

돼지에서 산차와 분만계절에 따른 임신기간 및 분만자돈에 관한 연구

김 상 철
(주)우성양행

Studies on Gestation Length and Newborn Piglets by Parity and Farrowing Season in Swine

S. C. Kim
Woosung Vetpharm Co. LTD.

SUMMARY

This study was conducted to determine the main effects of the parity and farrowing season on gestation length and newborn pigs on the basis of the data obtained from 234 litters of Landrace breeds raised at an integrated swine farm in Kyunggy province from January 1991 to December 1992.

The results obtained are summarized as follows :

1. The average gestation length was 115.37 days, and 114.64 days of 8th parity and over was shorter than those of other parities.
2. The averages of litter size and litter size alive per sow were 9.91 and 9.50 heads. The litter size born at 1st parity was smaller than at other parities, and the litter size in spring was larger than in summer, autumn or winter.
3. The averages of birth weight per litter and pig were 13.53 kg and 1.37 kg. The effect of farrowing season for each litter weight($p < 0.01$) and pig weight($p < 0.05$) at birth was significantly higher in spring than other seasons.
4. Incidence of malformation and stillbirth at birth was 4.10%, and it at 8th parity and over showed the highest rate(7.50%).

서 론

최근의 국내 양돈 업계는 축산불 수입개방에 따른 외국 축산물의 수입으로 상황이 더욱 악화되고 있으며, 축산업계의 인력부족 현상이 날로 심화되어 양축가들의 어려움이 가중되고 있는 실정이다. 이러한 어려운 현실을 극복하는 길은 생산비 절감과 고품질의 고기를 대량 생산하여 생산성을 향상시키고 국제경쟁력을 키워 수입축산물에 대응하는 방법뿐일 것이다.

양돈분야에서도 다부 사육 또는 전업화 하는 경

향이 높아지고 있어 실제 사육호수는 줄어들지만 사육두수는 늘고 있다. 양돈산업에 있어서 가장 중요한 것이 번식성적이며 이에 따른 생산비 절감이 경영의 성패를 좌우한다고 볼 수 있다. 따라서 대다수의 양돈장에서는 번식간격의 단축, 번식에 소요되는 인건비 절감, 분만사고율 저하, 생식자돈수 및 이유자돈수 증가 등의 기본적인 생산요소에 많은 노력을 기울이고 있고 돼지의 번식성적에 대한 연구도 많이 이루어지고 있다.

양돈산업에 있어서 생산성을 향상시키는데 중요한 경제형질로는 산자수, 육성수, 복당자돈 체중, 사료효율 및 도체품질 등이 있는데(나 등, 1989,

1988; 신, 1984) 돼지의 번식능력과 관련이 깊은 것은 산자수와 복당자돈 체중이라고 볼 수 있다.

산자수에 대해서 Keith(1930)는 번식을 위한 선발시 산자수가 중요한 기준이 된다고 보고하였고 환과 김(1979)은 초산에서 산자수가 제일 적었고 그후 차차 증가하여 6산까지 많았다가 7산이후 감소되는 경향이 있다고 보고하였다. 상 등(1988)은 생시체중에 있어서 품종간에 고도의 유의차가 인정되며, Landrace 종이 타 품종에 비해 우수하다고 하였다.

산자수 및 육성수에 있어서 Young 등(1976) 및 박 등(1982)은 산차나 계절이 크게 영향을 미친다고 하였고 Schneider 등(1982)은 계절 및 환경온도가 크게 영향을 미친다고 보고하였으나 Musson(1946)은 산차수에 대한 온도 영향은 거의 없거나 전혀 없다고 하였다.

임신기간에 대해서는 Kennedy와 Moxley(1978)는 품종 및 환경요인에 따라 유의적인 차이를 보인다고 보고하였으며, 상 등(1988, 1984)의 보고에 의하면 1984년 보고서 임신기간은 품종에 관계없이 평균 114.80일이었으나, 1988년 보고서는 115.28일로 증가하였다.

이와 같이 돼지의 임신기간 및 분만성적에 관하여 많은 보고가 있었으나 분만시기의 가장 중요한 모든 요소들을 집중적으로 조사하여 돼지번식에 있어서 생산성을 조금이라도 더 향상시키는데 기초자료로 활용코자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물

경기도 일원에 위치한 대규모 양돈장에서 동일한 사양조건하에서 사육된 Landrace 품종의 분만모돈 234두를 대상으로 하여 1991년 1월에서 1992년 12월까지의 2년간 분만기록을 조사하였다.

2. 조사항목 및 방법

1) 산 차

1산차부터 7산차까지는 산차별로 균을 나누고, 8산차 이상은 한 균으로 분류하여 조사하였다.

2) 분만계절

3~5월을 봄, 6~8월을 여름, 9~11월을 가을, 12~2월을 겨울로 정하였다.

3) 임신기간

수정일로부터 분만일까지를 측정하였다.

4) 산자수

암수 구별없이 5두이상 분만한 모돈성적을 이용하였고, 복당 총산자수 및 생존산자수를 조사하였다.

5) 생시체중

생시자돈의 총 체중 및 자돈의 평균 체중을 산출하였다.

6) 사고율

사산 및 기형태아 수에 대하여 조사하였으며, 총 산자수에 대한 평균 사고율에 대하여 조사하였다.

3. 통계처리

조사된 자료는 최소자승법(least square method)으로 통계분석했으며 분석에 이용된 linear model은 다음과 같다.

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + S_j + T_k + e_{ijkl}$$

여기서 Y_{ijkl} 은 각 형질의 측정치이고 μ 는 전체 평균이며 P_i 는 i 번째 모돈산차의 효과, S_j 는 j 번째 분만계절의 효과, T_k 는 k 번째 분만년도의 효과, e_{ijkl} 는 각 개체의 고유한 random error의 합계이다.

이상 선형모형에 의한 정규방정식을 풀기 위하여 다음과 같은 제한을 가하였다.

$$\sum_{i=1}^n P_i = \sum_{j=1}^n S_j = \sum_{k=1}^n T_k = 0$$

결 과

돼지에서 산차와 분만계절에 따른 임신기간 및 분만자돈에 관해 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 임신기간

총 분만모돈 234두의 평균임신일수는 115.37일이고, 산차별로는 1산차 115.55일, 2산차 115.52일, 3산차 115.39일, 4산차 115.63일, 5산차 115.27일, 6

산차 115.24일, 7산차 115.57일 및 8산차 이상 114.64일이었으며 산차별 임신기간에는 유의성 있는 차이가 없었다(Table 1). 분만계절별 임신기간은 봄철분만이 115.49일, 여름철 분만이 115.20일, 가을철 분만이 115.26일 및 겨울철 분만이 115.53일로서 비슷한 결과를 보였다(Table 2).

2. 산자수와 생시체중

산차별 산자수 및 생시체중을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 복당 평균 산자수 및 평균 생존 산자수는 1산차에서 9.49두, 9.13두, 2산차에서 10.35두, 10.06두, 3산차에서 10.21두, 9.86두, 4산차에서 9.44두, 8.96두, 5산차에서 10.08두, 9.73두, 6산차에서 10.45두, 10.10두, 7산차에서 9.81두, 9.38두 및 8산차 이상에서 9.60두, 8.88두로 나타났다. 1산차에서 산자수가 적었으며 2산차부터 증가하였다가 8산차 이상에서 감소하는 경향이 있었으나 산차간의

총 산자수 및 생존산자수에는 유의성 있는 차이가 인정되지 않았다. 한편, 복당산자수 및 생존산자수의 전체 평균두수는 9.91두 및 9.50두로 나타났다. 복당 평균 생시체중 및 산자 평균체중은 1산차에서 12.68 kg, 1.34 kg, 2산차에서 14.18 kg, 1.37 kg, 3산차에서 14.69 kg, 1.44 kg, 4산차에서 12.28 kg, 1.30 kg, 5산차에서 14.52 kg, 1.44 kg, 6산차에서 14.16 kg, 1.36 kg, 7산차에서 13.25 kg, 1.35 kg 및 8산차이상에서 12.88 kg, 1.34 kg으로 나타나, 산차간의 유의성 있는 차이는 없었지만 1산차에서는 낮았고 2산차부터는 증가하였다가 8산차 이후에는 다시 감소하는 경향이 있었다. 전체적인 복당 평균 생시체중 및 산자 평균 체중은 13.53 kg 및 1.37 kg이었다.

Table 4에서 보는 바와 같이 분만계절에 따른 복당평균산자수를 보면, 봄철 분만에서 10.23두, 여름철 분만에서 9.80두, 가을철 분만에서 9.68두 및 거

Table 1. Mean gestation length of litters by parity

Item	Parity								Average
	1	2	3	4	5	6	7	8 and over	
Average gestation length(day)	115.55	115.52	115.39	115.63	115.27	115.24	115.57	114.64	115.37

Table 2. Mean gestation length of litters by farrowing season

Item	Farrowing season				Average
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
Average gestation length(day)	115.49	115.20	115.26	115.53	115.37

Table 3. Litter size, litter size alive, litter weight and pig weight at birth by parity

Item	Parity								Average
	1	2	3	4	5	6	7	8 and over	
Average litter size per sow	9.49	10.35	10.21	9.44	10.08	10.45	9.81	9.60	9.91
Average litter size alive per sow	9.13	10.06	9.86	8.96	9.73	10.10	9.38	8.88	9.50
Average birth weight per litter	12.68	14.18	14.69	12.28	14.52	14.16	13.25	12.88	13.53
Average birth wight per pig	1.34	1.37	1.44	1.30	1.44	1.36	1.35	1.34	1.37

울철 분만에서 9.78두이었고 평균 생존 산자수는 각각 9.82두, 9.50두, 9.21두 및 9.42두로서 봄철 분만시의 산자수가 다른 계절에 비해 다소 많은 것으로 나타났으나, 계절별 산자수간의 유의성 있는 차이는 없었다. 또한, 복당 평균 생시체중 및 산자 평균 체중은 봄철분만에서 14.73 kg, 1.44 kg, 여름철분만에서 13.72 kg, 1.40 kg, 가을철분만에서 12.29kg, 1.27 kg 및 겨울철 분만에서 13.24 kg, 1.35 kg으로 각각 나타나 봄철분만에서 다른 계절에서보다 자돈체중이 무거웠다(각각 $p < 0.01$ 및 $p < 0.05$).

3. 사고율

기형 또는 사산 등 분만자돈의 사고율은 총 산자수중 4.10%였으며 산차별로는 1산차 3.81%, 2산차 2.80%, 3산차 3.50%, 4산차 5.10%, 5산차 3.44%, 6산차 3.30%, 7산차 4.37% 및 8산차 이상 7.50%로 나타나 산차간의 유의성은 없었으나 8산차

이상에서 사고가 많았다(Table 5). 기형태아는 1산차와 8산차이상에서 다소 발생이 많았으며 사산은 1산차, 4산차, 7산차 및 8산차이상에서 많았던 것으로 나타났다. 분만계절에 따른 사고율을 보면 가을철 분만에서 4.89%로 가장 높았으며, 봄철 분만에서 4.05%, 겨울철 분만에서 3.69% 및 여름철 분만에서 3.06% 순으로 나타났으나 유의성 있는 차이는 인정되지 않았고, 기형태아 및 사산은 봄철과 가을철 분만에서 다른 계절에 비해 대체로 많이 발생된 것으로 나타났다(Table 6).

고 찰

돼지의 평균 임신 기간에 대해서 Cox(1964)가 113.5일, Omtvedt 등(1965)이 114.1일 및 Kennedy와 Moxley(1978)는 144.3일로 보고한 바 있어 본 연구에서 얻어진 115.37일과는 약간의 차이가

Table 4. Litter size, litter size alive, litter weight and pig weight at birth by farrowing season

Item	Farrowing season				Average
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
Average litter size per sow	10.23	9.80	9.68	9.78	9.91
Average litter size alive per sow	9.82	9.50	9.21	9.42	9.50
Average birth weight per litter*	14.73 ^a	13.72 ^b	12.29 ^b	13.24 ^b	13.53
Average birth weight per pig**	1.44 ^a	1.40 ^b	1.27 ^b	1.35 ^b	1.37

* : $p < 0.01$

** : $p < 0.05$

Table 5. Incidence of malformation and stillbirth at birth by parity

Item	Parity									Average
	1	2	3	4	5	6	7	8 and over		
Incidence (%)	3.81	2.80	3.50	5.10	3.44	3.30	4.37	7.50	4.10	

Table 6. Incidence of malformation and stillbirth at birth by farrowing season

Item	Farrowing season				Average
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
Incidence (%)	4.05	3.06	4.89	3.69	4.10

있었으나, 국내에서 상 등(1988)이 115.28일로 보고한 결과와는 일치하였다. 또한 Landrace 종 돼지의 임신기간도 115.21일로 보고된 바 있어(상 등, 1988) 본연구의 결과와 일치하였다.

산차별 임신일수를 보면 1산차에서 7산차까지 거의 차이가 없었으나 8산차 이상은 114.64일로 나타나 산차가 높을 경우 다소 임신일수가 감소되는 것으로 여겨지며, 상 등(1984)이 7산차까지는 산차가 증가할수록 임신기간도 조금씩 길어지는 경향이 있다고 한 것과 유사한 결과를 보였다.

분만계절에 따른 임신기간에 있어서도 봄, 여름, 가을 및 겨울철 분만에서 각각 115.49일, 115.20일, 115.26일 및 115.53일로 나타나 유의성 있는 차이가 없었으며, 상 등(1988, 1984)의 분만계절에 따른 임신기간의 유의차가 인정되지 않았다는 결과와 일치하였다.

복당 평균 산자수는 9.91두 이었으며 신(1984)의 10.97두, 상 등(1988)의 10.28두 보다는 적었으나 Urban 등(1966)의 9.38두, 한과 김(1979)의 9.70두, 김 등(1983)의 8.71두 보다는 많았다.

산차간에는 유의성 있는 차가 없었으나 1산차의 9.49두 보다 2산차부터는 조금씩 증가하다가 7산차 이후부터는 감소하는 경향으로 나타났는데 이러한 결과는 신(1984), 한과 김(1979) 및 김 등(1983)이 보고한 결과와 유사하였다. 4산차에서 산자수가 갑자기 줄었던 것은 조사대상 자돈의 사고율이 4산차에서 높았기 때문인 것으로 사료된다.

분만계절에 따른 복당 평균 산자수는 봄철 분만에서 10.23두로 다른 계절에 비해 많은 편이었고 가을철 분만에서 9.68두로 적었다. 상 등(1988)도 춘계가 10.25두로 가장 많았다고 보고한 바 있으며, 신(1984)은 가을철 분만에서, 나 등(1988)은 겨울철 분만에서 산자수가 가장 많았다고 보고하여 연구자들간에 차이를 보이고 있다.

한편, 평균 생존 산자수는 9.50두로서 Bereskin 과 Frobish(1981)의 9.25두, Boylan 등(1961)의 8.51두, Young 등(1976)의 9.41두, 나 등(1988)의 9.35두 및 상 등(1988)의 9.21두보다 많았는데, 이것은 양돈기술의 향상으로 총산자수는 적었으나 우량한 자돈생산과 사고율의 감소에 기인한 결과로 사료된다.

산차별 평균 생존산자수는 복당 평균산 자수와 마찬가지로 유의성 있는 차이는 없었으나 1산차보다 2산차부터 증가하였다가 8산차 이후 부터 감소하는 경향을 나타내었는데, 상 등(1988)에 의하면 3산차까지는 증가하였다가 4산차부터 감소한다고 보고하여 약간의 차이를 보이고 있다.

분만계절별 평균 생존산자수는 봄철과 여름철 분만에서 9.82두 및 9.50두로 가을철 및 겨울철 분만에서의 9.21두 및 9.42두보다 많았는데, 상 등(1988)의 전반기 분만이 후반기 분만보다 생존산자수가 많았다고한 결과와 일치하였다.

복당 평균 생시체중은 13.53 kg으로서 Schneider 등(1982)의 12.31 kg, Bereskin 과 Frobish 등(1981)의 12.72 kg, 나 등(1989)의 12.60 kg 및 김 등(1983)의 11.55 kg의 결과보다는 높은 편이었으나 상 등(1988)의 13.70 kg 과는 유사하였는데, 같은 Landrace 종이라 하더라도 장소와 사육환경에 따라 차이가 있었던 것으로 사료된다.

산차별 복당 평균 생시체중을 보면 1산차에서는 12.68 kg 으로 적었지만 2산차부터는 증가하였다가 6산차 이후 부터는 다시 감소하는 경향을 나타내었고, 김 등(1983) 및 상 등(1988)도 대체로 4산차까지는 생시체중이 증가하였다가 5산차부터는 감소한다고 하여 비슷한 결과를 보였다.

분만계절별 복당 평균 생시체중은 봄철 14.37 kg, 여름철 13.72 kg, 겨울철 13.24 kg 및 가을철 12.29 kg 순으로 나타났으며, 가을철 분만에서 저조한 결과를 보인 것은 종부시기 및 임신기간이 주로 여름철이었기 때문에 하절기의 고온 스트레스에 의한 영향이 있었을 것으로 사료된다. 상 등(1988)은 봄철분만에서 복당 생시체중이 제일 무거웠고 가을철 분만에서 가벼웠다고 하여 본 조사 결과와 일치하였으며, 나 등(1989)은 분만계절별 복당 생시체중에는 유의차가 없었지만 21일령 복당 체중은 봄철에 분만한 경우가 가장 무거웠다고 보고하였고 Schneider 등(1982)도 봄철에 분만한 자돈의 체중이 다른 계절에 비해 무겁다고 하여 봄철 분만의 유의성을 나타내고 있다.

또한, 산자당 평균생시체중은 1.37 kg 으로서 Kuhlers 등(1977)의 1.43 kg, 같은 Landrace 종으로 연구 보고한 김 등(1983)의 1.48 kg, 상병찬

(1984)의 1.43 kg보다는 가벼웠으나 상 등(1984)의 1.34 kg 및 상 등(1984)의 1.35 kg의 결과와는 유사하였고 Bereskin 등(1973)의 1.25 kg 보다는 무거웠다.

산차별 산자 평균 체중은 유의차가 없게 나타났지만 1산차에서 가벼웠으며 2산차부터 조금씩 증가하다가 6산차 이후부터는 다시 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 김 등(1983)의 결과와 유사하였으며 상 등(1988, 1984)은 2산차에서 제일 무거웠다가 3산차부터 감소하였다고 보고한 바 있다.

분만계절별 산자 평균 체중을 보면 봄철분만이 44 kg으로 가장 무거웠고, 여름철 1.40 kg, 겨울철 1.35 kg 및 가을철 1.27 kg 순으로 나타났는데 상 등(1988)도 봄철, 여름철, 겨울철 및 가을철 순으로 보고한 바 있어 본 연구결과와 일치하였으나 김 등(1983)은 가을철 분만에서 봄철 분만보다 약간 무겁다고 하여 상반된 결과를 보고하였다. 그러나 본 연구에서 21일령 및 이유시 체중조사 결과 봄철 분만 자돈의 체중이 가을철 분만 자돈보다 더 무겁게 나타남으로써 봄철 분만이 유익한 것으로 사료된다.

분만시 사고율은 기형태아 및 사산을 포함해서 총 산자수 중 4.10%로 나타나 Hutchinson 등(1954)의 5.15%, Kernkamp(1965)의 사산율 5.6% 및 언파 나(1981)의 보고에서 보여진 사산율 4.77% 보다는 낮았으며, 산차별로는 8산차 이상에서 7.50%로 가장 높아 산차가 높을수록 사고가 많다고 사료되며, 기형태아는 1산차와 8산차 이상에서, 사산은 1산차, 4산차, 7산차 및 8산차 이상에서 많았던 것으로 나타났다.

분만계절별 사고율은 가을철에서 4.89 %로 가장 높았는데 이는 앞에서도 언급한 바와 같이 임신기간 중의 고온 스트레스에 의한 후기 발육정지 또는 태아사에 그 원인이 있을 것으로 사료되며, 봄철 및 가을철 분만에서 다른 계절에 비해 기형태아 및 사산이 많았던 것으로 나타났는데 기형태아 및 사산의 발생원인에 대해서는 앞으로도 많은 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

이상에서 본 바와 같이 번식을 위한 선발시는 반드시 기본적으로 산자수와 생시체중 등을 고려하여 약 하며 아울러 8산차 이상의 모돈들에 대해서는 정

확한 기록을 통해 경제성 여부를 타진하고, 다른 계절보다는 주로 봄철 분만을 유도하는 것이 생산성을 향상시키는데 도움을 줄 것으로 사료된다.

결론

돼지에서 산차와 분만계절에 따른 임신기간 및 분만자돈과의 상관관계를 알아보기 위하여 1991년 1월부터 1992년 12월 까지 경기도 소재 양돈장에서 사육된 Landrace종 분만모돈 234두의 분만기록을 토대로 연구 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 조사 두수의 평균 임신일수는 115.37일 이었으며, 8산차 이상은 114.64일로 다른 산차에 비해 짧았으나 산차별 및 분만계절별 임신일수에는 유의성 있는 차이가 없었다.
2. 복당 평균 산자수는 9.91두, 평균 생존산 자수는 9.50두였으며, 1산차에 분만된 산자수가 2산차 이상에서보다 적은 편이었으나 산차별 및 분만계절별 산자수에는 유의성 있는 차이가 인정되지 않았다.
3. 복당 평균 생시체중은 13.53 kg, 산자 평균 생시체중은 1.37 kg이었고 분만계절의 효과에 있어서 봄철에 생산된 자돈군이 다른군보다 복당 평균체중($p < 0.01$) 및 산자평균생시체중($p < 0.05$)에서 유의성이 인정되었다.
4. 분만시 사고율은 총산자수중 4.10%로 나타났으며, 8산차 이상에서 7.50%로 가장 높았다.

참고문헌

- Bereskin B and Frebish LT. 1981. Some genetic and environmental effects on sow productivity. *J. Anim. Sci.*, 53:601-610.
- Bereskin B, Shelby CE and Cox DF. 1973. Some factors affecting pig survival. *J. Anim. Sci.*, 36:821-827.
- Blunn CT and Baker ML. 1949. Heritability estimates of sow productivity and litter performance. *J. Anim. Sci.*, 8:89-97.
- Boylan WJ, Rempel WE and Comstock RE. 1961. Heritability of litter size in swine. *J.*

- Anim. Sci., 20:566-568.
- Cox DF. 1964. Genetic variation in the gestation period of swine. J. Anim. Sci., 23:746-751.
- Harvey WR. 1975. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. ARS H-4 USDA, Washington D. C.
- Hutchinson HD, Terrill SW, Morrill CC, Norton HW, Meade RJ, Jensen AH and Becker DE. 1954. Causes of baby pig mortality. J. Anim. Sci., 13:1023.
- Keith TB. 1930. Relation of size of swine litters to age of dam and to size of succeeding litters. J. Agr. Res., 41:593-600.
- Kennedy BW and Moxley JE. 1978. Genetic and environmental factors influencing litter size, sex ratio and gestation length in the pig. Anim. Prod., 27:35-42.
- Kernkamp HCH. 1965. Birth and death statistics on pigs of preweaning age. JAVMA, 146:337-340.
- Kuhlers DL, Chapman AB and First NL. 1977. Estimates of maternal and grandmaternal influences on weights and gains of pigs. J. Anim. Sci., 44:181-188.
- Musson AL. 1946. The influence of the boar on litter size. J. Anim. Sci., 5:418.
- Omtvedt IT, Stanislaw CM and Whatley JA. 1965. Relationship of gestation length, age and weight at breeding, and gestation gain to sow productivity at farrowing. J. Anim. Sci., 24:531-535.
- Schneider JF, Christian LL and Christian DL. 1982. Effects of season, parity and sex on performance of purebred and crossbred swine. J. Anim. Sci., 54:728.
- Stewart HA. 1945. An appraisal of factors affecting prolificacy in swine. J. Anim. Sci. 4:250-260.
- Urban WE, Shelby CE, Chapman AB, Whatley JA, and Garwood VA. 1966. Genetic and environmental aspects of litter size in swine. J. Anim. Sci., 25:1148-1153.
- Young LD, Johnson RK and Omtvedt IT. 1976. Reproductive performance of swine bred to produce purebred and two-breed cross litters. J. Anim. Sci., 42:1139-1149.
- 김철구, 강대진, 박충생. 1983. 돼지의 繁殖形質에 대한 遺傳 및 環境의 效果와 相互作用에 관한 研究. 韓畜誌, 25:32-41.
- 나중삼, 최희성, 백동훈. 1989. 돼지의 離乳前體重에 미치는 環境 要因. 韓畜誌, 31:428-433.
- 나중삼, 최희성, 백동훈, 신원집. 돼지의 産仔數와 離乳時 生存率에 미치는 環境要因의 效果. 韓畜誌, 30:470-476.
- 박영일, 김종복, 김성훈, 이정규. 1982. 돼지의 離乳時 복당體重과 育成率에 미치는 交配組合의 效果. 韓國科研, 2:55-61.
- 상명찬. 1984. 돼지의 離乳前 體重에 대한 遺傳力 및 遺傳相關推定. 韓畜誌, 26:648-652.
- 상명찬, 강만석, 박종대. 1988. 돼지의 繁殖形質에 미치는 品種 및 環境의 效果. 韓畜誌, 30:590-595.
- 상명찬, 박대진, 박무균, 안병석. 1984. 豚의 妊娠期間, 産仔數 및 離乳前 體重에 대한 純種間의 比較. 韓畜誌, 26:492-496.
- 신원집. 1984. 돼지에 있어 生時 및 離乳時産仔數에 대한 遺傳 및 環境의 效果에 관한 研究. 韓畜誌, 26:121-126.
- 연정웅, 나기현. 1981. 돼지의 繁殖能力과 特性에 미치는 産次의 環境과 그 繁殖性間의 相關에 관한 研究. 韓畜誌, 23:7-15.
- 한성욱, 김창근. 1979. 豚의 産仔數, 離乳頭數 및 同腹仔 離乳時 總體重에 대한 環境과 品種의 效果. 韓畜誌, 21:1-6.