

# 산차와 분만일령이 비유모돈과 포유자돈의 행동에 미치는 영향

박종우 · 한정철 · 김두환

진주산업대학교 동물소재공학과, 동물생명산업센터

## Effects of Parity and Farrowing Date on Behavior of Nursing Sows and Their Suckling Piglets

Park, J. W., Han, C. C. and Kim, D. H.

Department of Animal Resources Technology, Regional Animal Industry Center, Jinju National University

### Summary

The aim of this study was to investigate the effect of parity and postpartum day on the behavior of nursing sows and their suckling piglets. Total 36 Landrace or Yorkshire sows(range of parity: 1 to 8) and their litters(range of litter size: 11 to 13 piglets) were assigned with sow's parity(1~2, 3~4 and 5 or more) and sow's postpartum days(day 1, 7, 14 and 21). The sows were housed in farrowing crates(0.6×2.1m) located in pens(2.4×1.8m) with totally perforated flooring. The sows and piglets were conventionally managed. The sows and their piglets behaviors were recorded during the 24 hour period at 1, 7, 14 and 21 days of postpartum.

The obtained results from this study were as follows;

1. All the nursing sows in both group made attempts for lateral lying more than for other behaviors for whole days. The order of behavioral frequency at 1 and 3 weeks postpartum according the days of postpartum of sows was lateral lying, ventral lying, standing, sitting, feeding and drinking. The nursing sows at day 1 postpartum spent more time on sitting and standing than the sows at day 7 or more postpartum.

2. The parity of sows did not affected the lateral lying and sitting behavior of nursing sows, however the ventral lying are lowed in 1~2 parity of sow group than the other parity group. Standing, feeding and drinking behavior of sows was not showed at any trends according to the sow's parity.

3. In the behaviors of suckling piglets, lying was increased and unsuccessful suckling was decreased until 21 days postpartum. Compared to the 7, 14 and 21 day postpartum, piglets at the 1 day postpartum spent less time for lying and walking, whereas they spent much more time for unsuccessful suckling.

4. According th the sow's parity, their piglets lying and unsuccessful suckling was lowed in 1~2 parity sow group, however more than 3 parity sow's piglets behavior are not affected.

**(Key words : Parity, Farrowing date, Nursing sows, Suckling piglets, Welfare)**

## 서 론

우리나라 양돈산업은 지난 30여년간 양적으로 질적으로 크게 성장하여 식육 소비량의 절반 이상을 차지하는 주요산업으로 자리 잡아 2005년 기준으로 보면, 국내 농림업 중 생산액 기준으로 쌀 다음으로 2위를 차지하고 있다(농림부, 2006). 그러나 그간 지속적으로 진행된 양돈산업의 집약화는 생산비 절감과 생산성 향상을 목표로 돼지의 생활공간이 점차 줄어들게 하였고, 행동제약을 가져와 복지상태가 불량해지는 결과를 가져왔다.

특히 모돈의 건강과 복지에 입각하여 임신 모돈의 스톨수용과 분만후 비유모돈과 그 자돈들의 복지문제에 대한 집중적인 연구와 수용시설개발이 진행되어 왔으며, 이에 대한 다양한 대안이 요구되고 있다.

분만사 바닥의 변화는 과거 흙바닥에 깔짚을 깔아 보다 자연환경과 가까운 상태에서 점차 바닥전체를 콘크리트 평바닥 혹은 콘크리트 슬랫, 철망 또는 플라스틱으로 하고 자돈들이 모여 있는 공간을 보온해주는 방식으로 변모해 왔다. 이런 바닥재료들이 모돈과 자돈에게 불편하다고 지적한 많은 연구결과에도 불구하고 우리나라를 포함한 많은 나라들이 거의 비슷하게 콘크리트 슬랫 바닥의 사용을 표준화하여 왔다.

임신기간 동안 군사 되었던 모돈은 개별 수용되었던 모돈과 비교했을 때 분만틀을 처음 접했을 때나 분만시에 더 많은 스트레스를 받는 것으로 알려져 왔다(Beattie 등 1995; Harris 와 Gonyon, 1998; Boyle 등, 2000a). 이러한 임신모돈의 복지문제에 대한 인식에 따라 EU에서는 교배 30일부터 분만 1주일 전까지 모돈의 개체수용을 금지하고 그에 대한 대안으로 group-housing system이 보다 보편화 될 것으로 보이지만, 분만돈과 포유자돈이 같은 공간에서 생활하는 분만틀은 당분간 지속될 것으로 전망된다(Boyle, 2002).

최근 이러한 돼지의 복지문제에 대한 접근은 양돈농가나 정부 보다는 소비자가 최우선 고려되어야 한다는 것이 일반적인 여론인데, 행동이 극도로 제한되는 환경 하에서 오랫동안 갇잡하게 가두어 둔다면 소비자 사이에는 양돈산업에 대한 반감이 생기게 될 것이고 따라서 소비자들의 요구를 충족하기 위해서는 정부나 양돈농가 모두 소극적인 자세에서 벗어나 적극적인 대응방안을 모색해야 할 것이다.

따라서 본 시험은 산차와 분만일령이 비유모돈과 그 자돈들의 행동에 미치는 영향을 분석하여 모돈의 복지개선과 보다 많은 정상행동을 유도하기 위한 시설환경 기초자료를 얻기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험설계 및 공시동물

모돈의 산차와 분만후 일령이 비유모돈과 그 자돈들의 행동에 미치는 영향을 조사하기 위하여 산차는 1~2 산차, 3~4 산차, 5산차 이상으로 나누고 각각의 산차에 해당하는 모돈이 분만후 1일, 7일, 14일, 21일이 경과하였을 때 비유모돈과 포유자돈의 행동을 조사하였다.

공시동물은 총 36두의 Landrace 혹은 Yorkshire 순종모돈(산차범위: 1~8산차)과 그 자돈은 Landrace × Yorkshire F<sub>1</sub> 이며, 각각의 복당 자돈수는 11~13두였으며 총 공시 자돈수는 439두였다. 각 산차와 분만일령에 해당하는 비유모돈과 그 자돈을 대상으로 24시간 동안의 행동을 조사하였으며, 각 처리당 3반복으로 수행하였다. 모돈은 임신기간 동안 2.0 m × 0.6 m 크기의 스톨에 수용하였으며 스톨수용 모돈의 마리당 차지하는 바닥면적은 1.2 m<sup>2</sup>였다. 분만돈방은 2.4 m × 1.7 m 크기이며, 분만틀 크기는 2.1 m × 1.5 m였고 자돈이 주로 생활하는 위치의 바닥에는 1.2 m × 0.5 m 크기의 보온 매트를 깔아 주었다. 임신기간

Table 1. The mutually exclusive behavioral categories used for behavioural observation

Behavior		Definition
Sow	Lateral lying	Lying on side with one shoulder completely touching the ground, which included nursing
	Ventral lying	Lying on udder with neither shoulder touching the ground
	Sitting	Partly erect on extended front legs with the caudal end of body contacting the floor
	Standing	Upright with all four feet on the ground
	Feeding	Lowering head into the feeder
	Drinking	Touching the nipple water drinker with snout
Piglet	Lying	Combined category of lying laterally and lying sternally
	Walking	Relatively low or fast speed locomotion on the ground with in which propulsive force derives from the action of legs which included standing and sitting
	Successful suckling	Successfully switching from teat massage and slow suckling movements to the rapid, regular suckling movements indicative of milk ingestion when at least 50% of the littermates did so
	Unsuccessful suckling	Failed to switch from teat massage and slow suckling movements to the rapid, regular suckling movements indicative of milk ingestion when at least 50% of the littermates did so

동안 하루 두 번으로 나누어 2.6 kg의 임신돈 사료를 급여하였고, 비유기간 중에는 하루 최대 8 kg 까지 비유모돈 사료를 급여하였으며, 평균 급여량은 6.3 kg이었다. 임신기간 동안 2.0 m × 0.6 m 크기의 스톨에 수용하였다가 분만예정일 7일전에 분만방으로 옮겨졌다. 물은 니플 급수기를 통하여 자유 섭취할 수 있게 하였고 기타 공시 모돈의 사양관리는 시험농장의 일반적인 관리 관행에 준하였다.

## 2. 행동조사 및 통계분석

분만돈방 내에서의 비유모돈과 그 자돈들의 행동조사는 24시간 작동되는 저속도 비디오(Time lapse VCR, 한국산)를 사용하였다. 비유모돈과 포유자돈의 행동형의 분류와 범

위는 Table 1과 같다.

하루 24시간을 각각의 행동형으로 보낸 시간으로 나누었으며, 전체에서 차지하는 각각의 시간을 비율로 나타내었다. 수집된 데이터의 분석은 SAS package(1998)를 이용하여 실시하였고, GLM(General Linear Model) procedure를 적용하여 least square mean을 구하여 처리구간의 유의성 분석을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 분만일령에 따른 비유모돈의 행동

분만 후 비유기간동안 모돈은 거의 대부분의 시간을 누워서 보내는 것으로 나타났으며, 앉아 있거나 서 있거나 먹고 마시는 동

Table 2. Effects of postpartum day on the behavior of nursing sows

Postpartum	Behavior(%)					
	Lateral lying	Ventral lying	Sitting	Standing	Feeding	Drinking
Day 1	81.86 <sup>a</sup>	11.48 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	2.08 <sup>b</sup>	1.28 <sup>b</sup>	1.63 <sup>b</sup>
Day 7	75.23 <sup>ab</sup>	13.15 <sup>ab</sup>	1.92 <sup>b</sup>	5.63 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	1.44 <sup>b</sup>
Day 14	74.67 <sup>ab</sup>	11.79 <sup>b</sup>	3.40 <sup>ab</sup>	4.79 <sup>a</sup>	2.92 <sup>a</sup>	2.43 <sup>b</sup>
Day 21	66.78 <sup>b</sup>	16.87 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	3.66 <sup>ab</sup>	3.31 <sup>a</sup>	4.82 <sup>a</sup>

\* Means with the different superscripts within the same column differ significantly (P<0.05).

작으로 보내는 시간은 많게는 15%에서 적게는 5% 정도를 차지하는 것으로 조사되었다.

옆으로 누운 자세(lateral lying)로 보낸 시간은 분만 1일령에 가장 오랜 시간을 차지하였으며, 일령이 진행될수록 점차 낮아지는 경향을 나타내었다. 모돈이 비유하고 자돈이 포유하는 시간이 여기에 포함되어 있어 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

상대적으로 완전히 옆으로 누운 자세와 구분되는 ventral lying으로 보낸 시간은 큰 차이는 없지만 분만 후 1일령이 가장 짧았으나 21일령이 가장 길게 나타났다.

앉아 있는 자세(sitting)로 보낸 시간은 모돈의 비유기간 중 분만 후 일령이 경과할수록 점차 길어지는 경향을 나타내었으며, 분만 1일령에는 1%에도 미치지 않았으나 분만 21일령에는 4.5%에 이르렀다.

서 있는 자세(standing)로 보낸 시간은 분만 후 일령에 따라 큰 차이를 나타내지 않았다. 사료를 섭취하거나 물을 마시는 동작으로 보내는 시간 또한 분만 후 일령에 따라 큰 차이를 나타내지는 않았지만, 분만 후 21일령에는 약간씩 길어지는 것으로 조사되었다.

이러한 결과는 Götz(1991)가 보고한 비슷한 환경조건에서의 분만 1주, 2주 및 3주 후 모돈의 행동을 비교한 결과 1주에서 2주 사이에 lateral lying이 감소한다고 한 보고와 비슷한 경향을 나타내는 것이다. 전 등(2003)이 분만 후 회복 중인 모돈의 행동이 체형의 회

복과 관련하여 lateral과 ventral 모두 영향을 받는다고 하여 본 결과를 뒷받침 하고 있다. 또한 Jensen(1988), Stangel과 Jensen(1991)의 연구결과 모돈이 비유중이거나 방목 중일 때 혹은 운동량이 증가하면 누워있는 자세가 감소한다고 하여 본 결과와 비슷하였다.

## 2. 산차에 따른 비유모돈의 행동

자돈의 포유를 포함한 옆으로 누운 자세로 보낸 시간은 1~2산차 모돈이 가장 길었으나 3~4산차 모돈 혹은 5산차 이상 모돈은 차이가 없었다. 엷드린 자세로 보낸 시간비율은 상대적으로 1~2산차 모돈이 낮았고 3~4산차 모돈 및 5산차 이상의 모돈은 차이가 없었다. 앉거나 서 있는 자세로 보낸 시간비율과 먹고 마시는 동작으로 보낸 시간비율은 모돈의 산차에 따라 큰 차이를 나타내지 않았다.

Cronin 등(1991)과 Lawrence 등(1994)의 보고에 의하면 분만 공간을 분만틀(crate)과 분만방(pen)으로 비교하였을 때 분만틀에서 분만한 초산 모돈이 임신기간 동안 움직임의 자유에 익숙한 분만방에서 분만한 초산 모돈에 비하여 스트레스를 많이 받는다고 하였으며, 초산 모돈의 경우 움직임을 구속 당해본 경험이 없고 분만틀에 대한 최초의 경험으로 인하여 더 많이 스트레스를 받게 되어 누워있는 자세가 많아지고 엷드려 있는 자세가 줄어드는 행동의 차이를 나타낸다고 하여 본

Table 3. Effects of parity on the behavior of nursing sows

Parity	Behavior(%)					
	Lateral lying	Ventral lying	Sitting	Standing	Feeding	Drinking
1 ~ 2	78.59 <sup>a</sup>	7.15 <sup>b</sup>	2.52 <sup>ab</sup>	5.42 <sup>a</sup>	2.78 <sup>a</sup>	3.54 <sup>ab</sup>
3 ~ 4	74.51 <sup>ab</sup>	13.66 <sup>a</sup>	2.50 <sup>ab</sup>	3.01 <sup>b</sup>	2.06 <sup>b</sup>	4.26 <sup>a</sup>
5 or more	74.95 <sup>ab</sup>	12.05 <sup>a</sup>	3.13 <sup>a</sup>	4.08 <sup>ab</sup>	2.93 <sup>a</sup>	2.87 <sup>b</sup>

\* Means with the different superscripts within the same column differ significantly (P<0.05).

Table 4. Effects of sow's postpartum day on the behavior of suckling piglets

Postpartum	Behavior(%)			
	Lying	Walking	Successful suckling	Unsuccessful suckling
Day 1	55.49 <sup>b</sup>	6.11 <sup>b</sup>	19.86 <sup>a</sup>	18.54 <sup>a</sup>
Day 7	62.62 <sup>a</sup>	10.95 <sup>ab</sup>	18.38 <sup>ab</sup>	8.06 <sup>b</sup>
Day 14	60.83 <sup>a</sup>	11.42 <sup>ab</sup>	17.94 <sup>ab</sup>	9.81 <sup>b</sup>
Day 21	61.60 <sup>a</sup>	14.44 <sup>a</sup>	16.20 <sup>b</sup>	7.76 <sup>b</sup>

\* Means with the different superscripts within the same column differ significantly (P<0.05).

결과와 차이가 없었다(Beatie 등, 1995; Harris 와 Gonyou, 1998; Boyle 등, 2000a).

### 3. 분만일령에 따른 자돈의 행동

분만 후 1일령의 자돈행동은 누워 있는 자세로 보낸 시간비율이 가장 낮게 나타났으며, 걷는 동작의 시간비율 또한 가장 낮았으나 포유 실패 비율은 가장 높게 나타났다.

그러나 분만 7일령 이후 14일령, 21일령 자돈의 누워 있는 자세, 걷는 동작으로 보낸 시간비율은 차이가 없었다. 또한 성공적인 포유와 포유 실패 비율도 분만 7일령 이후에는 차이가 인정되지 않았다.

이러한 결과는 Milligan 등(2001)이 보고한 분만 후 1일령 자돈의 누워 있는 자세로 보낸 시간비율이 가장 낮고, 포유 실패 비율이 가장 높다는 결과와 일치하며, 그 이유를 자돈이 아직 분만 후 환경변화에 완전히 익숙

하지 못한 탓이라고 하였으며(전 등, 2003), Lewis와 Humik(1985), Castren 등(1989)은 모돈의 비유 타이밍과 자돈의 포유 타이밍이 동기화 되려면 분만 후 10시간 정도 지나야 한다고 하여 그 차이를 설명해 주고 있다.

### 4. 모돈 산차에 따른 자돈의 행동

자돈이 누워 있는 자세로 보낸 시간비율은 3~4산차 혹은 5산차 이상 모돈 간에는 차이를 보이지 않으나 1~2산차 모돈의 자돈이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

걷는 동작으로 보낸 시간비율은 1~2산차 모돈과 3~4산차 모돈의 자돈 간에는 차이가 없었으나, 5산차 이상 모돈의 자돈이 가장 낮았다.

포유 성공률은 1~2산차 모돈이 가장 높았고 3~4산차 모돈과 5산차 이상 모돈 간에는 차이가 없었다. 포유 실패율은 1~2산차 모돈

Table 5. Effects of sow's parity on the behavior of suckling piglets.

Parity	Behavior(%)			
	Lying	Walking	Successful suckling	Unsuccessful suckling
1 ~ 2	54.31 <sup>b</sup>	11.90 <sup>a</sup>	25.14 <sup>a</sup>	8.66 <sup>b</sup>
3 ~ 4	59.77 <sup>a</sup>	11.92 <sup>a</sup>	17.08 <sup>b</sup>	11.23 <sup>ab</sup>
5 or more	58.26 <sup>ab</sup>	9.95 <sup>b</sup>	19.67 <sup>b</sup>	12.12 <sup>a</sup>

\* Means with the different superscripts within the same column differ significantly (P<0.05).

의 자돈이 가장 낮았으나, 3~4산차 및 5산차 이상 모돈의 자돈 간에는 차이가 없었다. 포유 실패는 자돈의 복지와 관련되며, 자돈의 복지 상태가 나쁘다는 것을 나타내는 기준이기도 하다(Broom, 1991).

Beatie 등(1995), Harris와 Gonyou(1998), Boyle 등(2000a)은 초산 모돈은 이전에 행동을 구속 당해본 경험이 없고 분만과 분만틀에 대한 최초의 경험으로 인하여 더 많이 스트레스를 받게 되어 누워 있는 자세가 많아지고 엎드려 있는 자세가 줄어드는 행동의 차이를 나타낸다고 하였는데, 이러한 모돈의 행동과 연계하여 자돈의 포유 성공과 실패가 산차에 따라 차이가 나는 것으로 사료된다.

### 적 요

모돈의 산차와 분만후 일령이 비유모돈과 그 자돈들의 행동에 미치는 영향을 조사하기 위하여 산차는 1~2 산차, 3~4 산차, 5 산차 이상으로 나누고 각각의 산차에 해당하는 모돈이 분만 후 1일, 7일, 14일, 21일이 경과하였을 때 비유모돈과 포유자돈의 행동을 조사하였다.

1~8산차 범위의 총 36두의 Landrace 혹은 Yorkshire 순종모돈과 복당 자돈수가 11~13두인 Landrace × Yorkshire F<sub>1</sub> 자돈 439두를 공시하여 각 산차와 분만일령에 해당하는 비유모돈과 그 자돈을 대상으로 24시간 동안의

행동을 각 처리당 3반복으로 비유모돈은 옆으로 누워있는 자세, 엎드린 자세, 앉은 자세, 서 있는 자세, 먹는 동작, 마시는 동작으로 보낸 시간비율을, 포유자돈은 누워 있는 자세, 걸어 다니는 동작, 포유성공, 포유실패로 보낸 시간비율을 분석하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 분만 후 비유기간동안 모돈은 거의 대부분의 시간을 누워서 보내는 것으로 나타났으며, 앉아 있거나 서 있거나 먹고 마시는 동작으로 보내는 시간은 많게는 15%에서 적게는 5% 정도를 차지하는 것으로 조사되었다. 비유기간 동안 모돈의 행동 빈도는 누워 있는 자세, 엎드린 자세, 서 있는 자세, 앉아 있는 자세, 먹는 동작, 마시는 동작 순으로 많았다.

2. 산차에 따른 비유기간 동안 모돈의 행동은 누워있는 자세와 앉아 있는 자세는 모돈의 산차 간에 차이가 없었으나, 엎드린 자세는 1~2산차 모돈이 가장 낮게 나타났었다 (P<0.05). 서있는 자세, 먹는 동작, 마시는 동작은 일정한 경향을 나타내지 않았다.

3. 모돈의 비유기간 동안 그 자돈들의 행동은 분만 직후에 누워 있는 비율이 낮고 걷는 동작의 비율이 낮은 반면 포유 성공과 포유 실패가 동시에 높은 경향을 나타내었다. 분만 7일 이후에는 비유기간의 진행에 따른 차이가 없었다.

4. 모돈의 산차에 따른 그 자돈들의 행동

은 1~2 산차 모돈의 자돈들이 누워 있는 시간 비율과 포유 실패가 낮은 경향을 나타내었으나, 3산 이상 모돈의 자돈들은 어떤 행동의 차이도 찾을 수 없었다.

## 사 사

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술평가가원이 지정한 진주산업대학교 동물생명산업센터의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 인 용 문 헌

1. Beattie, V. E., Walker, N. and Sneddon, I. A. 1995. Effect of rearing environment and change of environment on the behaviour of gilts. *Appl. anim. Behav. Sci.* 46,57-65.
2. Blackwell, T. E. 2004. Production practices and well-being: Swine. In: Benson, G. J., Rollin, B. E.(Eds.), *The well-being of farm animals*. Blackwell Publishing, USA.
3. Boyle, L. A., Leonard, F. C., Lynch, P. B. and Brophy, P. 2000a. Influence of housing system during gestation on the behaviour and welfare of gilts in farrowing crates. *Anim. Sci.* 71, 561-570.
4. Broom, D. M. 1991. Animal welfare: Concepts and measurement. *J. Anim. Sci.* 69:4167-4175.
5. Castren, H., Alger, B., Jensen, P. and Saloniemi, H. 1989. Suckling behavior and milk consumption in newborn piglets as a response to sow grunting. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 24:227-238.
6. Cronin, G. M., Barnett, J. L., Hodge, F. M., Smith, J. A. and McCallum, T. H. 1991. The welfare of pigs in two farrowing/lactation environments; cortisol responses of sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32, 117-127.
7. Cronin, G. M., Simpson, G. J. and Hemsworth, P. H. 1996. The effects of the gestation and farrowing environments on sow and piglet behaviour and piglet survival and growth in early lactation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46, 175-192.
8. Götz, M. 1991. Changes in nursing and suckling behaviour of sows and their piglets in farrowing crates. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 31, 271-275.
9. Harris, M. J. and Gonyou, H. W. 1998. Increasing available space in a farrowing crate does not facilitate postural changes or maternal responses in gilts. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 59:285-296.
10. Jensen, P. 1988. Maternal behaviour and mother-young interactions during lactation in free-ranging domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 20, 297-308.
11. Jeon, J. H., Yeon, S. C., Kim, S., Kim, D. H. and Chang, H. H. 2006. Assessment of the All-in All-out system and non All-in All-out system for sows and their suckling piglets. *AJAS.* 19:909-914.
12. Lawrence, A. B., Petherick, J. C., McLean, K. A., Deans, L. A., Chirside, J., Vaughan, A., Clutton, E. and Terlouw, E. M. C. 1994. The effect of environment on behaviour, plasma cortisol and prolactin in parturient sows, *Appl. Anim Behav. Sci.* 39:313-330.
13. Milligan, B. N., Fraser, D. and Kramer, D. L. 2001. Birth weight variation in the domestic pig: Effects on offspring survival, weight gain and suckling behavior. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73:179-191.
14. SAS. 1998. SAS/STAT user's guide(Release 6.12). SAS Inst. Inc. Cary, NC.

15. Stangel, G. and Jensen, P. 1991. Behavior of semi-naturally kept sows and piglets (except suckling) during 10 days post-partum. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 31:1223-1228.
16. 김두환, 박종렬, 우종화. 2003. 임신돈의 수용형태와 산차가 임신, 분만 및 비유기간 중 모돈의 행동과 분만성적에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지*. 45:1067-1078.
17. 농림부. 2006. *농림통계연보*.
18. 전중환, 김동주, 한지훈, 연성찬, 장홍희. 2003. 분만 후 모돈의 행동적 회복과 포유자돈의 행동적 발달. *한국동물자원과학회지*. 45:1089-1096.