

## 호맥 사일리지의 급여가 비육돈의 생산성, 혈액성상 및 도체특성에 미치는 효과

조진호 · 한영근<sup>1</sup> · 진영걸 · 유종상 · 김정우 · 김인호\*  
단국대학교 동물자원과학과, <sup>1</sup>성균관대학교 식품 · 생명공학과

### Effects of Feeding Rye Silage on Growth Performance, Blood, and Carcass Characteristics in Finishing Pigs

Jin-Ho Cho, Young-Keun Han<sup>1</sup>, Ying-Jie Chen, Jong-Sang Yoo, Jung-Woo Kim<sup>1</sup>, and In-Ho Kim\*

*Department of Animal Resource & Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea*

*<sup>1</sup>Department of Food Science & Biotechnology, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea*

#### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of feeding rye silage on growth performance, blood and carcass characteristics in finishing pigs. The total of eighteen (Landrace × Yorkshire × Duroc) pigs (74.22±0.71 kg) were used for 49-day assay. Dietary treatments included 1) CON (basal diet), 2) S1 (1.66 % rye silage) and 3) S2 (3.32 % rye silage). In growth performance, from 4 to 7 weeks, average daily feed intake (ADFI) in pigs fed CON diet was higher than pigs fed S1 and S2 diets. Through the entire experimental period (0~7 weeks), a ADFI in CON and S2 treatments was higher than S1 treatment ( $p<0.05$ ). Serum cortisol concentration of pigs fed rye silage decreased significantly compared to pigs fed basal diet ( $p<0.05$ ). The Hunter's L\* (lightness) value of loin in the pigs fed S2 diet was higher than that of loin in the pigs fed CON diet ( $p<0.05$ ). The b\* (yellowness) value of loin in the pigs fed S1 and S2 diets were higher than CON treatment ( $p<0.05$ ). Backfat thickness in CON treatment increased significantly compared to S1 and S2 treatments ( $p<0.05$ ). Among fatty acid contents of lean meat, the contents of palmitic and stearic acids were significantly higher in CON than others ( $p<0.05$ ), where as eicosenoic and linolenic acids were the highest in S2 treatment among treatments ( $p<0.05$ ). Total SFA (saturated fatty acid) was the highest in CON ( $p<0.05$ ) and S1 and S2 treatments were higher USFA/SFA (unsaturated fatty acid/saturated fatty acid) ratio than CON treatment. In fats, linolenic acid was higher in S2 treatment than those of S1 and CON treatments ( $p<0.05$ ). Digestibility of dry matter in pigs fed S1 and S2 diets was greater than that of pigs fed CON diet ( $p<0.05$ ) and S1 treatment was higher than others on digestibility of nitrogen ( $p<0.05$ ). VFA (volatile fatty acid) emission from fecal, measured after 1 day, increased significantly in pigs fed S1 and S2 diets ( $p<0.05$ ). In conclusions, our results showed that feeding rye silage might be beneficial in decrease of cortisol concentration, hunter's L\* (lightness) value and b\* (yellowness), fatty acid contents, and nutrient digestibility. However, there should be more study on the relationship between feeding rye silage and finishing pigs.

**Key words :** rye silage, growth performance, cortisol, volatile fatty acid, carcass characteristics, finishing pigs

#### 서 론

호맥은 환경에 대한 적응성이 다른 작물에 비하여 우수하고 척박한 토양조건 하에서 잘 자라며(Walker and Morey, 1962), 내한성이 강하므로(Briggle, 1959) 우리나라의 논에서 벼와 2모작이 가능할 것으로 보인다. 또한, 겨울철 유희농지를 활용한다는 측면에서 일반 벼 재배농가의 이득

및 이를 이용한 조사료의 생산으로 축산농가에 있어서도 경제적인 이득을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

한편, 돼지는 주로 배합사료에 의한 사육이 이루어지고 있으며, 연간 4,872톤에 달하는 양돈용 배합사료의 원료를 대부분 수입에 의존하고 있다. 기호성과 사료로서의 이용 가치가 상대적으로 낮은 섬유질 사료는 낮은 온도 환경에서 대사에너지를 이용성을 높이고 사료섭취량을 증가시킨다(Henry, 1976; Stahly and Cromwell, 1986). 지금까지 돼지에 있어서 보고되어진 사일리지에 관한 연구에서, 한 등(1967)은 육성돈에 고구마 뿌리, 고구마 경엽, 밀기울을 6 : 3 : 1의 비율로 제조된 고구마 사일리지를 50%까지 급여

\*Corresponding author : In-Ho Kim, Dept. of Animal Resource & Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea. Tel: 82-41-550-3652, Fax: 82-41-553-1618, E-mail: inhokim@dankook.ac.kr

하면 사료섭취량이 증가하고 경제적 이익이 증가하였다고 보고하였으며 남(2004)은 느타리버섯 부산물 사일리지와 미강 및 맥강을 혼합하여 제조한 펠릿사료를 배합사료내 5% 첨가할 경우 도체육의 등지방 두께, 육즙손실, 근내 지방도 및 육 내 지방산 조성에 영향을 미친다고 보고하였다. 또한, 현재까지 돼지에 있어서 반추동물에서 이용되는 호맥 사일리지를 직접 배합사료 내 혼합 급여한 시험에서 배합사료원료를 호맥 사일리지로 3.32% 대체하여 혼합 급여는 비육돈의 사료섭취량, 혈액 내 코티졸 함량의 감소, 육의 명도, 육색, 근내 지방도 및 건물과 질소 소화율에 영향을 미친다고 보고되었다(조 등, 2005). 하지만, 비육돈 시기에는 경제적으로 사료를 급여할 수 있는 최대의 기회임에도 불구하고 사료자원의 한계 및 사육형태로 말미암아 실제적인 적용은 많이 이루어지고 있지 않은 실정이다.

따라서, 본 연구는 조사료인 호맥 사일리지를 배합사료와 혼합급여 시 비육돈의 생산성, 혈액성상 및 도체특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 시험동물 및 시험설계

3월 교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc) 비육돈 18두(암돼지)를 공시하였으며 시험개시시 평균체중은 74.22±0.71 kg이었고 49일간 사양시험을 실시하였다.

시험설계는 호맥 사일리지의 급여수준에 따라 1) CON(basal diet), 2) S1(1.66% Rye silage), 3) S2(3.32% Rye silage)로 3처리로 하여 처리당 6반복, 반복당 1마리씩 1.8 × 1.8 m 크기의 돈방에 개체별로 수용하였다.

### 시험사료 및 사양관리

시험사료는 NRC(1998) 요구량에 따라 배합한 옥수수-대두박 위주의 사료로서 Table 1에서 보는 바와 같다. 시험사료와 물은 자유로이 먹을 수 있도록 하였고 체중 및 사료 섭취량은 시험개시시, 3주째, 종료시에 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료효율을 계산하였다.

### 호맥 사일리지 제조 및 급여 방법

호맥의 파종은 9월 10일에 실시하여 이듬해 5월 4일 출수가 이루어진 시점에 수확하였다. 예취된 호맥은 절단기를 이용 길이 5-7 cm로 세절하였으며, 세절된 호맥은 200 L 원통형 플라스틱에 진압하며 차곡차곡 담은 후, 비닐과 흙을 이용하여 외부공기의 접촉을 차단시켜 보관하였으며, 발효가 안정된 시점인 40일째부터 1 cm로 세절하여 배합사료와 혼합 후 급여하였다.

생산된 호맥 사일리지의 영양소 함량과 경과시간에 따른 pH 및 유기산 함량의 변화는 Table 2와 Table 3과 같다.

**Table 1. Formulation and chemical composition of diets**

Ingredients, %	CON	S1	S2
Corn	66.39	64.40	62.30
Soybean meal	13.47	13.80	14.05
Wheat grain	9.76	9.76	9.95
Rice bran	3.00	3.00	3.00
Soy oil	2.80	2.80	2.80
Molasses	2.58	2.58	2.58
Rye silage	-	1.66	3.32
Tricalcium phosphate	0.79	0.79	0.79
Limestone	0.63	0.63	0.63
Salt	0.25	0.25	0.25
Vitamin/mineral premix <sup>1)</sup>	0.22	0.22	0.22
L-lysine HCL	0.06	0.06	0.06
Antioxidant(Ethoxyquin 25%)	0.05	0.05	0.05
Chemical composition <sup>2)</sup>			
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,350	3,294	3,238
Crude protein(%)	14.00	14.00	14.00
Crude fiber	2.84	2.93	3.03
Lysine(%)	0.67	0.67	0.68
Methionine(%)	0.24	0.24	0.24
Calcium(%)	0.53	0.53	0.53
Phosphorus(%)	0.52	0.51	0.51

<sup>1)</sup> Provided per kg of complex diet: 20,000 IU of vitamin A; 4,000 IU of vitamin D<sub>3</sub>; 80 IU of vitamin E; 16 mg of vitamin K<sub>3</sub>; 4 mg of thiamin; 20 mg of riboflavin; 6 mg of pyridoxine; 0.08 mg of vitamin B<sub>12</sub>; 120 mg of niacin; 50 mg of Ca-pantothenate; 2 mg of folic acid; 0.08 mg of biotin; 70 mg Fe; 0.4 mg of Co; 0.15 mg of Se and 0.5 mg of I.

<sup>2)</sup> Calculated values.

**Table 2. Chemical analysis of rye silage**

Ingredients	%
Dry matter	19.85
Crude protein	1.84
Crude fiber	7.20
Ether Extract	0.89
Crude ash	2.11
Water	80.15
Nitrogen-free extract	7.81

**Table 3. Changes of pH and volatile fatty acid (VFA) of rye silage during storage**

Item, ppm	30 days	40 days	50 days	60 days
pH	3.87	3.88	3.89	4.01
VFA				
Lactic acid	2.14	2.15	2.14	2.14
Butyric acid	0.38	0.36	0.36	0.36
Acetic acid	0.69	0.68	0.69	0.70
Total VFA	3.21	3.19	3.19	3.20

### 혈액 분석

각 처리구의 모든 돼지에서 시험개시 및 종료시 체중측정 후, 경정맥에서 vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer

Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 5 mL 채취하여 4°C에서 2,000 g로 30분간 원심분리하여 혈청을 분석에 이용하였다. 분리된 혈청은 enzymatic colorimetric method(Allain *et al.*, 1974)에 의하여, 총 콜레스테롤 농도는 총 콜레스테롤 검사시약(Boehringer Mannheim, Germany)에 High-density lipoprotein(HDL) 콜레스테롤의 농도는 HDL-C 검사시약(Boehringer Mannheim, Germany)에, 또한 중성지질의 농도는 Triglyceride(TG)검사시약(Boehringer Mannheim, Germany)에 반응시켜 자동 생화학 분석기(Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다. Low-density lipoprotein(LDL)+ Very low-density lipoprotein(VLDL) 콜레스테롤 농도는 Naoyuki와 Yoshiharu(1995)의 방법에 따라 평가하였다.

동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund(1991) 등의 방법에 따라 총 콜레스테롤 함량에서 HDL-콜레스테롤 함량을 뺀 다음, 이것을 HDL-콜레스테롤 함량으로 나눈 값으로 하였다.

Cortisol의 함량은 <sup>125</sup>I radioimmuno assay kit("coat-a-count", Diagnostic Products, LA, CA)를 이용하여 분석하였다.

#### 분변 내 휘발성 지방산 발생량 측정

분변 내 휘발성 지방산 발생량은 시험 종료시 항문 마사지법으로 깨끗한 분을 각 개체마다 200 g씩 총 18개의 샘플을 채취하여 진공포장용 플라스틱 용기(2.6 L)에 넣어 가스의 유출이 없도록 밀봉한 후 돈사내에서 1일, 7일간 발효시킨 다음, 가스포집기(Gastec GV-100S, Japan)로 각각 1분간 흡입한 후 검지관에 나타난 수치를 조사하였다.

#### 등지방두께

등지방 두께 측정은 digital backfat indicator(Renco leanmeter, USA)를 이용하여 생체의 늑골(갈비뼈) 마지막 부위에서 실험 종료 시 측정하였다.

#### 도체특성

##### 1) 공시재료

실험에 사용된 돼지는 모두 선발하여 충청남도 천안시 소재 도축장에서 도축하였으며 도축 24시간 냉각 후, 이등분된 각 도체 오른쪽 갈비뼈 9번째부터 등심 부위(*M. longissimus dorsi*)를 취하여 공시재료로 사용하였다.

##### 2) 육즙손실

시료를 2 cm 두께의 일정한 모양으로 정형한 후 polyethylene bag에 넣어 4°C 냉장실에서 7일간 보관하면서 1일, 3일, 5일 및 7일 후 발생하는 감량을 측정하였다.

##### 3) 육의 pH

육의 pH값은 도살 후 24시간 냉각 한 모든 시료를 pH meter(Istek, Model 77p, Korea)를 사용하여 측정하였다.

##### 4) 육색

육색측정은 시료의 표면을 chromameter(CR-200b, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter 값 [ $L^*$ =명도(lightness),  $a^*$ =적색도(redness),  $b^*$ =황색도(yellowness)]으로 표시하였다. 이때 사용된 표준색판은  $L^*=99.6$ ,  $a^*=0.3$ ,  $b^*=1.7$ 인 calibration plate를 표준으로 사용하였으며, 4회 반복하여 평균값을 구하였다.

##### 5) 관능검사

관능검사는 8명의 관능검사요원을 구성하여 수행하였다. 신선육은 육색(color:1~5), 조직감(firmness:1~5) 및 근내 지방도(marbling:1~5)는 National Pork Producers Council(NPPC)의 기준안에 의하여 조사하였다.

##### 6) 등심면적

육의 등심면적은 도살 후 모든 시료를 구적기(MT-10S, M. T. Precision C. LTD)를 사용하여 측정하였다.

##### 7) 지방산 분석

지방 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 10 g을 시료의 5~10배 CM(chloroform : methanol= 2:1)에 2시간 추출한 후 분별깔대기에 filtering 하여 담고 0.8% KCl을 첨가하여 5분간 혼합한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하여 여과하여 분리한 후 45°C에서 진공 농축기로 농축하여 추출하였다. 추출한 지방은 NaOH/0.5 N methanol을 10 mL 넣고 80~90°C에서 6분간 반응 후, 14% BF<sub>3</sub>를 5 mL 넣고 3분간 반응, 그리고 핵산 10 mL을 넣고 1분간 반응 후 냉각시킨 후 포화 NaCl을 넣어 반응을 농결 시킨 후 GC/FID로 분석하였다. 지방산 분석을 위한 GC 조건은 Table 4와 같다.

##### 8) 콜레스테롤 분석

콜레스테롤 분석은 Bair과 Marion(1978)의 방법으로 세절육 2 g과 혼합유기용매 10 mL을 혼합하여 10분간 균질화 한 다음 원심분리(3,000 rpm, 10분)하고 여과액을 취하여 최종 용적 20 mL로 맞춘 다음, 4 mL 취하여 시험관에 넣고, acetic acid 4 mL, p-toluensulfate 용액 5 mL, acetic anhydride 1.5 mL, sulfuric acid 2 mL를 첨가하여 교반한 다음 20분간 실온에서 방치하여 625 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.

**Table 4. GC conditions for analysis of total fatty acids compositions**

Items	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 5890 II Gas chromatography
Column	Varian CP-Sil 88
Temperature program	5°C/min
Detector	Flame Ionization Detector
Injector temperature	220°C
Detector temperature	250°C
Carrier gas	He
Split ratio	100:1
Initial oven temperature	160°C
Final oven temperature	225°C

### 영양소 소화율 측정

건물과 조단백질의 소화율 측정을 하기 위하여 시험종료 7일전 부터 산화크롬 0.2%를 첨가 한 시험사료를 급여한 후 시험 종료시 항문 마시지법을 이용하여 분을 채취하여 분석에 이용하였다. 모든 화학분석은 AOAC(1995)에 의해 분석하였다.

### 통계처리

각 개체를 통계처리의 실험단위로 사용하여 SAS(1996)의 General Linear Model Procedure의 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)을 이용하여 처리간의 평균에 대한 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 생산성

호맥 사일리지 급여량에 따른 비육돈의 생산성을 Table 5에 나타난 바와 같다. 0~3주 동안 일당증체량, 일당사료 섭취량 및 사료효율에서는 S2구가 높은 경향을 보였으나 처리구간에 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 4~7주 동안 일당사료섭취량에서는 CON구가 S1구와 S2구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으나( $p<0.05$ ) 일당증체량 및 사료효율에서는 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 전체 사양시험기간 동안(0~7주) 일당증체량과 사료효율에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았고( $p>0.05$ ) 일당사료섭취량에서는 CON구와 S2구가 S1구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 남(2004)은 느타리버섯 부산물 사일리지를 비육기의 흑돈에 급여한 시험에서 사일리지 첨가량이 증가할수록 일당증체량이 감소하고 일당사료섭취량 및 사료효율은 대조구가 높게 나타났다고 보고하였다. 또한, Yoo와 Han(1982)은 비육돈에게 단백질 또는 에너지 수준이 낮은 사료를 급여할 경우 일당증체량과 사료효율은 감소되고 출하일령도 길어졌다고 보고하였다. 이는 본 시험결과에서 나타난 호맥 사일

**Table 5. Effect of feeding rye silage on growth performance in finishing pigs<sup>1)</sup>**

Items	CON <sup>2)</sup>	S1 <sup>2)</sup>	S2 <sup>2)</sup>	SE <sup>3)</sup>
0~3 weeks				
Average daily gain (kg)	0.704	0.701	0.768	0.050
Average daily feed intake (kg)	2.365	2.346	2.535	0.056
Gain/feed	0.298	0.299	0.303	0.021
4~7 weeks				
Average daily gain (kg)	0.695	0.730	0.702	0.095
Average daily feed intake (kg)	2.527 <sup>a</sup>	2.243 <sup>b</sup>	2.235 <sup>b</sup>	0.041
Gain/feed	0.275	0.325	0.314	0.041
0~7 weeks				
Average daily gain (kg)	0.699	0.718	0.730	0.066
Average daily feed intake (kg)	2.446 <sup>a</sup>	2.295 <sup>b</sup>	2.385 <sup>a</sup>	0.020
Gain/feed	0.286	0.313	0.306	0.027

<sup>1)</sup> Eighteen pigs with an average initial body weight of 74.22 ± 0.71 kg.

<sup>2)</sup> Abbreviated CON, basal diet; S1, basal diet added 1.66% of rye silage; S2, basal diet added 3.32% of rye silage.

<sup>3)</sup> Pooled standard error.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $p<0.05$ ).

리지의 첨가로 인해 사료의 에너지 수준이 낮아짐에도 불구하고 대조구와 비교하여 일당증체량과 사료효율이 증가하는 경향과는 상이한 결과를 나타내었다. 그러나 Chung 등(1985)은 에너지수준이 동일한 비육돈사료에서 조섬유 수준을 9%까지 높이더라도 생산성에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 또한, 조 등(2005)은 비육돈 사료 내 호맥사일리지를 1.66% 및 3.32%를 급여한 처리구가 대조구와 비교하여 일당사료섭취량이 증가하였다고 보고하여 본 시험 결과와 부분적으로 일치하였다. 따라서, 본 시험의 결과로 비육돈 사료 내 호맥 사일리지의 급여가 비육돈의 생산성에 영향을 미치지 않는 것으로 사료되며, 계속적인 연구를 통하여 단위동물에 있어서 조사료의 사료 가치 평가가 이루어진다면 적합한 원료사료로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

### 혈액성상

호맥 사일리지 첨가 수준에 따른 비육돈의 혈액 내 콜레스테롤, 중성지방, 동맥경화지수 함량 및 코티졸 함량은 Table 6에 나타난 바와 같다. 전체 시험 기간동안 Table 6에서 보는바와 같이 시험 종료시의 혈청 내 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방 및 동맥경화지수는 시험 개시시와 비교하여 모든 처리구에서 감소하였으나 처리구간에 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 섬유소는 장내에서 콜레스테롤로부터 합성되는 담즙산을 흡착하여 대변으로 배설시킴으로써 혈청 내 콜레스테롤 함량을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Jonnalagadda *et al.*, 1993). 또한, Roberfroid(1993)는 식이 섬유가 혈중 중

**Table 6. Effects of feeding rye silage on the cholesterol and cortisol concentrations of serum in finishing pigs<sup>1)</sup>**

Items	CON <sup>2)</sup>	S1 <sup>2)</sup>	S2 <sup>2)</sup>	SE <sup>3)</sup>
Plasma lipids (mg/dL)				
Total cholesterol				
0 day	98.50	106.33	103.67	6.55
49 days	78.17	81.17	79.00	4.89
Difference (0-49 days)	-20.33	-25.17	-24.67	2.90
HDL cholesterol				
0 day	28.83	33.33	32.50	2.23
49 days	27.67	29.83	30.67	1.11
Difference (0-49 days)	-1.17	-3.50	-1.83	2.39
LDL cholesterol				
0 day	61.77	65.87	64.37	4.49
49 days	42.67	45.33	42.67	4.24
Difference (0-49 days)	-19.10	-20.54	-21.70	2.31
Triglyceride				
0 day	39.50	35.67	34.00	3.69
49 days	38.67	29.83	28.50	6.14
Difference (0-49 days)	-0.83	-5.84	-5.50	6.27
Atherogenic index				
0 day	2.46	2.23	2.27	0.16
49 days	1.82	1.73	1.57	0.12
Difference (0-49 days)	-0.64	-0.50	-0.70	0.21
Cortisol concentration (ug/dL)				
0 day	4.23	3.92	3.65	0.52
49 days	4.53 <sup>a</sup>	2.05 <sup>b</sup>	1.82 <sup>b</sup>	0.49
Difference (0-49 days)	0.30 <sup>a</sup>	-1.79 <sup>b</sup>	-1.21 <sup>b</sup>	0.35

<sup>1)</sup> Eighteen pigs with an average initial body weight of 74.22±0.71 kg.

<sup>2)</sup> Abbreviated CON, basal diet; S1, basal diet added 1.66% of rye silage; S2, basal diet added 3.32% of rye silage.

<sup>3)</sup> Pooled standard error.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $p < 0.05$ ).

성지질 및 혈청콜레스테롤의 함량을 낮춘다고 하였고 조 등(2005)의 연구에서는 호맥사일리지를 3.32% 급여시 시험 14일째 대조구와 비교하여 총 콜레스테롤 및 중성지질 함량이 감소하였으나, 총 시험기간 동안에는 전체 처리구 간에 유의적인 차이는 없었다고 보고하였다. 본 시험에서도 섬유소 함량이 높은 호맥 사일리지를 급여한 처리구가 대조구와 비교하여 HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤이 수치상으로 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 차이는 보이지 않았다. 따라서, 비육돈에 있어서 호맥사일리지의 급여에 따른 혈청 내 콜레스테롤 함량 변화의 관련성에 관한 지속적인 연구가 필요하리라 여겨진다.

혈중 스트레스에 관여하는 호르몬으로 알려진 코티졸 함량의 변화는 대조구와 비교하여 호맥 사일리지를 급여한 S1구와 S2구에서 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 유럽에서는 임신돈 사료의 제한급여로 인한 스트레스를 최소화하기 위한 방법으로 조사료를 급여하고 있으며(Zoiopoulos *et al.*, 1982; Zoiopoulos *et al.*, 1983) 이는 본 시험에서

조사료인 호맥 사일리지의 급여가 비육돈의 스트레스를 감소시키는데 영향을 미친 것과 유사하였다. 또한, 조 등(2005)은 비육돈에 호맥사일리지의 급여는 혈중 코티졸 함량을 감소시킨다고 보고하였고 Han 등(2001)은 혈액 내 코티졸 함량이 감소하면 성장호르몬이 증가한다고 보고하여 스트레스에 관여하는 코티졸과 돼지의 성장과의 관계에 관한 연구도 필요하리라 사료된다.

### 도체특성 및 등지방 두께

호맥 사일리지 첨가 수준에 따른 비육돈의 도체특성과 등지방 두께는 Table 7에서 보는 바와 같다. 육색에서 명도를 나타내는 L\*값은 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p < 0.05$ ) 황색도를 나타내는 b\*값은 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 육의 pH, 경도, 마블링 지수, 등심단면적 및 육즙손실 변화는 처리구 간에 유의적인 차이는 없었다( $p > 0.05$ ). 등지방 두께는 CON구가 S1구와 S2구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). Chung 등(1985)은 비육돈의 등지방 두께는 사료내 에너지 수준에 영향을 받는다고 하였고 등심단면적은 에너지 수준과 조섬유 함량에 영향을 받지 않는다고 보고하였다. 남(2004)은 느타리버섯 부산물 사일리지의 첨가량이 증가할수록 육의 명도가 높았다고 보고하여 본 시험 결과와 유사하였다. 비타민 A는 호맥 사일리

**Table 7. Effects of feeding rye silage on carcass characteristics and backfat thickness in finishing pigs<sup>1)</sup>**

Items	CON <sup>2)</sup>	S1 <sup>2)</sup>	S2 <sup>2)</sup>	SE <sup>3)</sup>
Meat color				
Lightness (L*)	38.83 <sup>b</sup>	39.57 <sup>ab</sup>	44.16 <sup>a</sup>	1.56
Redness (a*)	9.25	9.50	10.05	0.65
Yellowness (b*)	2.65 <sup>b</sup>	3.40 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>	0.16
Sensory evaluation				
Color	2.47	2.42	2.85	0.19
Marbling	1.58	1.85	2.08	0.15
Firmness	1.55	1.75	1.70	0.11
pH	5.96	5.65	5.69	0.12
<i>Longissimus dorsi</i> area (cm <sup>2</sup> )	37.76	39.72	43.48	2.57
Drip loss(%)				
1 days	1.60	2.07	1.58	0.43
3 days	3.31	3.85	3.46	0.63
5 days	1.36	0.93	1.68	0.43
7 days	1.37	1.45	1.06	0.22
Backfat thickness(mm)	22.45 <sup>a</sup>	17.35 <sup>b</sup>	16.78 <sup>b</sup>	1.49

<sup>1)</sup> Eighteen pigs with an average initial body weight of 74.22 ± 0.71 kg.

<sup>2)</sup> Abbreviated CON, basal diet; S1, basal diet added 1.66% of rye silage; S2, basal diet added 3.32% of rye silage.

<sup>3)</sup> Pooled standard error.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $p < 0.05$ ).

지 또는 식물 내에서 비타민 A로서 존재하지 않고 이의 전구물질인 carotene으로 존재하며, carotene 중 가장 활성이 강한  $\beta$ -carotene은 황색효과를 내는 것으로 알려져있다(동물영양학, 1996). 조 등(2005)은 호맥사일리지의 급여는 비육돈 도체의 명도 및 황색도에 영향을 미친다고 보고하여 본 시험의 결과와 일치하였다. 따라서, 호맥 사일리지를 섭취한 S1과 S2구 도체육에서의 황색도의 증가는 호맥 사일리지에 함유된  $\beta$ -carotene에 영향을 받은 것으로 사료된다. 이러한 결과는 육질은 성별뿐만 아니라 연령, stress, 도축 전 취급 등 여러 요인에 의해 복합적인 영향(Kim *et al.*, 2002)을 배제한 결과이며, 축종은 다르지만 Hong 등(1996)은 한우 거세우에게 옥수수, 호맥 및 이탈리아인 라이그라스 사일리지를 급여하였을 때 근내지방도, 육색, 조직감 및 성숙도는 영향을 받지 않는다고 보고하였다.

#### 돈육의 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량

호맥 사일리지 첨가 수준에 따른 살코기 및 지방 내 돈육의 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량은 Table 8에서 보는 바와 같다. 살코기 내 지방산 조성에서는 포화지방산 중 palmitic acid와 stearic acid의 함량은 CON구가 S1구와 S2구와 비교하여 유의적으로 높은 함량을 나타내었다( $p<0.05$ ). 불포화 지방산에서는 eicosenoic acid와 linolenic acid의 함량이 S2구가 CON구와 S1구와 비교하여 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 총 포화지방산 함량은 CON구가 가장 높았으며( $p<0.05$ ) 포화지방산과 불포화지방산 비율에서

는 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타나( $p<0.05$ ) 대조구와 비교하여 호맥 사일리지 급여구가 포화지방산은 감소하고 불포화지방산은 증가하였다. 지방 내 지방산 조성에서는 불포화지방산 중 linolenic acid의 함량은 S2구가 S1구와 CON구와 비교하여 유의적으로 높았으나( $p<0.05$ ) 포화지방산 함량, 불포화지방산 함량 및 비율에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 살코기와 지방내에 콜레스테롤 함량은 호맥 사일리지를 급여한 S1과 S2구가 낮은 경향을 보였으나 전 처리구간에 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ).

살코기 내 지방산 조성은 oleic acid, palmitic acid, linolenic acid 순으로 높게 나타났으며, 지방 내에서는 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid 순으로 높게 나타났다. Kim 등(1998)은 일반적으로 돈육의 지방산 조성에서 oleic acid 함량이 가장 많다고 보고하여 본 시험과 일치하였고 남(2004)은 palmitic acid의 함량은 대조구가 느타리버섯 부산물 사일리지를 급여한 구보다 높다고 보고하였다. 조 등(2005)은 호맥사일리지의 급여는 돈육의 지방산 조성에서 총 포화지방산, 불포화지방산 및 비율에 영향을 미치지 않는다고 보고하여 본 시험과 상이한 결과를 보였다. Vargass와 Naber(1984)는 영양사료적인 방법에 의하여 콜레스테롤 함량을 측정하였는데, 사료의 섬유소 수준이 계란의 콜레스테롤에 영향을 미치지 못하였다고 하여 본 시험의 결과와 유사였다. 본 시험에서 돈육내 콜레스테롤 함량의 차이를 보이지 않았는데, 이는 Table 6에서

Table 8. Effects of feeding rye silage on fatty acid composition and cholesterol concentration of finishing pigs<sup>1)</sup>

Items	Lean				Fat			
	CON <sup>2)</sup>	S1 <sup>2)</sup>	S2 <sup>2)</sup>	SE <sup>3)</sup>	CON <sup>2)</sup>	S1 <sup>2)</sup>	S2 <sup>2)</sup>	SE <sup>3)</sup>
Fatty acid (%)								
Myristic acid(C14:0)	1.12	1.03	1.00	0.09	1.17	1.15	1.16	0.03
Palmitic acid(C16:0)	21.91 <sup>a</sup>	19.92 <sup>b</sup>	20.65 <sup>b</sup>	0.29	20.70	19.61	19.26	0.71
Stearic acid (C18:0)	13.28 <sup>a</sup>	11.45 <sup>b</sup>	11.16 <sup>b</sup>	0.14	10.09	10.37	10.65	0.29
Arachidic acid(C20:0)	0.72	0.73	0.76	0.02	0.79	0.76	0.80	0.03
Behenic acid(C22:0)	0.89	0.97	0.79	0.12	0.64	0.54	0.58	0.11
Palmitoleic acid(C16:1)	1.84	1.79	1.63	0.09	1.54	1.50	1.40	0.18
Oleic acid(C18:1)	41.24	42.64	42.99	0.64	36.49	38.22	38.89	0.79
Eicosenoic acid(C20:1)	0.91 <sup>b</sup>	0.69 <sup>b</sup>	1.27 <sup>a</sup>	0.10	1.39	1.44	1.31	0.07
Erudic acid(C22:1)	0.95	0.94	0.70	0.14	0.65	0.66	0.65	0.05
Linoleic acid(C18:2)	12.67	13.86	13.64	1.09	22.07	19.89	21.57	1.29
Eicosadienoic acid(C20:2)	0.54	0.50	0.74	0.08	0.80	0.81	0.78	0.03
Linolenic acid(C18:3)	0.23 <sup>b</sup>	0.24 <sup>b</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.12	0.29 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.02
SFA(saturated fatty acid)	37.41 <sup>a</sup>	33.66 <sup>b</sup>	33.87 <sup>b</sup>	0.35	32.96	32.43	31.89	0.72
USFA(unsaturated fatty acid)	58.43	60.67	61.24	0.89	63.25	62.80	64.99	1.33
USFA/SFA	1.56 <sup>b</sup>	1.80 <sup>a</sup>	1.81 <sup>a</sup>	0.04	1.86	1.94	2.04	0.07
Cholesterol (mg/100g)	66.18	65.71	65.96	1.14	123.84	120.11	122.57	2.69

<sup>1)</sup> Eighteen pigs with an average initial body weight of 74.22±0.71 kg.

<sup>2)</sup> Abbreviated CON, basal diet; S1, basal diet added 1.66% of rye silage; S2, basal diet added 3.32% of rye silage.

<sup>3)</sup> Pooled standard error.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $p<0.05$ ).

보는 바와 같이 전 처리구간에 혈중 콜레스테롤 함량의 차이가 없었기 때문에 사료된다. 콜레스테롤과 포화지방산은 뇌졸중, 동맥경화, 고혈압 등의 성인병의 주요 위험 인자로서 이들을 섭취하면 관상동맥 경화증이 더 많이 발생한다고 하였다(Key, 1980). 또한 포화지방산을 많이 섭취하면 인체에 해로운 저밀도지단백(Low-Density Lipoprotein: LDL)의 수용체 활성이 감소되어 LDL의 체내 함량이 상승된다고 하였는데 LDL은 혈전 생성의 주요 물질로서 혈관의 협착과 경화를 가져오게 한다(Grundy, 1986). 그러나, 본 시험의 결과 호맥 사일리지를 급여 처리구가 대조구와 비교하여 살코기내 포화지방산 함량은 낮고 포화지방산과 불포화지방산 비율은 높게 나타났으나 지방 내 지방산 조성에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

#### 영양소 소화율 및 분변 내 휘발성 지방산 발생량

호맥 사일리지 첨가에 따른 영양소 소화율과 분변 내 휘발성 지방산 발생량은 Table 9에서 보는 바와 같다. 건물 소화율에서는 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ) 질소 소화율에서는 S1구가 처리구중에서 가장 높은 결과를 보였다( $p<0.05$ ). 분변 내 휘발성 지방산 발생량에서는 분을 1일간 발효 후 측정할 결과 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ). 7일간 발효 후 측정할 결과와 1~7일 동안 변화량에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않

**Table 9. Effects of feeding rye silage on nutrients digestibility and volatile fatty acid (VFA) emissions from fecal in finishing pigs<sup>1)</sup>**

Items	CON <sup>2)</sup>	S1 <sup>2)</sup>	S2 <sup>2)</sup>	SE <sup>3)</sup>
Nutrients digestibility, %				
Dry matter	77.61 <sup>b</sup>	81.39 <sup>a</sup>	81.59 <sup>a</sup>	1.09
Nitrogen	76.25 <sup>b</sup>	80.43 <sup>ab</sup>	84.38 <sup>a</sup>	1.77
VFA emissions from fecal, ppm				
Acetic acid				
1 day	4.13 <sup>b</sup>	7.50 <sup>a</sup>	8.95 <sup>a</sup>	0.80
7 days	8.63	12.38	10.35	3.61
Difference (1-7 days)	4.50	4.88	1.40	2.92
Butyric acid				
1 day	5.36 <sup>b</sup>	9.75 <sup>a</sup>	11.64 <sup>a</sup>	1.04
7 days	11.21	16.09	13.46	4.70
Difference (1-7 days)	5.85	6.34	1.82	3.80
Propionic acid				
1 day	4.13 <sup>b</sup>	7.50 <sup>a</sup>	8.95 <sup>a</sup>	0.80
7 days	8.63	12.38	10.35	3.61
Difference (1-7 days)	4.50	4.88	1.40	2.91

<sup>1)</sup> Eighteen pigs with an average initial body weight of 74.22 ± 0.71 kg.

<sup>2)</sup> Abbreviated CON, basal diet; S1, basal diet added 1.66% of rye silage; S2, basal diet added 3.32% of rye silage.

<sup>3)</sup> Pooled standard error.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $p<0.05$ ).

았다( $p>0.05$ ).

사료내 식이섬유 첨가는 위와 장관내 소화물의 통과율을 빠르게 하고(Salobir, 1999), 변비를 줄이고(Davidson and McDonald, 1998), 장내 미생물 발효를 통한 하부 장기의 에너지 및 필수 영양소의 좋은 공급원 역할을 할 수 있다(Sakata and Iganaki, 2001). Han 등(2005)은 돼지 사료내 식이 섬유 첨가는 돼지의 영양소 소화율을 개선시켰으며, 생산성에도 영향을 미쳤다고 보고하였다. 본 연구에서도 호맥 사일리지를 급여한 처리구에서 소화율이 개선되었는데, 이러한 결과는 호맥 사일리지 내에 함유된 식이 섬유의 섭취로 인해 증가한 것으로 사료된다. 그러나 Sakaguchi 등(1997)은 사료 내 섬유소 함량이 증가할수록 건물 소화율이 감소한다고 보고하였고 Zervas와 Zijlstra(2002)는 섬유소의 섭취는 질소 소화율에 영향을 미치지 않는다고 하여 본 시험과 상반된 결과를 보였다.

Giusi-Perier 등(1989)의 보고에 따르면 돼지는 맹장과 대장에서 섬유소의 소화가 이루어지고 소화된 섬유소 함량이 증가함에 따라 휘발성 지방산도 정비례 관계로 증가한다고 하였다. Imoto와 Namioka(1978a, 1978b)는 돼지 사료내 조섬유소 수준이 증가할수록 맹장과 대장 내 휘발성 지방산 농도가 증가고 휘발성 지방산 발생량은 acetic acid, propionic acid, butyric acid 순으로 나타났다고 보고하여 본 시험의 결과와 일치하였다. 단위 동물에서 섬유소는 소장에서 광물질, 단백질 및 아미노산 등과 상호작용을 하며(Eggum, 1995), 대장에서는 에너지를 회색(Dierick *et al.*, 1989)하여 섬유소 소화 후에 생성되는 휘발성 지방산이 에너지 공급원으로 이용성이 적다고 하였다(Varel and Yen, 1997). 따라서 S1구와 S2구 사료내 호맥 사일리지는 돼지 체내에서 섬유소원으로 이용이 되고, Table 3에서도 알 수 있듯이 본 시험에 사용된 호맥 사일리지에는 휘발성 지방산이 함유되어 있어 대장에서 섬유소 소화 후 발생된 휘발성 지방산이 에너지원으로 이용성이 낮아 대부분 분과 배출되었기 때문에 호맥 사일리지를 첨가한 처리구에서 분내 휘발성 지방산 발생량이 대체적으로 높게 나타난 것으로 사료된다.

본 시험의 결과들을 종합해 볼 때, 비육돈 사료내 3.32%의 호맥 사일리지의 혼합급여는 혈액 내 코티졸 함량, 도체육의 명도와 황색도, 지방산 조성 및 영양소 소화율에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

#### 요 약

본 연구는 조사료인 호맥 사일리지를 배합사료와 혼합 급여 시 비육돈의 성장, 혈액성상 및 도체특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험을 실시하였다. 3월 교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc) 비육돈 18두를 공시하였으며 시험개시시 평균체중은 74.22±0.71 kg이었고 28일간 개

체별 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 호맥 사일리지 첨가에 따라 1) Con(basal diet), 2) S1(basal diet + 1.66% rye silage), 3) S2(basal diet + 3.32% rye silage)로 3처리로 하여 처리당 6반복, 반복당 1마리씩  $1.8 \times 1.8$  m 크기의 돈방에 개별 수용하였다. 생산성에서 4~7주 동안 일당사료 섭취량에서는 CON구가 S1구와 S2구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 전체 사양시험기간 동안(0~7주) 일당사료섭취량에서는 CON구와 S2구가 S1구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 혈중 스트레스 관련 호르몬인 코티졸 함량의 변화는 대조구와 비교하여 호맥 사일리지를 급여한 S1구와 S2구에서 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 육색에서 명도를 나타내는 L\*값은 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p < 0.05$ ) 황색도를 나타내는 b\*값은 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 도체 등지방 두께는 CON구가 S1구와 S2구와 비교하여 유의적으로 높게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 살코기 내 지방산 조성에서는 포화지방산 중 palmitic acid와 stearic acid의 함량은 CON구가 S1구와 S2구와 비교하여 유의적으로 높은 함량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 불포화 지방산에서는 eicosenoic acid와 linolenic acid의 함량이 S2구가 CON구와 S1구와 비교하여 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 총 포화지방산 함량은 CON구가 다른 처리구와 비교하여 가장 높았으며( $p < 0.05$ ) 포화지방산과 불포화 지방산 비율에서는 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 지방 내 지방산 조성에서는 불포화지방산 중 linolenic acid의 함량은 S2구가 S1구와 CON구와 비교하여 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 건물 소화율에서는 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $p < 0.05$ ) 질소 소화율에서는 S1구가 처리구중에서 가장 높은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 분변 내 휘발성 지방산 발생량에서는 분을 1일간 발효 후 측정된 결과 S1구와 S2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ).

결론적으로, 비육돈 사료 내 3.32%의 호맥 사일리지의 혼합급여는 혈액 내 코티졸 함량, 도체육의 명도와 황색도, 지방산 조성 및 영양소 소화율에 영향을 미치는 것으로 사료되나 이에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Allain, C. C., Poon, L. S., Chan, C. S. G., Richmond, W., and

- Fu, P. C. (1974) Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clinic Chem.* **20**, 470-475.
2. AOAC. (1995) Official method of analysis. 16th ed. Association of official Analytical Chemists. Washington, D.C.
3. Bair, C. W. and Marion, W. W. (1978) Yolk cholesterol in egg from various avian species. *Poult. Sci.* **57**, 1260-1265.
4. Briggles, L. W. (1959) Growing rye. USDA. Farmers Bull. No. 2145, pp. 16.
5. Chung, I. B., Cheong, S. K., Woo, Y. J., and Han, I. K. (1985) Effect of energy and crude fiber levels on performance and carcass characteristics of growing-finishing swine. *Kor. J. Anim. Sci.* **27**, 355-358.
6. Davidson, M. H. and McDonald, A. (1998) Fiber: Forms and function. *Nutr. Res.* **18**, 617.
7. Dierick, N. A., Vervaeke, I. J., Demeyer, D. I., and Decuyper, J. A. (1989) Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Anim. Feed Sci. Technol.* **23**, 141-167.
8. Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* **11**, 1-14.
9. Eggum, B. O. (1995) The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization in monogastrics. *Arch. Anim. Nutr.* **48**, 89-98.
10. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
11. Giusi-perier, A., Fiszlewics. M., and Rerat, A. (1989) Influence of diet composition on intestinal volatile fatty acid and nutrient absorption in unanesthetized pigs. *J. Anim. Sci.* **67**, 386-402.
12. Grundy, S. M. (1986) Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N. Eng. J. Med.* **314**, 745-751.
13. Hagland, O., Luostarinen, R., Wallin, R., Wibell, L., and Saldeen, T. (1991) The effect of fish oil on triglyceride, cholesterol, fibrinogen and malonaldehyde in humans supplemented with vitamin E. *J. Nutr.* **121**, 165-169.
14. Han, Y. K., Kim, D. G., and Lee, J. Y. (2001) Effects of *Zizyphus vulgaris* Supplementation on Growth and Blood Cortisol and Endorpin in weanling pigs. *J. Kyung Hee Univ. Med. Cent.* **17**, 183-186.
15. Han, Y. K., Han, K. Y., and Lee, J. H. (2005) Effects of insoluble dietary fiber supplementation on performance and nutrient digestibility of weaning pigs. *Kor. J. Anim. Sci.* **47**, 565-572.
16. Henry, Y. M. (1976) Prediction of energy values of feeds for swine from fiber content. Proc. First Int. Symp. Feed Composition. Utah St. Univ., Logan, USA.
17. Hong, S. K., Lee, B. S., Kang, H. S., Cho, W. M., Lee, J. M., Baek, B. H., Kim, N. S., and Song, M. K. (1996) Effects of feeding various silage on the carcass characteristics of hanwoo sreers. *Kor. J. Anim. Sci.* **38**, 69-76.
18. Imoto, S. and Namioka, S. (1978a) VFA production in the pig large intestine. *J. Anim. Sci.* **47**, 467-478.
19. Imoto, S. and Namioka, S. (1978b). VFA metabolism in the pig. *J. Anim. Sci.* **47**, 479-487.



20. Jonnalagadda, S. S., Thye, F. W., and Robertson, J.L. (1993) Plasma total and lipoprotein cholesterol, liver cholesterol and fecal cholesterol excretion in hamsters fed fiber diets. *J. Nutr.* **123**, 1388-1382.
21. Keys, A. (1980) Coronary heart disease in seven countries, circulation(suppl). XLI. 453.
22. Kim, I. S., Min, J. S., and Lee, M. (1998) Comparison of TBA, VBN, fatty acids composition, and sensory characteristics of the imported and domestic frozen pork bellies. *Kor. J. Anim. Sci.* **40**, 507-516.
23. Kim, S. J., Kim, Y. S., Song, Y. H., and Lee, S. K. (2002) Analysis of factors for seasonal meat color characteristics in hanwoo (Korean cattle) beef using decision tree method. *J. Anim. Sci. Technol.* **44**, 607-616.
24. Naoyuki, N. and Yoshiharu, F. (1995) The elevation of plasma concentration of high-density lipoprotein cholesterol in mice fed with protein from proso millet. *Biosci. Biotech. Biochem.* **59**, 333-335.
25. Noh, K. S. (1998) The effects of walking exercise on ACTH, Cortisol and -endorphin. *Kor. Med. Sports* **16**, 233-237.
26. NRC. (1998) Nutrient Requirements of swine. National Research Council, Academy Press.
27. Roberfroid, M. (1993) Dietary fiber, insulin and oligofructose: A review comparing their physiological effects. *Cri. Rev. Food. Sci. Nutr.* **33**, 103-148.
28. Sakaguchi, E., Itoh, H., Kohno, T., Ohshima, S., and Mizutani, K. (1997) Fiber digestion and weight gain in guinea pigs fed diets containing different fiber sources. *Exp. Anim.* **46**, 297-302.
29. Sakata, T. and Inagaki, A. (2001) Organic acid production in the large intestine: Implication for epithelial cell proliferation and cell death. In: Gut environment of pigs. Piva, A., Bach Kundsén, K. E., and Linberg, J. E. (eds.). 1<sup>st</sup> ed. Nottingham, Nottingham Univ., Press, 85.
30. Salobir, J. Vlaknina v prehrani prasicev. In: Zbornik predavanjn 8. posvetoanja o prehrani domacih zivali. Zdravcevi-Erjavcevi dnevi, radenci, 1999-10-28/29. Murska Sobota, zivinorejko veterinarski zavod za Pomurje, pp. 113.
31. SAS. (1996) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC.
32. Stahly, T. S. and Cromwell, G. L. (1986) Responses to dietary additions of fiber (alfalfa meal) in growing pigs housed in a cold, warm or hot thermal environment. *J. Anim. Sci.* **63**, 1870-1876.
33. Varel, V. H. and Yen, J. T. (1997) Microbial perspective on fiber utilization by swine. *J. Anim. Sci.* **75**, 2715-2722.
34. Vargass, R. E. and Naber, E. C. (1984) Relationship between dietary fiber and nutrient density and its effect on energy balance, egg yolk cholesterol and hen performance. *J. Nutr.* **114**, 645-654.
35. Walker, M. E. and Morey, D. D. (1962) Influence of rates of N. P and K on Forage and Grain Production of Gator Rye in South Georgia. Univ. Ga. Expt. Sta. Cir. N.S. **27**, pp. 15.
36. Yoo, M. I. and Han, I. K. (1982). Studies on the determining protein and energy requirements of swine. *Kor. J. Anim. Sci.* **24**, 167-177.
37. Zervas, S. and Zijlstra, R. T. (2002) Effects of dietary and oat hull fiber on nitrogen excretion patterns and postprandial plasma urea profiles in grower pigs. *J. Anim. Sci.* **80**, 3238-3246.
38. Zoiopoulos, P. E., English, P. R., and Topps, J. H. (1982) High fibre diets for ad libitum feeding of sows during lactation. *J. Agric. Sci.* **59**, 381-385.
39. Zoiopoulos, P. E., English, P. R., and Topps, J. H. (1983) A note on intake and digestibility of fibrous diet self fed to primiparous sows. *Anim. Prod.* **37**, 153-156.
40. 남기윤 (2004) 느타리버섯 부산물 사일리지 급여가 흑돈의 생산형질, 도체특성 및 육질에 미치는 영향. 진주산업대학교 석사학위논문.
41. 조진호, 한영근, 민병준, 진연결, 김해진, 유종상, 김정우, 김인호 (2005) 호맥 사일리지의 급여가 비육돈의 생산성, 혈액 성상 및 도체 특성에 미치는 효과. 한국축산식품학회지 **25**, 449-457.
42. 한인규, 최창애, 박태진, 정숙근 (1967) 고구마 양돈사료에 관한시험. 축산시험연구보고, pp. 453-481.
43. 한인규 (1996) 동물영양학. 신광출판사. 서울, pp. 162-165.

(2006. 7. 10. 접수/2007. 6. 13. 채택)