

# 포유모돈의 사료 섭취량이 재귀발정에 미치는 영향

서용진<sup>1,2</sup> · 조현웅<sup>3</sup> · 김한솔<sup>3</sup> · 김범균<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 농축대학원 축산학과, <sup>2</sup>강원도 평창군 이시돌목장  
<sup>3</sup>건국대학교 동물자원과학과

## The effect of feed intake during lactation on the wean-to-estrus interval of sows

Yong Jin Seo<sup>1,2</sup>, Hyunwoong Jo<sup>3</sup>, Hansol Kim<sup>3</sup> and Beob Gyun Kim<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

<sup>2</sup>Isidore Farm, Pyeongchang 25335, Korea

<sup>3</sup>Department of Animal Science and Technology, Konkuk University, Seoul 05029, Korea



Received: May 31, 2023  
Accepted: Jun 19, 2023

### \*Corresponding author

Beob Gyun Kim  
Department of Animal Science and  
Technology, Konkuk University,  
Seoul 05029, Korea  
Tel: +82-2-2049-6255  
E-mail: bgkim@konkuk.ac.kr

Copyright © 2023 Korean Society of  
Animal Science and Technology.  
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

Yong Jin Seo  
<https://orcid.org/0009-0001-3702-3906>  
Hyunwoong Jo  
<https://orcid.org/0000-0002-3837-6041>  
Hansol Kim  
<https://orcid.org/0000-0002-6088-8924>  
Beob Gyun Kim  
<https://orcid.org/0000-0003-2097-717X>

### Abstract

The objectives of this study were to investigate the relationship between daily feed intake during the lactation period and the wean-to-estrus interval of sows and to determine the optimum quantity of daily feed intake required for a normal wean-to-estrus interval. Data for daily feed intake were collected from 640 lactating sows using an automatic feeding system. The wean-to-estrus interval for each sow was also recorded. Based on the collected daily feed intake data, the sows were divided into seven groups based on daily feed intake levels ranging from 3,260 g/d to 8,292 g/d. The wean-to-estrus interval had negative correlations ( $p < 0.05$ ) with parity ( $r = -0.129$ ) and daily feed intake ( $r = -0.124$ ). As daily feed intake increased, the wean-to-estrus interval quadratically decreased ( $p < 0.001$ ). A one-slope broken-line analysis estimated that a minimum daily feed intake of approximately 6.0 kg was necessary for a normal wean-to-estrus interval in lactating sows. In conclusion, this study highlights the importance of daily feed intake during the lactation period influencing the wean-to-estrus interval of sows. Proper feeding management practices should be implemented to ensure a minimum daily feed intake of at least 6.0 kg for optimal wean-to-estrus interval of sows.

**Keywords:** Daily feed intake, Lactating sows, Wean-to-estrus interval

## 서론

2022년 국내 양돈 산업은 약 6,100가구의 사육농가로 구성되어 있으며, 사육두수는 약 1,154만 두 수준이다[1]. 최근 아프리카 돼지 열병 및 곡물가격 상승으로 인해 양돈농가의 사육두수가 감소하고 있다고 보고되었으며[2], 이로 인해 모돈 생산성의 지표인 재귀발정일령의 중요성이 강조되고 있다. 이에 따라 산차와 사료섭취량이 모돈과 자돈의 생산성에 미치는 영향을 조사하고 농장 수익성에도 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위한 연구에서 사료섭취량이 모돈의 생산성에 영향을 미친다는 결과가 보고되었다[3].

**Competing interests**

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

**Funding sources**

Not applicable.

**Acknowledgements**

Not applicable.

**Availability of data and material**

Upon reasonable request, the datasets of this study can be available from the corresponding author.

**Authors' contributions**

Conceptualization: Seo YJ, Kim BG.  
Data curation: Jo H, Kim H.  
Formal analysis: Jo H.  
Methodology: Seo YJ, Jo H.  
Validation: Kim H.  
Investigation: Seo YJ.  
Writing - original draft: Seo YJ.  
Writing - review & editing: Seo YJ, Jo H, Kim H, Kim BG.

**Ethics approval and consent to participate**

This article does not require IACUC approval because the data was acquired from general information in a commercial farm.

재귀발정일령은 이유 이후 포유모돈의 발정이 시작되는데 걸리는 기간을 나타내는 지표이다. 재귀발정일령은 양돈산업에서 모돈의 생산성을 판단하는 중요한 지표로 인식되고 있지만, 농가에서 조절 가능한 변인인 모돈의 사료섭취량과 재귀발정일령 사이의 연구결과는 부족하다. 따라서 본 실험의 목적은 포유기간 동안 섭취하는 사료량과 재귀발정일령 간의 상관관계를 확인하고 적정 사료섭취량을 제시하는 것이다.

## 재료 및 방법

### 사양관리

1년을 52주로 나누어 기본적인 교배사 사양관리를 주간 교배(일요일-발정개시, 토요일-발정종료)로 하였다. 교배사 사료는 일 2회 급이하였으며, 육안으로 체평점을 확인한 후 최소 1,400 g/d부터 최대 3,400 g/d까지 조정하였다. 주간 교배는 교배사에서 정확한 발정체크를 위해 웡돈카드를 이용하여 모돈 급이기 앞에서 웡돈과 직접적인 접촉 없이 실시되었다. 발정(승가허용, 외음부, 귀, 점액 및 체온) 징후가 관찰된 모돈(경산돈 + 후보돈)은 24시간 후 첫 번째 교배가 이루어졌으며, 발정지속 시간이 짧은 모돈은 12시간 이후에 두 번째 교배를 수행하였고 발정지속시간이 긴 모돈은 24시간 이후에 두 번째 교배를 진행하였으며, 세 번째 교배는 12시간 이후에 이루어졌다. 발정이 지속되는 모돈은 네 번째 교배까지 이루어졌다. 교배가 끝난 모돈들은 교배사에서 21일 이후 임신테스트를 통해 임신이 확인된 경우 임신사로 이동하였다. 그러나 발정이 일어나지 않은 모돈들은 사고 돈방으로 이동한 후 발정동기화제를 투여하였다. 임신사에 속한 모돈들은 이동이 완료된 후 42일 이후에 2차 임신테스트를 실시하여 불임 여부를 확인하였고, 재발이나 사고돈의 경우에는 사고돈방으로 이동시켰다. 임신사에서의 사료 급이는 교배사와 마찬가지로 육안으로 체평점을 평가하여 일일 사료량을 조절하였다. 일일 사료 급이량은 최소 1,400 g에서 최대 3,400 g까지 범위였다. 임신사에서는 약 100일 동안 머물다가 분만이 예상되는 7일 내지 12일 전에 분만사로 이동하였다. 분만사에서는 임신 후 코카(주) 자동급이기를 사용하여 하루에 두 번 사료를 급이하였으며, 분만 전 1산차 임신돈에게는 2,000 g/d, 2산차 임신돈에게는 2,200 g/d의 사료를 급이하였고, 나머지 산차의 사료 급이량은 2,400 g/d로 조절하였다. 분만 당일은 사료를 급이하지 않았다. 분만 다음 날부터 초산 모돈은 하루에 두 번에 걸쳐 2,200 g/d의 사료를 급이하였으며, 일주일 동안 사료를 600 내지 700 g/d씩 증가시켜 12일 후에는 최대 8,800 g/d까지 급이량을 설정하였고, 이유하는 시점까지 사료를 급이하였다. 2산차 및 3산차 모돈들은 분만 다음 날부터 2,500 g/d의 사료를 급이하였으며, 초산 모돈과 마찬가지로 일주일 동안 사료를 600 내지 700 g/d씩 증가시켜 12일 후에는 최대 9,000 g/d까지 급이량을 증가시켰다. 나머지 4산차 모돈부터는 분만 다음 날부터 2,600 g/d의 사료를 시작으로 12일 후에는 최대 9,200 g/d까지 급이량을 증가시켰다. 분만일에 따라 포유일수가 다를 수 있지만, 이 연구에서는 3주 동안의 포유 기간을 설정하였다. 포유 2주 후에는 포유모돈의 컨디션을 유지하기 위해 포유자돈을 모돈 당 11마리만 남기고 체중이 큰 자돈들은 조기 이유를 시행하였다. 이렇게 남은 11마리의 자돈들은 3주까지 포유하였다. 포유 기간이 끝난 모돈들은 다시 교배사로 이동하여 반복적으로 관리되었다.

### 데이터 수집

#### 일일사료섭취량 측정

포유모돈의 사료는 일 2회 공급하였고 코카(주) 자동급이기를 통해 일일 섭취량을 측정하였다. 코카(주) 자동급이기의 사료 설정은 컴퓨터 전산을 통해 모돈의 산차별 급이 설정을 할 수 있다.

모든의 굶이기 앞에 코로 누를 수 있는 버튼을 설치해 버튼을 누르면 200 g의 사료가 공급되도록 설정하고, 최초 사료가 공급된 후 40초 동안 코로 눌러도 사료가 공급되지 않도록 설정을 하였다. 사료 굶이량은 모든의 산차별로 초산, 2산차, 및 3산차부터 나머지 산차까지 각각 최대 8,800, 9,000 및 9,200 g/d를 설정하였고, 굶이시간은 오전 8시에서 11시 59분까지 1회 굶이기 및 오후 4시에서 11시 59분까지 2회 굶이로 설정하였다. 코로 눌러서 200 g의 사료가 공급되고 200 g의 사료가 추가적으로 공급되는 방식으로 사료를 먹지 못한 모돈은 더 이상 코로 누르지 않기 때문에 일일최대섭취 설정량에 미치지 못한 섭취량은 일일 섭취에 기록되지 않는 방식으로 입식부터 이유까지 일일 측정하였다.

### 재귀발정일 측정

재귀발정은 분만을 한 포유모돈이 젖을 통해 자돈을 3주간 포유한 후 이유를 마친 후 교배사로 이동하여 다시 임신이 가능한 상태에 도달하는 과정이다. 이 재귀발정의 측정은 분만사에서 포유를 거쳐 교배사로 이동한 후에 직접적인 웅돈 접촉 없이 웅돈카드를 사용하여 모든 굶이기 앞에서 측정되었다. 예를 들어, 2023년 4월 26일에 이유를 했다면, 이유한 시점으로부터 +4일 후에 발정이 온 모돈에 대해 현황판에 4월 30일에 A, P로 기록하고, 24시간 후 첫 번째 교배를 시작하였다.

### 통계분석

재귀발정일, 포유기간 동안 사료섭취량, 포유기간 및 산차 사이에 상관관계를 SAS(SAS Inst., Cary, NC, USA) CORR procedure를 이용하여 분석하였다. 또한, SAS의 MIXED procedure를 이용하여 실험 데이터를 분석하였다. 통계모델에는 섭취량을 기반으로 나뉜 7개의 그룹을 독립 변수로 재귀발정일을 종속변수로 포함되었고 산차 및 포유기간을 공변인으로 설정하였다. 첫 번째 발정이 관찰되지 않은 모돈에 대해 재귀발정일을 일괄적으로 26일로 설정하여 분석하였다. 직교 다항비교를 통해 섭취량이 재귀발정일에 미치는 직선적 또는 곡선적 영향을 분석하였다. 재귀발정일에 대한 최소자승평균이 계산되었고 실험 단위는 모돈 한마리였다. 재귀발정일에 대한 섭취량의 곡선적 영향이 나타났을 때( $p < 0.05$ ), 정상적인 재귀발정일을 위한 포유기간 동안 최소 일일 사료 섭취량을 계산하기 위해 SAS의 NLIN procedure를 활용하여 파선 분석을 진행하였다 [4]. 모든 분석의 통계적 유의성은  $p < 0.05$ 로 설정하였다.

## 결과 및 고찰

### 수집된 데이터에 대한 기술통계

실험에 사용된 포유모돈의 평균산차는 2.94산차이며, 최소 산차는 1산차부터 최대 7산차까지 분포하였다(Table 1). 포유모돈의 분만사 하루평균 사료 섭취량(average daily feed intake, ADFI)은 평균 6,543 g/d를 섭취하였으며, 일 최소 섭취량은 3,260 g/d이며, 최대 섭취량은 8,292 g/d까지 섭취하였다. 포유모돈의 평균 포유일수는 21.6일이며, 최소 포유일수는 13일이고, 최대 포유일수는 30일까지 분포하였다. 포유모돈 이유시 재귀발정 평균일수는 7.37일이며, 최소 재귀발정일수는 3일이며 최초 발정이 관찰되지 않은 모돈에 대해 재귀발정일을 일괄적으로 26일로 적용하였다.

### 수집된 데이터간 상관관계 분석

재귀발정일, 포유기간 동안의 사료섭취량, 포유기간, 그리고 산차와의 상관관계를 분석한 결

**Table 1.** Descriptive statistics for data included in the study

Item	Mean	SD	Minimum	Maximum
Parity	2.94	1.37	1	7
ADFI (g/d)	6,543	668	3,260	8,292
Lactation length (d)	21.56	1.89	13	30
Wean-to-estrus interval (d)	7.37	5.83	3	26

Values from a total of 640 sows were used.  
ADFI, average daily feed intake.

과, 재귀발정일은 산차( $p < 0.001$ )와 포유기간 동안의 사료섭취량( $p < 0.05$ ) 간에 음의 상관관계가 있음을 보여주었다(Table 2). 산차는 재귀발정에 영향을 미치는 요인 중 하나로, 산차가 높은 모돈보다 산차가 낮은 모돈에서 평균 재귀발정일령이 더 길게 나타났으며, 이러한 결과는 이전 연구들과 일치한다[5-7]. 또한, 산차는 포유모돈의 사료섭취량에도 영향을 미치는데, 초산 모돈의 사료섭취량이 가장 낮았으며, 4산차 및 5산차의 모돈이 가장 높은 사료섭취량을 보였다[3]. 게다가, 포유모돈의 사료섭취는 경산돈 등 3산차 이상과는 달리 저산차의 모돈은 아직 체성장이 완료되지 않은 단계가 많기 때문에 번식 주기 동안에도 영양분이 체성장에 많이 사용되어 산차가 낮은 모돈의 재귀발정일령이 산차가 높은 모돈보다 높게 나타난다[3,8,9].

#### 일일사료섭취량이 재귀발정일에 미치는 영향

일일사료섭취량을 기준으로 모돈을 7개 그룹으로 나누어 분석한 결과, 1그룹부터 7그룹까지의 평균 산차는 각각 2.33, 2.23, 2.36, 2.93, 3.20, 2.82, 및 3.50산차였다(Table 3). 또한, ADFI는 각각 4,414, 5,488, 5,940, 6,294, 6,765, 7,344, 및 7,824 g/d로 측정되었다. 재귀발정일은 ADFI가 증가함에 따라 곡선적으로 감소하였다. 포유기간 동안 과도한 포유로 인해 포유모돈의 체중이 30% 내지 40% 이상 감소하면, 이유 후에 모돈은 영양이 부족한 체력을 회복해야 하기 때문에 포유모돈의 발정이 지연되거나 재귀발정이 지연되는 경향이 있다[9-11]. 즉, 포유기간 동안 포유모돈의 사료섭취량은 체손실을 방지하고 재귀발정일령과 밀접한 관련이 있다는 것을 알 수 있다[12]. 분만 이후 7일 내지 10일 동안은 사료를 점진적으로 늘려 일일평균 6,000 g/d를 섭취하는 것이 일반적으로 목표로 설정되며, 10일 이후부터 이유시까지의 일일평균 섭취량을 무제한에 가깝게 급여하는 것이 목표이다[13-15]. 이 목표는 본 연구에서도 최소 일일평균 6.0 kg/d를 섭취할 때 정상적인 재귀발정 사이클에 도달하는 것과 일치하는 연구 결과를 보여주고 있다(Fig. 1). 또한, Koketsu et al.[12]의 연구에 따르면 일일평균 5,000 g/d까지 섭취량이 증가함에 따라 재귀발정일령이 선형적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 실험에 사용된 모돈의 산차 분포에 따라 달라질 수 있다. 저산차 모돈은 고산차 모돈에 비해 포유기간 동안 일일 섭취량에 민감하게 반응할 수 있기 때문이다[16]. 분만 후 포유를 하면서 충분한 영양분을 섭취하는

**Table 2.** Correlation coefficients among parity, average daily feed intake (ADFI), lactation length, and wean-to-estrus interval in sows

Item	ADFI (g/d)	Lactation length (d)	Wean-to-estrus interval (d)
Parity	0.186**	-0.159**	-0.129**
ADFI (g/d)	-	0.186*	-0.124*
Lactation length (d)	-	-	-0.017

\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.001$ .

Table 3. Changes in wean-to-estrus interval in different groups based on average daily feed intake (ADFI) of sows

Item	Group according to ADFI (g/d)							SEM	$\rho$ -value	
	< 5,000	5,000-5,499	5,500-5,999	6,000-6,499	6,500-6,999	7,000-7,499	> 7,500		Linear	Quadratic
n	12	13	67	242	148	95	63			
Parity	2.33	2.23	2.36	2.93	3.20	2.82	3.50			
ADFI (g/d)	4,414	5,488	5,940	6,294	6,765	7,344	7,824			
Lactation length (d)	20.2	19.7	20.4	21.5	22.3	21.5	21.4			
Wean-to-estrus interval (d)	14.89	12.28	6.72	8.97	7.20	6.69	7.72	1.39	< 0.001	0.004

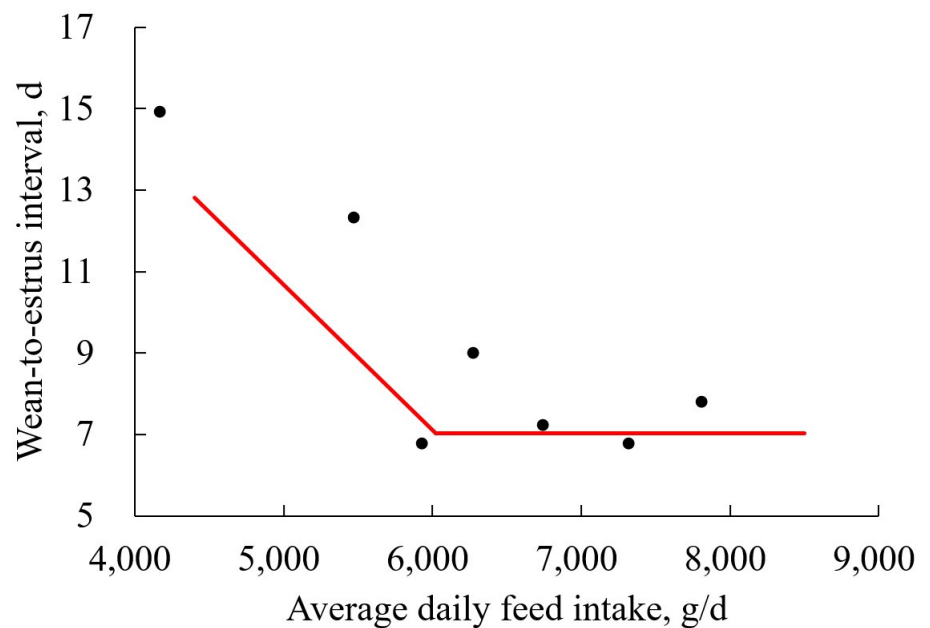


Fig. 1. A broken-line analysis of the wean-to-estrus interval according to average daily feed intake (ADFI) in sows. Each data point represents least squares means of each group according to ADFI. A one-slope broken-line model of wean-to-estrus interval indicated that the ADFI required for reaching normal wean-to-estrus interval was 6,022 g/d. Break points were estimated based on following equations:  $Y = 7.04 + 0.00356 \times (6,022 - X)$  where  $X$  is less than 6,022 (SE = 359;  $\rho = 0.028$ ).

것은 모돈의 자궁 회복에 매우 중요하다. 충분한 영양분을 섭취하지 못한 모돈은 자궁 회복이 느리게 이루어지기 때문에 강정사양을 통해 자궁 회복과 난소 기능을 활성화시킴으로써 배란 수와 수태율을 증가시키는 것이 목표이다[17]. 이렇게 함으로써 모돈의 건강과 번식 성과를 개선할 수 있다.

## 결론

포유모돈의 산차와 일일 사료 섭취량은 재귀발정에 영향을 미칠 수 있다. 특히, 일일 사료 섭취량이 6.0 kg/d 이상이어야 정상적인 재귀발정일에 도달할 수 있었다. 이러한 결과는 포유기간 동안 포유모돈이 일일평균 6.0 kg/d의 사료를 섭취할 수 있도록 적절한 사양관리가 필요함을 시사한다. 이를 통해 포유모돈의 건강과 번식 성과를 향상시킬 수 있다.

## REFERENCES

1. Kang MS, Kim GH, Goo KW, Park SH. A study that certification RE100 of pig breeding house by utilization livestock manure. *Trans Korean Inst Elect Eng.* 2023;72:453-8. <https://doi.org/10.5370/KIEE.2023.72.3.453>
2. Lee DJ. A study change in piglets weight according to feed amount at the end of pregnancy [M.S. thesis]. Seoul: Konkuk University; 2021.
3. Jung MR. Studies on the productivity of nursing sows by the parity number and feed intake [Ph.D. dissertation]. Seoul: Konkuk University; 2017.
4. Robbins KR, Saxton AM, Southern LL. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. *J Anim Sci.* 2006;84:E155-65. [https://doi.org/10.2527/2006.8413\\_supplE155x](https://doi.org/10.2527/2006.8413_supplE155x)
5. Yoon JW. The effect of breed, parity, litter size, lactating period, and estrus interval on sow productivity traits in swine. *Reprod Dev Biol.* 2001;25:251-7.
6. Clark JR, Komkov A, Tribble LF. Effects of parity, season, gonadotropin releasing hormone and altered suckling intensity on the interval to rebreeding in sows. *Theriogenology.* 1986;26:299-308. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(86\)90149-4](https://doi.org/10.1016/0093-691X(86)90149-4)
7. Gourdine JL, Quesnel H, Bidanel JP, Renaudeau D. Effect of season, parity and lactation on reproductive performance of sows in a tropical humid climate. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2006;19:1111-9. <https://doi.org/10.5713/ajas.2006.1111>
8. Hughes PE. Effects of parity, season and boar contact on the reproductive performance of weaned sows. *Livest Prod Sci.* 1998;54:151-7. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00175-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00175-9)
9. Guedes RMC, Nogueira RHG. The influence of parity order and body condition and serum hormones on weaning-to-estrus interval of sows. *Anim Reprod Sci.* 2001;67:91-9. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(01\)00108-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(01)00108-7)
10. Reese DE, Moser BD, Peo ER Jr, Lewis AJ, Zimmerman DR, Kinder JE, et al. Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows. *J Anim Sci.* 1982;55:590-8. <https://doi.org/10.2527/jas1982.553590x>
11. Dourmad JY, Etienne M, Prunier A, Noblet J. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity: a review. *Livest Prod Sci.* 1994;40:87-97. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90039-6)
12. Koketsu Y, Dial GD, Pettigrew JE, King VL. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *J Anim Sci.* 1996;74:2875-84. <https://doi.org/10.2527/1996.74122875x>
13. Noblet J, Dourmad JY, Etienne M. Energy utilization in pregnant and lactating sows: modeling of energy requirements. *J Anim Sci.* 1990;68:562-72. <https://doi.org/10.2527/1990.682562x>
14. Trottier NL, Johnston LJ. Feeding gilts during development and sows during gestation and lactation. In: Lewis AJ, Southern LL, editors. *Swine nutrition*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2000. p. 725-70.
15. Kim SW, Hansen JA. Diet formulation and feeding programs. *Sustain Swine Nutr.* 2022: 271-84. <https://doi.org/10.1002/9781119583998.ch10>
16. Yang H, Eastham PR, Phillips P, Whittemore CT. Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation, and differing litter size. *Anim Sci.* 1989;48:181-201. <https://doi.org/10.1017/S0003356100003901>
17. Kongsted AG. A review of the effect of energy intake on pregnancy rate and litter size—discussed in relation to group-housed non-lactating sows. *Livest Prod Sci.* 2005;97:13-26. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.02.001>