

호맥 사일리지의 급여기간이 비육돈의 생산성, 혈액 성상 및 도체특성에 미치는 영향

신승오 · 한영근¹ · 조진호 · 김해진 · 진영걸 · 유종상 · 황광연² · 김정우 · 김인호*
단국대학교 동물자원학과, ¹성균관대학교 식품·생명공학과, ²고려대학교 생명공학부

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

Seung-Oh Shin, Young-Keun Han¹, Jin-Ho Cho, Hae-Jin Kim, Ying-Jie Chen,
Jong-Sang Yoo, Kwang-Youn Whang², Jung-Woo Kim, and In-Ho Kim*

Department of Animal Resource and Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

¹Department of Food Science and Biotechnology, Sungkyunkwan University, Suwon 440-764, Korea

²Division of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate effects of various periods of rye silage feeding on the growth performance, blood characteristics, and carcass quality of finishing pigs. A total of sixteen [(Landrace×Yorkshire×Duroc)] pigs (90.26 kg in average initial body weight) were tested in individual cages for a 30 day period. Dietary treatments included 1) CON (basal diet), 2) S10 (basal diet for 20 days and 3% rye silage for 10 days) 3) S20 (basal diet for 10 days and 3% rye silage for 20 days) and 4) S30 (3% rye silage for 30 days). There were no significant differences in the ADG and gain/feed ratio among the treatments ($p>0.05$), however the ADFI was higher in pigs fed the CON diet than with pigs fed diets with rye silage ($p<0.05$). The DM digestibility was higher with the S20 diet than with the S30 diet ($p<0.05$). With regard to blood characteristics, pigs fed rye silage had a significantly reduced cortisol concentration compared to pigs fed the CON diet ($p<0.05$). The backfat thickness was higher with the CON diet than with the S20 or S30 diets ($p<0.05$). Regarding the fatty acid contents of the leans, the C18:0 and total SFA were significantly higher with the CON diet than with the other diets ($p<0.05$). However, the C18:1n9, total MUFA and UFA/SFA levels were significantly lower with the CON diet than the other diets ($p<0.05$). Regarding the fatty acid contents of fat, the levels of C18:1n9 and MUFA were similar with the S20 and S30 diets, however, these levels were higher than with the CON or S10 diets ($p<0.05$). In conclusion, feed intake and DM digestibility were affected by rye silage, and the cortisol concentration, backfat thickness and fatty acid composition of pork were positively affected by feeding pigs rye silage.

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

서론

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.

호맥은 사료포장 면적이 협소한 우리나라의 여건에서는 논이나 밭에서 단위면적당 생산성이 높으며, 또한, 밭에서는 사일리지용 옥수수 및 수단그라스와, 논에서는 벼와 2모작이 가능한 작물이다(김 등, 1986). 겨울철 유휴농지를 이용하여 동계 사료작물의 재배가 활성화되고, 농가에 공급된다면 축산농가에서는 양질의 조사료를 급여함으로써 배합사료 원료량을 절감 할 수 있을 것이다.

돼지는 주로 배합사료에 의하여 사육이 이루어지고 있으며, 연간 5,169천톤에 달하는 양돈용 배합사료의 대부분을 수입에 의존하고 있으며, 사료 원료가격이 계속적으로 상승함에 따라 농가의 사료비 부담이 더욱 늘어나고 있다.

*Corresponding author : In-Ho Kim, Dept. Animal Resource and Science, Dankook Univ. Cheonan, 330-714, Korea. Tel: 82-41-550-3652, Fax: 82-41-565-2949, E-mail: inhokim@dankook.ac.kr

사료 원료비를 절감하기 위한 여러 연구들이 진행되고 있으며, 이러한 연구들 중 돼지의 섬유질 사료 이용성에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다.

돼지는 맹장내에 많은 미생물이 서식하고 있으므로 섬유소를 분해하여 VFA(volatile fatty acids)를 생성하며, 생산된 VFA는 에너지원으로 이용된다(Farrell and Johnson, 1970; Imoto and Namioka, 1978). 그러나, 돼지에서 이들 섬유소원이 분해되어 이용되는 정도는 섬유소원, 급여수준, 생체중, 효소제나 항생제의 첨가 등에 따라서 그 이용율에 많은 차이가 있다(Stanogias and Pearce, 1985). 기호성과 사료로서의 이용가치가 상대적으로 낮은 섬유질 사료는 낮은 온도 환경에서 대사에너지의 이용성을 높이고 사료섭취량을 증가시킨다(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 사료 섭취량이 증가하고 경제적 이익이 증가하였다고 보고하였으며, Varel 등(1984)은 알파파 등의 조사료를 돼지에서 90%까지 사용할 수 있다고 하였다. 이러한 연구는 기호성 및 사료가치가 낮은 섬유질 사료 내 cellulose나 lignin과 같이 가축이 소화 흡수하기 어려운 물질들을 미생물을 통하여 발효시켜 이용성을 높이는 동시에 사료로서의 영양가치의 증대와 사료비의 절감 효과를 가져 올 수 있다.

섬유소 사료 공급 시 육질에 미치는 영향에 관한 보고에서 Crampton 등(1954)은 비육시기에 조섬유 함량이 높은 사료를 섭취할 경우 돈육의 베이콘 질이 향상되었다고 보고 하였으며, 조 등(2005)은 호맥 사일리지를 비육시기의 거세돈 및 암퇘지에 첨가하여 급여시 육의 명도, 육색, 근내 지방도에 영향을 미쳤다고 보고하였다.

따라서, 본 연구는 호맥 사일리지의 사료가치 평가 및 출하 전 배합 사료에 조사료인 호맥 사일리지로 대체한 사료 급여 기간에 따른 생산성, 혈액성상 및 도체 특성에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 시험설계

시험 개시시 평균체중이 90.26 kg인 3원 교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc)의 비육돈 16두를 개별 케이지에 공시 하였으며, 30일간 단국대학교 부설 시험농장에서 개체별 사양시험을 실시하였다.

시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료에 NRC(1998)의 영양소 요구량에 따라 출하 시기까지 급여한 대조구(CON: 대조구), 대조구 사료에 호맥 사일리지를 각각 3% 첨가하여 출하 전 10일간 급여한 처리구(S10), 20일간 급여한 처리구(S20), 30일간 급여한 처리구(S30)로 4처리를 하였으며, 처리당 4반복, 반복당 1마리씩 1.8×1.8 m 크기의 돈

방에 사육하였다.

시험사료 및 사양관리

시험사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 14%의 crude protein, 0.67%의 lysine, 0.24%의 methionine, 0.53%의 calcium과 0.52%의 phosphorus를 함유하였고, 대조구와 처리구의 사료에는 각각 3,350 kcal ME/kg, 2.84%의 crude fiber와 3,237 kcal ME/kg, 3.15%의 crude fiber를 함유하였다(Table 1). 시험사료와 물은 자유로이 먹을 수 있도록 하였고, 체중 및 사료 섭취량은 개시 및 10일, 20일, 시험 종료시(30일)에 측정하여 일당중체량, 일당사료섭취량, 사료효율을 계산하였다.

영양소 소화율

영양소 소화율을 측정하기 위하여 표시물로 산화크롬(Cr_2O_3)을 사료내에 0.2% 첨가하여 사양 시험 종료 전, 항문 마사지법으로 분을 채취하여 분석에 이용하였다. 채취한 분은 60°C의 건조기에 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄 후 분석에 이용하였다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(1995)에 제시된 방법에 의해 분석하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experiment diets

Ingredients (%)	CON	Silage
Corn	66.39	62.77
Soybean Meal	13.47	13.90
Wheat grain	9.76	9.95
Rye silage	-	3.00
Rice bran	3.00	3.00
Soy oil	2.80	2.80
Molasses	2.58	2.58
Tricalcium phosphate	0.79	0.79
Limestone	0.63	0.63
Salt	0.25	0.25
Vitamin/mineral Premix ¹⁾	0.22	0.22
L-Lysine HCL	0.06	0.06
Antioxidant (Ethoxyqin 25%)	0.05	0.05
Chemical composition ²⁾		
ME (kcal/kg)	3,350	3,237
Crude protein (%)	14.00	14.00
Crude fiber (%)	2.84	3.15
Lysine (%)	0.67	0.67
Methionine (%)	0.24	0.24
Calcium (%)	0.53	0.53
Phosphorus (%)	0.52	0.52

¹⁾ 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 of Fe; 0.4 mg of Co; 0.15 mg of Se and 0.5 mg of I.

²⁾ Calculated values.

호맥 사일리지 제조 및 급여 방법

호맥의 파종은 9월 10일에 실시하여 이듬해 5월 20일 출수가 이루어진 시점에 수확하였다. 예취된 호맥은 절단기를 이용하여 5-7 cm 길이로 세절하였으며, 세절된 호맥은 200 L의 원통형 플라스틱에 진압하여 담은 후, 흡과 비닐을 이용하여 외부 공기와의 접촉을 차단시켜 보관하였다. 발효가 안정되는 시점인 40일째부터 개봉하여 1-1.5 cm로 세절하여 배합사료와 혼합 후 급여하였다.

혈액 내 cortisol 분석

혈액 채취는 시험 종료직후 경정맥(Jugular vein)에서 vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, USA)를 이용하여 혈액 5 mL를 채취하여 4°C에서 2,000×g로 30분간 원심분리하여 분석에 이용하였다.

Cortisol의 함량은 I¹²⁵ radioimmuno assay kit(coat-a-Count[®], Diagnostic Products, LA, Ca)를 이용하여 분석하였다.

도체특성

1) 공시재료

시험에 사용된 돈육은 도축 후 4°C 냉장고에 24시간 저장 후, 각 처리구별로 4두씩을 선별하여 이등분된 각 도체의 오른쪽 갈비뼈 9번째부터 등심 부위(*M. longissimus dorsi*)를 분할 정형하여 도체특성 분석에 이용하였다. 지방산 및 콜레스테롤 분석은 등심에서 돈피를 제거한 후 지방과 살코기를 분리하여 분석 시료로 이용하였다.

2) 육의 pH

pH는 도축 24시간 후 분할한 등심에서 살코기 부위를 분리하여 pH meter(77P, Istek, Korea)로 전극을 통해 육의 pH를 측정하였다.

3) 육색

육색은 Chromameter(CR-210, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter 값[L^{*}=명도(lightness), a^{*}=적색도(redness), b^{*}=황색도(yellowness)]으로 표시하였다. 이 때 표준평판은 L^{*}=89.2, a^{*}=0.921, b^{*}=0.783 인 calibration plate를 표준으로 사용하였으며, 4회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

4) 관능검사

관능검사는 5명의 관능검사 요원을 구성하여 수행하였다. 신선육은 육색(color:1-5), 조직감(firmness: 1-5) 및 근 내지방도(marbling: 1-5)는 National Pork Producers Council(NPPC)의 기준안에 의하여 조사하였다.

5) 등심면적

육의 등심면적은 도살 후 모든 시료를 구적기(MT-10S, MT precision, Japan)를 사용하여 측정하였다.

6) 지방산 분석

지방 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 10 g을 시료의 5-10배 folch 용액(chloroform : methanol= 2:1)에 2시간 추출한 후 분별깔대기에 filtering 하여 담고 0.8% KCl을 첨가하여 5분간 혼합한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰다. 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하고 filtering 하여 분리한 후 45°C에서 진공 농축기로 농축하여 추출하였다. 추출한 지방은 NaOH/0.5 N methanol 10 mL에 넣고 80-90°C에서 6분간 반응, 14% BF₃ 5 mL를 넣고 3분간 반응시키고, hexan 10 mL를 넣고 1분간 반응시켜 냉각시킨 후 포화 NaCl을 넣어 반응을 종결시킨 후 GC/FID로 분석하였다. 이때의 분석조건은 Varian CP-Sil 88 Column(100 m×0.25 mm×0.20 μm, Chrompack CP 7489, Varian, CA, USA)을 사용하였으며, column의 초기 온도는 160°C에서 시작하여 5°C/min의 속도로 225°C까지 온도를 상승시켰으며, 이때 injector와 detector(FID)의 온도는 각각 220°C와 250°C이었고, carrier gas He, split 1:100이었다.

7) 등지방 두께

등지방 두께 측정은 digital backfat indicator(Reno lean-meter[®], USA)를 이용하여 늑골(갈비뼈) 마지막 부위에서 시험 종료 시 측정하였다.

8) 콜레스테롤 분석

콜레스테롤 농도는 Folch 등(1957)의 방법으로 총 지질을 추출한 후 Zlatkis와 Zak(1969)의 방법으로 측정하였다.

통계처리

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

결과 및 고찰

사양성적

비육돈에 있어 호맥 사일리지의 급여 기간에 따른 증체량, 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다.

전체 사양시험 기간 동안 증체량은 각 처리구 간 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), 일당증체량도 0-30일간의

Table 2. Effect of feeding rye silage periods on growth performance in finishing pigs¹⁾

Items	CON ²⁾	S10 ²⁾	S20 ²⁾	S30 ²⁾	SE ³⁾
Body weight (kg)					
Initial weight	90.66	89.90	90.50	89.96	1.21
10 days	99.30	98.20	99.30	98.16	0.97
20 days	107.82	106.46	107.02	106.08	0.96
Final weight	115.20	113.70	114.16	113.40	0.81
0-10 days					
Average daily gain (kg)	0.864	0.830	0.880	0.820	0.06
Average daily feed intake (kg)	2.076	1.989	2.041	1.996	0.07
Gain/feed	0.416	0.376	0.431	0.411	0.03
10-20 days					
Average daily gain (kg)	0.852	0.826	0.772	0.792	0.05
Average daily feed intake (kg)	2.245 ^a	2.209 ^{ab}	2.008 ^b	2.143 ^{ab}	0.04
Gain/feed	0.380	0.374	0.384	0.370	0.03
20-30 days					
Average daily gain (kg)	0.738	0.724	0.714	0.732	0.03
Average daily feed intake (kg)	2.352 ^a	2.264 ^{ab}	2.144 ^b	2.188 ^b	0.04
Gain/feed	0.314	0.320	0.338	0.335	0.01
0-30 days					
Average daily gain (kg)	0.818	0.793	0.789	0.781	0.03
Average daily feed intake (kg)	2.224 ^a	2.154 ^b	2.064 ^c	2.109 ^{bc}	0.02
Gain/feed	0.369	0.368	0.382	0.370	0.01

¹⁾ Sixteen pigs with an average initial body weight of 90.26 kg.

²⁾ Abbreviated CON, dietary basal diet for 30 days; S10, diet added 3% of rye silage for 10 days; S20, diet added 3% of rye silage for 20 days; S30, diet added 3% of rye silage for 30 days.

³⁾ Pooled standard error.

^{a,b,c} Means in the same row with difference superscripts differ ($p < 0.05$).

전 기간 동안 처리구 간 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 일당사료섭취량에 있어서 10-20일간은 대조구가 S20구에 비해 사료섭취량이 높았고($p < 0.05$), 20-30일간은 대조구가 S20, S30구에 비해 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 일당 사료섭취량에 있어서 0-30일간의 전체 사양시험 기간 동안은 대조구가 다른 처리구와 비교하여 가장 높은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 사료효율은 전체 사양 시험기간 동안에 통계적으로 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$).

박 등(1983)은 3원교잡종 육성돈에 밀기울을 갈대분말로 대체(3%, 6%, 9%)하여도 증체량에서 유의적인 차이가 없었으나 밀기울을 3%와 9% 갈대분말로 대체한 처리구에서는 사료 섭취량이 증가하는 경향을 나타냈으며 섭취량이 증가함에 따라 사료효율은 감소하는 경향이 있다고 보고하였다. 남(2004)은 평균일령 130일인 흑돈(Berkshire)에 느타리버섯 부산물 사일리지 급여시 첨가량이 증가할수록 사료섭취량과 일일사료섭취량이 높게 나타났다고 보고하였으며, 조 등(2005)은 호맥 사일리지를 3원교잡종 비육돈 사료 내 첨가하여 급여시 호맥 사일리지를 첨가한 처리구의 사료섭취량이 대조구에 비하여 높은 결과를 나타내어 본 시험과 상이한 결과를 나타내었다.

Sakaguchi 등(1997)은 에너지 수준의 변화 정도가 크면

사료 섭취량이 증가를 보이거나, 에너지 수준 변화가 적으면 기호성 문제로 사료 섭취량이 감소를 보인다고 하였다. Whittemore와 Elsely(1977)은 돼지 사료 내 조섬유 수준 증가시 에너지 수준이 감소하여 에너지 보충을 위해 사료 섭취량이 증가한다고 보고하였으나, 본 시험에서는 호맥 사일리지를 급여한 처리구에서 사료 섭취량이 감소하였다. 이러한 결과는 에너지 수준의 차이가 크지 않았고, 호맥 사일리지의 첨가에 따른 사료 내 조섬유 함량의 증가로 인한 포만감 때문인 것으로 사료된다.

본 시험의 결과 호맥 사일리지의 급여와 급여시기에 따른 사료섭취량의 감소가 나타났으며, 호맥 사일리지의 첨가와 에너지 수준이 비육돈의 생산성에 미치는 영향에 대해 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

영양소 소화율

비육돈에 있어 호맥 사일리지의 급여 기간에 따른 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 건물 소화율은 S20구가 S30구에 비해 높게 나타났으며($p < 0.05$), 질소 소화율에서는 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$).

사료 내 식이섬유 첨가는 위와 장관 내 소화물의 통과

Table 3. Effects of feeding rye silage periods on nutrient digestibility in finishing pigs¹⁾

Items (%)	CON ²⁾	S10 ²⁾	S20 ²⁾	S30 ²⁾	SE ³⁾
Dry matter	85.06 ^{ab}	84.66 ^{ab}	85.68 ^a	84.09 ^b	0.47
Nitrogen	84.31	84.66	84.37	83.53	0.49

¹⁾ Sixteen pigs with an average initial body weight of 90.26 kg.

²⁾ Abbreviated CON, dietary basal diet for 30 days; S10, diet added 3% of rye silage for 10 days; S20, diet added 3% of rye silage for 20 days; S30, diet added 3% of rye silage for 30 days.

³⁾ Pooled standard error.

^{a,b} Means in the same row with difference superscripts differ ($p < 0.05$)

을 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).

Sakaguchi 등(1997)은 사료 내 섬유소 함량이 증가할수록 건물 소화율이 감소한다고 보고하였고, Zervas와 Zijlstra (2002)는 육성돈의 섬유소 섭취는 질소 소화율에 영향을 미치지 않는다고 하여 본 시험과 유사한 결과를 나타내었다. 그러나, 한 등(2005)의 사료 내 식이섬유의 첨가는 이 유자돈의 영양소 소화율을 개선시켰다는 보고와 조 등(2005)의 비육돈에 호맥 사일리지를 급여 시 소화율이 개선되었다고 보고는 본 시험의 결과와 상이하였다.

본 실험의 호맥 사일리지의 급여가 질소 소화율에는 영향을 미치지 못했으나, 시기별 급여기간에 따른 건물 소화율에서는 차이가 나타났으며, 이러한 결과는 섬유소의 섭취기간에 따른 소화기관 발달과 이용성 차이 때문인 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of dietary rye silage periods on blood cortisol concentration in finishing pigs¹⁾

Items (ug/dl)	CON ²⁾	S10 ²⁾	S20 ²⁾	S30 ²⁾	SE ³⁾
30 days	4.4 ^a	3.67 ^{ab}	2.88 ^{bc}	2.50 ^c	0.29

¹⁾ Sixteen pigs with an average initial body weight of 90.26 kg.

²⁾ Abbreviated CON, dietary basal diet for 30 days; S10, diet added 3% of rye silage for 10 days; S20, diet added 3% of rye silage for 20 days; S30, diet added 3% of rye silage for 30 days.

³⁾ Pooled standard error.

^{a,b,c} Means in the same row with difference superscripts differ ($p < 0.05$).

혈액 내 cortisol 함량

비육돈에 있어 호맥 사일리지의 급여 기간에 따른 혈액 내 cortisol의 함량은 Table 4에 나타내었다. 대조구에서 혈 중 cortisol 함량이 가장 높게 나타났으며, 호맥 사일리지의 급여 기간이 증가할수록 cortisol 함량이 낮게 나타났다($p < 0.05$).

Noh(1998)는 운동 스트레스가 cortisol의 증가를 가져온다고 하였으며, 유럽에서는 임신돈 사료의 제한급여로 인한 스트레스를 최소화하기 위한 방법으로 조사료를 급여하고 있다(Zoiopoulos *et al.*, 1982; Zoiopoulos *et al.*, 1983). 본 실험에서 나타난 결과로 알 수 있듯이 임신돈에서와 같이 비육돈에 조사료인 호맥 사일리지를 급여 하였을 경우 사료섭취량이 적더라도 포만감을 주어 스트레스를 감소시키는 효과를 가져 올 수 있을 것으로 판단되며, 돼지에 있어서 조사료 급여가 스트레스에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

도체특성

호맥 사일리지 급여 기간에 따른 비육돈의 도체특성 및 등지방 두께는 Table 5에 나타내었다. 명도를 나타내는 L*

Table 5. Effect of feeding rye silage periods on carcass characteristics in finishing pigs¹⁾

Items	CON ²⁾	S10 ²⁾	S20 ²⁾	S30 ²⁾	SE ³⁾
Meat color					
Lightness (L*)	41.95	41.90	42.23	45.43	1.46
Redness (a*)	7.10	8.25	8.00	7.15	0.68
Yellowness (b*)	3.27	3.82	4.30	4.72	0.61
Sensory evaluation					
Color	2.75	2.75	2.89	2.82	0.09
Marbling	2.00	2.33	2.42	2.58	0.26
Firmness	2.67	2.33	2.17	2.75	0.22
pH	5.54	5.51	5.49	5.51	0.01
<i>Longissimus dorsi</i> area (cm ²)	49.32	49.81	50.85	53.36	2.81
Backfat thickness (mm)	20.82 ^a	19.12 ^{ab}	18.53 ^b	17.27 ^b	0.62

¹⁾ Sixteen pigs with an average initial body weight of 90.26 kg.

²⁾ Abbreviated CON, dietary basal diet for 30 days; S10, diet added 3% of rye silage for 10 days; S20, diet added 3% of rye silage for 20 days; S30, diet added 3% of rye silage for 30 days.

³⁾ Pooled standard error.

^{a,b} Means in the same row with difference superscripts differ ($p < 0.05$).

값, 적색도를 나타내는 a*-값, 황색도를 나타내는 b*-값은 처리구간에 유의적 차이가 없었으며($p>0.05$), 육의 관능평가 결과, pH 및 등심단면적은 처리구간에 유의적 차이가 없었다($p>0.05$). Vit A는 호맥 사일리지 또는 식물 내에서 Vit A로 존재하지 않고 전구물질인 carotene으로 존재하며, 그 중 활성이 강한 β -carotene은 황색효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(한, 1996). 가금류에 있어서 carotenoid 농도와 화학적 성질에 따라 간, 피부, 정강이 그리고 난황과 같은 노란색을 띠는 부위에 이들 화합물을 저장하는 능력이 있다고 하였으며(Allen, 1988), 일반적으로 사료 내 함유된 β -carotene과 xanthophyll의 함유량에 따라 계란의 난황과 육색등의 색깔이 좌우된다고 하였다(나재천, 2003). 호맥 사일리지를 오랜 기간 섭취한 S30구에서 황색도의 증가하는 경향을 보였는데, 이는 호맥 사일리지에 함유된 β -carotene에 영향을 받은 것으로 사료된다.

등지방 두께에서는 대조구가 S20 및 S30구에 비해 두 겹께 나타났으며($p<0.05$), 호맥 사일리지의 급여 기간이 증가할수록 등지방 두께가 얇아지는 경향을 나타내었다. Chung 등(1985)에 의하면 비육돈의 등지방 두께는 사료 내 에너지 수준에 영향을 받는다고 보고하였고, Hale(1979)은 사료 내 에너지 수준이 높을수록 등지방 두께가 두꺼워진다고 보고하였다. 본 시험에서는 호맥 사일리지의 첨가와 급여기간의 증가에 따른 에너지 수준의 감소로 인하여 등지방 두께가 얇아진 것으로 사료되며, 호맥 사일리지를 출하 전 20일 이상 급여 시 등지방 두께가 얇아지는 효과를 기대할 수 있을 것으로 본다.

육의 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량

호맥 사일리지 급여기간에 따른 살코기 및 지방 내 돈육의 지방산 조성은 Table 6과 Table 7에 나타내었다. 살코기 내 지방산 함량에서 palmitate는 S10구에서 다른 처리구와 비교하여 낮게 나타났으며($p<0.05$), stearate 및 total SFA는 대조구가 가장 높았다($p<0.05$). Oleate 및 total MUFA는 대조구가 호맥 사일리지를 급여한 다른 처리구에 비해 낮은 함량을 나타내었으며($p<0.05$), total PUFA 및 UFA/SFA는 S10구가 가장 높게 나타났으며($p<0.05$). 지방 내 지방산 함량에서 oleate와 total MUFA는 S20구 및 S30구가 다른 처리구와 비교하여 높게 나타났으며($p<0.05$), total PUFA는 S20구가 대조구와 비교하여 높은 함량을 나타내었다.

살코기와 지방 내에 콜레스테롤 함량은 Table 8에 나타내었다. 호맥 사일리지를 급여한 기간이 길수록 콜레스테롤 함량이 낮아지는 경향을 보였으나 전 처리구 간에 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$).

Oleate는 단일 불포화지방산으로서 다량 섭취 시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤의 감소를 가져오므로 동맥경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있다고 보고하였으며(Grundy, 1986), Sturdivant 등(1992)은 건강을 위해 palmitate 같은 포화지방산을 oleate로 대체한 식욕을 섭취할 것을 권장한 바 있다. 살코기 내 지방산 조성은 oleate, palmitate, stearate 순이었으며 지방 내에서는 oleate, palmitate, linoleate 순으로 나타났으며, 김 등(1998)은 일반적으로 돈육의 지방산 조성에서 oleate 함량이 가장 많았다고 보고하여 본 시험과 일치 하였다. 또한, Hilditch 등(1984)은 돈

Table 6. Effects of feeding rye silage periods on fatty acid composition of lean¹⁾

Fatty acid (%)	Lean				SE ³⁾
	CON ²⁾	S10 ²⁾	S20 ²⁾	S30 ²⁾	
Myristate (C14:0)	1.60	1.74	1.66	1.67	0.05
Palmitate (C16:0)	25.47 ^{ab}	24.71 ^b	25.12 ^{ab}	25.73 ^a	0.30
Stearate (C18:0)	12.21 ^a	10.27 ^b	10.01 ^b	9.66 ^b	0.33
Arachidate (C20:0)	0.72 ^a	0.68 ^{ab}	0.62 ^{ab}	0.58 ^b	0.04
Total SFA	40.00 ^a	37.39 ^b	37.41 ^b	37.64 ^b	0.26
Palmitoleate (C16:1n7)	2.74 ^b	4.06 ^a	4.20 ^a	4.46 ^b	0.16
Oleate (C18:1n9)	36.39 ^c	39.56 ^b	41.04 ^a	40.69 ^a	0.35
11-Eicosenoate (C20:1n9)	0.31 ^b	0.51 ^a	0.46 ^a	0.54 ^a	0.02
Erudate (C22:1n9)	1.52	1.49	1.54	1.29	0.12
Total MUFA	41.19 ^c	45.62 ^b	47.24 ^a	46.75 ^{ab}	0.42
Linoleate (c20:4n6)	11.36 ^b	13.08 ^a	8.94 ^c	9.92 ^c	0.43
Total ω 6	11.36 ^b	13.08 ^a	8.94 ^c	9.92 ^c	0.43
Total PUFA	11.36 ^b	13.08 ^a	8.94 ^c	9.92 ^c	0.43
Total UFA/SFA	1.31 ^c	1.57 ^a	1.50 ^b	1.51 ^b	0.02

¹⁾ Sixteen pigs with an average initial body weight of 90.26 kg.

²⁾ Abbreviated CON, dietary basal diet for 30 days; S10, diet added 3% of rye silage for 10 days; S20, diet added 3% of rye silage for 20 days; S30, diet added 3% of rye silage for 30 days.

³⁾ Pooled standard error.

^{a,b,c} Means in the same row with difference superscripts differ ($p<0.05$).

Table 7. Effects of feeding rye silage periods on fatty acid composition of fat¹⁾

Fatty acid (%)	Fat				
	CON ²⁾	S10 ²⁾	S20 ²⁾	S30 ²⁾	SE ³⁾
Myristate (C14:0)	1.20	1.49	1.45	1.51	0.18
Palmitate (C16:0)	24.00	23.47	22.08	22.02	0.63
Stearate (C18:0)	10.25	10.92	10.58	9.28	0.65
Arachidate (C20:0)	0.75	0.69	0.73	0.67	0.02
Total SFA	36.20	36.56	34.85	33.48	1.35
Myristoleate (C14:1n5)	0.04	0.05	0.04	0.04	0.01
Palmitoleate (C16:1n7)	1.89 ^c	2.09 ^{bc}	2.37 ^a	2.26 ^{ab}	0.08
Oleate (C18:1n9)	35.78 ^b	35.61 ^b	37.29 ^a	37.25 ^a	0.38
11-Eicosenoate (C20:1n9)	0.95 ^a	0.82 ^b	0.79 ^b	0.91 ^{ab}	0.34
Erudate (C22:1n9)	0.25	0.23	0.22	0.24	0.01
Total MUFA	38.90 ^b	38.79 ^b	40.71 ^a	40.70 ^a	0.48
Linoleate (C20:4n6)	14.44 ^b	15.76 ^{ab}	17.20 ^a	16.74 ^{ab}	0.75
11,14-Eicosadienoate (C20:2n6)	0.49	0.47	0.56	0.49	0.04
Arachidonate (C20:4n6)	0.10	0.10	0.11	0.11	0.01
Total ω6	15.03 ^b	16.33 ^{ab}	17.86 ^a	17.34 ^{ab}	0.79
Linolenate (C18:3n3)	0.12	0.13	0.10	0.10	0.01
Total ω3	0.12	0.13	0.10	0.10	0.01
Total PUFA	15.15 ^b	16.46 ^{ab}	17.96 ^a	17.44 ^{ab}	0.79
Total UFA/SFA	1.51	1.51	1.69	1.74	0.08

¹⁾ Sixteen pigs with an average initial body weight of 90.26 kg.

²⁾ Abbreviated CON, dietary basal diet for 30 days; S10, diet added 3% of rye silage for 10 days; S20, diet added 3% of rye silage for 20 days; S30, diet added 3% of rye silage for 30 days.

³⁾ Pooled standard error.

^{a,b,c} Means in the same row with difference superscripts differ ($p < 0.05$).

육 지질 조성에 관한 연구에서는 주요 지방산은 포화지방산에서는 palmitate, 불포화지방산에서는 oleate의 함량이 가장 높았다고 보고하여 본 시험과 일치하였다. 조 등 (2005)은 호맥 사일리지를 첨가한 처리구가 대조구와 비교하여 stearate 및 포화지방산 함량이 낮았다고 보고하였다. 또한, 남(2004)의 보고에서는 느타리버섯 부산물 사일리지를 첨가한 처리구가 대조구와 비교하여 포화지방산함량은 낮았고, oleate 함량이 높게 나타나 본 시험과 동일한 결과를 보였다.

살코기 내에서는 호맥 사일리지를 급여한 처리구가 대조구와 비교하여 포화지방산 함량은 낮고 불포화지방산 비율은 유의적으로 높게 나타났으며, 지방 내에서는 불포화지방산 비율이 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과

는 살코기와 지방의 지방산 조성에 긍정적인 효과를 나타내었으며, 고급육 생산을 위해 호맥 사일리지와 같은 조섬유의 급여 효과에 대한 체계적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 호맥 사일리지의 급여와 급여기간이 비육돈의 생산성, 혈액성상 및 도체특성에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 시험을 실시하였다. 3원 교잡종 (Landrace×Yorkshire×Duroc) 비육돈 16두를 공시하였으며 시험 개시시 체중이 90.26 kg이었고 30일간 개체별 사양 시험을 실시하였다. 시험설계는 호맥 사일리지의 급여기간에 따라 출하 전 10일간 급여한 처리구(S10), 20일간 급여한 처리구(S20), 30일간 급여한 처리구(S30)로 4처리를 하여 처리당 4반복, 반복당 1마리씩 1.8×1.8 m 크기의 돈방에 개별 사육하였다. 사양시험 기간 동안 일당중체량 및 사료효율은 처리구간 유의적인 차이가 없었고($p > 0.05$), 사료섭취량은 대조구가 다른 처리구와 비교하여 높게 나타났다($p < 0.05$). 영양소 소화율에서는 S20처리구가 S30처리구와 비교하여 높게 나타났으며($p < 0.05$), 혈액 내 cortisol 함량의 변화는 호맥 사일리지를 급여한 처리구가 대조구와 비교하여 감소하였다($p < 0.05$). 육질특성은 처리구 간

Table 8. Effects of feeding rye silage periods on cholesterol contents of pork¹⁾

Items (mg/100g)	CON ²⁾	S10 ²⁾	S20 ²⁾	S30 ²⁾	SE ³⁾
Lean	43.29	41.46	39.52	39.57	3.26
Fat	89.61	83.61	84.99	83.38	3.49

¹⁾ Sixteen pigs with an average initial body weight of 90.26 kg.

²⁾ Abbreviated CON, dietary basal diet for 30 days; S10, diet added 3% of rye silage for 10 days; S20, diet added 3% of rye silage for 20 days; S30, diet added 3% of rye silage for 30 days.

³⁾ Pooled standard error.

유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), 등지방 두께는 대조구가 S20, S30처리구에 비하여 두껍게 나타났다($p<0.05$). 살코기 내 지방산 조성을 살펴보면 stearate, total SFA 및 UFA/SFA는 대조구가 다른 처리구와 비교하여 높은 함량을 나타냈으나, total MUFA는 유의적으로 낮은 함량을 나타냈다($p<0.05$). 지방 내 지방산 조성은 oleate 와 total MUFA는 S20처리구와 S30처리구가 다른 처리구와 비교하여 높게 나타났다($p<0.05$). 결론적으로, 비육돈 사료 내 호맥 사일리지의 급여 및 급여기간은 사료섭취량, 건물소화율에 영향을 미쳤으며, 혈액 내 cortisol 함량, 등지방 두께 및 육의 지방산 조성에 긍정적인 영향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Allen, P. C. (1988) Physiological basis for carotenoid malabsorption during coccidiosis. *Proc. Maryland Nutr. Conf.* **11**, 18-23.
- AOAC. (1995) Official method of analysis. 16th ed. Association of official Analytical Chemists. Washington, D. C.
- Briggle, L. W. (1959) Growing rye. USDA Farmers Bull. No. 2145, pp. 16.
- 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.
- 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.
- Davidson, M. H. and McDonald, A. (1998) Fiber: Forms and function. *Nutr. Res.* **18**, 617-642.
- Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* **11**, 1-14.
- Farrell, D. J. and K. A. Johnson. (1970) Utilization of cellulose by pigs and its effects on caecal function. *Anim. Production* **14**, 209-217.
- 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.
- Grundy S. M. (1986) Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *Nat. Eng. J. Med.* **314**, 735-751.
- Hale, O. M. and Newton, G. L. (1979) Effect of a nonviable lactobacillus species fermentation product on performance of pig. *J. Anim. Sci.* **48**, 770-775.
- 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.
- Hilditch, T.P., Jones, E. C., and Rhead, A. J. (1984) The body fats of the han. *J. Biochem.* **28**, 786-792.
- Imoto, S. and S. Namioka. (1978) VFA production in the pig large intestine. *J. Animal Sci.* **47**, 467-478.
- Noh, K. S. (1998) The effects of walking exercise on ACTH, Cortisol and endorphin. *Kor. Med. Sports* **16**, 223-237.
- NRC. (1998) Nutrient Requirements of swine. National Research Council, Academy Press.
- 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 (Eds: Piva, A., Bach Kundsen, K. E., and Linberg, J. E.). 1st ed. Nottingham, Nottingham University Press 85.
- Salobir, J. Vlaknina v prehrani prasicev. (1999) In: Zbornik predavanjn 8. posvetoanja o prehrani domacih zivali. Zadravcevi-Erjavcevi dnevi, radenci. Murska Sobota, zivinorejko veterinarski zavod za Pomurje, 133.
- 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**, 287-302
- SAS (1996) SAS user's guide: Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- 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.
- Stanogias, G. and Pearce, G. R. (1985) The digestior of fiber by pigs 2. Volatile fatty acid concentrations in large intestine digesta. *Brit. J. Nutr.* **53**, 531-536.
- Sturdivant, C. A., Lunt, D. K., Smith, G. C., and Smith. S. B. (1992) Fatty acid composition of sudcutaneous and intramuscular adipose tissues and *M. longissimus dorsi* of Wagyu cattle. *Meat Sci.* **32**, 449-458.
- Varel, V. M., Pond, W. G., and Yen. J. T. (1984) Influence of dietary fiber on the performance and cellulase activity of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* **59**, 388-393.
- 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.
- Zervas, S. and Zijlstra, R. T. (2002) Effects of dietary and oathull fiber on nitrogen excretion patterns and postprandial plasma urea profiles in grower pigs. *J. Anim. Sci.* **80**, 3238-3246.
- Zlatkis, A. and Zak, B. (1969) Study of a new cholesterol reagent. *Anal. Biochem.* **29**, 143-148.
- Zoiopoulos, P. E., English, P. R., and Topps, J. H. (1982) High fiber diets for ad libitum feeding of sows during lactation. *Anim. Prod. J. Agric. Sci.* **59**, 381-385.
- 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.
- 김동암, 성경일, 권찬호 (1986) 파종기와 파종량이 사초용 호밀의 생육특성, 월동성, 건물수량에 미치는 영향. *한초지* **6**, 164-168.

31. 김일석, 민중석, 이무하 (1998) 수입산 및 국내산 냉동 삼겹살의 TBA, VBN, 지방산 조성 및 관능적 품질 특성 비교. 한국동물자원학회지 **40**, 507-516.
32. 나재천 (2003) Carotenoid의 급여가 산란노계의 도체 착색에 미치는 영향. 한국가금학회 제20차 정기총회 및 학술발표회. pp. 9-27.
33. 남기윤 (2004) 느타리버섯 부산물 사일리지 급여가 흑돈의 생산형질, 도체특성 및 육질에 미치는 영향. 진주산업대학교 석사학위논문.
34. 박종만, 전우복, 한인규, 연정웅, 권관, 유문일, 명규호 (1983) 갈대의 사료자원 개발에 관한 연구. I. 육성돈에 대한 갈대의 사료적 가치. 한국동물자원학회지 **25**, 210-218.
35. 조진호, 한영근, 민병준, 진영걸, 김해진, 유종상, 김정우, 김인호 (2005) 호맥 사일리지의 급여가 비육돈의 생산성, 혈액 성분 및 도체 특성에 미치는 효과. 한국축산식품학회지 **25**, 449-457.
36. 한인규, 최창애, 박태진, 정숙근. (1967) 고구마 양돈사료에 관한시험. 축산시험연구보고. pp. 453-481.
37. 한인규 (1996) 동물영양학. 신평출판사, 서울, pp. 162-165.
38. 한영근, 한국열, 이지훈 (2005) 난용성 식이섬유의 첨가가 이유자돈의 생산성 및 영양소 소화율에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 **47**, 565-572.

(2006. 12. 21. 접수/2007. 7. 11. 채택)