

## 어성초 분말의 혼합 급이가 돈육의 cholesterol 및 산화물에 미치는 영향

강민정 · 주종찬 · 신정혜<sup>1</sup> · 최선영<sup>2</sup> · 양승미<sup>2</sup> · 성낙주<sup>2\*</sup>

창신대학 호텔조리제빵과, <sup>1</sup>남해전문대학 호텔조리제빵과, <sup>2</sup>경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원

Received September 18, 2006 / Accepted October 18, 2006

**The Effect of Feeding *Houttuynia cordata* Thunb on Cholesterol and Cholesterol oxides of Pork Lion's.**  
Min-Jung Kang, Jong-Chan Joo, Jung-Hye Shin<sup>1</sup>, Sun-Young Choi<sup>2</sup>, Seung-Mi Yang<sup>2</sup> and Nak-Ju Sung<sup>2\*</sup>.  
Dept. Hotel Curinary & Bakery, Changshin College, Masan 630-520, Korea, <sup>1</sup>Dept. of Hotel Curinary Arts & Bakery, Namhae College, Namhae 668-801, Korea, <sup>2</sup>Dept. of Foods and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea – The study was designed to investigate the influence of feeding Eosungcho(*houttuynia cordata* Thunb) on the meat quality of porks. Experimental groups were divided into control group(C), 5%(T1) and 10%(T2) Eosungcho powder feeding group, and than administered for 12 weeks. And then pork's loins were stored at 4°C, for 23 days after vaccum packed. TBARS was increased( $P < 0.05$ ) during storage days in all samples, while it's contents were lower Eosungcho feding groups than control group. Total cholesterol contents of pork's loin, were  $48.9 \pm 0.2$  mg/100 g in control group,  $39.1 \pm 0.2$  mg/100 g in T1 group and  $37.8 \pm 0.3$  mg/100 g in T2 group. 4 kinds of cholesterol oxides( $\beta$ -hydroxycholesterol, 19-hydroxycholesterol,  $\alpha$ - and  $\beta$ -epoxide) detected in pork's loin. Cholesterol oxides concentration of pork's loin was increased during storage and lowest in T2 group.

**Key words** – Eosungcho, TBARS, cholesterol, cholesterol oxide

식생활의 서구화로 인해 외식의 기회가 많아짐에 따라 식이 섬유 함량이 적은 가공식품과 고지방 식품의 섭취가 증가하고 있으며 이에 따라 동맥경화 및 관상동맥 질환 등의 심혈관계 질환과 당뇨병, 비만, 만성퇴행성 질환 등의 발병율이 높아지고 있다[6]. 대표적인 심혈관계질환인 동맥경화증은 내인성 인자보다는 식이성 인자가 주요 원인으로 알려져 있는데, 이는 동물조직내의 콜레스테롤은 대부분 생체내에 존재하는 항산화제에 의해 보호되나 식품에 존재하는 콜레스테롤은 자동 산화물을 형성하여 식이로 섭취되며, 동맥경화증을 일으키는 원인은 콜레스테롤 그 자체 보다는 콜레스테롤 산화물이기 때문이라고 보고되어 있다[2].

콜레스테롤은 arachidonic acid 대사작용 방해[26], cholesterol 생합성의 feedback 방해[2], 세포독성[9], 혈관독성[24], 돌연변이성[28], 발암성[20]과 동맥장해[27] 그밖에 다른 생물학적 활동에 악영향을 미친다. 또한, 콜레스테롤은 공기 중에서 쉽게 자동산화되며, 자발적 또는 효소적 자동산화가 일어나 70여 가지 이상의 산화물을 생성하게 된다[18]. 콜레스테롤의 산화는 지방의 산화와 유사하며 용액상태 내에서 산포용매, 식품에서 공기나 고온, 금속이온, 자유라디칼 개시제, 빛에 대한 노출 및 지방산의 존재 유무와 이러한 요인들의 조합에 의해 진행된다[30]. 식품에서 콜레스테롤 산화물의 형성은 콜레스테롤과 지방의 함량, 식품의 지방산 조성,

가공 및 저장변이와 같은 요인에 의하여도 영향을 받는데 저장기간이 증가할수록 콜레스테롤 산화물이 증가하며, 콜레스테롤이 포함된 식품이 열과 빛에 노출되거나 방사선을 처리할 때 콜레스테롤 산화물의 발생량은 증가한다고 보고되어 있다[25].

현대인의 식생활은 포화지방산의 과다섭취에 의한 체내 콜레스테롤과 중성지방의 축적 증가로 성인병 발병가능성을 높이고 있다[13]. 이에 따라 체내 콜레스테롤을 저하시키기 위한 천연자원이나 새로운 자연건강 식품 및 가공식품의 개발에 대한 다양한 연구들이 시도되고 있다. 본 연구에서는 포화지방산의 주요 급원식품으로 인식되고 있는 돈육의 건강기능성 강화를 위한 연구의 일환으로 이노작용, 진통작용, 지혈작용 등의 다양한 약리작용으로 예로부터 생약제로 널리 이용되어 왔으며, 동물실험결과 고지혈증의 개선작용이 [29] 있는 것으로도 알려져 있는 어성초 분말을 혼합 급이하여 사육한 돈육의 지방산 및 콜레스테롤과 그 산화물의 함량 변화를 분석하였다.

### 재료 및 방법

#### 공시동물의 사료급여 및 사양관리

공시 동물(일반 백색계, LY×D)은 사천시 소재의 양돈 농가에 위탁하여 사육하였는데, 시험농장에서 동일한 조건으로 사육한 체중 25~30 kg의 공시도축을 무작위로 선발하여 각 돈방당 5두씩 배치하고 3개의 처리구로 나누어 총 15두를 12주간 실험 사육하였다. 사료 급여는 사료량을 측정하면서

\*Corresponding author

Tel : +82-55-751-5975, Fax : +82-55-751-5975

E-mail : snakju@gsnu.ac.kr

자유 급여하였고 기타 사양관리는 일반적인 관행법에 준하였다. 농장의 돈방 바닥은 콘크리트 슬러리이며 돈방 면적은 폭 230 cm, 길이 350 cm로 사료 급여기와 급수기를 각각 별도로 설치하였다.

어성초 분말의 첨가 수준은 예비 실험 결과와 경제성을 고려하여 5% 및 10%로 결정하였으며 시험기간 동안 사료 급여는 육성돈 사료(주식회사 제일제당)에 어성초 건조 분말을 각각 0%, 5% 및 10%로 첨가하여 처리구별로 급여하였다. 어성초 분말은 경남 사천지역에서 재배한 어성초 생엽을 세척 후 음건하여 적당한 크기로 분쇄한 것을 (주)고담물산으로부터 제공받아 사용하였다.

**공시동물의 처리**

공시동물은 체중 110 kg 될 때까지 사육 후 도살하여 도체를 2분체로 나눈 후 우둔체의 6~13늑골사이 등심부위에서 두당 2.5 kg씩 발골하여 500 g씩 polyethylene film으로 진공포장한 후 냉장상태(4℃)를 유지 저장하면서 2, 9, 16 및 23일에 시료를 취해 저장기간에 따른 지질성분의 함량변화를 분석하였다.

**TBARS(Thiobarbituric acid reactive substances) 정량**

세절육 5 g에 butylated hydroxytoluene(BHT) 50 ul와 증류수 15 ml를 가해 homogenizer로 4,000 rpm에서 10초간 균질화 시켰다. 균질액 1 ml와 tiobarbituric acid (TBA)/trichloro acetic acid(TCA) 혼합용액 2 ml를 완전히 혼합한 다음 90℃ 항온 수조에서 15분간 열처리 하였다. 빙수중에서 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상층을 회수하여 531 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 계산식에 따라 정량하였다.

$$TBARS(MA \text{ mg/kg}) = \text{흡광도수치} \times 5.88$$

**지방산 분석**

Bligh와 Dyer법[1]에 준하여 시료로부터 지방산을 추출한 다음 1 N-NaOH-95% EtOH로 검화한 후 14% BF<sub>3</sub>-MeOH 3 ml를 가하고 95℃에서 30분간 가열하여 지방산을 메틸에스테르화 시킨 다음 gas chromatography(Hewlett packard 5890 series II, USA) 로 분석하였다. 칼럼은 Ultra 2(Crosslinked 5% PhMe silicone, 25 m × 0.32 mm × 0.52 μm film thickness) 칼럼을 사용하였으며, Flame Ionization Detector(FID)로 검출하였다. 오븐온도는 160℃에서 250℃까지 단계별로 승온시켰으며 주입구 온도는 270℃, 검출기 온도는 300℃로 하고 고순도 질소가스를 분당 1.4 ml로 흐르게 하였으며, split ratio는 100 : 1로 하였다.

**총 콜레스테롤의 함량 분석**

돈육중의 지질은 Folch의 방법[4]에 따라 추출하였다. 즉,

혼합 마쇄한 시료 5 g을 정평하여 내부표준물질로 5α-cholestan을 1 ml를 넣은 후 chloroform : methanol(C : M = 2 : 1, v/v)혼합용액을 이용하여 총지질을 추출하였다. 지질 추출물은 무수황산나트륨으로 탈수시킨 뒤 감압하여 용매를 제거하고, 33% KOH용액(KOH 33% : ethanol = 6 : 94)으로 검화하였다. 증류수 2 ml와 hexane 2 ml를 가해 진탕 혼합한 후 hexane층을 분리하여 Table 1와 같은 조건에서, gas chromatography(GC)로 총 콜레스테롤 함량을 분석하였다.

표준물질을 농도별로 GC에 주입하여 얻은 표준 검량곡선으로부터 각 시료의 콜레스테롤 함량을 정량하였으며, 동일 조건에서 머무름 시간 비교 및 표준물질의 동시주입을 통하여 확인·동정하였다.

**콜레스테롤 산화물의 분리 및 동정**

Morgan과 Armstrong[19]의 방법에 따라 GC로 분석하였다. 즉, 시료 5 g을 C : M 용액과 함께 혼합 마쇄하고 내부표준물질로 5α-cholestan을 첨가한 후 여과하여 지질층을 분리하였다. 분리된 지질층은 용매를 제거한 후 5 ml hexane으로 용해하여 hexane과 diethyl ether에 의해 미리 활성화된 sep-pak silica cartridge에 통과시키고 10 ml acetone으로 녹힌 다음 질소가스로 농축하였다. BSTFA(Bis-[trimethylsilyl] trifluoroacetamide+1% trimethyl chlorosilane)와 pyridine을 각 100 μl씩 가한 다음 60℃에서 1시간 동안 검화시켜 Table 2와 같은 조건으로 GC에 주입하였다.

표준물질은 7β-hydrocholesterol, 19-hydrocholesterol, 및 5α, β-epoxide를 sigma사 제품을 구입하여 사용하였으며, 이들을 농도별로 주입하여 얻은 표준 검량곡선으로부터 정량하였고 동일 조건에서 머무름시간 비교 및 표준물질과 동시주입을 행하여 확인·동정하였다.

**통계처리**

각 실험은 5회 이상 반복 실시한 결과를 SPSS 12.0을 사용

Table 1. The operating conditions of gas chromatography for analysis of cholesterol

Parameters	Conditions
Instrument	Shimadzu 14A
Column	SAC <sup>TM</sup> -5 fused silica capillary column 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm film thickness
Detector	Flame Ionization Detector(FID)
Oven Temp.	280℃
Injector Temp.	300℃
Detector Temp.	300℃
Carrier gas and flow	Helium, 6 ml/min
Split ratio	100:1
Chart speed	5 mm/min

Table 2. The operating conditions of gas chromatography for analysis of cholesterol oxide products

Parameters	Conditions
Instrument	Hewlett packard 5890 series II
Column	HP-17(2 $\mu$ film thickness, 0.53 mm I.D. $\times$ 10 m)
Detector	Flame Ionization Detector(FID)
Oven Temp.	From 225 $^{\circ}$ C to 275 $^{\circ}$ C(10min) at 1 $^{\circ}$ C/min
Injector Temp.	270 $^{\circ}$ C
Detector Temp.	320 $^{\circ}$ C
Carrier gas and flow	Helium, 6 ml/min
Split ratio	100 : 1
Chart Speed	5 mm/min

하여 통계 처리하였으며, 각각의 시료에 대해 평균 $\pm$ 표준편차로 나타내었다. 각 실험군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 한 후  $p=0.05$  수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### TBARS의 변화

급여사료를 달리하여 비육시킨 돼지 등심을 진공포장하여 4 $^{\circ}$ C에서 저장하면서 TBARS의 함량변화를 측정된 결과(Fig. 1) 저장기간이 경과할수록 그 함량도 증가하는 경향이였다. 이는 식육을 냉동 저장하면서 장기 보존할 때 지방은 자동산화물을 유발하므로 그에 따른 산패 및 가수분해는 필연적인 것으로 인정되며, 또한 저장기간의 연장에 따라 TBA가 역시

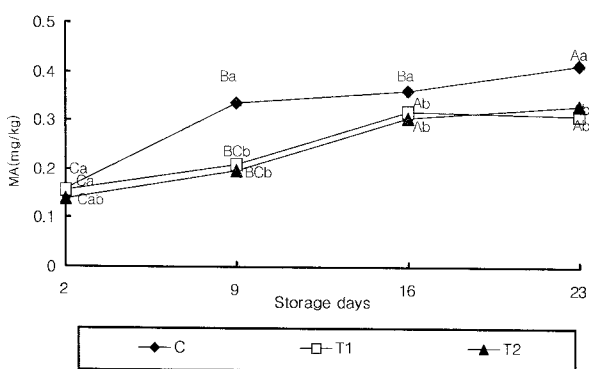


Fig. 1. Changes in TBARS of Pork's loins during their storage for 23days at 4 $^{\circ}$ C. C : control group, T1 : 5% Eosungcho powder added feeding group, T2 : 10% Eosungcho powder added feeding group. <sup>A,B,C,D</sup> Means with different superscripts in the same experimental group significantly difference at  $P<0.05$ . <sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same storage days significantly difference at  $P<0.05$ .

계속 증가한다는 보고[23]와 일치하는 결과였다.

대조군에 비해 어성초급여군의 TBARS 함량이 더 낮았으며, 어성초급여군 중 10% 급여군이 5% 급여군에 비하여 5% 수준에서 유의적으로 낮았다. 대조군의 경우 저장 2일에 0.160 $\pm$ 0.002 MA(mg/kg)였으나 저장 9일에 0.336 $\pm$ 0.004 MA(mg/kg)로 2.1배정도 증가하였으나 그 이후부터는 완만한 증가를 보였다. 반면, 5% 어성초급여군에서는 저장 2일에 0.156 $\pm$ 0.001 MA(mg/kg)이던 것이 저장 16일에 0.319 $\pm$ 0.001 MA(mg/kg)으로 약 2배 증가한 후 저장 23일까지는 증가율이 미미하여 어성초의 급여가 돈육 중 TBARS의 생성억제를 지연시킴을 알 수 있었다.

Laleye 등[16]은 저장초기에 지방산화에 의하여 malonaldehyde가 다량으로 형성되나 일정시간 이후에는 생성이 감소되는데, 이는 malonaldehyde가 분해, 감소 또는 histidine 등의 아미노산과 결합하기 때문이라고 보고하였으며, Demeyer 등[3]에 의하면 육류는 숙성 중에 지방분해효소에 의해 지방이 가수분해되면서 carbonyl 화합물, alcohol, ketone, 및 aldehyde 등의 분해물이 생성되며 맛과 향에 영향을 미치고 특히 TBARS가 증가한다고 보고되어 있다.

#### 지방산 조성의 변화

어성초 분말 급여 돈육 등심부위에서 추출한 지질의 지방산조성과 저장기간에 따른 변화를 분석한 결과(Table 3) 탄소수 12~20개의 포화지방산, monoene산 그리고 polyene산 등 9종을 분리·동정하였다. 이들 중 대부분을 이루는 주요 지방산은 oleic acid(34.9%~45.9%), palmitic acid(25.0%~36.7%), stearic acid(14.3%~18.7%)의 순이었으며, 이는 돈육의 주요 포화지방산은 palmitic acid, 불포화지방산은 oleic acid라는 보고[5]와 일치하는 결과였다.

저장기간이 경과함에 따라 포화지방산은 증가하고 불포화지방산은 감소하는 경향이었는데, 불포화지방산의 감소율은 10% 어성초 분말 급여군(4.4%)보다 대조군(11.1%)이 더 컸다. Lee와 Dawson은[17] 저장기간이 경과할수록 불포화지방산은 감소하지만 포화지방산은 증가하는 경향을 보이는 주요 요인은 저장 동안 근육지방의 산화로 인해 불포화지방산이 감소하기 때문이라고 하였다. Park 등[21]은 한국산 재래양육의 저장기간에 따른 지방산 조성변화 연구에서 불포화지방산은 2중 결합으로 인한 불안정한 상태에서 외부의 영향으로부터 쉽게 변화를 받기 때문에 상대적으로 포화지방산이 증가한다고 보고 하였는데 본실험의 결과에서도 포화지방산은 증가한 반면 불포화지방산은 감소함을 보여 유사한 결과를 얻었다. Kim 등[12]은 한우육에 비타민 C를 분무처리할 때 육색 및 유지의 지방산화 억제 효과가 있었으며 비타민 C와 E를 동시에 처리하였을 때 지방산화 억제 효과가 가장 좋았다고 하였다.

Table 3. Changes in fatty acids of pork's loins during their storage for 23 days at 4°C

Storage days	Sample code	Fatty acids composition(%)										
		12:0	14:0	16:0	18:0	20:0	SFA <sup>*</sup>	16:1	18:1	18:2	UFA <sup>**</sup>	Total
2	C	0.8±0.2	1.9±0.1	29.0±0.4	15.4±0.1	0.4±0.2	47.5	2.2±0.1	44.4±0.5	5.9±0.3	52.5	100.0
	T1	tr <sup>***</sup>	1.9±0.1	29.0±0.5	14.9±0.1	0.5±0.1	47.5	2.7±0.1	43.0±0.4	8.0±0.1	52.5	100.0
	T2	tr	1.7±0.2	29.0±0.3	14.9±0.2	0.3±0.1	47.5	2.3±0.2	40.8±0.2	11.0±0.2	54.1	100.0
9	C	1.1±0.2	2.5±0.3	29.0±0.3	14.3±0.1	0.4±0.2	47.3	2.7±0.1	44.5±0.3	5.5±0.2	52.7	100.0
	T1	tr	1.3±0.2	25.0±0.5	14.6±0.2	0.6±0.1	41.5	2.3±0.2	45.9±0.2	10.3±0.2	52.7	100.0
	T2	tr	1.6±0.3	25.8±0.3	14.9±0.1	tr	47.3	2.3±0.3	44.8±0.1	10.6±0.4	52.7	100.0
16	C	tr	2.1±0.3	31.9±0.4	15.1±0.2	tr	49.1	3.0±0.1	44.0±0.3	3.9±0.5	50.9	100.0
	T1	tr	1.8±0.1	30.4±0.3	14.8±0.1	1.0±0.2	50.1.0	2.8±0.2	44.7±0.2	4.5±0.3	50.9.0	100.0
	T2	tr	1.7±0.2	27.8±0.2	14.6±0.2	0.1±0.1	50.1	2.9±0.1	45.8±0.4	7.1±0.2	50.9	100.0
23	C	tr	2.3±0.3	36.7±0.4	18.7±0.2	0.5±0.1	58.2	3.4±0.2	34.9±0.3	3.5±0.2	41.8	100.0
	T1	tr	2.2±0.2	31.6±0.5	14.8±0.1	0.3±0.1	48.9	3.2±0.1	43.0±0.2	4.9±0.1	41.8	100.0
	T2	tr	1.4±0.1	31.1±0.3	15.5±0.1	2.2±0.1	50.2	2.2±0.3	37.4±0.1	10.2±0.2	41.8	100.0

C : control group

T1 : 5% Eosungcho powder added feeding group, T2 : 10% Eosungcho powder added feeding group

SFA<sup>\*</sup>: saturated fatty acid, UFA<sup>\*\*</sup>: unsaturated fatty acid, tr<sup>\*\*\*</sup>: trace(<0.1%)

**총 콜레스테롤의 함량 변화**

저장기간의 경과에 따른 총 콜레스테롤 함량(Fig. 2)은 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 어성초급이군이 대조군에 비해 유의 수준이었으며, 대조군의 경우 저장 2일에서 9일 사이에 총 콜레스테롤함량은 9.2±0.1 mg/100 g이 감소하였으나 5% 및 10% 어성초급이군에서는 각각 1.8±0.2 mg/100 g과 2.8±0.1 mg/100 g씩 감소하여 대조군에 비해 그 감소폭이 미미하였다. 이는 어성초 분말의 급이에 따른 어성초 고유의 항산화성분인 N-4-hydroxystyrenebenzamine, quercitrin 및 섬유소의 상대적 섭취량이 대조군에 비해 더 높아 짐으로서 돈육내 지질의 흡수가 지연되며, 콜레스테롤

의 산화도 억제되었기 때문으로 판단된다. 항산화력을 갖는 quercitrin을 많이 함유한 양파부산물을 급이 하였을 때 지방 합성의 방해 작용으로 돈육내 콜레스테롤 함량이 감소하였다는 보고[8]와도 유사한 결과였다. 동물체내 콜레스테롤 저하 효과는 식이섬유 섭취에 따른 체내 콜레스테롤의 유일한 배설 경로인 담즙산의 배설 증가에 기인한 것으로 설명되고 있는데, 이러한 효과는 전적으로 담즙산의 재흡수 저하에 의한 것은 아니며, 중성지방과 콜레스테롤 외에 다른 영양성분의 흡수가 복합적으로 작용한다고 보고되어 있다[10].

**콜레스테롤 산화물의 함량 변화**

콜레스테롤 산화물은 7β-hydroxycholesterol, 19-hydroxy cholesterol, α 및 β-epoxide(Fig. 3~6)가 검출되었는데, 그 중 19-hydroxycholesterol의 함량이 가장 높았으며, α-epoxide의 함량이 가장 낮았다. 이들 콜레스테롤 산화물은 저장기간의 경과와 더불어 점차 증가하는 경향이었으며 그 함량은 대조군에 비해 어성초급이군에서 유의적으로 낮게 정량되었다.

저장기간에 따른 7β-hydroxycholesterol의 함량은(Fig 3) 대조군은 0.6±0.05 µg/g~2.3±0.1 µg/g, 5% 어성초급이군은 0.5±0.06 µg/g~1.2±0.06 µg/g, 그리고 10% 어성초급이군에서는 0.3±0.01 µg/g~0.9±0.15 µg/g이었는데, 저장 23일에는 10% 어성초급이군이 대조군에 비해 약 50% 더 낮은 함량이었다.

콜레스테롤 산화물 중 가장 함량이 높은 19-hydroxycholesterol(Fig. 4)의 23일 저장 동안 증가량은 대조군의 경우 1.7±0.2 µg/g, 5% 어성초 급이군은 1.5±0.1 µg/g, 10% 어성초 급이군은 1.2±0.2 µg/g으로 어성초의 첨가량이 증가할수록 산화물의 생성량은 더 적었다. Kesara 등[11]은 신선한 양

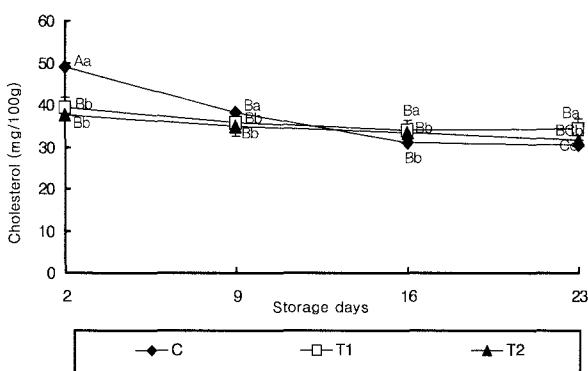


Fig. 2. Changes in total cholesterol of Pork's loins during their storage for 23days at 4°C. C : control group, T1 : 5% Eosungcho powder added feeding group, T2 : 10% Eosungcho powder added feeding group. <sup>A,B,C,D</sup> Means with different superscripts in the same experimental group significantly difference at P<0.05. <sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same storage days significantly difference at P<0.05.

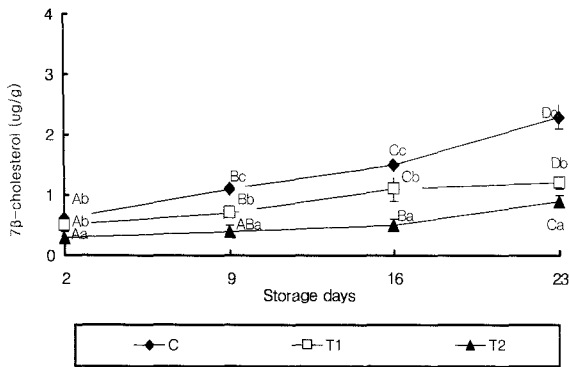


Fig. 3. Changes in 7β-cholesterol of Pork's loins during their storage for 23days at 4°C. C : control group, T1 : 5% Eosungcho powder added feeding group, T2 : 10% Eosungcho powder added feeding group. <sup>A,B,C,D</sup> Means with different superscripts in the same experimental group significantly difference at P<0.05. <sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same storage days significantly difference at P<0.05.

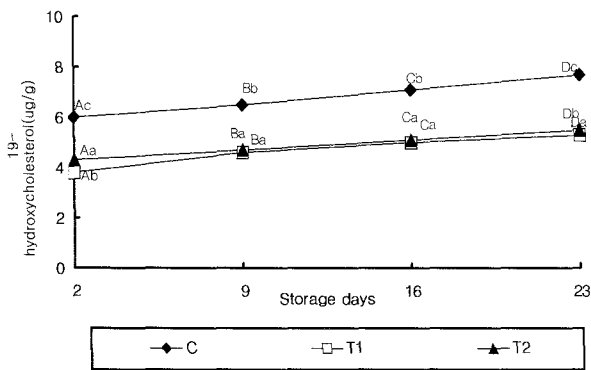


Fig. 4. Changes in 19-hydroxycholesterol of Pork's loins during their storage for 23days at 4°C. C : control group, T1 : 5% Eosungcho powder added feeding group, T2 : 10% Eosungcho powder added feeding group. <sup>A,B,C,D</sup> Means with different superscripts in the same experimental group significantly difference at P<0.05. <sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same storage days significantly difference at P<0.05.

고기에서 19-hydroxycholesterol은 5.36%(% of total oxide) 정량되었는데 이를 6일간 저장했을 때 7.73%(% of total oxide)으로 증가하였다고 보고한 바 있다.

돈육 등심의 저장기간에 따른 α-epoxide 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 10% 어성초 분말 급여군의 경우 저장 2일과 23일에 각각 0.2±0.03 μg/g과 0.4±0.01 μg/g으로 저장 기간의 경과에 따른 차이가 거의 없었으나 5% 어성초 분말 급여군과 대조군은 저장 9일에서 16일 사이에 2~3배로 그 함량이 급격히 증가하였다. 그 이후 저장 23일까지는 미량 증가하여 5% 어성초 분말 급여군은 1.9±0.02 μg/g, 대조군은 3.8±0.1 μg/g이었으나 이는 10% 어성초 분말 급여군(0.4±0.01 μg/g)

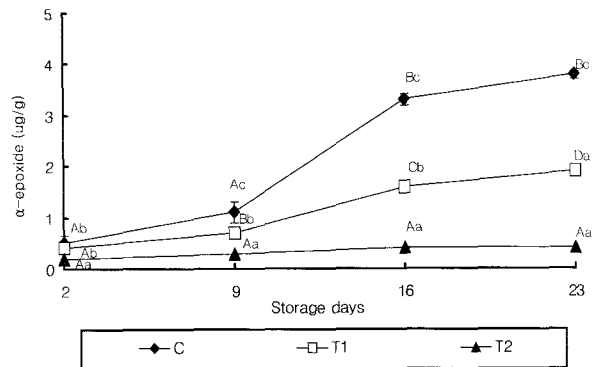


Fig. 5. Changes in α-epoxide of Pork's loins during their storage for 23days at 4°C. C : control group, T1 : 5% Eosungcho powder added feeding group, T2 : 10% Eosungcho powder added feeding group. <sup>A,B,C,D</sup> Means with different superscripts in the same experimental group significantly difference at P<0.05. <sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same storage days significantly difference at P<0.05.

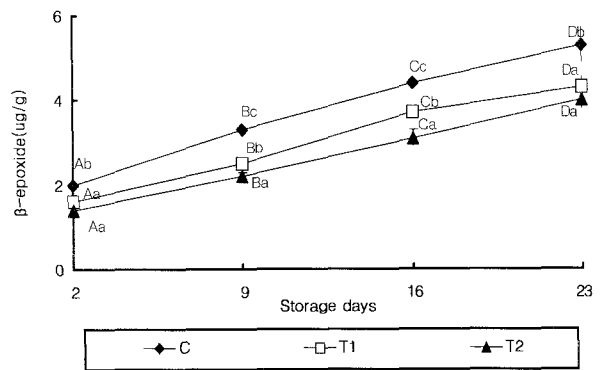


Fig. 6. Change in β-epoxide of Pork's loins during their storage for 23days at 4°C. C : control group, T1 : 5% Eosungcho powder added feeding group, T2 : 10% Eosungcho powder added feeding group. <sup>A,B,C,D</sup> Means with different superscripts in the same experimental group significantly difference at P<0.05. <sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same storage days significantly difference at P<0.05.

에 비하여 월등히 높은 함량으로 어성초 분말의 급여군은 α-epoxide의 생성억제에 기여함을 확인하였다.

β-Epoxide(Fig. 6)의 함량은 실험군 모두가 유사한 경향으로 저장기간의 경과와 더불어 계속적으로 증가하였는데, 대조군은 2.0±0.16 μg/g~5.3±0.4 μg/g, 5% 어성초 첨가군에서는 1.6±0.15 μg/g~4.3±0.25 μg/g으로 10% 어성초 첨가군에서는 1.4±0.15 μg/g~4.0±0.2 μg/g으로 정량되었다.

Kowale 등[14]은 콜레스테롤 산화물은 가열이나 조리시 증가하는데 β-epoxide는 조리에 영향을 받지 않고 생육에서 검출된다고 하였으며, Hwang과 Maerker[7]는 선도 좋은 소고기, 돼지고기 및 송아지고기에서 검출된 콜레스테롤 산화

물 중 7-ketocholesterol과  $\beta$ -epoxide는 신선육에서 가장 높게 정량되었다고 하였는데 본 실험의 결과에서도 다른 콜레스테롤 산화물에 비해  $\beta$ -epoxide의 함량이 다소 높게 검출되었다.

신선식품 중에서는 총 콜레스테롤 량의 1% 정도가 콜레스테롤 산화물로 정량되거나 적절한 산화조건이 부여되면 총 콜레스테롤 량의 70% 정도까지 산화된다는 보고[15]가 있는데 본 실험의 결과 총 콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 산화물의 비율은 저장 2일에 대조군 1.9%, 5% 어성초 분말 급이군은 1.6%, 10% 어성초 분말 급이군은 1.3%의 산화물이 생성되었다. 이를 진공포장 상태로 4°C에서 23일간 저장하였을 때 대조군은 3.9%, 5% 어성초 분말 급이군은 3.3%, 10% 어성초 분말 급이군은 2.8%로 증가하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 콜레스테롤 산화물의 생성은 어성초 분말을 10% 첨가 급이하였을 때 더 효과적으로 억제되었다. 이는 어성초 분말을 혼합 급이함으로써 섭취소의 섭취량 증대에 따른 상대적 콜레스테롤 축적의 억제와 더불어 콜레스테롤 산화를 지연시키는 어성초 유효성분의 복합작용에 의한 것으로 판단된다.

## 요 약

어성초 분말을 돼지 사료에 5%, 10%씩 첨가하여 12주간 사육시킨 후 등심부위를 냉장보관하면서 지질성분의 변화를 분석하였다. 돈육 등심의 저장 중 TBARS는 어성초 분말 급이군에서 유의적으로 낮게 검출되었고, 지방산의 함량은 저장 2일에 대조군의 불포화지방산이 52.5%였으나 5% 및 10% 어성초 분말 첨가 급이군에서는 각각 53.7% 및 54.1%로 대조군에 비해 높은 비율로 정량되었다. 콜레스테롤 함량은 저장 2일에 5% 어성초 급이군에서는 39.1±0.2 mg/100 g, 10% 어성초 급이군에서는 37.8±0.3 mg/100 g으로 대조군(48.9±0.2 mg/100 g)에 비해 어성초 급이군에서 더 낮게 검출되었다. 돈육 등심 중 콜레스테롤 산화물의 농도는 저장기간이 길어질수록 증가하는 현상을 보여 7 $\beta$ -hydroxycholesterol의 경우 2일간 저장한 대조군에서는 0.6±0.05  $\mu$ g/g였으나 저장 23일 후에는 2.3±0.3  $\mu$ g/g으로 6.5배 증가하였고 10% 어성초 급이군에서는 저장 2일에 0.3±0.01  $\mu$ g/g, 23일에서는 0.9±0.15  $\mu$ g/g로 대조군에 비해 증가량이 유의적으로 낮았다. 19-hydroxycholesterol과  $\alpha,\beta$ -epoxide도 어성초급이군에서 대조군보다 더 낮은 함량이었다.

## 참 고 문 헌

- Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *J. Bio. Physiol.* **37**, 23-26
- Csallany, A. S., S. E., Kindom, P. B. Addis and J. H. Lee. 1989. HPLC Method for oxidation of cholesterol and Four of its Major oxidation products in Muscle and Liver Tissues. *Lipids* **24**, 645-651.
- Demeyer, D. I., W. C. Tan and O. S. Privett. 1974. Effect of essential fatty acid deficiency on lipid metabolism in isolated fat cells of epididymal fat pads of rats. *Lipids* **9**, 1-7.
- Folch, J., M. Lee and G. H. Stanly. 1957. A sample method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **26**, 497-509.
- Hilditch, T. P., E. C., Jones and A. J. Rhead. 1984. The body fats of the hen. *Biochem. J.* **28**, 786-792.
- Hue, G. B. 1990. Pathology of obesity. *Korean J. Nutr.* **23**, 333-336.
- Hwang, K. T. and G. Mearker 1993. Quantification of cholesterol oxidation products in unirradiated and irradiated meats. *JAOCs* **70**, 371-375.
- Joo, S. T., S. J. Hur, J. I. Lee, D. H. Kim, Y. R. Ha and G. B. Park. 1999. Influence of Dietary Onion Peel On Lipid Oxidation, Blood characteristics and Antimutagenicity of Pork During Storage. *Kor. J. Anim. Sci.* **41**, 671-678.
- Kandutsch, A. A. and C. W. Chen. 1978. Inhibition of cholesterol synthesis by oxygenated sterols. *Lipids* **13**, 704-707.
- Kang, H. J., Y. S. Song. 1997. Dietary fiber and cholesterol metabolism. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 358-369.
- Kesara, V. R., B. N. Kowale, N. P. Babu and G. S. Bisht. 1996. Effect of cooking storage on lipid oxidation and development of cholesterol oxidation products in water Buffalo. *Meat Science* **43**, 179-185.
- Kim, S. M., S. H. Lee and S. K. Sung. 1997. Effect of vitamin C and vitamin E on Meat Color and Lipid Peroxidation in Korean Beef. *Korean. J. Anim. Sci.* **39**, 267-274.
- Kim, S. Y., W. C., Lee, H. B., Kim, A. J. Kim and S. K. Kim. 1998. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.* **27**, 1271-1222.
- Kowale, B. N., R. Kesara, N. P. Babu, N. Sharma and G. S. Bisht. 1996. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. *Meat Science* **43**, 195-202.
- Kumar, N, O. and P. Singhal. 1991. Cholesterol oxides and atherosclerosis. *A. Review J. Sci. Food Agric.* **55**, 497-510.
- Laleye, C. L., R. E. Simard, B. H. Lee and R. A. Holley. 1984. Shelf-life of packaging atmospheres, temperature and duration of storage on microflora change. *J. Food Sci.* **49**, 827-832.
- Lee, W. T. and L. E. Dawson. 1973. Chicken lipid change during cooking in fresh and reused cooking oil. *J. Food Sci.* **38**, 1231-1238.
- Li, S. X., G. Cherian and J. S. Sim. 1996. Cholesterol oxidation in egg yolk powder during storage and heating as affected by dietary oils and tocopherol. *J. Food Sci.* **61**, 721-725.
- Morgan, J. N. and D. J. Armstrong. 1989. Wide-Bore Capillary gas chromatographic method for Quantification of cholesterol oxidation products in egg yolk powder. *J.*

- Food Sci.* **54**, 427-429.
20. Morin, J. H., B., Hu., S. Peng and K. Scranian. 1991. A Cholesterol oxides and carcinogenesis. *J. Clin. Lab. Anal.* **5**, 144-152.
  21. Park, G. B., J. O. Lim and H. P. Jang. 1984. Changes in fatty acid composition of korean native goats meat during postmortem storage. *Kor. J. Anim. Sci.* **11**, 37-41.
  22. Pearson, A. M., J. I. Gray, A. M. Wolzak and N. A. Horenstein. 1983. Safe implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technol.* **37**, 121-128.
  23. Peng, S. K., C. B., Taylor, J. C., Hill and R. J. Morin. 1985. Cholesterol oxidation derivatives and arterial endothelial damage. *Atherosclerosis* **54**, 121-133.
  24. Pie, J. E., K. Spahis and C. Seillan. 1991. Cholesterol oxidation in meat products during cooking and frozen storage. *J. Agric. Food. Chem.* **39**, 250-254.
  25. Richard, E., D. B. McDonald and B. Min. 1996. Food Lipids and Health. Marcel Dekker Inc *New York Basel Hongkong*. pp. 199.
  26. Seillan, C. and C. Dubquoy. 1990. Effect of Oxysterols on arachidonic acid metabolism and prostacyclin synthesis in bovine aortic smooth muscle cells in culture. Prostaglandins Leukotrienes Essent. *Fatty Acid* **39**, 11-18.
  27. Sevananian, A. A., R. Peterson. 1986. The cytotoxic and mutagenic properties of cholesterol oxidation products. *Food chem. Toxicol.* **24**, 1103-1110.
  28. Smith, L. L., V. B. Smart and G. A. Ansar. 1979. Mutagenic cholesterol preparation. *Mutat. Res.* **68**, 23-30.
  29. Takahashi, K., Y., Fujita, T., Mayumi, Hanma, T. and T., Kishi. 1987. Effect of adriamycin on cultured mouse embryo myocardial on cultured mouse embryo myocardial cells. *Chen. Pharm. Bull.* **35**, 326-334.
  30. Zunin, P., F. Evangelisti, M. F. Caboni, G. Penzazzi, G. Lercker and E. Tiscornia. 1995. Cholesterol oxidation in baked foods containing fresh and powdered egg. *J. Food Sci.* **60**, 913-916.