

## Conjugated Linoleic Acid (CLA) 급여가 돈육의 조직적·관능적 특성에 미치는 영향

이정일·최진성·박준철·문홍길\*·김영화·박종대·주선태\*\*·박구부\*\*  
축산기술연구소, \*농촌진흥청, \*\*경상대학교 축산과학부

## Effect of Dietary Conjugated Linoleic Acid on Texture and Sensory Characteristics of Pork

J. I. Lee, C. S. Choi, J. C. Park, H. K. Moon\*, Y. H. Kim, J. D. Park,  
S. T. Joo\*\*, and G. B. Park\*\*

National Livestock Research Institute, \*Rural Development Administration,  
\*\*Division of Animal Science, Gyeongsang National University

### Abstract

The effects of dietary conjugated linoleic acid on pork quality was investigated using sixty four pigs. CLA was synthesized by alkaline isomerization method with corn oil. Pigs were divided into 4 treatment groups(16 pigs/group) and subjected to one of four treatment diets(0, 0.1, 0.2, and 0.3% CLA diets) for 2 weeks before slaughter. Pork loin and belly were collected from the animals(105~110kg body weight) slaughtering at the commercial slaughter house. Pork loin and belly meat were aerobic packaged and then stored during 2, 5, 8, 11 and 13 days at 4°C refrigerator. Samples were analyzed for meat color, texture and sensory characteristics.

There were no difference in meat color(L\*, a\*, b\*), texture and sensory property among control and CLA treatment(s), and no changes as the storage period passed. This results mean that feeding CLA to pork doesn't change the meat color and texture of the pork what consumers consider when they buy some meat. Especially, feeding CLA to pork didn't transform sensory property of the pork. We considered these result as no problem in the pig fed with CLA.

Key words : conjugated linoleic acid, pork, color, sensory, texture.

## 서론

최근 육에 대한 소비자의 기호가 고급화 및 다양화됨에 따라 육류의 소비 패턴도 급격히 변하여 생체 기능성 물질을 다량 함유한 고품질의 기능성 식품섭취를 원하고 있다. 즉 생체 내에서 암의 발생 또는 진보를 억제하는 물질, 체내의 면역성을 증가시키는 물질 그리고 노화를 방지하는 물질 등을 함유하는 생체 기능성 식품을 원하고 있다.

Corresponding author : Gu-Boo Park, Meat Science Laboratory, Department of Animal Science, Collage of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea. E-mail : gbpark@nongae.qsnu.ac.kr

현재 다기능 지질 신소재로서 알려진 conjugated linoleic acid(CLA)는 octadecadienoic acid(18:2)의 위치 및 기하 이성질체의 그룹에 대한 총체적인 이름이다. cis-9, trans-11 CLA 이성체는 본질적인 자연의 이성체이며<sup>(1)</sup> 그리고 반추위 박테리아인 *Butyrivibrio fibrisolvens*에 의해 linoleic acid의 biohydrogenation 과정의 중간산물로 정의되었다<sup>(2)</sup>. 대부분 반추동물의 육과 유제품에는 CLA 함량이 전체 지방산 함량의 0.5~1.5%로 풍부히 함유되어 있지만 반면에 단위동물로부터 생산된 육에는 CLA 함량이 전체 지방산 함량에 0.1~0.2%로 상대적으로 아주 미량 함유되어 있다<sup>(1,3)</sup>.

CLA 연구에 대한 관심사는 몇몇 실험동물의 연구가 지속되면서 지난 몇 년 동안에 급격히 증가되었으며, 그리고 *in vitro* 연구들에서

CLA는 잠정적으로 건강에 많은 도움을 주는 생리적인 활성을 가진 화합물이라고 밝혀졌다. Ha 등<sup>(4)</sup>은 CLA가 화학적으로 유발시킨 쥐의 피부암을 억제하는 기능을 가져 항암작용이 있다고 보고하였다. 그리고 암의 여러 가지 유형에 CLA가 항암작용을 한다고 최근에 많은 연구가 보고되었다<sup>(5,6)</sup>. 한편 CLA 성분은 동맥경화증을 억제한다고 보고되었으며<sup>(7,8)</sup>, 그리고 면역 자극에 의해 야기되는 성장억제를 막아주는 기능을 한다고 보고하였다<sup>(9,10)</sup>. 부가적으로 CLA는 쥐를 이용한 실험에서 사료효율을 증진시키며<sup>(11)</sup>, 그리고 체조직 지방량을 감소시키며 반면에 근육량이 증가된다고 보고하였다<sup>(12)</sup>. CLA 섭취시 많은 이익들이 있으며 또한 CLA가 도체 조성과 성장 능력을 증진시킬 수 있다는 것이 확인되면 CLA를 많은 가축에 급여하는 관심이 상당히 생기게 될 것이다. 결과적으로 이렇게 생산된 육은 사람이 소비시 CLA가 풍부한 식품을 제공할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 다기능성 지질 신소재인 CLA를 첨가수준을 달리하여 돼지에게 2주간 급여한 후 저장기간 동안 CLA가 축적된 돈육의 육색, 조직감 및 관능적 특성 변화에 미치는 효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 공시동물, 급여사료 및 CLA 합성

경상남도 고성군 세운농장에서 사육중인 랜드레이스 64두를 각 처리구마다 16두씩 배치하여 대조구는 출하체중인 105~110kg까지 비육말기 사료를 사료회사로부터 구입하여 급여하였으며, 처리구 1은 출하 2주전(출하체중: 105~110kg)부터 사료회사로부터 구입한 사료의 지질원에 대하여 CLA를 4% 첨가(0.1% CLA: 순도 100%)하였으며, 처리구 2는 8% (0.2% CLA), 처리구 3은 12% (0.3% CLA) 첨가하여 급여한 후 일괄적으로 도살하여 냉장온도(4°C)에서 합기포장하여 저장기간에 따른 돈육의 육색변화, 조직적 특성 및 관능적 특성의 변화 등을 조사하기 위하여 돈육의 등심과 삼겹 부위를 합기포장하여 냉장온도(4°C)에서 13일간 저장하면서 각 실험항목을 조사하였다. CLA 합성은 Ha 등<sup>(4)</sup>의 방법으로 linoleic acid 함량이 52%인 식용유를 이용하였으며, 최종

회수한 CLA는 순도가 50%인 9-cis, 11-trans octadecadienoic acid isomer를 합성하였다.

### 조사항목 및 분석방법

#### 1) 육 색

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

#### 2) 조직감

냉장 보관중인 시료를 실온에서 30분간 방치한 후 Rheometer(CR 100, Japan)을 이용하여 hardness(경도), cohesiveness(응집성) 및 adhesiveness(부착성)를 측정하였다. 이때 분석조건은 chart speed 120mm/min, maximum load 2 kg, 측정속도 20mm, 시료높이 25mm, adapter No. 4(직경 13mm<sup>2</sup>)로 측정하였다.

#### 3) 관능평가

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 기호척도법으로 관능검사를 실시하였다. 신선육은 풍미, 육색, 불쾌취 및 기호성의 항목으로 관능검사를 실시하였다.

#### 4) 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC<sup>(13)</sup>을 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

냉장저장동안 CLA가 축적된 돈육의 육색 변화

CLA를 첨가하여 비육시킨 돈육의 등심과 삼겹 부위를 합기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 경시적인 명도, 적색도, 황색도의

Table 1. Changes in lightness of raw pork fed various levels of dietary CLA

| Region | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)            |                           |                           |                          |                          |
|--------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|        |                         | 2                        | 5                         | 8                         | 11                       | 13                       |
| Loin   | Control                 | 45.53±3.77 <sup>B</sup>  | 47.48±5.84 <sup>AB</sup>  | 47.16±2.4 <sup>AB</sup>   | 48.86±4.16 <sup>A</sup>  | 49.87±4.27 <sup>A</sup>  |
|        | T1                      | 46.35±4.5 <sup>B</sup>   | 48.54±5.65 <sup>AB</sup>  | 48.7 ±4.76 <sup>AB</sup>  | 49.5 ±3.81 <sup>A</sup>  | 48.57±3.2 <sup>AB</sup>  |
|        | T2                      | 47.83±4.52               | 49.0 ±3.72                | 49.76±4.21                | 50.34±3.43               | 50.66±3.66               |
|        | T3                      | 46.11±3.02 <sup>AB</sup> | 47.16±2.32 <sup>AB</sup>  | 47.3 ±2.73 <sup>AB</sup>  | 48.16±1.34 <sup>A</sup>  | 48.75±1.38 <sup>A</sup>  |
| Belly  | Control                 | 41.3 ±5.58               | 42.5 ±5.41 <sup>b</sup>   | 42.06±4.25 <sup>bc</sup>  | 43.36±3.67               | 41.83±3.37               |
|        | T1                      | 43.83±4.2 <sup>BC</sup>  | 50.62±5.18 <sup>Aa</sup>  | 45.3 ±3.38 <sup>Bab</sup> | 40.92±2.68 <sup>C</sup>  | 42.41±3.71 <sup>BC</sup> |
|        | T2                      | 44.57±6.34 <sup>AB</sup> | 49.01±4.11 <sup>Aa</sup>  | 47.55±4.23 <sup>Aa</sup>  | 41.73±2.28 <sup>B</sup>  | 45.63±7.08 <sup>AB</sup> |
|        | T3                      | 39.83±4.15 <sup>B</sup>  | 42.61±1.79 <sup>ABb</sup> | 40.25±3.81 <sup>BC</sup>  | 43.71±4.96 <sup>AB</sup> | 46.45±5.6 <sup>A</sup>   |

<sup>1)</sup> Control : The pig fed on commercial feed(100%); T1 : The pig fed on commercial feed(100%) and CLA(0.1%), T2 : The pig fed on commercial feed(100%) and CLA(0.2%), T3 : The pig fed on commercial feed(100%) and CLA(0.3%).

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

Table 2. Changes in redness of raw pork fed various levels of dietary CLA

| Region | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)             |                           |                          |                           |                          |
|--------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|        |                         | 2                         | 5                         | 8                        | 11                        | 13                       |
| Loin   | Control                 | 6.98±0.57 <sup>Ba</sup>   | 9.25±1.41 <sup>Aa</sup>   | 7.19±1.79 <sup>Bab</sup> | 8.89±1.32 <sup>Aa</sup>   | 6.75±0.8 <sup>Ba</sup>   |
|        | T1                      | 5.01±0.61 <sup>Cb</sup>   | 6.74±1.24 <sup>Bb</sup>   | 6.17±0.72 <sup>Bb</sup>  | 7.74±1.18 <sup>Aab</sup>  | 6.6 ±0.83 <sup>Bb</sup>  |
|        | T2                      | 5.62±1.56 <sup>Bb</sup>   | 6.91±0.98 <sup>Ab</sup>   | 6.64±1.42 <sup>ABb</sup> | 6.94±1.11 <sup>Ab</sup>   | 5.72±0.74 <sup>p</sup>   |
|        | T3                      | 5.68±0.87 <sup>Cb</sup>   | 7.58±1.39 <sup>ABb</sup>  | 8.55±2.74 <sup>Aa</sup>  | 6.68±1.75 <sup>BCb</sup>  | 7.63±1.36 <sup>ABa</sup> |
| Belly  | Control                 | 12.63±2.6 <sup>ABa</sup>  | 12.73±1.59 <sup>ABa</sup> | 14.24±1.57 <sup>Aa</sup> | 10.94±2.56 <sup>BCb</sup> | 10.56±1.61 <sup>C</sup>  |
|        | T1                      | 10.37±3.12 <sup>Bab</sup> | 9.28±2.33 <sup>Bc</sup>   | 11.11±1.86 <sup>Ab</sup> | 13.62±1.44 <sup>Aa</sup>  | 10.9 ±1.66 <sup>B</sup>  |
|        | T2                      | 11.2 ±2.51 <sup>Aab</sup> | 10.24±0.97 <sup>Abc</sup> | 10.09±2.85 <sup>Ab</sup> | 11.25±1.4 <sup>Ab</sup>   | 10.92±2.08 <sup>A</sup>  |
|        | T3                      | 9.52±0.95 <sup>Ab</sup>   | 10.93±1.17 <sup>Ab</sup>  | 9.99±1.7 <sup>Ab</sup>   | 10.71±1.83 <sup>p</sup>   | 10.95±2.43 <sup>A</sup>  |

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

변화를 조사한 결과는 Table 1, 2, 3과 같다. 신선 냉장 돈육을 저장하는 동안 CLA 급여로 인하여 저장기간 동안 처리구간에는 L\* 값에 아무런 영향을 미치지 않았다(Table 1). 그러나 저장기간이 경과됨에 따라 전 처리구가 L\* 값이 증가하는 경향을 보였다. 삼겹부위의 L\* 값은 처리구간에 차이가 없으며, 또한 저장기간이 경과하여도 뚜렷한 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 지방과 적육이 혼합되어 있는 부위

라 측정시 발생하는 오차로 인하여 뚜렷한 경향이 없는 것으로 사료된다. Dugan 등<sup>(14)</sup>은 급여되는 사료중량에 CLA를 2% 첨가하여 급여하였을 때 육색에는 아무런 영향을 미치지 않았으며, 또한 기호성 증진에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 돈육 품질은 돈육 등심의 pH, 육색 및 WHC의 상호 작용에 의하여 결정되어진다고 보고하였다<sup>(15,16)</sup>.

신선계육의 육색 안전성은 CLA 급여에 의

Table 3. Changes in yellowness of raw pork fed various levels of dietary CLA

| Region | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)            |                          |                           |                           |                           |
|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|        |                         | 2                        | 5                        | 8                         | 11                        | 13                        |
| Loin   | Control                 | 3.98±0.9 <sup>Dab</sup>  | 6.36±1.66 <sup>Cab</sup> | 6.06±1.27 <sup>Cc</sup>   | 8.00±1.97 <sup>Aa</sup>   | 7.31±1.26 <sup>Ba</sup>   |
|        | T1                      | 2.81±0.93 <sup>Cc</sup>  | 5.89±1.57 <sup>Bb</sup>  | 6.62±1.17 <sup>ABbc</sup> | 7.04±1.33 <sup>Ac</sup>   | 6.17±0.57 <sup>ABb</sup>  |
|        | T2                      | 4.17±1.48 <sup>Da</sup>  | 6.62±0.63 <sup>Ca</sup>  | 7.03±1.31 <sup>Bb</sup>   | 7.58±0.94 <sup>Ab</sup>   | 7.29±0.93 <sup>ABa</sup>  |
|        | T3                      | 3.13±0.73 <sup>Cb</sup>  | 5.40±1.47 <sup>Bc</sup>  | 7.41±1.56 <sup>Aa</sup>   | 7.15±1.19 <sup>ABbc</sup> | 6.94±1.36 <sup>ABab</sup> |
| Belly  | Control                 | 5.21±1.05 <sup>BCa</sup> | 5.76±0.43 <sup>Ba</sup>  | 6.33±1.51 <sup>ABa</sup>  | 6.40±1.62 <sup>Aa</sup>   | 6.2 ±2.71 <sup>ABa</sup>  |
|        | T1                      | 4.44±1.12 <sup>Cbc</sup> | 5.75±1.86 <sup>Ba</sup>  | 6.11±1.62 <sup>Aab</sup>  | 6.27±0.98 <sup>Aab</sup>  | 6.12±1.71 <sup>Aab</sup>  |
|        | T2                      | 4.96±0.8 <sup>Cb</sup>   | 5.86±1.03 <sup>Ba</sup>  | 5.75±1.33 <sup>ABab</sup> | 6.02±1.19 <sup>ABb</sup>  | 6.14±1.63 <sup>Aa</sup>   |
|        | T3                      | 4.22±0.64 <sup>Cc</sup>  | 5.33±1.26 <sup>Bb</sup>  | 5.67±1.98 <sup>ABb</sup>  | 5.62±1.9 <sup>ABc</sup>   | 5.98±1.0 <sup>Ab</sup>    |

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

Table 4. Effects of storage(4°C) on texture of pork fed various levels of dietary CLA for 2 weeks

| Item                                 | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)             |                            |                            |                            |                            |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                      |                         | 2                         | 5                          | 8                          | 11                         | 13                         |
| Hardness<br>(g/cm <sup>2</sup> )     | Control                 | 630.7±169.7 <sup>a</sup>  | 699.5±292.0 <sup>a</sup>   | 701.3±133.6 <sup>a</sup>   | 617.8 ±181.4               | 563.0± 91.9                |
|                                      | T1                      | 509.8±226.9 <sup>ab</sup> | 626.1±202.3 <sup>ab</sup>  | 525.4± 54.1 <sup>b</sup>   | 544.0 ± 72.0               | 463.6±143.0                |
|                                      | T2                      | 472.5±54.7 <sup>ab</sup>  | 563.5±135.3 <sup>ab</sup>  | 548.9±172.2 <sup>b</sup>   | 499.4 ± 75.6               | 542.2± 63.8                |
|                                      | T3                      | 345.9±35.1 <sup>Bb</sup>  | 443.0±115.0 <sup>ABb</sup> | 528.8±126.8 <sup>Ab</sup>  | 490.2 ± 66.7 <sup>A</sup>  | 477.1± 84.2 <sup>A</sup>   |
| Adhesiveness<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | Control                 | 249.8±85.0 <sup>a</sup>   | 147.7±61.7 <sup>a</sup>    | 140.7± 17.6 <sup>a</sup>   | 127.7 ± 22.3               | 140.7± 47.0 <sup>a</sup>   |
|                                      | T1                      | 164.7±80.4 <sup>Ab</sup>  | 132.0±31.2 <sup>ABab</sup> | 101.1± 29.0 <sup>Bb</sup>  | 124.2 ± 21.6 <sup>AB</sup> | 89.2± 3.9 <sup>Bb</sup>    |
|                                      | T2                      | 171.4±48.8 <sup>Ab</sup>  | 142.1±24.4 <sup>ABa</sup>  | 112.2± 16.8 <sup>Bb</sup>  | 107.2 ± 37.4 <sup>B</sup>  | 132.8± 32.3 <sup>ABa</sup> |
|                                      | T3                      | 132.5± 9.9 <sup>Ab</sup>  | 97.8± 8.6 <sup>ab</sup>    | 125.5± 22.6 <sup>Aab</sup> | 109.7 ± 15.9 <sup>AB</sup> | 80.5± 5.5 <sup>Cb</sup>    |
| Cohesiveness<br>(%)                  | Control                 | 33.3± 7.0                 | 28.3± 6.3 <sup>ab</sup>    | 35.5± 7.8 <sup>a</sup>     | 31.5 ± 6.9                 | 25.2± 12.4                 |
|                                      | T1                      | 37.7± 4.4 <sup>A</sup>    | 25.1± 5.8 <sup>Cb</sup>    | 27.5± 2.8 <sup>BCbc</sup>  | 33.5 ± 10.5 <sup>AB</sup>  | 35.1± 8.2 <sup>AB</sup>    |
|                                      | T2                      | 32.2± 5.5                 | 35.8±11.7 <sup>a</sup>     | 26.5± 7.0 <sup>c</sup>     | 30.7 ± 11.9                | 28.9± 7.6                  |
|                                      | T3                      | 35.8± 3.6 <sup>A</sup>    | 33.9± 5.9 <sup>ABab</sup>  | 34.8± 7.4 <sup>Aab</sup>   | 30.71± 6.9 <sup>AB</sup>   | 25.5± 10.9 <sup>B</sup>    |

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

하여 증진된다고 보고하였다. 일반적으로 육의 육색 안전성은 지질산화와 관련되어 나타난다고 보고하였다<sup>(18)</sup>. 만약 지질산화는 급여되는 CLA를 통하여 지방산 조성 변경에 의하여 감소시킬 수 있으면, 육색소의 산화는 저장 동안 억제될 수 있을 것으로 사료된다.

Table 2는 CLA가 축적된 돈육이 적색도에

미치는 영향인데, CLA 급여가 적색도에 있어서 아무런 영향을 미치지 않았다. 등심의 경우 대조구가 저장 11일까지 CLA 급여구보다 유의적으로 높게 나타났지만(p<0.05). 전체적으로 고찰해 보면 CLA가 축적된 돈육을 13일간 저장하는 동안 a\* 값의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

Table 3은 저장기간동안 CLA가 축적된 돈육의 황색도 변화로서 b\* 값은 등심의 경우 CLA 급여로 인하여 황색도에 아무런 영향이 없었으며, 삼겹의 경우에는 CLA 0.3% 처리구가 CLA 0.1%과 0.2% 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). 전 처리구가 저장기간이 경과할수록 황색도가 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.05). Du 등<sup>(17)</sup>은 CLA 육의 저장안전성을 증가시키는 것은 포화지방산 함량을 증가시키고 그리고 CLA를 제외한 불포화지방산 함량을 감소시키기 때문에 저장성이 증진된다고 제안하였는데, 본 연구에서는 대조구와 CLA 급여구간에 육색 안전성에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

CLA 급여에 따른 돈육의 조직감 변화

CLA를 첨가하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 경시적인 조직감의 변화를 비교한 결과는 Table 4와 같다.

물질을 변형시킬 때 필요한 힘인 경도(hardness)는 전 저장기간 동안 대조구에 비하여 CLA 급여구가 유의적으로(P<0.05) 낮은 결과를 보였다. 이와 같은 결과에 대해 Dugan 등<sup>(14)</sup>은 CLA를 급여하므로 근육 내 지방 함량이 증가하여 marbling 값이 증가하며 조직감에 영향을 미친다고 보고하였다. 전 처리구가 저장기간이 경과하여도 경도에는 변화가 없었다.

물체의 표면과 표면이 부착되어 있는 것을 분리시키는데 필요한 힘인 부착성(adhesiveness)은 전 저장기간동안 처리구간의 비교에서는 대조구에 비하여 CLA 급여구가 유의적으로 낮은 부착성을 보였다(P<0.05). 저장기간의 경과에 따른 변화에서는 대조구를 제외한 CLA 처리구는 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

식품의 형태를 구성하는 내부적인 결합에 필요한 힘인 응집성(cohesiveness)은 대조구와 CLA 처리구 간의 비교에서는 유의적인 차이가 없었으며, 또한 모든 처리구가 저장기간의 경과에 따른 유의적인 차이는 없었다.

CLA 급여에 따른 신선 돈육의 관능적 특성의 변화

1) 냄새의 변화

CLA를 첨가하여 비육시킨 돈육의 등심과 삼겹부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 신선육의 냄새(Aroma)의 변화를 비교한 결과는 Table 5와 같다.

신선육에서 발생하는 풍미는 CLA 급여로 인하여 아무런 영향을 미치지 못하고 저장기간이 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다. 전 저장기간 동안 저장 5일째 최고의 풍미를 보였으며, 이후 저장기간이 경과함에 따라 풍미가 감소하는 결과를 보였는데, 이는 적정 숙성기간

Table 5. Effects of storage(4°C) on aroma of pork fed various levels of dietary CLA for 2 weeks

| Region | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)         |                      |                       |                      |
|--------|-------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|        |                         | 2                     | 5                    | 8                     | 11                   |
| Loin   | Control                 | 4.0±0.7 <sup>A</sup>  | 6.0±1.0 <sup>B</sup> | 3.2±1.3 <sup>B</sup>  | 3.4±1.2 <sup>B</sup> |
|        | T1                      | 4.4±0.9 <sup>AB</sup> | 5.4±0.9 <sup>A</sup> | 3.0±1.0 <sup>B</sup>  | 3.4±1.5 <sup>B</sup> |
|        | T2                      | 5.2±1.3               | 5.0±1.0              | 3.4±1.5               | 3.4±1.3              |
|        | T3                      | 4.6±0.5               | 4.8±1.1              | 3.4±1.3               | 3.4±1.5              |
| Belly  | Control                 | 4.2±0.4 <sup>AB</sup> | 5.4±0.9 <sup>A</sup> | 4.0±0.7 <sup>AB</sup> | 3.0±1.6 <sup>B</sup> |
|        | T1                      | 4.4±0.9 <sup>AB</sup> | 5.6±0.5 <sup>A</sup> | 3.8±1.5 <sup>B</sup>  | 3.0±1.6 <sup>B</sup> |
|        | T2                      | 4.0±1.0 <sup>AB</sup> | 5.2±0.8 <sup>A</sup> | 4.0±1.2 <sup>AB</sup> | 3.2±1.8 <sup>B</sup> |
|        | T3                      | 4.2±0.8 <sup>AB</sup> | 5.4±0.5 <sup>A</sup> | 4.4±0.5 <sup>AB</sup> | 3.4±2.1 <sup>B</sup> |

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

이 경과됨에 따라 과숙성으로 인한 풍미의 발생으로 관능검사시 오히려 좋은 느낌을 받지 못하는 것으로 사료된다. 지질 산소재인 CLA를 급여하여도 풍미에는 아무런 영향을 미치지 않아 고품질 생산에 문제가 생기지 않을 것으로 생각된다.

## 2) 육색의 변화

CLA를 첨가하여 비육시킨 돈육의 등심과 삼겹부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 경시적인 육색의 변화를 비교한 결과는 Table 6과 같다.

일반적으로 여러 연구자들이 CLA 급여로 인하여 육색이 개선되는 것이 아니라 저장시 육색 안전성에 영향을 미친다고 보고하였다. Du 등<sup>(17)</sup>은 신선 계육의 육색 안전성은 CLA 급여에 의하여 증진된다고 보고하였다. 일반적으로 육의 육색안전성은 지질산화와 관련되어 나타난다고 보고하였다<sup>(18)</sup>. Joo 등<sup>(19)</sup>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 조사 항목인 육색은 기계적인 측정이 아닌 육안을 통한 신선 돈육의 전체적인 육색을 평가하므로 기계적인 측정과는 다소 차이가 있을 것으로

사료된다. 처리구간의 비교에서는 대조구와 CLA 급여구간에 유의적인 차이가 없었으며, 또한 저장기간이 경과하여도 육색의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. Joo 등<sup>(19)</sup>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.

## 3) 불쾌취의 변화

CLA를 첨가하여 비육시킨 돈육의 등심과 삼겹 부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 경시적인 불쾌취의 변화를 비교한 결과는 Table 7과 같다.

신선 돈육의 불쾌취는 저장기간에 따른 변화에서 저장 8일째에 가장 낮은 수치를 보였으며, 저장 11일에는 가장 높은 수치를 나타내었다. 처리구간의 비교에서는 대조구와 CLA 급여구간에 유의적인 차이가 없어 CLA가 불쾌취에 영향을 미치지 않는 결론을 얻었다.

## 4) 기호성의 변화

CLA를 첨가하여 비육시킨 돈육의 등심과 삼겹 부위를 함기포장하여 냉장온도(4°C)에서 저장하면서 경시적인 기호성의 변화를 비교한 결과는 Table 8과 같다.

Table 6. Effects of storage(4°C) on color of pork fed various levels of dietary CLA for 2 weeks

| Region | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)        |                       |                         |                       |
|--------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
|        |                         | 2                    | 5                     | 8                       | 11                    |
| Loin   | Control                 | 5.0±0.7              | 5.2±0.8               | 5.0±1.3                 | 5.2±1.3               |
|        | T1                      | 5.0±1.0              | 4.8±0.8               | 4.8±1.3                 | 5.8±1.3               |
|        | T2                      | 5.2±1.5              | 5.2±0.8               | 4.8±1.1                 | 5.6±1.1               |
|        | T3                      | 5.0±1.2              | 5.6±1.5               | 5.2±1.6                 | 5.8±0.8               |
| Belly  | Control                 | 5.4±0.9              | 5.8±0.8               | 5.2±1.1 <sup>b</sup>    | 5.6±0.9               |
|        | T1                      | 4.6±0.9 <sup>B</sup> | 5.8±1.1 <sup>AB</sup> | 5.6±0.9 <sup>ABab</sup> | 6.2±1.1 <sup>A</sup>  |
|        | T2                      | 5.0±1.2 <sup>B</sup> | 5.4±1.1 <sup>AB</sup> | 6.6±0.9 <sup>Aab</sup>  | 6.6±0.9 <sup>A</sup>  |
|        | T3                      | 4.8±1.6 <sup>B</sup> | 5.6±1.0 <sup>AB</sup> | 6.8±1.1 <sup>Aa</sup>   | 6.2±0.8 <sup>AB</sup> |

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

**Table 7. Effects of storage(4°C) on off-flavor of pork fed various levels of dietary CLA for 2 weeks**

| Region | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)         |                       |                      |                      |
|--------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|        |                         | 2                     | 5                     | 8                    | 11                   |
| Loin   | Control                 | 3.8±2.5               | 3.6±1.9               | 2.6±1.5              | 4.8±1.5              |
|        | T1                      | 3.6±2.7               | 3.6±1.8               | 2.6±1.5              | 4.6±2.1              |
|        | T2                      | 3.0±1.9               | 3.6±1.8               | 3.0±1.0              | 4.6±2.3              |
|        | T3                      | 3.8±2.0               | 3.4±1.7               | 2.6±0.9              | 4.0±1.7              |
| Belly  | Control                 | 3.6±2.7               | 3.4±1.8               | 3.4±2.1              | 3.6±1.8              |
|        | T1                      | 2.8±1.3               | 3.2±1.6               | 3.0±2.0              | 5.4±0.5              |
|        | T2                      | 3.4±2.5 <sup>AB</sup> | 3.2±1.5 <sup>AB</sup> | 2.6±2.1 <sup>B</sup> | 6.0±2.0 <sup>A</sup> |
|        | T3                      | 3.4±1.9 <sup>AB</sup> | 3.2±1.9 <sup>AB</sup> | 2.6±1.3 <sup>B</sup> | 5.6±1.8 <sup>A</sup> |

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

**Table 8. Effects of storage(4°C) on acceptability of pork fed various levels of dietary CLA for 2 weeks**

| Region | Treatment <sup>1)</sup> | Storage(days)         |                       |                       |                      |
|--------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|        |                         | 2                     | 5                     | 8                     | 11                   |
| Loin   | Control                 | 4.6±1.5 <sup>AB</sup> | 5.8±0.4 <sup>A</sup>  | 4.6±0.9 <sup>AB</sup> | 4.0±1.2 <sup>B</sup> |
|        | T1                      | 4.8±1.6               | 5.6±0.5               | 5.2±0.8               | 4.2±1.5              |
|        | T2                      | 4.8±1.6               | 5.4±0.5               | 4.8±0.4               | 4.4±1.9              |
|        | T3                      | 5.2±1.3               | 5.8±1.3               | 5.4±1.3               | 4.0±1.6              |
| Belly  | Control                 | 5.4±1.1 <sup>A</sup>  | 5.4±0.5 <sup>A</sup>  | 5.4±0.5 <sup>A</sup>  | 3.2±1.6 <sup>B</sup> |
|        | T1                      | 5.8±1.3               | 5.6±1.1               | 6.0±1.0               | 4.0±2.0              |
|        | T2                      | 5.4±0.5 <sup>AB</sup> | 5.4±0.5 <sup>AB</sup> | 6.6±0.9 <sup>A</sup>  | 4.2±2.2 <sup>B</sup> |
|        | T3                      | 5.8±1.5               | 5.8±0.4               | 6.0±1.0               | 4.4±1.9              |

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

전체적인 기호성도 풍미, 육색 및 불쾌취와 비슷한 결과를 나타내었다. Dugan 등<sup>(14)</sup>은 급여되는 사료증량에 CLA를 2% 첨가하여 급여하였을 때 육색에는 아무런 영향을 미치지 않았으며, 또한 기호성 증진에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. CLA는 무취의 지질이기 때문에 어유와 같은 비린내와 이취가 육내에 침착되는 것이 아니기 때문에 육내에 전이되는 냄새는 거의 없으며, 또한 CLA가 기능성 물질이 함유

된 지질원이기 때문에 육색, 조직감 및 관능적 특성에는 영향을 미치지 않으면서 항암효과<sup>(4,5, 20~22)</sup>, 항산화효과<sup>(23~26)</sup>, 동맥경화억제<sup>(7,8)</sup>, 면역성증강<sup>(9,10)</sup>, 콜레스테롤 저하<sup>(8)</sup>, 당뇨병의 예방 및 치료<sup>(27)</sup> 등의 생리활성 효과가 있다. 최근 연구에서 박 등<sup>(24,25)</sup>과 이 등<sup>(26)</sup>은 CLA를 단위 가축인 닭에게 급여하였을 때 이화학적, 관능적 및 조직적 특성에 아무런 문제없이 CLA를 체내에 축적하는 것이 가능하다고 보고하였다.

## 요 약

실험동물에서 항암성, 항산화성 효과가 있다고 알려진 conjugated linoleic acid(CLA)를 비육돈 후기사료에 2주간 급여하여 비육돈 내에 CLA를 축적시키고 품질특성에 대한 연구를 수행하였다. CLA는 alkaline isomerization 방법으로 식용유를 이용하여 화학적으로 합성하였다. 대조구는 출하체중이 105~110kg으로 되도록 비육말기 사료를 사료회사로부터 구입하여 급여하였으며, 처리구 1은 출하 2주전부터 사료회사로부터 구입한 사료의 지질원에 대하여 CLA를 4% 첨가하였으며, 처리구 2는 8%, 처리구 3은 12% 첨가하여 급여한 후 일괄적으로 도살하였다. 저장기간에 따른 대조구와 CLA 급여구간의 품질평가를 하기 위해 돈육의 육색, 조직감 및 관능적 특성의 변화를 알아보기 위하여 돈육의 등심과 삼겹부위를 합치포장하여 냉장온도(4°C)에서 13일간 저장하면서 각 실험항목을 조사하였다.

육색(L\*, a\*, b\*), 조직감 및 관능적 특성분석 결과 대조구와 CLA 급여구 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 저장기간이 경과하여도 대조구와 CLA 급여구 모두 유의적인 차이가 없었다. 이는 CLA를 사료에 첨가 급여하여 생산된 돈육이 소비자 구매 지표인 육색과 조직감에 아무런 영향을 미치지 않아 상품적 가치를 저하시키지 않는 것으로 사료된다. 특히 관능적 특성 변화에 CLA가 아무런 영향을 미치지 않았는데 이는 육색의 변화와 조직감 변화 결과가 뒷받침해 주며, CLA 급여로 인한 이취나, 불쾌취가 발생되지 않아 상품적 가치에는 아무런 문제가 없다고 사료된다.

## 참고문헌

1. Fogerty, A. C., Ford, G. L. and Svoronos, D. : Octadeca-9, 11-dienoic acid in food stuffs and in the lipids of human blood and breast milk. *Nutrition Reports International*, 38, 937 (1988).
2. Kepler, C. R., Hirons, K. P., McNeill, J. J. and Tove, S. B. : Intermediates and products of biohydrogenation of linoleic acid by *butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.*, 241, 1350 (1966).
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 Composition and Analysis*, 5, 185 (1992).
4. 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).
5. Belury, M. A. : Conjugated dienoic linoleate: A polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutr. Rev.*, 53, 83 (1995).
6. Ip, C. : Review of the effects of trans fatty acids, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 66, 1523 (1997).
7. 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 (1997).
8. Lee, K. S., Kritchevsky, D. and Pariza, M. W. : Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108, 19 (1994).
9. 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).
10. 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).
11. Chin, S. F., Storkson, J. M., Albright, K. L., Cook, M. E. and Pariza, M. W. : Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as shown enhanced weight gain



- and improved feed efficiency. *J. Nutr.*, 124, 2344 (1994).
12. 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 (1997).
  13. SAS. : SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, Nc, U.S.A. (1996).
  14. Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Schaefer, A. L. and Kramer, J. K. G. : The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 77, 723 (1999).
  15. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Kim, C. J. : The relationship between color and water-holding capacity in post-rigor porcine longissimus muscle. *J. Muscle Foods*, 6, 211 (1995).
  16. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Park, G. B. : The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Sci.*, 52, 291 (1999).
  17. Du, M., Ahn, D. U., Nam, K. C. and Sell, J. L. : Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. *Meat Sci.*, 56, 387 (2000).
  18. Chan, W. K. M., Faustman, C. and Renner, M. : Model system for studying pigment and lipid oxidation relevant to muscle based foods. In Natural antioxidants, chemistry, health effects and application. Ed. Fereidoon Shahidi. Ch. 20, p319-330. ACDS Press, Champaign, Illinois. (1996).
  19. Joo, S. T., Lee, J. I., Ha, Y. L. and Park, G. B. : Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color and water-holding capacity of pork loin. *J. Anim. Sci.*, (2001). In press.
  20. Doyle, E. : Scientific forum explores CLA knowledge. *INFORM*, 9, 69 (1998).
  21. Fitch, H. B. : Conjugated linoleic acid offers research promise. *INFORM*, 7(2), 152 (1996).
  22. Ip, C., Scimeca, J. A. and Thompson, H. J. : Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. *Cancer*, 74, 1050 (1994).
  23. 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).
  24. 박구부, 이정일, 하영래, 강석중, 진상근, 주선태 : 난황내 Conjugated Linoleic Acid가 지방산 조성과 지방산화에 미치는 효과. *한국축산식품학회지*, 18, 339 (1998).
  25. 박구부, 이정일, 박태선, 김진형, 신태순, 강석중, 하영래, 주선태 : Conjugated linoleic acid(CLA) 급여가 난황의 콜레스테롤과 CLA 함량에 미치는 효과. *한국축산학회지*, 41, 65 (1999).
  26. 이정일, 주선태, 박태선, 신태순, 하영래, 박구부 : Conjugated linoleic acid(CLA)가 축적된 계육의 저장기간중 이화학적 특성 변화. *한국축산식품학회지*, 19, 88 (1999).
  27. 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 (1998).

---

(2001년 9월 5일 접수)