

Conjugated Linoleic Acid 첨가가 돈육 패티의 품질특성에 미치는 효과

주선태 · 이정일 · 하경희 · 하영래* · 박구부
경상대학교 축산과학부, *경상대학교 농화학과

Effect of Conjugated Linoleic Acid Additives on Quality Characteristics of Pork Patty

Seon-Tea Joo, Jeong-Il Lee, Kyung-Hee Hah, Yeong-Lae Ha* and Gu-Boo Park

Division of Animal Science, Gyeongsang National University

*Department of Agricultural Chemistry, Gyeongsang National University

Abstract

Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on physico-chemical properties of cooked ground pork patty were investigated for 11 days at 4°C. Pork patties containing 0, 1, 2, and 3% CLA were cooked at 90°C for 30 min. The contents of crude protein and fat did not change whereas the content of ash and water decreased as the level of CLA enhanced. Lipid oxidation as measured by thiobarbituric reactive substances of patty was inhibited by addition of CLA. CLA treatment also reduced nitrite and cholesterol content and changed fatty acid composition. Consequently, given these positive effects of CLA, it may be assumed that CLA could be used as a fat additive for value-added pork patty.

Key words : conjugated linoleic acid, pork patty, fat additive

서 론

우리 나라의 육류 및 육제품 소비량은 해마다 증가하고 있으며, 전강에 대한 소비자들의 인식이 높아짐에 따라 육류 및 육제품 소비형태도 많이 변화되어 과거 양적인 소비에서 질적인 면을 추구하게 되었다. 그러나 육류가 성인병의 주 요인으로 인식되면서 이제는 건강 지향적인 육류소비의 욕구가 증대되었고 생체기능성 물질을 다량 함유한 고품질, 다기능성 식품의 섭취를 원하고 있다. 이러한 시기에 가축 및 축산물에 다기능성 지질 신소재인 conjugated linoleic acid(CLA)를 이용한 연구가 국내에서 1995년 이후부터 활발히 진행 중이며, 현재까지 밝혀진 CLA의 생리적인 기능은 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추고, 혈중 LDL-콜레스테롤 산화를 막아주는 항산화 효과⁽¹⁾, 당뇨병 예방 및 치료효과⁽²⁾ 그리고 실험동물에서 항암성을 가지며, 특히 유방암, 피부암, 위암에^(3~7) 효과적이라는 사실이 밝혀짐으로 CLA를 축산식품에 이용하려는 다양한 연구가 있어왔다.

CLA는 필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서, linoleic acid를 함유하고 있는 중성지질을 hydrogenation 할 때에 미량으로 생성되며⁽⁸⁾, 반추위내 서식하는 혐기성 세균인 *butyrivibrio fibrisolvens*에 의해 linoleic acid로부터 소량 생성되고 반추동물에서 유래하는 육류 및 유제품에도 소량 함유되어 있다고 보고하였다⁽⁹⁾. 특히 유제품 및 육제품에 여러 종류의 CLA 이성체가 존재하는 것으로 알려졌지만, 그 함량이 너무 적다는 것이 단점으로 지적되어져 왔다⁽⁴⁾. Lin 등⁽¹⁰⁾은 유제품에서의 CLA 함량을 조사하였는데 치즈에서는 지질 g당 3.59-7.96 mg이 함유되어 있으며, 발효유제품은 3.82-4.66 mg, 애상우유에서는 3.38-6.39 mg이 포함되어 있다고 보고하였다. CLA에 관한 연구에서 Shantha 등⁽¹¹⁾은 가공한 치즈에서 CLA의 함량이 증가한다고 보고하였으며, 또한 Shantha 등⁽¹²⁾은 우육 patty를 frying, broiling, baking, microwaving 등 가열방법을 각각 달리하였을 때와 이 patty들을 저장하였을 때 CLA의 농도는 영향을 받지 않았으나, 가열온도가 증가하면 CLA의 함량도 증가한다고 보고하였으며, Chin 등⁽¹³⁾은 육제품의 가공중 총 CLA의 함량에 변화가 없다고 보고하였다.

본 연구에서는 다기능성 지질신소재인 CLA를 지방에 대체하여 돈육 patty를 제조, 가열한 후 저장기간에

따른 이화학적 성질, 항산화성, 콜레스테롤 안정성 및 CLA 함량 등을 조사하여 기존의 지방만을 첨가한 제품과 비교함으로써 CLA가 첨가된 고품질의 가열 돈육 patty의 생산 가능성을 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

원료육 및 patty 제조

경상남도 진주시 신안동 축협매장에서 등심부위를 구매하여 과도한 지방과 결체조직을 제거하고 직경 7 mm plate와 3 mm plate를 이용하여 분쇄한 후 잘 섞어 정육으로 이용하였고, 지방은 껍질을 제거한 등지방을 7 mm plate와 3 mm plate로 분쇄하여 이용하였다. Patty에 첨가되는 CLA는 순도가 100%인 linoleic acid를 이용하여 경상대학교 농화학과 생화학실험실에서 alkaline isomerization법으로 합성한 순도 99.9%의 CLA를 사용하였다.

Patty는 미쇄한 원료육에 첨가되는 10% 지질함량 중 CLA를 1%, 2%, 3%(treat 1, 2, 3)로 각각 대체한 후 여기에 NaCl을 2%를 넣고 제조하였으며(Table 1), 제조 후 가열처리는 90°C 온탕기에서 중심온도가 63°C가 되도록 하여 30분간 가열한 다음 5°C로 유지된 항온실에서 PVDC(Polyvinylidene chloride) 포장재로 함기포장 작업을 실시하고, 4°C에서 11일간 저장하면서 실험에 이용하였다.

실험구 설정

실험구는 patty에 첨가되는 CLA의 양에 따라 4개의 시험구를 배치하였다. 처리1구는 patty에 첨가되는 돈지방 함량 중 1%를 CLA로 대체시켰으며, 처리2구는 2%, 처리3구는 3%를 CLA로 대체하여 patty를 제조한 후 항온실에서 함기포장 하였다.

저장기간에 따른 가열 돈육 patty의 이화학적 성질, 지방산 조성, 콜레스테롤 및 CLA 함량 변화를 조사하

기 위해 patty를 제조한 시간을 기준으로 11일 동안 4°C의 냉장고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

CLA의 합성

CLA 합성은 Ha 등⁽³⁾의 방법으로 round flask^(3b)에 ethylene glycol을 11 넝은 후 질소 충진하에 190°C까지 가열한 후 10분간 방치시켰다. 가열이 끝난 후 165°C까지 식힌 다음 주의하여 250 g KOH를 첨가하고 질소 충진하에 180°C까지 재가열을 실시한 후 180°C를 10분간 유지시켰다. CLA 합성의 주 원료인 linoleic acid를 500 ml 넣고 매 30분마다 교반하면서 6시간 동안 이성화 작업을 실시한 후 methanol 1 l를 첨가하였다. 그 다음 isomerized solution 500 ml, 6 N HCl 250 ml, hexane 500 ml를 첨가하였다. 세척작업은 250 ml 물을 사용하여 5회 실시하고 무수 Na₂SO₄를 여과지 위에 넣고 여과시킨 후 진공상태에서 용매를 회수하였다. 최종 회수한 CLA는 순도가 99.9%인 9-cis, 11-trans octadecadienoic acid를 합성하였다.

일반성분분석

수분, 조회분 및 조단백질 함량은 AOAC⁽¹⁴⁾ 방법에 따라 수행하였으며, 조지방 함량은 Folch 등⁽¹⁵⁾의 방법으로 측정하였다.

지방산패도(TBARS : Thiobarbituric acid reactive substances)

Buege와 Aust⁽¹⁶⁾의 방법으로 시료 5g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μl와 증류수 15 ml를 가해 polytorn homogenizer(MSE, U. S. A)로 14,000 rpm에서 30초간 균질화시킨 후 균질액 1ml를 시험관에 넣고 여기에 2 ml thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90°C의 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜

Table 2. GLC conditions for analysis of cholesterol content.

Ingredient (g)	Content (%)	Treatment			
		Control	Treat 1	Treat 2	Treat 3
Lean meat	87.9	879	870.9	870.9	870.9
Fat ¹⁾	10	100	90	80	70
CLA	-	0	10	20	30
NaCl	2	20	20	20	20
Nitrite	0.1	1	1	1	1
Total	100	1,000	1,000	1,000	1,000

¹⁾Control, pork backfat; Treat 1, 1% CLA replaced with fat content basis; Treat 2, 2% CLA replaced with fat content basis; and Treat 3, 3% CLA replaced with fat content basis.

Item	Conditions
Instrument	Shimadzu 17A Gas chromatography SAC™-5 fused silica capillary column
Column	30m × 0.25mm × 0.25 μm 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
Flow rate	45 ml/min
Split ratio	100 : 1

Table 3. GLC conditions for analysis of CLA and total fatty acids compositions

Item	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 5890 Gas chromatography
Column	Supelcowax 10 fused silica capillary column 60m × 0.32 i.d
Temperature program	5°C/min
Detector	Flame Ionization Detector(FID)
Initial temperature	50°C
Initial time	1 min
Final temperature	200°C
Final time	40 min
Injector temperature	270°C
Detector temperature	270°C
Carrier gas	He
Split ratio	90 : 1

3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 spectrophotometer 531 nm에서 흡광도를 측정했다.

$$TBARS = \text{흡광도 수치} \times 5.88$$

아질산염

아질산염의 정량은 AOAC⁽¹⁴⁾ diazotization method를 이용하여 측정하였다. 마쇄한 시료 5g을 80°C의 중류수 300 ml을 넣고 80°C의 water bath에서 2시간 동안 가열 후 냉각시켰다. 냉각 후 500 ml 정용한 다음 whatman No. 1 filter paper로 여과하고, 여액에 NaNO₂, 5~50 µg과 Sulfanilamide reagent(0.5 g sulfanilamide in 150 ml 15% CH₃COOH), 그리고 NED reagent(0.2 g N-(1-naphthyl)ethylenediamine · 2HCl in 150 ml 15% CH₃COOH)를 넣고 50 ml로 정용한 후 20분후에 spectrophotometer에 540 nm의 파장으로 흡광도를 측정하였다.

$$\text{아질산염의 농도(NO}_2, \text{ mg/kg}) = \frac{(A-As)}{S} \times D$$

A : 시험용액의 흡광도(540 nm)

As : 아질산성 질소 표준용액의 흡광도(540 nm)

S : 시료채취량(g)

D : 회석배수

pH

마쇄한 시료 10 g을 중류수 90 ml와 함께 Polytron homogenizer(MSE, U.S.A.)로 14,000 rpm에서 1분간 균질하여 pH-meter(Metrohm 632, Swiss)로 측정하였다.

지질의 추출

지질 추출은 Folch 등⁽¹⁵⁾의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2 : 1) 180 ml와 BHA 50 µl를 넣고 균질기(2,500 rpm)로 1분간 균질화시킨 다음 0.08% NaCl 50 ml을 첨가하여 30초간 혼들어 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 상층은 aspiration을 통하여 제거하고 하층은 funnel filter paper에 Na₂SO₄를 첨가하여 여과 하였다. 추출물은 rotary vacuum evaporator에서 농축시키고 N₂하에서 남은 용매를 제거하였다.

콜레스테롤

Folch 등⁽¹⁵⁾의 방법으로 추출한 지질 100 mg에 internal standard 1 ml(5- α -cholestane 0.5mg/ml hexane)와 가수분해 시약 3 ml(KOH 33% : ethanol = 6 : 94)을 넣고 50°C에서 1시간동안 검화시킨 후 상온에서 냉각시켰다. Hexane 2 ml과 중류수 2 ml를 넣고 GLC 분석을 위하여 상층에서 1 ml을 회수하여 GLC로 분석 전 까지 냉동고에서 보관하였다.

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

지방산

Ha 등⁽³⁾의 방법으로 순수분리된 지질 20-30 mg과 0.4 mg의 tricosanoic acid methyl esters(0.4 mg/ml hexane, internal standard)를 screw-capped test tube에 넣은 후 4% H₂SO₄(40 ml H₂SO₄/1,000 ml methanol) 용액 3 ml를 넣고 10분간 메칠레이션 시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰다. Hexane 2 ml과 중류수 2 ml를 넣고 GLC 분석을 위하여 상층에서 1 ml을 회수하여 GLC로 분석 전 까지 냉동고에서 보관하였다.

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

통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC⁽¹⁷⁾을 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

CLA첨가된 가열 돈육 patty의 일반성분 변화

가열한 CLA 돈육 patty의 일반성분 결과는 Table 4

에 나타내었다. 전조한 시료를 사용한 조단백질 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았는데, 이는 각 처리구당 제조시 원료육 량이 동일하기 때문에 변화가 없었던 것으로 판단된다. 조회분은 CLA 1% 첨가구가 유의적으로 높은 조회분의 함량을 나타내었으며($P<0.05$), CLA 3% 첨가구가 가장 낮은 함량을 나타내었다. 수분함량의 경우 대조구가 CLA 첨가구에 비하여 유의적으로 가장 높은 수분함량을 나타내었으며($P<0.05$), CLA 처리구 간에는 유의적인 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 순수한 등지방은 지질 함량이 약 90%이며, 나머지 약 10%가 수분이므로 대조구가 CLA를 첨가한 처리구 보다 약간 수분함량이 증가되었을 것으로 사료된다. CLA patty의 조지방 함량의 변화는 처리구간에 유의적인 차이는 없었으나 대조구나 CLA 1% 첨가구에 비하여 CLA 2, 3% 첨가구가 다소 높은 조지방 함량을 보였다. 이는 수분함량의 결과와 마찬가지로 순수 지질을 첨가한 이유라고 생각된다.

CLA 첨가에 따른 가열 돈육 patty의 이화학적 성질변화

TBARS의 변화 : 가열한 CLA 돈육 patty의 TBARS의 변화를 Table 5에 나타내었다. 대조구와 CLA 첨가구간의 비교에서 대조구에 비해 CLA 처리구의 TBARS 값이 유의적으로 낮게 나타났으며($P<0.05$), CLA 처리구간에는 유의적인 차이가 없었으나 CLA 첨가량이 증가할수록 TBARS 값이 낮아지는 경향을 보였다. 전 저장기간에 걸쳐 동일한 결과를 보여 CLA 첨가에 따른 항산화 효과가 인정되었다. 특히 CLA를 지질대체 1%만 첨가하여도 항산화성이 있어 제품의 저장기간을 연장시킬 수 있다고 사료된다. 이와 같은 결과는 크게 두가지로 해석할 수 있는데, 첫 번째는 malonaldehyde를 생성하는 지질을 CLA로 대체하여 생성량을 감소시켰으며, 두 번째는 CLA 분자내 이중결합을 중심으로 일어난 산화물질인 "beta-hydroxy acrolein" CLA 유도체가 주요한 항산화 활성을 나타내는 물질이라고 보고되었는데⁽¹⁸⁾, 이러한 두가지 요인으로 산화안전성이 있다고 사료된다. Park 등^(19,20)도 CLA가 축적된 계란이 일반 계란과 비교하여 신선도 유지기간을 연장 시켰다고 보고하였다. Yurawecz 등⁽²¹⁾은 CLA가 *in vitro* 상태에서 furan fatty acid 유도체로 변화하여 항산화 역할을 한다고 보고있으나 그 기작에 대해서는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

아질산염 잔존량 : 가열한 CLA 돈육 patty의 아질산염 잔존량 변화를 조사한 결과는 Table 6에 나타내었다. 아질산염 잔존량은 저장기간이 경과할수록 대조구

와 CLA 첨가구 모두 유의적으로 낮은 경향을 나타내었고($P<0.05$), CLA 첨가량이 증가할수록 아질산염 잔존량이 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 이는 CLA의 첨가가 아질산염의 함량을 감소시키는 효과를 가진다는 것을 의미하며, 그 정확한 기작에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 일반적으로 질산염이나 아질산염을 첨가하는 목적은 발색을 좋게 하며, 제품의 풍미도 향상시키고, 또 식중독의 원인균인 *Clostridium botulinum*의 성장을 억제할 뿐만 아니라 살균도 방지함으로써 저장중 산폐취 발생을 감소시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 아질산염은 그 자체가 독성을 나타내어 일정 농도 이상 섭취하게 되면 혈액중의 hemoglobin이 산화되어 methemoglobin을 형성하므로 메트헤모글로빈증 등 각종 중독 증상을 일으키는 것으로 알려져 있다⁽²²⁾. 결론적으로 CLA를 육제품 제조시 첨가한다면 CLA 그 자체가 발암물질을 분해하는데 관여하는 것으로 추정되어, 육제품 제조시 아질산염의 잔존량을 감소시켜 그 사용이 권장된다.

pH의 변화 : 가열한 CLA 돈육 patty의 pH 변화는 Table 7과 같다. 저장 5일까지는 대조구에 비해 CLA 첨가구가 유의적으로 높은 경향을 나타내었으나($P<0.05$), 저장 7일 이후부터는 대조구가 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 이와 같은 결과는 CLA 첨가구에 비하여 대조구가 저장기간이 경과됨에 따라 약간 변패를 시작하여 단백질이 일부가 분해되면서 염기성 기가 노출되어 pH가 상승하였다고 생각된다.

콜레스테롤 함량의 변화 : 가열한 CLA 돈육 patty의 콜레스테롤 함량의 변화는 Table 8에 나타내었다. 저장 초기에 대조구에 비하여 CLA 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮은 콜레스테롤 함량을 나타내었는데($P<0.05$), 이는 대조구에 비하여 제품 제조시 첨가되는 콜레스테롤 함량이 낮은데 기인한 것으로 사료된다. 저장초기 보다 후기에 콜레스테롤 함량이 감소하였는데, 이는 저장기간동안 콜레스테롤이 지질 속에 함유되어 있으면서 지방산이 산화되는 메카니즘과 같이 콜레스테롤의 일부가 산화되어 콜레스테롤 함량이 감소되었다고 사료된다. 처리구간의 비교에서는 대조구가 42.36 mg, CLA 1, 2, 3% 첨가구가 각각 38.44, 36.26, 32.90 mg 감소하여 대조구에 비하여 CLA 첨가구가 항산화성을 나타내었으며, CLA 처리구 간에는 첨가량이 증가할수록 항산화성이 높은 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 제품 제조시 CLA를 첨가함으로써 항암성⁽³⁾과 항산화성이 있는 제품을 만들 수 있다

Table 4. Proximate analysis of cooked ground pork patties prepared with 0, 1, 2, and 3rd added CLA

Treatment ¹⁾	Crude protein*	Crude ash*	Moisture	Crude fat
Control	59.10 ^a ± 0.85	5.32 ^b ± 0.10	66.98 ^a ± 0.73	10.49 ^a ± 0.36
T1	59.28 ^a ± 0.44	5.43 ^a ± 0.18	66.52 ^b ± 0.55	9.93 ^a ± 0.62
T2	58.10 ^a ± 1.42	5.09 ^b ± 0.25	65.13 ^c ± 0.38	11.19 ^a ± 0.82
T3	57.86 ^a ± 0.80	5.08 ^b ± 0.10	65.73 ^b ± 0.46	11.15 ^a ± 0.75

¹⁾Control, pork backfat; Treat 1, 1% CLA replaced with fat content basis; Treat 2, 2% CLA replaced with fat content basis; and Treat 3, 3% CLA replaced with fat content basis.

*DM basis.

abc : Means with different superscript in the same column are significantly different($p<0.05$).

Table 5. Effects of CLA on TBARS of cooked ground pork patty stored at 4°C for 11 days

Treatment ¹⁾	Storage(days)					
	1	3	5	7	9	11
MA mg/kg						
Control	0.261 ^{cx} ± 0.02	0.392 ^{bex} ± 0.13	0.457 ^{bx} ± 0.06	0.566 ^{bx} ± 0.08	0.802 ^{ax} ± 0.14	0.829 ^{ax} ± 0.09
T1	0.179 ^{cy} ± 0.01	0.180 ^{dy} ± 0.02	0.245 ^{cy} ± 0.04	0.259 ^{cy} ± 0.01	0.340 ^{dy} ± 0.04	0.443 ^{ay} ± 0.02
T2	0.169 ^{cy} ± 0.03	0.173 ^{cy} ± 0.01	0.274 ^{dy} ± 0.05	0.306 ^{dy} ± 0.03	0.315 ^{ab} ± 0.02	0.347 ^{ay} ± 0.0
T3	0.163 ^{dy} ± 0.03	0.194 ^{cy} ± 0.02	0.218 ^{dy} ± 0.02	0.274 ^{bx} ± 0.01	0.304 ^{ab} ± 0.08	0.351 ^{ay} ± 0.01

abcd : Means with different capital letter superscript in the same row represented significant difference at $P<0.05$.

xy : Means with different small letter superscript in the same column represented significant difference at $P<0.05$.

¹⁾Treatments are the same as in Table 4.

Table 6. Effects of CLA on nitrite content of cooked ground pork patty stored at 4°C for 11 days

Treatment ¹⁾	Storage(days)					
	1	3	5	7	9	11
NO ₂ mg/kg						
Control	3.53 ^{aw} ± 0.02	3.46 ^{aw} ± 0.05	3.23 ^{bw} ± 0.18	3.07 ^{bw} ± 0.08	2.80 ^{cw} ± 0.10	2.67 ^c ± 0.47
T1	3.25 ^{ax} ± 0.12	2.22 ^{ax} ± 0.09	2.98 ^{bw} ± 0.07	3.02 ^{bw} ± 0.24	2.65 ^{cx} ± 0.05	2.59 ^c ± 0.08
T2	3.18 ^{ax} ± 0.03	3.00 ^{by} ± 0.02	2.81 ^{cx} ± 0.05	2.78 ^{cwx} ± 0.15	2.58 ^{dx} ± 0.02	2.35 ^e ± 0.81
T3	2.57 ^b ± 0.03	2.56 ^{az} ± 0.02	2.50 ^{py} ± 0.07	2.42 ^{abx} ± 0.15	2.21 ^{by} ± 0.09	1.50 ^f ± 1.23

abcde : Means with different capital letter superscript in the same row represented significantly different at $P<0.05$.

wxyz : Means with different small letter superscript in the same column represented significantly different at $P<0.05$.

¹⁾Treatments are the same as in Table 4.

고 사료된다.

지방산 조성의 변화 : CLA 첨가량을 달리하여 제조한 가열 돈육 patty의 저장초기 지방산 조성의 변화는 Table 9에 나타내었다. CLA 첨가량이 높을수록 고급 지방산인 불포화 지방산의 비율이 높았으며, CLA 첨가량이 증가할수록 patty중의 CLA 함량이 증가하는 경향을 나타내어, CLA 첨가에 따른 CLA 축적 효과가 인정되었다. 한국보건사회연구원에서는 포화지방산의 섭취가 많은 사람들에게 동맥경화증의 발생이 높다는 것을 경고하면서 섭취하는 지방의 포화지방산 : 불포화 지방산의 비율이 1:1~1:2이 되도록 할 것을 권장하고 있으며, 또한 불포화지방산이 혈액 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C) 함량을 변화시키지 않으면서 혈액 유해 콜레스테롤 함량을 낮출 수 있음을 보고하였다⁽²⁴⁾. 이러한 돈육 patty 제품에서의 성공적인 지방산

조성의 개선은 건강을 고려하여 육제품의 섭취를 기피하던 현상을 개선하고, 잠재적인 수요를 자극하여 소비량을 증가시키는데 일익을 담당할 수 있으리라 사료된다.

가열한 CLA 돈육 patty를 4°C에서 11일간 저장한 후의 지방산 조성은 Table 10에 나타낸 바와 같다. CLA 첨가량이 높을수록 고급지방산인 불포화지방산의 비율이 높게 나타났으며, 대조구와 CLA 처리구간의 CLA 함량변화는 CLA 대체수준이 증가할수록 제품내에 CLA 함량은 높게 나타났으며, 저장기간의 경과에 따른 변화는 거의 없었다. Shantha 등⁽¹¹⁾은 가공한 치즈에서 CLA의 함량이 증가한다고 보고하였고, Ha 등⁽²⁵⁾은 생분쇄우육보다 가열분쇄우육에서 CLA 함량이 증가한다고 보고하였다. 또한 Shantha 등⁽¹²⁾은 우육 patty를 frying, broiling, baking, microwaving 등 가열 방법을 각각 달리하였을 때와 이 patty들을 저장하였

Table 7. Effects of CLA on pH of cooked ground pork patty stored at 4°C for 11 days

Treatment ¹⁾	Storage(days)					
	1	3	5	7	9	11
Control	5.78 ^w ± 0.01	5.76 ^{abw} ± 0.03	5.45 ^{bwy} ± 0.02	5.76 ^{aw} ± 0.01	5.71 ^{bew} ± 0.01	5.69 ^{ew} ± 0.01
T1	5.83 ^{ax} ± 0.01	5.85 ^{aw} ± 0.01	5.57 ^{bx} ± 0.04	5.75 ^{bax} ± 0.03	5.69 ^{cwx} ± 0.01	5.69 ^{ew} ± 0.03
T2	5.81 ^{ay} ± 0.01	5.78 ^{bx} ± 0.02	5.73 ^{cw} ± 0.01	5.72 ^{cdx} ± 0.02	5.69 ^{dewx} ± 0.02	5.68 ^{ew} ± 0.02
T3	5.91 ^{aw} ± 0.02	5.78 ^{bx} ± 0.01	5.74 ^{cw} ± 0.01	5.76 ^{aw} ± 0.01	5.68 ^{dx} ± 0.02	5.64 ^{ex} ± 0.01

abcde : Means with different capital letter superscript in the same row represented significant difference at P<0.05. wxyz : Means with different small letter superscript in the same column represented significant difference at P<0.05.¹⁾Treatments are the same as in Table 4.

을 때 가열방법과 저장기간에 따라 CLA 농도는 영향을 받지 않는다고 보고하였다. 가열한 우육이 저장하는 동안 CLA의 농도에 변화가 없었던 것은 CLA의 형성과 CLA 파괴사이에 균형을 이루거나 methylene-interrupted double bonds를 포함하고 있는 다중불포화

Table 8. Effects of CLA on cholesterol content of cooked ground pork patty stored at 4°C for 11 days

Treatment ¹⁾	Initial	After 11 days
	mg/100g(mean ± SD)	mg/100g(mean ± SD)
Control	110.39 ^a ± 4.73 ²⁾	68.03 ^a ± 3.27
T1	98.09 ^b ± 5.49	59.65 ^b ± 5.92
T2	90.09 ^c ± 5.16	53.23 ^c ± 6.90
T3	82.32 ^d ± 6.72	49.42 ^d ± 4.93

abcd : Means with capital letter superscript in the same column represented significant difference at p<0.05.

¹⁾Treatments are the same as in Table 4.

Table 9. Fatty acid composition of cooked ground pork patties before storage

Fatty acid	Treatment ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
mg/fat g				
C14:0	17.089	14.370	12.710	9.012
C16:0	261.68	220.947	190.491	162.222
C18:0	114.053	91.253	91.045	59.244
C18:1	393.762	337.443	338.252	202.113
C18:2	158.192	145.252	137.083	114.663
γ-LN	1.861	1.756	1.785	1.153
LN ²⁾	2.801	2.927	2.800	1.537
CLA	0.218	145.553	209.309	414.759
C20:4	15.848	14.085	10.679	11.510
EPA ³⁾	4.343	4.400	3.308	3.073
DTR ⁴⁾	30.153	22.014	2.539	20.714
ΣSFA ⁵⁾	392.822	326.57	294.246	230.478
ΣUFA ⁶⁾	607.178	673.43	705.755	769.522

¹⁾Treatments are the same as in Table 4.

²⁾LN : Linolenic Acid.

³⁾EPA : Eicosapentaenoic Acid.

⁴⁾DTR : Docosatetraenoic Acid.

⁵⁾SFA : Saturated Fatty Acid.

⁶⁾UFA : Unsaturated Fatty Acid.

지방산과 비교하여 CLA의 안정성이 더 커져 산화를 막아주는 환경을 이루기 때문인 것으로 생각된다. Chin 등⁽¹³⁾은 가공된 육제품에서도 총 CLA의 함량에는 변화가 없었다고 보고하였으며, Shantha 등⁽²⁶⁾은 CLA는 화학적으로 안정된 성분으로 식품내 CLA의 농도는 원료내 존재량에 의존한다고 보고하였다. 본 실험 결과도 제품내 첨가된 CLA는 저장기간 동안 변화하지 않는 안정성을 나타내었다.

요약

본 연구는 CLA를 이용한 다기능성 육제품의 제조 가능성을 알아보기 위해 첨가하는 지방의 일부를 CLA로 대체하여 돈육 patty를 제조하여 실험하였다. 제조된 patty를 4°C의 냉장온도에서 11일 동안 저장하면서 이

Table 10. Fatty acid composition of cooked ground pork patties after storage 11 days at 4°C

Fatty acid	Treatment ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
mg/fat g				
C14:0	19.713	75.870	42.931	31.104
C16:0	263.913	249.820	208.478	225.228
C18:0	88.333	56.247	53.098	39.083
C18:1	312.295	272.063	219.211	167.487
C18:2	119.238	106.434	99.426	87.316
γ-LN	5.525	1.310	1.699	1.528
LN ²⁾	2.997	4.095	2.265	0.000
CLA	3.160	159.569	275.706	384.279
C20:4	8.684	3.931	3.963	3.553
EPA ³⁾	17.349	7.207	6.203	9.329
DPE ⁴⁾	53.793	63.454	87.020	51.092
ΣSFA ⁵⁾	471.959	381.937	304.507	295.415
ΣUFA ⁶⁾	528.041	618.063	695.493	704.584

¹⁾Treatments are the same as in Table 4.

²⁾LN : Linolenic Acid.

³⁾EPA : Eicosapentaenoic Acid.

⁴⁾DTR : Docosatetraenoic Acid.

⁵⁾SFA : Saturated Fatty Acid.

⁶⁾UFA : Unsaturated Fatty Acid.

화학적 성질, 지방산 조성, 콜레스테롤 및 CLA 함량을 조사하였다. 조단백, 조지방은 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, 조회분과 함유수분은 CLA 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다. TBARS는 대조구에 비하여 CLA 첨가구가 유의적으로 낮은 결과를 보였으며, 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구가 유의적으로 증가하였다. Nitrite 함량은 CLA 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며, 콜레스테롤 함량은 CLA 첨가수준이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었고, CLA 첨가량이 증가할수록 CLA 축적량은 증가하였다. 이상의 결과 patty 제조시 CLA 첨가는 제품특성에 영향을 미치지 않으면서 제품의 저장기간의 연장, 콜레스테롤 함량 감소, nitrite 함량의 감소효과를 나타내어 고급 patty 생산이 가능하리라 사료된다.

문 헌

1. Lee, K.S., Kritchevsky, D. and Pariza, M.W. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* 108: 19-25 (1994)
2. Houseknecht, K.L., Vanden Heuvel, J.P., Moya-Camarena, S.Y., Portocarrero, C.P. Peck, L.W., Nickel, K.P. and Belury, M.A. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaires glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 244: 678-682 (1998)
3. Ha, Y.L., Grimm, N.K. and Pariza, M.W. Anticarcinogens from fried ground beef : heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis(Lond.)* 8: 1881-1887 (1987)
4. Belury, M.A. Conjugated dienoic linoleate: A polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutr. Rev.*, 53: 83-89 (1995)
5. Doyle, E. Scientific forum explores CLA knowledge. *INFORM*, 9: 69-73 (1998)
6. Fitch, H.B. Conjugated linoleic acid offers research promise. *INFORM*, 7: 152-159 (1996)
7. Ip, C., Scimeca, J.A. and Thompson, H.J. Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. *Cancer* 74: 1050-1054 (1994)
8. Mossoba, M.M., McDonald, R.E. and Armstrong, D.J. 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 (1991)
9. Hughes, P.E., Hunter, W.J. and Tove, S.B. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids purification and properties of cis, 9-transoctadeca-dienoate reductase. *J. Biol. Chem.* 257: 3643-3649 (1982)
10. Lin, H., Boylston T.D., Chang, M.J., Luedcke, L.O., Shultz T.D. and Boylston, T.D. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. *J. Dairy Sci.* 78: 2358-2365 (1995)
11. Shantha, N.C., Decker, E.A. and Ustunoi, Z. Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese. *AOCS*, 69: 425-428 (1992)
12. Shantha, N.C., Andrea D.C. and Eric A.D. Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1757-1760 (1994)
13. Chin, S.F., Liu, W., S.J.M., Ha, Y.L. and Pariza, M.W. Dietary Sources of Conjugated Dienoic Isomers of Linoleic Acid, a Newly Recognized Class of Anticarcinogens. *Journal of Food Composition and Analysis* 5: 185-197 (1992)
14. AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC (1995)
15. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-507 (1957)
16. Buege, J.A. and Aust, S.D. microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52: 302-310 (1978)
17. SAS. SAS/STAT Software for PC. Releasw 6.11, SAS Institute. Cary, Nc, U.S.A. (1996)
18. Ha, Y.H., Storkson, J. and Pariza, M.W. Inibition of benzo(α) pyrene -induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivaptives of linoleic acid. *Cancer Research* 50: 1097-1101 (1990)
19. Park, G.B., Lee, J.I., Ha, Y.L. and Kang, S.J. Effect of conjugated linoleic acid on fatty acid composition and lipid oxidation of egg yolk. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 18: 339-347 (1998)
20. 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. Effects of dietary conjugated linoleic acid(CLA) on cholesterol and CLA content of egg yolks. *Kor. J. Anim. Sci.* 41: 65-74 (1999)
21. 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: 595-598 (1995)
22. Murmann, D. Determining nitrite/nitrate content in Buuhwurst sausage in the light of the new regulations. *Fleischwirtschaft* 63: 1267 (1983)
23. Suh, K.D. The production of boneless ham and the role of additives in processing. *Korean Soc. Meat Technol.* 5: 41 (1984)
24. Grundy, S.M. Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol, and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 45: 1168 (1987)
25. 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: 75-81 (1989)
26. 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: 695-697 (1995)