

周振民, 张彬彬, 李晗星, 等. 不同来源烯丙孕素对有无初情期后备母猪定时输精效果的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (5): 10-14.
ZHOU Z M, ZHANG B B, LI H X, et al. Effects of puberty on the effect of fixed time artificial insemination in gilts treated with different sources of altrenogest [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2024, 56 (5): 10-14.

不同来源烯丙孕素对有无初情期后备母猪定时输精效果的影响

周振民, 张彬彬, 李晗星, 田晓丰, 李俊杰*

(河北农业大学动物科技学院, 河北保定 071000)

摘要: 为探究国内外两种不同品牌烯丙孕素对后备母猪定时输精效果的影响, 随机选取 67 头有初情期和 54 头无初情期的后备母猪, 将有初情期后备母猪分为国产药物 A 组 (52 头)、国外药物 B 组 (15 头), 无初情期后备母猪分为国产药物 A 组 (27 头)、国外药物 B 组 (27 头), 比较两种烯丙孕素对后备母猪发情率、发情持续时间、发情集中度、妊娠率、分娩率、产仔数、产活仔数、健仔数和仔猪初生重的影响。结果显示: 无论母猪是否具有初情期, 两种烯丙孕素药物组在发情和妊娠方面均无显著性差异 ($P>0.05$), 但国产药物 A 组要略优于国外药物 B 组。在产仔性能上, 两种药物对有初情期后备母猪无显著性差异 ($P>0.05$); 对无初情期后备母猪, 国产药物 A 组的产仔数显著高于国外药物 B 组 ($P<0.05$), 在产活仔数上, 国产药物 A 组极显著高于国外药物 B 组 ($P<0.01$)。综上, 相较于国外烯丙孕素药物, 国产药物可有效提高无初情期后备母猪的产仔数和产活仔数; 此外, 有初情期可在一定程度上提高后备母猪繁殖性能。

关键词: 初情期; 烯丙孕素; 后备母猪; 繁殖性能

中图分类号: S828.99 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2024)05-0010-05

Effects of puberty on the effect of fixed time artificial insemination in gilts treated with different sources of altrenogest

ZHOU Zhenmin, ZHANG Binbin, LI Hanxing, TIAN Xiaofeng, LI Junjie*

(College of Animal Science and Technology, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China)

Abstract: In order to determine the effects of domestic and foreign brands of altrenogest on the fixed time artificial insemination in reserve gilts. 67 gilts with and 54 gilts without puberty were randomly selected for the experiment. The 67 gilts with puberty were divided into the domestic drug group A (52 gilts) and the foreign drug group B (15 gilts), and the 54 gilts without puberty were also divided into the domestic drug group A (27 gilts) and the foreign drug group B (27 gilts). Then, the oestrus rates of the two brands of altrenogest treated gilts were compared in terms of duration of oestrus, concentration of oestrus, pregnancy rate, farrowing rate, litter size, live births, healthy piglets and piglet birth weight. The results showed that there was no significant difference between the two brands of altrenogest drugs in terms of estrus and gestation whether the gilts had puberty not ($P>0.05$), but the domestic drug group A showed slightly better effect than the foreign drug group B did. In terms of farrowing performance, there was no significant difference between the two brands of drugs for the gilts with puberty ($P>0.05$), but for the group without puberty, the number of piglets farrowed by domestic drug group A was significantly higher than that of the foreign drug group B. However, for the group without puberty, the number of litters of the domestic drug group A was significantly higher than that of the foreign drug group B ($P<0.05$); and in terms of live litter size, the domestic drug group A was significantly higher than the foreign drug group B ($P<0.01$). These results indicated that the domestic drug effectively increased the number of litters and the number of live births in gilts without puberty, compared with the foreign drug. Furthermore, the gilts with puberty might be able to improve their reproductive performance.

Keywords: puberty; altrenogest; gilt; reproductive performance

收稿日期: 2023-07-27; 修回日期: 2024-03-20

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2022YFD1300303, 2017YFD0501900); 河北省科技计划项目 (20326615D); 河北省现代农业产业技术
研究体系生猪创新团队专项资金 (HBCT2023170202)

第一作者: 周振民, 男, 硕士研究生

* 通信作者: 李俊杰, 博士, 教授, 主要从事动物繁殖调控研究, E-mail: lijunjie816@163.com。

烯丙孕素 (altrenogest) 又名四烯雌酮, 是一种常见的人工合成类口服孕激素, 主要应用于后备母猪和乏情经产母猪的同期发情, 是猪场批次化生产的关键性药物^[1-2]。烯丙孕素主要通过降低内源性促性腺激素分泌, 造成小卵泡的发育受阻和大卵泡的闭锁, 使卵泡发育程度处于同一水平^[3]; 当停止饲喂后, 体内的促卵泡素和促黄体素的浓度随之升高, 进而促进母猪同步发情^[4-5]。目前, 已有报道称, 烯丙孕素有利于提高母猪发情率、妊娠率和产仔数等繁殖性能^[6-7], 但在日常饲喂过程中, 如果烯丙孕素剂量使用不当也会导致卵巢囊肿的发生^[8]。因此, 通常建议对后备母猪饲喂 20 mg/d 烯丙孕素, 连续饲喂 18 d, 会更好地提高猪群同期发情效果^[9]。此外, 烯丙孕素对妊娠早期母猪具有调节子宫内环境, 促进早期胚胎发育和胎盘形成的作用。已有研究表明, 对妊娠 6~12 d 的母猪每天饲喂 20 mg/d 烯丙孕素可增加子宫内胰岛素样生长因子 (IGF) 的表达, 进而改善宫内微环境, 利于胚胎附植及妊娠建立^[10]。同样, Muro 等^[11]对妊娠 6~12 d 母猪每天饲喂 20 mg/d 烯丙孕素, 发现有利于提高母猪产仔数、产活仔数以及仔猪出生重。

近年来, 随着烯丙孕素药物在我国得以批准, 众多品牌的烯丙孕素兽药被相继研发。目前, 市面上主要包括口服液和片剂两种类型的烯丙孕素药物, 通过口腔灌服或拌料饲喂的方式进行给药。已有研究表明, 国产与进口烯丙孕素药物在成分和代谢效果上存在一定差异^[12], 但二者对后备母猪的应用效果还鲜见报道。因此, 本研究旨在比较国内外两种不同品牌烯丙孕素对有无初情期后备母猪繁殖性能的影响, 以期对国产药物进行评价并为实际生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物及分组

本试验于 2022 年 6 月份, 在河北省石家庄新乐市姬润猪场进行。选择 200~220 日龄 (100~110 kg) 生长发育良好、肢蹄健康的法系纯种大白后备母猪共 121 头, 其中有初情期 67 头, 无初情期 54 头。将有初情期后备母猪随机分为两组, 分别为国产药物 A 组 (52 头), 国外药物 B 组 (15 头); 无初情期后备母猪随机分为国产药物 A 组 (27 头), 国外药物 B 组 (27 头)。所选试验母猪位于两个配种单元, 每个单元含有 204 个定位栏, 舍内配备湿帘、风机、水位器、温度感应器等硬件设施, 进出单元均需消毒清洗, 确保猪舍生物安全。试验猪场可划分为隔离区、

生活区和生产区, 各区域定期喷洒消毒, 人员不许随意接触, 试验期间未发生传染性疾病。所有试验母猪均采用相同的饲养管理方式, 常规日粮, 自由饮水。两组母猪烯丙孕素给药方式均为口腔灌服, 利用连续投药器对母猪进行口腔给药。

1.2 试验材料

本试验烯丙孕素药品信息将用国产药物 A 和国外药物 B 替代, 孕马血清促性腺激素 (PMSG, B201225) 和促性腺激素释放激素 (GnRH, S200929) 均购自宁波三生生物科技有限公司, 公猪气味剂播尔多 Boar Odorant (21121504) 购自宁波洁品坊白化科技有限公司。

1.3 试验方案

两组试验处理方案: 试验开始时记为第 1 天, 每天 14:30 对后备母猪饲喂 5 mL 烯丙孕素 (4 mg/mL), 连续饲喂 18 d。停药后 42 h (第 20 天 8:30) 颈部肌肉注射 1 000 U PMSG, 再间隔 80 h (第 23 天 16:30) 颈部肌肉注射 100 μ g GnRH。在母猪停喂烯丙孕素后, 每天 8:00、16:00 各进行 1 次发情鉴定, 利用公猪气味剂搭配播放公猪发情音频的方法检测母猪发情状况。发情鉴定过程中对母猪鼻腔部位喷射 1~2 次公猪气味剂, 并充分刺激乳房和外阴部位, 若观察到母猪阴门红肿, 阴道内有黏液或按压母猪背部出现静立反应, 则判定为发情。如果母猪上午出现发情症状则下午进行第 1 次配种, 下午出现发情症状则次日上午进行配种, 再间隔 24 h 进行第 2 次配种, 若在第 2 次输精 24 h 后仍有静立反应则追加 1~2 次配种。

1.4 输精

配种所用的公猪精液购自河北精之源农业开发有限公司, 共选用纯种长白公猪 8 头 (公猪编号: L10099、L10000、L10340、L10369、L10248、L10482、L10438、L10704)。配种前所有精液均进行镜检, 当精子活力达 70%, 畸形率低于 10%, 密度为中密度, 即达到配种要求。

1.5 妊娠诊断

在配种后的第 25 和 35 天对母猪使用 B 超仪 (Honda 公司 HS-1600V) 进行妊娠诊断, 以 B 超成像存在蜂窝状黑斑判定为受孕, 对无法准确判断的母猪, 则结合返情状况确认是否妊娠。

1.6 测定指标及方法

分别记录两组后备母猪的参繁头数、发情头数、静立头数、静立持续时间、发情持续时间、发情集中度、妊娠头数、分娩头数、产仔数、产活仔数、健仔

数及仔猪初生重,并计算发情率、静立率、妊娠率、返情率、流产率、分娩率、窝均产仔数、窝均产活仔数、窝均健仔数和窝均仔猪初生重。

发情集中度:从烯丙孕素停药后 0~6 d 和 0~7 d 内的母猪发情率。

静立持续时间 = 停止静立时间 - 母猪开始静立时间。

1.7 数据统计与分析

采用 Excel 2019 对数据进行整理统计,SPSS 21.0 软件对试验数据各项指标进行独立样本 t 检验,结果均以“平均值 \pm 标准差”表示。 $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

表 1 国产药物 A 和国外药物 B 对有无初情期后备母猪同期发情效果比较

组别	总头数	参繁头数	发情率/%	静立率/%	静立持续时间/h	发情集中度/%		
						0~6 d	0~7 d	
有初情期	国产药物 A	52	52	100	98.08	70.16 \pm 16.98 ^a	80.77	96.15
	国外药物 B	15	14	100	92.86	68.77 \pm 21.13 ^a	85.71	92.86
无初情期	国产药物 A	27	26	100	100	59.77 \pm 14.65 ^b	73.08	96.15
	国外药物 B	27	27	96.30	92.59	61.44 \pm 16.74 ^b	62.96	92.59

注:同列数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

2.2 两种药物对后备母猪妊娠效果比较

表 2 结果表明,在妊娠效果上,两种药物对有初情期和无初情期的后备母猪均无明显差异。另外,对

2 结果与分析

2.1 两种药物对后备母猪同期发情效果比较

由表 1 可知,无论母猪是否具有初情期,两种药物对后备母猪的发情率、静立率、静立持续时间以及停药后 0~6、0~7 d 发情集中度均无显著性差异 ($P > 0.05$)。对比有初情期和无初情期组,有初情期的后备母猪静立持续时间显著高于无初情期后备母猪 ($P < 0.05$)。在发情集中度方面,尽管两组无显著差异,但有初情期后备母猪在停药后 0~6 d 的发情率明显较高,表明完整的初情期更有利于提高后备母猪发情集中度。

比有初情期和无初情期组,二者在妊娠率、返情率、流产率上几乎相同,差异不明显。

表 2 国产药物 A 和国外药物 B 对有无初情期后备母猪妊娠效果比较

组别	配种头数	母猪发情状况		妊娠头数	妊娠率/%	返情头数	返情率/%	流产头数	流产率/%	
		有发情迹象	无发情迹象							
有初情期	国产药物 A	52	52	0	43	82.69	9	17.31	6	11.53
	国外药物 B	14	14	0	11	78.57	3	21.43	2	14.29
无初情期	国产药物 A	26	26	0	21	80.77	5	19.23	3	11.54
	国外药物 B	27	26	1	21	77.78	6	22.22	2	7.41

2.3 两种药物对后备母猪产仔效果比较

如表 3 所示,两种药物对有初情期后备母猪的产仔效果并不显著 ($P > 0.05$)。在无初情期组发现,国产药物 A 组的产仔数要显著高于国外药物 B 组 ($P < 0.05$);在产活仔数上,国产药物 A 组要极显著高于国外药物 B 组 ($P < 0.01$);相较于国外药物 B 组,国产药物 A 组在健仔数上有一定升高趋势。然而,

在窝均仔猪初生重方面,使用国外药物 B 组的仔猪体重要略高于国产药物 A 组。对比有初情期和无初情期组,使用国外药物 B 组的有初情期后备母猪产仔数显著 ($P < 0.05$)、产活仔数极显著 ($P < 0.01$) 高于无初情期后备母猪,而使用国产药物 A 组的产仔效果之间差异并不显著 ($P > 0.05$)。总体而言,有初情期的后备母猪在产仔效果方面具有一定优势。

表3 国产药物A和国外药物B对有无初情期后备母猪产仔效果比较

组别	分娩头数	分娩率/%	窝均产仔数	窝均产活仔数	窝均健仔数	窝均仔猪初生重/kg	
有初情期	国产药物A	37	71.15	14.49±3.28 ^a	11.95±2.98 ^{Aa}	9.00±3.24	1.03±0.35
	国外药物B	9	64.29	13.11±3.90 ^a	11.11±3.31 ^{Aa}	9.33±2.96	1.17±0.36
无初情期	国产药物A	18	69.23	13.78±4.01 ^a	12.00±3.61 ^{Aa}	8.83±4.44	0.92±0.41
	国外药物B	19	70.37	11.16±3.61 ^b	8.84±3.40 ^{Bb}	7.05±3.49	1.13±0.36

注：同列数据肩标不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$)。

3 讨论

3.1 两种药物对后备母猪同期发情效果的影响

目前，后备母猪定时输精程序主要分为精准定时输精和简式定时输精，主要区别在于是否需要人工查情^[13]。本试验采用两点式查情定时输精，在精准定时输精的基础上再结合人工查情，进而达到最佳的配种时机。李艳艳等^[14]研究表明，饲喂 20 mg/d 烯丙孕素，连续给药 18 d，可使母猪达到良好的同期发情效果，而低剂量 (10 mg/d) 则会造成停药至发情间隔延长，影响发情集中度；尽管高剂量 (25 mg/d) 与 20 mg/d 效果相同，但会相应增加生产成本。另外，Wang 等^[7]、李晓等^[15]研究发现，母猪经 14 d 烯丙孕素处理同样可达 90% 以上发情率。但也有报道称，饲喂 14 与 18 d 相比，可能不足以保证体内黄体的溶解，进而影响同期发情效果^[16]。本试验结果显示，两种烯丙孕素对每头后备母猪饲喂 20 mg/d，连续饲喂 18 d，有初情期和无初情期的发情率均在 95% 以上，且发情表现明显并无任何不良影响，这与李艳艳等^[14]所报道结果一致。因此，推荐每头后备母猪烯丙孕素饲喂剂量为 20 mg/d，连续给药 18 d。

发情集中度是评价烯丙孕素药物对母猪同期发情好坏的一项重要指标。Fries 等^[17]研究表明，使用定时输精程序的后备母猪主要在烯丙孕素停药后的 7~9 d 内集中发情，发情率可达 95%。同样，魏巧莉等^[18]研究发现，后备母猪经烯丙孕素+PMSG+GnRH 处理后主要在停药第 5~6 天集中发情，其中有初情期的主要集中在第 6 天。本试验后备母猪发情主要集中在停药后的 6~7 d，且两种药物停药后 0~7 d 内的发情率可达 90% 以上，表明两种药物对后备母猪同期发情效果均有良好功效。

3.2 两种药物对后备母猪妊娠效果的影响

烯丙孕素具有无毒、易吸收等特性，连续给药不会在猪体内产生累积效应，大部分药物在给药 24 h 后失效，母猪主要通过肝脏对其进行代谢，在肾脏、脂肪和肌肉也会有些许残留^[14]。已有研究报道，连续饲喂烯丙孕素 18 d 后停药，残留药物在猪体内消除时间为 10 d，因此建议休药期为 9 d 以上^[19]。Li

等^[12]比较了国产和进口烯丙孕素对母猪药物代谢的差异，结果表明，国产烯丙孕素在母猪体内的吸收、消除和生物利用度要优于进口药物，说明国产药物对母猪的代谢效果已达到进口药物水平。在本研究中，使用两种药物的后备母猪返情和流产比例均处于正常范围之内，并未发生集中返情或流产的情况，但可能由于夏季高温原因，致使妊娠率和分娩率偏低。使用两种药物的后备母猪返情和流产比例，国产药物 A 组有初情期组返情率 17.31%，流产率 11.53%，无初情期组返情率 19.23%，流产率 11.54%；国外药物 B 组有初情期组返情率 21.43%，流产率 14.29%，无初情期组返情率 22.22%，流产率 7.41%。本试验结果显示，无论对有初情期还是无初情期后备母猪，在妊娠效果上两种药物之间无显著差异，且两种药物对后备母猪妊娠无不良影响。

3.3 两种药物对后备母猪产仔性能的影响

产仔性能是评定母猪生产成绩的重要指标，同时体现了整个猪场的生产管理水平和产仔性能的高低直接影响养殖的经济效益。初生重大的仔猪能更好获取母乳中的营养物质，机体免疫能力更强，而低初生重仔猪生长发育迟缓，日后生殖潜力普遍偏低^[20]。已有研究表明^[21]，出生重低于 1 kg 的后备母猪不仅初情期较晚、配种时体重较轻，而且二胎产仔数平均降低 4.5 头。本试验中，两种药物对有初情期后备母猪产仔效果无显著差异，但在无初情期后备母猪中发现，国产药物组的产仔数、产活仔数和健仔数要比国外药物组平均提高约 2.62 头、3.16 头和 1.78 头，表明国产药物对提高无初情期后备母猪繁殖性能效果更加显著。然而，在仔猪初生重方面，国外药物组的仔猪初生重要略高于国产药物组，这可能是由于母猪产仔数和仔猪初生重呈负相关关系，随着产仔数的提高，仔猪初生重和窝内均匀度也会随之降低^[22]。综上所述，国产药物对无初情期后备母猪产仔效果要略优于国外药物。

3.4 有无初情期对后备母猪繁殖性能的影响

后备母猪是否具有初情期对其首胎繁殖性能的高低起到至关重要的作用。通常初次发情母猪机体仅处于性成熟并未达到体成熟，生殖器官和乳腺发育可能

仍不完善, 排卵数量普遍偏少, 即便受孕, 多数母猪产仔数和泌乳量也会有所降低, 导致母猪繁殖性能差和仔猪存活率低等问题^[23]。Kirkwood 等^[23]研究表明, 初次发情母猪配种的分娩率和平均产活仔数仅为 77.5% 和 9.6 头, 而在第 2 或第 3 次发情配种可达 87.5% 和 10.4 头。因此, 现代养殖一般选取第 2 或第 3 次发情期的后备母猪进行配种, 以减少初情期所带来的负面影响。本试验结果表明, 无论哪种烯丙孕素药物, 有初情期后备母猪在静立持续时间、停药后 0~6 d 内发情率、产仔数、产活仔数、健仔数及仔猪初生重上均有一定程度提高, 表明完整的情期有利于提高后备母猪的繁殖性能。这与魏巧莉等^[18]报道的有初情期后备母猪繁殖力高于无初情期的结果一致。后备母猪的情期管理对充分发挥生殖潜力必不可少, 然而国内许多猪场普遍缺乏初情期诱导程序, 使得养殖效益难以实现最大化。因此, 应加强后备母猪情期管理, 可通过公猪诱情、公猪信息素或外源激素等手段诱导初情期启动, 以提高猪群的整体繁殖性能。

4 结论

本试验结果显示, 使用国产药物的后备母猪繁殖性能整体略优于国外药物, 尤其是在产仔方面, 可有效提高无初情期后备母猪的产仔数和产活仔数。另外, 相较于无初情期后备母猪, 有初情期的可在一定程度上提高母猪繁殖性能。

参考文献:

- [1] KRAELING R R, WEBEL S K. Current strategies for reproductive management of gilts and gilts in North America [J]. *J Anim Sci Biotechnol*, 2015, 6 (1): 3.
- [2] RENSIS F D, KIRKWOOD R N. Control of estrus and ovulation; fertility to timed insemination of gilts and gilts [J]. *Theriogenology*, 2016, 86 (6): 1460-1466.
- [3] XIAO H, SUN P, SUN F, et al. Pharmacokinetics of altrenogest in gilts [J]. *J Vet Pharmacol Ther*, 2019, 42 (6): 660-664.
- [4] MADEJ A, BRANDT Y, EINARSSON S. Endocrine dynamics associated with follicle development in pigs; a review [J]. *Anim Reprod*, 2018, 6 (1): 135-143.
- [5] KNOX R V. Follicle development in pigs: state of the art [J]. *Mol Reprod Dev*, 2022, 35 (6): 1-11.
- [6] LOPES T P, BOLARÍN A, MARTÍNEZ E A, et al. Altrenogest treatment before weaning improves litter size in gilts [J]. *Reprod Domest Anim*, 2017, 52 (4): 75-77.
- [7] WANG Z, LIU B S, WANG X Y, et al. Effects of altrenogest on reproductive performance of gilts and gilts: a meta-analysis [J]. *Anim Reprod Sci*, 2018, 197: 10-21.
- [8] ZIECIK A J, DRZEWIECKA K, GROMADZKA-HLIWA K, et al. Altrenogest affects the development and endocrine milieu of ovarian follicles in prepubertal and mature gilts [J]. *Biol Reprod*, 2020, 103 (5): 1069-1084.
- [9] KNOX R V. Artificial insemination in pigs today [J]. *Theriogenology*, 2016, 85 (1): 83-93.
- [10] MURO B B D, LEAL D F, CARNEVALE R F, et al. Altrenogest during early pregnancy modulates uterine glandular epithelium and endometrial growth factor expression at the time implantation in pigs [J]. *Anim Reprod*, 2021, 18 (1): e20200431.
- [11] MURO B B D, OLIVEIRA A C R, CARNEVALE R F, et al. Altrenogest supplementation during early pregnancy improves reproductive outcome in pigs [J]. *Animals (Basel)*, 2022, 12 (14): 1801.
- [12] LI Y, YANG H, XIA L, et al. Comparative pharmacokinetic study of two kinds of altrenogest oral solutions for gilts [J]. *Anim Biotechnol*, 2021, 32 (4): 479-485.
- [13] 郭晓飞, 张金龙, 李义海, 等. 猪定时输精技术研究进展 [J]. *中国畜牧杂志*, 2019, 55 (9): 28-33.
- [14] 李艳艳, 李宇琛, 姚诗贇, 等. 烯丙孕素内服溶液调控母猪同期发情的临床药效试验 [J]. *畜牧与兽医*, 2019, 51 (6): 124-127.
- [15] 李晓, 董瑞兰, 宋春阳, 等. 烯丙孕素对批次化生产中后备母猪繁殖性能及后代生长性能的影响 [J]. *中国畜牧杂志*, 2020, 56 (11): 171-174.
- [16] MARTINAT-BOTTÉ F, BARITEAU F, FORGERIT Y, et al. Synchronization of oestrus in gilts with altrenogest: effects on ovulation rate and foetal survival [J]. *Anim Reprod Sci*, 1995, 39 (4): 267-274.
- [17] FRIES H C C, SOUZA L P, FACCIN J E G, et al. Induction and synchronization of ovulation in gilts using a gonadotropin-releasing hormone analog [J]. *Anim Reprod*, 2010, 7 (4): 362-366.
- [18] 魏巧莉, 张振红, 赵倩倩, 等. 不同定时输精程序处理对有无初情期后备母猪发情及妊娠的影响 [J]. *畜牧与兽医*, 2019, 51 (6): 1-5.
- [19] LI Y, YANG H, QIU S, et al. Investigations on residual elimination of altrenogest oral solution in pigs and the withdrawal time [J]. *Anim Biotechnol*, 2021, 32 (3): 310-317.
- [20] PATTERSON J, FOXCROFT G, HOLDEN N, et al. A low litter birth weight phenotype reduces the retention rate of potential replacement gilts [J]. *J Anim Sci*, 2018, 96: 62.
- [21] MAGNABOSCO D, BERNARDI M L, WENTZ I, et al. Low birth weight affects lifetime productive performance and longevity of female swine [J]. *Livest Sci*, 2016, 184: 119-125.
- [22] DAVID I, GARREAU H, BALMISSE E, et al. Multiple-trait structured antedependence model to study the relationship between litter size and birth weight in pigs and rabbits [J]. *Genet Sel Evol*, 2017, 49 (1): 1-10.
- [23] KIRKWOOD R N, RENSIS F D. Control of estrus in gilts and primiparous sows [J]. *Thai J Vet Med*, 2016, 46 (1): 1-7.