

## 조각자(주엽) 나무의 생리활성물질 *Gleditschia*이 비육돈육의 이화학적 성상에 미치는 영향

서종립<sup>1</sup> · 허정호<sup>1</sup> · 정명호<sup>1</sup> · 조명희<sup>1</sup> · 이국천<sup>1</sup> · 김국현<sup>1</sup> · 하대식<sup>2</sup> · 류재두<sup>3</sup>

김충희<sup>4</sup> · 김곤섭 · 김의경 · 김종수\*

경상대학교 수의과대학 동물의학연구소

<sup>1</sup>경남축산진흥연구소 남부지소

<sup>2</sup>경남보건환경연구원

<sup>3</sup>국립동물검역원 부산지원

<sup>4</sup>진주산업대학교 동물생명과학과

(게재승인: 2005년 6월 7일)

## Effects of dietary *Gleditschia* addition on biochemical composition of pork loin

Jong-Lip Seo<sup>1</sup>, Jung-Ho Heo<sup>1</sup>, Myung-Ho Jung<sup>1</sup>, Myung-Heui Cho<sup>1</sup>, Kuk-Cheon Lee<sup>1</sup>,  
Kuk-Hun Kim<sup>1</sup>, Dae-Shik Hah<sup>2</sup>, Jae-Doo Ryu<sup>3</sup>, Chung-Hui Kim<sup>4</sup>, Gon-Sup Kim,  
Eui-Gyung Kim, Jong-Shu Kim\*

College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>1</sup>Gyeongnam Livestock Promotion Institute South-branch, Tongyong 650-811, Korea

<sup>2</sup>Gyeongnam Provincial Government Institute of Health and Environment, Changwon 641-703, Korea

<sup>3</sup>National Veterinary Research and Quarantine Service Busan Regional Office, Busan 602-030, Korea

<sup>4</sup>Department of Animal Science and Biotechnology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

(Accepted: June 7, 2005)

**Abstract :** The effects of dietary *Gleditschia* on fatty acid composition, lipid oxidation, and pork quality were investigated. Pigs (n=40) were fed a diet containing 0, 0.1, 0.2, 0.4, and 1% *Gleditschia* for 14 weeks and slaughtered at 110 kg average. The longissimus thoracis et lumborum muscle was collected at 24 hr postmortem. Pork loin chops (3 cm thick) were packaged aerobically and stored at 4°C for 7 days. Samples were analyzed for fatty acid composition, ultimate pH, thiobarbituric acid-reactive substance (TBARS), color (L\*, a\*, b\*), drip loss and water-holding capacity. There was no significant difference of moisture and crude fat percent in between treatment and control group, and the color stability of pork loin better in all treat groups was more improved during cold storage. The change of pH was significantly increased ( $p<0.05$ ) in 0.2, 0.4, 1% treatment groups compare to the control group. Water-holding capacity of pig loins was significantly higher ( $p<0.05$ ) in all treat groups than in control group; 0.2% treat group was the highest in the water holding capacity followed by 0.4, 1, and 0.1% treat groups. Less drip loss of pig loin was observed with samples from *Gleditschia*-fed pigs except 1% treat group. Unsaturated fatty acid were tend to be decreased and saturated fatty acid were tend to be increased in *Gleditschia*-treated group. Thiobarbituric acid-reactive substance value of control was significantly higher than that of the *Gleditschia*-fed group ( $p<0.05$ ).

**Key words :** drip loss, *Gleditschia*, pork loin, water-holding capacity

이 논문은 농림부 농림기술개발 연구비 지원에 의해서 수행되었음(ARPC201098032SB010).

\*Corresponding author: Jong-Shu Kim

College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

[Tel: +82-55-751-5821, Fax: +82-55-751-5803, E-mail: jskim@gsnu.ac.kr]

## 서 론

세계무역기구(WTO) 출범과 자유무역 협정(FTA) 등으로 국가간 무역장벽이 무너짐에 따라 대량의 농, 축산물이 수입되고 있으며, 수입축산물과 국내산 축산물의 시장 경쟁이 갈수록 치열해지고 있는 시점에서 국내 축산물의 경쟁력 제고를 위한 대책이 시급한 실정이다. 쇠고기와 돼지고기, 닭고기 등 주요 축산물 중 돼지고기가 가장 많은 수출량과 국내 소비량을 차지하고 있음에도 불구하고 양돈 산업의 국제 경쟁력은 외국에 비하여 아직도 낮은 현실이다. 이러한 현실 아래서 국내 양돈업은 생산비 절감을 통한 생산성 향상과 육질 개선, 안전성이 확보된 고품질 돈육생산 및 기능성 돈육을 생산하여 수입 축산물에 적극적으로 대비하여야 하겠다.

국민소득 증가로 육류 소비량은 매년 증가하는 추세에 있지만, 최근 건강에 대한 관심이 고조되면서 육류 섭취가 고혈압, 심장질환, 당뇨병과 같은 성인병을 유발시킬 수 있다는 인식이 확산되므로 안전성이 확보되고 기능성을 가진 육류를 선호하는 소비자들이 많아지고 있다.

양돈 산업에 있어서 생산성 향상과 질병 예방을 위해서 양돈 사료에 항생제를 첨가하였을 경우 질병 예방, 치료효과와 함께 성장 촉진 그리고 사료 효율이 개선된다는 보고 [25]와 더불어 1950년 이후부터 항생제는 양돈 사료 첨가제로 광범위하게 사용되어져 왔다. 그러나 항생제가 식육에 잔류함으로써 사람의 건강을 위협하게 되고 항생제 내성이 발생하여 질병 치료 효과가 저하되므로 인하여 양돈 농가의 질병 치료 비용부담 증가와 각종 소모성 질병으로 인한 생산성 저하로 양돈 농가의 경쟁력을 오히려 떨어뜨리는 결과를 가져 왔으며, 소비자들은 안전성이 확보된 생체 기능성 축산물을 선호하는 경향이 뚜렷해지면서 양돈 산업에서 생리활성물질과 같은 항생제 대체물질 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [45]. 항생제대체 물질로서 미생물체제의 급여는 장내 미생물의 균형을 유지하고 병원성 대장균의 증식을 억제하며 [28], 들연변이 유발 요인 및 발암물질 억제 [16, 23, 41], 면역반응 증진 [33], 콜레스테롤 수준 감소 [43] 등의 효과가 확인되면서 효모 배양물과 같은 미생물 체제가 많이 이용되고 있으며, 최근에는 conjugated linoleic acid를 동물에 투여할 경우 항균 효과 및 항산화 작용으로 성장 촉진과 사료효율이 개선된 것으로 알려졌고 [16], 체지방 감소 효과, 육색 안정, 호르몬 대사, lipoprotein 효과 및 현저한 육질 개선 효과 등이 보고되어 있다 [19, 21, 22, 42]. 또한 키토산도 향상성 [7, 26, 31], 보수성 [30, 38], 유화 안전성 [6], 콜레스테롤 저하 [43] 등 다양한 생리활성을 가진다는 보고들이 있다.

국내 자생 식물과 약초의 생리활성에 대한 연구는 김

[4]과 Lee 등 [32]은 어성초 분획물이 항산화 효과와 간손상 회복능력에 미치는 영향에 대하여 보고하였고, 차 등 [9]은 국내유용식물의 항산화 효과에 대하여, 강 등 [1]은 울금 에탄올 추출물의 항산화 효과에 대하여, 차 등 [10]은 Nut류의 항산화 및 항균효과에 대하여, 장 등 [8]은 수종의 국화 식물의 FPTase 저해 활성을 보고한 바 있고, 김 등 [2]은 식용 허브 메탄올 추출물이 L1210 암세포에 대한 세포독성과 항산화효소 활성 변화에 미치는 영향 등이 보고되어 있다.

국내 서식 수종의 유용 약용 식물 중 조각자 나무 (*Gleditsia officinalis*)는 중국 원산의 콩과(Leguminosae)에 속하는 낙엽 교목으로 높이가 15 m에 달하고 껍질은 적갈색이며 갈라진 굵은 가시를 가지고 있다 [3]. 잎은 우수 복엽이며 4-7쌍의 소엽이 있고 소엽신은, 달걀모양으로 피침형, 장타원형이고 엽저는 원형 또는 쇄기형이며 가장자리는 파상의 둔한 거치가 있으며 꽃은 잡생이며 정성 혹은 액생이며, 총상화서를 갖는다. 꽃받침은 종형이고 열편은 4개이며 난상피침형이다. 꽃잎은 4개이며 담황색에 달걀모양 또는 장타원형이고, 수술은 긴 것이 4개, 짧은 것이 4개로 총 8개이며, 꼬투리는 편평하며 20 cm로서 쪼개면 매운 냄새가 나고 갈색의 종자는 편평한 장타원형이며 개화기는 6월, 결시기는 10월이다. 조각자 나무는 종자 번식이 가능하고 채식 또한 가능하며 과실은 조협, 근피는 조협근피, 종자는 조협자, 엽은 조협엽, 가시는 조각자, 과실은 저아조의 처방용 명칭을 사용한다. 조각자 나무는 식물 분류 key를 중심으로 그 기원을 보면 소엽이 둔 거치하며 자침이 원주 대형하고 협과가 반전하지 않는 것이다. 주엽나무(*G. japonica* var *koraensis* Nakai)는 소엽이 전연하며 자침이 소형이고 협과는 반전하고 있다. 협과가 반전하지 않는 것은 아자비과즐나무(*G. japonica* for *inarmata* Nakai)이다. 조각자 나무, 주엽나무, 및 아자비과즐나무는 주엽나무목(*Gleditschia* Linn)에 속하며 미주 및 아시아의 열대와 온대에 12종 분포한다 [3].

조각자 나무는 “도경본초”에 수취 및 창선 치료 효능이, “본초강목”에는 치풍열, 종독, 대장허비치료효능이, “의학입문”에는 오장풍열을 치료한다고 기록되어 있다.

조각자 나무는 거담, 배농, 소종, 항균, 해열 등에 효과가 있음이 알려져 있으며, 최근에는 항균, 항암효과가 있다는 연구결과가 발표되는 등 조각자 나무의 효과에 대한 다각적인 연구가 이루어지고 있으나 조각자 나무의 생리활성 작용과 식육에 미치는 효과에 대한 연구는 아직까지 찾아 볼 수가 없으므로 조각자 나무의 생리활성 작용과 돈육의 육질 개선 효과에 미치는 영향을 규명함으로써 기능성 돈육 생산 가능성을 알아보고자 본 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물 및 사료

실험 동물은 평균 생체중  $30 \pm 1.04$  kg인 70일령 삼원교잡종(Landrace X Yorkshire X Duroc)을 5개 실험군(대조군, 처리군은 조각자 나무 추출물을 사료에 각각 0.1%, 0.2%, 0.4%, 1% 첨가군)으로 나누고 처리군당 8두씩 총 40두를 공시하여 출하 시 까지(168일±2일) 마산시 진동면 우덕 양돈장의 개방형(4×6 m) 돈사에서 실험을 실시하였으며, 사료(축협 사료)와 물은 자유로이 섭취하도록 하였으며, 기타 사양관리는 우덕 농장에서 시행하는 사양관리에 준하여 실험을 하였다.

### 사료 첨가 시험물질

본 실험에 사용된 사료첨가 시험물질은(주) S.S. Bio-Tech에서 아래와 같은 방법으로 추출한 갈색의 조각자 나무 추출물을 4°C 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

#### (1) 실험 물질의 추출 방법

조각자를 부드럽게 갈아 분말을 만들고 조각자 600 g에 methanol 3 l을 첨가하여 냉각 환원장치 하에서 3시간동안 물 증탕하여 추출한 후 여과지에 여과하였다. 1차 추출된 잔사를 상기와 같은 조작으로 2회 더 반복 추출 후 총 추출 여액을 합한 다음 감압 농축하여 80% methanol extract를 얻었다. 이 extract를 증류수 500 ml에 용해시켜 분액 깔대기에 넣고 n-hexane 2 ml(2회 반복)로 추출하여 n-hexane fraction을 얻었다. 그 수층을 다시 분액 깔대기에 넣고 상기와 같은 방법으로 염화메틸렌 2 l(2회 반복)을 넣어 염화메틸렌 extract으로 획분하여 감압농축하고 진공 냉동건조시켜 분말을 만든 다음 냉동보관하면서 실험에 공하였다.

### 육질 분석재료

실험에 사용된 돈육은 도축(출하체중  $110 \text{ kg} \pm 1.4$ ) 전 14주간 생리활성 물질 *Gleditschia*을 급여하여 사양한 실험돼지를 도축하고 *Gleditschia*가 돈육의 육질 특성에 미치는 영향을 구명하고자 도축 후 24시간 예냉한 도체에서 공시 재료로 등심근(배최장근, longissimus dorsi muscle)을 정형하여 시료로 공하였다. 생리활성 물질을 급여하지 않은 대조군과 생리활성물질 급여 농도를 달리하여 급여한 처리군(0.1%, 0.2%, 0.4%, 1%)으로 나누어 실험을 실시하였다.

### 육질의 일반성분 분석

#### (1) 함유수분

함유수분은 A.O.A.C. [13] 방법에 따라  $102 \pm 2^\circ\text{C}$ 의

drying oven에서 24시간 건조 후 중량을 측정하여 건조하기 전 시료의 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

#### (2) 조지방

조지방 함량은 Folch 등 [24]의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 2 g을 50 ml 시험관에 넣고 Folch I (chloroform:methanol=2:1) 용액을 20 ml 첨가한 다음 균질기로 14,000 rpm으로 10초간 균질화한 다음, capping하고 4°C 냉장고에서 2시간동안 방치하면서 20분 간격으로 shacking하였다. 균질화된 시료를 100 ml mess cylinder에 filter paper(Whatman No.1)를 이용해서 여과하였다. Messcylinder 눈금을 읽고 여액의 25%에 해당하는 0.88% NaCl을 첨가하여 messcylinder를 capping한 다음 격렬히 흔들어 준 후 1시간 방치하였다. 이 때 Folch II(chloroform:methanol:H<sub>2</sub>O=3:47:48) 용액 10 ml로 messcylinder 벽면을 세척한 후 눈금을 읽었다(a). 상층을 aspirator를 이용해서 제거하고 하층 10 ml를 취하여 무게를 미리 달아둔 수기(b)에 넣고 건조한 후 무게(c)를 측정하였으며, 조지방 계산에 이용한 공식은 다음과 같다.

$$\text{조지방 함량(\%)} = \frac{(c - b) \times 10 / a}{\text{Sample(g)}} \times 100$$

### 물리적 성질 및 성분 분석

#### (1) 육색(Meat color)

육색은 chromo meter(Model CR-210; Minolta, Japan)를 사용하여 동일한 시료에 같은 방법으로 3회 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 L\* 값, 적색도(redness)를 나타내는 a\* 값, 황색도(yellowness)를 나타내는 b\* 값을 측정하였으며, 이때 표준색관은 L\* = 89.2, a\* = 0.921, b\* = 0.783을 표준화한 후 측정하였다.

#### (2) 수소이온농도(pH)

시료를 적당한 크기(3×3×3 cm)로 절단하고 3 mm 플레이트로 초평한 후 50 ml 튜브에 시료 3 g과 증류수 27 ml(1:9)를 함께 넣어 Polytron homogenizer(IKA, Malaysia)로 14,000 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(MP230; Mettler, Switzerland)로 측정하였다.

#### (3) 보수력(Water-Holding capacity)

분쇄한 시료를 미리 무게를 단 시험관에 취한 다음 70°C의 water-bath에서 30분간 가열한 후 냉각하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 그 무게를 측정하였다. 별도로 동일한 시료에 대하여 수분 함량을 drying oven 105°C에서 건조시켜 측정하였다.

보수력(%)

$$= \frac{\{(\text{수분함량}(\%) / 100 \times \text{시료의 채취량}(\text{g}) - \text{탈수량}(\text{g}))\}}{\text{수분함량}(\%) / 100 \times \text{시료의 채취량}(\text{g})} \times 100$$

(4) 육즙감량(Drip loss)

직경 50 mm 코어를 이용하여 시료를 채취한 후 무게를 측정하고, 뚜껑이 있는 플라스틱 상자(18×15×10 cm)에 매달아 48시간 냉장저장(4°C)에서 저장하면서 저장 후 육즙의 감량을 백분율로 산출하였다.

육즙감량(%)

$$= \frac{\text{저장전 육의 무게}(\text{g}) - \text{저장후 육의 무게}(\text{g})}{\text{저장전 육의 무게}(\text{g})} \times 100$$

지방산 조성 (Fatty acid composition)

지질 추출은 Folch 등 [24]의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl<sub>3</sub>: CH<sub>3</sub>OH = 2:1) 180 ml와 butylated hydroxytoluene(BHT) 500 µl를 넣고 균질기(2,500 rpm)로 1분간 균질화시킨 다음 0.08% NaCl 50 ml를 첨가하여 30초간 흔들어 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리시켰다. 상층은 제거하고 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하여 여과하였다. 추출물은 rotary evaporator에서 감압 농축시키고 N<sub>2</sub> 하에서 남은 용매를 제거하였다.

메틸레이션은 Folch 등 [24]의 방법으로 추출한 지질 80 mg과 0.4 mg의 tricosanoic acid methyl esters(0.4 mg/ml hexane, internal standard)를 screw-capped 시험관에 넣고 질소 충전하에서 용매를 제거한 후 0.5 N NaOH(in methanol) 1 ml를 넣고 90°C에서 7분 동안 가수분해시킨 다음 실온(22°C)에서 5분 동안 냉각시켰다. 유리 지방산은 14% boron trifluoride(in methanol) 1 ml를 첨가하여 90°C에서 10분간 methylation 시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰다. Hexane 2 ml과 증류수 2 ml를 넣고 GLC(gas-liquid chromatography) 분석을 위하여 상층에서 1 ml를 회수하여 GLC로 분석전까지 냉동고에 보관하였다.

기체크로마토그래프 분석(Gas chromatographic analysis)

총 지방산의 함량을 구하기 위해 회수한 시료 0.5 µl를 split injection port에 주입하여 분석하였으며, 이때 GC 분석 조건은 Table 1과 같다.

지방 산패도 (TBARS)

신선육의 산화 정도는 시료 5 g에 butylated hydro-

Table 1. GC condition for analysis of fatty acids compositions

Items	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 5890 Gas chromatography
Column	Supelcowax 10 fused silica capillary column 60 m×0.32 id
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 gass	He
Split ratio	90 : 1

xyltoluene(BHT) 50 µl와 증류수 15 ml를 가하여 polyton homogenizer(MSE, U.S.A.)로 14,000 rpm에서 30초간 균질화시킨 후 균질액 1 ml를 시험관에 넣고 여기에 2 ml thiobarbituric acid(TBA) / trichloroacetic acid(TCA) 혼합액(100 ml에 0.2883 g의 TBA와 750 ml에 150 g의 TCA)을 넣어 완전히 혼합한 다음 90°C의 항온수조에서 15분간 열처리를 한 후 냉각시킨 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 시료 상층액을 회수하여 spectrophotometer를 이용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하고 아래 방법으로 TBARS 값을 산출하였다.

$$\text{TBARS} = \text{흡광도 수치} \times 5.88$$

통계분석 방법

본 실험에서 얻은 측정치의 통계학적 분석은 통계처리 computer program인 SAS(Statistical Analysis System)을 이용하여 등분산 검정 후 one-way ANOVA에서 유의한 F 값이 관찰되는 항목에 대하여 대조군과 각 처리군 사이의 유의수준 p<0.05로 Dunnett's t-test를 이용하여 실시하였다.

결 과

수분과 조지방 함량 분석결과

실험에 사용된 등심의 수분함량과 조지방 함량의 분석 결과는 Table 2와 같으며, 수분과 조지방 모두 시료간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

**Table 2.** Comparison of moisture % and crude fat % in pork loins

Treatments	Moisture (%)	Crude fat (%)
Control	74.62±0.46	1.36±0.11
0.1%	74.73±0.67	1.52±0.81
0.2%	74.30±0.44	1.60±0.44
0.4%	74.92±0.44	1.49±0.48
1%	75.01±0.73	1.58±0.71

**Table 3.** Meat color (CIE L\* a\* b\*) of pork loins

Treatments	L*	a*	b*
Control	52.15±2.66 <sup>B</sup>	5.88±1.68 <sup>B</sup>	2.66±0.89 <sup>B</sup>
0.1%	52.16±2.30 <sup>B</sup>	6.19±0.95 <sup>C</sup>	2.58±1.29 <sup>C</sup>
0.2%	50.26±2.83 <sup>A</sup>	7.09±1.37 <sup>A</sup>	2.01±0.75 <sup>A</sup>
0.4%	50.74±6.13 <sup>A</sup>	6.82±1.71 <sup>A</sup>	2.37±0.99 <sup>A</sup>
1%	52.36±6.13 <sup>B</sup>	6.10±1.32 <sup>C</sup>	2.61±0.75 <sup>B</sup>

<sup>A,B,C</sup>: Means±SD with different superscript in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

L\*: Lightness, a\*: Redness, and b\*: Yellowness

### 물리적 특성 분석결과

#### (1) 육색

처리군 간의 육색의 차이는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 Lightness의 경우 0.2%, 0.4% 처리군에서는 대조군에 비하여 유의적으로( $p < 0.05$ ) 낮게 나타났으나, 0.1%와 1% 처리군은 대조군과 차이를 나타내지 않았다. 적색도를 나타내는 Redness의 경우, 모든 처리군에서 대조군에 비하여 유의성 있는( $p < 0.05$ ) 높은 적색도 값을 나타내었으며 처리군간에서도 0.2%와 0.4% 처리군이 0.1%와 1% 처리군 보다도 적색도 값이 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 Yellowness의 값도 처리군이 대조군에 비하여 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮게 나타났다.

#### (2) pH에 미치는 영향

*Gleditschia* 생리활성 물질이 돈육의 pH에 미치는 영향은 Table 4와 같이 나타났다. 0.1% 처리군을 제외하고 0.2%, 0.4%, 1% 3 처리군에서는 대조군보다 모두 pH가 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났다.

#### (3) 보수력에 미치는 영향

*Gleditschia* 처리가 등심의 보수력에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 모든 처리군에서 대조군보다 보수력이 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났다. 특히 0.2%, 0.4%,

**Table 4.** Effect of dietary *Gleditschia* on final pH, water-holding capacity (WHC) and percentage drip loss of pork loin

Treatments	pH	WHC (%)	Drip loss (%)
Control	5.44±0.07 <sup>B</sup>	53.29±4.52 <sup>B</sup>	7.95±0.36 <sup>B</sup>
0.1%	5.45±0.06 <sup>B</sup>	57.71±6.89 <sup>A</sup>	6.34±2.58 <sup>C</sup>
0.2%	5.60±0.03 <sup>A</sup>	62.97±10.39 <sup>C</sup>	5.32±0.08 <sup>A</sup>
0.4%	5.59±0.23 <sup>A</sup>	62.28±14.58 <sup>C</sup>	6.33±2.06 <sup>C</sup>
1%	5.57±0.07 <sup>A</sup>	62.33±8.40 <sup>C</sup>	7.26±1.01 <sup>B</sup>

<sup>A,B</sup>: Means±SD with different superscript in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

1%, 처리군은 0.1% 처리군보다 더 보수력이 우수하게 나타났는데 이는 pH 값의 경향과 일치하여 실험의 신뢰도를 입증하고 있다.

#### (4) *Gleditschia* 처리가 육즙감량에 미치는 효과

*Gleditschia* 처리가 육즙감량에 미치는 효과는 Table 4와 같다. 1% 처리군을 제외한 다른 처리군은 대조군에 비하여 육즙감량이 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮게 나타났다. 특히 0.2% 처리군에서는 다른 처리군보다 더욱 낮게 나타나 사후 높은 pH 값과 일치하는 결과를 보여 pH와의 상관성을 입증할 수 있었다.

#### (5) *Gleditschia* 처리가 지방산 조성에 미치는 영향

*Gleditschia* 처리 수준을 달리하여 비육시킨 돈육의 지방산 분석의 결과는 Table 5와 같다. 포화지방산중 palmitic acid가 다른 포화지방산보다 25.13–27.15%로서 높은 지방 함량을 나타내었고, 불포화지방산중 oleic acid가 32.21–37.72%로서 가장 높은 지방 함량을 보였다. 포화지방산인 stearic acid는 0.2%, 0.4% 처리군에서 증가하는 반면, oleic acid, linoleic acid와 같은 불포화지방산은 전 처리군에서 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).

#### (6) *Gleditschia* 처리가 TBARS(지방산화)에 미치는 영향

*Gleditschia* 처리 수준을 달리하여 비육시킨 돈육의 지방 산패도의 변화는 Table 6과 같다. 전 저장 기간 동안 대조군의 TBARS 값은 급격하게 증가하는 반면 *Gleditschia* 처리군의 TBARS 값 증가는 대조군에 비하여 서서히 증가하는 경향을 보여 유의성( $p < 0.05$ )이 인정되었으며, 특히 0.2%와 0.4% 처리군에서 TBARS 값은 다른 처리군의 값에 비하여 더욱 낮게 나타났다.

**Table 5.** The effect of dietary *Gleditschia* on fatty acid composition of pork loin

Fatty acid	Control	Level of <i>Gleditschia</i> (% of total fatty acid)			
		0.1	0.2	0.4	1
C14:0 <sup>1)</sup>	2.64±0.04	2.61±0.35	2.35±0.23	2.67±0.21	2.51±0.06
C16:0 <sup>2)</sup>	26.02±1.21	25.13±0.26	26.26±0.31	26.21±1.33	27.15±1.25
C16:1 <sup>3)</sup>	3.20±0.27	3.24±0.21	3.71±0.24	3.13±0.41	3.51±0.05
C18:0 <sup>4)</sup>	12.4 ±1.20 <sup>a</sup>	12.5 ±0.37 <sup>a</sup>	13.9 ±1.12 <sup>b</sup>	13.3 ±1.24 <sup>b</sup>	12.6 ±1.12 <sup>a</sup>
C18:1 <sup>5)</sup>	37.72±2.14 <sup>a</sup>	34.25±0.32 <sup>b</sup>	32.21±0.24 <sup>b</sup>	34.20±1.41 <sup>b</sup>	35.8 ±1.26 <sup>b</sup>
C18:2 <sup>6)</sup>	18.81±1.24 <sup>a</sup>	16.80±0.24 <sup>b</sup>	15.53±0.41 <sup>bc</sup>	13.20±0.14 <sup>c</sup>	16.24±1.34 <sup>b</sup>
C18:3 <sup>7)</sup>	7.53±0.38	7.84±0.41	7.64±0.22	7.45±0.21	7.65±0.21
C20:4 <sup>8)</sup>	0.54±0.25	0.53±0.13	0.52±0.12	0.57±0.12	0.58±0.15
SFA <sup>9)</sup>	36.04±0.71	36.12±0.43	37.01±0.18	38.14±1.64	37.21±0.41
UFA <sup>10)</sup>	63.97±1.25	62.23±0.25	61.13±0.45	61.45±1.70	61.17±1.34
MUFA <sup>11)</sup>	42.75±0.84	43.25±0.74	41.24±0.24	43.74±1.65	41.25±0.75
PUFA <sup>12)</sup>	18.23±0.36	18.26±0.51	18.11±0.03	17.25±0.02	17.11±0.01

<sup>abc</sup> Means within a row unlike superscripts are different ( $p < 0.05$ ) (n=8)

<sup>1)</sup> Myristic acid, <sup>2)</sup> Palmitic acid, <sup>3)</sup> Palmitoleic acid, <sup>4)</sup> Stearic acid, <sup>5)</sup> Oleic acid, <sup>6)</sup> Linoleic acid, <sup>7)</sup> Dihomo-r-linoleic acid, <sup>8)</sup> Arachidonic acid, <sup>9)</sup> Saturated fatty acid, <sup>10)</sup> Unsaturated fatty acid, <sup>11)</sup> Monounsaturated fatty acid, <sup>12)</sup> Polyunsaturated fatty acid

**Table 6.** Effect of dietary *Gleditschia* on thiobarbituric acid-reactive substances values (mg/kg) of pork loin during 7 days of storage at 4°C

Treatment	Storage days			
	0	3	5	7
Control	0.149±0.02	0.345±0.04 <sup>a</sup>	0.431±0.05 <sup>a</sup>	1.290±0.13 <sup>a</sup>
0.1%	0.153±0.03	0.304±0.06 <sup>a</sup>	0.359±0.04 <sup>b</sup>	1.184±0.11 <sup>b</sup>
0.2%	0.135±0.01	0.215±0.03 <sup>c</sup>	0.265±0.05 <sup>c</sup>	1.021±0.14 <sup>c</sup>
0.4%	0.147±0.02	0.211±0.02 <sup>c</sup>	0.241±0.01 <sup>c</sup>	1.012±0.18 <sup>c</sup>
1%	0.157±0.01	0.238±0.03 <sup>bc</sup>	0.279±0.04 <sup>d</sup>	1.160±0.07 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>: Means±SD with different superscript in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

## 고 찰

돈육의 품질에 영향을 미치는 요인들은 여러 가지 복합적인 요인들이 있지만 대략 50%는 돼지의 유전자, 수송 전 돼지 취급 상태 등 생산자가 생산과정에서 가하는 여러 가지 요인으로부터 영향을 받고, 나머지 50%는 도축 전 취급, 도축 후 도체의 취급 상태 등 도축 가공업자에 의한 요인들로부터 영향을 받는다. 이러한 이유 때문에 유전적으로 고능력을 보유한 돼지 선발과 생산자의 최적 사양관리 도축 가공공장에서 돼지 취급 기술 개선등이 소비자들이 찾는 고품질 돈육 생산에 필요

하며, 이러한 고품질의 돈육을 생산하고자 많은 연구와 노력을 하고 있는 실정이다.

식육의 특성상 돈육의 품질은 돈육의 pH 증감에 따라 많은 영향을 받는다 [5, 34]. 도축 후 초기 pH가 낮고, 도체 온도가 높을 때 근원섬유 단백질과 근장 단백질의 변성 때문에 육즙손실(Drip loss)이 많아지게 되는데 이러한 저품질 돈육을 특히 PSE(pale, soft, exudative) 육이라 부르며, PSE 돈육 발생을 최소화하기 위하여 생산자와 도축 가공업자들의 끊임없는 노력이 요구된다고 한다 [27].

생리활성 물질인 *Gleditschia*를 40두의 돼지에 14주간 사료에 첨가하여 투여하고 도축 24시간 후 등심을 채취하여 수분함량과 조지방 함량을 분석한 결과 수분과 조지방 모두 처리군간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Davis 등 [18]이 효모 배양 물을 투여한 결과, Dugan 등 [22]이 linoleic acid를 투여하여 실험한 결과, 박 등 [6]이 효모를 투여한 실험 결과, 이 등 [7]이 키토산을 돼지에 투여한 실험결과, 및 허와 김 [11]이 methionine을 투여한 실험 결과와 동일한 경향을 보였으나, Du 등 [20]이 conjugated linoleic acid를 egg yolk에 투여한 결과 조지방 성분이 증가하였다는 보고와, Joo 등 [30]이 돼지에 conjugated linoleic acid를 투여한 결과 조지방이 증가하였다는 보고는 본 실험의 결과와 상이한 결과를 보였는데 이러한 차이는 투여한 물질이 다를 뿐만 아니라 conjugated linoleic acid가 체내에서 지방조

성의 전구물질로 작용하여 이러한 결과가 나왔으리라 추측되어진다.

생리활성 물질인 *Gleditschia* 투여 후 처리군간의 육색 차이를 조사한 결과 명도를 나타내는 lightness의 경우, 0.2%, 0.4% 처리군에서는 대조군에 비하여 유의적으로 ( $p < 0.05$ ) 낮게 나타났으나 0.1%와 1% 처리군은 대조군과 차이를 나타내지 않았다. 적색도를 나타내는 redness의 경우, 모든 처리군에서 대조군에 비하여 유의성 있는 ( $p < 0.05$ ) 높은 적색도 값을 나타내었으며 처리군 사이에서도 0.2%와 0.4% 처리군이 0.1%와 1% 처리군보다도 적색도 값이 높게 나타났다. Van 등 [44]이 연구한 일반적인 PSE 육과 DFD(dark, firm, dry)육의 육색 특성을 조사한 결과에서 CIE  $L^*$ 의 값은 낮으나,  $a^*$ ,  $b^*$  값은 유의적으로 더 높다고 보고하였으며, Hong과 Kim [27]의 PSE 육의 발생원인 조사연구 보고, McLoughlin과 Goldspink [34]의 사후 육색변화 연구 보고서와, Joo 등 [30]이 conjugated linoleic acid를 투여한 결과에서 식육을 냉장보관한 후 제 1일에는 육색의 변화는 없었지만 시간이 경과할수록 명도는 처리군에서 낮게 나타나고, 적색도와 황색도는 높게 나타난다고 보고하여 본 실험과 같은 경향을 보고하였으나, 박 등 [5]은 돈육의 사후 pH 수준에 따른 육색의 변화를 관찰한 결과에서  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 의 모든 값이 대조군보다 낮게 나타난다고 하였으며, 박 등 [6]도 효모 배양물을 투여한 결과 처리수준에 따라 다소 차이는 있었지만 0.4% 처리군에서는 대조군보다 오히려 명도가 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다고 하였으며, 적색도와 황색도는 0.1% 처리군에서 오히려 대조군보다 높게 나타났다고 하여 본 실험과 상이한 결과를 보였는데 이는 아마도 투여한 물질의 차이에서 오는 결과라고 추측되어진다.

최근 양돈 산업은 브랜드화된 고품질 돈육 생산을 위하여 필수적인 육즙 감소(drip loss)와 육색 향상을 위한 연구에 많은 투자를 하고 있으며, pH가 낮은 육에서 육색 명도가 증가하는 것은 근육 내에서 사후 빠른 해당 과정이 pH를 근육 단백질의 등전점에 근접하도록 감소시켜 근원섬유 사이의 단절을 넓어지게 한 결과로 근육 섬유들의 빛 투과율 감소와 고기 표면에서의 빛 산란을 증가시키는 결과이거나 [38], 또는 미리 용해된 근장 단백질의 변성에 의한 침전 때문에 침전된 단백질이 근장 단백질의 붉은 색을 덮어버려 근육이 창백하게 된다고 한다 [36]. Myoglobin과 산소와의 반응, 식육 조직내의 효소, 온도, 및 pH 등에 따라 육색은 변화하며 [30, 34, 35, 36, 38, 39] 또한 급여한 사료에 따라 변할 수 있다고 하였으나 [22] 본 실험의 결과에서 나타난 바와 같이 생리활성 물질인 *Gleditschia*는 PSE(pale, soft, exudative), RSE(reddish-pink, soft, exudative)나 DFD(dark, firm, dry)

육과 같은 이상 육 발생을 줄이는데 영향을 미친 것으로 추측되며, 돈육의 육질 개선에 영향을 준 것으로 판단되어진다.

일반적으로 근육내 pH의 감소는 돼지가 죽은 후 처음 24시간 동안 근육에서 발생하는 많은 변화들 중에 하나이며, 정상적인 근육에서 pH는 도축 당시 7.0 또는 중성이었다가 근육 내 젖산의 축적으로 죽은 후 24시간 동안 점차적으로 떨어져 최종 pH가 5.4-5.6이 된다. 하지만 이런 근육 내 pH는 많은 요인들과 상호 관계를 맺고 있으며 [36], 방혈 후 근육 pH를 저하시키는 요인은 혐기적 대사과정의 진행율과 젖산 축적인데 이 두 대사는 근육의 온도에 달려 있으므로 [40], pH 저하율을 감소시키기 위해 사후 즉시 도체 온도를 떨어뜨리는 것이 바람직하다고 한다 [39]. 사후 근육에서의 pH 변화는 도축 후 식육에서의 단백질 변성과 드립 발생에 중요하며 [14, 39], 도체의 정상적인 pH 저하율을 직선적인 pH 감소로 가정할 경우 약 150분 강직 시간에 상응하여 0.01 unit/min이며, pH 저하율이 높아지면 (0.1 unit/min) 단백질 변성을 초래하여 PSE 육을 유발시킬 수 있고 [39], 또한 높은 pH 감소율은 육색을 더 창백하게 만들 수 있다고 한다 [27]. 이처럼 단백질 변성의 정도는 강직개시까지의 pH 저하율에 의하여 좌우되며, 강직이 완료되면 액틴(actin)과 마이오신(myosin) 사이의 결합이 마이오신 머리의 변성을 막아주게 된다고 한다 [38]. *Gleditschia* 생리활성 물질이 돈육의 pH에 미치는 영향을 실험한 결과 0.1% 처리군을 제외한 0.2%, 0.4%, 1% 3 처리군에서 대조군보다 모두 pH가 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났다. Van 등 [44]은 돈육에서 단백질 변성에 따른 pH 변화연구에서, Offer [39]은 pH 변화와 glycolysis 대사와의 관계 연구에서, 박 등 [5]은 돈육의 사후 24시간 pH 수준에 따른 육질 특성의 연구에서 본 실험의 결과와 유사한 pH 변화를 보고한 반면 허와 김 [11]은 메치온을 급여한 돼지고기의 저장 중 육질특성 변화 연구 결과 처리군에서 오히려 pH가 감소된 것으로 보고하여 본 실험의 결과와 상이한 결과를 보였는데 이는 급여한 물질이 식육에 미친 영향 차이와 저장 기간, 도체 체온 등 pH에 영향을 미칠 수 있는 다수의 요인들 차이에서 오는 결과인 것으로 추측된다.

*Gleditschia* 처리가 등심의 보수력에 미치는 영향을 조사한 결과 모든 처리군에서 대조군보다 보수력이 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났다. 특히 0.2%, 0.4%, 1% 처리군은 0.1% 처리군보다 더 보수력이 우수하게 나타났는데 이러한 결과는 pH와 육색 변화 결과와 일치하는 경향을 보여 실험 신뢰도를 높여주고 있으며, 이것은 육즙 감량의 측정 결과로 다시 확인할 수 있었다. Van 등 [44]과 Offer [38]은 pH 범위에 따른 돈육의 물리적 특

성을 측정된 결과 본 실험과 동일한 경향을 보였으며, 박 등 [5]은 돈육의 사후 24시간 pH 수준에 따른 육질 특성 연구에서도 본 실험과 같은 결과를 보고하였다.

*Gleditschia* 처리가 육즙감량에 미치는 효과를 조사한 결과 1% 처리군을 제외한 모든 처리군은 대조군에 비하여 육즙감량이 유의적( $p<0.05$ )으로 낮게 나타났으며, 특히 0.2% 처리군에서는 다른 처리군보다 더욱 낮게 나타나 사후 높은 pH 값과 일치하는 경향을 보여 pH와의 상관성을 입증할 수 있었다. 첨가제 농도가 높게 첨가된 (1% 제외) 처리군의 돈육에서 육즙감량이 낮은 것은 아마도 근육내 지방 함량이 높은 것 뿐만 아니라 첨가제로 인하여 세포막의 산화가 지연됨으로서 나타나는 결과인 것으로 추측되어진다.

*Gleditschia* 처리 수준을 달리하여 비육시킨 돈육의 지방산을 분석한 결과 포화지방산중 palmitic acid가 25.13~27.15%로서 다른 포화지방산보다 높은 지방 함량을 나타내었고, 불포화지방산중 oleic acid가 36.25~48.20%로서 가장 높은 지방 함량을 보였다. 포화지방산인 stearic acid는 0.2%, 0.4% 처리군에서 증가하는 반면, oleic acid, Linoleic acid와 같은 불포화 지방산은 전처리군에서 감소하는 경향을 보여 Ahn 등 [12]이 CLA를 급여한 계육에서의 결과와 Miller 등 [37]이 해바라기유와 홍화유를 급여한 돼지의 근육에서 결과, John 등 [29]은 canola유를 급여한 돈육에서, Joo 등 [30]은 CLA를 급여한 돈육에서 본 실험의 결과와 같이 oleic acid, linoleic acid와 같은 불포화지방산이 감소하고 stearic acid와 같은 포화 지방산은 증가하는 경향을 보여 본 실험과 비슷한 경향을 보였다. 이러한 결과 즉 지방산화가 잘 일어나는 불포화 지방산은 다소 감소하고 지방산화가 잘 일어나지 않는 포화지방산이 증가하는 결과 때문에 저장기간 동안 대조군에 비하여 처리군에서 지방산화의 지표인 TBARS 값이 저하되는 결과인 것으로 추측되며, 이런 현상은 *Gleditschia*가 체내에서 다른 지방산 전구물질로 작용했는지의 여부는 현재로서는 알 수 없지만 전반적으로 포화지방산이 증가하고 불포화지방산이 감소하는 경향을 나타낸 것으로 보아 *Gleditschia*가 체내에서 다른 지방산의 전구물질로 작용한 것으로 추측되며, 과연 *Gleditschia*가 지방산 합성 과정에서 포화지방산을 불포화 지방산으로 만드는  $\Delta^9$ -desaturase의 활성을 저해한 결과인지는 앞으로 더 연구해 볼 과제이며, *Gleditschia* 급여로 인하여 포화지방산의 증가는 돈육내 지방산화 안정성을 높여 고품질 육의 판단 기준이 되는 것 중의 하나인 육색 안정성을 가져온 결과인 것으로 추측이 된다.

*Gleditschia* 처리 수준을 달리하여 비육시킨 돈육의 지방 산패도의 변하는 전 저장 기간 동안 대조군의 TBARS 값이 급격하게 증가하는 반면 처리군의 TBARS 값은 대

조군에 비하여 서서히 증가하는 경향을 보여 유의성 ( $p<0.05$ )이 인정되었으며, 특히 0.2%와 0.4% 처리군에서 TBARS 값이 다른 처리군의 값에 비하여 더욱 낮게 나타났는데 이러한 결과는 Chan 등 [15]이 식육의 육색과 지방산화와의 상관관계 연구에서, Du 등 [21]이 CLA를 투여한 계육에서, Dugan 등 [22]이 CLA를 투여한 돈육에서, Darmadji와 Izumimoto [17]가 키토산을 투여한 분쇄 돈육에서 보고한 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 조직에 잔류하여 있을 것으로 추측되는 *Gleditschia*가 저장 기간 동안 지방 산화과정을 어느 정도 억제한 것으로 추측되며, 또한 지방 조성 성분의 결과에서 보았듯이 불포화지방산이 감소하고 포화지방산이 증가하는 경향을 볼 때, 아마도 *Gleditschia*가 지방 유리 자유기 (fatty acid free radical)의 생성을 억제하여 지방산화가 감소된 것으로 추측되어 진다. 따라서 생리활성물질 *Gleditschia* 급여는 돈육내 포화지방산을 증가시켜 식육의 지방산화 안정성을 높여주는 결과로 육색이 안정되므로 소비자들이 선호하는 고품질 돼지고기 생산과 식육저장기간 연장이 가능할 것으로 예상되어 식육유통 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 결 론

조각자 나무 추출 생리활성 물질 *Gleditschia*를 사료에 0, 0.1%, 0.2%, 0.4%, 1% 비율로 첨가하여 5개 처리군으로 나누고 처리군당 70일령 돼지를 8두씩 배치하여 (n=40) 14주간 투여한 후 출하, 도살(출하 체중 110 kg  $\pm$  1.4)하고, 도축 24시간 경과 후 등심을 채취하여 3 cm 두께로 시료를 채취하여 4°C에 냉장보관하면서 수분, 조지방, 육색, pH 변화, 보수력, 육즙 감량, 지방산 조성과 지방 산패도에 미치는 영향을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 대조군과 처리군 사이에서 수분과 조지방의 함량에는 유의적( $p<0.05$ ) 차이가 없었다.
- (2) *Gleditschia*를 급여한 전 처리군의 육색은 저장 기간동안 대조군에 비하여 안정성이 증가되었다.
- (3) 돼지 등심 pH 값은 0.2%, 0.4%, 1% 처리군에서 대조군에 비하여 유의 적( $p<0.05$ )으로 증가하였다.
- (4) 보수력은 전 처리군에서 대조군보다 유의적 ( $p<0.05$ )으로 증가하였으나, 0.2% 처리군이 가장 보수력이 좋았고, 0.4, 1, 0.1% 순으로 나타났다.
- (5) 육즙 감량은 처리군 중 1% 처리군을 제외하고 모든 처리군에서 대조군에 비하여 육즙 감량이 적었다.
- (6) 불포화지방산은 감소하며, 포화지방산은 증가하는 경향을 보였다.
- (7) 지방산패도는 처리군에 비하여 대조군에서 저장



기간이 경과함에 따라 유의적( $p < 0.05$ )으로 증가하는 경향을 나타내었다.

### 참고문헌

1. 강우석, 김정환, 박은주, 윤광로. 울금 에탄올 추출물의 항산화 활성 비교. 한국식품과학회지 1998, **30**, 266-271.
2. 김선희, 이강희, 안병균, 이영중, 강병수, 노승현, 송호준. 본초학. pp. 440-441, 전국한외과대학 교수 편집, 서울, 1991.
3. 김수진, 조용선, 박시원. 식용 허브 메탄올 추출물의 L1210 암세포에 대한 세포독성과 항산화효소 활성 변화. 생약학회지 2002, **33**, 376-383.
4. 김옥경. 어성초 분획물이 사염화탄소로 유발된 흰쥐의 간손상에 대한 보호 효과. 생약학회지 2002, **33**, 324-331.
5. 박범영, 조수현, 유영모, 김진형, 채현석, 안중남, 김용곤, 이종문, 윤상기. 돈육의 사후 pH 수준에 따른 육질 특성. 동물자원학회지 2002, **44**, 233-238.
6. 박재홍, 임오채, 나중삼, 류경선. 효모 배양물의 수준별 급여가 육성, 비 육돈의 생산성, 영양소 소화율, 돈육의 이화학적 특성 및 지방산 조성에 미치는 영향. 동물자원학회지 2003, **45**, 219-228.
7. 이재룡, 주선태, 이정일, 하경희, 박구부. 저장기간에 따른 키토산 급여 돈육의 지방산화, 조성 및 혈액성상에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 2000, **20**, 15-20.
8. 장대식, 권병목, 양민석. 수종의 국화과 식물에서 분리한 sesquiterpene Lactone들의 생리활성, FPTase 저해 활성. 생약학회지 1999, **30**, 70-71.
9. 차배천, 이성규, 이해원, 이은, 최무영, 임태진, 박희준. 국내 유용식물의 항산화 효과. 생약학회지 1997, **28**, 120-126.
10. 차배천, 이해원, 최무영. Nut류의 항산화 및 항균효과. 생약학회지 1998, **29**, 28-34.
11. 허정완, 김광현. Methionine 첨가수준이 비육돈의 성장과 육질에 미치는 영향. 한국축산과학회지 1993, **35**, 499-504.
12. Ahn DU, Sell JL, Jo C, Chamruspollert M, Jeffrey M. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. Poultry Sci 1999, **78**, 922-928.
13. AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. pp. 42-59, Association of Official Analytical Chemistry, Washington DC, 1995.
14. Bendall JR. Structure and Function of Muscle. 2th ed. pp. 243-246, Academic Press, New York, 1973.
15. Chan WM, Fasutman CD, Renner MS. Model system for studying pigment and lipid oxidation relevant to muscle based foods. In : Fereidoon Shahidi (ed.), Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effects and Application. pp. 319-330. ACDS Press, Champaign, 1996.
16. Chin SF, Liu W, Strokson JM, Ha YL, Pariza MW. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. J Food Compos Anal 1992, **5**, 185-197.
17. Darmadji P, Izumimoto M. Effect of chitosan in meat preservation. Meat Sci 1994, **38**, 243-247.
18. Davis GW, Smith GC, Carpenter ZL, Cross HR. Relationship of quality indicators to palatability attributes of pork loins. J Anim Sci 1975, **41**, 1305-1310.
19. DeLany JP, Blohm PF, Truett AA, Scimeca JA, West DB. Conjugated linoleic acid rapidly reduced body fat content in mice without affecting energy intake. Amer J Physiol 1999, **276**, 1172-1179.
20. Du MD, Ahn U, Sell JL. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the composition of egg yolk lipids. Poult Sci 1999, **78**, 1639-1645.
21. Du MD, Ahn U, Nam KC, Sell JL. Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. Meat Sci 2000, **56**, 387-395.
22. Dugan MR, Aalhus JL, Jeremiah LE, Kramer JG, Schaefer AL. The effects of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. Can J Anim Sci 1999, **79**, 45-51.
23. Femaldes CF, Shahani KM. Anticarcinogenic and immunological properties of dietary lactobacilli. J Food Prot 1990, **53**, 704-709.
24. Folch H, Lees M, Sloth GH. A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J Biol Chem 1957, **226**, 497-507.
25. Hays VW. Effectiveness of feed additive usage of antimicrobial agents in swine and poultry production. In : Hay VW (ed.) Office of Technology Assessment, pp. 28-36, Rachell, Washington DC, 1997.
26. Hirano S, Itakura C, Akiyama H, Aklyama Y, Nonaka I, Kanbara N, Kawakami T. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. J Agric Food Chem 1990, **38**, 1214-1220.
27. Hong KO, Kim CJ. Causes of the development of PSE pork. Fleischwirtschaft 1986, **66**, 349-356.
28. Hudault S, Lieven V, Bemet MF, Servin AL. Antagonistic activity exerted in vitro and in vivo by lactobacillus casei (strain GG) against salmonella typhimurium C5 infection. Appl Environ Microbiol 1997, **63**, 513-517.

29. **John LC, Yong CR, Knable DA, Thompson LD, Schelling GT, Grundy SM, Smith SB.** Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissue from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet. *J Anim Sci* 1987, **64**, 1441-1446.
30. **Joo ST, Lee JI, Ha YL, Park GB.** Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. *J Anim Sci* 2002, **80**, 108-112.
31. **Knorr D.** Functional properties of chitin and chitosan. *J Food Sci* 1982, **47**, 593- 598.
32. **Lee YJ, Shin DH, Jang YS, Shin JI.** Antioxidative effects of fractions from sequential ethanol extracts of *Houttuynia cordata*, Portulacaceae and sesame cake. *J Korean Soc Food Nutr* 1993, **25**, 683-686.
33. **Malin M, Suomalainen H, Saxelin M, Isolauri E.** Promotion of IgA immune response in patients with Crohn's disease by oral bacteriotherapy with lactobacillus GG. *Annals Nutr Metab* 1996, **40**, 137-141.
34. **Maribo H, Olsen EV, Barton P, Moller AJ, Kalsson A.** Effect of early postmortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Sci* 1998, **50**, 115-120.
35. **McGeehin B, Sheridan JJ, Butler F.** Factors affecting the pH decline in lamb after slaughter. *Meat Sci* 2001, **58**, 79-84.
36. **McLoughlin JV, Goldspink G.** Postmortem changes in the colour of pig longissimus dorsi muscle. *Nature* 1963, **198**, 584-590.
37. **Miller MF, Shackelford SD, Hayden KD, Regan JO.** Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristic and carcass traits of swine fed additive levels of monounsaturated fats in the diet. *J Anim Sci* 1990, **68**, 1624-1628.
38. **Offer G.** Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat : Effect of chilling regime and rate extent of glycolysis. *Meat Sci* 1991, **30**, 157-163.
39. **Offer G, Knight P.** The structural basis of water-holding in meat part 2: drip losses. In : Lawrie R (ed.) *Development in Meat Science*. 4th ed. pp. 173-175, Elsevier, London, 1989.
40. **Person AM, Young RB.** *Muscle and Meat Biochemistry*. pp. 457-459, Academic Press, New York, 1989.
41. **Pool BI, Betram BC, Knoll MR, Lambertz RB, Neudecker CJ, Schillinger UT, Schmezer PG, Holzapfel WH.** Antigenotoxic properties of lactic acid bacteria in vivo in the gastrointestinal tract of rats. *Nutrition and Cancer* 1993, **20**, 271-276.
42. **Stangl GI.** Conjugated linoleic acid exhibit a strong fat-to-lean partitioning effect, reduce serum VLDL lipids and redistribute tissue lipids in food-restricted rats. *J Nutr* 2000, **130**, 1140-1146.
43. **Tamani Y, Yoshimitus N, Watanabe Y, Kuwabara Y, Nagai S.** Effects of milk fermented by culturing with various lactic acid bacteria and a yeast on seru cholesterol levels in rats. *J Ferm Bioeng* 1996, **81**, 181-187.
44. **Van PG, Bolink AH, Merkus GS.** Difference in quality characteristics of normal PSE and DFD pork. *Meat Sci* 1988, **24**, 79-84.
45. **Vanbell M.** The European perspective on the use of animal feed additives. In *Biotechnology in the feed Industry*. T. P. Lyons (ed.), pp. 375-377, Nottingham University Press, Nottingham, 1989.