

모돈의 생산능력에 미치는 품종, 산차, 산자수, 포유기간 및 발정재귀일령의 효과

연 정 웅[†]
연암축산원에대학

The Effect of Breed, Parity, Litter Size, Lactating Period, and Estrus Interval on Sow Productivity Traits in Swine

Youn, J. W.[†]
Yonam College of Agriculture

ABSTRACTS

This study was carried out to investigate the effect of breed, parity, litter size, lactating period, and estrus interval on sow productivity traits in swine. Data from 492 heads of Landrace, Yorkshire or crossbred sow which were raised at Yonam College of Agriculture from March, 1998 to July, 2000 were analyzed for this study. The total number of pigs born (TN), the number of pigs born alive (NB), and the number of pigs suckled (NS) were greater in the crossbred sows than in the purebred. In TN and NB, the 3rd to 7th parities were greater than other parities, and the 8th parity was the lowest. The number of pigs stillbirthed (NSB) and the number of runt per litter tended to increase with the increase of TN. In addition, statistical analysis showed that parity had significant effect on most of traits. The current TN had highly significant effect on TN, NB and NS of the next parity. As current TN increased, TN, NB, and NS of the next parity increased. The current lactating period also affected significantly for TN, NB, and NS of the next parity. The sows which had the lactating period of 20~21 days produced the greatest TN and NB in the next parity. Weaning to estrus interval(WEI) had significant effect on TN, NB, and NSB. Among WEI groups, the WEI group of 7~13 days was the lowest in TN, NB and NSB.

(Key words : Breed, Parity, Litter size, Lactating period, Estrus interval)

I. 서론

모돈은 후보돈으로 선발되어 번식이 개시된 후 6~7산까지를 일반적인 경제수명으로 인정하고 있지만 개체능력에 따라 번식능력이 저하되지 않아 계속 사용하고 있다. 혈통, 외모 및 능력을 고려하

여 선발된 종빈돈은 유전적인 요인보다는 환경적인 요인에 더 영향을 받는다(Lasley, 1957). 또한 같은 환경 하에서도 현재의 번식능력이 차기 산차의 능력에 영향을 미칠 가능성도 배제할 수 없다. 지금까지 보고된 주요 번식형질은 산자수, 생시체중, 생존산자수, 포유개시두수, 이유두수, 이유체중, 발정재귀일수 및 포유일수이며, 이러한 형질은

[†] Corresponding author : J. W. Youn, Yonam College of Agriculture, Sunghwan, Chonan, 330-802, Korea.

지역, 품종, 연도, 계절 및 산차와 환경요인에 더 큰 영향을 받는다고 한다(Kennedy와 Moxley, 1978; Young 등, 1976; Miller 등, 1979; 연과 나, 1981; Ferguson과 Haley, 1985; 연, 1984; Irgang과 Robison, 1984; Clark와 Leman, 1986; 상 등, 1988; Almond, 1992; 윤, 1996; 김 등, 1998a; 정 등, 1998; 박 등, 2001).

번식형질간의 상관이나 영향에 관한 연구에서 생존 산자수가 많을수록 3주령의 생존 자돈수와 이유두수가 유의하게 증가한다고 하였다(Ferguson과 Haley, 1985; Bereskin, 1984; Irvin과 Swiger, 1984; 김 등 1998b). 연과 나(1981)는 산자수가 증가하면 이유두수는 증가하지만 생시체중, 자돈 생존율 및 이유시 체중은 감소되었고 생시체중이 증가하면 자돈 생존율과 이유체중은 증가하지만 이유두수는 오히려 감소하는 상관관계가 있었다고 하였다. Svajgr 등(1974) 및 Cole 등(1975)은 포유 일수가 길수록 차기 산차의 발정재귀일수가 단축되는 경향이 있고, 高橋(2001)는 포유일수가 17일 이하가 되면 차기 발정재귀일수가 오히려 지연되는 경향이 있었다고 하였다. 한편 Leman(1987)은 현재의 발정재귀일수가 6일 이내인 모돈이 차기 산차에는 산자수, 분만율, 연간 자돈생산두수 등이 가장 우수하고, 7~14일인 모돈은 15~21일인 모돈보다 번식성적이 오히려 불량한 경향이 있었다고 하였고, 高橋(2001)도 발정재귀일수 8~14일인 그룹이 차기 산차의 산자수가 감소하고 재발율이 높았다고 하였으며, Xue 등(1998) 및 박 등(2001)도 발정재귀일수가 차기 산자수와 포유개시두수에 유의한 영향을 미친다고 하였다. 또한 Willson(1993)은 현재의 발정재귀일수가 9일인 경우가 차기 산차의 산자수를 비롯한 모돈 1두당 자돈 생산두수가 최하 수준이었고 그 이내로 단축될 수록 산자수가 증가하는 경향이 있었다고 보고하였다. 한편 Clark와 Leman(1986) 그리고 Almond(1992)는 전 산차의 포유기간과 발정재귀일수가 산자수에 영향을 미칠 수가 있다고 하였다. 이 보고들은 현재의 번식능력 수준이 차기 산차의 번식능력 형질에 영향을 미친 결과로 추정할 수 있다고 주장하였다. Christian(1980)은 현재 산차의 생존산자수, 포유개

시두수 및 이유체중을 적용한 모돈생산능력지수(Sow Productivity Index)를 산출하여 모돈 능력의 우열을 객관적으로 평가하고 차기 산차의 번식능력을 추정하는 자료로도 활용할 수 있다고 하였다.

상술한 바와 같이 번식개시 전에 모돈 후보를 선발하기 위한 자료는 많이 보고되고 있지만 현재 산차의 번식능력 수준을 기준하여 차기 산차의 능력을 추정하여 모돈을 도태하거나 우수 모돈으로 선발할 경우에 기준으로 사용하는 자료가 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 모돈의 번식능력에 미치는 여러 요인들의 효과를 알아보기 위하여 실시되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구는 연암축산원예대학 양돈 실습장에서 1998년 3월부터 2000년 7월까지 분만된 자료를 기초로 하여 Landrace종, Yorkshire종, LY종(Landrace종 수컷과 Yorkshire종 암컷의 1대 잡종) 및 YL종(Yorkshire종 수컷과 Landrace종 암컷의 1대 잡종) 모돈 492두에 대하여 조사된 자료를 이용하였다.

2. 조사항목 및 방법

본 연구에 조사된 형질은 복당 총산자수, 복당 생존산자수, 복당 포유개시두수, 복당 사산 및 미이라수, 복당 체중 미달수 및 도태자돈수, 발정재귀일수, 포유기간이다. 총산자수는 모돈이 분만한 전체 자돈수로 생존산자수, 사산수, 미이라수 및 도태자돈수(기형, 체중미달) 등 모든 자돈수를 합한 두수이며, 생존산자수는 분만시 살아있는 자돈수로 분만 직후 살아 있는 기형 및 체중미달 자돈수를 합한 두수로 하였다. 포유개시두수는 총산자수에서 사산, 미이라, 기형 및 체중미달인 개체를 제외한 두수로 하였다. 한편 발정재귀일수는 이유 후 발정 시까지의 일수로 하였으며, 포유기간은 포유개시 후 이유 시까지의 일수로 하였다.

3. 통계분석

본 연구의 번식특성의 효과에 대한 자료분석은

SAS Package (1995)의 GLM으로 실시하였으며 이 분석에 이용된 선형모형은 다음과 같다.

$$Y_{ijklm} = \mu + B_i + p_j + LR_k + LP_l + W_m + e_{ijklm}$$

여기서, Y_{ijklm} 는 i 번째 품종, j 번째 산차, k 번째 산자수 그룹, l 번째 포유기간 그리고 m 번째 발정 재귀일수에 해당되는 개체에 대한 측정치, μ 는 전체 평균, B_i 는 i 번째 품종의 효과($i=1, \dots, 4$), p_j 는 j 번째 산차의 효과($j=1, \dots, 8$), LR_k 는 k 번째 산자수의 효과($k=1, \dots, 10$), LP_l 는 l 번째 포유기간의 효과($l=1, \dots, 7$), 그리고 W_m 는 m 번째 발정재귀일수의 효과($m=1, \dots, 7$), e_{ijklm} 는 임의 오차의 효과이다. 또한 현재 산차의 번식능력이 차기 산차의 능력에 미치는 연관성을 분석해야 하기 때문에 동일한 모돈이 현재 산차에서 차기 산차로 연산된 경우만 정렬하여 분석자료로 채택하고 연산되지 않은 모돈은 제외하고 유의성 검정을 하였다.

4. 사양관리 및 환경

공시모돈은 임신기간중 임신사에 수용하여 사육하였고, 분만예정 일주일 전에는 분만사로 이동하여 사육하였다. 즉, 후보돈 또는 이유 모돈은 4두용 군사돈방에서 발정이 올 때까지 대기하였으며, 발정이 온 모돈은 2회 인공수정을 실시하였고, 수정을 시킨 모돈은 임신기간중 임신사에 수용하였는데 임신사 시설은 무창돈사, 전면 콘크리트 틈바닥, 임신 stall로 되어 있다. 급이는 정량 제한급이를 실시하였으며, 환기는 음압식 환기를 하였고, 제분은 스크레파를 이용하여 실시하였다. 공시모돈이 분만예정 일주일 전에서 이유 시까지 수용된 분만사는 무창돈사, 전면 플라스틱 틈바닥(slot), 정량 제한 급이, 호상식 제분(slurry), 음압식 환기(다공천정) 등이 설치된 돈사였다.

III. 결과 및 고찰

1. 품종의 효과

모돈의 번식능력에 미치는 품종의 효과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 조사된 형질에 대한 통계적인 유의성은 복당 총산자수, 복당 생존자돈수 및

Table 1. The effect of breed on sow productivity traits

Breed	Total no. of pigs born	No. of pigs born alive	No. of pigs suckled
L	10.23 ^b	9.71 ^b	9.47 ^b
Y	10.17 ^b	9.72 ^b	9.26 ^b
LY	11.25 ^a	10.66 ^a	10.23 ^a
YL	11.24 ^a	10.64 ^a	10.36 ^a

L = Landrace, Y = Large Yorkshire, LY = Landrace (♀) × Large Yorkshire (♂).

YL = Large Yorkshire (♂) × Landrace (♀).

^{ab} : Means with a column with different superscript letter differ ($P < 0.05$).

복당 포유개시두수에서 통계적인 유의성($P < 0.05$)이 인정되었다. 순종과 교잡종을 비교해 보면 복당 총산자수, 복당생존자돈수 및 복당포유개시자돈수에서 순종에 비해 F_1 모돈이 우수하였는데, 이러한 결과는 F_1 모돈이 잡종강세 효과에 의해 순종 모돈보다 유의하게 산자수와 비유능력이 우수하였다고 한 Miller 등(1979)과 Christian(1980)의 보고와 일치하였다. 따라서 이러한 결과는 비육돈용 자돈생산을 생산하는 경우에 순종 모돈보다 F_1 모돈을 이용하는 것이 산자수 증가에 바람직할 것을 시사하는 것이다.

2. 산차의 효과

Table 2에 제시한 바와 같이 총산자수는 5산차가 11.94두로 가장 많았고, 초산이 10.19두로 가장 적었으며 2산차부터 5산차까지 점차 증가하고 그 후 감소하여 8산 이상은 급격히 감소하여 10.79두를 나타냈다($P < 0.01$). 생존 산자수도 5산차가 11.20두로 가장 많았고 초산 및 8산이 각각 9.65 및 10.17두로 산자수와 유사한 경향을 보였다($P < 0.05$). 이러한 결과는 총산자수와 복당포유개시자돈수는 1산차보다는 2산차가 많고 3~5산차에서 가장 많았으며, 그 이후로 산차가 증가할수록 감소하는 경향이 있다고 보고한 정 등(1998), 산자수가 초산이 제일 적고 4~7산차까지 가장 많고 그 이후 감소한다고한 강(1972) 및 한 등(1979), 생존산

Table 2. The effect of parity on sow productivity traits

Parity	Total no. of pigs born	No. of pigs born pigs alive	No. of pigs stillbirthed	No. of pigs culled
1	10.19 ^b	9.65 ^b	0.55 ^{bc}	0.24 ^c
2	10.50 ^b	10.07 ^b	0.42 ^c	0.25 ^c
3	11.51 ^a	11.09 ^a	0.44 ^c	0.52 ^a
4	11.66 ^a	11.09 ^a	0.57 ^{abc}	0.44 ^{ab}
5	11.94 ^a	11.20 ^a	0.74 ^{ab}	0.53 ^a
6	11.85 ^a	11.02 ^a	0.83 ^{ab}	0.50 ^{ab}
7	11.88 ^a	11.11 ^a	0.77 ^a	0.48 ^{ab}
Over 8	10.79 ^b	10.17 ^b	0.62 ^{ab}	0.31 ^{bc}

^{ab} : Means with a column with different superscript letter differ ($P < 0.05$).

자수도 3~5 산차가 가장 많았고 초산과 8산 이상이 가장 적었다고 보고한 Irgang과 Robison(1984) 및 김 등(1998a)과 대체로 부합되는 결과였다.

또한 복당 사산수는 6산과 7산이 각각 0.83 및 0.77두로 다른 그룹보다 높았으며, 초산, 2산 및 3산은 각각 0.55, 0.42 및 0.44두로 다른 그룹보다 적었다. 대체적으로 산차가 증가할수록 복당 사산수가 증가하였다($P < 0.001$). 복당 체중미달로 도태된 자돈수는 산자수나 생존산자수가 적은 초산과 2산이 각각 0.24두 및 0.25두로 가장 적었다($P < 0.05$). 이러한 결과는 사산 자돈수와 체중미달 도태자돈수는 1~3산차가 각각 0.36두와 0.37두, 4~6산차가 각각 0.56두와 0.67두로 산차가 높을수록 많았다고 보고한 연(1984), Dunne과 Lemman(1975), 복당 사산수가 7산차 이상에서 다른 산차에 비해서 훨씬 많았다고 보고한 정 등(1998)의 결과와 일치하는 것이었다. 따라서 모든 산차가 높을수록, 모든 나이나 모든 생산한 산자수가 많을수록 사산 미이라와 도태 자돈수가 많아지는 경향을 모든 도태나 우수 모든 선정시에 참고해야 할 것으로 사료된다.

3. 산자수의 영향

Table 3에 나타난 것처럼 앞 산차에서 산자수가

Table 3. The effect of litter size on sow productivity traits of the next parity

Current litter size	Total no. of pigs born	No. of pigs born alive	No. of pigs suckled
Under 6	10.46 ^d	9.86 ^d	9.49 ^d
7	10.94 ^{cd}	10.26 ^{cd}	9.83 ^{cd}
8	11.25 ^{bcd}	10.96 ^{abc}	10.63 ^{abc}
9	10.44 ^d	9.83 ^d	9.58 ^d
10	11.04 ^{bcd}	10.58 ^{bcd}	10.08 ^{bcd}
11	11.22 ^{bcd}	10.64 ^{bcd}	10.22 ^{bcd}
12	11.34 ^{bcd}	10.77 ^{bc}	10.42 ^{abc}
13	11.82 ^{abc}	11.26 ^{ab}	10.77 ^{ab}
14	11.93 ^{ab}	11.35 ^{ab}	10.84 ^{ab}
Over 15	12.48 ^a	11.70 ^a	11.15 ^a

^{a,b,c,d} : Means with a column with different superscript letter differ ($P < 0.05$).

많은 모돈일수록 그 다음 산차에서도 산자수, 생존산자수 및 포유개시두가 유의하게($P < 0.01$) 많은 경향이 있었다. 앞 산차의 산자수가 6두 이하인 경우에는 그 다음 산차의 산자수, 생존산자수 및 포유개시두수가 각각 10.46, 9.86 및 9.49두로 가장 작았고, 앞 산차에서의 산자수가 늘어날수록 그 다음 산차에서의 산자수도 점차 증가하여 앞 산차의 산자수가 15두 이상인 경우에는 그 다음 산차의 산자수, 생존산자수 및 포유개시두수가 각각 12.48, 11.70 및 11.15두로 다른 산자수 그룹에 비해 유의하게($P < 0.05$) 많은 것으로 나타났다.

4. 포유기간의 영향

Table 4와 같이 분만한 모돈의 포유기간이 20~21일인 그룹이 차기 산차에서 산자수, 생존산자수 및 포유개시두수가 가장 많았으며($P < 0.05$), 대체로 포유기간이 20~21일보다 짧거나 길어질수록 차기 산차의 산자수, 생존산자수 및 포유개시두수가 적어지는 경향을 보였다. 이러한 경향은 포유일수가 20~25일인 그룹의 복당 생존산자수가 평균 11.2두로 많았고, 20일 이하가 되면 산자수나 생존산자수가 저하된다고 보고한 高橋 (2001)의 결과와 부합되는 것이었고, 포유기간이 다음 산차의 산

Table 4. The effect of the lactating period on sow productivity traits of the next parity

Lactating period (days)	Total no. of pigs born	No. of pigs born alive	No. of pigs suckled
Under 15	10.60 ^b	10.12 ^{bc}	9.68 ^c
16 to 17	10.63 ^b	10.08 ^c	9.77 ^{bc}
18 to 19	11.34 ^{ab}	10.62 ^{abc}	10.18 ^{ab}
20 to 21	11.65 ^a	11.05 ^a	10.57 ^a
22 to 23	11.51 ^{ab}	10.96 ^{ab}	10.56 ^{ab}
24 to 25	11.21 ^{ab}	10.79 ^{abc}	10.44 ^{abc}
Over 26	11.15 ^{ab}	10.73 ^{abc}	10.18 ^{abc}

^{ab,c} : Means with a column with different superscript letter differ (P<0.01).

자수에 유의하게 영향을 미친다고 보고한 Clark와 Leman(1986) 및 Almond(1992)의 결과와 유사하였다.

다음 산차의 산자수, 생존산자수 및 포유개시두수는 포유기간이 20~21일인 그룹이 각각 11.65, 11.05 및 10.57두로 가장 많았고 16~17일과 15일 이하는 각각 10.63, 10.08 및 9.77두와 10.60, 10.12 및 9.68두로서 유의한 차이가 인정되었다(P<0.05).

5. 발정재귀일수의 영향

Table 5와 같이 발정재귀일수가 차기 복당 산자수, 생존산자수 및 사산자돈수에 통계적으로 유의한(P<0.05) 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 발정재귀일수 7~13일인 그룹이 차기 산차의 복당 산자수 및 생존산자수는 각각 10.0두 및 9.63두로 다른 그룹에 비해 가장 적었고 21~27일인 그룹이 각각 12.76 및 11.92두로 가장 많은 경향을 보였다. 이러한 경향은 Clark와 Leman(1986), Almond (1992), Leman(1987) 및 高橋(2001)의 현재 발정재귀일수 4~6일 이내인 모두가 차기 번식시 산자수, 분만율, 연간 자돈생산두수 등이 가장 우수하고 7~14 일인 모든은 15~21 일인 모든보다 번식성이 오히려 불량한 경향이 있었다고 한 보고들과 Willson(1993), Xue 등(1998) 및 박 등(2001)의 현재 발정재귀일수 9~10일인 경우가 차기 산자수

Table 5. The effect of the weaning to estrus interval on sow productivity of the next parity

Weaning to estrus interval (days)	Total no. of pigs born	No. of pigs born alive	No. of pigs stillbirthed
4	11.56 ^{ab}	10.98 ^{ab}	0.59 ^{bc}
5	11.26 ^b	10.73 ^{bc}	0.54 ^{bc}
6	11.15 ^b	10.59 ^{bc}	0.55 ^{bc}
7~13	10.00 ^c	9.63 ^c	0.37 ^c
14~20	12.13 ^{ab}	10.75 ^{bc}	1.38 ^a
21~27	12.76 ^a	11.92 ^a	0.84 ^b
Over 28	11.66 ^{ab}	10.98 ^{ab}	0.68 ^{bc}

^{a,b,c} : Means with a column with different superscript letter differ (P<0.05).

를 비롯한 모든 1두당 자돈생산두수가 최하 수준이었고 그 이내로 단축될수록 산자수가 증가하는 경향이 있었다고 한 보고와 매우 유사하였다. 한편 복당 사산자돈수는 발정재귀일수 7~13일이 0.37두로 가장 적었고, 14~20일은 1.38두로 가장 많았는데, 발정재귀일수 7~13일, 14~20일 및 21~27일 그룹간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(P<0.05).

IV. 요약

본 연구는 품종, 산차, 산자수, 포유기간 및 발정재귀일수가 차기 산차의 번식능력에 미치는 영향을 규명하기 위하여 수행되었으며, 자료는 연암축산원에대학 부속농장에서 1998년 3월부터 2000년 7월까지 사육된 Landrace종, Yorkshire종 및 이들의 교잡으로 생산된 교잡종 모든 429두에 대한 기록으로부터 얻었다.

품종의 효과에 있어서 교잡종은 총산자수, 생존산자수 및 포유개시두수가 순종보다 많았다. 산차의 효과에 있어서 총산자수와 생존산자수는 3~7산까지는 다른 산차에 비해 많았고, 8산차에서 가장 적었다. 또 사산수는 산차가 증가함에 따라 증가하였다(P<0.05). 그리고 산차의 모든 번식형질

들은 처리간에 유의성이 있었다. 산자수의 효과에 있어서 현재의 산자수는 차기 산차의 산자수, 생존 산자수 및 포유개시두수에 영향을 미쳤으며, 현재의 산자수가 증가함에 따라 차기 산차의 산자수, 생존산자수 및 포유개시두수도 유의하게($P<0.05$) 증가하였다. 포유기간의 효과에 있어서는 현재의 포유기간이 20~21일인 경우에 차기 산차의 산자수, 생존산자수 및 포유개시두수가 가장 많았다($P<0.05$). 모든 발정재귀일령의 효과에 있어서 발정재귀일수 7~13일이 차기 산차의 복당 산자수, 생존 산자수 및 사산 자돈수가 각각 10.00, 9.63 및 0.37두로 모든 발정재귀일수 그룹 중에서 가장 적었다($P<0.05$).

V. 인용문헌

1. Almond, G. W. 1992. Factors affecting the reproductive performance of the weaned sow. *Food Animal Practice* 8:503-515.
2. Bereskin, B. 1984. Genetic correlation analysis of sow productivity traits. *J. Ani. Sci.* 59:1149-1163
3. Christian, L. L., Stroke, K. L. and Calson, J. P. 1980. Effects of protein, breed, cross, sex and slaughter weight on swine performance and carcass traits. *J. Anim. Sci.* 51 : 51-58.
4. Clark, L. K. and Leman, A. D. 1986. Factors that influence litter size in pig. *Pig news and Information* p. 7.
5. Cole, D. J. A., Varley, M. A. and Hughes. P. E. 1975. Studies in sow reproduction. 2. The effect of lactation length on the subsequent reproductive performance of sow. *J. Anim. Prod.* 20:401-406.
6. Dunne, H. W. and Leman. A. D. 1975. *Disease of swine* (4th Ed.). The Iowa St. College Press, Ames, USA.
7. Ferguson, P. W. and Harvey. W. R. 1985. Genetic, phenotypic and environmental relationships between sow body weight and sow productivity traits. *J. Anim. Sci.* 60:375-384.
8. Irgang, R. and Robison. O. W. 1984. Heritability estimates for ages at farrowing, rebreeding interval and litter traits in swine. *J. Ani. Sci.*, 59:67-73.
9. Irvin, K. M. and Swiger. L. A. 1984. Genetic and phenotypic parameters for sow productivity. *J. Ani. Sci.* 58:1144-1150.
10. Kennedy, B. W. and Moxley. J. E. 1978. Genetic and environmental factors influencing litter size, sex ratio and gestation length in the pig. *J. Anim. Prod.* 27:35-42.
11. Lasley, E. L. 1957. Ovulation, prenatal mortality and litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 16: 335-340.
12. Leman, A. L. 1987. Best sows mate first 6 days after weaning. *International Pigletter.* 7(5): 17-18.
13. Miller, H. W., Cain, M. F. and Chapman. H. D. 1979. Performance of purebred and cross-bred pigs. *J. Anim. Sci.* 49:943-949.
14. SAS. 1995. SAS/SAT guide for personal computers @6.11. SAS insitute inc., Cary, NC., USA.
15. Svajgr, A. J., Hays, V. W., Cromwell, G. L. and Dutt. R. H. 1974. Effect of lactation on reproductive performance of sows. *J. Anim. Sci.* 38(1):100-105.
16. Willson, M. 1993. Single-Mated gilts large litters. *International Pigletter* 12(12):45-46.
17. Xue, J. L., Lucia, T., Koketsu, Y., Dial, G. D. and Marsh. W. E. 1998. Effect of mating frequency and weaning to mating interval on sow reproductive performance. *Swine Health and Production* 6(4):157.
18. Young, L. D., Johnson, R. K. and Omtvedt. I. T. 1976. Reproductive performance of swine bred to produce purebred and two breed cross litters. *J. Anim. Sci.* 42:1133-1149.
19. 高橋久和. 2001. 離乳日齡と繁殖成績について

- の考察. 日本誌 養豚界 36(3):13-17.
20. 강대진, 1972. 도입 Berkshire와 사천지방 Berkshire와의 능력검정 및 경제형질의 유전 분석에 관한 연구. 경상대학 축산진흥연구소보 1: 39-62.
 21. 김명직, 박병호, 김시동, 한성욱, 상병찬. 1998
 - a. 돼지의 복당자돈수와 복당체중에 미치는 품종 및 환경의 효과. 한국동물유전육종학회지 2(1):47-56.
 - b. 돼지의 복당자돈수와 복당체중에 대한 유전모수와 유전적변화 추세의 추정. 한국동물유전육종학회지 2(1):57-70.
 23. 박주완, 정종현, 박영일. 2001. 발정재귀일령 및 초교배일령이 돼지의 번식성적에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지 43(3):315-320.
 24. 상병찬, 강만석, 박종대. 1988. 돼지의 번식형질에 미치는 품종 및 환경의 효과. 한국축산학회지 30(10):590-595.
 25. 연정웅, 나기현. 1981. 돼지의 번식능력과 특성에 미치는 산차의 영향과 그 번식성간의 상관에 관한 연구. 한국축산학회지 23(1):7-15.
 26. 연정웅. 1984. 돼지의 분만일 및 산차가 번식능력에 미치는 영향. 한국축산학회지 26(2): 127-136.
 27. 윤호백. 1996. 돼지의 발정재귀일수, 복당 산자수 및 복당 체중에 대한 유전모수 추정에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
 28. 정홍우, Wang, L. and Rothschild, M. F. 1998. 모돈의 자돈 생산성에 영향을 미치는 요인 분석. 한국축산학회지 40(1):1-8.
 29. 한성욱, 김창근. 1979. 豚의 산자수, 이유두수, 동복자이유시 총체중에 관한 환경과 품종의 효과. 한국축산학회지 21(1):1-6.
- (접수일자: 2001. 6. 11. / 채택일자: 2001. 7. 12.)