

돼지에서 입블이 사료와 대용유 급여 및 이유자돈 사양프로그램이 이유 전과 이유 후의 성장에 미치는 영향

하덕민¹ · 장경순¹ · 원혜숙¹ · 하승호² · 박만중¹ · 김성우³ · 이철영^{1*}

¹경남과학기술대학교 동물생명산업센터, ²부경양돈농협, ³North Carolina State University

Effects of Creep Feed and Milk Replacer and Nursery Phase-feeding Programs on Pre- and Post-weaning Growth of Pigs

Duck-Min Ha¹, Kyoung-Soon Jang¹, Hye-Sook Won¹, Seung-Ho Ha², Man-Jong Park¹, Sung Woo Kim³ and C. Young Lee^{1*}

¹Regional Animal Industry Center, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea,

²Pusan and Kyungnam Cooperative Swine Farms Association,

³Department of Animal Science, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695, USA

ABSTRACT

The present study was performed to investigate the effects of pre- and post-weaning feeding programs on growth of pigs. A total of 24 litters (avg. 10.6 piglets/litter) born from multiparous (Yorkshire × Landrace) dams × Duroc sires were provided with neither creep feed (CF) nor milk replacer (“CON”), 200 gm CF/litter/d from the 15th day of lactation (“MIN”), or CF and milk replacer *ad libitum* for 7 h during the daytime from the 7th day (“MAX”) through weaning at d 21 of age. Sixty-eight weaning pigs selected randomly from each of CON and MIN were provided with phases 1, 2 and 3 nursery diets for 7, 14, and 13 days, respectively, in two pens; an equal number of piglets from MAX received the same diets for 6, 10, and 18 days, respectively. Subsequently, all pigs were fed grower 1 and 2 diets sequentially up to d 95 and 135, respectively. The entire pre- and post-weaning feeding trial was repeated three times under a split-plot design of experiment. Initial and final weights and ADG of the suckling pigs did not differ between MAX/MIN and CON. However, final wt of MAX adjusted for initial wt, which was 0.17-kg less in MAX than in CON, was greater than that of CON by 0.31kg, whereas the difference between MIN and CON in final wt barely changed after the adjustment. Growth of the animals during the nursery and growing phases was not affected by the feeding program, whereas d 55 and 135 BW, as well as d 6 BW, were highly correlated with weaning weight ($r=0.81, 0.57,$ and $0.76; P<0.001, <0.05,$ and $<0.001,$ respectively). In conclusion, results suggest that provision of creep feed and milk replacer from early lactation may be effective for increasing weight gain of light piglets, but that limited provision of creep feed during late lactation or extension of the duration of phases 1 and 2 vs. 3 nursery diets for several days is unlikely to influence the growth of pigs during the corresponding and subsequent periods.

(Key words : Pig, Growth, Milk replacer, Creep feed, Wean)

서 론

돼지의 생시체중은 이유체중과 높은 상관관계가 있고, 생시체중과 이유체중은 공히 이유 후 출하 때까지의 성장률과 높은 상관관계가 있다(McConnell 등, 1987; Mahan과 Lepine, 1991; Mahan, 1993). 따라서 비육용 돼지의 이유체중은 양돈 수익성과 직결되기 때문에 이유체중을 높이기 위한 포유자돈 관리의 매우 중요하다. 이유체중은 크기는 모돈의 젖 분비량에 의해 좌우되나(Kuller 등, 2004), 포유기간 중에 입블이 사료를 급여함으로써 증

가시킬 수도 있다(Klindt, 2003; Mavromichalis, 2006). 또한 Klindt (2003)는 이유체중과 170일령 체중 간에는 높은 상관관계가 있기 때문에 입블이 사료를 급여함으로써 비육돈의 출하일령을 단축시킬 수 있다고 하였고, Carstensen 등 (2005)은 이유 전에 입블이 사료로 이유 후 접하게 되는 고품 사료에 일찍 적응시킴으로써 이유 후 사료에 적응하는 기간 동안 나타나는 설사 등의 소화장애를 줄일 수 있다고 하였다. 반면, 다른 연구자들은 입블이 사료 급여가 포유기간(Bruininx 등, 2002; Jang 등, 2011) 및 이유 이후(Sulabo 등, 2010a) 성장과 이유자돈의 설사지수(Barnett 등,

* Corresponding author : C. Young Lee, Regional Animal Industry Center, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea. Tel: 055-751-3560, Fax: 055-751-3563, E-mail: cylee@gntech.ac.kr

1989)에 영향을 미치지 않았다고 보고하였고, Pajor 등(1991)의 연구에서는 사양시험에 따라 입분이 사료 급여가 이유 전·후 자돈의 성장을 증진시키기도 하고 영향을 미치지 않기도 하였다. 이렇게 연구자 간 결과가 불균일한 이유는 대부분 돈군마다 급여한 입분이 사료를 섭취하는 돼지의 비율이 일정치 않기 때문이다 (Bruininx 등, 2002; Kuller 등, 2004, 2007; Sulabo 등, 2010a,b).

포유기간 중에 액상 대용유를 급여함으로써 이유체중을 높일 수 있다고 보고되었고(Azain 등, 1996; King 등, 1998; Dunshea 등, 1999; Wolter 등, 2002), 대용유의 효과는 선선한 계절보다 모돈의 사료섭취량이 낮아 산유량이 낮은 여름철에 더 컸다(Azain 등, 1996). 그러나 포유기간 동안 대용유 및 입분이 사료의 사용 여부와 급여 방법은 지역 혹은 양돈장에 따라 상당한 차이가 있다. 실례로서 국내에서는 대부분 대용유와 입분이 사료를 4~7일령부터 이유시까지 모두 급여하지만 미국에서는 이유 전에 짧은 기간 동안 선택적으로 급여한다.

이유자돈은 대체로 4~6주 동안 2~4단계로 나누어(NRC, 1998; RDA, 2007; USPCE, 2010) 단계별로 각각 다른 사료를 급여한다. 이유자돈 1단계 사료는 공통적으로 어미젖과 비슷하게 하기 위해 유제품 원료 비율이 높고 이후 단계로 갈수록 유제품 비율이 낮아져 일반 육성·비육돈 사료와 같이 곡류와 박류 위주의 원료 조성을 갖게 된다.

본 연구는 포유자돈 및 이유자돈 사양프로그램을 달리 했을 때 포유기와 이유 후 135일령 육성기 종료 시까지 돼지의 성장에 미치는 효과를 구명하고자 수행되었다. 이를 위해 포유자돈에서는 입분이 사료와 대용유를 급여하지 않았을 때를 기준으로 입분이 사료

만을 제한적으로 급여했을 때와 입분이 사료와 대용유를 무제한으로 급여했을 때의 효과를 비교하였다. 또한 이유 후 총 34일간 1, 2, 3단계 자돈 사료를 각각 7일-14일-13일 급여했을 때에 비해 6일-10일-18일 급여했을 때 자돈기 및 이후 육성기 동안 성장에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 포유자돈

Duroc 웅돈과 교배된 Yorkshire×Landrace 2~6산차 분만돈 24두를 선발하여 3일령 이내에 ‘양자보내기’ 방법으로 19두 이상의 모돈은 포유자돈 수가 10두 혹은 11두 되게 조정하고 나머지 5두 이내의 모돈에게는 9두 혹은 12두의 포유자돈을 할당한 다음 3개의 실험구로 배치하였다. “대조구”는 포유기간 중 입분이 사료와 대용유를 급여하지 않았고, “최대구”는 포유기 제 15일부터 21일령 이유 시까지 매일 아침 09시에 이유자돈 2단계 사료(phase 2 nursery diet; Table 1)를 복당 200 gm씩 급여하였고, “최소구”는 제 7일부터 09~16시 사이에 이유자돈 1단계 사료와 액상 대용유를 무제한으로 급여하였다. 09~16시 사이에 이물질로 오염된 급이기가 발견되면 “최대구”에는 수시로 신선한 대용유 혹은 입분이 사료로 교체해 주었으나 “최소구”는 급이기를 제거하였고, 16시에 모든 급이기를 수거하여 세척하였다. 공시돈의 체중은 만 6일령과 21일령에 측정하였고, 본 사양시험은 2회 반복되었다. 이 외에도 추가로 1회의 사양시험을 수행했는데 추가시험의 실험구별 종료체중은 선행된 2회 사양시험의 평균치와 매우 흡사하였으나 개시체

Table 1. Chemical composition of the experimental diets (as-is basis)

Component	Milk	Nursery			Grower	
	Replacer ¹⁾	Phase 1 ²⁾	Phase 2 ³⁾	Phase 3 ⁴⁾	Phase 1 ⁵⁾	Phase 2 ⁶⁾
Minimum percentage						
Crude protein	16.5	21.0	20.5	19.0	17.5	16.0
Lysine	1.60	1.40	1.40	1.25	1.00	0.78
Crude fat	12.0	7.5	7.5	7.0	4.0	3.0
Calcium	0.40	0.70	0.70	0.60	0.50	0.50
DE (Mcal/kg)	3.90	3.75	3.60	3.55	3.35	3.30
Maximum percentage						
Crude ash	9.0	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0
Crude fiber	5.0	5.0	5.0	6.0	7.0	7.0
Phosphorus	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90

¹⁾ Provided to suckling pigs after mixing with warm water in a ratio of 1:4.5 (w/w).

^{2),3),4)} Contained 60%, 25%, and 5% milk replacer, respectively.

^{2),6)} Contained one or two antibiotics as feed additives.

^{1),6)} Declared composition of the commercial diets used as experimental diets.

중이 기록되지 않았기 때문에 포유자돈 사양시험 결과에는 포함시키지 않고 다음 절에 설명된 이유자돈 및 육성돈 사양시험의 공식돈으로는 사용하였다.

2. 이유자돈

포유자돈 사양시험이 종료된 후 실험구당 80여 두의 이유자돈 중에서 암태지와 거세돼지 각각 34두를 임의로 선발하여 성별로 2개의 3.0 × 2.5 m 돈방 (0.22 m²/두)에 배치하였다. 포유기간 동안 대조구 및 최소구였던 공식돈에게는 상업용 이유자돈 1, 2 및 3단계 사료(Nursery phases 1, 2 and 3 diets; Table 1)를 일반적인 사양프로그램대로 각각 제 22~28일, 29~42일 및 43~55일 동안 급여하였고, 최대구였던 돼지에게는 제조사의 권장대로 22~27일, 28~37일 및 38~55일 동안 급여하였다. 본 공식사료들의 에너지 함량은 NRC (1998) 및 RDA (2007) 권장량보다 다소 높고, lysine 함량은 같거나 다소 높은 수준인 반면 ‘보충’ 조단백질 함량은 약간 낮은 수준이었다. 이유자돈사의 최초 내부온도는 30°C에 맞추었고 이후에는 주당 0.5°C씩 하향 조정하였다. 본 사양시험은 총 3회 수행되었고, 본 사양시험이 끝난 후 아래 설명된 바와 같이 전 공식돈을 육성돈사로 이동시켜 사양시험을 계속하였다.

3. 육성돈

제 56일에 돈방 단위로 5.15 × 2.9 m 크기의 육성돈사 돈방 (0.44 m²/두)으로 공식돈을 이동시키고 95일령까지 상업용 육성돈 전기 사료(phase 1 grower diet; Table 1)를 급여하였다. 제 96일에 다시 돈방 단위로 34두의 공식돈을 2개의 5.15 × 2.9 m 칸으로 나뉘어 1개의 급이기를 공유하는 돈방으로 칸당 17두씩 (0.88 m²/두) 이동시킨 다음 135일령까지 육성돈 후기사료를 급여하고 본 사양시험을 종료하였다.

4. 통계분석

모든 사양시험 결과는 분할법(split plot) 실험설계를 적용하여 SAS(SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA)를 이용해서 사양프로그램 간의 차이 유무를 분석하였다. 포유자돈에 대한 성장변수는 General Linear Model Procedure를 이용해서 분석하였고, 이유자돈과 육성돈 사양시험 결과는 성(암·거세)을 ‘blocking’ 하고 MIXED Procedure를 이용하여 분석하였다. 종료체중과 일당증체량 분석에서는 개시체중을 공변수로 모델에 삽입하였고, 변수간의 상관관계는 SAS의 Corr Procedure를 이용하여 분석하였다. 모든 Procedure에서 포유자돈에서는 ‘복’을 실험단위로 취급하였고, 이유자돈 및 육성돈은 돈방을 단위로 하였다.

결 과

1. 성장성적

모든 공식돈은 정상적으로 성장하였고 실험구에 관계없이 이유전과 이유 후 폐사율은 모두 2% 이내였다. Table 2는 포유자돈의 성장성적이다. 개시체중은 대용유와 입불이 사료를 급여하지 않은 “대조구”(Con)가 입불이 사료만을 7일간 제한적으로 급여한 “최소구”(Min) 및 입불이 사료와 대용유를 15일간 무제한으로 급여한 “최대구”(Max) 보다 각각 0.10 kg 및 0.17 kg 컸으나 유의차는 없었다(P>0.05). 종료체중 실측치는 대조구, 최소구 및 최대구 각각 6.11, 5.86 및 6.13 kg로 실험구간 비슷하였으나, 개시체중을 공변수로 모델에 삽입하여 분석한 (보정)종료체중(공변수의 유의성: P<0.001)은 유의차는 없었지만 최대구가 대조구 및 최소구보다 각각 0.31 kg 및 0.41 kg 컸다(P=0.24 및 0.10). 일당증체량 실측치는 대조구, 최소구 및 최대구 각각 0.265, 0.254 및 0.277 kg이었고, 개시체중에 보정된(공변수 유의성: P<0.01) 일당증체량은 종료체중에서와 같이 실험구간 유의차 없이 최대구와 대조구 차이가 실측치 차이보다 더 컸다.

이유자돈 사양시험의 개시체중은 대조구에서 이유돼 온 돼지[=대조구; Con Creep-High Nursery (Table 3)]가 최소구에서 온 돼지 [=최소구 (Min Creep-High Nursery)] 보다 0.29kg 컸으나 유의성

Table 2. Effects of varying creep-feeding programs on growth performance of pre-weaning pigs

Item	Feeding Program			SE
	Con ¹⁾	Min ²⁾	Max ³⁾	
Initial wt ⁴⁾ , kg	2.14	2.04	1.97	0.10
Final wt ⁵⁾ , kg	5.96±0.17	5.86±0.17	6.27±0.17	—
ADG ⁵⁾ , kg	0.260±0.12	0.254±0.12	0.281±0.12	—

^{1),2),3)} Provided with no creep feed (CF) or milk replacer (MR), 0.2-kg CF (phase 2 nursery diet)/litter/day from the 15th day of lactation, and CF (phase 1 nursery diet) and liquid MR *ad libitum* for 7 h during the daytime from the 7th day through weaning at d 21 of age, respectively.

^{4),5)} Data are LSM (±SE) of 16 litters per group. Effect of the feeding program was not significant (P>0.05).

⁵⁾ Initial wt was included in the model as a covariate.

Table 3. Effects of varying creep- and post-weaning feeding programs on weight gains of pigs during the nursery and subsequent growing phases

Item	Con Creep High Nursery ¹⁾	Min Creep High Nursery ²⁾	Max Creep Basic Nursery ³⁾	SE
Nursery phase (days 22-55)				
Initial wt, kg	6.12	5.83	5.95	0.12
Final wt ⁴⁾ , kg	15.77±0.19	16.28±0.18	15.98±0.17	—
ADG ⁴⁾ , kg	0.283±0.005	0.297±0.005	0.289±0.005	—
Growing phase (days 56-135)				
Initial wt, kg	16.03	16.04	15.95	0.26
Final wt ⁴⁾ , kg	70.45±1.34	69.07±1.34	70.08±1.34	—
ADG ⁴⁾	0.681±0.017	0.663±0.017	0.676±0.017	—
Overall ADG ⁴⁾ (days 22-135)	0.571±0.010	0.550±0.010	0.562±0.010	—

^{1,2)} Provided with no supplemental feed and 0.2-kg phase 2 nursery diet/litter/day from d 15 through weaning at d 21, respectively, and subsequently fed phases 1, 2 and 3 nursery diets (Table 1) during days 22-28, 29-42, and 43-55, respectively.

³⁾ Provided with the phase 1 nursery diet and liquid milk replacer (Table 1) *ad libitum* for 7 h during the daytime for 15 days prior to weaning and subsequently fed the phases 1, 2, and 3 nursery diets during days 22-27, 28-37, and 38-55, respectively.

^{1),2),3)} Fed phases 1 and 2 grower diets (Table 1) during days 56-95 and 96-135, respectively. Data are LSM (±SE) of six pens. Effect of the feeding program was not significant ($P>0.05$) in any of the variables.

⁴⁾ Initial wt was included in the model as a covariate.

은 없었다 ($P=0.12$). 역으로 총 34일간 이유자돈 사양 후 개시체중에 보정된 55일령 종료체중과 일당증체량(공변수의 유의성: 각각 $P<0.01$ 및 $P=0.17$)은 최소구가 대조구보다 다소 컸으나 유의성은 없었고 ($P=0.11$), 이들 두 실험구보다 1, 2단계 사료는 각각 1일과 4일 덜 섭취하고 3단계 사료는 5일 더 섭취한 최대구(Max Creep-Basic Nursery)의 종료체중과 일당증체량은 대조구와 비슷하였다. 그러나 이들 공시돈을 제 56일에 육성돈사로 옮겨 95일령까지 실험구에 관계없이 육성돈 전기 사료를 급여하고 제 96일에 다시 돈사를 옮겨 135일령까지 육성돈 후기 사료를 급여했을 때

육성돈 종료체중과 일당증체량 및 22~135일 이유 후 총 기간 동안 일당증체량은 각각 육성돈 개시체중 및 이유자돈 개시체중과 무관하였고(공변수의 유의성: $P>0.05$) 실험구간 차이도 없었다.

2. 상관관계 분석

전술한 바와 같이 포유자돈과 이유자돈에서는 개시체중이 종료체중 및 일당증체량에 영향을 미친 것으로 분석됐기 때문에 과연 각 각의 성장변수 간에는 어느 정도의 상관관계가 있었는지 조사해 보

Table 4. Pearson's correlations between body weights and average daily gains

Variable ¹⁾	d21 BW	d7-21 ADG	d55 BW	d22-55 ADG	d135 BW	d56-135 ADG	d22-135 ADG
Pre-weaning pigs (n=48)							
d6 BW	0.76***	0.50***					
Post-weaning pigs (n=18)							
d21 BW	—	0.91***	0.81***	0.63**	0.57*	0.31	0.47 †
d55 BW	—	—	—	0.96***	0.73**	0.41 †	0.66**
d22-55 ADG	—	—	—	—	0.70**	0.40	0.66**
d135 BW	—	—	—	—	—	0.93***	0.99***
d56-135 ADG	—	—	—	—	—	—	0.95***

¹⁾ Litter and pen were the units of the variables in pre-weaning and post-weaning pigs, respectively.

† $P<0.10$; * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$.

기 위해 Pearson's correlation 분석을 했다(Table 4). 6일령 체중은 21일령 이유시 체중과 높은 상관관계($r=0.76$; $P<0.001$)가 있었고, 21일령 체중은 55일령 체중과 매우 높은 상관관계를 보였으며($r=0.81$; $P<0.001$), 135일령 체중과도 높은 상관관계를 보였다($r=0.57$; $P<0.05$). 21일령 체중은 제 22-55일 일당증체량과는 높은 상관관계를 보였으나($r=0.63$; $P<0.01$), 56-135일 일당증체량과의 상관관계는 유의성이 없었고($r=0.31$; $P=0.20$), 22-135일 전구간 일당증체량과는 유의수준에 가까운 상관관계($r=0.47$; $P=0.05$)를 나타냈다. 이와 유사하게 55일령 체중은 135일령 체중과 높은 상관관계를 보였고($r=0.73$; $P<0.001$), 56-135일 일당증체량과는 상관관계 경향($r=0.41$; $P=0.09$)을 나타내었다. 또한 21일령 포유자돈 종료체중은 7-21일 일당증체량과 높은 상관관계를 보였고($r=0.91$; $P<0.001$), 55일령 이유자돈 종료체중은 22-55일 일당증체량과 높은 상관관계를 보였으며($r=0.96$; $P<0.001$), 135일령 육성돈 종료체중 또한 56-135일 일당증체량($r=0.93$; $P<0.001$) 및 22~135일 일당증체량($r=0.99$; $P<0.001$)과 높은 상관관계를 보임으로써 각 구간의 종료체중은 해당구간의 증체량을 잘 반영하였다.

고 찰

본 연구는 일련의 시판 사료를 공식사료로 사용해서 기업농장에서 상업적인 양돈 관리 프로그램을 따라 사양시험을 수행함으로써 실제 기업농장에서 일어날 수 있는 상황을 최대한 반영하였다. 반면 농장의 생산흐름에 맞춰 주어진 시점에서 초산돈을 제외한 거의 모든 가능한 모돈을 사양시험에 사용했던 관계로 복간 포유자돈의 평균 개시체중 변이가 컸고 이유 후에는 실험단위였던 돈방이 컸기 때문에 반복수가 한정적이었던 점과 사료섭취량을 측정할 수 없었던 점은 본 연구의 한계이기도 하였다. 또한 본 실험의 주요 목적이 포유기에는 입분이 사료와 대용유 급여 프로그램의 효과를 분석하고 이유 이후에는 자돈 1, 2, 3단계 사료의 급여기간 효과를 구명하는 데 있었기 때문에 실험설계상 이유 이후 결과는 포유기 사양프로그램의 효과와 이유자돈기 사양프로그램의 효과가 교락(confounding)될 수 있는 소지를 내포했었다. 그러나 결과적으로는 포유기에 입분이 사료와 대용유를 급여하지 않은 “대조구”와 입분이 사료와 대용유를 무제한 급여한 “최대구” 간 성장성적에 차이가 없었기 때문에 우려됐던 교락에 구애 받지 않고 이들 두 실험구의 이유 이후 결과를 비교할 수 있게 되었다. 한편 대조구와 입분이 사료를 제한적으로 급여한 “최소구”는 이유 후에 동일한 사양프로그램을 따랐기 때문에 이들 두 실험구에 대해서는 포유기 입분이 사료 급여의 효과를 이유 이후에도 비교할 수 있었다.

포유기간 동안 입분이 사료는 통상 이유자돈 1단계 사료를 쓰지만 본 사양시험의 최소구에서는 포유기 동안 이유 후에 접하게 될 고형 사료의 성분에 가능한 한 많이 접할 기회를 주어 이유 후 빨리 사료에 적응하게 할 목적으로 1단계 사료보다 유성분 함량이 낮은 2단계 사료를 입분이 사료로 채택하였다. 그러나 당초 기대와는 달리 최소구에서 이유된 돼지와 대조구에서 이유된 돼지 간에

이유 후 성장성적에 가시적인 차이가 없었으므로 굳이 자돈 2단계 사료를 입분이 사료로 쓸 이유는 없을 것으로 사료된다. 한편 최소구에 급여된 입분이 사료 급여량(200 gm/복/일)은 증체량에 영향을 미칠 수 있을 만큼의 많은 양이 아니었기 때문에 최소구와 대조구 간 증체량에 차이가 없었던 것은 당연한 귀결이었던 것으로 사료된다.

본 연구에서 대용유 섭취량을 기록하지는 않았지만 사양시험이 수행된 농장의 포유기 중 15일간 두당 평균 대용유 건물 섭취량은 약 500 gm인데 입분이 사료의 효과를 무시하고 이 수치를 대조구 대비 최대구의 추가증체량(190 gm)과 비교해도 증체량:섭취량 효율이 낮았다. 그 가능한 원인으로는 본 시험에 쓰인 대용유 자체의 효율이 낮았을 가능성과 대용유의 효율은 정상이었으나 입분이 사료와 대용유 급여로 인해 모두 섭취량이 저하되었을 가능성 및 유의차는 없었지만 대조구에 비해 최대구 개시체중이 낮았기 때문이었을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 두 번째 가능성과 관련하여 대용유 급여로 인해 포유량의 척도인 모돈의 사료섭취량이 저하되었다는 보고는 없으나 입분이 사료 급여로 인해 모돈의 사료섭취량이 저하되었다고 보고된 예는 있다(Jang 등, 2011). 마지막 가능성으로서 포유자돈의 개시체중이 공변수로서 이유체중에 미친 영향을 분석한 결과 최대구의 실측 종료체중 대비 보정 종료체중은 140 gm 증가한 반면 대조구는 150 gm이 감소하여 계산상으로 두 실험구간 증체량 차이는 480 gm에 달하였다. 이는 신생자돈 때의 체중차는 성장하면서 증폭되기 때문에 비록 최대구의 개시체중이 대조구에 비해 170 gm 밖에 작지 않았지만 최대구에 입분이 사료와 대용유 급여로 추가 공급된 영양이 대부분 낮았던 초기체중의 영향을 따라잡는데 쓰였음을 시사하며, 이러한 해석은 대용유 급여의 증체 효과가 고체중 자돈에 비해 저체중 자돈에서 훨씬 낮았던 Wolter 등(2002)의 결과와도 일맥상통한다. 그러나 이와 같은 해석은 대부분 계산에 근거한 유추이기 때문에 과연 대용유 혹은 대용유와 입분이 사료 급여가 평균치보다 다소 낮은 자돈과 평균치 수준의 자돈 성장과 모돈의 사료섭취량에 어느 정도의 영향을 미칠 것인지를 확인하기 위해서는 추가의 사양시험이 필요하다.

포유자돈에서 대용유가 이유체중을 증가시키는 효과가 있다는 사실은 잘 알려져 있지만(Azain 등, 1996; Wolter 등, 2002), 대용유 급여 여부는 경영적인 측면에서 결정되어야 할 사항이다. 미국에서는 포유기간 중 대용유 급여로 증가된 이유체중의 효과는 자돈기가 끝날 때까지 지속되지 않거나 지속효과가 대용유 비용과 대용유 급여에 소요되는 인건비에 못 미치는 경우가 많기 때문에 포유자돈에는 대용유 급여를 권장하지 않는다(USPCE, 2010). 그러나 국내의 양돈 상황은 미국의 조방적인 체제와는 상당한 차이가 있기 때문에 국내에서 포유기 대용유 급여의 경제적인 효과에 대해서는 좀 더 면밀히 조사해 볼 필요가 있을 것으로 사료된다. 한편 미국에서도 자돈기 동안 생존이 위험한 저체중 이유자돈(3주령 시 3.6kg 이하)에게는 대용유 급여를 권장할(USPCE, 2010)뿐만 아니라 이유자돈에서 대용유 급여로 증가된 체중의 효과는 출하체중까지 지속된다(Kim 등, 2001; Cabrera 등, 2010). 이러한 관점에서

서 하절기 포유모돈의 사료섭취량과 산유량이 저하될 때 모돈의 체소모를 방지하기 위해 조기 이유하고 대용유를 급여하거나 (Spencer 등, 2003), 이유일령이 21일 이상 증가될 경우 18일령 이후 부족한 포유량 (Zijlstra 등, 1996)을 보충하기 위해 대용유를 쓸 수도 있을 것이다.

이유 이후의 자돈과 육성돈 성장은 기 보고된 결과와 같이 이유 체중과는 높은 상관관계가 있었으나 (McConnell 등, 1987; Mahan, 1993; Mahan과 Leptine, 1991; Klindt, 2003) 자돈의 단계별 사료 급여 기간에 의해서는 영향을 받지 않았다. 따라서 본 사양시험에 쓰인 공시사료의 에너지 및 lysine 함량 등이 NRC (1998) 및 RDA (2007)의 권장량보다 높았기 때문에 총 5일 간의 1, 2단계 사료 급여기간 단축은 성장에 영향을 미칠만한 수준이 아니었던 것으로 추측된다. 또한 이와 같은 결과는 사료로 공급되는 영양 수준이 돼지 성장에 미칠 수 있는 영향은 이유체중이 내포하고 있는 성장 잠재력에 비해 훨씬 작기 때문에 (Mahan 등, 1998) 단계별 자돈사료의 영양수준과 급여기간은 가변적으로 조절할 수 있음을 시사한다.

이유 후 설사하는 정도는 본 연구의 조사항목에 포함되지 않았기 때문에 설사한 공시돈은 정상대로 치료하고 기록을 남기지는 않았으나 최대구로부터 이유된 자돈은 거의 설사를 하지 않은 반면 대조구와 최소구 이유자돈은 상당수가 설사를 하였다. 이에 대한 이유는 명확치는 않으나 아마도 대조구와 최소구 돼지는 대부분 입분이 사료에 충분히 적응되지 못한 채 이유된 반면 최대구 돼지는 충분히 적응된 후 이유됐기 때문이었을 것으로 추측된다.

본 연구 결과는 다음과 같이 요약 및 결론지을 수 있다. 포유기간 중에 대용유를 장기간 급여하면 체중이 다소 낮은 돼지의 이유 체중을 평균 수준으로 향상시켜 이유 후 평균적인 성장이 가능하게 하는 효과가 있을 것으로 예측된다. 포유기 중 단기간 제한적인 입분이 사료 급여는 이유 전과 이유 후 성장률에 영향을 미치지 않고, 이유 후 1, 2단계 대비 3단계 자돈사료 급여기간을 수일 단축 혹은 연장하는 정도로는 이유자돈 및 이후 육성돈 성장에 영향을 미치지 않을 것이다.

요 약

본 연구는 이유 전과 후 돼지 사양프로그램이 성장에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다. 다산차 (Yorkshire × Landrace) 모돈과 Duroc 웅돈 사이에서 태어난 총 24복(평균 10.6자돈/복)의 돼지를 3구로 나누어 포유기간 중에 “대조구”는 21일령 이유시까지 대용유와 입분이 사료를 급여하지 않았고, “최소구”는 포유기 15일째부터 입분이 사료를 200 gm/복/일 급여했으며, “최대구”는 7일째부터 주간 7시간 동안 대용유와 입분이 사료를 무제한으로 급여하였다. 대조구와 최소구로부터 이유된 돼지 중에서 실험구당 68두씩 임의로 선발된 돼지는 각각 2돈방에 수용하고 이유자돈 1, 2 및 3호 사료를 각각 7, 14 및 13일간 급여하였고, 최대구로부터 이유된 같은 수의 자돈에게는 1, 2 및 3단계 사료를 6, 10 및 18

일간 급여하였다. 이후에는 모든 실험구에 육성돈 전·후기 사료를 차례로 95 및 135일령까지 급여하였다. 이상의 이유 전과 이유 후 전 과정 사양시험은 분할법 (split plot) 실험설계 하에 3차례 반복되었다. 포유자돈의 개시체중, 종료체중 및 일당증체량은 최대구와 최소구 대비 대조구 간에 차이가 없었다. 그러나 개시체중은 대조구에 비해 최대구가 0.17 kg 작았지만 개시체중에 보정된 최대구의 종료체중은 대조구에 비해 0.31 kg 컸던 반면 최소구와 대조구 간의 차이는 보정 후에도 거의 변하지 않았다. 자돈기 및 육성기 돼지 성장은 사양프로그램의 영향을 받지 않은 반면 55일령과 135일령 및 6일령 체중은 이유체중과 높은 상관관계가 있었다 (각각 $r=0.81, 0.57$ 및 0.76 ; $P<0.001, 0.05$ 및 0.001). 결론적으로 본 결과는 포유기 초기부터 대용유와 입분이 사료를 급여하면 체중이 낮은 자돈에 증체 효과가 있을 것이나 포유기 후기에 입분이 사료를 제한적으로 급여하거나 1, 2단계 자돈사료 급여기간을 수일 연장해서는 자돈기 및 그 이후의 돼지 성장에 영향을 미치지 않을 것임을 시사한다.

(주제어: 돼지, 성장, 대용유, 입분이 사료, 이유)

사 사

본 실험은 태원농장의 연구비 지원으로 수행되었고, 본 연구의 일부는 교신저자가 안식년으로 North Carolina State University에 체류하던 기간 중에 수행되었습니다. 저자들은 본 논문원고에 대해 comments해 주신 Prof. Jun You Li (University of Tokyo)께 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Azain, M. J., Tomkins, T., Sowinski, J. S., Arentson, R. A. and Jewell, D. E. 1996. Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response. *J. Anim. Sci.* 74:2195-2202.
- Barnett, K. L., Kornegay, E. T., Risley, C. R., Lindemann, M. D. and Schurig, G. G. 1989. Characterization of creep feed consumption and its subsequent effects on immune response, scouring index and performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 67:2698-2708.
- Bruininx, E. M. A. M., Binnendijk, G. P., van der Peet-Schwering, C. M. C., Schrama, J. W., den Hartog, L. A., Everts, H. and Beynen, A. C. 2002. Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 80:1413-1418.
- Carstensen, L., Ersboll, A. K., Jesen, K. H. and Nielsen, J. P. 2005. *Escherichia coli* post-weaning diarrhea occurrence in piglets with monitored exposure to creep feed. *Vet. Microbiol.* 110:113-123.
- Cabrera, R. A., Boyd, R. D., Jungst, S. B., Wilson, E. R., Johnston, M. E., Vignes, J. L. and Odle, J. 2010. Impact of lactation

- length and piglet weaning weight on long-term growth and viability of progeny. *J. Anim. Sci.* 88:2265-2276.
- Dunshea, F. R., Kerton, D. J., Eason, P. J. and King, R. H. 1999. Supplemental skim milk before and after weaning improves growth performance of pigs. *Aust. J. Agri. Res.* 50:1165-1170.
- Jang, Y. D., Jang, S. K., Kim, D. H., Kim, K. H. and Kim, Y. Y. 2011. Effects of creep feeding duration on reproductive performance of sows, creep feed consumption and growth performance of neonatal pigs. *Proceedings of 2011 Annual Congress of KSAST, Korea, vol. II p201.*
- Kim, J. H., Heo, K. N., Odle, J., Han, I. K. and Harrell, R. J. 2001. Liquid diets accelerate the growth of early-weaned pigs and the effects are maintained to market weight. *J. Anim. Sci.* 79:427-434.
- King, R. H., Boyce, J. M. and Dunshea, F. R. 1998. Effect of supplemental nutrients on the growth performance of suckling pigs. *Aust. J. Agri. Res.* 49:883-887.
- Klindt, J. 2003. Influence of litter size and creep feeding on preweaning gain and influence of preweaning growth on growth to slaughter in barrows. *J. Anim. Sci.* 81:2434-2439.
- Kuller, W. I., Soede, N. M., van Beers-Schreurs H. M. G., Langendijk, P., Taverne, M. A. M., Verheijden, J. H. M. and Kemp, B. 2004. Intermittent suckling: effects on piglet and sow performance before and after weaning. *J. Anim. Sci.* 82:405-413.
- Kuller, W. I., Soede, N. M., van Beers-Schreurs, H. M. G., Langendijk, P., Taverne, M. A. M., Kemp, B. and Verheijden, J. H. M. 2007. Effects of intermittent suckling and creep feed intake on pig performance from birth to slaughter. *J. Anim. Sci.* 85:1295-1301.
- Mahan, D. C. 1993. Effect of weight, split-weaning, and nursery feeding programs on performance responses of pigs to 105 kilograms body weight and subsequent effects on sow rebreeding interval. *J. Anim. Sci.* 71:1991-1995.
- Mahan, D. C. and Lepine, A. J. 1991. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. *J. Anim. Sci.* 69:1370-1378.
- Mahan, D. C., Cromwell, G. L., Ewan, R. C., Hamilton, C. R. and Yen, J. T. 1998. Evaluation of the feeding duration of a phase 1 nursery diet to three-week-old pigs of two weaning weights. *J. Anim. Sci.* 76:578-583.
- Mavromichalis, I. 2006. Creep feeding. In *Applied Nutrition for Young Pigs*. CAB Int., Wallingford, U.K., pp. 245-263.
- McConnell, J. C., Eargle, J. C. and Woldorf, R. C. 1987. Effects of weaning weight, co-mingling, group size and room temperature on pig performance. *J. Anim. Sci.* 65:1201-1206.
- NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Swine*, 10th ed. National Academy Press, Washington, D.C., U.S.A.
- Pajor, E. A., Fraser, D. and Kramer, D. L. 1991. Consumption of solid food by suckling pigs: individual variation and relation to weight gain. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32:139-155.
- RDA. 2007. *Korean Feeding Standard (Swine)*. Rural Development Administration.
- Spencer, J. D., Boyd, R. D., Cabrera, R. and Allee, G. L. 2003. Early weaning to reduce tissue mobilization in lactating sows and milk supplementation to enhance pig weaning weight during extreme heat stress. *J. Anim. Sci.* 81:2041-2052.
- Sulabo, R. C., Jacela, J. Y., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Goodband, R. D., DeRouchey, J. M. and Nelssen, J. L. 2010a. Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *J. Anim. Sci.* 88:3145-3153.
- Sulabo, R. C., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Goodband, R. D., DeRouchey, J. M. and Nelssen, J. L. 2010b. Effects of varying creep feeding duration on the proportion of pigs consuming creep feed and neonatal pig performance. *J. Anim. Sci.* 88: 3154-3162.
- USPCE. 2010. *National Swine Nutrition Guide*. U.S. Pork Center of Excellence, Iowa State University, Ames, IA, U.S.A.
- Wolter, B. F., Ellis, M., Corrigan, B. P. and DeDecker, J. M. 2002. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 80:301-308.
- Zijlstra, R. T., Whang, K.-Y., Easter, R. A. and Odle, J. 1996. Effect of feeding a milk replacer to early-weaned pigs on growth, body composition, and small intestinal morphology, compared with suckled littermates. *J. Anim. Sci.* 74:2948-2959.

(Received Mar. 3, 2011; Revised Aug. 5, 2011; Accepted Aug. 11, 2011)