



호맥 사일리지의 급여가 비육돈의 생산성, 혈액 성상 및 도체 특성에 미치는 효과

조진호 · 한영근¹ · 민병준 · 진영걸 · 김해진 · 유종상 · 김정우 · 김인호*
단국대학교 동물자원과학과 · ¹농협중앙회

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

Jin-Ho Cho, Young-Geun Han¹, Byoung-Joon Min, Ying-Jie Chen, Hea-Jin Kim, Jong-Sang Yoo, Jung-Woo Kim, and In-Ho Kim*

Department of Animal Resource & Sciences, Dankook University, Cheonan, Korea

¹National Agricultural Co-operative Federation, Ansung, 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 (94.03±0.71 kg) were used in a 28-days assay. Dietary treatments included 1) CON(commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %), 2) T1(ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %) and 3) T2(ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %). In growth performance, total feed intake, basal feed intake and average daily feed intake were significantly higher in T1 and T2 treatments than CON treatment($P<0.05$). Cortisol concentration in blood of pigs fed rye silage was significantly decreased compare to pigs fed CON diet($p<0.05$). In meat quality characteristics, the hunter's L* value and marbling of pork were the highest in T2 treatment among treatments($P<0.05$). Fatty acid composition in lean meat, the composition of palmitic and arachidic acid were significantly higher in CON than others($P<0.05$), also, palmitoleic acid was highest in T2 treatment among treatments($P<0.05$). In fats those, palmitic and arachidic acid were the highest in CON treatment than those of other treatments($P<0.05$). Digestibility of dry matter and nitrogen in pigs fed T1 and T2 diets were greater than that of pigs fed CON diet($P<0.05$). Propionic acid concentration of fecal was the highest in T1 treatment among treatments($P<0.05$). In conclusion, feed intake, the hunter's L* value, meat color of sensory evaluation and marbling of pork were affected by 3.32% rye silage feeding.

Key words : rye silage, growth performance, fatty acid, finishing pigs

서론

우리나라에서의 담리작 사료작물은 겨울철 유향 농지의 활용이란 차원에서 그 효용가치가 매우 크나, 재배면적이 증가하지 못하고 생산량이 적어 수입 조사료의 수요를 거의 대체하지 못하고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하고 논과 밭에서 양질의 조사료를 쉽게 생산할 수 있는 방법으로는 2모

작 작부체계가 필수적이라는 보고가 있다(이, 1988). 현재 우리나라의 2모작 작부체계는 사일리지용 옥수수를 주작물로 재배하고, 호맥이나 연맥을 농가의 실정에 따라 후작물로 재배하는 방식을 가장 많이 이용하고 있다.

호맥은 환경에 대한 적응성이 다른 작물에 비하여 우수하고 척박한 토양조건 하에서 잘 자랄 수 있으며(Walker and Morey, 1962), 내한성이 강하여(Briggle, 1959) 우리나라의 중, 북부 지방에서 월동이 가능하기 때문에 중요한 조사료 공급원으로 이용할 수 있다. 또한, 논에서 벼와 2모작이 가능한 작물이고, 겨울철 유향 농지를 이용하여 동계 사료작물의 재배가 확립되어 농가에 공급된다면 가축 사육농가에서

* Corresponding author : I. H. Kim, Dept. of Animal Resource & Sciences, Dankook University, #29 Anseodong, Cheonan, Choongnam 330-714, Korea. Tel: +82-41-550-3652, Fax: +82-41-553-1618, E-mail: inhokim@dankook.ac.kr

양질의 조사료를 급여함으로써 축산농가에 경제적인 이익을 얻게 될 것이다.

한편 돼지는 주로 배합사료에 의한 사육이 이루어지고 있으며, 연간 4,872톤에 달하는 양돈용 배합사료의 원료를 대부분 수입에 의존하고 있다. 기호성과 사료로서의 이용가치가 상대적으로 낮은 섬유질 사료는 낮은 온도 환경에서 대사 에너지의 이용성을 높이고 사료섭취량을 증가시키며(Henry, 1976; Stahly and Cromwell, 1986) 한 등(1967)은 육성돈에 고구마 뿌리, 고구마 경엽, 밀기울을 6 : 3 : 1의 비율로 제조된 고구마 사일리지를 50%까지 급여하면 사료섭취량이 증가하고 경제적 이익이 증가하였다고 보고하였다. 남(2004)은 비육돈 배합사료 내 5%의 느타리버섯 부산물 사일리지의 첨가는 대조구와 비교하여 등지방 두께 및 육즙 손실은 감소하였고 근내 지방도는 증가하였으며 육 내 지방산 조성 중 불포화지방산 조성이 증가하였다고 보고하였다. 섬유소 사료 공급시 육질에 미치는 영향에 관한 보고에서는 Crampton 등(1954)은 조섬유 함량이 높은 사료를 섭취할 경우 베이컨의 질이 향상되었다고 보고하였다.

돼지에 있어서 비육돈 시기는 경제적으로 사료를 급여할 수 있는 최대의 기회임에도 불구하고 사료자원의 한계 및 농가들의 사육형태로 말미암아 실제적인 적용은 많이 이루어지고 있지 않은 실정이다.

따라서, 본 연구는 겨울철 유희농지를 이용하여 재배한 호맥 사일리지의 사료가치 평가와 배합 사료 원료량을 줄이고 조사료인 호맥 사일리지로 대체한 사료를 비육돈에 급여 시 성장, 혈액 성분 및 도체 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

시험동물 및 시험설계

3월 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 비육돈 18두(암돼지)를 공시하였으며 시험개시시 평균 체중은 94.03±0.71kg이었고 28일간 개체별 사양시험을 실시하였다.

시험설계는 호맥 사일리지 첨가에 따라 1) CON(commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %), 2) T1 (ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %)와 3) T2(ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %)로 3처리로 하여 처리당 6반복, 반복당 1마리씩 1.8×1.8m 크기의 돈방에 완전 임의 배치하였다.

시험사료 및 사양관리

시험사료는 NRC(1998) 요구량에 따라 배합한 옥수수-대두박 위주의 사료로서 Table 1에서 보는 바와 같다. 시험사

Table 1. Formulation and chemical composition of diets

Ingredients (%)	CON ¹⁾	T1 ¹⁾	T2 ¹⁾
Corn	66.39	64.50	62.45
Soybean meal	13.47	13.70	13.90
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 ¹⁾	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 ²⁾			
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,350	3,294	3,237
Crude protein(%)	14.00	14.00	14.00
Crude fiber	2.84	2.99	3.15
Lysine(%)	0.67	0.67	0.67
Methionine(%)	0.24	0.24	0.24
Calcium(%)	0.53	0.53	0.53
Phosphorus(%)	0.52	0.52	0.52

¹⁾ Abbreviated CON, commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %; T1, ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %; T2, ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %.

²⁾ Supplied per kg diet: 20,000 IU of vitamin A; 4,000 IU of vitamin D₃; 80 IU of vitamin E; 16 mg of vitamin K₃; 4 mg of thiamin; 20 mg of riboflavin; 6 mg of pyridoxine; 0.08 mg of vitamin B₁₂; 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.

³⁾ Calculated values.

료와 물은 자유로이 먹을 수 있도록 하였고 체중 및 사료 섭취량은 개시와 종료시에 측정하여 일당중체량, 일당사료섭취량, 사료효율을 계산하였다.

호맥 사일리지 제조 및 급여 방법

호맥의 파종은 9월 10일에 실시하여 이듬해 5월 20일 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 외부 공기의 접촉을 차단시켜 보관하였으며, 발효가 안정된 시점인 40일째부터 1 cm로 세절하여 배합사료와 혼합 후 급여하였다.

생산된 사일리지의 영양소 함량과 경과시간에 따른 pH 및 휘발성 지방산의 변화는 Table 2 및 Table 3과 같다.

혈액 분석

각 처리구의 모든 돼지에서 시험개시, 2주 후 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 원심분리한 혈청을 분석하였다. 분리된 혈청은 enzymatic colorimetric method (Allain *et al.*, 1974)에 의하여, 총 콜레스테롤 농도는 총 콜레스테롤 검사 시약(Boehringer Mannheim, Germany)에, HDL 콜레스테롤의 농도는 HDL-C 검사 시약(Boehringer Mannheim, Germany)에, 또한 중성지방의 농도는 TG 검사 시약(Boehringer Mannheim, Germany)에 반응시켜 자동 생화학 분석기(Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다. LDL+VLDL 콜레스테롤 농도는 Naoyuki와 Yoshiharu(1995)의 방법에 따라 평가하였다.

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

Cortisol의 함량은 I¹²⁵ radioimmuno assay kit("coat-a- Count", Diagnostic Products, LA, Ca)를 이용하여 분석하였다. Blood urea nitrogen(BUN)의 농도는 urea kit(Boehringer Mannheim,

Germany)에 혈청을 반응시킨 후, 자동 생화학 분석기(Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 Marsh 등(1965)의 방법에 의해 측정하였다.

분내 휘발성 지방산 측정

분내 휘발성 지방산의 농도 측정은 시료 5 g을 취하여 10N H₂SO₄ 25 mL와 증류수를 첨가한 후, 수증기를 증류하였다. 유출액에 phenolphthalein 2~3방울을 첨가한 후, 0.1N NaOH를 첨가하였다. 이 용액을 rotary evaporator를 이용하여 건조시킨 후, phosphoric acid 1mL를 첨가하여 용해시킨 후에 ethyl ether 5 mL를 첨가하여 수회 교반한 후, 포화 NaCl 2 mL를 첨가하여 층을 분리시켰다. 층이 분리되면 ether 층을 취하여 0.45 μm membrane filter를 이용하여 여과한 후 시험용액을 gas chromatography (Hewlett Packard 6890 Plus, USA)에 주입하여 측정하였다.

도체 특성

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) 육즙 손실

시료를 2×2 cm의 일정한 모양으로 정형한 후 polyethylene bag에 넣어 4 °C냉장실에서 7일간 보관하면서 3일, 5일, 7일 후 발생하는 감량을 측정하였다.

3) 육의 pH

육의 pH값은 도살 후 모든 시료를 pH meter(Istek, Model 77p)를 사용하여 측정하였다.

4) 육 색

육색 측정은 시료를 5×7×2 cm의 크기로 정형하여 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*=1.7인 calibration plate를 표준으로 사용하였으며, 4회 반복하여 평균값을 구하였다.

5) 관능검사

관능검사는 5명의 관능검사 요원을 구성하여 수행하였다. 신선육은 육색(color: 1~5), 조직감(firmness: 1~5) 및 근내지

Table 2. Chemical analysis of rye silage

Ingredients	Percentage (%)
Dry matter	30.3
Crude protein	3.5
Crude fiber	10.8
Ether extract	1.0
Crude ash	2.5
Water	69.7
Nitrogen-free extract	12.5

Table 3. Changes of pH and volatile fatty acid(VFA) of rye silage during storage (n=5)

Item	30 days	40 days	50 days	60 days
pH	3.98(0.07)	3.89(0.08)	3.86(0.01)	4.03(0.01)
VFA, ppm				
Lactic acid	2.11(0.01)	2.13(0.01)	2.13(0.01)	2.13(0.02)
Butyric acid	0.37(0.01)	0.38(0.03)	0.37(0.02)	0.37(0.04)
Acetic acid	0.67(0.01)	0.68(0.04)	0.70(0.06)	0.69(0.04)
Total VFA	3.15	3.19	3.20	3.19

방도(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 folch용액(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 filtering 하여 분리한 후 45 °C에서 진공 농축기로 농축하여 추출하였다. 추출한 지방은 NaOH/0.5N methanol 10 mL 넣고 80~90 °C에서 6분간 반응, 14 % BF₃ 5 mL를 넣고 3분간 반응 그리고 hexan 10 mL를 넣고 1분간 반응 후 냉각시킨 후 포화 NaCl을 넣어 반응을 종결시킨 후 GC/FID로 분석하였다. 지방산 분석을 위한 GC 조건은 Table 4와 같다.

8) 등지방 두께

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

영양소 소화율 측정

건물과 조단백질의 소화율 측정을 하기 위하여 7일간 산화크롬 0.2%를 첨가 한 시험사료를 급여한 후 항문 마시지법을 이용하여 분을 채취하여 분석에 이용하였다. 모든 화학

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

Item	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

분석은 AOAC(1995)에 의해 분석하였다.

통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model Procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

생산성

호맥 사일리지의 대체 수준에 따른 비육돈의 생산성은 Table 5에 나타난 바와 같다. 비육기 총 증체량과 일당증체량은 전 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 사양시험 동안 총 사료섭취량과 기초사료인 배합사료 섭취량은 T1과 T2구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 호맥 사일리지의 일당섭취량은 S1구는 43g을 섭취하였고 S2구는 100g을 섭취하여 S1구에서 첨가량인 50g을 모두 섭취하지 않았다. 에너지 수준의 변화 정도가 적으면 기호성의 문제로 사료섭취량의 감소를 보이지만 에너지 수준의 변화 정도가 크면 사료섭취량의 증가를 보이는 것으로 사료되며(Sakaguchi *et al.*, 1997) Bowland 등(1970)은 돼지사료 내에 보리와 옥수수를 귀리겨로 대체하여 사료가치를 비

Table 5. Effect of feeding rye silage on growth performance in finishing pigs¹⁾

Item	CON ²⁾	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
For 0~28 days				
Live body weight				
Initial weight(kg)	94.05	93.88	94.18	-
Final weight(kg)	113.50	114.33	114.97	-
Body weight gain(kg)	19.45	20.35	20.78	1.99
Average Daily Gain(g)	695	726	742	0.07
Feed intake				
Total feed intake(kg)	73.81 ^b	85.41 ^a	86.73 ^a	1.38
Basal feed intake(kg)	73.81 ^b	84.20 ^a	83.93 ^a	1.38
Silage intake(kg)	-	1.21 ^b	2.80 ^a	0.01
Average Daily Feed Intake(g)	2,636 ^b	3,050 ^a	3,097 ^a	0.07
Gain/Feed	0.264	0.238	0.240	0.02

¹⁾ Eighteen pigs with an average initial body weight of 94.03kg.

²⁾ Abbreviated CON, commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %; T1, ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %; T2, ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %.

³⁾ Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ($p<0.05$).

교환 결과에서 사료 내 에너지 함량이 낮아짐에 따라 사료섭취량은 증가한다고 보고하였다. 사료효율에서는 사료섭취량이 가장 낮았던 대조구가 높았으나 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 남(2004)은 느타리버섯 부산물 사일리지를 비육기 흑돈에게 급여한 시험에서 사일리지 첨가량이 증가할수록 출하 체중, 증체량 및 일당 증체량이 감소하는 경향을 나타냈고, 총 사료섭취량과 일일사료섭취량, 사료효율은 대조구가 높게 나타났다고 보고하였다. 현재까지 조사료인 사일리지를 돼지에게 급여한 시험이 이루어지지 않았고 남(2004)은 사일리지에 미강 및 맥강을 혼합하여 펠렛으로 제조하여 급여하였기 때문에 사일리지를 직접 급여한 본 시험의 결과와 다소 차이가 있다고 사료된다.

본 시험의 결과로 비육돈 사료 내 호맥 사일리지의 대체 급여가 비육돈의 생산성에 미치는 영향을 설명하기는 어려우나, 농후사료만을 급여한 대조구와 비교하여 증체량에서 차이가 없는 것으로 나타나 지속적인 연구를 통하여 단위동물에 있어서 조사료의 사료가치 평가가 이루어진다면 적합한 배합사료원료로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

혈액 성상

호맥 사일리지 대체 수준에 따른 비육돈의 혈청 내 콜레스테롤, 중성지질, 동맥경화지수 함량, 혈중 요소태 질소 및 코티졸 함량은 Table 6 및 Table 7에 나타난 바와 같다. 혈청 내 콜레스테롤 함량의 변화는 Table 6에서 보는 바와 같이, 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보였으나 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 14일째 혈액 내 총 콜레스테롤 및 중성지질의 함량은 T2구에서 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 감소하였으며($P<0.05$), 동맥경화지수의 변화는 모든 처리구가 증가하였으나 유의성은 발견하지 못하였다. 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 중성 지질 및 혈청 콜레스테롤의 함량을 낮춘다고 하였다. 본 시험에서 T2구가 대조구와 비교하여 14일째 총 콜레스테롤 및 중성지질 함량의 감소는 호맥 사일리지에 함유된 섬유소에 영향을 받은 것으로 사료되나 총 시험기간 동안 CON구와 비교하여 유의적인 차이를 발견하지 못하였고 중성 지질 변화에서는 T2구가 가장 많이 증가하여 앞으로 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

신장 기능의 지표인 혈중 요소태 질소의 변화는 Table 7에서 보는 바와 같이, 처리구간에 통계적인 차이는 없었고 혈액 내 코티졸 함량의 변화는 사일리지를 급여한 S1구와 S2구에서 대조구와 비교하여 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 유럽에서는 임신돈 사료의 제한급여로 인한 스트레스를 최소화

Table 6. Effects of feeding rye silage on the cholesterol of serum in finishing pigs¹⁾

Item	CON ²⁾	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
Plasma lipids(mg/dL)				
Total cholesterol				
0 day	105.00	98.56	97.65	4.52
14 days	108.00 ^a	99.33 ^{ab}	96.83 ^b	2.98
28 days	98.00	95.66	92.50	4.61
Difference(0~14 days)	3.00	0.77	-0.82	3.07
Difference(14~28 days)	-10.00	-3.67	-4.33	3.61
Difference(28~0 days)	-7.00	-2.90	-5.15	4.78
HDL cholesterol				
0 day	37.66	35.00	35.33	2.69
14 days	42.00	34.33	34.66	2.79
28 days	33.83	33.33	29.00	3.45
Difference(0~14 days)	4.33	-0.66	-0.66	2.55
Difference(14~28 days)	-8.17	-1.00	-5.66	3.86
Difference(28~0 days)	-3.83	-1.67	-6.33	3.46
LDL cholesterol				
0 day	65.50	57.16	57.00	5.06
14 days	58.00	65.66	56.83	4.68
28 days	55.83	54.50	58.16	5.30
Difference(0~14 days)	-7.50	8.50	-0.17	5.37
Difference(14~28 days)	-2.17	-11.17	1.33	7.14
Difference(28~0 days)	-9.67	-2.66	1.16	6.01
Triglyceride				
0 day	57.50	48.66	41.33	5.93
14 days	51.83 ^a	44.16 ^{ab}	35.33 ^b	4.96
28 days	57.83	47.83	42.83	7.84
Difference(0~14 days)	-5.67	-4.50	-6.00	5.35
Difference(14~28 days)	6.00	3.67	7.50	8.63
Difference(28~0 days)	0.33	-0.83	1.50	10.35
Atherogenic index				
0 day	1.78	1.90	1.80	0.18
14 days	1.57	2.01	2.21	0.33
28 days	1.92	2.05	2.39	0.42
Difference(0~14 days)	-0.20	0.16	0.41	0.15
Difference(14~28 days)	0.35	0.04	0.18	0.57
Difference(28~0 days)	0.14	0.15	0.59	0.41

¹⁾ Eighteen pigs with an average initial body weight of 94.03kg.
²⁾ Abbreviated CON, commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %; T1, ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %; T2, ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %.
³⁾ Pooled standard error.
^{ab} Means in the same row with different superscripts differ($p<0.05$).

Table 7. Effects of rye silage in blood urea nitrogen and cortisol concentration in finishing pigs¹⁾

Item	CON ²⁾	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
Blood Urea Nitrogen(mg/dL)				
0 day	16.08	15.05	17.58	1.36
14 days	18.91	16.58	18.27	1.28
28 days	18.60	18.55	18.40	1.45
Difference(0~14 days)	2.83	1.53	0.69	1.08
Difference(14~28 days)	-0.31	1.97	0.13	1.57
Difference(28~0 days)	2.52	3.50	0.82	1.42
Cortisol (ug/dL)				
0 day	3.30	2.86	3.36	0.75
14 days	6.98	3.40	3.61	1.12
28 days	9.03 ^a	2.55 ^b	2.08 ^b	1.25
Difference(0~14 days)	3.68	0.53	0.25	1.13
Difference(14~28 days)	2.05	-0.85	-1.53	1.39
Difference(28~0 days)	5.73 ^a	-0.31 ^b	-1.28 ^b	1.23

¹⁾ Eighteen pigs with an average initial body weight of 94.03kg.

²⁾ Abbreviated CON, commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %; T1, ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %; T2, ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %.

³⁾ Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ($p < 0.05$).

하기 위한 방법으로 조사료를 급여하고 있다(Zoiopoulos *et al.*, 1982; Zoiopoulos *et al.*, 1983). 이는 본 시험의 결과로 알 수 있듯이 비육돈에게도 조사료인 호맥 사일리지를 급여할 경우 임신돈에서와 같이 스트레스를 감소시키는 효과를 가져올 수 있을 것으로 사료되며, 동물복지 측면에서도 영향을 미칠 수 있을 것으로 여겨진다.

도체 특성

호맥 사일리지 대체 수준에 따른 비육돈의 도체 특성은 Table 8에서 보는 바와 같다. 명도를 나타내는 L*값, 육색과 근내 지방도는 T2구가 다른 처리구와 비교하여 가장 높은 수치를 보였고($P < 0.05$) 황색도를 나타내는 b*값은 T1구가 전 처리구에서 가장 높게 나타났었다($P < 0.05$). 육의 pH, 경도, 등심 면적, 육즙 손실 및 등지방 두께는 처리구간에 유의적인 차이는 없었다($P > 0.05$). 호맥 사일리지 급여에 의한 육질은 배합사료만을 급여한 대조구의 도체와 큰 차이점을 나타내지 않았으나, 명도, 색도 및 근내 지방도 지수가 높게 나타났다. 이러한 결과는 육질은 성별뿐만 아니라 연령, stress, 도축 전 취급 등 여러 요인에 의해 복합적인 영향(Kim *et al.*, 2002)을 배제한 결과이며, 남(2004)은 느타리버섯 부산물 사일리지를 7% 첨가한 처리구가 명도와 마블링 지수가 높았다

Table 8. Effects of feeding rye silage on carcass characteristic in finishing pigs¹⁾

Item	CON ²⁾	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
Meat color				
Lightness(L*)	38.92 ^b	36.12 ^b	44.72 ^a	1.18
Redness(a*)	9.25	9.20	10.08	0.71
Yellowness(b*)	2.70 ^{ab}	3.55 ^a	1.77 ^b	0.31
Sensory evaluation				
Color ⁴⁾	1.67 ^b	1.25 ^b	2.58 ^a	0.18
Marbling ⁵⁾	1.75 ^b	2.17 ^b	3.17 ^a	0.28
Firmness ⁶⁾	2.08	2.16	2.25	0.22
pH	5.57	5.50	5.50	0.05
Loin area(mm ²)	3,929.50	3,534.20	3,504.00	185.30
Drip loss(%)				
3 days	7.79	10.93	8.70	1.14
5 days	10.28	12.98	10.97	0.85
7 days	12.19	14.68	12.97	1.20
Backfat thickness(mm)	18.31	18.51	17.21	1.51

¹⁾ Eighteen pigs with an average initial body weight of 94.03kg.

²⁾ Abbreviated CON, commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %; T1, ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %; T2, ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %.

³⁾ Pooled standard error.

⁴⁾ Meat color(1: pale pinkish gray, 3: reddish pink, 5: dark purplish red)

⁵⁾ Marbling content(1: devoid to practically devoid, 3: small to modest, 5: moderately abundant or more)

⁶⁾ Firmness(1: soft, 3: middle, 5: firm)

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ($p < 0.05$).

고 보고하였다. 그러나 축종은 다르지만 Hong 등(1996)은 한우 거세우에게 옥수수, 호맥 및 이탈리아 라이그라스 사일리지를 급여하였을 때 근내 지방도, 육색, 조직감 및 성숙도는 영향을 받지 않는다고 보고하여 고급 돈육을 생산하기 위한 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

육의 지방산 조성

호맥 사일리지 대체 수준에 따른 살코기 및 지방 내 돈육의 지방산 조성은 Table 9에서 보는 바와 같다. 살코기 내 지방산 조성을 보면, palmitic acid와 arachidic acid에서는 대조구가 가장 높게 나타났으며($P < 0.05$), palmitoleic acid는 T2구가 다른 처리구와 비교하여 가장 높게 나타났었다($P < 0.05$). 포화지방산 함량, 불포화지방산 함량 및 USFA/SFA는 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$).

지방 내 지방산 조성을 보면, palmitic acid와 arachidic acid 함량이 T1구와 T2구와 비교하여 대조구가 가장 높았고($P <$

Table 9. Effects of feeding rye silage on fatty acid composition of pork¹⁾

Fatty acid	Lean				Fat			
	CON ²⁾	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾	CON ²⁾	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
Myristic acid(C14:0)	1.62	1.49	1.58	0.09	1.24	1.31	1.41	0.03
Palmitic acid(C16:0)	27.00 ^a	24.04 ^b	24.92 ^{ab}	0.67	24.77 ^a	23.52 ^b	23.93 ^{ab}	0.31
Palmitoleic acid(C16:1)	2.24 ^{ab}	1.79 ^b	2.66 ^a	0.18	1.81	1.74	2.07	0.11
Stearic acid (C18:0)	13.97	13.73	12.53	0.68	13.15	13.10	12.88	0.45
Oleic acid(C18:1)	41.30	41.52	53.55	0.95	41.49	43.29	42.98	0.79
Linoleic acid(C18:2)	11.37	14.78	12.46	1.15	14.65	14.03	13.94	0.52
Linolenic acid(C18:3)	0.21	0.22	0.19	0.02	0.34	0.42	0.35	0.05
Arachidic acid(C20:0)	1.06 ^a	0.90 ^b	0.85	0.05	0.93 ^a	0.88 ^{ab}	0.83 ^b	0.03
Eicosenoic acid(C20:1)	0.54 ^b	0.77 ^a	0.75 ^b	0.07	0.71	0.75	0.74	0.03
Eicosadienoic acid(C20:2)	0.46	0.52	0.49	0.03	0.60	0.57	0.57	0.02
Behenic acid(C22:0)	-	-	-	-	0.11	0.12	0.11	0.01
Erudic acid(C22:1)	0.24	0.29	0.30	0.02	0.20	0.29	0.23	0.05
SFA	43.65	40.16	39.88	1.22	40.20	38.91	39.12	0.62
USFA	56.35	59.89	60.13	1.24	59.80	61.09	60.88	0.62
UAFA/SFA	1.30	1.50	1.52	0.07	1.49	1.58	1.56	0.04

¹⁾ Eighteen pigs with an average initial body weight of 94.03kg.

²⁾ Abbreviated CON, commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %; T1, ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %; T2, ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %.

³⁾ Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ($p < 0.05$).

0.05) 살코기와 마찬가지로 포화지방산 함량, 불포화지방산 함량 및 USFA/SFA는 처리구간에 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

살코기 내 지방산 조성은 oleic acid, palmitic acid, stearic acid 순이었고 지방 내에서는 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid 순으로 나타나 일반적으로 돈육의 지방산 조성에서 oleic acid 함량이 가장 많다고 보고하였고(Kim *et al.*, 1998), 남(2004)의 보고에서도 대조구가 처리구에 비해 palmitic acid가 높게 나타나 본 시험과 동일한 결과를 보였다. 콜레스테롤과 포화지방산은 뇌졸중, 동맥경화, 고혈압 등의 성인병의 주요 위험 인자로서 이들을 섭취하면 관상동맥 경화증이 더 많이 발생한다고 하였다(Key, 1980). 또한 SFA를 많이 섭취하면 인체에 해로운 저밀도 지단백(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). 하지만 본 시험에서 살코기와 지방 내에서 포화지방산과 불포화지방산의 비율이 유의적인 차이는 보이지 않았지만, 대조구에 비해 호맥 사일리지 첨가구가 포화지방산 함량이 낮고 불포화지방산 함량이 높은 경향을 보여 앞으로 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

영양소 소화율 및 분내 휘발성 지방산 함량

호맥 사일리지 대체 수준에 따른 영양소 소화율과 분내 휘발성 지방산 함량은 Table 10에서 보는 바와 같다. 건물과

Table 10. Effects of feeding rye silage on nutrient digestibility and volatile fatty acid(VFA) concentration of fecal in finishing pigs¹⁾

Item	CON ²⁾	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
Nutrient digestibility (%)				
Dry matter	68.20 ^b	74.84 ^a	76.30 ^a	1.50
Nitrogen	60.85 ^b	68.81 ^a	70.45 ^a	1.77
VFA concentration of fecal (ppm)				
Acetic acid	2,272.80	3,197.30	2,351.20	322.51
Propionic acid	748.30 ^b	1,511.00 ^a	1,280.30 ^{ab}	207.56
Butyric acid	725.50	1,115.20	900.00	163.02

¹⁾ Eighteen pigs with an average initial body weight of 94.03kg.

²⁾ Abbreviated CON, commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %; T1, ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %; T2, ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %.

³⁾ Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ($p < 0.05$).

질소 소화율에서는 호맥 사일리지를 급여한 T1과 T2구가 대조구와 비교하여 유의적으로 높았고 분내 propionic acid 함량은 T1구가 다른 처리구와 비교하여 가장 높게 나타났다 ($P<0.05$). Sakaguchi 등(1997)은 사료 내 섬유소 함량이 증가할수록 건물 소화율이 감소하고 Zervas와 Zijlstra(2002)는 질소 소화율에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 하지만 본 시험에서는 사일리지 함량이 증가할수록 건물과 질소 소화율에서 유의적으로 높은 결과를 보였다. 돼지는 맹장과 대장에서 섬유소의 소화가 이루어지고 소화된 섬유소 함량이 증가함에 따라 휘발성 지방산도 정비례 관계로 증가한다(Giusi-Perier *et al.*, 1989). 섬유소는 소장에서 광물질, 단백질 및 아미노산 등과 상호작용을 하여 영양소 소화력 감소시키고(Eggum, 1995) 보수력이 높아 장내 통과속도를 증가시켜 분배설량에 영향을 미치며 대장에서는 에너지를 회식(Dierick *et al.*, 1989)하여 섬유소 소화 후에 생성되는 휘발성 지방산이 돼지에서 에너지 공급원으로 이용성이 적다고 하였다(Varel and Yen, 1997). 따라서 Table 3에서 나타내듯이 본 시험에 사용된 호맥 사일리지는 휘발성 지방산이 함유되어 있고 대장에서 섬유소 소화 후 발생된 휘발성 지방산이 에너지 공급원으로 이용성이 적어 대부분 분과 배출되기 때문에 호맥 사일리지를 첨가한 처리구에서 분내 휘발성 지방산 함량이 대체적으로 높게 나타난 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 조사료인 호맥 사일리지를 배합사료 원료 대체 급여 시 비육돈의 성장, 혈액성상 및 도체특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험을 실시하였다. 3원 교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc) 비육돈 18두를 공시하였으며 시험 개시시 평균체중은 $94.03 \pm 0.71\text{kg}$ 이었고 28일간 개체별 사양 시험을 실시하였다. 시험설계는 호맥 사일리지 첨가에 따라 1) CON(commercial diet: ME 3,350 kcal/kg and crude fiber 2.84 %), 2) T1(ME 3,294 kcal/kg and crude fiber 2.99 % diet with rye silage 1.66 %) and 3) T2(ME 3,237 kcal/kg and crude fiber 3.15 % with rye silage 3.32 %)로 3처리로 하여 처리당 6반복, 반복당 1마리씩 $1.8 \times 1.8\text{m}$ 크기의 돈방에 개별 수용하였다. 사양시험 동안 총 사료섭취량과 기초사료인 배합사료 섭취량은 T1구와 T2구가 높았으며 CON구가 낮게 나타났다($P<0.05$). 혈액 내 코티졸 함량의 변화는 호맥 사일리지를 급여한 T1구와 T2구에서 통계적으로 감소하였다($P<0.05$). 육색 중 명도를 나타내는 L*값, 육색과 근내 지방도는 T2구가 가장 높았고($P<0.05$) 황색도를 나타내는 b*값은 T1구가 가장 높았다($P<0.05$). 살코기 내 지방산 조성을 보면, palmitic acid와 arachidic acid에서는 대조구가 가장 높게 나타났으며($P<0.05$), palmitoleic acid는 T2구가 가장 높게

나타났다($P<0.05$). 지방 내 지방산 조성을 보면, palmitic acid와 arachidic acid 함량은 다른 처리구와 비교하여 대조구가 유의적으로 가장 높았다($P<0.05$). 건물과 질소 소화율에서는 T1과 T2구가 대조구와 비교하여 유의적으로 높았고 분내 propionic acid 함량은 T1구가 다른 처리구와 비교하여 가장 높게 나타났다($P<0.05$). 결론적으로, 비육돈 사료 내 호맥 사일리지의 혼합급여는 사료섭취량, 혈액 내 코티졸 함량의 감소, 육의 명도, 육색, 근내 지방도 및 건물과 질소 소화율에 영향을 미치는 것으로 비추어 볼 때 배합사료 원료를 호맥 사일리지로 3.32% 대체하여 혼합 급여하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

감사의 글

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

참고문헌

- Allain, C. C., Poon, L. S., Chan, C. S. G., Richmond, W., and Fu, P. C. (1974) Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clinic Chemistry* **20**, 470-475.
- AOAC (1995) Official method of analysis. 16th ed. Association of official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Bowland, J. P., Bickel, H. P., Pfirter, H. P., Wenk, C. P., and Schürch, A. (1970) Respiration calorimetry studies with growing pigs fed diets containing from three to twelve percent crude fiber. *J. Anim. Sci.* **31**, 494-501.
- Briggle, L. W. (1959) Growing rye. U. S. D. A. Farmers Bull. No. 2145, pp. 16.
- Crampton, E. W., Ashton, G. C., and Lioye, L. E. (1954) Improvement of bacon carcass quality by the introduction of fibrous feed into the hog finishing ration. *J. Anim. Sci.* **13**, 327-331.
- 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.
- Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* **11**, pp 1-14.
- Eggum, B. O. (1995) The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization in monogastrics. *Arch. Anim. Nurt.* **48**, 89-98.
- 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.
10. 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.
 11. Grundy, S. M. (1986) Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N. Engl. J. Med.* **314**, 745-751.
 12. 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.
 13. Henry, Y. M. (1976) Prediction of energy values of feeds for swine from fiber content. Proc. First Int. Symp. Feed Composition. Utah State Univ, Logan.
 14. 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 steers. *Kor. J. Anim. Sci.* **38**, 69-76.
 15. Jonnalagadda, S. S., Thyne, 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.
 16. Keys, A. (1980) Coronary heart disease in seven countries, circulation(suppl). XLI. 453.
 17. 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. *Korean J. Anim. Sci.* **40**, 507-516.
 18. 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.
 19. Marsh, W. H., Fingerhut, B., and Miller, J. (1965) Automated and manual direct methods for the determination of blood urea. *Clin. Chem.* **11**, 624-627.
 20. 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.
 21. National Pork Producers Council (1994) NPPC pork quality standards. Des Moines, Iowa, USA.
 22. NRC (1998) Nutrient Requirements of swine. National Research Council, Academy Press.
 23. Roberfroid, M. (1993) Dietary fiber, insulin and oligo-fructose: A review comparing their physiological effects. *Cri. Rev. Food. Sci. Nutr.* **33**, 103-148.
 24. 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.
 25. SAS (1996) SAS user's guide: Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
 26. 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.
 27. Varel, V. H. and Yen, J. T. (1997) Microbial perspective on fiber utilization by swine. *J. Anim. Sci.* **75**, 2715-2722.
 28. 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. of Ga. *Expt. Sta. Cir. N.S.* **27**, pp 15.
 29. Zervas, S. and Zijlstra, R. T. (2002) Effects of dietary and oathull fiber on nitrogen excretion patterns and post-prandial plasma urea profiles in grower pigs. *J. Anim. Sci.* **80**, 3238-3246.
 30. Zoiopoulos, P. E., English, P. R., and Topps, J. H. (1982) High fibre diets for ad libitum feeding of sows during lactation. *Anim. Prod. J. Agric. Sci.* **59**, 381-385.
 31. 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. J. Agric. Sci.* **37**, 153-156.
 32. 남기윤 (2004) 느타리버섯 부산물 사일리지 급여가 흑돈의 생산형질, 도체특성 및 육질에 미치는 영향. 진주산업대학교 석사학위논문.
 33. 이무영 (1988) 중북부지방에 있어서 작부체계가 사초의 생산성과 사료가치에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
 34. 한인규, 최창애, 박태진, 정숙근 (1967) 고구마 양돈사료에 관한시험. 축산시험연구보고. 453-481.