



Conjugated Linoleic Acid(CLA)가 축적된 돈육의 저장기간중 이화학적 특성변화

이정일* · 정재두 · 이진우 · 이재룡 · 정진연¹ · 양한술¹ · 주선태¹
경상남도 첨단양돈연구소, ¹경상대학교 축산과학부

Changes of Physicochemical Properties of Conjugated Linoleic Acid(CLA) Accumulated Pork during Storage Time

Jeong Ill Lee*, Jae Doo Jung, Jin Woo Lee, Jae Ryung Lee, Jin Yeun Jeong¹,
Han Sul Yang¹ and Seon Tea Joo¹

Advanced Swine Research Institute,

¹*Division of Animal Science, College of Agriculture, Gyeongsang National University*

Abstract

To investigate the effects of dietary conjugated linoleic acid on changes of physicochemical properties of pork. Twenty pigs were divided into 5 treatment groups and subjected to each experimental diet(0, 1.25% and 2.5% CLA for 2 weeks, 1.25% and 2.5% CLA for 4 weeks, as total fed diet before slaughtering(about 110 kg). Pork loin samples were aerobically packed and stored for 14 days at 4°C. Samples were then analyzed for general compositions, physicochemical characteristics and sensory evaluation. pH value of CLA fed group pork was significantly increased than that of control group(p<0.05). Crude fat content of CLA treated group pork was significantly higher than the control pork(p<0.05), but there were no significant differences in crude protein, crude ash and total moisture contents between control and CLA treated groups. All CLA fed group pork showed higher WHC value than control pork. Drip loss was significantly lower compared to those of control porks. No significant differences in lean meat and fat color(CIE L*, a*, b*) were observed between control and the CLA treated group porks. Meanwhile, CLA pork tended to be lower in content of total heme pigment compared to control pork. No remarkable differences were found in sensory properties(color and drip loss) among control and CLA diet-fed group porks. Marbling score and acceptability were significantly increased in CLA diet-fed pork compared to the control pork.

Key words : CLA, pork, physicochemical properties, storage time

서 론

기능성 식품이란 종래부터 식품에 요구되어진 영양상의 효능 이외에 특별한 의학적, 생리학적 효과를 가진 성분을 함유한 식품이라고 정의한다. 결국 종래의 영양학에서 취급된 영양과는 달리 생리적인 활성이나 기능을 우선적으로 배려한 식품으로 질병 예방과 건강유지 기능을 가지는 식품이라

고 할 수 있다. 기능성 식품은 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 지질인 CLA(conjugated linoleic acid)는 필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서, linoleic acid를 함유하는 중성지질을 수소첨가할 때에 미량으로 생성된다(Mossoba et al., 1991)고 보고하였다. 또한 CLA는 반추위를 갖는 동물의 위에 서식하는 혐기성 세균인 *Butyrivibrio fibrisolvens*에 의해 linoleic acid로부터 소량 생성되고(Hughes et al., 1982), 반추위를 갖는 동물

* **Corresponding author :** Jeong-Ill Lee, Advanced Swine Research Institute, Shinan-Meon, Sanchung-Gun, GyeongNam 666-962, Korea. Tel: 82-55-970-7481, Fax: 82-55-970-7479, E-mail: lee1079@empal.com

에서 유래한 제품 즉, 쇠고기나 우유를 비롯한 유제품에는 CLA 함량이 전체지방산 함량의 0.5~1.5%로 풍부히 함유되어 있지만 반면에 단위동물로부터 생산된 육에는 CLA 함량이 전체 지방산 함량의 0.1~0.2%로 상대적으로 아주 미량 함유되어 있다(Chin et al., 1992; Fogerty et al., 1988). 최근에 CLA는 항암작용, 항동맥경화증, 면역조절을 통한 성장촉진, 체조직 적응촉진 촉진 그리고 당뇨예방 등의 효과가 있으며(Houseknecht et al., 1998; Pariza, 1997), 동물모델 연구들에서 중요한 물리적인 효과를 발휘하는 것으로 영양학적으로 인 증 받아왔다. 특히 CLA는 쥐를 이용한 모델 실험에서 위암을 억제하는 효과(Ha et al., 1990)와 면역력 증강효과(Miller et al., 1994), 항콜레스테롤 효과(Lee et al., 1994; Nicolosi et al., 1997), 항산화 효과(Yuraweca et al., 1995) 등이 알려지고 있으며, 체지방 감소효과(Park et al., 1997)와 쥐의 성장을 촉진시키는 효과(Chin et al., 1994) 등 그 어떠한 기능성 물질들 보다 뛰어난 효과를 나타내고 있다.

따라서 본 연구는 비육기간동안 CLA 급여수준과 급여기간을 달리하여 생산된 돈육의 이화학적 성질 및 관능검사를 조사함으로써 CLA가 축적된 고품질·기능성 냉장돈육 생산 가능성에 대해서 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시동물, 급여사료 및 사양관리

함양군 소재 연암농장에서 사육중인 버크셔(Berkshire) 20 두를 각 처리구마다 4두씩(돈방당) 배치하였으며, 돈사구조는 개방식 돈사이고 돈방 바닥재는 콘크리트 바닥으로 돈분은 인력수거하였다. 사료급여 방법은 50 kg 사료가 들어갈 수 있는 원형사료 급여기를 사용하여 습식으로 자유 급식시켰으며, 급수방법은 사료통 내부에 부착되어 있는 니뿔을 이용하여 자유롭게 급수하였다. 사료변화에 대한 적응기간을 두기 위하여 CLA가 첨가된 사료의 순치 기간을 3일간 실시하였다. CLA 급여시험에서 대조구는 80~110 kg까지 급여되는 사료에 CLA를 첨가하지 않고 일반사료회사에서 생산하는 사료를 급여하였으며, 처리구 1은 출하(출하체중: 110 kg) 2주전부터 일반사료회사에서 생산하는 사료에 CLA를 1.25% 첨가하여 급여하였으며, 처리구 2는 출하 2주전부터 사료함량의 2.5% CLA를 첨가하여 급여하였다. 처리구 3은 사료함

량에 1.25% CLA를 첨가하여 4주간 급여하였으며, 처리구 4는 2.5% CLA를 4주간 급여한 후 일괄적으로 도축하였다.

본 시험에 사용된 사료의 배합표는 Table 1과 같고, 첨가되는 CLA의 지방산 조성은 Table 2와 같다.

시험설계

CLA를 급여수준과 급여기간을 달리하여 5 처리구로 설정하였으며, 대조구는 출하시(체중: 110 kg)까지 시중에 판매되고 있는 배합사료를 급여하였으며, CLA 1.25% 첨가구인 처리구 1은 급여되는 사료함량에 CLA를 1.25% 첨가하여 도축 전 2주간 급여하였으며, CLA 2.5% 첨가구인 처리구 2는 사료함량에 CLA를 2.5% 첨가하여 2주간 급여하였다. 처리구 3과 4는 각각 처리구 1과 2와 같이 CLA를 첨가하여 도축 전 4주간 급여하였다. 급여기간이 끝난 후 일괄적으로 도축하여

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, pantothenic acid, 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.

Table 2. Fatty acid composition and CLA contents 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

돈육의 등심부위(5번 늑골~3번 요추 사이)를 발골·정형하여 처리구당 1.5 kg씩 개체 3반복하여 총 75개를 지퍼백으로 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 2, 5, 8, 11 및 14일간 저장하면서 일반성분 및 저장기간에 따른 CLA 돈육의 이화학적 특성분석(pH, 육색, 지방색, 보수성, 총육색소 함량) 및 관능적 특성분석 등을 조사하여 CLA가 축적된 돈육의 저장기간에 따른 품질 특성을 규명하고자 실시하였다.

CLA의 합성

CLA 합성은 Ha 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 재 가열을 실시한 후 180℃를 10분간 유지시켰다. CLA 합성의 주원료인 com 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 메탄올과 염산을 이용하여 2회 반복하여 분리하였다. 최종 순도가 56%인 CLA 이성체를 합성하였다.

조사항목 및 분석방법

1) pH

마쇄한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 polytron homogenizer(T25-B, IKA labortechnik, Malaysia)로 14,000 rpm에서 1분간 균질하여 pH 측정기(MP 230, Mettler Toledo Co, Swiss)로 측정하였다.

2) 일반성분 분석

수분, 조단백질, 조지방 및 조회분은 AOAC(1995) 방법에 의해 분석하였다.

3) 육색

육색은 시료의 절단면을 이용하여 육색을 측정하였다. 육색 측정시 절단한 단면을 Chromameter(CR 301, Minolta Co., Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE(Commission Internationale de Leclairage) L* 값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a* 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판 No 12633117을 이용하여 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3198 값으로 표준화시킨 후 육색을 측정하였다.

4) 보수력

유리수분은 시료를 원심분리관에 넣고 70℃ 항온수조에서 30분간 가열한 다음, 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다(A). 전수분은 시료를 10 g 정도를 접시에 담아서 102±1℃ 전기항온건조기에서 24시간 건조하여 감량을 나타내었다(B).

$$WHC(\%) = \frac{(B-A) \times 0.951}{B} \times 100$$

* 0.951 : 지방계수

5) 육즙손실

Honikel(1987)의 서스펜션 방법을 이용하여 돈육 등심근을 직경 4 cm의 core를 이용하여 50 g 내외로 시료를 채취한 후 보관용기(20×15×15 cm)에 매달아 4℃의 냉장온도에서 48시간 동안 저장한 후 무게를 측정하여 증량법에 의하여 감량을 환산하였다.

6) 관능평가

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 11명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 신선육의 관능적 특성평가는 육색, 육즙감량, 마블링 스코어(marbling score) 및 전체적인 기호성의 항목으로 관능검사를 실시하였다. 상강도는 대조구를 5점으로 기준하여 각 처리구마다 상대적인 평가를 하여 얻어진 값이다.

7) 총 육색소 함량

총 육색소 함량은 Hornsey(1956)에 의한 방법으로 측정하였으며, 분쇄 돈육을 2 g 취하여 냉장기에 보관중인 Hornsey 시약 9 mL를 넣은 후, 13,000 rpm에서 1분간 균질화하였다. 균질액을 냉암소에서 1시간 방치한 후 Whatman No. 42 여과지로 여과한 후 분광광도계(Genesys 5, Spectronic, USA)로 640 nm에서 각각 흡광도를 측정하여 다음과 같은 계산식으로 산출하였다.

$$\text{Total heme pigment(ppm)} = 640 \text{ nm} \times 680$$

통계분석

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

결과 및 고찰

CLA 급여수준과 급여기간에 따른 돈육 등심의 pH 변화

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하

여 냉장온도(4℃)에서 14일간 저장하면서 경시적인 pH 변화를 비교한 결과는 Table 3과 같다.

pH는 육의 이화학적 특성 중의 하나인 보수력을 좌우하는 가장 큰 요인으로 작용하여 높은 pH에서 보수력이 증가하게 된다. pH 변화를 보면 각 저장기간(2, 5, 8, 11 및 14일)에서 대조구와 CLA 급여 처리구간에 유의적인 차이가 있어 CLA 급여가 pH 변화에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과에 대해 Dunshea 등(2002)은 급여되는 사료에 CLA를 보충하지 않고 생산된 돼지의 육보다 CLA를 급여하였을 때는 최종 근육 pH가 높다고 보고하였으며, 어떤 원인에 의해서 최종 pH가 높아지는 이유는 아직까지 밝혀지지 않고 있다. 특히 CLA 급여구 간에는 전 저장기간 동안 2.5% CLA 급여구인 T2 처리구와 T4 처리구가 1.25% CLA 급여구인 T1, T3 처리구에 비하여 높은 pH를 보였는데, 이와 같은 결과는 급여되는 CLA 수준이 pH에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 산란계를 대상으로한 연구에서도 CLA가 pH에 영향을 미치는 결과를 보고하였는데, Aydin 등(2001)은 CLA를 급여한 산란계로부터 생산된 계란을 저장하였을 때 동일한 조건으로 저장된 일반 계란에 비하여 난황의 pH는 증가하고 알부민의 pH는 감소한다고 보고하였다.

저장기간에 따른 pH 변화에서 대조구는 저장 초기부터 저장 8일까지는 계속 증가한 후 8일 이후에는 증가하지 않았다. 대조구를 제외한 CLA 급여 처리구에서는 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유사한 경향을 보였으며, 저장 8일 이후 유의적인 차이는 없었지만 증가하는 경향이였다. 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 pH가 증가하는 결과를 보였는데, 이는 저장기간 동안 단백질 등이 분해되면서 발생하는 염기성기들과 또한 저장중에 산패 정도가 높아질수록 식

육의 pH는 높아지는 경향을 보인다고 보고하였다(Holly et al., 1994). 또한 저장기간에 따른 pH의 변화는 유리아미노산의 생성(Melo et al., 1974), 단백질 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성(Deymer and Vandekerckhove, 1979), 그리고 아미노산의 분해로 인한 염기성기의 노출(Bartholmew and Blumer, 1977)에 기인한다고 보고하였다.

결론적으로 CLA 급여가 육의 품질에는 아무런 영향을 미치지 않고 육의 이화학적 성질중의 하나인 pH에 많은 영향을 미치므로 긍정적인 측면에서 보수성 및 연도에 많은 영향을 미칠 것으로 사료된다.

CLA 급여수준과 급여기간에 따른 돈육 등심의 일반 성분 변화

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4℃)에서 2일간 저장한 후 일반성분의 변화를 비교한 결과는 Table 4와 같다.

CLA 급여가 일반성분에 미치는 영향을 조사한 결과 함유수분 함량은 CLA 급여 처리구간에는 유의적인 차이가 인정되었지만 대조구와 CLA 급여 처리구간에는 유의적인 차이가 없어 CLA 급여가 함유수분에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 함유수분 함량은 71.50~73.95%의 범위를 보였다. 특히 CLA 급여 처리구간에는 다른 처리구에 비하여 T2 처리구가 유의적으로 낮은 함량을 보였는데, 이는 조지방 함량이 증가하기 때문에 상대적으로 수분함량이 감소한 것으로 사료된다.

CLA 급여수준과 급여기간이 등심근 내 조단백질 함량에는 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났지만 CLA를 급여하지 않은 대조구(21.15%)에 비하여 CLA 급여 처리구

Table 3. Changes of pH for pork loins by the feeding period of CLA diet and dietary CLA levels during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	5.46±0.07 ^{Cbc}	5.38±0.06 ^{Cc}	5.54±0.05 ^{BCab}	5.62±0.11 ^{Ba}	5.57±0.10 ^{Cab}
Treat 1	5.44±0.04 ^{Cc}	5.52±0.02 ^{Bbc}	5.48±0.01 ^{Cc}	5.60±0.07 ^{Ba}	5.59±0.04 ^{Cab}
Treat 2	5.54±0.02 ^{Bc}	5.59±0.02 ^{ABbc}	5.73±0.08 ^{ABab}	5.90±0.20 ^{ABa}	5.83±0.07 ^{ABa}
Treat 3	5.42±0.02 ^{Cc}	5.65±0.03 ^{Ab}	5.68±0.03 ^{ABab}	5.72±0.03 ^{ABab}	5.75±0.09 ^{Ba}
Treat 4	5.72±0.03 ^{Aab}	5.62±0.04 ^{Ab}	5.82±0.20 ^{Aab}	5.95±0.27 ^{Aa}	5.98±0.12 ^{Aa}

¹⁾ Control : The pig fed the commercial diet (100%).

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

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

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

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

^{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.

(21.27~22.23%)는 약간 높은 함량을 보였다. Chin 등(1994)은 쥐를 이용한 실험동물에서 CLA 급여로 인하여 체지방 함량이 감소되고 반면에 성장요인으로 작용하기 때문에 체중이 증가된다고 보고하였다. Park 등(1999a)은 쥐에게 0.5%의 CLA를 급여시 체지방을 유의적으로 감소시켰으며, 체내 총단백질의 함량을 증가시킨다고 보고하였다. CLA 급여 처리구간에는 2.5% CLA를 급여한 T2와 T4 처리구가 1.25% CLA를 급여한 T1과 T3에 비하여 다소 높은 조단백질 함량을 보였다.

CLA 급여수준과 급여기간이 등심근 내 조지방 함량에는 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. CLA 급여 처리구간에는 유의적인 차이가 없었지만 2.5% CLA 급여 처리구(T2, T4)가 1.25% CLA 급여 처리구(T1, T3) 보다 높은 조지방 함량을 보였으며, 대조구와 CLA 급여 처리구간에는 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 높은 조지방 함량을 보였으며, T2 처리구는 유의적인 차이가 있었다. 최근 연구에서 Dugan 등(1999)은 CLA를 돼지사료에 급여하였을 때 등지방 두께는 감소하는 반면에 등심근 내 지방축적이 많이 된다고 보고하였으며, 최근에는 CLA 첨가가 근육내 지방축적을 증가시켜,

체지방 함량을 줄이는 대신 근육내 지방 함량은 증가시킴으로써 마블링 정도를 개선시킬 수 있다는 연구결과가 소개되면서(Eggert et al., 1999a; Larsen et al., 1999; Wiegand et al., 1999) 돈육 품질 개선 측면에서 CLA는 많은 관심을 받고 있다. 일반적으로 기능성 물질을 이용한 고기능성 축산물 생산은 많은 축종에 대하여 이루어지고 있으며, 사료 급여시 첨가되는 기능성 물질인 CLA가 생산된 육의 일반성분에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Lee et al., 2001). 조희분 함량은 전 처리구간에 유의적인 차이가 없었으며, 1.31~1.91%의 범위였다. 본 연구 결과 다기능성 지질신소재인 CLA를 급여되는 사료함량의 1.25~2.5% 수준으로 2~4주 급여하였을 시 일반성분에는 크게 영향을 미치지 않아 CLA가 축적된 고기능성 고급육 생산이 가능하리라 사료된다.

CLA 급여수준과 급여기간이 보수성에 미치는 영향
CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 14일간 저장하면서 경시적인 보수성의 변화를 비교한 결과는 Table 5와 같다.

Table 4. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on chemical composition of pork loins during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Chemical composition			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Control	73.14±1.21 ^{AB}	21.15±0.56	2.76±0.83 ^B	1.91±0.47
Treat 1	73.31±0.55 ^A	21.27±1.04	2.83±1.11 ^{AB}	1.32±0.75
Treat 2	71.50±0.55 ^B	22.23±0.98	4.15±0.56 ^A	1.37±0.62
Treat 3	72.68±1.32 ^{AB}	21.80±0.65	3.12±0.40 ^{AB}	1.59±0.43
Treat 4	73.95±0.47 ^A	22.09±0.69	3.63±0.07 ^{AB}	1.45±0.49

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

Table 5. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on water holding capacity of pork loins during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	67.01±3.65 ^B	60.59±9.42	61.68±7.06 ^B	63.05±6.44	58.22±7.29
Treat 1	70.96±5.10 ^{ABa}	65.09±6.35 ^{ab}	62.23±2.16 ^{ABab}	64.80±8.44 ^{ab}	54.35±5.90 ^b
Treat 2	76.02±2.32 ^A	71.33±6.54	73.47±8.36 ^A	74.67±5.51	65.94±10.14
Treat 3	72.13±2.52 ^{AB}	71.32±3.82	68.50±12.57 ^{AB}	67.21±2.61	59.60±7.46
Treat 4	71.26±5.27 ^{Ba}	72.70±10.34 ^a	67.04±3.64 ^{ABa}	63.53±0.83 ^{ab}	53.20±7.40 ^b

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

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

육이 물리적인 처리를 받았을 때 수분을 잃지 않고 함유할 수 있는 성질을 보수력이라고 말할 수 있는 데, 육의 이화학적 성질 중의 하나로 육의 기능적 성질(결착력과 유화력)과 최종제품의 생산량에 지대한 영향을 미치는 요인으로서 작용한다. 일반적으로 육즙손실은 중량의 2% 정도가 발생하는데, 소비자들의 신선육 구매실태 조사에서 포장육 선택시 육즙 유출액의 존재 유·무에 따라 선택 여부를 가린다는 주부가 4.7%로 나타난 것과 같이 구매기호 자체에 영향을 미치는 요인이 되는 것으로 보고되었다. 저장 14일을 제외한 전 저장기간 동안 대조구와 비교하여 CLA 급여 처리구가 다소 높은 보수성을 보였으며, 저장 2, 8일에는 대조구에 비하여 T2 처리구가 유의적으로(p<0.05) 높은 보수성을 보였다. 이와 같은 결과는 CLA 급여로 인하여 pH가 증가되며 또한 조지방 함량이 증가되기 때문인 것으로 사료된다. Eggert 등(2001)은 급여되는 사료에 CLA를 1% 첨가하여 급여하였을 때 유리액즙 함량에는 아무런 영향을 미치지 않는다고 보고하였는데, 본 연구와는 일치하지 않았다. 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 보수성이 다소 감소하는 경향을 보였다. 결론적으로 CLA가 축적된 돈육이 pH와 보수성 등에 영향을 미치는 결과를 보여 CLA를 이용한 기능성 돈육 생산이 가능하다고 사료된다.

CLA 급여수준과 급여기간이 육즙손실에 미치는 영향

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 14일간 저장하면서 경시적인 육즙손실의 변화를 비교한 결과는 Table 6과 같다.

저장기간동안 발생하는 육즙손실은 생산성에도 영향을 미치며, 육의 기능성 성질(결착력과 유화력)에도 지대한 영향을 미치는 요인으로 작용한다. 저장 초기인 5일까지 처리구간의 비교에서는 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 유의적

으로(p<0.05) 낮은 육즙손실을 보였는데, 이는 pH와 보수성의 결과와 일치하는 경향이였다. 저장 8일 이후에는 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. O'Quinn 등(2000)도 CLA 급여가 육즙손실 발생에 인식할 정도의 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 전 저장기간 동안 2.5% CLA 급여 처리구인 T2 처리구가 가장 낮은 육즙손실을 보였다. 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 육즙손실이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 냉장온도에서 저장시 저장기간이 경과함에 따라 유리되는 유리액즙의 양이 증가함으로 실제적으로 실험시 발생하는 유리액즙이 감소되기 때문인 것으로 사료된다. 결론적으로 CLA가 축적된 돈육이 이화학적 특성(pH와 보수성)에서 대조구와 비교하여 좋은 결과를 보였다.

CLA 급여수준과 급여기간에 따른 돈육 등심의 육색 변화

1) 명 도

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

육색은 돈육의 품질을 좌우하게 되고, 냉장돈육에서 정상적인 육색은 돈육산업에 있어서 대단히 중요하다(Warner et al., 1993). PSE(pale, soft, exudative) 이상돈육은 보통 육색이 밝은 편이고 정상육에 비해 보수력이 낮다. 이것은 사후 pH가 급격히 저하되어 최종 pH가 정상육에 비하여 낮기 때문이다(Cannon et al., 1995; Offer, 1991). PSE 육이 발생하는 원인은 유전자 결함(Porcine Stress Syndrome)으로 인하여 발생하는 것(Bendall and Swatland, 1988; Sutton, 1997)과 도살 전·후의 부적절한 취급으로 인하여 발생한다(McCaw et al., 1997; Offer, 1991). CLA 급여수준과 급여기간이 육색에 미

Table 6. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on drip loss of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	3.88±1.11 ^{Aa}	3.21±0.47 ^{Aa}	1.78±0.51 ^b	1.31±0.17 ^b	0.69±0.60 ^b
Treat 1	2.99±0.32 ^{ABa}	1.94±0.75 ^{Bb}	1.55±0.53 ^{bc}	1.29±0.51 ^{bc}	0.61±0.45 ^c
Treat 2	1.76±0.03 ^{BC}	1.11±0.75 ^B	1.09±0.92	0.97±0.35	0.44±0.05
Treat 3	2.16±0.26 ^{BCa}	1.51±0.39 ^{Bab}	1.15±0.31 ^b	1.01±0.48 ^b	0.90±0.37 ^b
Treat 4	1.58±0.83 ^C	1.58±0.83 ^B	1.23±1.09	1.20±0.46	1.00±0.35

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

^{AB} 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.

치는 영향 중 처리구간의 명도를 비교하면 전 저장기간 동안 대조구와 CLA 급여 처리구간에 뚜렷한 경향이 없어 CLA 급여가 육색에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 처리구간에 뚜렷한 경향은 없지만 유의적인 차이가 인정되는 것은 개체간에서 오는 차이라고 사료된다. Joo 등(2002)의 연구결과에 의하면 CLA가 축적된 돈육 등심은 대조구와 비교하여 정상적인 품질을 나타내었으며, 또한 급여된 CLA가 PSE(pale, soft, exudative), RSE(reddish-pink, soft, exudative) 및 DFD(dark, firm, dry) 발생에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. Dugan 등(1999)은 급여되는 사료중량에 CLA를 2% 첨가하여 급여하였을 때 육색에는 아무런 영향을 미치지 않았으며, 또한 기호성 증진에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 그러나 CLA를 급여하므로 근육내 지방 함량이 증가하여 상강도 값은 증가한다고 보고하였다. 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 유의적인 차이가 없었으며, CLA 급여가 육색 중 명도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Du 등(2000)

은 신선계육의 육색 안전성은 CLA 급여에 의하여 증진된다고 보고하였다. 일반적으로 육의 육색 안전성은 지질산화와 관련되어 나타난다고 보고하였다(Chan et al., 1996). 만약 지질산화는 급여되는 CLA를 통하여 지방산 조성 변경에 의하여 감소시킬 수 있으면, 육색소의 산화는 저장 동안 억제될 수 있을 것으로 사료된다.

2) 적색도

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 경시적인 육색(적색도)의 변화를 비교한 결과는 Table 8과 같다.

CLA 급여수준과 급여기간이 돈육 등심부위의 적색도에 미치는 영향인데, 처리구간의 비교에서 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 전 저장기간 동안 유의적으로 낮거나 또는 낮은 경향을 보였으며, CLA 급여 처리구간에는 2.5% CLA를 4주간 급여한 T4 처리구가 가장 낮은 적색도를 보였

Table 7. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on CIE L* value(lightness) of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	49.93±2.41	51.36±2.54 ^B	50.56±4.83 ^B	48.61±4.65 ^{AB}	51.36±4.13 ^A
Treat 1	52.89±2.95 ^a	54.94±1.73 ^{Aa}	52.94±1.17 ^{ABa}	49.40±1.66 ^{ABb}	48.04±2.03 ^{ABb}
Treat 2	52.06±1.08 ^b	52.58±1.11 ^{ABb}	55.79±2.67 ^{Aa}	50.72±3.06 ^{Ab}	50.12±2.42 ^{ABb}
Treat 3	51.10±3.92 ^a	51.61±1.76 ^{Ba}	50.07±3.76 ^{Bab}	46.13±2.50 ^{Bb}	46.01±4.90 ^{Bb}
Treat 4	52.41±2.74	50.67±2.60 ^B	49.20±1.84 ^B	49.59±3.30 ^{AB}	50.27±3.43 ^{AB}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

^{AB} 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.

Table 8. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on CIE a* value(redness) of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	8.68±0.47 ^A	7.05±1.90	6.92±1.46 ^A	7.86±1.5 ^A	8.06±1.71 ^A
Treat 1	8.28±1.3 ^{Aa}	7.12±1.57 ^{ab}	6.44±1.6 ^{ABb}	6.14±0.97 ^{Bb}	7.37±1.53 ^{Aab}
Treat 2	7.37±1.31 ^A	6.98±0.94	6.02±1.12 ^{AB}	6.32±1.05 ^B	7.00±1.2 ^{AB}
Treat 3	7.83±1.27 ^{Aa}	6.5±2.12 ^{ab}	4.91±0.82 ^{Bc}	5.55±0.5 ^{Bbc}	7.06±0.8 ^{ABab}
Treat 4	5.64±0.73 ^B	6.54±1.42	5.11±1.45 ^B	5.07±1.44 ^B	5.46±1.64 ^B

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

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

다. 여러 연구자들이(Dugan et al., 1999; O'Quinn et al., 2000) CLA 급여가 돈육의 육색에는 아무런 영향을 미치지 않는다고 보고하였는데, 본 연구에서는 CLA 급여가 육색 중 적색도의 값을 낮추는 결과를 보였다. 저장기간의 경과에 따른 적색도 변화는 모든 처리구가 뚜렷한 경향이 없었다. 전체적으로 고찰해 보면 CLA가 축적된 돈육을 14일간 저장하는 동안 적색도 값의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

3) 황색도

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 경시적인 육색(황색도)의 변화를 비교한 결과는 Table 9와 같다.

CLA 급여수준과 급여기간이 등심부위의 황색도에 미치는 영향인데, 처리구간의 비교에서는 전 저장기간동안 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 유의적으로(p<0.05) 낮거나 아니면 낮은 경향을 보여 CLA 급여가 돈육 등심근내의 황색도에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 저장기간에 따른 변화를 보면 저장 8일 이후인 11일과 14일에는 대조구를 제외한 모

든 처리구가 황색도가 감소하는 경향을 보였다. Joo 등(2002)은 CLA를 급여한 돈육 등심이 저장기간이 경과함에 따라 대조구에 비하여 유의적으로 낮은 b* 값을 보였다고 보고하였는데, 본 연구에서도 같은 결과를 보였다. Du 등(2000)은 CLA 육의 저장안전성을 증가시키는 것은 포화지방산 함량을 증가시키고 그리고 CLA를 제외한 불포화지방산 함량을 감소시키기 때문에 저장성이 증진된다고 제안하였는데, 본 연구에서는 대조구와 CLA 급여구간에 육색안전성에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

CLA 급여수준과 급여기간이 돈육의 지방색에 미치는 영향

1) 명 도

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 경시적인 지방색(명도)의 변화를 비교한 결과는 Table 10과 같다.

Table 9. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on CIE b* value(yellowness) of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	7.78±0.55 ^b	7.99±1.30 ^{ABab}	7.97±0.38 ^{ab}	6.64±1.26 ^b	9.20±1.40 ^{Aa}
Treat 1	7.87±1.52 ^{ab}	8.24±1.36 ^{Aa}	8.24±1.34 ^a	6.04±0.69 ^c	6.64±0.78 ^{Bbc}
Treat 2	7.47±0.68 ^a	7.31±0.61 ^{ABab}	8.13±0.56 ^a	6.92±2.06 ^{ab}	6.00±0.78 ^{BCb}
Treat 3	7.42±0.76 ^a	7.22±1.91 ^{ABa}	7.76±0.83 ^a	5.47±2.04 ^b	5.02±1.02 ^{Cb}
Treat 4	6.68±1.40 ^{ab}	5.62±1.80 ^{Bab}	7.02±1.85 ^a	5.59±1.13 ^{ab}	5.00±0.93 ^{Cb}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

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

Table 10. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on CIE L* value(lightness) of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	79.31±1.66 ^A	79.22±0.86 ^A	77.88±4.08	79.24±1.39 ^A	80.31±2.00 ^A
Treat 1	77.33±1.84 ^B	78.00±1.28 ^{AB}	77.82±1.70	78.20±1.91 ^{AB}	78.30±1.80 ^B
Treat 2	77.86±0.60 ^{AB}	77.57±0.71 ^B	77.69±1.87	78.07±2.18 ^{AB}	78.26±0.40 ^A
Treat 3	78.42±0.88 ^{ABab}	77.49±1.51 ^{Bb}	78.34±1.57 ^{ab}	78.44±1.17 ^{ABab}	79.16±0.63 ^{ABa}
Treat 4	77.61±1.37 ^{AB}	77.08±1.30 ^B	77.98±1.13	76.32±2.32 ^B	78.32±1.72 ^B

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

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

2) 적색도

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 경시적인 지방색(적색도)의 변화를 비교한 결과는 Table 11과 같다.

3) 황색도

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 경시적인 지방색(황색도)의 변화를 비교한 결과는 Table 12와 같다.

CLA 급여수준과 급여기간이 등지방의 명도, 적색도 및 황색도 변화에 미치는 영향을 Table 10, 11과 12에 나타내었다. 대조구와 CLA 급여 처리구간의 명도 차이는 뚜렷한 유의적인 차이가 없었으나 대조구가 CLA 급여 처리구보다 다소 높은 명도 값을 보였다. 모든 처리구가 저장기간이 경과하여도 유의적인 차이가 없어 CLA 급여가 지방색의 명도에는 영

향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 적색도의 변화는 대조구와 CLA 급여 처리구간에 유의적인 차이가 없었으며, 전 저장기간 동안 모든 처리구가 적색도에는 변화가 없는 것으로 나타났다. 황색도의 변화는 대조구와 CLA 급여 처리구간의 비교에서 유의적인 차이가 없었으며, 전 저장기간 동안 모든 처리구가 황색도에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. O'Quinn 등(2000)도 CLA를 급여하여 생산된 돈육이 일반육과 비교하여 육색 및 지방색에는 CLA의 효과가 없다고 보고하였다. 이상의 결과 지방색의 명도, 적색도 및 황색도의 값은 CLA를 급여하여도 전혀 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

CLA 급여수준과 급여기간이 돈육 등심의 총육색소 함량에 미치는 영향

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하

Table 11. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on CIE a* value(redness) of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	3.64±0.84	3.35±0.63 ^B	3.96±1.88	3.38±0.93	3.43±0.52
Treat 1	3.86±1.05	4.09±1.28 ^{AB}	3.61±0.83	3.16±0.78	3.88±1.43
Treat 2	4.04±0.37 ^{ab}	4.62±0.71 ^{ABa}	3.06±0.68 ^b	4.62±1.64 ^a	4.20±0.33 ^a
Treat 3	4.29±1.02 ^{ab}	4.84±1.04 ^{Aa}	3.82±1.45 ^{ab}	3.45±0.56 ^b	3.93±0.38 ^{ab}
Treat 4	4.82±1.17	4.94±1.38 ^A	3.74±0.50	4.98±2.47	3.89±0.60

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

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

Table 12. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on CIE b* value(yellowness) of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	4.44±1.33	4.64±1.2	5.20±1.85	4.89±1.25 ^{AB}	4.79±0.84 ^A
Treat 1	3.98±0.61 ^{ab}	4.83±1.07 ^a	3.41±0.74 ^b	3.76±0.30 ^{Bb}	4.69±0.70 ^{Ba}
Treat 2	4.10±0.71 ^b	4.60±0.92 ^{ab}	3.81±0.63 ^b	5.34±1.05 ^{Aa}	4.51±0.47 ^{Ab}
Treat 3	4.72±1.03	5.06±0.92	5.08±2.33	4.67±0.22 ^{AB}	4.97±0.73 ^A
Treat 4	4.88±0.82	4.81±0.66	4.45±0.73	4.88±1.26 ^{AB}	5.16±0.53 ^A

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

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

여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 경시적인 총육색소 함량의 변화를 비교한 결과는 Table 13과 같다.

CLA 급여수준과 급여기간이 등심부위의 총육색소 함량에 미치는 영향인데, 처리구간의 비교에서는 전 저장기간동안 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 유의적으로(p<0.05) 낮거나 아니면 낮은 경향을 보여 CLA 급여가 돈육 등심근내의 총 육색소 함량에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 저장기간의 경과에 따른 변화를 보면 저장기간이 경과할수록 총육색소 함량이 유의적으로(p<0.05) 감소하거나 낮아지는 경향을 보였다.

소비자가 식육을 구매할 때 가장 먼저 육색으로 그 상품의 신선도를 판단하게 된다. 이런 육색은 heme 단백질인 미오글로빈에 의해서 좌우되는데 일반적으로 붉은 빛을 띄는 적육에서는 80%~90%의 함량으로 존재하고 있다. 이런 육색을 좌우하는 미오글로빈의 함량은 동물의 종류, 연령, 성별, 근육, 운동성 및 부위에 따라 다르다. 다시 말하면 같은 종내에서도 나이, 성별, 근육의 종류, 운동량에 따라서 미오글로빈 함량은 차이를 나타낸다는 것이다. 적육은 백색육보다는 육내의 미오글로빈 함량이 높다. 이것은 근육의 조성과 생화학적 성질 및 근섬유의 종의 분포에 따라 차이가 생기면서 미오글로빈의 함량의 차이를 가져와 육색의 차이를 보이기 때문이라고 할 수 있다.

CLA 급여수준과 급여기간에 따른 돈육 등심의 관능 검사 변화

CLA를 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4℃)에서 저장하면서 관능적 특성 변화를 비교한 결과는 Table 14와 같다.

CLA 급여수준과 급여기간을 달리하여 비육시킨 돈육 등심의 관능적 특성평가 중 육색의 변화는 저장 2일을 제외한

전 저장기간 동안 대조구와 비교하여 CLA 급여 처리구가 유의적으로 높은 육색을 보였다. Dunshea 등(2002)은 CLA를 급여하여 생산된 돼지의 육은 어두운 경향을 보인다고 보고하였다. 저장기간에 따른 육색변화는 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 유의적인 차이가 없었다. 일반적으로 여러 연구자들이 CLA 급여로 인하여 육색이 개선되는 것이 아니라 저장시 육색 안전성에 영향을 미친다고 보고하였다. Du 등(2000)은 신선 계육의 육색 안전성은 CLA 급여에 의하여 증진된다고 보고하였다. 일반적으로 육의 육색 안전성은 지질산화와 관련되어 나타난다고 보고하였다(Chan et al., 1996). Joo 등(2002)은 CLA를 급여한 돈육 등심이 저장기간이 경과함에 따라 대조구에 비하여 유의적으로 낮은 b* 값을 보였다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 CLA가 축적된 돈육이 대조구에 비하여 근육내 지방의 산화안전성이 증진되었기 때문인 것으로 사료된다. 본 연구에서 관능검사시 조사항목인 육색은 LD(longissimus dorsi) 부위를 기계적인 측정이 아닌 육안을 통한 신선 돈육의 육색을 평가하므로 기계적인 측정과는 다소 차이가 있을 것으로 사료된다. Joo 등(2002)의 연구결과에 의하면 CLA가 축적된 돈육 등심은 대조구와 비교하여 정상적인 품질을 나타내었으며, 또한 급여된 CLA가 PSE, RSE(reddish-pink, soft, exudative) 및 DFD(dark, firm, dry) 발생에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다.

육즙침출은 대조구와 CLA 급여 처리구간에는 유의적인 차이가 없었으며, 저장기간의 경과에 따른 유의적인 차이도 없었다. 근내지방 축적 정도는 조지방 함량에서 유의적인 차이가 있었으며, 육안적인 측정에서도 대조구에 비하여 CLA 급여수준과 급여기간이 증가할수록 근내지방 축적이 유의적으로 증가하였다(p<0.05). CLA 첨가가 근육내 지방축적을 증가시켜, 체지방 함량을 줄이는 대신 근육내 지방 함량은 증가시킴으로서 마블링 정도를 개선시킬 수 있다고 보고하였다

Table 13. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on total heme pigment of pork loins during storage at 4℃

Treatment ¹⁾	Storage(days)				
	2	5	8	11	14
Control	41.25±1.96 ^{Aa}	39.44±0.96 ^{ABab}	39.78±2.40 ^{ab}	34.27±4.15 ^{bc}	30.37±3.75 ^c
Treat 1	39.89±2.19 ^{ABa}	35.13±3.07 ^{ABa}	36.72±2.72 ^{ab}	32.19±1.42 ^{bc}	30.15±2.75 ^c
Treat 2	35.02±3.37 ^B	31.28±5.13 ^{AB}	35.02±7.21	32.30±7.21	31.51±6.71
Treat 3	35.36±3.79 ^B	30.60±1.92 ^B	32.64±5.77	30.15±7.27	29.47±2.75
Treat 4	36.49±2.57 ^{ABa}	32.64±4.17 ^{ABab}	35.70±4.33 ^a	26.97±2.57 ^b	27.88±3.85 ^b

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

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

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

Table 14. Effects of different feeding period and levels of dietary CLA on sensory properties of pork loins during storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage(days)					
	2	5	8	11	14	
Color	Control	5.13±1.13	4.63±0.74 ^C	4.88±0.64 ^B	4.50±0.76 ^B	4.63±0.74 ^B
	Treat 1	5.38±1.30	5.50±0.93 ^{BC}	5.25±0.89 ^B	5.37±0.74 ^A	5.38±1.19 ^B
	Treat 2	6.38±0.92	6.25±0.71 ^{AB}	5.50±0.76 ^B	5.50±0.93 ^A	6.38±0.74 ^A
	Treat 3	6.38±1.30	6.13±1.13 ^{AB}	6.75±0.46 ^A	6.25±0.71 ^A	6.38±0.74 ^A
	Treat 4	6.25±1.58	6.88±0.99 ^A	6.63±0.74 ^A	6.00±0.93 ^A	6.50±0.53 ^A
Drip loss	Control	4.75±1.03 ^c	6.50±0.53 ^{Aa}	5.25±0.46 ^{bc}	5.75±0.88 ^{ab}	5.25±1.16 ^{bc}
	Treat 1	4.13±1.25 ^b	5.25±0.71 ^{Ba}	5.38±0.74 ^a	5.63±0.52 ^a	5.38±1.30 ^a
	Treat 2	4.25±1.16	4.75±0.89 ^B	5.13±0.83	5.00±0.93	5.00±1.51
	Treat 3	3.38±1.51 ^b	4.88±0.83 ^{Ba}	5.50±1.07 ^a	5.50±1.31 ^a	4.63±1.30 ^a
	Treat 4	3.63±1.69 ^b	5.13±0.99 ^{Ba}	5.38±0.52 ^a	5.13±0.83 ^a	4.88±1.46 ^a
Marbling score	Control	5.00±0.00 ^D	5.00±0.00 ^C	5.00±0.00 ^D	5.00±0.00 ^B	5.00±0.00 ^B
	Treat 1	5.88±0.35 ^C	5.75±0.71 ^{BC}	5.50±0.53 ^{CD}	5.63±0.74 ^{AB}	5.50±0.76 ^B
	Treat 2	7.13±0.83 ^{Aa}	6.75±1.16 ^{Ab}	5.88±0.35 ^{BCb}	5.75±1.04 ^{ABb}	6.50±1.07 ^{Ab}
	Treat 3	6.63±0.52 ^{AB}	6.63±0.74 ^A	6.75±0.46 ^A	6.50±0.93 ^A	7.00±1.06 ^A
	Treat 4	6.38±0.52 ^{BCb}	6.38±0.74 ^{ABb}	6.13±0.83 ^{Bb}	5.88±0.83 ^{ABb}	7.38±0.92 ^{Aa}
Acceptability	Control	5.13±0.64 ^C	5.38±0.52 ^B	4.50±1.19	4.63±0.92 ^B	5.13±1.13
	Treat 1	6.25±1.04 ^B	6.13±0.35 ^B	5.25±1.67	5.88±0.83 ^A	5.25±1.39
	Treat 2	6.88±1.25 ^{ABab}	7.38±1.06 ^{Aa}	5.75±1.39 ^b	5.75±1.04 ^{Ab}	6.00±1.07 ^b
	Treat 3	7.25±0.71 ^{Aa}	7.13±0.83 ^{Aa}	5.75±1.04 ^b	6.38±1.06 ^{ABab}	6.50±1.31 ^{ab}
	Treat 4	7.25±0.71 ^{Aab}	7.50±1.31 ^{Aa}	5.75±1.16 ^c	6.13±1.25 ^{Abc}	6.50±1.20 ^{abc}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 3.

^{AB} 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 $p < 0.05$.

(Eggert et al., 1999; Larsen et al., 1999; Wiegand et al., 1999). 이와 같은 결과는 돈육 품질개선에 CLA 급여가 많은 영향을 미칠 것으로 사료된다.

전체적인 기호성은 저장 2, 5, 11일에서 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 유의적으로 높은 기호성을 보였으며, CLA 급여 처리구 간에는 CLA 급여기간과 급여량이 증가할 수록 높은 기호성을 보였다. 이와 같은 결과는 CLA 급여 처리구가 대조구에 비하여 육색 및 근내 지방축적 정도에서 높은 평가를 받아 전체적인 기호성에 영향을 미친 것으로 사료된다. Dugan 등(1999)은 급여되는 사료중량에 CLA를 2% 첨가하여 급여하였을 때 육색에는 아무런 영향을 미치지 않았으며, 또한 기호성 증진에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였는데, 본 연구에서는 기계적인 측정이지 않고 육안적인 측

정이라 다소 결과에 차이가 생긴 것으로 사료된다.

CLA는 무취의 지질이기 때문에 어유와 같은 비린내와 이취가 육내에 침착되는 것이 아니기 때문에 육내에 전이되는 냄새는 거의 없으며, 또한 CLA가 기능성 물질이 함유된 지질 원이기 때문에 육색, 조직감 및 관능적 특성에는 영향을 미치지 않으면서 항암효과(Ha et al., 1987; Belury, 1995; Doyle, 1998; Fitch, 1996; Ip et al., 1994), 항산화효과(Ha et al., 1998; Lee et al., 1999; Park et al., 1998, 1999), 동맥경화억제(Nicolosi et al., 1997; Lee et al., 1994), 면역성증강(Cook et al., 1993; Miller et al., 1994), 콜레스테롤 저하(Lee et al., 1994), 당뇨병의 예방 및 치료(Houseknecht et al., 1998) 등의 생리활성 효과가 축적된 기능성 육을 생산할 수 있다고 사료된다. 최근 연구에서 Park 등(1998, 1999)과 Lee 등(1999)은 CLA를

단위가축인 닭에게 급여하였을 때 이화학적, 관능적 및 조직적 특성에 아무런 문제없이 CLA를 체내에 축적하는 것이 가능하다고 보고하였다.

요 약

Conjugated linoleic acid(CLA)를 비육돈에 급여하여 비육돈 체조직내에 CLA를 축적시키고, CLA가 축적된 돈육의 품질 특성에 대한 연구를 수행하였다. 대조구는 80~110 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 사료함량에 CLA를 2.5% 첨가하여 급여하였다. 처리구 3은 사료함량에 1.25% CLA를 첨가하여 4주간 급여하였으며, 처리구 4는 2.5% CLA를 4주간 급여하였다. 급여기간이 끝난 후 일괄적으로 함양도측장에서 도축하여 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 14일간 저장하면서 각 실험항목을 조사하였다. 저장기간에 따른 돈육등심의 일반성분, 이화학적 특성 및 관능평가 등을 조사하여 CLA가 축적된 돈육의 저장기간에 따른 품질특성을 규명하고자 하였다. pH 변화를 보면 전 저장기간동안 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 유의적으로 높은 pH를 보여($p<0.05$) CLA 급여가 pH 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 pH 변화에서 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 pH가 증가하는 경향을 보였다. CLA 급여 수준과 급여기간이 등심근내 조지방 함량에는 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며($p<0.05$), 대조구와 CLA 급여 처리구간에는 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 높은 조지방 함량을 보였다($p<0.05$). 보수성은 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 높은 경향을 보였다. 저장 초기에는 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 유의적으로($p<0.05$) 낮은 육즙손실을 보였으며, 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 육즙손실이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. CLA 급여수준과 급여기간이 육색과 총육색소 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 관능적 특성평가 중 육색과 육즙침출은 대조구와 비교하여 CLA 급여 처리구가 유의적인 차이가 없었으나, 근내지방 축적 정도와 전체적인 기호성은 대조구에 비하여 CLA 급여 처리구가 유의적으로 높은 평가를 받았다($p<0.05$).

참고문헌

1. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

2. Aydin, R., Pariza, M. W., and Cook, M. E. (2001) Olive oil prevents the adverse effects of dietary conjugated linoleic acid on chick hatchability and egg quality. *J. Nutr.* **131**(3), 800-806.
3. Bartholmew, D. T. and Blumer, J. N. (1977) Microbial interactions in country-style hams. *J. Food Sci.* **42**, 498.
4. Belury, M. A. (1995) Conjugated dienoic linoleate: a polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutr. Rev.* **53**, 83-89.
5. Bendall, J. R. and Swatland, H. J. (1988) A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* **24**, 85-126.
6. Cannon, J. E., Morgan, J. B., Heavner, J., McKeith, F. K., Smith, G. C., and Meeker, D. L. (1995) Pork quality audit: A review of the factors influencing pork quality. *J. Muscle Foods* **6**, 369-402.
7. Chan, W. K. M., Faustman, C., and Renner, M. (1996) Model system for studying pigment and lipid oxidation relevant to muscle based foods. In *Natural antioxidants, chemistry, health effects and application*. Fereidoon Shahidi(Ed.), Ch. 20, ACDS Press, Champaign, Illinois, pp. 319-330.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Deymer, D. I. and Vandekerckhove, P. (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci.* **3**, 161.
12. Doyle, E. (1998) Scientific forum explores CLA knowledge. *Inform* **9**, 69-73.
13. 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.
14. 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.
15. Dunshea, F. R., Ostrowska, E., Luxford, B., Smits, R. J., Campbell, R. G., D'Souza, D. N., and Mullan, B. P. (2002) Dietary conjugated linoleic acid can decrease backfat in pigs housed under commercial conditions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **15**(7), 1011-1017.
 16. 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.
 17. 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) Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on the growth, carcass composition and pork quality of two genotypes of lean gilts. *J. Anim. Sci.* **77**(1), 178.
 18. Fitch, H. B. (1996) Conjugated linoleic acid offers research promise. *Inform* **7**, 152-159.
 19. 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.
 20. 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.
 21. Ha, Y. L., Park, G. B., Kang, S. J., Shim, K. H., and Kim, J. O. (1998) Newly recognized multifunctional fatty acids for the production of high quality meat, fish and agricultural products. Report of Ministry of Agriculture and Forestry, pp. 1-314.
 22. 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.
 23. Holly, R. A., Garipey, C., Delaquis, P., Doyon, G., and Gagnon, J. (1994) Static controlled(CO₂) atmosphere packaging retail ready pork. *J. Food Sci.* **59**(6), 1296.
 24. Honikel, K. O. (1987) How to measure the water-holding capacity of meat. Recommendation of standardised methods. In *Evaluation and control of meat quality in pigs*, Tarrent, P. V., Eikelenboom, G., and Monin, G.(eds.), Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 129-142.
 25. Hornsey, H. C. (1956) The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.* **7**, 534-540.
 26. 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. Comm.* **244**, 678-682.
 27. 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.
 28. Ip, C., Scimeca, J. A. and Thompson, H. J. (1994) Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. *Cancer.* **74**, 1050-1054.
 29. 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, color and water-holding capacity of pork loin. *J. Anim. Sci.* **80**, 108-112.
 30. Larsen, S. T., Wiegand, B. R., Jr. Parris, F. C., and Sparks, J. C. (1999) Effects of CLA supplementation on ham quality characteristics of crossbred growing-finishing barrows. *J. Anim. Sci.* **77**(1), 47.
 31. Lee, J. I., Joo, S. T., Park, T. S., Shin, T. S., Ha, Y. L., and Park, G. B. (1999) Changes in physico-chemical properties of accumulated broiler by conjugated linoleic acid(CLA) during cold storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **19**(1), 88-99.
 32. Lee, K. N., Kritchevsky, D., and Pariza, M. W. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis.* **108**, 19-25.
 33. McCaw, J., Ellis, M., Brewer, M. S., and McKeith, F. K. (1997) Incubation temperature effects on physical characteristics of normal, DFD and halothane carrier pork longissimus. *J. Anim. Sci.* **75**, 1547-1552.
 34. Melo, T. S., Blumer, T. N., Swaisgood, M. E., and Monroe, R. J. (1974) Cateptic enzyme activity in aged country-style hams as influenced by precuring treatments. *J. Food Sci.* **39**, 511.
 35. 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.
 36. 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-ML-FT-IR spectroscopy. *J. Chromatogr. Sci.* **29**, 324-330.
37. 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 atherosclerosis in hamsters. *Circulation* 88 suppl. 2458.
38. 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.
39. Offer, G. 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.* **30**, 157-169.
40. 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.
41. Pariza, M. W. (1997) Conjugated linoleic acid a newly recognised nutrient. *Chem. Ind.(London)* **12**, 464-466.
42. Park, G. B., Lee, J. I., Ha, Y. L., Kang, S. J., Jin, S. K., and Joo, S. T. (1998) Effect of conjugated linoleic acid on Fatty acid composition and lipid oxidation of egg yolk. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **18**(4), 339-347.
43. Park, G. B., Lee, J. I., Park, T. S., Kim, J. H., Shin, T. S., Kang, S. J., Ha, Y. L., and Joo, S. T. (1999) Effects of dietary conjugated linoleic acid(CLA) on cholesterol and CLA content of egg yolks. *Kor. J. Ani. Sci.* **41**(1) , 65-74.
44. 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.
45. Park, Y., Albright, K. J., Storkson, J. M., Cook, M. E., and Pariza, M. W. (1999) Changes in body composition during feeding and withdrawal of dietary conjugated linoleic acid. *Lipids* **34**, 243-248.
46. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.
47. Sutton, D. (1997) Studies on the Napole gene and pork quality. Ph. D. dissertation, Univ. of Illinois, Urbana, IL.
48. Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Russell, R. L. (1993) Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with *longissimus lumborum*. *Meat Sci.* **33**, 359-372.
49. Wiegand, B. R. Jr., Parrish, F. C., and Sparks, J. C. (1999) Effects of CLA supplementation on pork quality characteristics in crossbred growing-finishing barrows. *J. Anim. Sci.* **77**(1), 47.
50. 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.

(2003. 8. 8. 접수 ; 2003. 9. 16. 채택)