

후보돈에서 호맥 사일리지의 급여와 사료의 제한급여가 생산성과 번식능력에 미치는 효과

조진호* · 한영근** · 민병준* · 진영걸* · 김해진* · 유종상* · 김정우* · 김인호*

단국대학교 동물자원과학과*, 농협중앙회 축산연구소**

Effect of Feeding Rye Silage and Feed Restriction on both Growth and Reproductive Performances in Replacing Gilts

J. H. Cho*, Y. K. Han**, B. J. Min*, Y. J. Chen*, H. J. Kim*, J. S. Yoo*, J. W. Kim* and I. H. Kim*

Department of Animal Resource & Sciences, Dankook University*, National Agricultural Co-operative Federation, Anseong, Korea**

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of feeding rye silage and feed restriction on both growth and reproductive performances in replacing gilts. Twenty four replacing gilts (Landrace × Yorkshire, 67.63 ± 1.17 kg initial BW) were used in 49 d growth assay. Dietary treatments were included 1) CON(basal diet), 2) S15(15% feed restriction + *ad libitum* rye silage) and 3) S30(30% feed restriction + *ad libitum* rye silage). In growth performance, average daily gain and average daily feed intake were the highest in CON among treatments(P<0.05). Average daily silage intake was not significantly different between S15 and S30 treatments(P>0.05). Feed conversion ratio was the lowest in CON among treatments(P<0.05). Average silage intake of S15 and S30 treatments was increased as time goes by(P<0.05). While all gilts of S15 and S30 treatments became pregnant, one gilt of CON became pregnant. Also, first estrus and mating were occurred earlier in S15 and S30 than those of CON. In conclusion, 15% feed restriction and feeding rye silage reduced growth performance, reached earlier to first estrus and increased pregnancy rate in replacing gilts.

(Key words : Rye silage, Performance, First estrus, Pregnancy rate, Replacing gilts)

I. 서 론

임신돈의 분만전후에 나타나는 심한 변비는 무유증과 결부 될 수 있어 충분한 물섭취와 고섬유질 사료의 급여가 필요하다(Ramonent 등, 1999). 또한, 임신돈은 연산성 유지 및 자돈의 성장 극대화를 위한 사료량의 제한에 따라 스트레스를 받게 되는데(King, 1989), 이러한 스트레스를 최소화하기 위해 유럽에서는 조사료를

급여하여 임신돈에 있어서는 포만감을 형성하고(Zoiopoulos 등 1982; Zoiopoulos 등 1983), 포유돈에 있어서는 변비를 방지하는(Mroz 등, 1986) 등의 효과가 보고되고 있다.

번식을 위한 후보돈에서는 같은 일령의 육성-비육돈과 달리 지나치게 비육시키지 않아야 하고 사료를 자유 급식하여 지나치게 비육하게 되면 성성숙이나 번식 성적에 지장을 주게 된다. 또한, 후보돈에게 적절한 제한급여는 중부

Corresponding author : Dr. 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

전까지 경제적으로 사료를 절약할 수 있고 임신 후 강정사양으로 인한 임신돈의 성장효율과 번식성적을 향상시킬 수 있다(Klindt 등, 2001). Klindt 등(1999)은 성성숙전의 미경산돈에서 사료를 26% 제한하였을 때, 임신 후 30일까지의 번식 성적에 영향을 미친다고 하였고 Herrmann 등(1979)은 제한급여를 함으로서 미경산돈의 발정율을 증가시키고 발정주기를 단축시킨다고 보고하였다. 이와 같이 후보돈의 번식성적에 있어서 제한급여의 효과는 많은 연구에 의해 밝혀져 왔으나 임신돈에서와 같이 조사료를 후보돈에게 급여한 연구는 전무한 실정이다. Ensminger 등(1994)은 후보돈의 비육을 막기 위해 사료에 상당량의 조사료를 첨가할 필요가 있다고 보고하여 후보돈에게 조사료를 급여한다면 임신돈에서와 마찬가지로 제한급여로 인한 스트레스를 최소화하여 번식성적에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

호맥은 환경에 대한 적응성이 우수하여 척박한 토양조건 하에서 잘 자랄 수 있고(Walker와 Morey, 1962) 내한성에 강하여(Briggle, 1959) 우리나라의 중, 북부 지방에서 월동이 가능하기 때문에 중요한 조사료 공급원으로 이용될 수 있다. 또한, 논에서 벼와 2모작이 가능한 작물이고, 겨울철 유휴 농지를 이용하여 동계 사료작물로 재배할 수 있다.

따라서, 본 연구는 중요한 조사료원으로 이용될 수 있고 식이섬유 함량이 높은 호맥을 사일리지로 제조하여 번식 후보돈에 급여함과 동시에 배합사료량을 제한하였을 때 후보돈의 생산성, 첫 발정시기, 종부시기 및 임신율에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

해당 종돈장(신창봉 종돈장, 문막)의 선발기준에 의하여 선발된 후보돈(Landrace × Yorkshire) 24두를 공시하였다. 시험 개시시 평균체중은 67.63 ± 1.17 kg이었고 사양시험은 49일간 실시하였다. 시험설계는 1) CON(basal diet), 2) S15

(15% feed restriction + *ad libitum* rye silage), 3) S30(30% feed restriction + *ad libitum* rye silage)로 3처리로 하여 처리 당 8반복, 반복 당 1마리씩 1.2×2.0 m 크기의 돈방에 개별 수용하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

시험사료는 NRC(1998) 요구량을 기준으로 배합한 옥수수-대두박 위주의 사료로서 Table 1에서 보는 바와 같다. CON구는 배합사료를 자유섭취 하도록 하였고, S15구와 S30구는 CON구의 섭취량을 참고로 하여 매일 15%와 30%를 제한하여 오전 8시와 오후 2시에 각각 급여하였고 물은 자유로이 먹을 수 있도록 하였다.

Table 1. Formulation and chemical composition of basal diets

Ingredients	%
Corn	42.00
Wheat	29.00
Soybean Meal	19.60
Tallow	3.60
Molasses	3.00
Wheat bran	1.07
Tricalcium phosphate	0.60
Yeast culture	0.30
Salt	0.25
Limestone	0.20
Vitamin/mineral premix ¹⁾	0.20
Choline chloride 25%	0.10
Phytase	0.08
Chemical composition ²⁾	
Metabolizable energy(kcal/kg)	3,350
Crude protein(%)	14.00
Lysine(%)	0.70
Methionine(%)	0.26
Calcium(%)	0.60
Phosphorus(%)	0.50

¹⁾ Provided per kg of complex 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 .

²⁾ Calculated values.

체중 및 사료 섭취량은 7일 마다 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료요구율을 계산하였다.

3. 호맥 사일리지 제조, 급여 방법 및 화학적 조성

호맥의 파종은 9월 10일에 실시하여 이듬해 5월 20일 출수가 이루어진 시점에 수확하였다. 예취된 호맥은 절단기를 이용하여 5~7 cm 길이로 세절하였으며, 세절된 호맥은 200 L 원통형 플라스틱에 진압하며 담은 후, 비닐과 흙을 이용하여 외부공기의 접촉을 차단시켜 보관하였으며, 발효가 안정된 시점인 40일째부터 개봉하여 1~2 cm로 세절하여 배합사료를 완전히 섭취한 후 무제한 급여하였다. 호맥 사일리지의 섭취량은 7일 마다 측정하여 계산하였으며 호맥 사일리지의 화학적 조성은 조단백질 3.5%, 조지방 1.0%, 조섬유 10.8%, 조회분 2.5%, 가용무질소물 12.5%, 건물 30.3% 및 수분 69.7% 이었다. 60일간의 저장기간 동안 중 30일부터 호맥 사일리지의 pH 및 유기산 함량은 3.96 및 3.18(ppm)으로 변화가 없었다.

4. 호맥 사일리지의 pH 및 유기산 함량의 변화

생산된 호맥 사일리지의 pH 및 유기산 함량의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 30일간 발효 후 호맥 사일리지의 pH는 3.98 이었으며, 40일에서 60일까지 10일 간격으로 측정한 결과 호맥 사일리지의 pH는 3.86~4.03이었다. Van Soest (1982)는 사일리지의 pH는 4.4 이하가 적절하다고 보고하였다. 30일에서 60일까지 10일 간격으로 호맥 사일리지의 유기산을 측정한 결과 총 유기산 중 Lactic acid의 함량은 평균 66%로 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 호맥 사일리지의 pH가 4 이하로 낮게 유지됨으로써 부패균의 증식은 억제되고 유산균의 발효가 활발히 일어난 것으로 사료된다.

5. 후보돈 발정확인, 수정 및 임신확인

발정확인은 육안으로 개체별로 실시하여 기록하였으며, 발정이 확인된 개체는 2차 발정시에 인공수정을 실시하였다. 수정 후 발정이 일어나지 않은 개체는 임신진단기 (Scanner 100 LC, Piomedical Netherland)를 이용하여 임신여부를 확인하였다.

6. 분석방법

시험에 이용한 사일리지의 건물, 조회분, 조단백질, 조섬유 및 조지방의 함량은 AOAC(1995) 방법에 준하여 분석하였으며, Nitrogen free extract의 함량은 100 - (Water + Crude protein + Crude fiber + Crude ash + Ether extract)으로 계산하였다. pH는 시료 3 g을 증류수 27 ml와 함께 균질기로 1,400 ppm에서 30초간 균질하여 pH-meter (Orion 50A, USA)로 측정하였고 휘발성지방산은 시료 5 g을 취하여 10 N H₂SO₄ 25 ml과 증류수를 첨가한 후, 수증기를 증류하였다. 유출액에 phenolphthalein 2~3 방울을 첨가한 후, 0.1N NaOH를 첨가하였다. 이 용액을 rotary evaporator를 이용하여 건조시킨 후, phosphoric acid 1 ml를 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.

7. 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. 사일리지를 급여한 개체의 체중 증가에 따른 사일리지의 섭취량의 관련성 및 사일리지 섭취량에 따른 일당증체량, 일당배합사료섭취량과 사료요구율의 관련성을 검증하기 위하여 SAS(Ver. 8.2)를 이용하여 단순회귀식을 이용한 분석을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생산성

후보돈에 대한 호맥 사일리지의 급여가 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타난 바와 같다. 일당증체량에서는 후보돈에게 배합사료를 무제한 급여한 CON구가 가장 높았고 S15구, S30구 순으로 나타났다(P<0.05). 일당사료 섭취량은 CON구가 다른 처리구와 비교하여 가장 높은 결과를 보였고 S30구가 가장 낮게 나타났다(P<0.05). 사료요구율에서도 CON구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 낮은 결과를 보였다(P<0.05). 본 시험에서 후보돈에게 배합사료 무제한 급여, 배합사료 15% 제한급여 및 배합사료 30% 제한 급여는 일당증체량, 일당사료 섭취량 및 사료요구율에 영향을 미쳤고 호맥 사일리지의 섭취량은 배합사료 급여량의 제한(15%에서 30%)에도 불구하고 크게 증가하지 않았다(P>0.05). 또한, 호맥 사일리지를 급여한 개체에서 사일리지 섭취량에 따른 일당증체량, 배합사료섭취량 및 사료요구율의 관계는

$$\text{일당증체량} = 873.17 - 0.348 \times \text{silage intake} \\ (r^2: 0.0013, \text{RSD}: 285.43)$$

$$\text{배합사료섭취량} = 2085.97 + 4.949 \times \text{silage intake} \\ (r^2: 0.2332, \text{RSD}: 263.75)$$

$$\text{사료요구율} = 2.4649 + 0.0107 \times \text{silage intake} \\ (r^2: 0.0664, \text{RSD}: 1.1805)$$

로 나타났으며 따라서, 호맥 사일리지의 섭취로 인한 후보돈의 생산성의 변화는 없는 것으로 나타났다.

Klindt 등(2001)은 후보돈에서 자유채식한 처리구와 사료를 26% 제한급여한 처리구간의 생산성에서는 제한급여구가 자유채식구와 비교하여 체중이 4.7% 감소하고 섭취량에서도 25.6% 정도 감소한다고 하였다. 또한, Beltranena 등(1991)은 후보돈에게 제한급여(2 kg/d)할 경우 영양소 제한으로 인한 성장률은 감소하지만 중부 전 후보돈의 조건에 적합하다고 보고하였다. 본 시험에 있어서도 제한급여로 인해 생산성이 감소되었으며, 호맥 사일리지가 후보돈에게 영양소적인 측면에서 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

일부 유럽국가에서는 임신돈의 복지차원으로 사료의 제한급여로 인한 스트레스를 최소화하기 위한 방법으로 조사료를 급여하고 있으며(Zoiopoulos 등 1982; Zoiopoulos 등 1983), 이는 후보돈에 있어서도 충분히 적용할 만한 가치가 있는 것으로 판단된다. 본 연구에서 배합사료의 15%와 30% 제한급여는 후보돈의 성장을 감소시키긴 하였으나, 호맥 사일리지의 급여는 스트레스 감소 측면에서 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 지금까지 국내에서는 조사료를 후보돈에게 급여한 시험은 이루어지지 않았기 때문에 이에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 2. Effects of feeding rye silage on growth performance in replacing gilts¹⁾

Items	CON ²⁾	S15 ²⁾	S30 ²⁾	SE ³⁾
0-49 days				
Initial body weight (kg)	67.05	68.25	67.85	—
Final body weight (kg)	120.35	113.40	105.90	—
Average Daily Gain (kg)	1.088 ^a	0.921 ^b	0.782 ^c	22.28
Average Daily Feed Intake (kg)	3.024 ^a	2.590 ^b	2.257 ^c	21.91
Average Daily Silage Intake (g)	—	66.30	69.43	2.07
Feed/gain	2.779 ^b	2.812 ^{ab}	2.886 ^a	0.01

¹⁾ Twenty four replacing gilts with an average initial body weight of 67.63 ± 1.17 kg.

²⁾ CON: basal diet *ad libitum*; S15: 15% feed restriction + *ad libitum* rye silage; S30: 30% feed restriction + *ad libitum* rye silage.

³⁾ Pooled standard error.

^{abc} Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

2. 호맥 사일리지 섭취량

호맥 사일리지를 급여한 S15와 S30 처리구의 평균 호맥 사일리지 섭취량의 변화는 Table 3에 나타내었다. 전 시험 기간 동안 S15구와 S30 처리구의 평균 호맥 사일리지의 섭취량은 시간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 시간이 경과함에 따라 호맥 사일리지 섭취량의 증가는 배합사료의 제한급여량이 후보돈의 사료요구량을 충족시키지 못하였기 때문인 것으로 사료된다. 본 시험에서 제한급여량의 차이

에 따라 호맥 사일리지의 섭취량에서 차이가 있을 것으로 기대하였으나, S15구와 S30 처리구의 호맥 사일리지 섭취량은 Table 4에서 알 수 있듯이 배합사료 급여량의 제한 차이(15%와 30%)에도 불구하고 유의적인 차이가 없었다. 따라서, 배합사료의 제한급여량은 후보돈에 있어서 호맥 사일리지의 섭취량에 영향을 미치지 않는 것으로 사료되며, 이에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

호맥 사일리지를 섭취한 개체의 체중에 따른 호맥 사일리지 섭취량 변화의 관계는

Table 3. Average silage intake of replacing gilts of S15 and S30 treatments for 7 weeks

Item	1 wk	2 wks	3 wks	4 wks	5 wks	6 wks	7 wks	SE ¹⁾
Weekly silage intake(g)	20.10 ^c	47.48 ^d	60.80 ^c	63.30 ^c	86.43 ^b	92.95 ^b	103.39 ^a	3.07

¹⁾ Pooled standard error.

^{abcde)} Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

Table 4. The effects of rye silage on first estrus date, mating date and pregnancy presence in replacing pigs¹⁾

Items	Date of first estrus(mo/d)	Date of first mating(mo/d)	Date of second mating(mo/d)	Pregnancy
CON ²⁾				
1	12/2	12/23	—	Pregnancy
2	1/14	2/4	3/2	Testing
3	1/9	1/30	—	Testing
4	2/11	3/3	—	Testing
5	—	—	—	No detected estrus
S15 ²⁾				
1	12/2	12/23	1/30	Pregnancy
2	10/25	11/15	1/30	Pregnancy
3	10/29	11/19	1/10	Pregnancy
4	11/28	12/19	—	Pregnancy
5	11/28	12/19	—	Pregnancy
S30 ²⁾				
1	11/28	12/19	—	Pregnancy
2	11/28	12/19	—	Pregnancy
3	11/28	12/19	—	Pregnancy
4	12/2	12/23	—	Pregnancy
5	12/2	12/23	1/30	Pregnancy

¹⁾ Twenty four replacing gilts (67.63±1.17kg initial BW) were assigned to treatments, and 3 replacing gilts were removed for no estrus per treatment.

²⁾ CON: basal diet *ad libitum*; S15: 15% feed restriction + *ad libitum* rye silage; S30: 30% feed restriction + *ad libitum* rye silage.

$$\text{Silage intake} = -106.488 + \text{body weight} \times 1.9039$$

$$(r^2 : 0.6262, \text{RSD}:17.97)$$

로 Fig 1에서 보는 바와 같이 개체의 체중이 증가함에 따라 호맥 사일리지의 섭취량도 증가하는 것으로 사료된다.

3. 임신율, 첫 발정시기 및 종부시기

후보돈 시기에 호맥 사일리지 급여가 첫 발정시기, 종부시기 및 임신율에 미치는 영향은 Table 4에 나타난 바와 같다. 후보돈으로 적합하지 않다고 판단되는 3 두씩을 도태시킨 후, 각 처리구당 5 두씩 선발하여 첫 발정시기, 종부시기 및 임신율을 측정하였다. 임신율 결과에 있어서는 제한급여와 호맥 사일리지를 무제한 급여한 S15구와 S30구에서 모든 후보돈이 임신하였으나, 자유채식한 CON구에서는 상대적으로 낮은 임신율을 보였다. 첫 발정시기와 종부시기에서도 호맥 사일리지를 급여한 처리구가 대조구와 비교하여 기간이 단축되었다.

아직까지 후보돈에 배합사료와 호맥 사일리지를 함께 급여한 연구는 전무한 실정이나 후보돈에 있어 제한급여가 번식성적에 미치는 영

향에 관한 연구는 보고된 바 있다. Herrmann 등(1979)은 제한급여는 미경산돈의 발정율을 증가시키고 발정주기를 단축시킨다고 하였으며 Klindt 등(2001)은 후보돈에 사료를 제한 급여 시 도태비율이 34.4%로 자유채식한 후보돈의 도태비율인 39.3% 보다 낮게 나타났으며, 임신율에 있어서는 제한급여한 후보돈에서 높게 나타난다고 보고하였다. 본 시험에서도 후보돈의 번식성적에 제한급여의 영향이 크게 작용한 것으로 사료된다. 또한, 호맥 사일리지에 함유된 식이섬유는 대장에서 정착하는 동안 활성이 강한 미생물에 발효되며, 사료 내 비섬유소원 보다 소화속도가 느려지므로(Wolin, 1981; Demeyer 와 DeGraeve, 1991) 후보돈에게 포만감을 주고 제한된 사료 양으로 인한 스트레스를 감소시켜 후보돈의 첫 발정시기를 앞당기고 임신율을 증가시킨 것으로 판단된다. 따라서, 후보돈의 번식성적에 사료의 제한과 동시에 호맥 사일리지의 무제한 급여가 영향을 미칠 것으로 생각되나 명확한 규명을 위해서는 앞으로 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

따라서, 본 연구에서 후보돈에 배합사료 15%의 제한급여와 호맥 사일리지의 무제한 급여는

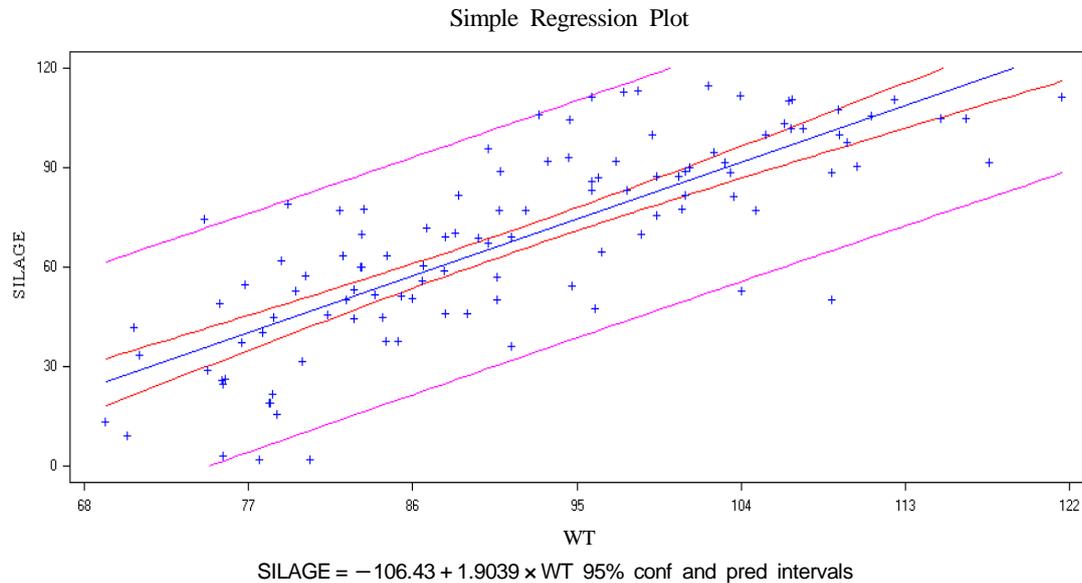


Fig. 1. Relationship between silage intake and body weight in replacing gilts. Broken-line regression model used for response variables to obtain an estimate of the silage intake; silage intake = 106.488 + WT × 1.9039(r^2 : 0.6262, RSD:17.97).

영양소 제한으로 생산성은 감소되나, 첫 발정 시기를 단축하고 임신율을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 제한급여를 해야 하는 번식 후보돈에서 배합사료량을 줄이고 조사료인 호맥 사일리지를 급여하였을 때 후보돈의 생산성, 첫 발정시기, 종부시기 및 임신율에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 후보모돈(Landrace × Yorkshire) 24두를 공시하였으며, 시험 개시시 평균체중은 67.63 ± 1.17 kg 이었고 사양시험은 49일간 실시하였다. 시험설계는 1) CON(basal diet), 2) S15(15% feed restriction + *ad libitum* rye silage), 3) S30(30% feed restriction + *ad libitum* rye silage)로 3처리로 하였다. 일당증체량과 일당사료섭취량에서는 모든 처리구에 비해 배합사료를 무제한 급여한 CON구가 가장 높았다($P < 0.05$). S15구와 S30구의 호맥 사일리지의 섭취량은 통계적인 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 사료요구율에서는 CON구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 낮은 결과를 보였다($P < 0.05$). 호맥 사일리지를 섭취한 S15와 S30처리구의 평균 호맥 사일리지 섭취량은 시간이 경과할수록 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). 임신율에 있어서는 제한급여와 호맥 사일리지를 무제한 급여한 S15구와 S30구에서 모든 후보돈이 임신하였으나, 자유채식한 CON구에서는 상대적으로 낮은 임신율을 보였다. 첫 발정시기와 종부시기에서도 호맥 사일리지를 급여한 S15구와 S30구가 대조구와 비교하여 기간이 단축되었다.

결론적으로, 후보돈에 있어 배합사료 15%의 제한급여와 호맥 사일리지의 무제한 급여는 생산성 감소, 임신율 향상 및 첫 발정시기를 단축시키는 것으로 사료된다.

V. 사 사

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

VI. 인용 문헌

1. AOAC. 1995. Official Methods Analysis. 16th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.
2. Beltranena, E., Aherne, F. X., Foxcroft, G. R. and Kirkwood, R. N. 1991. Effects of pre- and postpubertal feeding on production traits at first and second estrus in gilts. *J. Anim. Sci.* 1991. 69:886-893.
3. Briggles, L. W. 1959. Growing rye. U. S. D. A. Farmers Bull. No. 2145. pp. 16.
4. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* 11, 1.
5. Demeyer, D. I. and DeGraeve, K. 1991. Differences in stoichiometry between rumen and hindgut fermentation. In: M. Kirchgessner(Ed.) *Digestive Physiology of the Hindgut.* pp. 50-61. Verlag Paul Parey, Hamburg, Germany.
6. Ensminger, M. E., Oldfield, J. E. and Heinemann, W. W. 1994. *Feeds and Nutrition.* Sunjinbook. Seoul. pp.1183-1184.
7. Herrmann, U., Richter, K. and Hoffmann, S. 1979. Untersuchungen zur fütterung weiblicher jungschweine-einfu der energiever-sorgung und der wachstumsintensitat auf den pubertatseintritt und die spatere fruchtbarkeitsleistung. *Tierzucht.* 33:132-135.
8. King, R. H. 1989. Effects of live weight and body composition of gilt at 24 week of age on subsequent reproductive efficiency. *Anim. Prod.* 49:109.
9. Klindt, J., Yen, J. T. and Christenson, R. K. 1999. Effect of prepubertal feeding regimen on reproductive development of gilts. *J. Anim. Sci.* 77:1968-1976.
10. Klindt, J., Yen, J. T. and Christenson, R. K. 2001. Effect of prepubertal feeding regimen on reproductive development and performance of gilts through the first pregnancy. *J. Anim. Sci.* 79:787-795.
11. Mroz, Z., Partridge, G. Mitchell, G. and Keal, H. D. 1986. The effects of oat hulls added to the

- basal ration for pregnant sows on reproductive performance, apparent digestibility, rate of passage and plasma parameters. *J. Sci. Food Agric.*, 37: 239-247.
12. NRC. 1998. Nutrient Requirements of swine. National Research Council, Academy Press.
 13. Ramonent, Y., Meunier-Salaün, M. C. and Dourmad, J. Y. 1999. High-Fiber Diet in Pregnant Sows: Digestive Utilization and Effects on the Behavior of the Animal. *J. Anim. Sci.* 77:591-599.
 14. SAS. 1996. SAS user's guide: Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
 15. Van Soest, P. J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. Ithaca. NY. USA.
 16. 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.
 17. Wolin, M. J. 1981. Fermentation in the rumen and human large intestine. *Science (Wash., DC)*. 213:1463-1468.
 18. 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.
 19. 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.
- (접수일자 : 2005. 11. 17. / 채택일자 : 2006. 2. 7.)