

## Conjugated Linoleic Acid(CLA)가 우육패티의 지방산화에 미치는 효과

예병화 · 주선태 · 이재룡 · 신태순\* · 김영환\*\* · 이정일\*\*\* · 박구부  
경상대학교 축산과학부, \*밀양대학교 축산학과, \*\*순천대학교 식품공학과,  
\*\*\*축산진흥연구소

### Effects of Conjugated Linoleic Acid on Oxidation of Lipid in Beef Patties during Cold Storage

B. H. Ye, S. T. Joo, J. R. Lee, T. S. Shin\*, Y. H. Kim\*\*, J. I. Lee\*\*\* and G. B. Park

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

\* Department of Animal Science, Miryang National University

\*\* Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Suncheon National University

\*\*\* Institute for Development of Livestock Production

#### Abstract

This study investigated the effects of conjugated linoleic acid(CLA) on oxidation of lipid in beef patties during cold storage and simple correlation of TBARS was investigated the effects of pork loin were replaced with CLA 5% by CLA concentrations during refrigerated storage for 11 days. This study investigated the effect of beef patties supplemented with 0, 0.5, 1 and 2% of CLA on pH, TBARS, fatty acid composition and CLA concentrations during refrigerated storage for 13 days. The simple correlation of TBARS was higher( $p < 0.001$ ) than control. This suggests that lipid oxidation is delayed during storage periods according to accumulate the CLA in the meat. The pH changes of beef patties accumulated the CLA were significantly increased in the total treatments during storage periods. CLA treatments had significantly higher( $P < 0.05$ ) pH value than control, and pH of samples trends to increase so that contents of CLA was increase. The changes of TBARS were significantly increased in the total treatments according to pass storage periods. Comparing with treatments, CLA treatments showed significantly lower TBARS than control. These date suggests that CLA have antioxidation reaction. Fatty acid composition of CLA beef patties relatively lower than other fatty acid composition according to increase CLA supplements. The changes of CLA contents were significantly increased according to increase CLA supplements.

In conclusion, this study suggests that CLA have influence on oxidation safety by inhibit the lipid oxidation. It is possible that meat products of high function make through CLA.

Key words : conjugated linoleic acid, oxidation, beef patty, fatty acid.

#### 서 론

Conjugated linoleic acid(CLA) 연구에 대한 관심사는 몇몇 실험 동물의 연구가 지속되면서 지난 몇 년 동안에 급격히 증가되었으며, 그리고 *in vitro* 연구들에서 CLA는 인체 건강에 많은 도움을 주는 생리적인 활성을 가진 화합물

이라고 밝혀졌다<sup>(1)</sup>. 다기능성 지질 신소재인 CLA는 항암작용<sup>(2~10)</sup>과 항산화작용<sup>(3,11~14)</sup>을 하는 생리활성 물질이라고 보고되고 있다. Ha 등<sup>(3)</sup>은 CLA를 다른 항산화제들과 비교한 연구에서  $\alpha$ -tocopherol 보다 항산화 능력이 뛰어나고, 식품보존제로 널리 사용되는 합성항산화제인 BHT와 비슷한 항산화 효과가 나타났다고 보고하였다. Benzamin 등<sup>(15)</sup>은 인지질에 혼합된 *cis*-9, *trans*-11 CLA가 12-tetradecanoyl-phorbol-13-acetate(TPA)와 이의 수용체인 protein kinase C(PKC)의 결합을 방해하기 때

Corresponding author : G. B. Park, Meat Science Laboratory, Division of Animal Science, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea.

문이다. PKC는 세포내에서 superoxide의 생성을 조절하기 때문에, CLA는 직접적인 항산화제로서 작용할 뿐만 아니라, 간접적인 항산화제로서 작용한다고 보고하였으며, 또한 CLA가 mouse embryo fibroblast cell culture에서 benzo( $\alpha$ )pyrene(BP) 대사에 크게 영향을 미쳤다고 보고하였다. 즉 CLA는 활성화된 BP가 macromolecule(DNA, RNA 및 protein)의 부가 생성물 형성을 저하시킨 반면 intra-cellular에 water-soluble BP(detoxified BP)량을 증가시켰다고 보고하여 CLA의 항산화성을 한층 더 입증하였다.

*In vivo* 및 *in vitro*에서 얻어진 분광 광도계의 결과에 의하면 CLA 분자내 이중결합을 중심으로 일어난 항산화 물질인 "beta-hydroxy acrolein"은 CLA 유도체의 주요한 항산화 활성을 나타내는 물질이며<sup>(3)</sup>, 이러한 CLA의 beta-hydroxy acrolein 유도체는 beta-hydroxy acrolein 부분의 enolization에 의해 항산화성을 나타낼 뿐만 아니라, 두 분자의 beta-hydroxy acrolein 유도체는 한분자의 전이금속을 킬레이팅 함으로서 항산화 효과를 내기도 한다고 보고하였다. 또한 beta-hydroxy acrolein 형태의 항산화제는 eucalyptus 잎의 wax 중에 존재함이 밝혀졌고, CLA 분자내에 있는 공역 이중결합 그 자체도 철과 같은 전이금속을 킬레이팅한다<sup>(16)</sup>. 그러나 Yurawecz 등<sup>(14)</sup>은 CLA가 *in vitro* 상태에서 furan fatty acid 유도체로 변화하여 항산화 역할을 한다고 보고하였고, CLA를 feeding한 연구<sup>(17,18)</sup>에서는 조직의 POV 또는 TBARS 값을 측정할 결과 대조구보다 낮아져 항산화력을 가진다고 보고하였으며, 최근에는 이러한 CLA를 돈육에 축적시킴으로써 지방산화억제 및 저장기간을 연장 등에 관한 연구들이 보고되고 있다<sup>(3,19)</sup>.

본 연구에서는 고품질의 육 및 고기능성 육 제품의 생산 가능성을 제시하기 위해 돈육에 CLA를 축적시킨 후 지방산화의 변화를 관찰하여 단순 상관관계를 규명하였으며, CLA를 이용하여 우육 패티를 제조하여 저장기간에 따른 pH, TBARS, 지방산 조성 및 CLA 함량을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

#### 1) CLA 제조 방법

돼지 사료에 사용된 CLA는 corn oil을 이용하였고, 한우육 패티에는 두산바이오(주)에서 linoleic acid(DS-LA95 순도 95%)를 구입하여 Ha 등<sup>(2)</sup>에 의한 방법으로 CLA를 합성하여 제조한 것을 이용하였다. CLA의 제조는 1,500 ml round flask에 ethylene glycol을 600 ml 넣어서 190°C까지 가열한 다음 165°C까지 식혀서 KOH를 75g 녹였다. 다시 180°C까지 가열한 후 DS-LA95를 300g 넣은 후 질소를 충전하면서 180°C에서 1시간 동안 가열하였다. 상온에서 방냉한 후, methanol 300 ml을 넣고 교반하였다. 6N-HCl 600 ml로 중화시킨 후, 분별 깔대기에서 기름층과 methanol을 회수하였다. 회수된 용액에 hexane 300 ml를 넣은 후, 증류수를 300 ml씩 세 번 수세한 다음 상층의 hexane과 CLA를 회수하여 rotary vacuum evaporator에서 3시간 동안 용매를 회수하여 CLA만을 추출한 다음 4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(in methanol)으로 methylation 시켜서 GLC로 확인을 하였다. Fig. 1은 합성된 CLA의 GLC 확인 결과를 나타내었다. 분석조건은 GLC(gas liquid chromatography HP5890+)에서 Table 2와 같은 조건에서 분석하였다.

#### 2) CLA 돈육생산

본 실험의 시험구는 비육말기 출하 4주전부터(90±5kg) 돼지 48마리(교잡종)에 CLA(corn oil로 합성한, 순도 56%)를 5% 대체 급여한 후 도축하여 채취된 등심을 4°C 냉장고에서 11일간 저장하면서 실험에 공시하였다. 조사항목은 CLA 함량과 지방산화 정도(TBARS)를 측정하였다. 여기서 조사된 결과를 이용하여 CLA 함량에 대한 단순상관도를 조사하였다.

#### 3) CLA 우육 패티의 제조

일반 식육소매판매점에서 한우 냉장 흉두께살(Semitendinos)과 우지를 구매하여 사용하였다. 흉두께살과 지방을 항온실(4±1°C)에서 정형한 후, 3mm plate의 chopper로 두 번씩 분쇄하여 충분히 발색시켰다. CLA의 혼합은 60°C의 항온수조에서 증탕조건으로 우지를 2분

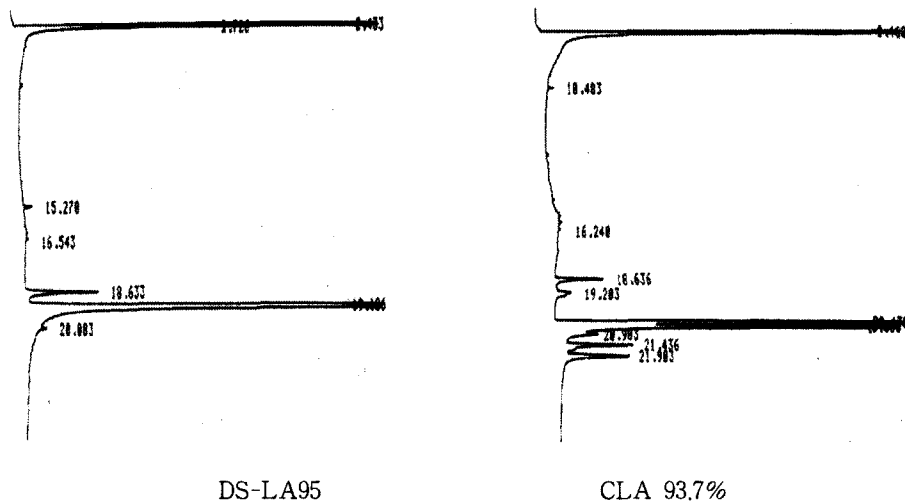


Fig. 1. Gas chromatogram of 95% LA and 93.7% CLA(c9,t11-CLA and t10,c12-CLA).

Table 1. Formulation of CLA patties

Treatments	Lean meat(%)	Fat(%)	
		Tallow	CLA
Control	90	10	0
0.5% CLA	90	9.5	0.5
1% CLA	90	9	1
2% CLA	90	8	2

간 용해한 후, CLA의 대체 수준(0%, 0.5%, 1%, 2%)에 따라 Table 1과 같이 혼합하였다. 혼합 후 약 120g씩 성형하여 랩으로 포장한 다음 냉장고(4±0.5°C)에 보관하면서 실험에 공시하였다.

실험방법

1) pH

시료 10g을 증류수 90ml와 함께 homogenizer(IKA model T-25 Basic, Malaysia)로 13,000 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(ORION model 520A U.S.A.)로 5반복 측정하였다.

2) 지방산패도(TBARS: thiobarbituric acid reactive substances)

지방산산화물의 측정은 Burge와 Aust<sup>(20)</sup>의 방

법으로 시료 5g에 BHA 50 µl와 증류수 15ml를 가해 homogenizer(IKA model T-25Basic, Malaysia)로 13,000rpm에서 10초간 균질화시켰다. 균질액 2ml에 TBA/TCA 혼합용액 4ml를 넣고 교반기에서 10초간 혼합 후 90°C water bath에서 15분간 가열하였다. 냉각수로 식힌 후 3,000rpm에서 원심분리(Hanil model Union 5kr, Korea)를 10분간 시킨 후 상층을 회수하여 spectrophotometer(Spectronic model Genesys 5, U.S.A.) 531nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같은 계산식에 의해서 나타내었다.

$$TBARS = \text{Absorbance} \times 5.88$$

3) 지방추출

지질은 Folch 등<sup>(21)</sup>의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 30g에 Folch 용액(CHCl<sub>3</sub> : CH<sub>3</sub>OH = 2 : 1) 180 ml와 BHA 50 µl를 넣고 homogenizer(NISSEI model AM-7 Japan)로 1분간 균질화 한 현탁액을 Whatman No.1으로 여과한 다음 0.88% NaCl을 50 ml첨가하여 30초간 흔들어 혼합하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상층을 aspirator로 제거하고 하층은 sodium sulfate를 첨가하여 Whatman No. 1 여과지로 여과하면서 잔류수분을 흡착하여 제거하였다. 추출물은 농축기(Zymark model TurboVap 500, U.S.A.)에서

**Table 2. GLC conditions for analysis of fatty acid**

Item	Condition
Instrument	HP 5890+ Chromatography
	Sulpecowax 10 fused silica
Column	capillary column, 60m × 0.32 id
Temperature program	10°C/min
Detector	Flame Ionization Detector(FID)
Initial temperature	50°C
Initial time	1min
Final temperature	200°C
Final time	40min
Injector temperature	260°C
Detector temperature	260°C
Carrier gas	He
Split ratio	90 : 1
Intergrator	HP 3396 Series III

농축시키고, N<sub>2</sub> 존재하에서 남은 용매를 제거하였다.

#### 4) 지방산 분석

Folch 등<sup>(21)</sup>의 방법으로 추출한 지질 80mg을 teflon-lined screw-cap tube(20ml)에 넣고 내부표준 물질인 tricosanoic acid(in methanol 0.4mg/ml)를 1ml, 4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(in methanol) 1ml를 넣은 다음 90°C에서 10분간 methylation시켰다. 상온에서 방냉한 후 hexane을 2ml 넣고 증류수 5ml 첨가한 다음 교반 후 층분리를 하였다. Sodium sulfate를 이용하여 상층의 수분을 흡착하여 제거한 후, GC vial(1.5ml)에 상층액 1ml를 취하여 넣었다. 이를 GLC(gas liquid chromatography HP5890+)에서 Table 2와 같은 조건에서 분석하였다.

#### 통계처리

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC<sup>(22)</sup>를 이용하여 분산분석, Duncan의 다중검정 및 단순 상관관계를 조사하였다.

### 결과 및 고찰

돈육내 CLA 함량이 지방산화에 미치는 효과  
CLA가 첨가된 사료를 급여하여 생산한 돈

**Table 3. The simple correlation coefficient between CLA content and TBARS of pork loin during cold storage**

Measurement	Storage days at 4°C	
	2 days	11 days
TBARS <sup>1)</sup>	-0.683*** <sup>2)</sup>	-0.804***

<sup>1)</sup>TBARS : Thiobarbituric acid reactive substances.

<sup>2)</sup>\*\*\*: p<0.001.

육 등심을 4°C의 냉장고에서 11일간 저장하면서 CLA의 함량에 따른 TBARS의 단순 상관관계를 Table 3에 나타내었다.

냉장저장 중 돈육 내 CLA 함량과 지방산패도(TBARS)의 단순 상관관계는 저장 2일에 -0.683(p<0.001), 저장 11일에 -0.804(p<0.001)의 값을 나타내었다. 이러한 결과는 돈육 내 CLA가 축적되면 지방산화가 억제되며, 저장기간이 길어질수록 CLA의 지방산화 억제효과가 높다는 것을 의미한다. 식육 및 계란에 CLA가 축적되면 CLA를 급여하지 않은 것에 비하여 저장기간 중 지방산화가 억제된다고 한 박 등<sup>(18)</sup>과 이 등<sup>(19)</sup>의 결과와 유사하였다.

CLA가 첨가된 우육 패티의 지방산화에 미치는 효과

#### 1) pH의 변화

첨가되는 지질에 CLA 수준을 달리하여 우육 패티를 제조한 후 4°C 냉장고에서 13일간 저장하면서 pH의 변화를 Table 4에 나타내었다.

CLA의 처리구가 대조구에 비교해서 유의적으로 높은 pH를 나타내었고(p<0.05), CLA 첨가수준이 증가할수록 유의적으로 높은 pH를 보였다(p<0.05). 저장기간에 따른 비교에서 저장 1일보다 저장 13일에서 모든 처리구의 pH가 유의적으로 증가하였다(p<0.05). CLA 첨가구가 대조구에서 측정된 pH 보다 높은 pH 5.8 수준으로 나타남으로써 지질에 대체한 CLA 수준이 높을수록 pH가 상승하는 결과를 얻었는데, 이는 첨가되는 CLA의 pH가 중성인 pH 7.0 내외로 높기 때문에 pH가 증가하는 것으로 사료된다. 또한 CLA가 pH를 증가시키므로서 이화학적 특성에 좋은 효과를 가져올 것

Table 4. Changes in pH of CLA beef patties during cold storage at 4°C

Treatment	Storage days				
	1	4	7	10	13
Control	5.46±0.01 <sup>Cd</sup>	5.56±0.01 <sup>Da</sup>	5.54±0.01 <sup>Db</sup>	5.56±0.01 <sup>Da</sup>	5.52±0.02 <sup>Dc</sup>
0.5% CLA	5.47±0.03 <sup>Cd</sup>	5.63±0.01 <sup>Cbc</sup>	5.60±0.00 <sup>Cc</sup>	5.65±0.01 <sup>Cb</sup>	5.71±0.05 <sup>Ca</sup>
1% CLA	5.53±0.04 <sup>Bd</sup>	5.69±0.02 <sup>Bc</sup>	5.68±0.01 <sup>Bc</sup>	5.73±0.03 <sup>Bb</sup>	5.78±0.03 <sup>Ba</sup>
2% CLA	5.67±0.02 <sup>Ac</sup>	5.78±0.01 <sup>Ab</sup>	5.80±0.01 <sup>Ab</sup>	5.87±0.02 <sup>Aa</sup>	5.86±0.04 <sup>Aa</sup>

<sup>A,B,C,D</sup>Mean±SD with difference superscript in the same column are significantly different(p<0.05).

<sup>a,b,c,d</sup>Mean±SD with difference superscript in the same row are significantly different(p<0.05).

으로 사료된다.

저장기간의 경과에 따른 변화에서는 모든 처리구의 pH가 유의적으로 증가하는 결과를 보였는데(P<0.05), 이는 저장기간 동안 단백질 등이 분해되면서 발생하는 유리아미노산의 생성, 단백질 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소, 암모니아의 생성, 아미노산의 분해로 인한 염기성기들과 또한 저장 중에 산패 정도가 높아질수록 식육의 pH는 높아지는 경향을 보인다는 보고와 유사하였다<sup>(23)</sup>.

## 2) 지방산패도(TBARS)의 변화

CLA 우육 패티를 제조한 후 4°C 냉장고에서 13일 동안 저장하면서 지방 산화의 정도를 알아보려고 TBARS를 결과를 Table 5에 나타내었다.

TBARS값은 대조구에 비해서 CLA 처리수준이 증가할수록 낮게 나타났으며(p<0.05), 저장기간이 증가할수록 모든 처리구에서 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 저장 1일에 대조구는 0.310, 0.5% CLA 처리구는 0.304, 1% CLA 처리구는 0.288, 2% CLA 처리구는 0.272 mg/kg으로 큰 차이는 없었지만, 저장 13일에서의

TBARS 값은 대조구 0.563에 비해 2% CLA 처리구가 0.495 MA mg/kg으로 유의적으로 낮게 나타났으며(p<0.05), 전 저장기간 동안 2% CLA 처리구가 유의적으로 가장 낮은 지방산패도를 나타내었다(p<0.05). 이러한 결과는 CLA가 이중결합을 두 개나 가지고 있는 지질 이면서도 지방산화에 안정한 물질이며, Ha 등<sup>(3)</sup>은 CLA의 항산화력이  $\alpha$ -tocopherol 보다 항산화 능력이 뛰어났다고 보고하였으며, *In vivo* 및 *in vitro*에서 얻어진 분광광도계 결과에 의하면 CLA 분자내 이중결합을 중심으로 일어나는 항산화 물질인 "beta-hydroxy acrolein"은 CLA 유도체가 주요한 항산화 활성을 나타내는 물질이며, 두 분자의 beta-hydroxy acrolein 유도체는 한 분자의 전이 금속을 킬레이트 함으로써 항산화 효과를 가진다고 보고한 바 있다. 또한 CLA를 사료로 급여한 연구<sup>(17,18)</sup>에서 조직의 POV 또는 TBARS 값을 측정된 결과와 일치하며, Yurawecz 등<sup>(14)</sup>은 CLA가 폐놀계 항산화제처럼 쉽게 전자와 수소를 줄 수 있으며, CLA 유리라디칼 중간물은 불안정하며, 게다가 산화적인 분해를 받는다. 그리고 산화되는 동안 furan fatty acid형으로 되어

Table 5. Changes in TBARS of CLA beef patties during cold storage at 4°C

Treatment	Storage days				
	1	4	7	10	13
Control	0.310±0.007 <sup>Ae</sup>	0.371±0.009 <sup>Ad</sup>	0.417±0.021 <sup>Ac</sup>	0.508±0.015 <sup>Ab</sup>	0.563±0.020 <sup>Aa</sup>
0.5% CLA	0.304±0.009 <sup>ABd</sup>	0.358±0.012 <sup>ABc</sup>	0.372±0.006 <sup>Bc</sup>	0.478±0.036 <sup>Ab</sup>	0.545±0.005 <sup>ABa</sup>
1% CLA	0.288±0.010 <sup>BCd</sup>	0.338±0.011 <sup>Bc</sup>	0.363±0.015 <sup>Bc</sup>	0.465±0.024 <sup>ABb</sup>	0.525±0.012 <sup>Ba</sup>
2% CLA	0.272±0.016 <sup>Ce</sup>	0.310±0.011 <sup>Cd</sup>	0.332±0.005 <sup>Cc</sup>	0.425±0.002 <sup>Bb</sup>	0.495±0.008 <sup>Ca</sup>

<sup>A,B,C,D</sup>Mean±SD with difference superscript in the same column are significantly different(p<0.05).

<sup>a,b,c,d</sup>Mean±SD with difference superscript in the same row are significantly different(p<0.05).

system내에 존재하는 기질이 O<sub>2</sub>에 대해 경쟁을 하는 것으로 보고하였다. 따라서 육제품에 CLA를 첨가한다면 항암성을 가진 고품질의 육제품을 생산할 수 있고, 지방산화를 지연시켜 저장성에도 좋은 효과를 가져 올 것으로 사료된다.

### 3) 지방산 조성의 변화

CLA 우육 패티를 제조한 후 4°C 냉장고에서 13일 동안 저장하면서 지방산 조성의 변화를 나타낸 결과는 Table 6에 나타내었다. 지방산 분석조건은 GLC(gas liquid chromatography HP5890+)에서 Table 2와 같은 조건에서 분석하였으며, 정량 분석은 internal standard를 methylation시 규정농도의 heptadecanoic acid(C17:0)를 첨가하여 구하였다.

CLA 첨가 유·무와 첨가량에 따른 우육 패티의 지방산 조성의 변화는 대조구에 비하여 CLA를 첨가함으로써 많은 조성의 변화가 있었다. 일반적으로 살아있는 단위가축에게 CLA를 급여하면 지방산 조성이 대조구에 비하여 CLA 급여구가 포화지방산인 palmitic acid의 함량은 증가하고 반면 불포화지방산인 oleic acid는 감소하는 특징을 나타내었는데, 이는 CLA가 지방산 합성 과정에서 포화지방산을 불

포화지방산으로 만드는 Δ9 desaturase의 활성을 저해한 결과라고 보고하였다<sup>(13)</sup>. 또한 Cook 등<sup>(24)</sup>과 Miller 등<sup>(25)</sup>은 CLA가 조직내 arachidonic acid의 함량을 낮춘다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 CLA 육이 아닌 육제품 제조시 지방량을 줄이고 CLA를 대체하였기 때문에 단위 지방 중 CLA 첨가량이 증가할수록 상대적으로 다른 종류의 지방산 함량이 감소하는 결과를 보였다. 전체적으로 myristic acid의 함량은 CLA 첨가량에 크게 영향을 받지 않았지만 myristic acid를 제외한 모든 지방산들이 CLA첨가량이 증가할수록 상대적으로 감소하였다(P<0.05).

저장기간에 따른 각 처리구의 지방산 조성의 변화는 저장기간이 경과하여도 각각의 지방산들의 함량에는 큰 변화가 없는 결과를 얻었다. 이는 지질을 분획하여 조사한 결과가 아니고 전체 지방산 조성을 구한 값이기 때문에 함량의 변화에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 4) CLA 함량의 변화

CLA 우육 패티를 제조한 후 4°C 냉장고에서 13일 동안 저장하면서 CLA 함량의 변화를 나타낸 결과는 Fig. 2에 나타내었다.

Table 6. Changes in fatty acid compositions of CLA beef patties during 13 days storage at 4°C

Storage Days	Treatment	Fatty acid							
		C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	CLA	C20:4
1	Control	39.83±0.94 <sup>C</sup>	258.80±3.16 <sup>A</sup>	43.61±2.01 <sup>AB</sup>	162.54±0.41 <sup>B</sup>	382.96±7.75 <sup>A</sup>	86.91±2.14 <sup>A</sup>	trace <sup>D</sup>	25.34±1.78 <sup>A</sup>
	0.5% CLA	38.21±1.30 <sup>C</sup>	253.89±1.02 <sup>A</sup>	45.08±1.51 <sup>A</sup>	168.54±1.45 <sup>A</sup>	345.23±12.17 <sup>C</sup>	78.10±2.06 <sup>B</sup>	47.12±5.42 <sup>C</sup>	22.56±0.08 <sup>B</sup>
	1% CLA	45.54±0.47 <sup>A</sup>	230.48±5.13 <sup>B</sup>	43.08±0.33 <sup>B</sup>	159.70±1.44 <sup>C</sup>	364.45±4.07 <sup>B</sup>	54.7±1.48 <sup>C</sup>	89.69±5.00 <sup>B</sup>	11.51±0.28 <sup>C</sup>
	2% CLA	42.50±0.96 <sup>B</sup>	210.50±2.31 <sup>C</sup>	40.34±2.20 <sup>C</sup>	148.70±1.33 <sup>D</sup>	325.46±3.91 <sup>D</sup>	43.41±0.52 <sup>D</sup>	190.25±4.05 <sup>A</sup>	8.45±0.16 <sup>D</sup>
7	Control	39.30±4.98 <sup>B</sup>	273.91±4.48 <sup>A</sup>	40.43±1.08 <sup>B</sup>	180.24±0.71 <sup>A</sup>	371.72±1.18 <sup>A</sup>	72.28±2.30 <sup>B</sup>	trace <sup>D</sup>	22.12±0.39 <sup>A</sup>
	0.5% CLA	38.00±1.57 <sup>B</sup>	257.32±0.95 <sup>B</sup>	43.98±0.68 <sup>A</sup>	167.54±0.62 <sup>B</sup>	350.10±1.02 <sup>C</sup>	75.06±0.78 <sup>A</sup>	49.45±1.62 <sup>C</sup>	21.32±1.09 <sup>B</sup>
	1% CLA	44.13±5.00 <sup>A</sup>	230.50±28.68 <sup>C</sup>	42.84±4.86 <sup>A</sup>	160.20±18.13 <sup>C</sup>	365.40±1.63 <sup>B</sup>	54.20±1.28 <sup>C</sup>	87.62±9.71 <sup>B</sup>	12.30±0.28 <sup>C</sup>
	2% CLA	44.12±0.22 <sup>A</sup>	215.60±7.30 <sup>D</sup>	39.45±0.83 <sup>B</sup>	150.60±1.97 <sup>D</sup>	317.50±3.84 <sup>D</sup>	41.50±1.45 <sup>D</sup>	188.23±12.90 <sup>A</sup>	8.12±1.12 <sup>D</sup>
13	Control	42.62±1.02 <sup>A</sup>	259.59±1.62 <sup>A</sup>	43.74±0.51 <sup>A</sup>	153.04±1.02 <sup>C</sup>	385.03±4.61 <sup>A</sup>	88.13±2.03 <sup>A</sup>	trace <sup>D</sup>	27.82±0.49 <sup>A</sup>
	0.5% CLA	39.06±1.20 <sup>B</sup>	255.47±6.65 <sup>A</sup>	44.85±0.83 <sup>A</sup>	163.75±0.73 <sup>A</sup>	350.48±3.13 <sup>B</sup>	77.24±2.60 <sup>B</sup>	48.56±9.19 <sup>C</sup>	20.45±0.24 <sup>B</sup>
	1% CLA	43.51±1.40 <sup>A</sup>	235.20±1.53 <sup>B</sup>	42.30±1.58 <sup>A</sup>	159.40±0.71 <sup>B</sup>	354.20±2.27 <sup>B</sup>	63.05±1.71 <sup>C</sup>	90.00±3.91 <sup>B</sup>	13.50±0.40 <sup>C</sup>
	2% CLA	44.90±0.91 <sup>A</sup>	215.60±2.08 <sup>B</sup>	38.61±1.40 <sup>B</sup>	151.21±1.08 <sup>C</sup>	315.20±1.90 <sup>C</sup>	40.81±1.05 <sup>D</sup>	186.12±1.11 <sup>A</sup>	8.13±0.08 <sup>D</sup>

A,B,C,D Mean±SD with difference superscript in the same column are significantly different(p<0.05).

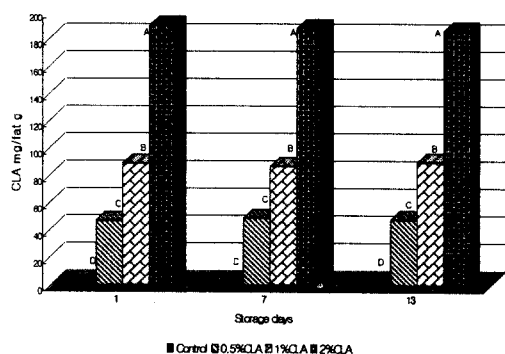


Fig. 2. Changes in CLA contents of CLA beef patties during 13 days cold storage at 4°C.

냉장저장 동안 CLA 우육 패티의 CLA 함량 변화는 전 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 아무런 변화가 없었는데 이와 같은 결과에 대해 Chin 등<sup>(26)</sup>이 CLA가 축적된 육을 이용하여 가공 육제품을 만들어 저장한 결과 총 CLA 함량에는 변화가 없었다고 보고와 유사한 결과이다. 한편, Ha 등<sup>(27)</sup>과 Shantha 등<sup>(28)</sup>은 치즈의 CLA 함량은 가공과정 중 증가될 수 있다고 보고하였다. 이는 발효육제품의 제조시 미생물에 의한 CLA 합성 가능성을 제시한 것이다. 그러나 최근 Jiang 등<sup>(29)</sup>은 Swedish 치즈의 숙성시 CLA의 농도에는 아무런 변화가 없었다고 보고하여 저장은 CLA 농도에 영향을 미치지 않는다고 보고한 Shantha 등<sup>(30)</sup>과 같은 결론을 내렸다. Shantha 등<sup>(31)</sup>은 4°C에서 7일간 저장된 가열된 분쇄우육에서 저장기간이 증가함에 따라 CLA 농도는 변하지 않아 CLA 농도는 가열과 저장에 의해 영향을 받지 않는다고 보고한 바 있다. Shantha 등<sup>(30)</sup>은 CLA는 화학적으로 안정된 성분으로 식품내 CLA의 농도는 원료내 존재량에 의해 좌우된다고 하였다. 본 연구결과는 육내 CLA 함량은 저장기간이 경과함에 따라 아무런 변화도 없는 것으로 나타났다.

CLA 첨가에 따른 처리구간의 비교에서 CLA를 첨가하지 않은 대조구는 CLA 함량이 거의 없었는데, 이러한 결과는 식육 내 CLA 축적을 위해서는 반드시 사료 내 CLA를 첨가시켜야 함을 의미한다. 일반적으로 단위가축에게 CLA를 급여하면 일정기간까지는 체내에서 세포막 흡수가 일정량까지는 가능하지만 일정

량 이상일 경우에는 세포막의 유동성을 변화시키지 않기 위해 과량으로 흡수된 CLA는 체내 대사에 이용된다고 보고하였다<sup>(32)</sup>. 그러나 본 연구에서는 다기능성 지질 신소재인 CLA를 제품 제조시 첨가하므로 CLA가 급여된 육보다 훨씬 많은 량의 CLA를 제품에 넣을 수 있어 고급 육제품으로의 생산이 가능할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 다기능성 지질신소재로 각광을 받고 있는 CLA를 육제품에 첨가하였을 때 지방의 산화를 억제시키는 효과에 대하여 연구하였다. 비육말기 돼지 사료에 CLA를 5% 첨가하여 생산한 돈육 등심을 4°C 냉장고에서 11일 동안 저장하면서 CLA 함량에 따른 지방산화 정도(TBARS)에 대한 단순 상관도를 조사하였으며, 또한 CLA를 우육 패티 제조에 0, 0.5, 1과 2%로 각각 첨가하여 제조한 후 4°C에서 13일 동안 저장하면서 pH, TBARS, 지방산 조성 및 CLA 함량을 조사하였다. TBARS의 단순상관도는 저장 11일째에  $-0.804(p<0.001)$ 으로 높은 상관관계를 나타낸 것으로 보아 CLA가 육내에 축적이 되면 저장 기간이 경과할수록 지방산화를 지연시키는 것으로 나타났다. CLA가 축적된 우육 패티를 냉장저장하면서 저장기간의 경과에 따른 pH의 변화는 전 처리구가 저장기간이 경과할수록 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 대조구에 비하여 CLA 첨가구가 유의적으로 높은 pH를 보였으며, 또한 CLA 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 증가하는 현상을 보였다( $p<0.05$ ). TBARS의 변화는 전 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 처리구간의 비교에서 대조구에 비하여 CLA 첨가구가 유의적으로 낮은 TBARS를 보였으며( $p<0.05$ ), 또한 CLA 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮은 TBARS를 보여 CLA가 항산화작용이 있음을 알 수 있다. CLA 우육 패티의 지방산 조성은 CLA 첨가량이 증가할수록 상대적으로 다른 종류의 지방산 함량이 감소하는 결과를 보였다. 저장기간의 경과에 따른 변화는 없었다. CLA 함량의 변화는 CLA 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며( $p<0.05$ ), 저장

기간이 경과하여도 아무런 변화가 없어 화학적으로 안정한 물질이라 사료된다.

이상의 결과에서 CLA는 지방산화를 억제시켜 산화 안정성에 효과가 있는 것으로 사료되며, CLA를 육제품 제조시 첨가할 경우 품질 보존 효과가 있음과 동시에 고기능성 육제품 생산이 가능하리라 사료된다.

### 참고문헌

1. Visonneau, S., Cesano, A., Tepper, S. A., Scimeca, J. A., Santoli, D. and Kritchevsky, D. : Conjugated linoleic acid suppresses the growth of human breast adenocarcinoma cells in mice. *Anticancer Res.*, 17, 969 (1997).
2. Ha, Y. L., Grimm, N. K. and Pariza, M. W. : Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8, 1881 (1987).
3. Ha, Y. L., Storkson, J. and Pariza, M. W. : Inhibition of benzo[ $\alpha$ ]pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.*, 50, 1097 (1990).
4. Ip, C., Chin, S. F., Scimeca, J. A. and Pariza, M. W. : Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.*, 51, 6118 (1991).
5. Ip, C., Scimeca, J. A. and Thompson, H. J. : Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. *Cancer*, 74, 1050 (1994a).
6. Ip, C., Singh, M., Thompson, H. J. and Scimeca, J. A. : Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.*, 54, 1212 (1994b).
7. Liew, C., Schut, H. A. J., Chin, S. F., Pariza, M. W. and Dashwood, R. H. : Protection of conjugated linoleic acids against 2-amino-3-methylimidazo [4,5-f] quinoline-induced colon carcinogenesis in the F344 rat—a study of inhibitory mechanisms. *Carcinogenesis*, 16, 3037 (1995).
8. Belury, M. A. : Conjugated dienoic linoleate: A polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutr. Rev.*, 53, 83 (1995).
9. Doyle, E. : Scientific forum explores CLA knowledge. *INFORM.*, 9, 69 (1998).
10. Fitch Haumann B. : Conjugated linoleic acid offers research promise. *INFORM*, 7, 152 (1996).
11. Decker, E. A., Chan, W. K. M., Livisay, S. A., Butterfield, D. A. and Faustman, C. : Interaction between carnosine and the different redox states of myoglobin. *J. Food Sci.*, 60, 1201 (1993).
12. 하영래, 박구부, 강석중, 심기환, 김정옥 : 고품질 축수산물 및 기능성 식품생산을 위한 다기능성 지질신소재 개발. 농림부보고서, p. 1-314 (1998).
13. Lee, K. N., Kritchevsky, D. and Pariza, M. W. : Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108, 19 (1994).
14. Yurawecz, M. P., Hood, J.K., Mossoba, M. M., Roach, J. A. and Ku, Y. : Furan fatty acids determined as oxidation products of conjugated octadecadienoic acid. *Lipids*, 30, 595 (1995).
15. Benzamin, H., Storkson, J. M., Albright, K. and Pariza, M. W. : TPA-mediated induction of ornithine decarboxylase activity in mouse forestomach and its inhibition by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *FASEB J.*, 4, 1403 (1990).
16. Ozawa, T. and Namiki, M. : Natural antioxidants isolation from eucalyptus leaf waxes. *J. Agric. Food Chem.*, 33, 777 (1985).
17. 박구부, 이정일, 박태선, 김진형, 신태순, 강석중, 하영래, 주선태 : Conjugated Linoleic Acid(CLA) 급여가 난황의 콜레스테롤과 CLA 함량에 미치는 효과. 한국축산학회지, 41, 65 (1999a).
18. 박구부, 이정일, 하영래, 강석중, 진상근, 주



- 선태 : 난황내 Conjugated Linoleic Acid (CLA)가 지방산조성과 지방산화에 미치는 효과. *한국축산식품학회*, 18, 339 (19-99b).
19. 이정일, 주선태, 최병대, 하영래, 하정기, 박구부 : Conjugated Linoleic Acid(CLA) 급여기간에 계육의 CLA 함량과 지방산 조성에 미치는 영향. *한국축산학회지*, 41, 375 (1999).
  20. Buege, J. A., and Aust, S. D. : Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.*, 52, 302 (1978).
  21. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. the Biology Chemistry*, 226, 497 (1957).
  22. SAS : SAS/STAT Software for PC. SAS Institute, Cary. NC. USA., (1999).
  23. Holly, R. A., Garipey, C., Delaquis, P., Doyon, G. and Gagnon, J. : Static controlled(CO<sub>2</sub>) atomsphere packaging retail ready pork. *J. Food Sci.*, 59, 1296 (1994).
  24. Cook, M. E., Miller, C. C., Park, Y. and Pariza, M. W. : Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune-induced growth depression. *Poult. Sci.*, 72, 1301 (1993).
  25. Miller, C. C., Park, Y., Pariza, M. W. and Cook, M. E. : Feeding conjugated linoleic acid to animals partially overcomes catabolic responses due to endotoxin injection. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 198, 1107 (1994).
  26. Chin, S. F., Liu, W., Storkson, J. M., Ha, Y. L. and Pariza, M. W. : Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food Compos. Anal.*, 5, 185 (1992).
  27. Ha, Y. L., Nancy K. G. and Pariza, M. W. : Newly recognized anticarcinogenic fatty acids : Identification and quantification in natural and processed cheeses. *J. Agric. Food Chem.*, 37, 75 (1989).
  28. Shantha, N. C., Decker, E. A. and Us-tunoi, Z. : Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese. *JAOCS*, 69, 425 (1992).
  29. Jiang, J., Bjorck, L. and Fonden, R. : Conjugated linoleic acid in Swedish dairy products with special reference to the manufacture of hard cheeses. *Int. Dairy J.*, 7, 863 (1998).
  30. Shantha, N. C., Ram, L. N., O'Leary, J., Hicks, C. L. and Decker, E. A. : Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *J. Food Sci.*, 60, 695 (1995).
  31. Shantha, N. C., Crum, A. D. and Decker, E. A. : Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 1757 (1994).
  32. DuPlessis, L. M. and Grobbelaar, N. : Isomerization of the double bonds of a conjugated fatty acid during beta-oxidation. *Lipids*, 14, 943 (1979).

---

(2000년 8월 31일 접수)