

초청강연 논문 II

다 기능성 Conjugated Linoleic Acid (CLA)를 이용한 건강식품 개발

이정일, 주선태, 박구부

(경상대학교 농과대학 축산과학부)

다 기능성 conjugated linoleic acid (CLA)를 이용한 건강식품 개발

이정일, 주선태, 박구부
경상대학교 농과대학 축산과학부
Email: gbpark@nongae.gsnu.ac.kr

I. 서 론

우리 나라의 육류 및 육제품 소비량은 해마다 증가하고 있으며, 건강에 대한 소비자들의 인식이 높아짐에 따라 육류 및 육제품 소비형태도 많이 변화되어 과거 량 적인 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, CLA를 가축에 급여하므로 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추고, 혈중 LDL-콜레스테롤 산화를 막아주는 항산화 효과, 당뇨병 예방 및 치료효과 그리고 실험동물에서 항암성을 가진데, 특히 유방암, 피부암, 위암에 효과적이라는 사실이 밝혀짐으로 CLA를 축산식품에 이용하려는 다양한 연구가 있어왔다.

CLA는 필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서, linoleic acid를 함유하고 있는 중성지질을 hydrogenation할 때 미량으로 생성되며(Mossoba, 1991), 반추위내 서식하는 혐기성 세균인 *butyrivibrio fibrisolvens*에 의해 linoleic acid로부터 소량 생성되고 그리고 반추동물에서 유래하는 육류 및 육제품에도 소량 함유되어 있다고 보고하였다(Hughes, 1982). 특히 육제품 및 육제품으로부터 여러 종류의 CLA 이성체가 존재하는 것으로 알려졌지만, 그 함량이 너무 적은 것이 단점으로 지적되어져 왔다(Belury, 1995). Lin 등(1995)은 육제품에서의 CLA 함량을 조사하였는데 치즈에서는 지질 g당 3.59-7.96mg이 함유되어 있으며, 발효육제품은 3.82-4.66mg, 액상우유에서는 3.38-6.39mg이 포함되어 있다고 보고하였다. CLA에 관한 연구에서 Shantha 등(1992)은 가공한 치즈에서 CLA의 함량이 증가한다고 보고하였으며, 또한 Shantha 등(1994)은 우육 patty를 frying, broiling, baking, microwaving 등 가열방법을 각각 달리하였을 때와 이 patty들을 저장하였을 때 CLA의 농도는 영향을 받지 않고, 가열온도가 증가할수록 CLA의 함량도 증가한다고 보고하였으며, Chin 등(1992)은 가공된 육제품에서도 총 CLA의 함량에도 변화가 없다고 보고하였다.

본 내용에서는 항암효과가 있는 다기능성 물질인 지질신소재(CLA)를 단위가축에 축적시킬 수 있는 방법과 육제품에 첨가하여 항암성이 뛰어난 육제품을 생산할 수 있는 가능성을 기술하고자 한다.

II. CLA 합성 및 화학

CLA 합성은 Ha 등(1987)의 방법으로 Round flask(3l)에 ethylene glycol을 1l 넣은 후 질소 충전하에 190℃까지 가열한 후 10분간 방치시켰다. 가열이 끝난 후 165℃까지 식힌 다음 주의하여 250g KOH를 첨가하고 질소 충전하에 180℃까지 재가열을 실시한 후 180℃를 10분간 유지시켰다. CLA 합성의 주 원

료인 linoleic acid source를 500ml 넣고 매 30분마다 교반 하면서 6시간 동안 이성화 작업을 실시한 후 methanol 1 l 를 첨가하였다. 그 다음 isomerized solution 500ml, 6N HCl 250ml, hexane 500ml를 첨가하였다. 세척작업은 250ml 물을 사용하여 5회 실시하고 sodium sulfate anhydrous를 여과지 위에 넣고 여과시킨 후 진공상태에서 용매를 회수하였다. 9-cis, 11-trans octadecadienoic acid isomer를 합성하였다.

Figure 1은 linoleic acid와 화학적으로 합성한 conjugated linoleic acid(CLA)를 나타낸 그림이다.

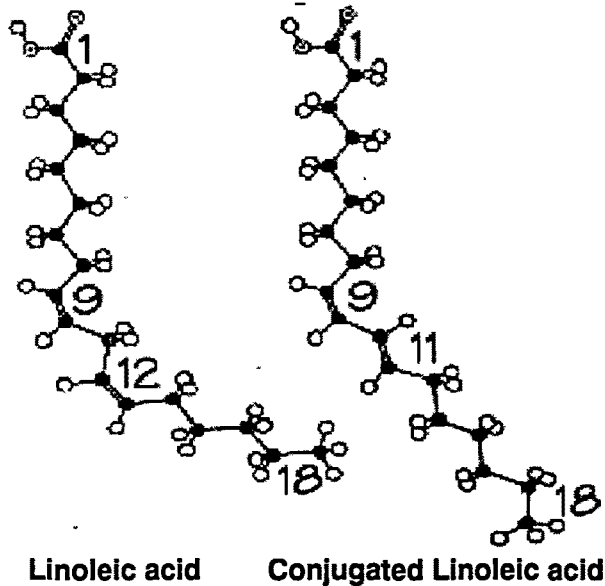


Figure 1. Chemical structure of CLA

1987년 Ha 등(1987)은 c9,c11-, c9,t11-, t9,c11- 및 t9,t11-CLA와 c10,c12-, c10,t12-, t10,c12- 및 t10,t12-CLA의 8개 이성체 혼합물을 종합적으로 CLA라 명명하였다. 화학적으로 linoleic acid로부터 합성한 CLA는 c9,t11-CLA 이성체와 t10,c12-CLA 이성체가 각각 48% 정도로 주요 이성체였고, 나머지는 미량으로 함유되어 있었다. 화학적으로 합성된 CLA를 재료로 한 mouse의 항암실험에서 c9,t11-CLA 이성체만이 membrane의 인지질에 포함되어 있어서 이 c9,t11-CLA 이성체가 항암효과가 있는 것으로 추정되었다(Ha 등, 1990; Ip 등, 1991). 그리고 이들 8개의 CLA가 낙농제품에서 정도에는 차이(c9,t11-CLA가 주 이성체; t9,t11-CLA와 t10,t12-CLA도 다소 함유됨)가 있었지만 모두 발견되었다(Chin 등, 1992; Ha 등, 1989; Sehat 등, 1998). 그러나 얼마 후 tt-CLA는 분석방법에 따라 생성량이 달라진다고 보고되어 분석에 의한 artifact로 생성되기에 실제 식품에 존재하는 정확한 양은 측정하기 어렵다.

최근 분석방법의 개발로 식품, 특히 낙농제품에 존재하는 CLA의 이성체는 상기에서 언급한 8개 외에, t7,c9-, t7,t9-, t11,c13-, t11,t13-, c12,t14-, t12,t14-, 8t,10c-와 t8,t10-CLA 이성체가 추가로 밝혀졌다(Miller 등, 1994; Moaaoba 등, 1991). 따라서 식품에 존재하는 CLA는 적어도 16개의 이성체를 함유하고 있음이 밝혀졌다. 이후에 보다 정교한 분석방법을 도입할 경우 16개 이상의 CLA를 분리할 수 있

을 것으로 추정된다.

III. CLA의 생리활성

1. 항암성
2. 면역증강 효과
3. 항산화작용
4. 항콜레스테롤 효과
5. 체지방 감소효과
6. Growth factor
7. Bone metabolism
8. 당뇨병의 예방 및 치료효과
9. 항균효과 등이 현재까지 밝혀진 CLA의 생리기능 이다.

IV. CLA를 이용한 건강식품의 개발

1. CLA가 축적된 고품질 돈육생산

CLA 첨가사료를 급여 받은 처리구와 일반사료를 급여 받은 대조구의 돈육내 지방산 조성을 GLC를 통해 분석한 결과 (Fig. 2과 3), 처리구에서는 CLA가 확연히 나타났으나 대조구에서는 그 함량이 극히 미미한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 사료성분 중 linoleic acid가 CLA로 전환이 되지 않아 육내에 CLA를 축적시키기 위해서는 반드시 사료내에 CLA를 첨가시켜야 됨을 의미한다.

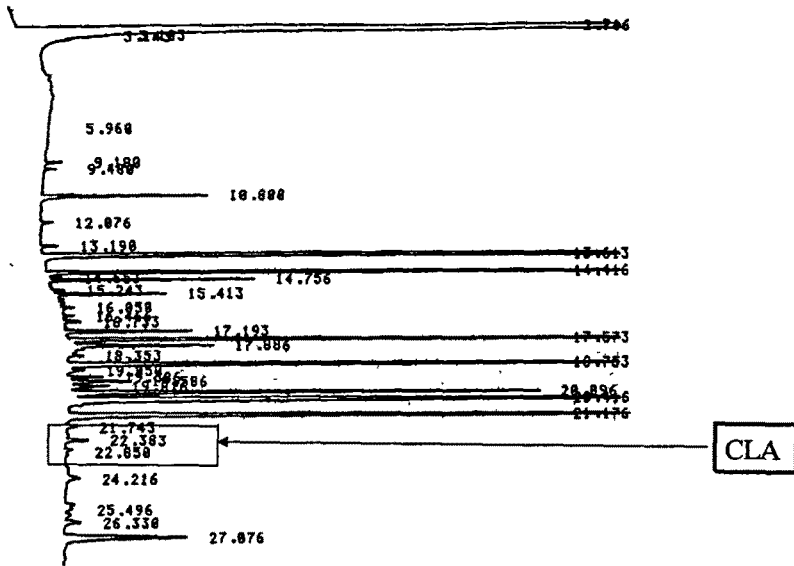


Figure 2. CLA chromatogram of control pork

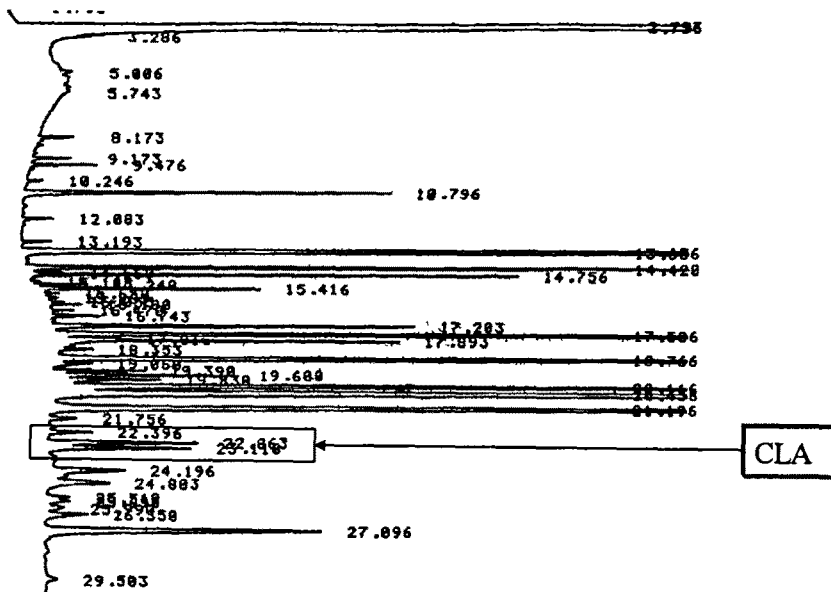


Figure 3. CLA chromatogram of CLA-treated pork

Figure 4와 5는 CLA를 2주간 급여한 것과 4주간 급여한 돈육 등심과 삼겹부위의 CLA 함량을 비교한 것이다. 도축 직후 등심부위에서 조사한 CLA 함량은 CLA를 급여하지 않은 대조구에서는 생체 함성을 통하여 약 0.12mg/g으로 미량이 검출되었다. 그러나 CLA 급여구는 급여량이 증가함에 따라 증가하여 2주간 급여한 경우, 지질대체 4%는 1.12mg/g, 8%는 2.31mg/g, 그리고 지질대체 12%는 4.19mg/g으로 CLA 첨가량이 증가할수록 돈육내 CLA 함량은 높게 나타났다. 한편, 4주간 급여한 경우에는 지질대체 4%가 1.73mg/g, 8%는 2.56mg/g, 12%는 6.13mg/g이 검출되어, 역시 CLA 급여량이 증가할수록 돈육내에 축적되는 CLA 함량은 증가되었다. 또한 급여기간이 길어질수록 축적량도 많아지는 것으로 나타났다는데, 특히 12% 지질 대체일 경우 2주 급여와 4주 급여에서는 많은 차이를 보였다.

삼겹부위에서도 등심부위와 유사한 결과를 보였지만 축적된 CLA 함량이 등심부위 보다는 다소 적은 것으로 나타났는데, 이는 지방 g당 CLA함량을 분석하였기 때문에 지방함량이 많은 삼겹부위가 비교적 적게 분석된 것으로 생각된다. 하지만 보다 많은 CLA를 삼겹부위에 축적시키기 위해서는 CLA의 사료첨가량 증가가 요구되며, 또는 급여기간을 연장시키는 것이 필요하다고 사료된다.

실험 종료일인 저장 13일째 측정된 CLA 함량은 도축 직후와 비교하여 거의 유사한량이 검출되었는데, 이는 CLA가 저장기간이 경과되어도 분해되지 않는 안전한 물질인 것을 의미한다.

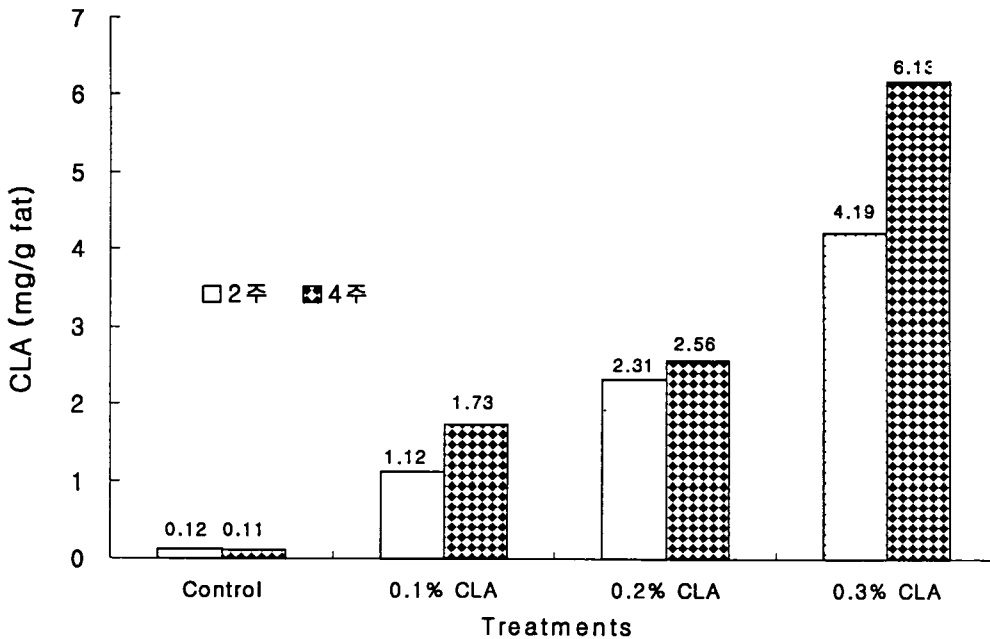


Figure 4. CLA contents of pork loin fed various levels of dietary CLA for 2 and 4 weeks.

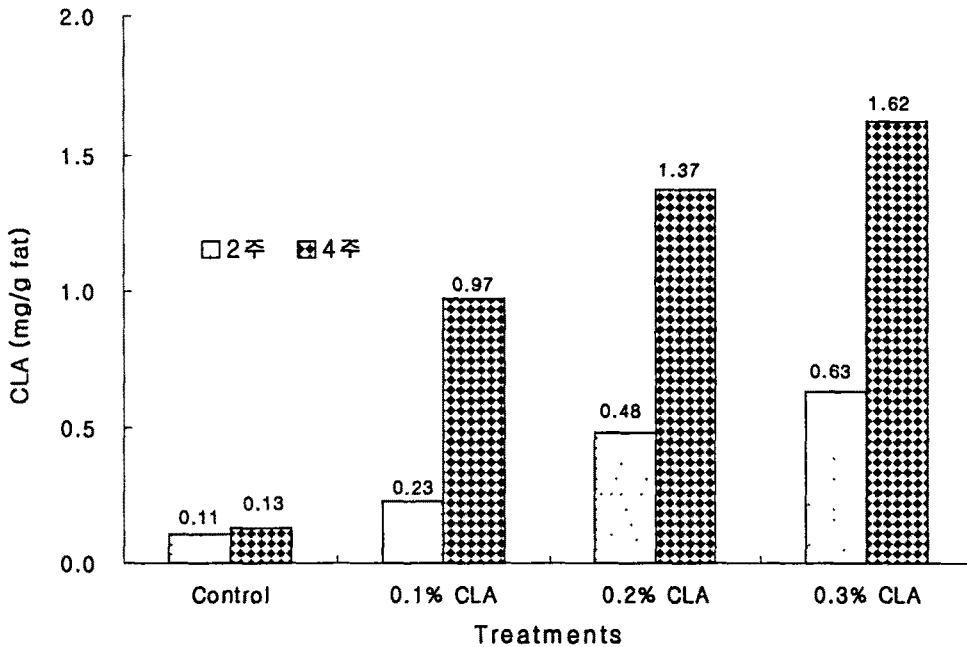


Figure 5. CLA contents of pork belly fed various levels of dietary CLA for 2 and 4 weeks.

2. CLA 계속 및 계란생산

CLA 첨가 수준을 달리하여 육계 사료에 첨가하여 6주간 급여하는 동안 매주마다 시료를 채취하여 급여기간 경과에 따른 CLA 함량을 조사해보았다. 흉심부위의 CLA 함량의 변화에서 CLA 무첨가구인 대조구는 전 급여기간(6주)동안 전혀 검출되지 않았는데, 이는 사료성분 중 linoleic acid가 CLA로 전환이 되지 않아 육내에 CLA를 축적하기 위해서는 사료내 CLA를 첨가시켜야 될 것으로 사료된다. CLA 1% 첨가구인 T1 처리구의 경우 급여 1주째 1.50에서 급여 6주째에는 4.81로 급여기간이 경과함에 따라 계속적으로 증가하였으며, CLA 2.5% 첨가구인 T2구도 함량에는 차이가 있지만 급여 6주 동안 계속해서 증가하는 경향을 보였다. 반면에 CLA 5% 첨가구인 T3 처리구는 급여 5주까지는 직선적으로 증가하여 11.80을 보였으나 급여 6주에는 11.51로 감소하는 특이한 현상을 보였다. 이와 같은 결과는 사료내 CLA 첨가수준 및 급여기간에 따라 육내 CLA 함량이 비례적으로 증가하지 않는 것은 체내에서 세포막 흡수가 일정량까지는 가능하지만 일정량 이상일 경우에는 세포막의 유동성을 변화시키지 않기 위해 과량으로 흡수된 CLA는 체내대사에 이용된 것으로 사료된다. 본 실험의 결과 CLA 1~2.5% 수준으로는 6주 동안 급여하여도 최대 축적이 이루어지지 않지만, 5% 수준으로 5주 동안 급여하면 최대 축적이 가능한 것으로 나타났다.

CLA 급여에 따른 난황내 CLA 함량의 변화

산란계 사료에 CLA와 잇꽃유를 사료에 첨가하여 6주간 급여한 후 각 주마다 생산된 계란의 난황에서 CLA 함량변화를 조사해 보았다. 난황내 CLA 함량은 급여사료내 CLA처리 농도에 따라 큰 변이를

나타내었으며 급여기간에 따라서도 유의적인($p < 0.05$) 차이를 보였다. 즉, 일반 산란계 사료만을 급여한 대조구와 잇꽃유 5% 첨가사료를 급여한 처리구는 실험기간동안 난황내 CLA 함량에 변화를 보이지 않은 반면, CLA를 1%, 2.5%, 5% 첨가한 사료를 급여한 처리구는 대조구에 비해 난황내 CLA 함량이 유의적으로 높았을 뿐만 아니라 급여기간이 길어짐에 따라 그 축적량도 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 급여기간에 따른 CLA 축적량은 사료내 CLA 처리량에 따라 다른 경향을 나타냈다. 사료내 CLA를 1%와 2.5% 첨가한 처리구는 전 실험기간동안 CLA 함량이 비례적으로 증가한 반면, CLA를 5% 첨가한 처리구는 급여 2주까지 급격히 증가하다가 그 후에는 유의적인 증가를 보이지 않고 일정하게 유지하였다.

이 같은 결과는 산란계에 있어 난황에 CLA를 축적하기 위해서는 필히 사료내 CLA를 첨가시켜야 됨을 의미한다. 또한 CLA의 원료물질로 사용한 잇꽃유를 사료에 직접 첨가하여도 난황내 CLA가 축적되지 않은 것으로 보아 산란계는 체내에서 CLA를 합성할 수 있는 능력이 없는 것으로 사료된다. 한편, 사료내 CLA 첨가수준 및 급여기간에 따라 난황내 CLA 함량이 비례적으로 증가하지 않은 것은 체내 흡수된 CLA가 모두 축적되는 것이 아니라는 것을 의미한다. 일반적으로 체내 흡수된 CLA는 세포막에 존재하는 것으로 생각되는데 따라서 세포막의 유동성을 변화시키기 않기 위해 과량으로 흡수된 CLA는 체내대사에 이용된 것으로 사료된다. 본 연구결과 산란계 사료에 CLA를 첨가하여 난황내 CLA 함량을 증진시키기 위해서는 사료대비 5% 첨가는 급여 2주까지는 크게 효과가 인정되지만 그 후에는 경제성이 감소하는 것으로 사료되며, 따라서 항암성을 가진 다기능성 계란의 생산이라는 관점에서 CLA 2.5% 첨가가 적당할 것으로 생각된다.

3. CLA를 이용한 육제품개발(유화형 소시지)

유화형소시지 제조시 CLA를 첨가하여 제품을 만든 후 CLA 함량을 조사해 보았다(Figure 6). 예상대로 CLA 대체수준이 증가할수록 제품내에 CLA 함량은 높게 나타났으며, 저장기간에 따른 변화는 나타나지 않았다. Shantha 등(1992)은 가공한 cheese에서 CLA의 함량이 증가한다고 하였고, Ha 등(1989)은 생분쇄우유 보다 가열분쇄우유에서 CLA 수준이 증가된다고 보고하였다. 또한 Shantha 등(1994)은 우유 patty를 frying, broiling, baking, microwaving 등 가열방법을 각각 달리하였을 때와 이 patty들을 저장하였을 때 가열방법과 저장기간에 따라 CLA의 농도는 영향을 받지 않는다고 보고하였다. 가열한 우유가 저장하는 동안 CLA의 농도에 변화가 없었던 것은 CLA의 형성과 CLA 파괴사이에 균형을 이루거나 methyleneinterrupted double bonds를 포함하고 있는 다중불포화지방산과 비교하여 CLA의 안정성이 더 커져 산화를 막아주는 환경을 이루기 때문으로 추정된다. 이 같은 결과는 Chin 등(1992)이 가공된 육제품에서 총 CLA의 함량에는 변화가 없었다고 보고한 것과 같은 경향이다.

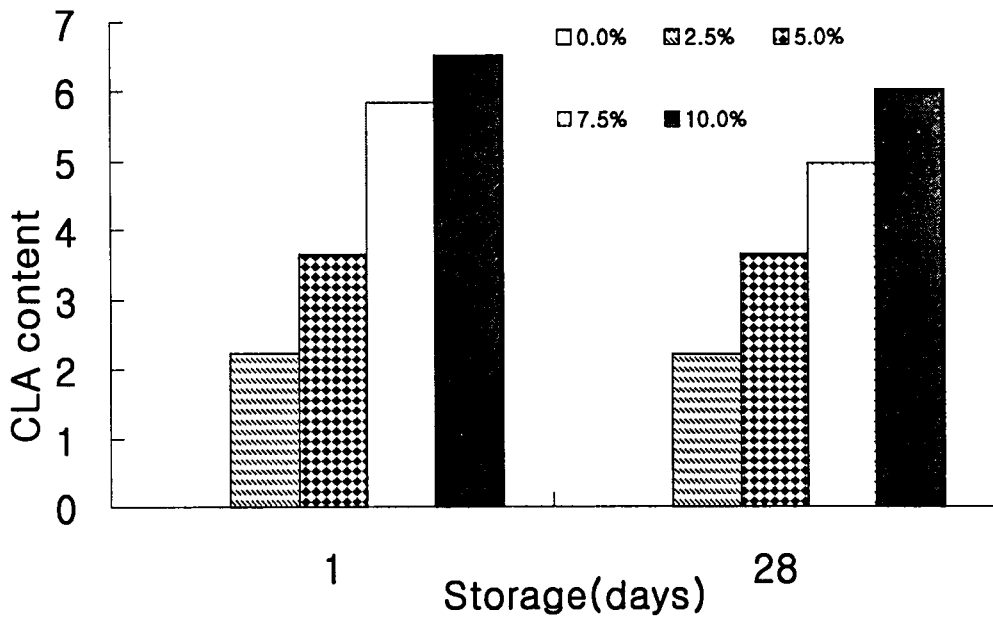


Figure 6. Changes in CLA content of emulsion-type sausage with CLA during 28 days of storage at 4°C.

4. CLA를 이용한 patty 개발

CLA 첨가량을 달리하여 제조한 가열 돈육 patty의 저장초기 지방산 조성의 변화는 Table 1에 나타내었다. CLA 첨가량이 높을수록 고급지방산인 불포화 지방산의 비율이 높았으며, CLA 첨가량이 증가할수록 patty중의 CLA 함량이 증가하는 경향을 나타내어, CLA 첨가에 따른 CLA 축적 효과가 인정되었다. 우리 나라의 경우 한국보건사회연구원(1991)에서는 포화지방산의 섭취가 많은 사람들에게 동맥경화증의 발생이 높다는 것을 경고하면서 섭취하는 지방의 포화지방산 : 불포화지방산의 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(Grundy, 1987). 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.

Table 1. Effects of CLA on fatty acid composition of cooked ground pork patty storage 1 day at 4°C.

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	2.801	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	4.343	4.400	3.308	3.073
DTR	30.153	22.014	2.539	20.714
Σ SFA ²⁾	392.822	326.57	294.246	230.478
Σ UFA ³⁾	607.178	673.43	705.755	769.522

¹⁾ Treatments are the same as in Table 4.

²⁾ SFA : Saturated Fatty Acid.

³⁾ UFA : Unsaturated Fatty Acid.

가열한 CLA 돈육 patty의 저장후기 지방산 조성을 보면 다음과 같다(Table 2). 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(1992)은 가공한 치즈에서 CLA의 함량이 증가한다고 보고하였고 Ha 등(1989)은 생분쇄우유보다 가열분쇄우유에서 CLA 함량이 증가한다고 보고하였다. 또한 shantha 등(1994)은 우육 patty를 frying, broiling, baking, microwaving 등 가열방법을 각각 달리하였을때와 이 patty들을 저장하였을 때 가열방법과 저장기간에 따라 CLA 농도는 영향을 받지 않는다고 보고하였다. 가열한 우육이 저장하는 동안 CLA의 농도에 변화가 없었던 것은 CLA의 형성과 CLA 파괴사이의 균형을 이루거나 methyleneinterrupted double bonds를 포함하고 있는 다중불포화지방산과 비교하여 CLA의

안전성이 더 커져 산화를 막아주는 환경을 이루기 때문이다. Chin 등(1992)은 가공된 육제품에서도 총 CLA의 함량에는 변화가 없었다고 보고하였으며, Shantha 등(1995)은 CLA는 화학적으로 안정된 성분으로 식품내 CLA의 농도는 원료내 존재량에 의존한다고 보고하였다.

Table 2. Effects of CLA on fatty acid composition of cooked ground pork patty 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	2.997	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	17.349	7.207	6.203	9.329
DPE	153.793	63.454	87.020	51.092
ΣSFA ²⁾	371.959	381.937	304.507	295.415
ΣUFA ³⁾	623.041	618.063	695.493	704.584

¹⁾ Treatments are the same as in Table 4.

²⁾ SFA : Saturated Fatty Acid.

³⁾ UFA : Unsaturated Fatty Acid.

V. 결 론

CLA는 linoleic acid의 이중결합의 위치 및 이중결합에 결합된 수소의 입체성을 총합한 conjugated linoleic acid의 약자이다. CLA는 반추동물에서 유래된 육류 및 유제품에 소량 포함되어 있는 천연의 기능성 물질이지만 CLA 함량이 너무 적은 것이 단점으로 지적되어 왔다. CLA는 여러 실험동물에서 항

암효과가 있음이 이미 밝혀졌으며, 또한 항동맥경화증, 면역기능강화, 체지방 감소효과, 산화억제 효과, 생육억제 효과 등의 생리활성 효능이 있는 것으로 밝혀졌다. 그러나 유리 지방산인 CLA는 동물에 흡수 되기 전에 약간의 독성을 나타내기 때문에 가축에게 급여한 후 생산된 천연의 CLA가 필요하다. 본 자료에서는 CLA를 일정량 가축에 급여하여도 독성과 정상적인 성장에는 아무런 문제가 없었으며, 그리고 이화학적, 조직적, 관능적 평가에서 문제가 없이 식육에 CLA를 축적하는 것이 가능하였다. 또한 육제품 제조시 CLA를 첨가하여도 문제점이 발생되지 않은 결과를 얻었다. 앞으로 진행되어야 할 과제는 가장 경제적으로 CLA를 생산하는 것과 가축 및 육제품에 효율적으로 이용하여 건강식품을 개발하는 연구가 지속되어야 할 것이다.

VI. 참고문헌

1. 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. *Journal of Food Composition and Analysis*. 5 : 185-197.
2. 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.
3. Dormandy, T. L. and Wickens, D. G. 1987. The experimental and clinical pathology of diene conjugation. *Chem Phys. Lipid.* 45:353-361.
4. Drevon, C. A. 1992. Marine oils and their effects. *Nutr. Rev.* 50:38-45.
5. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497.
6. Grundy, S. M. 1987. Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol, and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 45:1168.
7. Grundy, S. M. and Denke, M. A. 1990. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *J. Lipid Res.* 31:1149-1172.
8. Ha, Y. H., Storkson, J. and Pariza, M. W. 1990. Inhibition of benzo(α)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid *Cancer Research.* 50:1097~1101.

9. Ha, Y. L., Grimm, N. K. and Pariza, M. W. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef : heat-altered derivatives of linoleic acid Carcinogenesis(Lond.). 8:1881-1887.
10. Ha, Y. L., Nancy K. Grimm, and Michael W. Pariza. 1989. Newly Recognized Anticarcinogenic Fatty acids : Identification and Quantification in Natural and Processed Cheeses. J. Agric. Food Chem. 37 : 75-81.
11. Haumann, B. F. 1996. Conjugated linoleic acid offers research promise. Inform. 7:2.
12. 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.
13. Ip, C., Chin, S. F., Scimeca, J. A. and Pariza, M. W. 1991. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. Cancer Res. 51:6118.
14. John, L. C., Buyck, M. J., Keeton, J. T., Leu, R. and Smith, S. B. 1986. Sensory and physical attributes of frankfurtes with reduced fat and elevated monounsaturated fats. J. Food Sci. 51:1144~1146.1179.
15. Lee, K. S. 1996. Conjugated linoleic acid and lipid metabolism. Ph.D. Thesis at the University of Wisconsin-Madison. p. 77-120.
16. Lee, K. S., Kritchevsky, D. and Pariza, M. W. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis. 108:19-25.
17. Lin, H., Boylston T. D., Chang, M. J. Luedecke, L. O. Shultz T. D. Boylston, T. D. 1995. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. J. Dairy Sci. 78:11.
18. 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.
19. Murmann, D. 1983. Determining nitrite/nitrate content in Buuhwurst sausage in the light of the new regulations. Fleischwirtschaft. 63:1267.

20. SAS. 1996. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, Nc, U.S.A.
21. Shantha, N. C., Andrea D. Crum. and Eric A. Decker. 1994. Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. *J. Agric. Food Chem.* 42:1757~1760.
22. Shantha, N. C., Decker, E. A. and Ustunoi, Z. 1992. Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese, *JAACS* 69, 425~428.
23. Shantha, N. C., Ram, L. N., O'Leary, J., Hicks, C. L. and Decker, E. A. 1995. Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *J. Food Sci.* 60(4): 695-697, 720.
24. Suh, K. D. 1984. The production of boneless ham and the role of additives in processing. *Korean Soc. Meat Technol.* 5:41.
25. 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.