

## 항생제 대체를 위한 비타민 E 및 한방부산물물을 포함한 허브추출물 및 효소제 복합처리가 거세돈의 혈액콜레스테롤 및 식육의 품질에 미치는 영향

강석남\* · 김종덕<sup>1</sup> · 김일석<sup>2</sup> · 진상근<sup>2</sup> · 이무하<sup>3</sup>

전북대학교 생리활성물질연구소, <sup>1</sup>천안연암대학  
<sup>2</sup>진주산업대학교 동물소재공학과, <sup>3</sup>서울대학교 농생명공학부 동물자원학과

### Effect of Replacing Antibiotics by Herb Extracts and Digestive Enzymes Containing Vitamin E and Oriental Medicinal Plants Byproduct on Blood Serum Cholesterol and Meat Qualities in the Hog Loin Meat

Suk-Nam Kang\*, Jong-Duck Kim<sup>1</sup>, Il-Suk Kim<sup>2</sup>, Sang-Keun Jin<sup>2</sup>, and Mooha Lee<sup>3</sup>

Research Center of Bioactive Materials, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

<sup>1</sup>Cheonam Yonam Collage, Cheonan 330-802, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

<sup>3</sup>Department of Animal Resources & Sciences, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

#### ABSTRACT

This study was carried out to know the effect of the oriental medicinal plants byproduct containing vitamin E and 0.1% antibiotics (T1) and the oriental medicinal plants byproduct containing vitamin E and the replacing antibiotics by 0.03% herb extracts (T2) and 0.1% aminolevulinic acid (T3) on production performance of finishing hog and its meat qualities. There were no significant differences in the daily weight gain, feed intake, and feed conversion rate values between all treatment groups. However, the T2 group tends to have a higher daily weight gain (g/day) than the other groups ( $p>0.05$ ). The T2 group showed lower total-cholesterol and LDL-cholesterol contents (114.71 and 68.09 mg/dl, respectively) than the control in the blood serum ( $p<0.001$ ), and all the treated groups of oriental medicinal plants byproduct and vitamin E increased HDL-cholesterol and decreased LDL-cholesterol contents in the blood serum. Content of vitamin E in muscles from the group T1, T2 and T3 (2.11, 2.21 and 2.18 mg kg<sup>-1</sup>, respectively) showed higher levels than those of control. The presence of antibiotics (chlortetracycline) in hog loin meat were detected (0.08 ppm) in control sample. However, there was no antibiotic in other treated hog loin meats (T1, T2 and T3, respectively). The thiobarbituric acid reactive substances and volatile basic nitrogen values of the groups T2 (0.06 mg MA kg<sup>-1</sup> and 11.21 mg%, respectively) and T3 (0.05 mg MA kg<sup>-1</sup> and 8.23 mg%, respectively) were significantly ( $p<0.05$ ) lower than that of control in loin meat. However, there was no significant difference between treated samples (T1, T2 and T3, respectively) and control in cooking loss and drip loss.

**Key words :** Oriental medicinal plants byproduct, vitamin E, herb extracts, aminolevulinic acid, cholesterol, meat quality

#### 서 론

최근 유통시장에서 친환경 농축산물 및 유기 농축산물에 대한 비중이 증대되고 있다. 이는 소비자들의 가치관 단의 기준이 가격보다는 품질이 우선이라는 인식의 전환

때문인 것으로 판단된다. 이에 농축산물의 생산 및 소비 과정에서 식품의 안전성을 확보하기 위한 많은 노력들이 진행되고 있다. 이 중에서 축산물의 생산 및 소비과정 중에 항생물질의 사용과 이들의 항생물질 잔류문제가 큰 사회적 문제로 대두되고 있다.

항생제는 경제적인 이익을 고려하여 가축의 질병의 예방과 가축의 성장 촉진 등을 위해 사료에 첨가하여 왔으며, 일반적으로 사용하는 항생물질로는 tetracycline과 penicillin이다(Boison *et al.*, 1995). 그러나 항생제의 무차

\*Corresponding author : Suk-Nam Kang, Research Center of Bioactive Materials, Chonbuk National University, 644-14, Duckjin, Jeonbuk 561-756, Korea. Tel: 82-63-270-4987, E-mail: whitenight@hanmail.net

별한 사용은 항생제에 저항성을 갖는 병원성 균의 증가를 가져왔으며, 동물에서 인간으로의 교차 전이 등의 문제를 발생시킬 수 있어, 성장을 촉진하기위한 항생제의 확대 사용은 금지되어 있다(Witte, 2000; Kim, 2005).

세계적으로 일반 축산물에 비해, 유기 및 친환경 축산물의 비중이 높지 않은 상황이지만 이에 대한 관심이 증대되고 있다(Dransfield, 2003). 대체 항생제에 대한 연구는 봉침, 천연식물 및 한약재 그리고 미생물 재제 등에 대한 활발한 연구가 진행 중이다. 특히 천연식물 및 한약재에는 다양한 phenolic 화합물, alkaloids류, flavonoids, glycosides, tannins, saponins 그리고 비타민류 등을 함유하고 있는데, 이들이 항생기능을 갖기 때문에 항생제 대체물질로 이용 가능성이 높다(Ahmad and Aqil, 2006; Kim, 2005; Leibetseder, 2004). 항생제 대체제 개발관련 연구는 세계적으로 급변하는 항생제 대체제 시장에 발맞추어, 축산식품 안전성을 확보하는 일이며, 이를 통한 항생제 오남용, 내성문제 해결에 이바지할 것으로 판단된다.

이에 본 연구는 돼지의 비육 사료에 항생제 대체제로서 비타민 E 및 한방부산물을 포함한 허브추출물 및 효소제를 복합처리하여 사육한 거세돼지의 사양성적과 도축 후 식육의 품질 특성 조사를 통해 항생제 대체 물질로서의 가능성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 동물 사양

초기 평균 무게가 50.48 kg인 총 40두의 3원 교잡종 거세돼지(Landrace × Yorkshire × Duroc)를 69일간 사양하였다. 돼지는 무게별로 균을 나누었으며, 돈방 당 5 마리씩 4개의 군으로 나누어 실험을 실시하였다. 대조군은 0.1% flavomycin 항생물질을 처리하였으며(CON), T1 처리군은 0.1% flavomycin, 2% 한방부산물 그리고 0.01% 비타민 E, T2 처리군은 2% 한방부산물, 0.01% 비타민 E 그리고 0.03% fenugreek(*Trigonella foenum graecum*) 추출물, T3 처리군은 2% 한방부산물, 0.01% 비타민 E, 그리고 0.1% aminolevulinic acid를 첨가하였다. 한약부산물은 허수오, 아출, 갈근, 감초, 질경, 작약, 천마, 천문동, 인삼, 구기자, 두충, 영지, 모리, 황기, 당귀, 연호색, 황금, 황정, 원지, 인지, 천궁, 목령, 그리고 황령 등이었다. 기초사료는 NRC(1998)의 기준에 따라 제조하였으며, 기초대사의 내역은 Table 1에 나타나 있다. 사료의 분석은 AOAC(1990)기준에 따라 분석하였으며, 사료의 단백질은 16.0%, 지방 6.8%로 나타났다(Table 2). 모든 사료의 급여는 시험기간 동안 무제한 급여를 하였다. 시험기간중 체중과 급여사료를 조사하여, 일당중체량, 사료급여량, 사료요구율을 조사하였다.

**Table 1. Formula and chemical composition of experimental diets in finishing phases**

Feeding diet	Percentage (%)
Formular of ingredients	
Corn	44.64
Wheat	20.00
Rice meal	2.00
Soybean meal, 44%	6.32
Dehulled soybean meal	10.00
Rape seed meal	2.00
Palm oil feed	1.00
Corn gluten feed	2.00
Tellow	1.50
Molasses	3.00
Lysine(sol.)	1.16
Methionine	0.04
Threonine	0.07
NaCl	0.32
Lime	1.00
DCP	1.40
Premix	0.44
Pententasol	0.01
Chemical composition	
Moisture	12.09
Crude protein	16.00
Crude lipid	6.77
Crude fiber	2.78
Crude ash	5.65
Calcium	0.80
Total-P	0.60

### 시료의 채취

실험에 사용된 혈액시료는 도축당일 혈액을 받아 혈청을 분리후 키트를 이용하여 분석하였다. 식육시료는 도축 12시간 이후에 가식지방을 제거하고, 진공포장 이후 ice 박스에 담아 실험실로 옮긴 후 도축 24시간 이후에 pH와 일반성분을 조사하였다. 4°C에서 저장 7일간 저장 이후에 VBN, TBARS 그리고 조리감량을 조사하였으며, 드립감량은 20°C에서 7일간 저장 이후에 삼출되는 드립의 함량을 조사하였다. 식육의 잔류 항생물질 및 비타민 E의 함량을 조사하기 위해서 시료는 -20°C에서 보관하다가 실험당일 해동하여 실험에 이용하였다.

### 혈중콜레스테롤

1 ml 혈액을 원심분리(2,000 rpm/20 min)하여 혈청을 분리하여 실험에 이용하였다. 분리된 혈청은 -20°C에서 보관하였다가 상업적 kit(Total Cholesterol E-Test Wako, Wako Pure Chemical, Osaka Japan)를 이용하여 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 그리고 LDL-콜레스테롤을 분석하였다.

## 일반성분

식육의 일반성분은 AOAC(1990)에 따라 수분, 지방, 단백질 그리고 회분에 대해 조사하였다.

## 식육 항생물질조사

### 1) Tetracycline 계열의 항생물질 분석

시료 튜브에 1g의 돈육 등심 시료와 0.1g Oxalic acid와 0.1g EDTA를 넣고 균질화 시켰다. 10분간 소니케이트를 실시한 이후 2분간 vortex를 실시하여 얻은 추출물은 다시 5 mL acetonitrile/acetate(2:1)와 균질화하였다. 균질화 이후 5,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 상층액을 취해 질소로 flushing하였다. 위의 과정을 3회 반복 회수하였다. 이후 2 mL 이동상을 첨가하고 2,000 rpm에서 2분간 10분간 원심분리후 상층액을 0.45 µm filter로 필터한 이후 2010 pump(Jasco Europe S.R.L., Como, Italy)가 장착된 HPLC(Jasco Europe S.R.L., Como, Italy) system을 이용하여 분석하였다. HPLC의 분석조건은 UV : 360 nm, 이동상: 0.01M oxalic acid/acetonitrile(85/15), 컬럼 : Xterra C18 column(30°C), 그리고 유속 : 1.0 mL/min였다. 항생물질의 표준품은 sulfamethazine, sulfamerazine, sulfadimethoxine, sulfamonomethoxine 그리고 sulfaquinolaxine이었다.

### 2) Sulfa 계열의 항생물질 분석

시료 튜브에 1g의 돈육 등심 시료와 1 mL 0.1% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>를 섞은 이후 5분간 균질화 이후 8 mL acetonitrile로 30분간 균질화하였다. 균질화 이후 4,000 rpm에서 15 min 분간 원심분리 이후 상층액을 취했다. 위의 과정을 3회 반복 회수하였다. 회수한 상층액은 acetonitrile로 포화시킨 15 mL hexane과 혼합하여 질소로 flushing 이후 추출물을 1 mL 50% acetonitrile와 1 mL 증류수에 녹인 이후 12,000 rpm에서 30분간 원심분리하였다. 원심분리 이후 상층액을 0.45 µm filter로 필터하여 2010 pump(Jasco Europe S.R.L., Como, Italy)가 장착된 HPLC(Jasco Europe S.R.L., Como, Italy) system을 이용하여 분석하였다. HPLC의 분석조건은 UV : 270 nm, 이동상 : 0.1% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>(pH 3.5)/acetonitrile (84/16), 컬럼 : Novapac C18 column(30°C), 그리고 유속은 1.0 mL/min였다. 항생물질의 표준품은 tetracycline, oxytetracycline, chlortetracycline 그리고 ampicillin이었다.

### 6) 식육 비타민 E 함량

비타민 E의 분석은 Buttriss과 Diplock(1988)의 방법을 변형하여 실시하였다. 2g의 돈육 등심을 9.0 mL 1.2% KCl (w/v)로 혼합후 균질화하였다. 2 mL 균질액을 취하여 2.0 mL 1.0% pyrogallol(in absolute ethanol)과 혼합하였다. 이후 0.5 mL 50% KOH(w/v)을 혼합하고 70°C 수조에서 30분간 가열하여 saponification을 하였다. 이후 ice에서 냉각

하고, 0.001% BHT를 함유한 4 mL hexane로 2회 이상 회수하였다. 회수 이후 질소를 이용해 flushing하였고 다시 1.0 mL hexane에 녹여 분석을 위한 vial에 넣어 2010 pump (Jasco Europe S.R.L., Como, Italy)가 장착된 HPLC(Jasco Europe S.R.L., Como, Italy)를 이용하여 분석하였다. HPLC 분석조건은 UV : 292 nm, 이동상 : methanol:water(97:3 v/v), 컬럼 : C-18 column(Hewlett Packard RP-18), 그리고 유속 : 1.0 mL/min였다.

### 7) 식육 pH

pH는 도축 24시간 이후에 pH meter(Model 5985-80 Digital sense pH meter, Cole-parameter instrument company, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 8) TBARS(Thiobarbituric acid reactive substances)와 VBN(Volatile basic nitrogen)

지방 산패도는 저장 7일차에 Witte 등(1970)의 방법으로 측정하였으며, mg malonaldehyde/kg 시료의 값으로 표시하였다. 총단백질 변패도는 저장 7일차에 Conway(1950)의 방법에 따라 분석하였다.

### 9) 조리감량, 드립감량

조리감량은 시료를 2 × 3 × 4 cm로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 지퍼백에 샘플을 넣고 90 water bath에서 1시간 가열하였다. 가열이 끝난 후 무게를 측정(B)하고 가열전후의 무게차이에 따라 조리감량을 조사하였다. 드립감량은 시료 100 g을 지퍼백에 담아서 드립감량 정도를 증가시키기 위해서 7일간 10°C에서 저장한 후 이후 감량을 조사하였다.

### 10) 통계처리

본 실험의 결과는 통계분석용 프로그램인 SAS(2000)을 이용하여 분산분석을 수행하였고, 평균간 유의성 검정은 Duncan의 Multiple range test로 처리간의 결과 차이를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 사양자료

한방부산물 및 비타민E 첨가군(T1) 그리고 항생제 대체물질 처리군 허브추출물 및 효소 처리군(각각 T2 및 T3)의 체중, 일당증체량, 사료섭취량 그리고 사료 요구율에 미치는 영향에 대한 결과가 Table 2에 나타나 있다. 체중에 대한 조사에서 초기 및 비육말기의 거세돈육의 체중은 시험군간의 비교에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 대조군(CON) 및 항생제 대체물질 처리군(T2)의 일당증체량이 시험군간의 비교에서 가장 높게 나타났으나 통계적

**Table 2. Effect of antibiotics and alternatives on performance of finishing pigs**

	CON		T1		T2		T3		<sup>1)</sup> SE	Pr>F
Initial Weight (kg)	51.10±	1.91	50.06±	2.16	50.29±	2.33	50.45±	2.24	4.69	0.736
Final Weight (kg)	107.05±	5.75	101.34±	8.94	107.84±	8.03	105.21±	6.79	55.89	0.231
Daily Gain Weight (g/day)	106.40±	5.74	100.71±	8.95	107.20±	8.03	104.57±	6.80	55.94	0.232
Feed Intake (g/day)	2124.08±179.60		1829.11±79.12		2133.42±264.94		1958.35±145.18		32446.23	0.388
Feed Conversion Rate	2.47±	0.30	2.49±	0.42	2.57±	0.48	2.48±	0.31	0.15	0.992

CON = basal diet + 0.10% antibiotics; T1 = basal diet + 0.10% antibiotics + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E; T2 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.03% herb extracts; T3 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.1% Aminolevulinic acid.

<sup>1)</sup>Standard errors of the means.

인 유의성은 나타나지 않았으며, 사료요구율의 비교에서 항생제 대체물질 처리군(T2)이 가장 높게 나타났으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Pinelli-Saavedra과 Scaife (2005)은 자돈 사료에 비타민 C 및 비타민 E 200-400 mg/kg을 처리했을 때 성장률에 영향을 미치지 않았다는 보고와 일치하였고, 조 등(2004)의 한방부산물 및 바이오 세라믹 혼합물 첨가가 일당증체량에 영향이 없었다는 보고와 일치하였다. 하지만, Macit 등(2003)은 사료에 15-45 mg/kg 첨가로 면양에 비타민 E의 급여가 면양의 일당증체량 및 사료효율을 증가시켰다고 보고하였으며, Clifford (2001)은 젖소에서 비타민 E가 성장률 및 번식률의 향상을 가져온다고 하였는데, 이들의 결과와 일치하지 않았다.

#### 혈액 분석- 콜레스테롤

혈청 콜레스테롤 함량은 상업적인 kit를 이용하여 분석하였다(Table 3). 혈청의 총콜레스테롤 함량은 대조군이 가장 높게 나타났으며, T2 처리군이 대조군보다 낮은 총콜레스테롤 함량을 나타내었으며, 다음으로 T1 및 T3처리군이 낮게 나타났다.

혈청의 HDL-콜레스테롤의 경우 T1 처리군이 가장 높게 나타났으며, 대조군, T2 그리고 T3 처리군은 45.00-46.08 mg/dL으로 T1 처리군보다 낮게 나타났다. 또한 LDL-콜레스테롤함량의 경우에는 대조군이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 T3 > T1 > T2 순으로 나타나 T2처리군이 유의적으로 가장 낮은 LDL-콜레스테롤 함량을 나타내었다. 이상의 결과 이상의 결과 한방부산물과 비타민 E의 처리

가 HDL-콜레스테롤을 높였으며, LDL-콜레스테롤을 낮추는 효과가 있음을 알 수 있었다. 많은 연구자들은 천연 항산화제(Gey *et al.*, 1993), 섬유소(Leontowicz *et al.*, 2001), 한약제(Choi *et al.*, 1996) 그리고 폴리페놀(Frankel *et al.*, 1993; Jessup *et al.*, 1990; Riemersma *et al.*, 1993) 등의 물질을 급여하였을 때 혈청의 LDL-콜레스테롤 함량을 감소시킨다고 보고하였다. 이러한 경향은 한방부산물 및 비타민 E 그리고 허브추출물이 혈청의 총콜레스테롤 함량을 낮추며, 혈청내 LDL-콜레스테롤 함량을 낮추는 것으로 평가된다. 하지만 Hong 등(2002)의 결과는 한방부산물이 LDL-콜레스테롤 함량의 감소에 영향을 주지 않는다는 보고와 일치하지 않았으며, 조 등(2004)은 한방부산물 및 바이오 세라믹 혼합물 급여가 돈육의 콜레스테롤에 영향을 주지 않았다는 보고와 일치하지 않았다.

#### 일반성분

일반성분 분석은 도축 24시간 이후에 AOAC(1990)의 방법 수분, 지방, 단백질, 그리고 회분함량을 조사하였다(Table 4). T1, T2 그리고 T3처리군의 수분 및 회분 함량이 대조군보다 높게 나타났으며, 지방 함량은 대조군보다 낮게 나타났다. 하지만 단백질 함량은 시험군간의 비교에서 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

#### 항생물질 조사 결과

잔류항생물질을 조사하기 위해 진공포장 된 돈육을 -20 °C에서 실험 전까지 냉동보관 이후에 실시하였다(Table 4).

**Table 3. Effect of replacing antibiotics and alternatives on total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol content in hog blood serum (mg/dL)**

	CON	T1	T2	T3	SE	Pr>F
Total-Cholesterol	148.73±5.02 <sup>a</sup>	137.10±1.92 <sup>b</sup>	114.71±0.96 <sup>c</sup>	133.71±0.96 <sup>b</sup>	11.19	0.001
HDL-Cholesterol	45.00±2.00 <sup>b</sup>	59.42±0.41 <sup>a</sup>	46.62±0.14 <sup>b</sup>	48.08±0.13 <sup>b</sup>	1.64	0.001
LDL-Cholesterol	103.73±5.93 <sup>a</sup>	77.69±2.33 <sup>bc</sup>	68.09±0.82 <sup>c</sup>	85.63±0.83 <sup>b</sup>	15.44	0.001

CON = basal diet + 0.10% antibiotics; T1 = basal diet + 0.10% antibiotics + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E; T2 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.03% herb extracts; T3 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.1% aminolevulinic acid

<sup>a-c</sup>Mean±S.D values within the same row with different letters are significantly different.

Table 4. Approximate analysis, vitamin E contents and antibiotics contents of hog loin meat

	CON	T1	T2	T3	<sup>1)</sup> SE	Pr>F
<b>Approximate Analysis (%)</b>						
Mositure	74.14±1.21 <sup>b</sup>	76.40±0.78 <sup>a</sup>	77.16±0.87 <sup>a</sup>	78.00±0.95 <sup>a</sup>	0.77	0.002
Crude Fat	6.93±1.80 <sup>a</sup>	4.49±0.83 <sup>b</sup>	3.84±1.04 <sup>b</sup>	3.30±0.54 <sup>b</sup>	0.95	0.0049
Crude Protein	17.52±0.70	17.57±0.30	17.45±0.31	17.07±0.54	0.14	0.275
Crude Ash	0.94±0.03 <sup>b</sup>	1.08±0.09 <sup>a</sup>	1.10±0.08 <sup>a</sup>	1.11±0.07 <sup>a</sup>	0.004	0.035
<b>Vitamin E (mg/kg)</b>	0.66±0.15 <sup>b</sup>	2.11±0.06 <sup>a</sup>	2.21±0.08 <sup>a</sup>	2.18±0.09 <sup>a</sup>	0.01	0.001
<b>Antibiotics (ppm)</b>						
Sulfamethazine	<sup>2)</sup> nd	nd	nd	nd	-	-
Sulfamerazine	nd	nd	nd	nd	-	-
Sulfadimethoxine	nd	nd	nd	nd	-	-
Sulfamonomethoxine	nd	nd	nd	nd	-	-
Sulfaquinoxaline	nd	nd	nd	nd	-	-
Tetracycline	nd	nd	nd	nd	-	-
Oxytetracycline	nd	nd	nd	nd	-	-
Chlortetracycline	0.08±0.01	nd	nd	nd	-	-
Ampicillin	nd	nd	nd	nd	-	-

CON = basal diet + 0.10% antibiotics; T1 = basal diet + 0.10% antibiotics + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E; T2 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.03% herb extracts; T3 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.1% aminolevulinic acid.

<sup>2)</sup>Not detect

<sup>a-c</sup>Mean±S.D values within the same row with different letters are significantly different.

잔류 항생물질 중 조사대상인 sulfa-계열 및 tetracycline 계열의 항생물질의 국내 잔류 허용기준은 0.1 ppm 이하이다. 대조군 및 처리군의 잔류 항생물질 조사에서 sulfa-계열의 항생물질은 검출되지 않았다. 하지만 대조군에서 tetracycline 계열의 항생물질인 chlortetracycline이 0.08 ppm 이 검출되었다. 이 함량은 국내 허용기준 범위 내에 있었다. Tetracyclines 계열의 항생물질은 *Streptomyces* spp.에서 유래한 물질로 그람음성균과 그람양성균의 광범위한 살균 작용을 가지고 있으며, 30S ribosome에 결합하여 단백질 생합성을 방해하는 물질이다(Kennedy *et al.*, 1998). 천연 식물 및 한약제에는 다양한 phenolic 화합물, alkaloids류, flavonoids, glycosides, tannins, saponins 그리고 비타민류 등을 함유하고 있는데(Ahmad and Aqil, 2006; Kim *et al.*, 2005), 이들이 항생기능을 갖기 때문에 항생제 대체물질로 이용가능성이 높다고 사료된다.

#### 근육내 비타민 E 함량

근육내 비타민 E의 함량을 조사하기 위해 진공 포장된 돈육을 -20°C에서 실험 전까지 냉동보관이후 실험당일에 해동하여 분석을 실시하였다(Table 4). 근육 내 비타민 E의 함량의 경우 T1, T2 그리고 T3 처리군(2.11-2.21 mg/kg)이 대조군(0.66 mg/kg)보다 4배 정도 높게 나타난 것이다. 많은 기존의 연구자들은 비타민 E의 축적은 근육의 종류에 따라 달라지며(Chan *et al.*, 1996; Jensen *et al.*, 1997), 축중에 따라 달라진다. 근육내 비타민 E의 축적량은 비타민 E를 가축에 급여할 때 급여하는 기간이 길수

록 또는 급여하는 비타민 E의 함량이 높을수록 높다고 보고 하였다(Morrissey *et al.*, 1996). 본 실험의 결과 T1, T2 그리고 T3 처리군의 근육내 비타민 E의 함량이 대조군의 함량 보다 높게 나타나 사료중의 비타민 함량이 근육의 비타민 함량에 영향을 주었다는 보고들과 일치하였다. Faustman 등(1989)은 우육의 육색의 안정 및 저장성 향상을 위해서는 근육내 비타민 E의 함량이 3.0-3.7 µg/g가 되어야 한다고 보고하였다. 또한 근육내에 축적된 비타민 E는 식육의 저장(King *et al.*, 1995; Pfalzgraf *et al.*, 1995)이나 조리(Miller *et al.*, 1994)시에도 분해되지 않기 때문에 식육의 저장이나 가공에 많은 영향을 미치게 된다고 알려져 있다. 여러 연구자들은 섬유소를 많이 포함하고 있는 생약물질들은 높은 항산화 효능을 지니고 있다고 하였으며(Larrauri *et al.*, 1996; Lin, 1994), 생약 물질 및 한방 부산물에는 많은 양의 비타민을 비롯한 다양한 폴리페놀 성분의 함유하고 있어 높은 항산화효능과 기능성을 함유하고 있다고 보고되었다.

#### pH

도축 24시간 이후에 돈육의 pH를 조사한 결과는 Table 5에 나타나 있다. 거세 돈육의 도축 24시간 이후의 pH는 5.54-5.68 수준이었으며, T1, T2 그리고 T3의 처리군이 대조군보다 다소 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. Park 등(1998)과 조 등(2004)은 한방부산물을 돼지에 급여하였을 때 처리군의 pH가 유의적으로 낮다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 실험과 일치하지 않았다. 하지만,

**Table 5. The result of PH, TBARS, VBN, Cooking Loss and Drip loss of hog loin meat**

	CON	T1	T2	T3	S.E	Pr>F
pH	5.68±0.24	5.54±0.08	5.63±0.03	5.57±0.06	0.03	0.6159
TBARS (mg MA/kg)	0.51±0.05 <sup>a</sup>	0.32±0.06 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.05±0.01 <sup>c</sup>	0.002	0.001
VBN (mg%)	15.07±0.66 <sup>a</sup>	13.81±1.55 <sup>a</sup>	11.21±0.48 <sup>b</sup>	8.23±1.14 <sup>c</sup>	0.94	0.001
Cooking Loss (%)	38.76±1.19	38.05±0.69	38.46±1.02	39.92±0.34	1.04	0.1433
Drip Loss (%)	3.71±0.16	3.61±0.05	3.46±0.21	3.35±0.25	0.03	0.1609

CON = basal diet + 0.10% antibiotics; T1 = basal diet + 0.10% antibiotics + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E; T2 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.03% herb extracts; T3 = basal diet + 2.0% byproduct of medicinal plants + 0.01% vitamin E + 0.1% aminolevulinic acid

<sup>1)</sup>Standard errors of the means

<sup>a-c</sup>Mean±S.D values within the same row with different letters are significantly different.

Hong 등(2002)의 보고와 일치하였다. 이들은 생약제 및 양과 혼합물 첨가구의 식육 pH가 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다.

### 지방산패도(TBARS)

진공포장 상태에서 4°C 냉장실에서 7일간 저장한 이후 지방산패도(TBARS) 측정을 실시하였다(Table 5). 한방부산물 처리군 T1의 TBARS 값이 대조군(0.51 mg MA/kg) 값보다 낮게 타났으며(0.32 mg MA/kg), 대체 항생제 처리군 T2 및 T3이 각각 0.06, 0.05 mg MA/kg으로 가장 낮은 TBARS 값을 나타내었다. 식육내 비타민 E는 미토콘드리아와 마이크로솜의 내부에 축적되어 산화안정화에 기여하며, 인지질과 황-단백질과 결합하여 세포막의 안정성을 유지시키고, 다가불포화지방산(PUFA; polyunsaturated fatty acid)의 산화를 방지하기도 한다(Mitsumoto *et al.*, 1993; Schaefer *et al.*, 1995). 이러한 이유로 조직 중 비타민 E의 농도가 증가하면 식육의 저장성 및 산화 안정성이 증가한다(Buckley *et al.*, 1995; Jensen *et al.*, 1997; Monahan *et al.*, 1990).

TBARS는 식육에서 이취의 생성의 기준으로 사용되고 있으며, 신선 돈육의 TBARS 값이 0.50 mg MA/kg 이상일 때 식육에서 이취가 발생하기 시작한다고 보고되고 있다(Dirinck *et al.*, 1996; Lanari *et al.*, 1995; Monahan *et al.*, 1994)은 0-10 mg kg<sup>-1</sup>의 비타민 E를 급여하였을 때 돈육의 TBARS 값이 냉장 저장 6일째에 0.50-2.96 mg MA/kg이라고 보고하였으며, 200 mg/kg으로 급여량을 증가시킬 때 저장 6일까지 TBARS 값이 0.50 이하(0.16-0.58 mg MA/kg)로 가식권 내에 있었다고 보고하였다. 본 실험의 결과 대조군은 0.50 mg MA/kg를 초과하였으나, T1, T2 그리고 T3 처리군은 0.05-0.32 mg MA/kg 범위로 가식권 내에 있어 신선한 상태였다.

### 단백질 변패도(VBN)

진공포장 상태에서 4°C 냉장실에서 7일간 저장한 이후 단백질 변패도(VBN) 측정을 실시하였다(Table 5). VBN는

저장 및 가공시 고기의 신선도를 측정하는 중요한 인자중의 하나이다(Ohashi *et al.*, 1991). 단백질 변패의 기준인 VBN 20 mg%를 모든 시험군에서 초과하지 않았다. 대체 항생제 처리군 T3이 가장 낮은 VBN 값 8.23 mg%를 나타내었으며, 다음으로 처리군 T2가 11.21 mg%로 유의적으로 대조군 및 T1 처리군보다 낮게 나타났다( $p < 0.001$ ). 하지만 T1 처리군의 VBN 값도 13.81 mg%으로 대조군의 15.07 mg%보다 낮게 나타났으나 대조군과 T1 처리군간의 비교에서 통계적인 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 한방부산물 및 비타민 E의 복합처리(T1)가 VBN의 값에 유의적인 영향을 미치지 못하였다. 이러한 결과는 Su와 Lin(1988)의 비타민 E의 급여가 돈육의 VBN값이 낮게 하였다는 보고와 일치하지 않았다. 하지만, 대체 항생제 처리군인 허브추출물(T2) 및 효소제(T3)의 추가 처리가 유의적으로 낮은 VBN 값에 영향을 미친 것으로 나타났다. 이는 허브추출물 및 효소제의 혼합처리가 식육내 단백질의 안전성에 영향을 준 것으로 사료된다.

### 가열감량 및 드립감량

진공포장 상태에서 4°C 냉장실에서 7일간 저장한 이후 가열감량(cooking loss)을 실시하였으며, 드립감량(drip loss)은 10°C에서 7일간 저장한 이후 드립감량을 조사하였다(Table 5). 가열감량 및 드립감량은 각각 38.05-39.29%와 3.35-3.71%로 각각 나타났다. 가열감량에 있어, T1 및 T2 처리군이 대조군보다 낮게 나타났으나 T3 처리군은 대조군보다 높게 나타났다 하지만 통계적인 유의성은 나타나지 않았다. 드립감량은 처리군(T1, T2 그리고 T3)이 대조군보다 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 드립감량은 pH의 하강, myosine의 변성 그리고 강직기에 actomyosin의 형성으로 인해 사후강직 근섬유의 단축이 일어나기 때문에 발생한다(Offer and Knight, 1988). 비타민 E는 근질의 길이를 늘어나게 하거나(Cheah *et al.*, 1995; Hertog-Meischke *et al.*, 1997), 근육의 밀도에 영향을 준다는 보고되었으며(Asghar *et al.*, 1991), 미토콘드리아막의 안전성을 향상시키고(Cheah *et al.*, 1995), 식육의 보

수력 및 드립감량에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 비타민 E의 급여가 식육의 드립 손실을 감소시켰다고 보고하였다(Cannon *et al.*, 1996; Hertog-Meischke *et al.*, 1997). 이러한 결과는 본 실험의 결과와 일치하지 않았다.

## 요 약

본 연구는 비타민 E 및 한방부산물을 함유한 항생물질 (T1), 비타민 E 및 한방부산물 함유 허브추출물(0.03%, T2) 그리고 비타민 E 함유 한방부산물 함유 효소제(0.1% aminolevulinic acid, T3)의 급여가 거세돈육의 일당증체량과 사료요구율등의 생산성 및 식육의 육질에 미치는 영향에 대해 연구하여 이들 처리 물질들의 항생제 대체물질로서의 가능성에 대해 연구하였다. 허브추출물 처리군(T2)의 일당증체량이 가장 좋은 결과를 나타내었으나, 일당증체량 및 사료요구율에 있어 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 혈청 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량의 경우 T2 처리군이 대조군보다 낮은 함량을 나타내었으며(각각 114.71과 68.09 mg/dL), 한방부산물과 비타민 E의 처리가 HDL-콜레스테롤을 높였으며, LDL-콜레스테롤을 낮추었다. 비타민을 첨가한 처리군 T1, T2 그리고 T3의 근육내 비타민의 함량이 대조군 보다 유의적으로 높게 나타났다(각각 2.11, 2.21 and 2.18 mg/kg). 잔류 항생물질의 경우 대조군에서는 chlortetracycline이 0.08 ppm이 검출되었으나 처리군에서는 검출되지 않았다. TBARS와 VBN 함량은 T2 처리군(각각 0.06 mg MA/kg과 11.21 mg%)과 T3 처리군(각각 0.05 mg MA/kg과 8.23 mg%)이 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다. 하지만 가열감량 및 드립감량은 대조군과 처리군과의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

## 참고문헌

- Ahmad, D. I. and Aqil, F. (2006) In vitro efficacy of bioactive extracts of 15 medicinal plants against ES $\beta$ L-producing multidrug-resistant enteric bacteria. *Microbiol. Res.* (in press).
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis. Association Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Asghar, A., Gray, J. L., Booren, A. M., Gomaa, E. A., and Abouzied, M. M. (1991) Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of  $\alpha$ -tocopherol in the muscle and on pork quality. *J. Sci. Food Agric.* **57**, 31-41.
- Boison, J. O. (1995) Chemical analysis for antibiotics used in agriculture. AOAC International, Arlington, VA, pp. 235-306.
- Buckley, D. J., Morrissey, P. A., and Gray, J. I. (1995) Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.* **73**, 3122-3130.
- Burttriss, J. L. and Diplock, A. T. (1988) The  $\alpha$ -tocopherol and phospholipid fatty acid content of rat liver subcellular membranes in vitamin E and selenium deficiency. *Biochem. Biophys. Acta.* **963**, 61.
- Cannon, J. E., Morgan, J. B., Schmidt, G. R., Tatum, J. D., Sofos, J. N., Smith, G. C., Delmore, J. R., and Williams, S. N. (1996) Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. *J. Anim. Sci.* **74**, 98-105.
- Chan, W. K. M., Hakkarainen, K., Faustman, C., Schaefer, D. M., and Scheller, K. K. (1996) Dietary vitamin E effect on color stability and sensory assessment of spoilage in three beef muscles. *Meat Sci.* **42**, 387-399.
- Cheah, K. S., Cheah, A. M., and Krausgrill, D. I. (1995) Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Sci.* **39**, 255-264.
- Choi, J. H., Kim, D. W., Moon Y. S., and Chang, D. S. (1996) Feeding effect oriental medinine on the functional properties of pig meat. *Kor. J. Soc. Food Nutr.* **25**, 100-117.
- Clifford, A. A. (2001) Total nutrition, feeding animals for health and growth, Nottingham University Press, Nottingham.
- Conway, E. J. (1950) Microdiffusion analysis and volumetric error. Crosby, Lockwood and Son, London.
- Dirinck, P., Winne, A. D., Casteels, M., and Friggs, M. (1996) Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *J. Agr. Food Chem.* **44**, 65-68.
- Dransfield, E. (2003) Consumer acceptance - meat quality aspects. In: Proceed Consistency of Quality 11th International Meat Symposium, Pretoria, South Africa, pp. 146-159.
- Faustman, C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Buege, D. R., Williams, S. N., and Scheller, K. K. (1989) Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. *J. Food Sci.* **54**, 858-862.
- Frankel, E. N., Kanner, J., German, G. B., Parks, E., and Kinsella, J. (1993) Inhibition of oxidation of human low density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet* **341**, 454-457.
- Gey, K. F., Stahelin, H. B., and Eichholzer, M. (1993) Poor plasma status of carotene and vitamin C is associated with higher mortality from ischemic heart disease and stroke. Basel prospective study. *Clin. Investig.* **71**, 3-6.
- Hertog-Meischke, M. J. A., Smulders, F. J. M., Houben, J. H., and Eikelenboom, G. (1997) The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss of bovine *longissimus lumborum*, *psaos major* and *semitendinosus* muscles. *Meat Sci.* **45**, 153-160.
- Hong, J. W., Kim, I. H., Kim, J. H., Kwon, O. S., Lee, S. H., Seo, W. S., Kim, C., Kim, E. S., and Chung, Y. H. (2002) Effect of dietary Astragalus membranaceus, Ginseng and onion complex on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 149-154.
- Jensen, C., Guidera, J., Skovgaard, I. M., Staun, H., and Skibsted, L. H. (1997) Effects of dietary  $\alpha$ -tocopherol acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol deposition in porcine *m.*

- psaos major* and *m. longissimus dorsi* and on drip loss, colour stability of pork meat. *Meat Sci.* **45**, 491-500.
21. Jessup, W. Rankin, S. M. Whalley, C. V., Hoult, J. R., Scott, J., and Leake, D. S. (1990)  $\alpha$ -Tocopherol consumption during low-density-lipoprotein oxidation. *Biochem. J.* **263**, 399-405.
  22. Kennedy, D. G., McCracken, R. J., Cannavan, A., and Hewitt, S. A. (1998) Use of liquid chromatography-mass spectrometry in the analysis of residues of antibiotics in meat and milk. *J. Chromatogra. A.* **812**, 77-98.
  23. Kim, Y. Y., Kil, D. Y., Oh, H. K., and Han, I. K. (2005) Acidifier as alternative material to antibiotics in animal feed. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **18**, 1048-1060.
  24. King, A. J., Uijttenboogaart, T. G., and Vries, A. W. (1995)  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and ascorbic acid as antioxidants in stored poultry muscle. *J. Food Sci.* **60**, 1009-1012.
  25. Lanari, M. C., Schaefer, D. M., and Scheller, K. K. (1995) Dietary vitamin E supplementation and discoloration of pork bone and muscle following modified atmosphere packaging. *Meat Sci.* **41**, 337-350.
  26. Larrauri, J. A., Goni, I., Martin-Carron, N., Ruperez, P., and Saura-Calixto. (1996) Measurement of health-promoting properties in fruit dietary fibers: antioxidant capacity, fermentability and glucose retardation index. *J. Sci. Food Agric.* **71**, 515-519.
  27. Leibetseder, J. (2004) New feed additives - the growth of a niche. In: World Nutrition Forum, Biomin Edition, Salzburg, Austria. pp. 14-15.
  28. Leonhardt, M., Gebert, S., and Wenk, C. (1996) Stability of a-tocopherol, thiamin, riboflavin and retinol in pork muscle and liver during heating as affected by dietary supplementation. *J. Food Sci.* **61**, 1048-1051.
  29. Leontowicz, M., Gorinstein, S., Bartnikowska, E., Leontowicz, H., Kulasek, G., and Trakhtenberg, S. (2001) Sugar beet pulp and apple pomace dietary fibers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol. *Food Chem.* **72**, 73-78.
  30. Lin, R. (1994) Nutritional antioxidants. In: Goldberg, I., Editor. *Phytochemical and antioxidant functional food*, Chapman and Hall, New York/London, pp. 393-455.
  31. Macit. M., Aksakal, V., Emsen, E., Aksu, M. I., Karaoglu, M., and Esenbuga, N. (2003) Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of *Morkaraman* male lambs. *Meat Sci.* **63**, 51-55.
  32. Miller, D. K., Gomez-Basauri, J. V., Smith, V. L., Kanner, J., and Miller, D. D. (1994) Dietary iron in swine rations affects Nonheme and TBARS in pork skeletal muscles. *J. Food Sci.* **59**, 747-750.
  33. Mitsumoto, M., Arnold, R. N., and Cassens, R. G. (1993) Dietary *versus post mortem* supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. *J. Anim. Sci.* **71**, 1812-1816.
  34. Monahan, F. J., Buckley, D. J., Gray, J. I., Morrissey, P. A., and Asghar, A. (1990) Effect of dietary vitamin E on the stability of raw and cooked pork. *Meat Sci.* **27**, 99-108.
  35. Monahan, F. J., Asghar, A., Gray, J. I., and Buckley, D. J. (1994) Effect of oxidized dietary lipid and vitamin E on the color stability of pork chops. *Meat Sci.* **37**, 205-215.
  36. Morrissey, P. A., Buckley, D. J., Sisk, H., Lynch, P. B., and Sheehy, P. J. A. (1996) Uptake of  $\alpha$ -tocopherol in porcine plasma and tissues. *Meat Sci.* **44**, 275-283.
  37. National Research Council (NRC). (1998) Nutrient requirement of swine (10th revised edition), National Academic Press, Washington, DC.
  38. Offer, G. and Knighth, P. (1988) *Developments in Meat Science*. Elsevier, NY.
  39. Ohashi, E., Okamoto, M., Ozawa, A., and Fugita, T. (1991) Characterization of common squid using several freshness indicators. *J. Food Sci.* **56**, 161-163.
  40. Park, G. B., Lee, J. R., Lee, H. G., Park, T. S., Shin, T. S., and Lee, J. I. (1998) The effect of feeding oriental medicine refuse on changes in physiochemical properties of pork with storage time. *Kor. J. Anim. Sci.* **40**, 391-400.
  41. Pflzgraf, A., Frigg, M., and Steinhart, H. (1995)  $\alpha$ -Tocopherol contents and lipid oxidation in pork muscle and adipose tissue during storage. *J. Agric. Food Chem.* **43**, 1339-1342.
  42. Pinelli-Saavedra, A. and Scaife, J. R. (2005) Pre- and postnatal transfer of vitamins E and C to piglets in sows supplemented with vitamin E and vitamin C. *Livest. Prod. Sci.* **97**, 231-240.
  43. Riemersma, R. A., Wood, D. A., Macintyre, C. C. A., Elton, A. Gey, K. F., and Oliver, M. F. (1993) Risk of angina pectoris and plasma concentration of vitamins A, C and E and carotene. *Lancet* **337**, 1-5.
  44. SAS (2000) SAS/STAT User's Guide, Version 6.02. SAS Institute Inc., Cary, NC.
  45. Schaefer, D. M., Liu, Q., Faustman, C., and Yin, M. C. (1995) Supranutritional administration of vitamins E and C improves oxidative stability of beef. *J. Nutr.* **125**, 1792-1798.
  46. Su, H. P. and Lin, C. W. (1988) A survey of the storage characteristics of dried sliced pork. *J. Chinese Soc. Anim. Sci.* **17**, 83-90.
  47. Witte, W. (2000) Selective pressure by antibiotic use in livestock. *Intl. J. Antimicrob. Ag.* **16**, S19-S24.
  48. Witte, V. C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-582.
  49. 조진호, 권오석, 민병준, 손경승, 진영걸, 홍종욱, 강대경, 김인호 (2004) 한방부산물과 바이오 세라믹(약돌) 혼합물의 급여가 돈육의 성장 및 육질 특성에 미치는 영향. *한국축산식품학회지* **24**(4), 329-334.