

徐志婷, 孙显月, 滕金言, 等. 影响母猪断奶至配种间隔的遗传参数估计 [J]. 华南农业大学学报, 2020, 41(2): 18-22.
XU Zhiting, SUN Xianyue, TENG Jinyan, et al. Estimation of genetic parameters affecting the weaning-to-service interval in sows[J]. Journal of South China Agricultural University, 2020, 41(2): 18-22.

影响母猪断奶至配种间隔的遗传参数估计

徐志婷^{1†}, 孙显月^{1,2†}, 滕金言¹, 刁淑琪¹, 张 豪¹, 张 哲¹, 李加琪¹

(1 华南农业大学 动物科学学院, 广东 广州 510642; 2 广东茂名农林科技职业学院, 广东 茂名 525024)

摘要:【目的】分析影响母猪断奶至配种间隔的因素, 并估计母猪断奶至配种间隔的遗传参数, 为猪场育种规划提供理论参考。【方法】本研究材料为 2011—2016 年间采集的华南地区 2 个场区 (A 场和 B 场) 大白母猪和长白母猪的繁殖记录。采用 Duncan’s 法对影响母猪断奶至配种间隔的因素进行显著性分析, 并使用 DMU 软件的 AI-REML 结合 EM 算法进行遗传参数估计。【结果】分娩胎次和断奶年份对母猪断奶至配种间隔影响均极显著 ($P<0.01$); 断奶季节对 A、B 2 个场区长白母猪及 B 场大白母猪的断奶至配种间隔影响均极显著 ($P<0.01$), 而对 A 场大白母猪的断奶至配种间隔影响不显著 ($P>0.05$); 带仔数对 A、B 2 个场区的母猪断奶至配种间隔影响均不显著 ($P>0.05$)。A 场大白和长白母猪的断奶至配种间隔遗传力分别为 0.02 和 0.04, B 场大白和长白母猪断奶至配种间隔的遗传力均为 0.06。【结论】华南地区母猪断奶至配种间隔为低遗传力性状, 受分娩胎次与断奶季节的影响显著。在实际生产中应缩短母猪初产后断奶至配种间隔, 并尽可能使母猪在冷季断奶。

关键词: 母猪; 断奶至配种间隔; 繁殖性状; 遗传参数
中图分类号: S828; S813.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-411X(2020)02-0018-05

Estimation of genetic parameters affecting the weaning-to-service interval in sows

XU Zhiting^{1†}, SUN Xianyue^{1,2†}, TENG Jinyan¹, DIAO Shuqi¹, ZHANG Hao¹, ZHANG Zhe¹, LI Jiaqi¹
(1 College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
2 Guangdong Maoming Agriculture & Forestry Technical College, Maoming 525024, China)

Abstract: 【Objective】To analyze the factors affecting weaning-to-service interval(WSI) of sows, estimate genetic parameters of WSI in sows, and provide theoretical references for pig breeding program. 【Method】The research data are the reproductive records of Yorkshire and Landrace in two farms (A and B) of South China collected from 2011 to 2016. Duncan’s method was used to analyze the factors affecting WSI of sows. The genetic parameters were estimated using AI-REML of DMU software combined with EM algorithm. 【Result】Parity and weaning years had highly significant effects on WSI of sows ($P<0.01$). Weaning season had highly significant effect on WSI of Landrace sows in both A and B farms and Yorkshire sows in B farm ($P<0.01$), while it had no significant effect on WSI of Yorkshire sows in A farm ($P>0.05$). The number of suckling piglets had no significant effect on WSI of sows in both farms ($P>0.05$). The heritabilities of WSI in Yorkshire and Landrace sows in A farm were 0.02 and 0.04 respectively, and the heritabilities of WSI in both Yorkshire and Landrace sows in B farm were

0.06. 【Conclusion】 The WSI of sows in South China is a low heritability trait, which is significantly affected by parity and weaning season. In practical production, the WSI of sows after first delivery should be shortened, and the sows should be weaned in cold season.

Key words: sow; weaning-to-service interval; reproductive trait; genetic parameter

在猪生产过程中, 母猪繁殖性状是重要的经济性状之一。长期以来, 母猪的繁殖能力体现在许多方面, 如年产胎数、年产仔猪数、窝产仔数、产活仔数、出生质量、断奶质量、泌乳力、受胎率以及母猪断奶至配种间隔 (Weaning-to-service interval, WSI) 等^[1]。其中, 最能体现母猪繁殖性能的指标是年产胎数和年产仔猪数, 而胎间距是影响母猪年产胎数的重要因素^[2], 胎间距包含怀孕时长、泌乳期长度、断奶至配种间隔以及返情空怀时长^[3]。母猪断奶至配种间隔是指母猪断奶当天至断奶后第 1 次发情并配种的间隔天数^[4-6], 简称断配间隔。

大白母猪与长白母猪的繁殖性能与断配间隔存在基本相似的规律性^[7], 与间隔延长的后备母猪相比, 拥有正常断配间隔的后备母猪生长发育及繁殖性能更好, 且寿命更长、淘汰风险更低^[8]。因此, 可通过缩短断配间隔来提高母猪年产胎数和年产仔数。本研究通过统计学方法对影响母猪断配间隔的因素进行分析, 并对母猪断配间隔进行遗传参数估计, 以期为我国种猪的育种生产实践和科学管理提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验数据

本研究的试验数据来源于华南地区 A、B 2 个猪场。采集 2011—2016 年大白猪和长白猪 2 个品种, 3 455 头母猪产生的共 9 344 条分娩、配种等生产记录。母猪繁殖记录包括母猪个体编号、场别、胎次、情期、分娩时间、断奶时间、带仔数、母猪断配间隔和下一胎交配时间。本研究以母猪断奶当天配种为 0 d 记录断配间隔。

1.2 统计分析

利用 R3.4.4 软件 (<http://www.R-project.org/>) 对原始数据进行质量控制, 剔除缺失值、异常数据和断配间隔大于 50 d 的个体。根据极大似然估计法^[9]分场别、品种将胎次、带仔数和断奶季节分组, 胎次分为: 1、2、3、4、5、6~9 胎, 共 6 组; 带仔数分为: ≤7、8~11、12~13、14~16、≥17 头, 共 5 组; 断奶季节分为: 热季 (5—10 月) 和冷季 (1—4 月、11—12 月), 共 2 组。

1.2.1 固定效应 通过方差分析评估胎次、断奶年份、断奶季节、带仔数对母猪断配间隔的影响, 并采用 Duncan’s 法对影响显著的因素进行多重比较, 结果以平均值±标准误表示, 在动物模型中将具有显著影响的因素作为固定效应进行进一步分析。本研究将胎次、断奶年份和断奶季节作为固定效应。

1.2.2 动物模型 使用 DMU6^[10] 软件的 AI-REML 结合 EM 算法对母猪断配间隔进行方差组分估计及遗传力计算。所采用的动物模型为:

$$y_{ijkl} = \mu + P_i + Y_j + M_k + S + a_l + e_{ijkl},$$

其中, y_{ijkl} 代表母猪断配间隔的观测值; μ 代表总体均值; P_i 代表第 i 个胎次效应; Y_j 代表第 j 个断奶年份效应; M_k 代表第 k 个断奶季节效应; S 代表带仔数效应, 为回归项; a_l 代表第 l 头母猪的个体加性遗传效应; e_{ijkl} 代表随机残差效应。

2 结果与分析

2.1 母猪断配间隔的描述统计

母猪断配间隔记录描述性统计如表 1 所示, 华南地区 A、B 场区大白和长白母猪的断配间隔主要集中在 10 d 以内, 其中 3~6 d 居多, 基本服从正态

表 1 华南 2 个场区大白与长白母猪断奶至配种间隔的描述统计

Table 1 Descriptive statistics of the weaning-to-service interval of Yorkshire and Landrace sows in two farms of South China

场区 Farm	大白 Yorkshire		长白 Landrace	
	观测数	断奶至配种间隔 ¹⁾ /d	观测数	断奶至配种间隔 ¹⁾ /d
	Number	Weaning-to-service interval	Number	Weaning-to-service interval
A	3 153	7.24±6.95	2 986	6.44±6.27
B	2 210	7.55±8.15	995	7.41±7.64

1) 此列数据为平均值±标准误
1) Data in this column are means ± standard errors

分布。

2.2 影响母猪断配间隔的因素

由方差分析结果 (表 2) 可知, 胎次、年份对母猪断配间隔的影响均为极显著 ($P<0.01$); 季节对华南地区 A、B 场区的长白母猪及 B 场大白母猪的断配间隔影响为极显著 ($P<0.01$), 而对华南地区 A 场的大白母猪影响不显著 ($P>0.05$); 带仔数在本研究中对母猪断配间隔影响不显著 ($P>0.05$)。

表 2 影响母猪断奶至配种间隔的不同因素显著性检验结果¹⁾

Table 2 Significance test results of different factors affecting the weaning-to-service interval of sows

场区 Farm	因素 Factor	大白 Yorkshire		长白 Landrace	
		DF	F	DF	F
A	胎次 Parity	5	41.53**	5	18.05**
	年份 Year	5	5.15**	5	14.19**
	季节 Season	1	0.89	1	18.96**
	带仔数 Number of suckling piglets	4	0.49	4	0.73
B	胎次 Parity	5	110.66**	5	59.08**
	年份 Year	2	8.78**	2	4.63**
	季节 Season	1	74.28**	1	12.96**
	带仔数 Number of suckling piglets	4	1.11	4	1.68

1) “**” 表示影响极显著($P<0.01$)

1) “**” indicates the effect is highly significant ($P<0.01$)

2.2.1 胎次对母猪断配间隔的影响 不同胎次间母猪断配间隔的多重比较结果如图 1 所示, 第 1 胎的断配间隔均显著高于其他胎次 ($P<0.05$)。此外, 华南地区 B 场区母猪第 1 胎的断配间隔与第 2 胎相差约 9 d。胎次对经产母猪断配间隔的影响比较稳定, 基本维持在 5~7 d。华南地区 A、B 2 个猪场的长白母猪, 以及 A 场大白母猪的经产胎次、断配间隔差异均不显著 ($P>0.05$); B 场的大白母猪断配间隔、第 2 胎和第 3 胎间差异不显著 ($P>0.05$), 第 3 胎和第 4、5 胎间差异不显著 ($P>0.05$), 第 6~9 胎的断配间隔显著低于其他胎次 ($P<0.05$)。

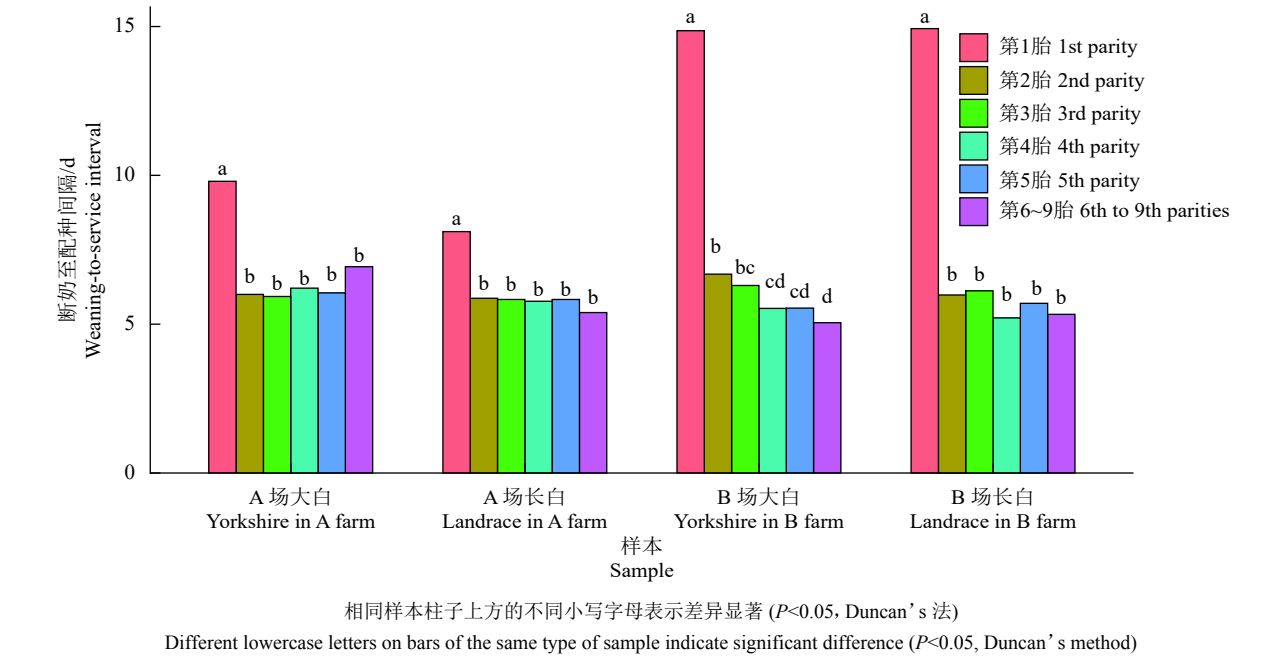


图 1 不同胎次母猪断奶至配种间隔的多重比较

Fig. 1 Multiple comparisons of weaning-to-service intervals in sows among different parities

2.2.2 断奶季节对母猪断配间隔的影响 不同断奶季节间母猪断配间隔多重比较结果如表 3 所示, 断奶季节对母猪断配间隔的影响一致, 热季断奶的母猪断配间隔均显著高于冷季 ($P<0.05$)。

表 3 不同断奶季节母猪断奶至配种间隔多重比较

Table 3 Multiple comparisons of weaning-to-service intervals in sows among different weaning seasons

场区 Farm	季节 Season	大白 Yorkshire		长白 Landrace	
		观测数	断奶至配种间隔 ¹⁾ /d	观测数	断奶至配种间隔 ¹⁾ /d
		Number	Weaning-to-service interval	Number	Weaning-to-service interval
A	冷季 Cold	1 467	6.89±6.55b	1 329	5.65±4.83b
	热季 Hot	1 686	7.54±7.26a	1 657	7.07±7.16a
B	冷季 Cold	1 050	5.74±5.23b	466	6.16±5.84b
	热季 Hot	1 160	9.20±9.80a	529	8.52±8.79a

1) 此列数据为平均值±标准误;相同猪场同列数据后的不同小写字母表示差异显著($P<0.05$, Duncan's 法)

1) Data in this column are means±standard errors; Different lowercase letters in the same column of the same pig farm indicate significant difference ($P<0.05$, Duncan's method)

2.3 母猪断配间隔遗传参数估计

母猪断配间隔的方差组分与遗传参数估计结果如表 4 所示: 华南地区 A 场大白和长白母猪断配间隔的遗传力较低, 分别为 0.02 和 0.04, 华南地区 B 场大白和长白母猪断配间隔的遗传力均为 0.06。2 个场区的 2 个品种母猪断配间隔均为低遗传力性状。

表 4 母猪断奶至配种间隔的方差组分和遗传参数¹⁾

Table 4 Variance components and genetic parameters of weaning-to-service interval in sows

场区 Farm	母猪品种 Sow breed	加性遗传方差	残差方差	遗传力
		Additive genetic variance	Residual variance	Heritability
		(σ_a^2)	(σ_e^2)	(h^2)
A	大白 Yorkshire	0.86±0.53	44.29±1.19	0.02±0.01
	长白 Landrace	1.43±0.56	35.84±1.01	0.04±0.01
B	大白 Yorkshire	3.05±1.10	48.47±1.66	0.06±0.02
	长白 Landrace	2.70±1.39	42.07±2.14	0.06±0.03

1)表中数据为平均值±标准误

1) Data in the table are means± standard errors

3 讨论与结论

母猪断配间隔主要受到遗传和环境 2 种因素影响, 加性遗传效应是主要的遗传因素, 环境因素包括气候、温度、胎次、场别等^[4-5, 11]。本研究对影响母猪断配间隔的诸多因素进行方差分析, 结果表明, 断奶季节、胎次都对断配间隔有显著影响, 因此, 在实际生产管理中应当对这些因素加强管理和改善。

本研究发现胎次作为影响母猪断配间隔的一个重要因素, 初产母猪的断配间隔比经产母猪长。这与 Tantasuparuk 等^[12](针对泰国长白和大白群体) 及刘德武等^[13](针对长大二元杂群体) 的研究结果基本一致^[12-13]。对于经产母猪, 本研究中 A、B 2 个场区的长白及 A 场大白经产母猪的断配间隔在不同胎次之间均无显著差异 ($P>0.05$), 这可能是随着母猪胎次的增长, 身体和组织器官发育完善后, 断配间隔会稳定在一定的范围^[14]。本研究结果显示, 初产母猪与经产母猪断配间隔相差 3~9 d。在哈

白猪的子宫复旧研究中发现, 哈白猪产后第 19 天起, 子宫颈的复旧基本完成; 到产后第 31 天时, 子宫内膜完成修复^[15]。同时, 有研究发现荷兰长白经产母猪体内足量的能量储存有利于卵泡成熟和发情机制的启动^[16]。由此推测, 经产母猪断配间隔较短的原因可能是母猪子宫经过恢复后更加有利于产后发情。在实际生产中, 母猪断奶后可进行短期优饲来促进其尽早发情。

断奶季节对母猪断配间隔的影响主要与光照周期变化、外周温度有关^[17], 基于断奶季节对母猪断配间隔的研究结果不尽相同。范春国^[18]对湖北白猪、杜洛克、大白、长白、通城母猪共 498 头母猪的研究发现, 秋季配种与春季配种相比, 前者断配间隔比后者多 2.61 d; Leite 等^[19]对 2 个商品系母猪的研究结果表明, 夏天分娩的母猪断配间隔相比秋天分娩的母猪长 0.99 d。Tantasuparuk 等^[20]的研究表明断奶季节对泰国地方纯种长白和大白母猪断配间隔有极显著影响。在本研究结果中, 热季的母猪断配间隔均显著高于冷季 ($P<0.05$)。可能原因是

华南地区热季炎热多雨, 母猪采食量下降以致掉膘, 较易延长断配间隔, 而在气候适宜时母猪采食量增多, 膘情维持在一定水平, 利于产后发情配种。

遗传参数估计受到采用的估计方法、饲养管理、种群结构的影响^[21-22]。本研究采用非求导约束最大似然法估计了母猪断配间隔的遗传力, 2 个场区的 2 个品种母猪断配间隔均在低遗传力范围。叶健等^[5]在模型中加入永久环境效应, 发现大白母猪断配间隔遗传力为 0.046。Leite 等^[19]对美国某商品场母猪分娩数据利用重复力模型分析, 估算遗传力为 0.04; 而利用多性状模型分析前三胎母猪断配间隔的遗传力分别是 0.07、0.02 和 0.07。Hanenberg 等^[23]的研究结果表明荷兰长白猪 1~6 胎断配间隔遗传力分别为 0.11、0.07、0.07、0.05、0.04 和 0.04^[23]。本研究结果基本在上述报道的范围中, 具体差异可能与估计方法以及试验群体大小有关。

综上所述, 母猪断配间隔属于低遗传力性状, 受到分娩胎次、断奶季节的影响。因此, 在实际生产中, 应加强饲养管理, 或者通过促排技术使母猪同期发情并排卵来缩短母猪初产后的断配间隔, 同时尽可能使母猪在冷季断奶来缩短断配间隔, 以期得到更多的年产仔数。

参考文献:

[1] 宋志芳, 石岗. 利用 GWAS 研究母猪繁殖性状的进展[J]. 猪业科学, 2019, 36(3): 102-104.

[2] 李瑞珍, 张丽红. 缩短非生产天数对提高母猪年生产力的影响[J]. 山西农业科学, 2013, 41(12): 1391-1393.

[3] 蒲红州, 沈林园, 蒋小兵, 等. 断奶至发情间隔天数对母猪年生产力的影响[J]. 猪业科学, 2013, 30(6): 110-112.

[4] 何勇军, 胡松恩. 南方湿热条件下母猪断奶至配种间隔期对部分繁殖性能的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2004, 40(9): 47-49.

[5] 叶健, 傅金奎, 叶道武, 等. 断奶至配种间隔的遗传参数估计及影响因素分析[J]. 中国畜牧杂志, 2016, 52(23): 6-9.

[6] 张腾, 罗想林, 陈银开, 等. 断奶-发情间隔对母猪繁殖性能的影响[J]. 养猪, 2013(6): 28-30.

[7] 王怀禹. 断奶至配种间隔和妊娠期对母猪繁殖性能的影响[J]. 西南农业学报, 2009, 22(4): 1099-1102.

[8] TANTASUPARUK W, LUNDEHEIM N, DALIN A M, et al. Weaning-to-service interval in primiparous sows and its relationship with longevity and piglet production[J]. *Livest Sci*, 2001, 69(2): 155-162.

[9] FISHER R A. On the mathematical foundations of theor-

etical statistics[J]. *Philos T Roy Soc A*, 1922, 222(1): 309-368.

[10] MADSEN P, JENSEN J. A user's guide to DMU: A package for analyzing multivariate mixed models[DB/CD]. Tjele, Denmark: University of Aarhus, 2013.

[11] 张茂, 孙艳发, 许卫华, 等. 胎次、分娩季节、品种和杂交方式对母猪繁殖性能的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(19): 194-197.

[12] TANTASUPARUK W, LUNDEHEIM N, DALIN A M, et al. Effects of lactation length and weaning-to-service interval on subsequent farrowing rate and litter size in Landrace and Yorkshire sows in Thailand[J]. *Theriogenology*, 2000, 54(9): 1525-1536.

[13] 刘德武, 庞冲, 吴珍芳. 二元杂种母猪胎次、断奶至配种间隔与繁殖性能的关系[J]. 养猪, 2006(6): 15-16.

[14] 单妹, 凌宝明, 蓝天, 等. 杜洛克纯种母猪断奶至配种间隔与胎次和繁殖性能的关系[J]. 养猪, 2013(4): 25-27.

[15] 刘春燕, 田文儒. 哈白猪复旧期子宫胶原蛋白的降解[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2002(5): 27-29.

[16] TEN N J, DE VRIES A G, BUITING G A, et al. Genetics of the interval from weaning to estrus in first-litter sows: Distribution of data, direct response of selection, and heritability[J]. *J Anim Sci*, 1995, 73(8): 2193-2203.

[17] PRUNIER A, QUESNEL H, BRAGANÇA M M D, et al. Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in primiparous sows: A review[J]. *Livest Sci*, 1996, 45(2/3): 103-110.

[18] 范春国. 母猪断奶后影响再发情时间诸因素的探讨[J]. 中国畜牧杂志, 1988(4): 29-31.

[19] LEITE C D, LUI J F, ALBUQUERQUE L G, et al. Environmental and genetic factors affecting the weaning-estrus interval in sows[J]. *Genet Mol Res*, 2011, 10(4): 2692-2701.

[20] TANTASUPARUK W, LUNDEHEIM N, DALIN A M, et al. Reproductive performance of purebred landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number[J]. *Theriogenology*, 2000, 54(3): 481-496.

[21] 张剑搏, 袁超, 岳耀敬, 等. 不同动物模型对高山美利奴羊早期生长性状遗传参数估计的比较[J]. 中国农业科学, 2018, 51(6): 1202-1212.

[22] 王鹏宇, 官却扎西, 祁全青, 等. 母体遗传效应对青海细毛羊生产性能遗传参数估计的影响[J]. 遗传, 2012, 34(5): 584-590.

[23] HANENBERG E H A T, KNOL E F, MERKS J W M. Estimates of genetic parameters for reproduction traits at different parities in Dutch Landrace pigs[J]. *Livest Sci*, 2001, 69(2): 179-186.

【责任编辑 庄 延】