

# 항암물질 CLA를 이용한 식육과 육제품 개발

주선태, 이정일, 박구부, 경상대학교 축산과학부

## I. 서론

급변하는 지구촌은 이른바 경제전쟁의 시대에 돌입하게 되었고, 또 세계무역이 WTO의 체계로 이행됨에 따라 외국의 우수한 축산물의 수입이 급증하게 되어 이에 대응하기 위해서는 고품질 고부가 가치를 갖는 축산물의 생산이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

지금까지 이러한 요구를 충족하기 위하여 많은 노력을 해왔으나 경제성, 기능성, 물질의 안전성 및 효과면에서는 만족스러운 수준은 이르지 못하고 있는 것이 사실이다. 이러한 시기에 다기능성 지질 신소재인 CLA(Conjugated linoleic acid)가 생리활성효과, 항암효과 및 항산화 효과 등이 입증됨으로써 가축용 사료첨가제 및 식품첨가물로써의 이용과 연구가 활발히 진행중이다.

최근 관심의 대상이 되고 있는 다기능성 지질 신소재인 CLA(Conjugated Linoleic Acid)는 필수

지방산인 linoleic acid의 이성체로서, linoleic acid를 함유하는 중성지질을 hydrogenation할 때에 미량으로 생성된다(Mossoba 등, 1991).

또한 CLA는 반추위를 갖는 동물의 위에 서식하는 혐기성 세균인 *Butyrivibrio fibrisolvens*에 의해 linoleic acid로부터 소량 생성되고(Hughes 등, 1982), 반추위를 갖는 동물에서 유래한 제품 즉, 쇠고기나 우유를 비롯한 유제품에 다량 함유되어 있다. CLA의 주요 source는 반추동물에서 유래되는 거의 모든 육류 및 유제품이며, 그 외 모유와 야채류 등에도 상당량 함유되어 있으며, Pariza 등(1979)에 의해 처음 보고되었고, 그 이후 Ha 등(1987)이 햄버거에서 처음 분리, 동정하였으며, 항암성을 가진다는 사실을 발표하면서 CLA(Conjugated Linoleic Acid)라 명명하였다.

Ha 등(1990)은 화학적으로 합성한 CLA는 benzo[a]pyrene(BP)으로 유발한 쥐 위암의 발생을 저해하는 효과가 있다고 보고했고,

Visonmeau 등(1997)과 Liew 등(1995)은 DMBA로 유발한 쥐의 지방암과 IQ로 유발한 결장암 발생실험에서 강한 항암성을 가지며, Parodi(1997)는 CLA가 많은 실험동물 model들과 종양세포에 존재하는데 맞서는 세포독소 작용제로서 작용하여 종양의 발생을 감소시킨다고 보고하였으며, Dormandy와 Wickens(1987)는 유리 라디칼에 의한 산화를 억제하는 항산화력이 뛰어난 것을 증명하였고, Lee 등(1994)은 CLA를 토끼에게 급여하였을 때 토끼의 혈중 LDL 콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤, total 콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤의 비에 있어 유의성 있는 감소효과를 보였으며, 햄스터의 대동맥 경화증 발생을 억제한다는 사실을 밝혔다. 그리고 CLA를 동물사료에 첨가하였을 때 이용가능성에 대한 연구와 항암제로서의 연구가 이루어지고 있으며, CLA를 동물사료에 첨가하였을 때 사료효율과 성장률이 향상되었으며, 체지방을 줄이고, 체단백은 증가하였다고 보고하였다(Haumann, 1996).

또한 다른 항산화제간의 비교에서  $\alpha$ -tocopherol 보다 능력이 뛰어났고, 식품보존제로 널리 사용되는 합성 항산화제인 BHT(Butylated Hydroxytoluene)와 비슷한 항산화제 효과가 나타났다고 보고하였다(Ha 등, 1990).

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 화학

1987년 Ha 등(1987)은 c9,c11-, c9t11-, 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; Moaoba 등, 1991). 따라서 식품에 존재하는 CLA는 적어도 16개의 이성체를 함유하고 있음이 밝혀졌다. 이후에 보다 정교한 분석방법을 도입할 경우 16개 이상의 CLA를 분리할 수 있을 것으로 추정된다.

## III. CLA의 생리활성

### 1. 항암성

CLA는 DMBA로 유발한 mouse epidermal

carcinogenesis(Ha 등, 1989), BP로 유발한 mouse forestomach neoplasia(Ha 등, 1994), DMBA로 유발한 rat의 mammary carcinogenesis(Ip 등, 1991:1994.)와 IQ로 유발한 rat의 colon carcinogenesis(Liew 등, 1995) 그리고 S-180 cell로 유발한 mouse ascites carcinogenesis에 대해 항암효과를 가지는 것으로 밝혀졌다. 특히 CLA는 지방산이기에 지방과 밀접한 관련성이 있는 rat의 mammary carcinogenesis에 관한 연구에 많은 관심이 집중되고 있어 이들 암에 대한 예방 및 치료제 효과가 보고되고 있다(Belury 등, 1995; Fitch, 1996; Doyle, 1998; Ip 등, 1994). 동물실험과 더불어 human cancer cell을 이용하여 CLA의 항암효과를 구명하는 연구도 진행되고 있다 (Shultz 등, 1992; Visonneau 등, 1997).

최근 CLA는 발암물질인 IQ가 DNA에 adduction되는 것을 감소시킨다는 보고가 있으며 (Schut 등, 1997; Zu와 Schut, 1992) murine keratinocyte에서 암 촉진 인자인 tetradecanoyl phorbol 13-*O* acetate(TPA)의 효과를 억제하고 (Liu와 Belury, 1997) mouse에서 ornithine decarboxylase (ODC)효소의 활성을 억제시켰다 (Benzamin 등, 1990).

## 2. 면역증강 효과

CLA는 mouse, rat 및 chicken에서 lymphocyte와 macrophage의 기능을 조절하는 효과를 보였다(Cook 등, 1993; Miller 등, 1994).

CLA는 mice에서 endotoxin 인 lipopolysaccharide(LPS)로 유도한 체중의 감소효과를 저하시켰다. CLA를 diet에 0.5% 혼합하여 급여한 15일 후에 LPS를 복강 투여하여 체중 감소 정도를

fish oil 처리구와 비교하였다(Cook 등, 1993). Fish oil과 LPS를 투여한 mice의 체중은 CLA와 LPS를 투여한 mice에 비하여 2배 이상이 줄었다. 또한 CLA를 처리한 mice는 diet의 섭취량이 fish oil을 처리한 mice에 비해 현저히 증가하여 LPS에 의한 anorexia를 줄였다.

CLA의 immune stimulation에 의한 catabolic suppressive 효과는 rat와 chicken에서도 비슷한 결과를 얻었다(Miller 등, 1994). 이상의 결과는 CLA가 복잡한 작용으로 prostaglandin의 합성이나 signal transduction 등에 관여하는 것으로 생각할 수 있다. 왜냐하면 immune stimulation에 의한 근육 대사의 증가는 성장과 같은 생물학적인 과정에 이용되는 energy를 빼앗기 때문이다.

## 3. 항산화작용

CLA의 항산화성은 현재 논쟁의 대상이 되고 있다(Decker, 1995; Lee 등, 1994). 구조상으로 CLA는 전형적인 항산화성을 가질 수 없다. 그러나 CLA를 feeding한 연구에서는 조직의 POV 또는 TBARS 치를 측정할 경우 이들의 수치가 control 보다 낮아지기에 항산화력이 있는 것으로 보고 있다(Ha 등, 1998).

*In vitro*에서는 CLA가 산화되면서 항산화성이 있는 구조 ( $\beta$ -hydroxy acrolein)로 변형되는 것으로 생각이 되고 있지만(Ha 등, 1990) 아직까지 정확한 data는 없다. 또한 Yurawecz 등(1995)은 CLA가 산화되는 동안 furan 형으로 되어 system 내에 존재하는 기질이 O<sub>2</sub>에 대해 경쟁을 하는 것으로 보고 있다. 또한 닭이나 돼지를 CLA가 함유된 사료로 사육한 다음 닭고기나 돼지고기의 저장성이 증가하였다.

이러한 일련의 연구에서 정확한 원인이 구명되지 않았지만 CLA가 biomembrane에 incorporation 됨으로써 불포화지방산의 함량이 다소 감소하기 때문에 저장성이 증가하는 것으로 생각된다.

#### 4. 항콜레스테롤 효과

Dietary CLA는 토끼의 혈중 LDL cholesterol과 HDL cholesterol, total cholesterol과 HDL cholesterol의 비에 있어서 유의성 있는 축적 감소 효과를 보였다(See 등, 1994). 또한 CLA를 hamster에 처리하였을 경우 hamster의 대동맥 경화증 발생이 억제되었다(Nicolosi 등, 1997).

소규모의 사육실험에서 CLA를 산란용 닭의 사료에 혼합하여 사육하면서 달걀 중의 CLA 함량과 cholesterol 함량을 조사한 결과, CLA의 함량은 증가하였지만 반대로 cholesterol의 함량은 약 10~15% 정도 감소하였다(Ha 등, 1994). 이 결과는 기능성(항암성)을 가진 cholesterol 함량이 낮은 고품질의 달걀을 생산할 수 있다는 사실을 암시한다. 또한 육계에 처리한 경우 육계의 저장성을 향상시킬 수 있었다. 또한 돈육에서도 CLA는 cholesterol의 함량을 감소시키는 효과가 있었다.

#### 5. 체지방 감소효과

Park 등(1997)은 CLA가 mouse의 체지방을 감소시키는 효과가 있음을 보고하였다. 즉, CLA는 mouse에서 hormone sensitive lipase와 carnitine palmitoyl transferase의 활성을 증가시켜 체지방을 감소시키고 lean body mass(근육질)를 증가시키는 효과를 나타내는 것으로 최근 밝혀졌다(Park 등, 1997). 또한 CLA는 인간의 체지방을 감소시키는 효과도 있음이 밝혀졌다.

Medstat 연구소의 medical director인 Thom 박사는 인체를 대상으로 CLA를 하루에 3g씩 3개월 동안 처리한 결과 체중이 유의성 있게 감소하였다고 보고하였다(Thom, 1997).

#### 6. Growth factor

CLA는 rat에서 성장을 촉진시키는 것으로 보고되었다. Chin 등(1994)이 연구한 결과에 의하면 CLA는 fetal과 neonatal 조직에 incorporation 되었고, CLA를 급여한 새끼쥐(pup)의 몸무게가 control group의 새끼쥐 몸무게보다 유의성 있게 증가하였다고 보고하였다.

또한 젖을 끊은 후 계속하여 CLA를 급여한 경우에도 rat의 몸무게는 control rat의 몸무게에 비해 증가하였다. 따라서 CLA는 vitamin과 같은 필수성분으로 간주될 수 있다는 사실로 비추어지지만 보다 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

#### 7. Bone metabolism

CLA는 cytokine의 생성을 modulation 하여 병아리나 쥐에서 bone의 ash무게를 증가시켰으며 collagen에서 chondrocyte의 합성을 증가시켰다는 보고도 있다(Seifert와 Watkins, 1997). 이들의 결과는 CLA가 bone의 대사에 관여한다는 가능성을 시사한 것으로 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

#### 8. 당뇨병의 예방 및 치료효과

Houseknecht 등(1998)은 CLA는 pre-diabetic ZDF rat의 glucose에 대한 내성을 원래의 상태로 회복시킬 수 있었고 insulin의 수준을 높일 수 있

었다고 보고하였다.

또한 CLA는 지방 조직에서 PPAR $\gamma$ 를 활성화하여 aP2 mRNA의 수준을 증가시켰다. 따라서 CLA가 insulin의 수준을 증가시키는 이유 중의 일부는 PPAR $\gamma$ 를 활성화하기 때문인 것으로 추정하였고, CLA가 NIDDM의 치료와 예방에 주요한 물질로 사용될 것으로 추정하였다.

### 9. 항균효과

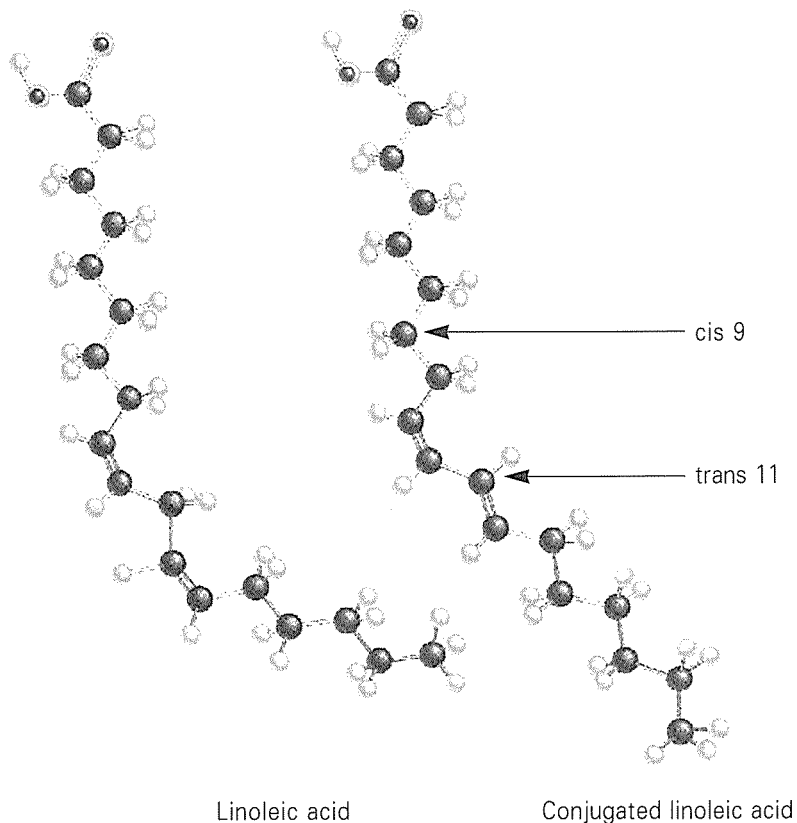
항균 효과로는 CLA는 *Aspergillus sp.*나 *Rhizopus sp.*의 생육을 강력히 저해하는 효과가 있었다. 또한 CLA는

*Listeria monocytogenesis*의 생육을 저해하였으며(Wang과 Johnson, 1992) 식중독균의 활성도 저해하였다(Ha, 1999).

이러한 CLA는 흡수되어 사람 및 실험동물에서 대부분의 기관에 분포되며, 인지질, 중성지질, 심지어는 cholesterol에 ester화되고 있어 monounsaturated fatty acid 함량을 다소 감소시키는 것으로 보고되었다(Schut 등, 1997).

CLA는 일반 unsaturated fatty acid와 마찬가지로 산화되어 대사되며, 제한된 양이 체내에 축적

### CLA의 구조



Linoleic acid

Conjugated linoleic acid

Fig. 1. Chemical structure of CLA

되는 것으로 동물실험에서 나타났다(Duplessis와 Grobbelaar, 1979).

### IV. CLA의 대사

흡수된 CLA는 사람 및 실험동물에서 대부분의 기관에 분포되며, 인지질, 중성지질, 심지어는 cholesterol에 ester화되고 있어 monounsaturated fatty acid 함량을 다소 감소시키는 것으로 보고되었다(Schut 등, 1997). CLA는 일반 unsaturated

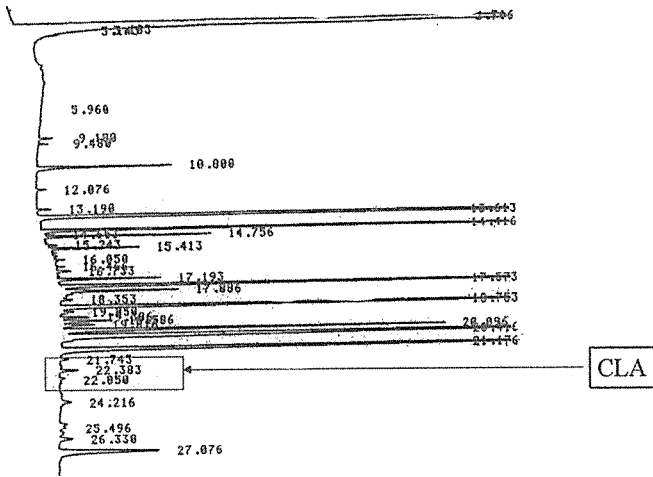


Figure 2. CLA chromatogram of control pork

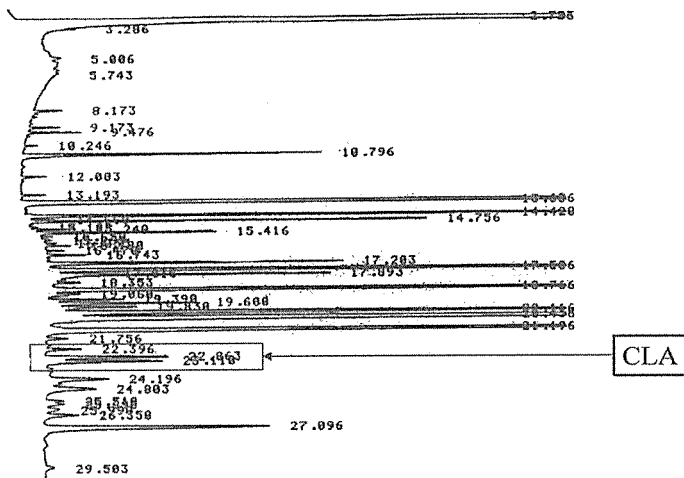


Figure 3. CLA chromatogram of CLA-treated pork

fatty acid와 마찬가지로 산화되어 대사되며, 제한된 양이 체내에 축적되는 것으로 동물실험에서 나타났다(Duplessis와 Grobbelaar, 1979).

### V. CLA의 섭취량

c9,t11 CLA isomer는 건강한 사람의 sera에서 최고 10 ppm까지 함유되어 있다(Iversen 등,

1984). 인간에서 CLA의 가능한 source는 dietary source와 간 microsomal enzyme에 의한 C18:1의 desaturation에 기인하는 것으로 보고 있다. Diet source는 반추위 동물에서 유래한 지방이 가장 중요하다. 또한 인간의 모유에도 상당량이 함유되고 있어 인간이 태어날 때부터 CLA에 노출되어 CLA가 신생아나 어린이의 건강유지에 이바지할 것으로 추정된다.

인간이 정확하게 CLA를 섭취하는 양에 관한 보고는 없지만, 미국인의 일일 지방섭취량 (80 g/day)과 dietary fat에 함유된 CLA의 양 (0.5%)으로 추정할 때 미국인이 하루에 섭취하는 CLA의 양은 하루에 약 0.4g으로 추정된다.

이와 같은 CLA의 양이 혈액(5 liter/person; 혈액 중 50%가 serum)에 순환된다고 볼 때 serum 중의 CLA는 약 160 ppm이 될 것이다.

따라서 dietary sources가 인간의 혈액과 조직 CLA의 주 요원이 되는 것으로 보고 있다.

한국인의 경우 미국인보다 전체 지방의 섭취량이 훨씬 적고, 또한 반추위에서 유래한 지방 섭취량이 훨씬 낮아 CLA의 섭취량의 0.1g 이하일 것으로 추정된다. 따라서 만약 CLA가 인간의 건강을 유지하는데 필요하다고 하면 한국인의 식단에 CLA가 강화된 식품이 필요할 것으로 생각된다.

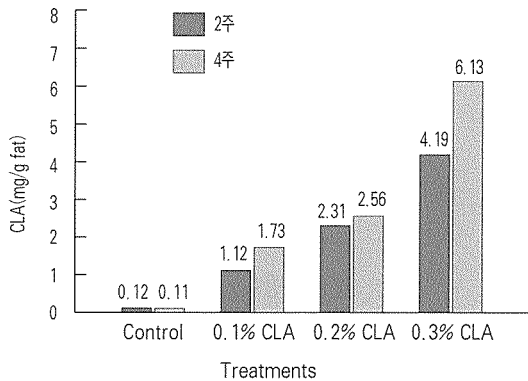


Figure 4. CLA contents of pork loin fed various levels of dietary CLA for 2 and 4 weeks.

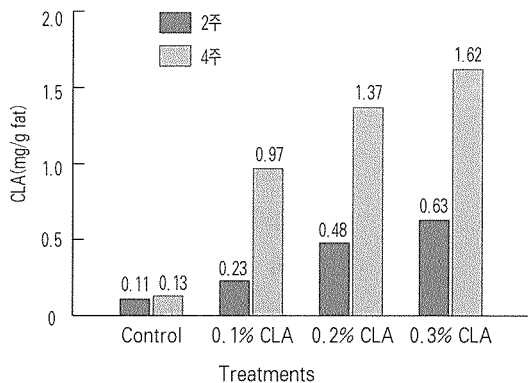


Figure 5. CLA contents of pork belly fed various levels of dietary CLA for 2 and 4 weeks.

## VI. CLA를 이용한 식육 및 육제품개발

### 1. CLA 돈육생산

CLA 첨가사료를 급여받은 처리구와 일반사료를 급여받은 대조구의 돈육내 지방산 조성을 GC를 통해 분석한 결과 (Fig. 1과 2), 처리구에서는 CLA가 확연히 나타났으나 대조구에서는 그 함량이 극히 미미한 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 사료성분 중 linoleic acid가 CLA로 전환이 되지 않아 육내에 CLA를 축적시

키기 위해서는 반드시 사료내에 CLA를 첨가시켜야 됨을 의미한다.

Figure 3과 4는 CLA를 2주간 급여한 것과 4주간 급여한 돈육 등심과 삼겹부위의 CLA 함량을 비교한 것이다. 도축 직후 등심부위에서 조사한 CLA 함량은 CLA를 급여하지 않은 대조구에서는 생체 합성을 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 나타났는데, 특히 12% 지질 대체일 경우 2주 급여와 4주 급여에서는 많은 차이를 보였다.

삼겹부위에서도 등심부위와 유사한 결과를 보였지만 축적된 CLA 함량이 등심부위보다는 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 유사한 양이 검출되었는데, 이는 CLA가 저장기간이 경과되어도 분해되지 않는 안전한 물질인 것을 의미한다.

## 2. CLA 계속 및 계란생산

CLA 첨가 수준을 달리하여 육계 사료에 첨가하여 6주간 급여하는 동안 매주마다 시료를 채취하여 급여기간 경과에 따른 CLA 함량을 조사해 보았다. 그 결과는 Fig 1~4에 나타내었다. 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 가능

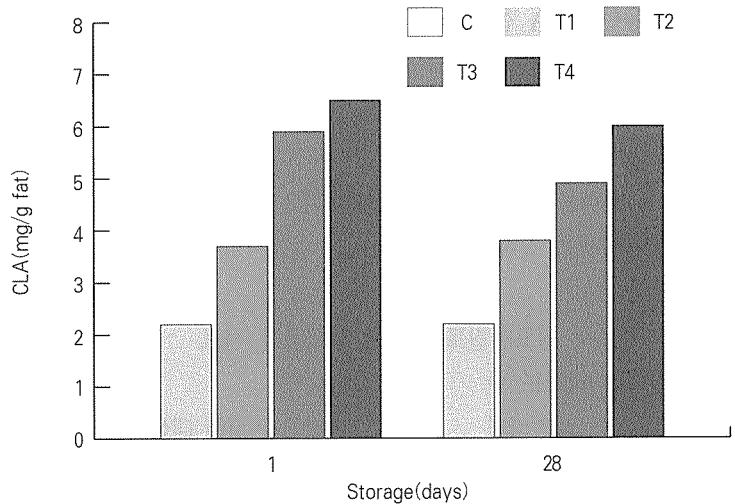


Figure 6. Changes in CLA content of emulsion-type sausage with CLA during 28 days of storage at 4°C.

한 것으로 나타났다.

## CLA 급여에 따른 난황내 CLA 함량의 변화

산란계 사료에 CLA와 잇꽃유를 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 실험기간 동안 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 나타내었다. 사료내 CLA를 1%와 2.5% 첨가한 처리구는 전 실



험기간 동안 CLA 함량이 비례적으로 증가한 반면, CLA를 5% 첨가한 처리구는 급여 2주까지 급격히 증가하다가 그 후에는 유의적인 증가를 보이지 않고 일정하게 유지하였다.

이같은 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 변화시키지 않기 위해 과량으로 흡수된 CLA는 체내대사에 이용된 것으로 사료된다.

본 연구결과 산란계 사료에 CLA를 첨가하여 난황내 CLA함량을 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. CLA 육제품개발

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 생분쇄우유보다 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.

최근 관심의 대상이 되고 있는

다기능성 지질 신소재인

CLA(Conjugated Linoleic Acid)는

필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서,

linoleic acid를 함유하는

중성지질을 hydrogenation할 때에 미량으로 생성된다.

또한 CLA는 반추위를 갖는 동물의 위에 서식하는

혐기성 세균인 *Butyrivibrio fibrisolvens*에

의해 linoleic acid로부터 소량 생성되고,

반추위를 갖는 동물에서 유래한 제품

즉, 쇠고기나 우유를 비롯한 유제품에

다량 함유되어 있다.

## VII. 결론

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 물질이다. CLA는 여러 실험동물에서 항암효과가 있음이 이미 밝혀졌으며, 또한 항동맥경화증, 면역기능강화, 체지방 감소효과, 산화억제 효과, 생육억제 효과 등의 생리활성 효능이 있는 것으로 밝혀졌다.

그러나 유리 지방산인 CLA는 동물에 흡수되기 전에 약간의 독성을 나타내기 때문에 가축에게 급여한 후 생산된 천연의 CLA가 필요하다. 본 자료에서는 CLA를 일정량 가축에 급여하여도 독성에는 아무런 문제가 없었으며, 그리고 이화학적, 조직적, 관능적 평가에서 문제가 없이 식육에 CLA를 축적하는 것이 가능하였다. 앞으로 진행되어야 할 과제는 가장 경제적으로 CLA를 생산하는 것과 가축 및 유제품에 효율적으로 이용하는 연구가 지속되어야 할 것이다.

### 참고문헌

1. Belury, M.A. Conjugated dienoic linoleate: a polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutr. Rev.* 53:83-89 (1995).
2. 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).
3. 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.* 5:185-197 (1992).
4. Chin, S.F., Storkson, J.M., Albright, K.J., Cook, M.E., and Pariza, M.W. Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *J. Nutr.* 124:2344-2349 (1994).
5. 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.* 72:1301-1305 (1993).
6. Decker EA. The role of phenolics, conjugated linoleic acid, carnosine, and pyrroloquinoline quinone as nonessential dietary antioxidants. *Nutr. Rev.* 53: 49-58 (1995).
7. Doyle, E. Scientific forum explores CLA knowledge. *INFORM* 9:69-73 (1998).
8. Fitch, H.B. Conjugated linoleic acid offers research promise. *INFORM* 7:152-159 (1996).
9. Fritsche, S., and Fritsche, J. Occurrence of conjugated linoleic acid isomers in beef. *JAOCS* 75:1449-1451 (1998).
10. Ha, Y.L., Grimm, N.K., and Pariza, M.W. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis* 8:1881-1887 (1987).
11. Ha, Y.L., Grimm, N.K., and Pariza, M.W. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: identification and quantification in natural and processed cheeses. *J. Agric. Food Chem.* 37(1):75-81 (1989).

12. Ha, Y.L., Ha, H.S., Ha, J.Kim, Bahn, K.N., Lee, E.J., and Ha, J.K. Effects of dietary conjugated dienoic isomers of linoleic acid (CLA) on cholesterol and CLA contents of hen's egg. In *1994 IFT Annual Meeting Technical Program*: Jun. 25~29, Altant, GA, USA. 79D 6, p249 (1994).
13. Ha, Y.L., Park, G.B., Kang, S.J., Shim, K.H., and Kim, J.O. Newly recongnized multifunctional fatty acids for the production of high quality meat, fish and agricultural products. *Ministry of Agriculture and Forestry (Report)*: 1-314 (1998).
14. 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.* 50:1097-1101 (1990).
15. Ha, Y.L., Park, G.B., Kang, S.G., and Kim, H.C. 1999. Inhibition of food-borne pathogenic bacteria by conjugated linoleic acid (*unpublished data*) (1999).
16. 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).
17. Ip, C., Chin, S.F., Scimeca, J.A., and Pariza, M.W. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.* 51:6118-6124 (1991).
18. Ip, C., Scimeca, J.A., and Thompson, H.J. Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. *Cancer* 74:1050-1054 (1994).
19. 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.* 54:1212-1215 (1994).
20. Kim, J.O., and Ha, Y.L. Conjugated linoleic acid and branched-chain fatty acids in Korean mother's milks. *Pasteur Milk (Report)* 1-73 (1993).
21. Lee, K.N., Kritchevsky, D., and Pariza, M.W. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* 108:19-25 (1994).
22. 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* 16:3037-3043 (1995).
23. Liu, K.L., and Belury, M.A. Conjugated linoleic acid modulation of phorbol ester-induced events in murine keratinocytes. *Lipids* 32:725-730 (1997).
24. 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.* 198:1107-1112 (1994).
25. 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).
26. Nicolosi, R.J., Rogers, E.J., Kritchevsky, D., Scimeca, J.A., and Huth, P.J. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery.* 22:266-277 (1997).

27. Pariza, M.W., and Hargraves, W.A. A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz[*a*]anthracene. *Carcinogenesis* 6:591-593 (1985).
28. Park, Y., Albright, K.J., Liu, W., Storkson, J.M., Cook, M.E., and Pariza, M.W. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids* 32: 853-858 (1997).
29. Schut, H.A., Cummings, D.A., and Smale, M.H.E. DNA adducts of heterocyclic amines: Formation, removal and inhibition by dietary components. *Mutat. Res. Fund. Mol. Microbiol.* 376:185-194 (1997).
30. Sebedio, J.L., Juaneda, P., Dobson, G., Ramilison, J., Martin, J.D., and Chardigny, J.M. Metabolites of conjugated isomers of linoleic acid (CLA) in the rat. *Biochim. Biophys. Acta Lipids & Lipid Metabolism* 134:5-10 (1997).
31. Sehat, N., Kramer, J., Mossoba, M.M., Yurawecz, M.P., Roach, J.A.G., Eulitz, K., Morehouse, K.M., and Ku, Y. Identification of conjugated linoleic acid isomers in cheese by GC, Silver ion HPLC and mass spectral reconstructed ion profiles. Comparison of chromatographic elution sequence. *Lipids* 333:963-971 (1998).
32. Seifert, M.F., and Watkins, B.A. Role of dietary lipid and antioxidants in bone metabolism. *Nutr. Res.* 17:1209-1228 (1997).
33. Shultz, T.D., Chew, B.P., and Seaman, W.R. Differential stimulatory and inhibitory responses of human mcf-7 breast cancer cells to linoleic acid and conjugated linoleic acid in culture. *Anticancer. Res.* 12:2143-2145 (1992).
34. Thom, E. A pilot study with the aim of studying the efficiency and tolerability of Tonalin CLA on the body composition in humans. *Medstat Res. Ltd.*, Oslo, Norway (1997).
35. 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.* 17:969-973 (1997).
36. Wang, L.L., and Johnson, E.A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by fatty acids and monoglycerides. *Appl. Environ. Microbiol.* 58:624-629 (1992).
37. 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).
38. Zu, H.X., and Schut, H.A. Inhibition of 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline-DNA adduct formation in CDF1 mice by heat-altered derivatives of linoleic acid. *Food Chem. Toxicol.* 30:9-16 (1992).
39. DuPlessis, L.M., and Grobbelaar, N. Isomerization of the double bonds of a conjugated fatty acid during beta-oxidation. *Lipids* 14:943-948 (1979).
40. Iversen, S.A., Carwood, P., Madigan, M.J., Lawson, A.M., and Dormandy, T.L. Identification of a diene conjugated component of human lipid as octadeca-9-1-dienoic acid. *FEBS Lett.* 171:320-324 (1984).