

전산관리 양돈농가의 번식성적에 미치는 요인에 관한 연구

김효선* · 김병우* · 김현철* · 이길왕** · 하정기* · 전진태* · 이정규*

경상대학교 응용생명과학부 · 농업생명과학연구원*, 밀양대학교**

Studies on Factors affecting on Reproductive traits of the Pig Farms managed by EDP System

H. S. Kim*, B. W. Kim*, H. C. Kim*, K. W. Lee**, J. K. Ha*,

J. T. Jeon* and J. G. Lee*

Division of Applied Life Science-Institute of Agriculture & Life Sciences,

GyeongSang National University*, Miryang Nat'l Univ.**

ABSTRACT

This study was conducted to investigate effects of farm, type of sow Landrace × Yorkshire, LY; Yorkshire × Landrace, YL; Yorkshire × Yorkshire, YY and multi-cross bred sow, MBS), parity, farrowing year, farrowing season and mating method on reproductive traits such as total number born per litter, number of born alive per litter, number of weaned per litter, number of mummified per litter, number of stillbirth. The Reproductive Records of 3,387 litters from January, 1999 to September, 2002 were obtained from four pig farms managed by Electronic Data Processing(EDP) system.

Reproductive performances for two types of F1 Sows(YL and LY) were estimated as 11.34 ± 0.266 and 11.57 ± 0.263 heads for total number of born per litter, 10.56 ± 0.216 and 11.81 ± 0.251 heads for number of born alive per litter, and 10.05 ± 0.131 and 9.96 ± 0.153 heads for number of weaned per litter, respectively. These records are significantly higher($P < 0.05$) than those of YY and MBS. However, number of mummified per litter, number of stillborn per litter, number of dead by diarrhea per litter, number of dead by other reasons during lactating period per litter and estrus interval did not show significant difference between types of sows. There were more total number of born per litter and number of weaned per litter in year 2001 than other year. As year passed, number of dead by crush per litter, number of dead by diarrhea per litter and number of dead by other reasons during lactating period per litter reduced from 0.18 ± 0.023 to 0.07 ± 0.022 head, 0.12 ± 0.021 to 0.02 ± 0.020 head and 0.43 ± 0.041 to 0.22 ± 0.040 head, respectively and weaning rate increased from $0.94 \pm 0.005\%$ to $0.97 \pm 0.005\%$. The total number of born per litter and number of born alive per litter were higher($P < 0.05$) in the case of mating twice than mating once. The number of weaned per litter, number of mummified per litter and number of stillborn per litter were not significant($P < 0.05$) between mating methods. Estrus interval was shorter on the occasion of twice artificial insemination(5.24 ± 0.153 days) than twice natural mating(6.51 ± 0.466 days).

(Key words) : Reproductive traits, Reproductive records, Electronic data processing, Farm, Types of sows, Mating method)

I 서 론

수 있으며 비육돈의 생산성을 높이고 생산비를 절감하기 위한 수단으로 하나로 품종간 교배가 가축육종의 방법은 크게 선발과 교배로 나눌 널리 이용되고 있다. 현재 우리나라에서도 여

Corresponding author : J. G. Lee, Division of Applied Life Science · Institute of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, Regional Animal Industry Research Center at Jinju Nat'l Univ. E-mail : jglee@nongae.gsnu.ac.kr

러 가지 종류의 교배조합이 비육돈의 생산에 이용되고 있다.

번식성적의 향상을 위해서는 모든 회전율을 잘 고려하고 이유 자돈수를 많게 하여야 한다. 특히, 이유 자돈수를 많게 하기 위해서는 기본적으로 실 산자수가 많아야 하고 또한 이러한 조건을 만족시키기 위해서는 총 산자수가 우선적으로 확보되어야 한다. 사산, 미이라 등 자돈의 분만 전 사고는 복당 포유 자돈수를 감소시키므로 분만 전 사고를 줄일 수 있도록 개량하여야 한다.

현재 전업 양돈 농가의 다수가 수기를 이용한 양돈장 관리를 하고 있어 효율적인 모든 개체관리가 어려운 실정이다. 하지만 그에 비해 대규모 종돈장이나 양돈단지, 양돈조합에서는 전산관리를 통한 효율적인 개체관리를 하고 있어 번식 성적을 향상시키는 것뿐만 아니라 포유중 사고(압사, 설사, 기타 포유중 사고) 등을 줄여 생산성을 향상시키고 있다. 또 발정재귀일 등을 개선하여 모든의 회전율을 좋게 하고 있다.

본 연구에서는 돼지의 주요번식형질 및 분만 후 관리형질인 압사, 설사, 기타 포유중사고, 이유율 등을 조사 분석하여, 현재 일반 양돈 농가의 번식성적에 미치는 요인 및 번식성적 현황을 알아보려고 한다.

II 재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구에 이용된 재료는 1999년부터 2002년 9월까지 경남지방의 양돈농가 중 전산관리 프로그램(Pigplan)을 이용하고 있는 4개 농가 3,387복을 대상으로 하였다. 조사된 자료의 특성을 알아보기 위하여 농장별, 품종별, 산차별, 분만년도별, 분만 계절별, 종부방법별 분만복수를 Table 1에 표시하였다.

2. 통계 분석 방법

본 연구에서는 조사한 복당 총 산자수, 복당 실 산자수, 복당 이유두수, 복당 미이라두수, 복당 사산두수, 복당 압사두수, 복당 설사두수, 기타 포유중사고 두수, 발정재귀일, 이유율에 영향을 미치는 농장, 품종, 산차, 분만 년도, 분만 계절, 종부방법의 효과를 추정하기 위해 다음과 같은 선형 모형을 이용하여 최소 제곱법(Harvey, 1979)으로 분석하였다.

$$y_{ijklmno} = \mu + F_i + B_j + P_k + Y_l + S_m + M_n + e_{ijklmno}$$

여기서,

$y_{ijklmno}$: i번째 품종의 j번째 농장의 k번째 산차

Table 1. Number of litters by farm, breed, parity, farrowing year, farrowing season and mating method

Farm	Breed ¹⁾		Parity	Farrowing year		Farrowing season		Mating method			
A	1273	LY	1037	1	751	1999~ 000	854	spring	953	N ²⁾	64
B	801	MBS	233	2	730	2001	1427	summer	923	AI ³⁾	181
C	662	YL	823	3	566	2002	1106	autumn	668	N-N	130
D	651	YY	1294	4	449			winter	843	N-AI	554
				5	314					AI-N	42
				6~	286					AI-AI	2416
			8 over	291							
	3387		3387		3387		3387		3387		3387

¹⁾ L = Landrace, Y = Yorkshire, LY = Landrace(♀ × Yorkshire(♂

YL : Yorkshire(♀ × Landrace(♀ MBS = Multi-cross bred sow(LYY, LYD, Etc.),

²⁾ N = Natural mate,

³⁾ AI = Artificial Insemination.

의 1번째 분만년도의 m번째 분만 계절의 n번째 교배방법에 속하는 o번째의 측정치

- F_i : i번째 농장의 효과($i = 1, 2, 3, 4$)
- B_j : j번째 품종의 효과($j = 1, 2, 3, 4$)
- P_k : k번째 산차의 효과($k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$)
- Y_l : l번째 분만년도의 효과($l = 1, 2, 3$)
- S_m : m번째 분만 계절의 효과($m = 1, 2, 3, 4$)
- M_n : n번째 교배방법의 효과($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$)
- $e_{ijklmno}$: 임의 오차이다.

이상의 Linear model에 의한 정규 방정식을 풀기 위하여 다음과 같이 마지막 효과를 0으로 하는 제한을 가하였다(SAS Institute, 2001).

$$F_4 = B_4 = P_7 = Y_3 = S_4 = M_6 = 0$$

본 연구에서 설정한 Linear model을 적용하여 SAS@8.01 Package/PC를 이용하여 분석하였으며(SAS Institute, 2001), SAS/GLM 분석 결과 제공되는 4가지 제곱합 중에서 불균형 자료에 적합한 TYPE III 제곱합을 이용하여 분산 분석을 하였으며, 최소 제곱 평균치간의 유의성 검정을 위하여 다음과 같은 귀무가설을 유의 수준 5%로 각각 검정하였다.

$$H_0: LSM(i) = LSM(j)$$

여기서, $LSM(i(j))$: 각 형질의 각 요인별 i(j)번째 효과의 최소 제곱 평균 ($i \neq j$)

III 결과 및 고찰

1. 평균 능력

Table 2은 조사된 복당 총 산자수, 복당 실 산자수, 복당 이유두수, 복당 미이라두수, 복당 사산두수, 복당 압사두수, 복당 설사두수, 기타 포유중사고 두수, 발정재귀일, 이유율에 대한 전체 자료의 평균과 표준오차가 표시되어 있다.

복당 총 산자수는 이 등(1985) 10.59±1.31두, Kim 등(2002)이 10.07±0.050두, 이(2002)가 10.75±0.051두로 보고하여 본 연구의 결과보다는 약간 낮았으며, 박(2001)은 11.573±0.072두로 보고하여 본 연구보다 다소 높았다. 복당 실 산자수는 윤(1996)의 8.83±2.644보다 우수하였고, 박(2001)의 10.340±0.066두와 유사하였으나, Kuhlers 등(1989)의 12.2±0.18두 보다는 낮았다. 복당 이유두수는 상 등(1988)의 8.52±0.07두, 박 등(1989)의 9.14±0.016두 보다 높았으며, 이 등(1985)의 9.70±1.22두와 유사하였다. 복당 사산두수는 Adilovic 등(1984b)의 10산차 사산두수 0.75두, 배(1985)의 0.74두 보다 본 연구 결과가 다소 낮았다. 복당 미이라 두수는 배(1985)의 0.14두 보다 다소 낮았으며, 이(2002)의 0.08두와 본 연구와 비슷한 결과를 보였다.

2. 품종, 분만년도 및 증부방법의 효과

(1) 품종의 효과

본 연구에서 조사된 각 형질에 대한 품종별

Table 2. Over all means of the traits studied and their standard errors

Source	TNB ¹⁾ (head)	NBA (head)	NWP (head)	NM (head)	NS (head)
Mean	10.926	10.372	9.714	0.085	0.480
Std. E.	± 0.053	± 0.050	± 0.030	± 0.008	± 0.015

Source	NDC (head)	NDD (head)	NDO (head)	EI (Day)	PW (%)
Mean	0.102	0.083	0.323	5.487	0.953
Std. E.	± 0.007	± 0.007	± 0.014	± 0.090	± 0.002

¹⁾ TNB : Total number born per litter, NBA : Number of born alive per litter, NWP : Number of weaned per litter, NM : Number of mummified per litter, NS : Number of stillbirth, NDC : Number of dead pigs crush, NDD : Number of dead pigs diarrhea, NDO : Number of dead pigs of other reasons, EI : Estrus interval , PW : Percent of weaning.

최소자승평균과 그 표준오차가 Table 3에 표시되어 있다.

주요 번식형질인 복당 총 산자수, 복당 실 산자수, 복당 이유두수에서 Landrace(♀ Yorkshire(♂) 교잡종 모돈에서 성적이 우수하였는데 Yorkshire 순종 모돈의 성적보다 복당 총 산자수에서는 1.02 ~ 01 두, 복당 이유두수는 0.93 ~ 02두가 더 많았다. 이는 김 등(1988)이 생시 복당 총 산자수에서 Duroc순종, Hampshire순종, Landrace 순종보다 Landrace(♀) 교잡종 모돈이 우수하다고 한 결과와 부합하였고, 김 등(1992)의 Landrace(♀) 교잡종 모돈과 Yorkshire(♀ Landrace(♂) 교잡종 모돈이 Landrace 순종과 Yorkshire 순종보다 우수하다고 한 보고와도 부합하였다. 박 등(1989)은 순종과, 2품종교잡종, 3품종교잡종의 비교에서 총 산자수와 이유

두수에서 F1(Landrace(♀) Yorkshire(♂) 을 모돈으로 쓰는 3품종교잡종이 우수하다고 하였으며, 김 등(1988)도 복당 총 산자수와 복당 이유두수에서 순종, 2품종교잡종, 다원교잡종보다 모돈을 F1(Landrace(♀) Yorkshire(♂) 으로 쓰는 3원교잡종이 우수하다고 하여 본 연구와 부합하였다. 따라서 일반 양돈 농가에서는 잡종 강세효과를 활용할 수 있는 교잡종 모돈의 활용이 합리적인 것으로 사료된다.

(2) 분만년도의 효과

본 연구에서 조사된 각 형질에 대한 분만년도별 최소자승평균과 그 표준오차가 Table 4에 표시되어 있다.

번식 관리형질인 복당 압사두수, 복당 설사두수, 기타 포유중 사고두수는 년도가 경과함에 따라 줄어드는 경향을 보였는데, 이는 농장

Table 3. Least-squares means and their standard errors of traits studied by breed

Breed	TNB (head)	NBA (head)	NWP (head)	NM (head)	NS (head)
LY	11.34 ^{ab} ± 0.266	10.56 ^a ± 0.216	10.05 ^a ± 0.131	0.11 ± 0.033	0.06 ± 0.062
MBS	10.93 ^b ± 0.288	10.09 ^b ± 0.275	9.64 ^b ± 0.153	0.16 ± 0.042	0.69 ± 0.079
YL	11.57 ^a ± 0.263	10.81 ^a ± 0.251	9.96 ^a ± 0.153	0.11 ± 0.038	0.69 ± 0.073
YY	10.32 ^{ab} ± 0.526	9.80 ^{ab} ± 0.503	9.03 ^b ± 0.305	0.03 ± 0.077	0.43 ± 0.145

Breed	NDC (head)	NDD (head)	NDO (head)	EI (Day)	PW (%)
LY	0.19 ^a ± 0.031	0.06 ± 0.029	0.37 ± 0.057	6.33 ± 0.379	0.95 ^b ± 0.007
MBS	0.08 ^b ± 0.040	0.06 ± 0.036	0.29 ± 0.073	6.18 ± 0.479	0.96 ^{ab} ± 0.009
YL	0.14 ^{ab} ± 0.037	0.04 ± 0.033	0.30 ± 0.067	5.82 ± 0.444	0.96 ^a ± 0.008
YY	0.07 ^{ab} ± 0.073	0.07 ± 0.067	0.44 ± 0.134	6.93 ± 0.853	0.95 ^{ab} ± 0.016

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

Table 4. Least-squares means and their standard errors of traits studied by

Farrowing Year	TNB (head)	NBA (head)	NWP (head)	NM (head)	NS (head)
1999 ~ 2000	10.94 ^b ± 0.162	10.33 ± 0.1555	9.53 ^b ± 0.095	0.09 ± 0.024	0.54 ^b ± 0.045
2001	11.29 ^a ± 0.149	10.44 ± 0.142	9.82 ^a ± 0.087	0.12 ± 0.022	0.72 ^a ± 0.041
2002	10.89 ^b ± 0.159	10.24 ± 0.152	9.66 ^b ± 0.093	0.10 ± 0.023	0.55 ^b ± 0.044

Farrowing Year	NDC (head)	NDD (head)	NDO (head)	EI (Day)	PW (%)
1999 ~ 2000	0.18 ^a ± 0.023	0.12 ^a ± 0.021	0.43 ^a ± 0.041	6.48 ± 0.291	0.94 ^c ± 0.005
2001	0.10 ^b ± 0.021	0.04 ^b ± 0.019	0.40 ^a ± 0.038	6.30 ± 0.262	0.95 ^b ± 0.004
2002	0.07 ^b ± 0.022	0.02 ^b ± 0.020	0.22 ^b ± 0.040	6.16 ± 0.283	0.97 ^a ± 0.005

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

Table 5. Least-squares means and their standard errors of traits studied by mating method

Mating Method ¹⁾	TNB (head)	NBA (head)	NWP (head)	NM (head)	NS (head)
N	10.70 ^b ± 0.391	10.05 ^{ab} ± 0.374	9.59 ± 0.230	0.10 ± 0.057	0.56 ± 0.108
AI	10.68 ^b ± 0.250	10.07 ^b ± 0.240	9.62 ± 0.152	0.11 ± 0.036	0.57 ± 0.069
N-N	11.63 ^a ± 0.269	10.76 ^a ± 0.257	9.79 ± 0.159	0.14 ± 0.039	0.69 ± 0.074
N-AI	10.79 ^b ± 0.216	10.16 ^{ab} ± 0.206	9.53 ± 0.126	0.08 ± 0.031	0.59 ± 0.059
AI-N	11.30 ^{ab} ± 0.472	10.49 ^{ab} ± 0.451	9.84 ± 0.273	0.08 ± 0.069	0.66 ± 0.130
AI-AI	11.14 ^{ab} ± 0.090	10.49 ^{ab} ± 0.086	9.64 ± 0.053	0.11 ± 0.013	0.55 ± 0.025

Mating Method	NDC (head)	NDD (head)	NDO (head)	EI (Day)	PW (%)
N	0.13 ^{ab} ± 0.054	0.07 ± 0.050	0.47 ^a ± 0.099	7.33 ^a ± 0.709	0.94 ^{bc} ± 0.012
AI	0.01 ^c ± 0.035	0.04 ± 0.32	0.39 ^a ± 0.064	6.38 ^a ± 0.583	0.96 ^a ± 0.008
N-N	0.11 ^{ab} ± 0.038	0.09 ± 0.34	0.30 ^{ab} ± 0.069	6.51 ^a ± 0.466	0.96 ^{ab} ± 0.008
N-AI	0.17 ^a ± 0.030	0.05 ± 0.27	0.19 ^b ± 0.055	5.86 ^{ab} ± 0.357	0.96 ^{ab} ± 0.007
AI-N	0.22 ^{ab} ± 0.066	0.00 ± 0.060	0.32 ^{ab} ± 0.120	6.55 ^{ab} ± 0.827	0.96 ^{abc} ± 0.014
AI-AI	0.10 ^b ± 0.013	0.10 ± 0.011	0.44 ^a ± 0.023	5.24 ^b ± 0.153	0.94 ^c ± 0.003

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

의 번식 관리가 개선되고 있는 것을 보여주고 있다. 통계적으로 유의하지는 않았지만 발정재귀일도 년도가 경과함에 따라 점점 짧아지는 경향을 보였으며, 2001년의 번식형질의 성적이 가장 높게 나타났지만 이유율은 2002년이 $0.97 \pm 0.005\%$ 로 가장 높게 나타났다. 이는 농장의 번식 관리가 개선되어 포유중 사고두수에서 년도가 경과함에 따라 줄어들기 때문에 이유율이 높아진 것으로 사료된다.

(3) 종부방법의 효과

본 연구에서 조사된 각 형질에 대한 종부방법별 최소자승평균과 그 표준오차가 Table 5에 표시되어 있다.

복당 총 산자수와 복당 실 산자수에서는 2회 자연종부가 수치상으로 높게 나타났으나 2회 인공수정과는 유의적으로 차이를 보이지 않았다($t < 0.05$). 복당 압사 두수에서는 1회 인공수정이 가장 낮았고, 기타 포유중 사고두수에서는 1회 자연종부 - 1회 인공수정에서 가장 낮게 나타났다. 발정재귀일은 인공수정을 2회 실시한 개체가 5.24 ± 0.153 일로 자연종부를 2회 실시한 개체의 6.51 ± 0.466 일 보다 짧았다. 이는 자

연종부는 웅돈의 상태와 환경을 고려해야 하지만 인공수정은 웅돈의 상태와 환경을 고려하지 않아도 무방하기 때문인 것으로 사료된다. 또 인공수정의 경우 자연종부 보다 적은 웅돈으로도 가능하기 때문에 웅돈 확보에 따른 비용도 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

IV 결 론

일반 양돈 농가에서 전산관리 자료를 이용하여 분석한 내용이 대단위 양돈단지의 자료를 이용하여 분석한 연구들과 부합되는 결과를 보였다. 특히 년도가 경과함에 따라 번식관리형질이 좋아지는 경향을 보였고, 그에 따른 이유율이 높아졌음을 알 수 있다. 자연종부 2회보다 인공수정 2회가 발정재귀일령 1.27일 정도 앞당겨 졌다.

모든 품종별에서 번식 관리형질에서 많은 차이를 보이지 않아 각 농장의 번식관리능력이 어느 정도의 평균화 된 것을 알 수 있었다.

번식성적에 대한 기존 연구들은 종돈장 및 양돈단지 자료 위주였지만, 본 연구는 일반 양돈농가의 번식성적 전산 자료를 이용하였다는

점이 특히 할만한 점이다.

현재 일반 양돈농가에서 이용하고 있는 F1모돈의 능력을 알 수 있는 현장 적용자료라는 점에도 의의가 있겠다.

V 사 사

귀중한 자료를 제공하여 주신 여러 농장주께 감사 드립니다. 본 연구는 한국과학재단 지정 진주산업대학교 동물생명산업지역협력연구센터의 연구비 일부 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

V 인 용 문 헌

- Adilovic, S. and M. Gvozdenovic. 1984a. Reproductive performance of Swedish Landrace sows under farm conditions. A.B.A. 52:764.
- Adilovic, S. and Gvzdenovic, M. 1984b. The effect of parity on litter size of pigs A.B.A. 52:765.
- Avalos, E. and Smith, C. 1987. Genetic improvement of litter size in pigs. Anim Prod. 44:153.
- Gerwig, C., Ammann, P. and Grob, F. 1988. Reproductive performance in the sow, development in Swiss pig breeds. A.B.A. 56:297.
- Harvey, W. R. 1979. Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. USDA. ARS 20:8.
- Johnson, R. K. and Omtvedt, I. T. 1973. Evaluation of purebreds and two-breed crosses in swine : Reproductive performance. J. Anim. Sci. 37:1279.
- Kim, B. W., Kim, S. D., Lee, I. J., Chung, K. H., Kwon, O. S., Ha, J. K. and Lee, J. G. 2002. Estimation of Direct and Service Sire Genetic Parameters for Reproductive Traits in Yorkshire. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 15:1232.
- Kuhlers, D. L., Jungst, S. B. and Little, J. A. 1989. Comparisons of specific crosses from Duroc-Landrace, Yorkshire-Landrace and Hampshire-Landrace Sows managed in two types of gestation systems : litter traits and sow weight. J. Anim. Sci. 67:920.
- Kerr, J. C. and Cameron, N. D. 1995. Reproductive performance of pigs selected for components of efficient lean growth. J. Anim. Sci. 60:281.
- McCarter, M. N., Mabry, J. W., Bertrand, J. K. and Benyshek, L. L. 1987. Components of variance and covariance for reproductive traits in swine estimated from Yorkshire field data. J. Anim. Sci. 64:1285.
- Schneider, J. F., Christian, L. L. and Kuhlers, D. L. 1982a. Effects of season, parity and sex on performance of purebred and crossbred swine. J. Anim. Sci. 54:728.
- Schneider, J. F., Christian, L. L. and Kuhlers, D. L. 1982b. Crossbreeding in swine : Genetic effects on litter performance. J. Anim. Sci. 54:739.
- Woodward, B. W., Mabry, J. W., See, M. T., Bertrand, J. K. and Benyshek, L. L. 1993. Development of an animal model for across-herd genetic evaluation of number born alive in swine. J. Anim. Sci. 71:2040.
- Yen, H. F., Isler, G. A., Harvey, W. R. and Irvin, K. M., 1987. Factors affecting reproductive performance in swine. J. Anim. Sci. 64:1340.
- 김종복, 정홍우, 박영일. 1988. 돼지의 복당산자수와 생시체중에 미치는 교배조합의 효과. 한축지. 30:457.
- 김낙환, 김성훈, 정영철, 박영일. 1992. 돼지의 번식형질에 대한 교배조합의 효과. 한축지. 34:140.
- 박영일, 박화춘, 서강석. 1989. 돼지의 복당산자수와 복당체중에 미치는 교배조합과 산차간 상호작용의 효과. 한축지. 31:572.
- 박주완. 2001. 발정제귀일령 및 초교배 일령이 돼지의 번식성적에 미치는 효과. 서울대학교 석사학위논문.
- 배규한. 1985. 돼지에 있어 복당산자수 및 사산율에 대한 순종과 교잡종의 비교. 서울대학교 석사학위논문.
- 상병찬, 강만석, 박종대. 1988. 돼지의 번식형질에 미치는 품종 및 환경의 효과. 한축지. 30:590.
- 이근상, 이장형. 1985. 돼지의 3원교배종과 3 품종간유환교배종의 자돈생산능력 비교. 한축지. 27:700.
- 이동호. 2002. 종빈도의 분만성적에 미치는 품종 및 교배조합 효과 추정. 경상대학교 석사학위논문
- 윤호백. 1996. 돼지의 발정제귀일수, 복당산자수 및 복당체중에 대한 유전모수 추정에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
- 조용민. 1996. 다형질 애니멀 모델에 의한 돼지의 복당산자수 및 복당체중에 대한 유전모수 추정에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.

(접수일자 : 2003. 9. 29. / 채택일자 : 2003. 11. 19.)