

ARTICLE

모든의 사육환경에 따른 번식돈 성적 분석

김계웅* · 서승기 · 조성덕

공주대학교 동물자원학과

Analysis of Reproductive Performances according to Environmental Conditions in Sows

Gye-Woong Kim*, Seung-Ki Seo, Sung-Duck Cho

Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Chungnam 32439, Korea

Received: October 23, 2020
 Revised: November 18, 2020
 Accepted: November 23, 2020

*Corresponding author :
 Gye-Woong Kim
 Department of Animal Resource
 Science, Kongju National University,
 Chungnam 32439, Korea
 Tel : +82-41-330-1245
 E-mail : kimgoong@kongju.ac.kr

Copyright © 2020 Resources Science
 Research Institute, Kongju National University.
 This is an Open Access article distributed
 under the terms of the Creative Commons
 Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)
 which permits unrestricted non-commercial
 use, distribution, and reproduction in any
 medium, provided the original work is
 properly cited.

ORCID

Gye-Woong Kim
<https://orcid.org/0000-0001-7325-9898>
 Seung-Ki Seo
<https://orcid.org/0000-0003-0476-2734>
 Sung-Duck Cho
<https://orcid.org/0000-0001-8637-3753>

Abstract

This study was carried out to investigate reproductive performances according to sow farm sizes and farrowing seasons from 2014 to 2015. Data recorded by sow farms size and seasons were collected and analyzed with SPSS program (ver. 17.0). Items surveyed in different farms were heating rate after weaning, farrowing cycle per year, conception rate, mummification rate, interval of parturition, duration for non-production, piglets from sow per year (psy), etc.

The heating rates for 7 days and 4~6 days after weaning were 83.67% and 82.54%, respectively. The heating rate within 7 days after weaning in small farms (85.69%) was significantly higher than that in large farms (82.17%; $p<0.05$). The difference within 4 seasons was significantly found in heating rate($p<0.05$). The average parity of sow farms was 4.27. The significant difference were not shown in farm sizes and seasons. The farrowing cycles of sow for year were 2.26 times. The large farms of 2.30 times were significantly higher than small farms of 2.22 times ($p<0.05$). The farrowing cycles in summer at 2.32 times was superior to that in other seasons ($p<0.05$). The average of conception was 81.5%. The conception of large farm at 84.29% was superior to that of small farms at 77.78% ($p<0.05$). The conception in spring (86.51%) is superior to that in other seasons ($p<0.05$). The difference of mummification rate by farm sizes was significantly shown ($p<0.05$). The average of farrowing interval were 154.30 days. The farrowing intervals of small and large farms were 158.65 and 151.41 days ($p<0.05$). The difference according to farrowing seasons is statistically significant ($p<0.05$). The average duration of non-production was 47.12 days. The length of non-production in small farms (52.77 days) is larger than that in large farms (42.94 days; $p<0.05$). The difference by seasons for duration of non-production was significantly shown ($p<0.05$). The piglets per sow per year averaged 20.92 heads. The difference by farm sizes and seasons were not shown significantly.

Keywords

Enviromental conditions, Farm size, Farrowing cycles, Reproductive performances, Sow

1. 서론

최근의 양돈 산업은 한·미, 한·EU FTA (Free Trade Agreement)를 비롯한 동시다별적 FTA 추진과 DDA (Doha Development Agenda)추진협상 재개 등 대외개방 확대 및 국제 곡물가격 상승에 따른 생산비 증가 등으로 인해 생산성 향상에 대한 노력을 기울여야할 뿐만 아니라, 국민생활수준 향상에 따른 소비자의 욕구에 맞는 고급 돈육생산에 필요한 기술력 확보가 더욱 필요하다. 미국, 덴마크, 네덜란드, 대만, 독일 등 양돈 선진국과 비교하여 볼 때 돈육 kg당 생산비가 약간 높게 나타나고 있는 실정에 있다. 최근에는 점점 국제 경쟁력을 갖추어 가고 있다고 할 수 있다 (Jang, 2004; Kim, 2012;

NIAS, 2002). 축산물의 차별화된 고급화 및 균일한 품질관리를 위하여 도체등급 기준을 설정하여 우수한 품질의 돈육을 선별하고자 하였다 (Kim, 2012; Park and Jo, 2002; Rohrer et al., 2005; Tan et al., 2000). 우수한 도체등급의 돈육을 생산하고, 브랜드화를 통한 축산물의 고급화 전략을 위해서는 양돈 농가에서도 많은 노력을 기울여, 균일하고 고품질의 돈육을 생산할 수 있는 가축비육관리시스템을 갖추어야 한다. 이를 위해서는 선진국은 물론 국내 우수한 양돈농가의 성적을 비교·분석하고, 벤치마킹을 통한 모돈의 생산성 향상으로 이끌어내야 한다 (Jang, 2004; Kim et al., 2008). 무엇보다도 생산성과 관련된 주요 요소로 작용되는 사료비, 자돈구입비, 방역비, 수선비 등과 같은 생산비목의 비중을 줄여 수익을 극대화 할 수 있도록 경영전략을 수립하여 전업 양돈장은 합리적인 경영계획에 따라 안정적 사육관리가 될 수 있도록 관리 시스템을 구축해야 할 것이다 (Kim, 2009; Kim et al., 2010). Kim 등 (2002)은 양돈농장의 생산성에 관한 연구로서 양돈선진국의 번식능력이나 이유성적을 우리나라 성과와 비교하여 보고함으로써 농가 생산성 지표개발에 이용할 수 있게 하였다. 그리고 전업양돈장 규모에서 모돈의 산자수, 수태률 등과 같은 번식능력을 조사하여 보고하고, 아울러 이유일령과 이유두수와 같은 이유성적을 분석하여 번식능률 개선과 육성률 향상에 도모할 수 있게 보고하였다 (Jang, 2004; Kang, 2008; Kim et al., 2002; Kim and Yoo, 2007). 번식돈은 번식시기에 따라 산자수, 성장률과 같은 번식과 성장 관리 성적에 영향을 미치며 (Kim et al., 2008; Knox et al., 2002; Tummaruk et al., 2001), 또한 분만계절에 따라서도 총 산자수, 포유두수, 이유두수, 수태율 등과 같은 번식관련 생산형질에 유의한 영향을 주는 것으로 보고한 바도 있다 (Bereskin and Frobish, 1981; Chung et al., 1998). 그리고 중국 재래종과도 번식능력을 비교하여 꾸준히 양돈경영의 생산성에 관한 연구를 꾸준히 해왔다 (Kim et al., 2010; Young, 1995).

최근에는 전업양돈장을 대상으로 Kim과 Ok (2015)이 국내 양돈장의 번식 및 육성성적을 조사하여 발표한 결과에서 번식능력과 이유성적이 모돈규모에 따라 차이가 있는 것으로 나타났으며, Kim 등 (2008)이 번식돈 경영관리 성적조사에서 총 산자수는 11.39두로 양호하였으나, 이유두수는 9.43두로 보고하여 이유성적이 다소 낮은 것으로 보고함으로써 포유자돈의 육성책에 대한 향상방안이 요구되는 것으로 분석하여 보고되고 있을 뿐만 아니라, 양돈장 관리시스템이 출하돈의 도체품질에 영향을 미치며 (Kim and Seo, 2009), Kim과 Yoo (2007)는 모돈의 사육규모별 번식성적 분석에서 평균수정율은 84.33%와 발정재귀일은 5.27일로 보고함으로써 수태율이 비교적 양호한 것으로 보고한 바 있다.

본 연구는 충남지역에서 사육하고 있는 번식돈 사육농가 총 11개 전업농가를 대상으로 1년간의 번식성적 및 이유관리 성적을 조사·분석하여 양돈농가 모돈의 생산성 향상을 위한 경영관리 지표 설정, 경영기술 지표개발 등에 필요한 기초 자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

조사농가

충남지역의 양돈농가 중 2014년 9월부터 2015년 8월까지 (1년간) 번식관리 생산 실적을 전산기록하고 있는 번식돈 사육 총 11개 농가를 대상으로 조사하였다. 조사대상 농가는 모돈 규모별로 모돈 120-200두미만을 소규모 농장, 그리고 230-900두 미만을 대규모 농장으로 구분하였다. 분만 계절별로는 봄, 여름, 가을 그리고 겨울로 구분하여 각각 조사하였다. 조사농가의 농장규모별 및 계절별 농가수와 모돈 두수는 Table 1과 같다.

III. 조사내용 및 방법

발정재귀율

모돈의 발정재귀율은 분만하며 포유자돈의 이유 후 7일내 발정재귀율 (%)를 계산하였다.

Table 1. Distribution of sows by farm sizes and seasons in pig farms

| Classification | | No. of sows | Average of sows | No. of farms |
|----------------|--------|-------------|-----------------|--------------|
| Farm size | Small | 120~200 | 170 | 5 |
| | Large | 230~900 | 385 | 6 |
| Seasons | Spring | 140~860 | 275 | 11 |
| | Summer | 130~900 | 286 | |
| | Fall | 120~870 | 274 | |
| | Winter | 125~850 | 271 | |
| Total | | - | - | 11 |

산차 구성 및 모돈회전율

산차는 규모별 및 계절별로 구분하여 각각 평균 산차를 구하였다. 그리고 모돈 회전율은 분만한 모돈의 1년간 분만회수를 구하여 모돈 규모별 및 계절별로 나누어 각각 평균 모돈회전율을 산출하였다.

$$\text{모돈회전율} = \frac{\text{총 분만복수}}{\text{상시사육 모돈두수}}$$

수태율과 미이라율

수태율 (%)은 1년간 총 수태두수를 발정두수로 나누고 100을 곱하여 아래와 같이 계산하였다. 미이라율 (%)은 총 분만두수 중 미이라가 발생된 두수의 비율로 산출하였다.

$$\text{수태율} = \frac{\text{총 수태두수}}{\text{총 발정두수}} \times 100$$

$$\text{미이라율} = \frac{\text{미이라두수}}{\text{총 분만두수}} \times 100$$

분만간격

분만간격은 모돈이 분만하여 다음번 분만일까지의 일수를 규모별 및 계절별로 구분하여 계산하였다.

비생산 일수 및 연간 이유두수

모돈의 비생산일수는 임신, 포유기간을 제외한 비생산 총일수로 산출하였으며, 연간 이유두수 (piglets per sow per year, PSY)는 모돈이 1년간 분만하여 이유시킨 총 자돈수 (total litter size)로 산출하였다.

통계처리 및 분석

통계자료는 SPSS (Ver. 17.0)을 이용하여 조사 대상농가의 번식돈 경영관리 성적에 대하여 전산기록을 관리하고 있는 번식자료에 근거하여 모돈의 발정재귀율, 모돈회전율, 수태율, 분만간격, 연간이유두수 등을 분석하기 위하여 연간 모돈성적에 대하여 평균 및 표준 편차를 구하였다. 그리고 모돈 규모별 두 그룹의 성적은 t-test로 5% 수준에서 유의성을 검정하였고, 계절별 성적은 Duncan의 다중검정 (multiple range test)으로 5% 수준에서 유의성을 검정하여 분석하였다.

IV. 결과 및 고찰

발정재귀율

번식돈 농가의 발정재귀율에 대한 농장 규모별 및 계절별 평균과 표준편차는 Table 2와 같다.

규모별 모든의 7일 발정재귀율은 소규모 전업농가 평균은 85.69%, 그리고 대규모 농가는 평균 82.17%로 유의성 없이 나타났다. 분만계절 간에는 7일 발정재귀율은 유의한 차이 ($p < 0.05$)로 가을의 발정재귀율이 80.30%으로 가장 짧았고, 봄에는 86.63%으로 가장 길었다.

농장 규모별 7일 발정재귀율을 보면 소규모농장이 85.69%으로 대규모농장 82.17%에 비해 유의성은 없으나 다소 긴 경향을 보였다. 이러한 결과는 대규모 농장보다 소규모 농장의 사양관리 시스템이 집약적으로 관리되고 있는 것으로 판단되었다. 이러한 발정재귀율은 Kim 등 (2008)이 평균 발정재귀일은 8.69일로 보고된 결과보다는 양호한 성적이나, 모든 사육 규모별로는 유의한 차이가 없다는 내용과 일치하였다. 그리고 Kim과 Yoo (2007)의 보고와도 대체적으로 비슷한 결과를 보였다. 그리고, 농장 규모 간에도 유의한 차이가 없다는 결과와도 유사하였다 (Choi, 2012).

산차 구성 및 모돈 회전율

번식돈 농가의 산차 구성 및 모돈 회전율에 대한 농장 규모별과 계절별 평균 및 표준편차는 Table 3과 같다.

Table 2. Rate of heating after weaning in sows (unit: %)

| Classification | Heating rate(7 days) | |
|----------------|--------------------------|--|
| | Mean±SD | |
| Small farm | 85.69±7.50 ^{NS} | |
| Large farm | 82.17±14.15 | |
| Spring | 86.63±9.39 ^a | |
| Summer | 84.43±11.60 ^b | |
| Fall | 80.30±13.50 ^c | |
| Winter | 83.66±12.15 ^b | |
| Average | 83.67±11.88 | |

^{a-c}: Values with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

^{NS}: Not significant ($p > 0.05$).

Table 3. Construction of parity and farrowing cycles per year

| Classification | Parity | Farrowing cycles |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| | Mean±SD | Mean±SD |
| Small farm | 4.39±0.78 ^{NS} | 2.22±0.15 ^b |
| Large fram | 4.19±0.79 | 2.30±0.13 ^a |
| Spring | 4.12±0.77 ^{NS} | 2.24±0.12 ^{bc} |
| Summer | 4.07±0.73 | 2.32±0.13 ^a |
| Fall | 4.38±0.81 | 2.20±0.14 ^c |
| Winter | 4.50±0.80 | 2.29±0.15 ^{ab} |
| Average | 4.27±0.79 | 2.26±0.14 |

^{a-c}: Values with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

^{NS}: Not significant ($p > 0.05$).

농장규모별 산차 구성과 계절별 산차 구성은 평균 4.27로 서로 비슷한 수준으로 구성되고 있었다. 농장 규모별 산차와 계절별 산차는 유의성 없는 차이를 보였다.

모든 회전율은 모든 규모 간에 유의한 차이를 보였다 ($p<0.05$). 소규모 농장 (2.22회)보다 대규모농장이 2.30회로 높은 것으로 나타났다. 계절별로는 유의한 차이로 ($p<0.05$) 가을이 2.20회로 가장 낮고 여름에 2.32회로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 Kim 등 (2008)이 평균 2.24회로 보고하고 농장규모간에 유의한 차이로 보고한 것보다도 일치하였으며, Kim과 Ok (2015)이 모든규모간에 유의한 차이로 보고한 것과는 다소 상이하였으나, 평균 2.25회로 보고한 회전율과는 비슷하였다.

수태율과 미이라율

평균 수태율은 81.52%의 보통 수준으로 조사되었다 (Table 4). 농장규모별 수태율을 분석한 결과는 소규모농장의 77.78% 보다 대규모농장이 84.29%로 대규모 농장에서 유의하게 ($p<0.05$) 높게 나타났는데, 이는 대규모 농장에서 발정과 수정관리가 잘 이루어지고 있는 것으로 판단된다. 그리고, 계절별 수태율은 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 ($p<0.05$), 겨울에는 76.93%로 가장 낮은 수태율을 보였으나, 봄 수태율은 86.51%로 가장 높은 결과를 보였다. 이러한 차이는 환경관리에 기인된 것으로 사료된다. 이러한 결과는 Kim 등 (2008)이 모든규모간에 유의한 차이가 없다는 보고와 다소 상이한 결과를 보였으며, 평균 88.65%보다도 저조한 성적이었다.

미이라율은 평균 1.73%로 나타났으며, 소규모 농장이 0.90%, 그리고 대규모 농장이 1.80%로 소규모 농장이 대규모 농장에 비해 적음을 보였다. 계절별로 보면, 봄이 0.65%와 겨울이 2.43%로 봄철분만에 미이라율이 적음을 나타냈는데, 이러한 차이도 분만계절에 많은 영향을 받는 것으로 사료된다.

분만간격

조사된 양돈농가에서 분만간격의 평균과 표준편차는 Table 5에서 보는 바와 같다.

평균 분만간격에 대한 조사결과에서 전체 평균 분만간격은 154.30일로 조사되었다. 모든 규모별로는 소규모 농가의 분만 간격은 158.68일이고, 대규모 농가의 분만 간격은 151.41일로 나타났다 ($p<0.05$). 분만계절별로는 평균 분만간격이 154.30일이었으며, 가을이 150.20일로 가장 짧았으나, 겨울은 157.12일로 가장 긴 분만간격을 보였다. 이러한 분만간격의 차이는 추운 계절적 환경에 기인된 것으로 생각된다.

Table 4. Rate of conception and mummification according to farm sizes and seasons

| Classification | Conception rate(%) | Mummification rate(%) |
|----------------|---------------------------|-------------------------|
| | Mean±SD | Mean±SD |
| Small farm | 77.78±11.14 ^b | 0.90±0.43 ^b |
| Large farm | 84.29±7.75 ^a | 1.80±1.83 ^a |
| Spring | 86.51±5.87 ^a | 0.65±0.27 ^{NS} |
| Summer | 81.15±8.93 ^b | 0.66±0.40 |
| Fall | 81.82±11.08 ^{ab} | 2.15±1.80 |
| Winter | 76.93±10.39 ^b | 2.43±2.25 |
| Average | 81.52±9.84 | 1.73±1.07 |

^{a,b}: Values with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{NS}: Not significant ($p>0.05$).

Table 5. Farrowing interval in groups of sows

| Classification | Farrowing interval(days) |
|----------------|---------------------------|
| | Mean±SD |
| Small farm | 158.65±11.67 ^a |
| Large farm | 151.41±4.00 ^b |
| Spring | 155.02±5.18 ^{ab} |
| Summer | 154.88±6.40 ^{ab} |
| Fall | 150.20±12.30 ^b |
| Winter | 157.12±8.44 ^a |
| Average | 154.30±8.68 |

^{a,b}: Values with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

비생산 일수와 연간 이유두수

모든의 비생산 일수와 연간 이유두수의 평균과 표준편차는 Table 6과 같다.

모든의 비생산 일수의 평균은 47.12일로 나타났다. 규모별로 보면, 소규모 농가는 52.77일이고, 대규모 농가는 42.94일로 유의한 차이 ($p<0.05$)를 보였다. 이러한 사육규모 간의 차이는 축사환경, 시설 등 사양관리 시스템에 기인된 것으로 사료된다.

모든 규모별 연간 이유두수는 평균 20.92두로 비교적 낮은 것으로 조사되었다. 소규모 농가 19.99두이고, 대규모 농가 21.62두로 소규모 농가에 비해 대규모 농가가 높은 경향을 볼 수 있었다. 이러한 연간 이유두수는 농가 소득에 가장 직접적인 영향을 미치는 중요한 양돈농가의 경제적 지표로 중요시 다루고 있다. 또한 계절별로는 유의한 차이는 없지만, 가을과 겨울 성적보다는 봄과 여름성적이 다소 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 Kim (2006)이 컨설팅 모돈장에서 23.76두로 보고한 것과는 다소 저조하였으나, Jo (2009)의 20.75두로 보고한 것과는 유사한 결과를 보였다.

V. 요약

본 조사연구는 총 11개 번식돈 전업농가를 대상으로 2014년 9월부터 2015년 8월 (1년간)까지 모든의 전산관리 기록자료 중 번식 및 이유성적을 분석하여 양돈농가의 생산성 향상을 위한 경영관리 지표

Table 6. Duration of non-production and piglets per sows per year

| Classification | Non-production(days) | PSY(heads) |
|----------------|---------------------------|--------------------------|
| | Mean±SD | Mean±SD |
| Small farm | 52.77±17.85 ^a | 19.04±1.90 ^{NS} |
| Large farm | 42.94±13.77 ^b | 21.62±1.57 |
| Spring | 49.10±14.9 ^{ab} | 21.00±1.33 ^{NS} |
| Summer | 38.95±13.24 ^c | 21.44±2.46 |
| Fall | 54.39±16.79 ^a | 20.49±1.95 |
| Winter | 45.36±16.49 ^{bc} | 20.82±1.62 |
| Average | 47.12±16.30 | 20.92±1.89 |

^{a-c}: Values with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{NS}: Not significant ($p>0.05$).

설정과 경영기술 지표 개발을 위한 기초적 자료를 얻고자 실시하여 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 양돈장의 7일 발정재귀율 평균은 83.67%이었으며, 모든 규모별로는 소규모 농장에서 85.69%로 대규모 농장 82.17%보다 유의하게 높았다 ($p<0.05$). 분만계절간에는 유의한 차이로 봄이 86.63%로 다른 계절보다 가장 높은 발정재귀율을 보였다 ($p<0.05$).

2. 양돈장의 평균 산차는 4.27산으로 모든 규모간 및 계절 간에 유의한 차이없이 비슷한 산차를 구성하고 있었다. 그리고 평균 모든 회전율은 2.26회로 조사되었으며, 대규모 농장에서 2.30회로 소규모농장 2.22회보다 유의하게 높았다 ($p<0.05$). 분만계절 간에 모든 회전율은 여름에 2.32회로 다른 계절보다 우수하였다 ($p<0.05$).

3. 모든의 수태율 평균은 81.52%로 나타났으며, 대규모 농장이 84.29%로 소규모 77.78%보다 우수하였다 ($p<0.05$). 계절별로는 봄이 86.51%로 다른 계절보다 가장 양호한 수태율 성적을 보였다 ($p<0.05$). 미이라 발생율은 모든 규모 간에 유의한 차이를 보였으나, 계절별로는 봄과 여름은 낮은 반면, 가을과 겨울은 유의성 없이 높은 경향을 보였다.

4. 평균 분만간격은 154.30일이었으며, 모든 규모 간에는 소규모 농장이 158.65일로 대규모농장 151.41일보다 유의하게 길었다 ($p<0.05$). 그리고 분만계절간의 분만간격은 겨울분만이 157.12일로 다른 3계절보다 가장 길은 것으로 나타났다 ($p<0.05$).

5. 모든의 평균 비생산 일수는 47.12일이었다. 규모별로는 소규모 농장이 52.77일로 대규모 농장 42.94일보다 많았다 ($p<0.05$). 분만 계절 간에는 여름에 38.95일로 다른 계절보다 짧은 것으로 나타났다 ($p<0.05$). 연간 이유두수는 평균 20.92두로 비교적 낮은 성적이었으며, 모든 규모 간 및 분만계절 간에 각각 유의한 차이가 없이 비슷하였다.

VI. 참고문헌

1. Bereskin B, Frobish LT. 1981. Some genetic and environmental effects on sow productivity. *J Anim Sci* 53:601-610.
2. Chung HW, Wang L, Roth MF. 1998. Analysis of factors affecting sow productivity traits in Korea. *J Anim Sci Technol* 40:1-8.
3. Jang SY. 2004. Analysis of carcass grade, reproductive and weaning performance in pig farm households. Graduate School of Industrial Sciences, Master's thesis. Kongju National University.
4. Jo JH. 2009. Studies on reproductive and weaned performances of sow farms in Boryeong city. Graduate School of Industrial Sciences, Master's thesis. Kongju National University.
5. Jung HD. 2015. Analysis of reproductive management in sow farms. Graduate School of Industrial Sciences, Master's thesis. Kongju National University.
6. Kang HY. 2008. Evaluation of productivity and management of sow farm in Hongseong-Gun. Graduate School of Industrial Sciences, Master's thesis. Kongju National University.

7. Kim DH, Seo JT, 2009. Effects of on-farm management system on the carcass quality of market pigs. *J Anim Env Sci.* 15:37-50.
8. Kim GW, Choi BS, Choi YC, Lee SG, Oh NS, Won DC, Lee KG, Choi DH. 2002. A study on consulting support projects to find ways to revitalize agriculture in Dangjin. Kongju National University.
9. Kim GW, In GG, Yoo JY. 2002. Analysis of current status on the management of pig farm households. *Nat Resour Res* 2:189-199.
10. Kim GW, Kim KJ, Choe PI, Jung JH., Han SI, Kim SE. 2008. Evaluation of productivity and managerial skill in sow farms. *Korean J Agric Manag Policy* 35:621-636.
11. Kim GW, Ok YS. 2015. Analysis of reproductive and growing performances by sow farm sizes. *Korean J Anim Reprod* 39:23-28.
12. Kim GW, Yoo JY, Kim KJ, Lee JW, Kim YB, Min KH, Kim SE. 2010. Analysis of carcass characteristics by gender and carcass grades of Jeju native pigs. *J Anim Sci Technol* 52:313-318.
13. Kim GW, Yoo JY. 2007. A study on the productivity of pig farms in Chungnam region. *Nat Resour Res* 7:40-45.
14. Kim GW. 2009. Analysis of reproductive and weaned performances in sow farms. *J Anim Env Sci* 15:139-146.
15. Kim GW. 2012. Analysis of carcass quality grades according to gender, backfat thickness and carcass weight in pigs. *J Anim Sci Technol* 54:29-33.
16. Kim SE. 2006. The effect of consulting on productivity in pig farms-targeting in Hongseong city. *Korean J Agric Manag Policy.* 33:777-788.
17. Knox RV, Miller GM, Willenburg KL, Rodriguez-Zas SL. 2002. Effect of frequency of boar exposure and adjusted mating times on measures of reproductive performance in weaned sows. *J Anim Sci* 80:892-899.
18. Korea Pork Producers Association. 2011. National pig farming performance report.
19. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2001. Major statistics of Agricultural and Fishery Food, Agricultural and Forestry Production Amount.
20. National Institute of Animal Science. 2002. New pig breeding technology. Rural Development Administration. pp 25-30.
21. Park JS, Jo GH. 2002. A research on the consumer's attitudes about the pork purchasing and generic advertising for pork promotion. *Korean J Agric Manag Policy* 29:283-297.
22. Rohrer GA, Thallman RM, Shackelford S, Wheeler T, Koohmaraie M. 2005. A genome and for loci affecting pork quality in a Duroc and Landrace F2 population. *Anim Genet* 37:17-27.
23. Rural Development Administration. 2005. The standard indicators for farm management: 1-10.
24. Statistics Korea. 2018. Livestock trend survey results. pp 2-8.
25. Tan FJ, Morgan MT, Ludas LI, Forrest JC, Gerrard DE. 2000. Assessment of fresh pork color with color machine vision. *J Anim Sci* 78:3078-3085.

26. Tummaruk P, Lundeheim N, Einarsson S, Dalim AM. 2001. Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, back fat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. *Anim Reprod Sci* 66:225-237.
27. Young LD. 1995. Reproduction of F1 Meishan, Fengjing, Minzhu, and Duroc gilts and sows. *J Anim Sci* 73:711-721.