Cooke, M. E. and Pariza, M. W. 1994. Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *J. Nutr.* 124:2344-2349.
5. Cook, M. E., Miller, C. C., Park, Y. and Pariza, M. W. 1993. Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune induced growth depression. *Poult. Sci.* 72:1301-1305.
6. de-Deckere, E. A. M., van Amelsvoort, J. M. M., McNeill, G. P. and Jones, P. 1999. Effects of conjugated linoleic acid (CLA) isomers on lipid levels and peroxisome proliferation in the hamster. *Brit. J. Nutr.* 82: 309-317.
7. Dormandy, T. L. and Wickens, D. G. 1987. The experimental and clinical pathology of diene conjugation. *Chem. Phys. Lipids.* 45:353-364.
8. Du, M., Ahn, D. U., Nam, K. C. and Sell, J. L. 2000. Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. *Meat Sci.* 56:387-395.
9. Dugan, M. E. R., Aalhue, J. L., Jeremiah, I. E., Kramer, J. K. G. and Schaefer, A. L. 1999. The effects of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.* 79:45-51.
10. Eggert, J. M., Belury, M. A., Kempa-Steczko, A. Mills, S. E. and Schinckel, A. 2001. Effects of conjugated linoleic acid on the belly firmness and fatty acid composition of genetically lean pigs. *J. Anim. Sci.* 79(11):2866-2872.
11. Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H., van der Wal, P. G., de Vries, A. W. and Vonder, G. 1992. De invloed van de eind-pH op de eetkwaliteit van varkensvlees. IVO-DLO Rapport B-385. Zeist. The Netherlands.
12. Feldhusen, F. and Kuhne, M. 1992. Effects of ultra rapid chilling and ageing on length of sarcomeres and tenderness of pork. *Meat Sci.* 32:161-171.
13. Fogerty, A. C., Ford, G. L. and Svoronos, D. 1988. Octadeca-9, 11-dienoic acid in food stuffs and in

- the lipids of human blood and breast milk. *Nutrition Reports International* 38:937-944.
14. Folch, J., Lees, M. and Sloan-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Bio. Chem.* 226:497-509.
 15. Fulghum, J. G., Sebranek, J. G., Jr. Parrish, F. C. and Wiegand, B. R. 1999. Effects of feeding conjugated linoleic acid to market pigs on bacon quality and composition. 1998. *Swine Res. Rep.*, Iowa State Univ., Ames. pp. 231-232.
 16. 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.
 17. Ha, Y. L., Ha, H. S., Bahn, K. N., Lee, E. J. and Ha, J. K. 1994. Effects of dietary conjugated dienoic isomers of linoleic acid (CLA) on cholesterol and CLA contents of hen's egg. In 1994 IFT Annual Meeting Technical Program: Jun. 25-29. Altant, GA. USA. 79D 6, p249.
 18. Ha, Y. L., Storkson, J. and Pariza, M. W. 1990. Inhibition of benzo[a]pyrene induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.* 50:1097-1101.
 19. Haumann, B. F. 1996. Conjugated linoleic acid offers research promise. *Inform.* 7(2):152-159.
 20. 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 fa/fa rat. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 244:678-682.
 21. Hughes, P. E., Hunter, W. J. and Tove, S. B. 1982. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. Purification and properties of cis,9-transoctadeca-dienoate reductase. *J. Biol. Chem.* 257, 3643-3649.
 22. Karmer, J. K. G., Sehat, N., Dugan, M. E. R., Mossoba, M. M., Yurawecz, M. A. and Ku, Y. 1998. Distribution of conjugated linoleic acid (CLA) isomers in tissue lipid classes of pigs fed a commercial CLA mixture determined by GC and silver ion-HPLC. *Lipids.* 33:549-558.
 23. Kim, C. J., Lee, E. S., Joo, S. T., Kim, B. C., Kang, J. O., Kauffman, R. G., Yoo, I. J., Ko, W. S. and Choi, D. Y. 1996. Chemical, physical and structural characteristics of pork loins from four quality groups. 42nd international congress meat science technology, Lillehammer, Norway.
 24. Koochmaraie, M., Killefer, J., Bishop, M. D., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L. and Arbona, J. P. 1995. Calpastatin-based methods for predicting meat tenderness. In: Ouall, A., Demeyer, D. I., Smulders, F. J. M. (Eds). *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality.* ECCEAMST. III Utrecht. The Netherlands. pp. 395-412.
 25. Kritchevsky, D., Tepper, S. A., Wright, S., Tso, P. and Czarnecki, S. K. 2000. Influence of conjugated linoleic acid (CLA) on establishment and progression of atherosclerosis in rabbits. *J. Ame. Coll. Nutr.* 19: 472S-477S.
 26. Lee, K. N., Kritchevsky, D. and Pariza, M. W. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis.* 108:19-25.
 27. Lee, K. S. 1996. Conjugated linoleic acid and lipid metabolism. Ph.D. Thesis at the University of Wisconsin-Madison. p. 77-120.
 28. Miller, C. C., Park, Y., Pariza, M. W. and Cook, M. E. 1994. Feeding conjugated linoleic acid to animals partially overcomes catabolic responses due to endotoxin injection. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 198:1107-1112.
 29. 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.
 30. Nicolosi, R. J., Courtemanche, K. V., Laitinen, L., Scimeca, J. A. and Huth, P. J. 1993. Effect of feeding diets enriched in conjugated linoleic acid on lipoproteins and aortic atherogenesis in hamsters. *Circulation* 88 suppl. 2458.
 31. 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 hamsters. *Artery.* 22:266-277.
 32. Pariza, M. W. 1997. Conjugated linoleic acid a newly recognised nutrient. *Chem. Ind. (London)* No. 12, 464-466.
 33. Park, Y. H., Albright, K. j., Liu, W., Storkson, J. M., Cook, M. E. and Pariza, M. W. 1997. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in

- mice. *Lipids* 32:853-858.
34. Pettigew, J. E. and Esnaola, M. A. 2001. Swine nutrition and pork quality: A review. *J. Anim. Sci.* 79(E. Suppl.):E316-E342.
 35. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.
 36. Shantha, N. C., Crum, A. D. and Decker, E. A. 1994. Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. *J. Agric. Food. Chem.* 42:1757-1760.
 37. Stangl, G. I. 2000. High dietary levels of a conjugated linoleic acid mixture alter hepatic glycerophospholipid class profile and cholesterol-carrying serum lipoproteins of rats. *J. Nutr. Bioche.* 11: 184-191.
 38. Taylor, A. A., Nute, G. R. and Warkup, C. C. 1995. The effect of chilling, electrical stimulation and conditioning on pork eating quality. *Meat Sci.* 39: 339-347.
 39. Thiel, R. L., Sparks, J. C., Wiegand, B. R., Jr. Parrish, F. C. and Ewan, R. C. 1998. Conjugated linoleic acid improves performance and body composition in swine. *J. Anim. Sci.* 76(Suppl. 2):57(abstract).
 40. Tornberg, E., von Seth, G. and Goransson, A. 1994. Influence of ageing time, storage temperature and percentage lean on the eating quality of pork and its relationship to instrumental and structural parameters. *Sciences des Aliments.* 14: 373-385.
 41. Yurawecz, M. P., Hood, J. K., Mossoba, M. M., Roach, J. A. and Ku, Y. 1995. Furan fatty acids determined as oxidation products of conjugated octadecadienoic acid. *Lipids.* 30:595-598.
 42. 박병성. 1997. 새로운 축산식품 생산을 위한 지질 신소재. *한국축산식품학회지.* 17: 118-130.
 43. 이정일, 주선태, 박태선, 신태순, 하영래, 박구부. 1999. Conjugated Linoleic Acid (CLA)가 축적된 계육의 저장기간중 이화학적 특성 변화. *한국축산식품학회지.* 19(1):88-99.
 44. 이정일, 최진성, 박종대, 박준철, 김영화, 문홍길, 주선태, 박구부. 2001. Conjugated linoleic acid(CLA) 급여가 돈육 품질에 미치는 효과. *동물자원과학회지.* 43(5):735-746.
- (접수일자 : 2003. 8. 11. / 채택일자 : 2003. 10. 13.)