

引文格式: 朱怡轩, 王孝义, 鲁立刚, 等. 分娩限位栏经历对母猪产仔行为及生理指标的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2022, 37(2): 243–248. DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).202109002

分娩限位栏经历对母猪产仔行为及生理指标的影响*

朱怡轩^{1#}, 王孝义^{1#}, 鲁立刚², 陈 强¹, 张燕林³, 王淑燕¹, 李明丽^{1**}

(1. 云南农业大学 动物科学技术学院, 云南 昆明 650201; 2. 毕节市畜牧兽医科学研究所, 贵州 毕节 551700;
3. 云南福悦发畜禽养殖有限公司, 云南 昆明 650300)

摘要:【目的】研究分娩限位栏经历对母猪产仔行为及生理指标的影响。【方法】将 168 头不同分娩限位栏经历的大白母猪分为初产母猪(经历 0 次)、经产 1~3 次母猪和经产 4~6 次母猪 3 种类型。在相同产房条件下, 以相同规格的分娩限位栏作为试验母猪的陌生分娩环境, 不同类型的母猪分别在预产期前 7 d 进入分娩栏, 持续跟踪测定和分析 7 个胎次母猪的行为及生理指标。【结果】随分娩限位栏分娩次数增加, 母猪在分娩限位栏内表现得更加安静, 在陌生分娩环境内的运动步数显著减少 ($P<0.05$), 侧卧时间显著延长 ($P<0.05$), 坐立、跪立、假咀嚼和啃栏等异常行为的发生次数和持续时间显著降低 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。此外, 与初产母猪相比, 经产 1~3 次和经产 4~6 次母猪在相同测定时间内的体表温度均更低 ($P>0.05$ 或 $P<0.05$), 心率更慢 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 血氧饱和度总体上呈一定幅度的上升 ($P<0.05$)。【结论】随着分娩限位栏经历次数的增加, 母猪可通过调控自身行为及生理过程更好地适应陌生分娩环境。

关键词: 产仔母猪; 行为; 生理指标; 分娩限位栏经历

中图分类号: S828.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-390X (2022) 02-0243-06

Effects of Experience in Farrowing Crate on the Behavior and Physiological Indexes of Farrowing Sows

ZHU Yixuan¹, WANG Xiaoyi¹, LU Ligang², CHEN Qiang¹,
ZHANG Yanlin³, WANG Shuyan¹, LI Mingli¹

(1. Faculty of Animal Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
2. Bijie Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science, Bijie 551700, China;
3. Yunnan Fuyuefa Livestock and Poultry Feeding Company Limited, Kunming 650300, China)

Abstract: [Purpose] To study the effects of different early farrowing crate's experience on the behavior and physiological indexes of farrowing sows. [Method] A total of 168 Large White sows were divided into three types: first farrowing sows (0 time), multiparity farrowing sows 1-3 times, and multiparity farrowing sows 4-6 times. Under the same delivery room conditions and the same specifications of the farrowing crate sows of different types entered the farrowing crate on the first seven

收稿日期: 2021-09-02 修回日期: 2022-02-24 网络首发日期: 2022-03-23

*基金项目: 国家自然科学基金项目 (31360567); 国家重点研发计划项目 (2018YFD0501206); 云南省乡村振兴专项 (202104BI090022); 云南省重大科技专项 (202102AE090039)。

作者简介: #对本文贡献等同, 为并列第一作者。朱怡轩 (1996—), 女, 云南巍山人, 在读硕士研究生, 主要从事动物生产研究。E-mail: 1418247662@qq.com; 王孝义 (1986—), 男, 河南固始人, 博士, 讲师, 主要从事动物遗传育种研究。E-mail: wangxiaoyi0101@126.com

**通信作者 Corresponding author: 李明丽 (1969—), 女, 云南富民人, 硕士, 教授, 主要从事动物生产与环境卫生研究。E-mail: xiaolucan@126.com

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20220321.1359.001.html>



days before farrowing, tracking the behavior and physiological parameters of seven parities of sows continuously. [Result] Sows were quieter in farrowing crate by increasing the time of farrowing in farrowing crate, the movement steps in unfamiliar farrowing environment was significantly decreased ($P<0.05$), and the time of lateral lying was significantly prolonged ($P<0.05$). The times of occurrence and duration of abnormal behaviors such as sitting, kneeling, false chewing and bar-biting were significantly decreased ($P<0.05$ or $P<0.01$). In addition, compared with the first sow, sows of multiparity 1-3 times and multiparity 4-6 times had lower body surface temperature during the same measurement period ($P>0.05$ or $P<0.05$), and slower heart rate ($P<0.05$ or $P<0.01$), blood oxygen saturation was also increased in general ($P<0.05$). [Conclusion] With the increase of the experience in farrowing crate, sows can adapt to the unfamiliar farrowing environment better by regulating their own behavior and physiological processes.

Keywords: farrowing sow; behavior; physiology index; experience in farrowing crate

在现代集约化养猪生产中,母猪分娩限位栏具有节约猪舍面积、方便管理且便于观察母猪身体状况等优势^[1],短期内可使母猪的价值发挥到最大化,提升养殖经济效益。而传统分娩限位栏由于活动空间狭小,母猪正常行为不能充分表达,应激反应强烈,使母猪的健康与福利水平降低,严重时产生母性退化和仔猪压死等问题^[2-3]。随着人们对动物福利意识的不断提高,多年来一直在试图改善母猪分娩栏以提高母猪福利水平、恢复母性、提高分娩母猪的生产效率^[4-5]。可以预测,传统的分娩限位栏将逐步被一种可同时增加母猪运动空间和保护仔猪免于压死的理想替代系统所取代。然而,替代系统的研究尚未成熟,且对于母猪而言,替代系统属于陌生的分娩环境,可能引起母猪的环境应激。因此,研究前期分娩限位栏经历次数对母猪适应陌生分娩环境的影响对理想替代系统的研发和母猪科学管理具有重要的参考意义。

猪的行为表现是评判其对环境适应性的重要指标^[6]。OOSTINDJER 等^[7]指出:猪具有很强的记忆能力,胎儿时期就能识别母猪日粮的气味,供给仔猪与妊娠母猪日粮气味相似的断奶日粮,可降低仔猪的断奶应激。生活环境丰富的哺乳仔猪,即使断奶后饲养在单调和贫瘠的环境中,其生长速度相较于哺乳期饲养于贫瘠环境中的猪群更快、斗争行为更少,推测猪所处的前期环境经历比当前环境对其行为的影响更大^[8-9]。ŠILER-OVÁ 等^[10]研究发现:在实施分娩—哺乳母猪群养模式条件下,仔猪在哺乳期的环境经历越丰富,

断奶应激反应越小。JARVIS 等^[2]发现:有前期分娩限位栏环境经历的经产母猪比初产母猪更能有效地调整其行为模式,迅速适应分娩限位栏。此外,与经产母猪相比,妊娠期生活在舒适散养环境内的初产母猪进入分娩限位栏后应激反应强烈;而生活在舒适度较差的妊娠限位栏内的初产母猪转入分娩限位栏后应激反应较小^[11-12]。即使在同一分娩环境条件下,环境经历对母猪行为及其仔猪的死亡率都有影响^[13]。LAWRENCE 等^[14]认为:研究特定环境的动物行为及环境适应性,必须结合动物的前期环境经历,才能保证研究结果的可靠性;JANSEN 等^[15]研究表明:猪的前期环境经历影响其在陌生环境中的探究行为;BLACKWELL 等^[16]推测前期环境经历对动物的环境应激和陌生环境的适应能力有关。可见,前期环境经历丰富度对母猪陌生环境的适应能力有一定影响,但目前相关研究还比较缺乏。本研究选择相同规格的分娩限位栏作为母猪的陌生分娩环境,持续跟踪测定和分析具有 0~6 次分娩限位栏产仔经历母猪的行为及生理指标,以揭示不同分娩限位栏经历对大白母猪产仔行为及生理指标的影响,为探索和优化母猪饲养工艺以及科学管理提供一定的基础和依据。

1 材料与方法

1.1 试验猪舍布局

本试验在云南福悦发畜禽养殖有限公司原种猪场的同一栋猪舍内进行。猪舍采用轻钢结构,屋面为复合彩钢板,1:4 双坡屋顶,内无吊顶。

猪舍墙体为 0.24 m 厚砖墙, 外墙为清水墙, 内墙为水泥砂浆抹面。猪舍全长 107.1 m, 跨度为 10.7 m, 檐高 3.5 m。猪舍开间为 17.7 m, 每个开间内设有 1 个长 1.5 m×宽 2.2 m 的塑钢左右推拉窗, 窗台高度为 1.4 m。猪栏沿纵墙方向双列布置, 中央为饲喂通道, 采用单槽饲喂。产床为钢架结构, 长 2.8 m, 宽 1.8 m(图 1)。

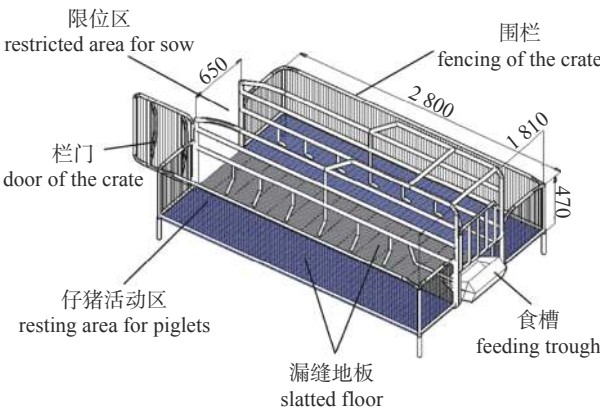


图 1 分娩限位栏结构示意图 (mm)
Fig. 1 The structure diagram of farrowing crate

1.2 试验猪饲养管理

选择体质健康、具有 0~6 次分娩限位栏产仔经历的大白妊娠母猪 168 头作为试验猪群, 其中, 每种分娩限位栏经历次数的母猪各 24 头。分别对母猪进行编号, 在预产期前 7 d 转进分娩限位栏。猪群的饲养管理由同一经验丰富的饲养员执行。妊娠后期饲喂妊娠母猪料(每头 3.5 kg/d), 哺乳期饲喂哺乳母猪料(产仔当天每头母猪 0.5 kg, 之后每天增料 0.5 kg, 给料正常后按“2.0 kg+哺乳仔猪数×0.5 kg”给料), 自由饮水。管理措施和圈舍环境条件均保持一致。试验母猪主要营养水平见表 1。

表 1 妊娠母猪和哺乳母猪日粮主要营养水平
Tab. 1 The main nutrients contents of gestation and nursing sows

养分 nutrient	妊娠母猪 gestation sow	哺乳母猪 nursing sow
粗蛋白/% crude protein	14.00	18.50
消化能/(MJ·kg ⁻¹) digestible energy	12.35	13.60
粗纤维/% crude fibre	7.00	3.50
钙/% Ca	0.95	0.90
总磷/% total phosphorus	0.68	0.65
赖氨酸/% Lys	0.75	1.15
蛋氨酸+半胱氨酸/% Met+Cys	0.50	0.65
苏氨酸/% Thr	0.60	0.80

在试验猪舍内离地面 1.5 m 处均匀布置 6 个温、湿度监测点, 采用德国 Testo 175-H1 温湿度计连续 24 h 监测舍内温度和湿度; 用热球式电风速仪测定每日 07:00—19:00 的舍内风速。根据监测结果, 适时控制猪舍内的温、湿度及风速。测试期猪舍内环境温度最高为 28.72 ℃, 最低为 17.35 ℃, 平均值为 20.47 ℃, 可认为母猪处于较为适宜的环境温度, 因此未对猪床实施局部环境调控措施。

1.3 母猪行为监测与生理指标测定

1.3.1 母猪行为监测

母猪转入分娩限位栏前安装调整视频摄像头。采用鹏视安科技硬盘录像机(型号: 8004)和高清夜视索尼摄像头(型号: PSA-168)连续记录每头母猪产前 24 h 至产后 72 h 的行为。通过视频回放与人工复核, 用计步器统计每头母猪在分娩限位栏内的运动量(步数), 统计试验母猪在分娩限位栏(以此作为陌生分娩环境)内站立、侧卧、腹卧、坐立、跪立、假咀嚼和啃栏行为的发生次数与持续时间。站立为身体保持直立并由四肢支撑, 静止或走动; 侧卧为体侧与产床地板充分接触; 腹卧为胸腹部与产床地板充分接触; 坐立为前肢直立, 臀部与产床地板接触; 跪立为双前肢弯曲与产床地板接触; 假咀嚼为口中无明显食物存在时, 口吻部发生明显的咀嚼动作; 啃栏为舔舐、啃咬或闻嗅圈栏^[4-5, 17]。

1.3.2 母猪生理指标测定

分别于母猪产前 5 d、产前 3 d、产仔当日、产后 3 d 和产后 5 d 的 09:30、14:30 和 19:30 采用 FLUKE 非接触式红外测温仪(MTX MAX)测定试验母猪的体表温度, 采用 CMS60D-VET 兽用脉搏血氧仪测定试验母猪的心率和血氧饱和度。

1.4 数据统计与分析

为便于分析, 将具有不同前期分娩限位栏经历次数的母猪划分为初产母猪(经历 0 次)、经产 1~3 次母猪和经产 4~6 次母猪 3 种类型。不同类型母猪各项指标的差异显著性采用单因素方差分析, 多重比较采用 Duncan 氏法进行, 模型为:

$$y_i = \mu + EXER_i + e_i。$$

模型中: y_i 为性状观察值; μ 为群体均值; $EXER_i$ 为第 i 种母猪类型效应 ($i=1\sim3$, 分别代表初产、经产 1~3 次和经产 4~6 次母猪); e_i 为随机误差效应。数据的统计分析均采用 SAS 9.2^[18]进

行, 结果以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 不同分娩限位栏经历母猪的行为学指标

由表 2 可知: 相较于没有分娩限位栏分娩经历的初产母猪, 具有 1 次及以上分娩限位栏分娩经历的经产母猪在分娩栏内的运动步数显著减少 ($P<0.05$), 站立、腹卧、坐立、跪立、假咀嚼和啃栏行为的发生次数及时间显著减少 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 侧卧的发生次数显著减少但时间显著延

长 ($P<0.05$)。随着母猪分娩限位栏经历次数的增加, 母猪在分娩限位栏内更加安静, 说明随着前期分娩限位栏分娩经历次数的增加, 母猪可逐步通过行为模式的调整来更好地适应陌生分娩环境。

2.2 不同分娩限位栏经历母猪的生理指标

由表 3 可知: 与初产母猪相比, 经产 1~3 次和经产 4~6 次母猪在相同测定时间内的体表温度均更低 ($P>0.05$ 或 $P<0.05$), 心率更慢 ($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 血氧饱和度总体呈一定幅度的上升 ($P<0.05$)。

表 2 不同分娩限位栏经历对母猪行为的影响

Tab. 2 Effects of different experiences in farrowing crate on sows' behavior

指标 index	分娩限位栏经历次数 experience times in farrowing crate		
	初产 (0次) first parity (0 time)	经产 1~3 次 multiparity 1-3 times	经产 4~6 次 multiparity 4-6 times
步数 step number	3 296.08±1 471.73 Aa	2 956.01±1 424.27 Ab	2 644.54±1 283.63 Ac
站立次数 number of standing	166.54±36.11 Aa	162.76±71.59 Ab	142.33±34.49 Ac
站立时间/min time of standing	534.53±135.23 Aa	515.22±142.56 Ab	477.06±115.96 Ac
侧卧次数 number of lying on the side	155.29±28.86 Aa	143.08±38.79 Ab	130.72±28.16 Ac
侧卧时间/min time of lying on the side	641.98±237.56 Ac	756.31±268.01 Ab	939.09±222.99 Aa
腹卧次数 number of lying on the belly	168.71±45.79 Aa	122.97±41.52 ABb	113.81±33.64 Bc
腹卧时间/min time of lying on the belly	636.70±283.22 Aa	550.04±296.66 Ab	477.34±243.51 Ac
坐立次数 number of sitting	139.71±47.39 Aa	108.86±36.38 Bb	99.32±30.23 Cc
坐立时间/min time of sitting	189.73±94.21 Aa	140.18±73.86 Bb	120.32±63.33 Cc
跪立次数 number of kneeling	76.04±34.57 Aa	71.78±26.63 ABb	60.00±17.24 Bc
跪立时间/min time of kneeling	128.55±73.58 Aa	123.58±59.44 Ab	109.92±26.50 Ac
假咀嚼次数 number of false chewing	271.67±98.59 Aa	226.49±81.28 Bb	161.43±43.96 Cc
假咀嚼时间/min time of false chewing	275.08±98.13 Aa	184.99±105.93 Bb	149.36±108.45 Cc
啃栏次数 number of bar-biting	203.88±93.13 Aa	128.28±89.06 Bb	58.46±33.15 Cc
啃栏时间/min time of bar-biting	59.59±17.24 Aa	43.89±19.87 Bb	32.48±12.05 Cc

注: 数据在同行间比较, 不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$); 下同。
Note: The data in the same line are compared, which with different lowercase and uppercase letters are different significantly ($P<0.05$) and extremely significantly ($P<0.01$), respectively; the same as below.

3 讨论

3.1 分娩限位栏经历对母猪行为指标的影响

母猪行为是因外界环境和内在生理状况变化而做出的整体性反应^[4]。对外界环境变化的反应首先体现在母猪自身行为模式的调整。本研究中, 母猪首次进入陌生分娩环境 (分娩限位栏), 其站立行为的发生次数和持续时间显著增加, 这是因为陌生环境对母猪产生了应激, 使母猪焦虑、不安, 从而表现出较多的站立行为^[19]; 随着陌生分娩环境经历丰富度增加, 母猪站立行为显著减少, 说明其逐渐适应分娩环境。这与张名岳^[20]的研究结果一致。母猪的坐立行为通常由身体活动受限引起^[21]。WOOD-GUSH 等^[22]认为: 母

猪长时间坐立是心理压抑的一种表现, 也是母猪不适应外界环境的标志之一, 坐立行为同时可以反映母猪的舒适程度。本研究中, 首次进入陌生分娩环境的母猪坐立行为显著高于具有 1~3 次和 4~6 次分娩限位栏分娩经历的经产母猪, 这可能是母猪通过增加坐立行为来缓解应激导致不愉快经验的生理后果^[23]。此外, JARVIS 等^[24]认为: 侧卧是猪只休息的姿势, 而腹卧是猪只处于戒备状态时的姿势。侧卧姿势降低了仔猪被压的风险, 同时可以给新生仔猪提供温暖环境, 是母猪主动哺乳的表现。本研究中母猪侧卧时间随着陌生分娩环境经历的增加而延长, 由此推测, 随着分娩限位栏分娩经验的积累, 母猪会逐渐适应陌

表 3 不同分娩限位栏经历对母猪常规生理指标的影响

Tab. 3 Effects of different experiences in farrowing crate on sows' conventional physiological indexes

指标 index	时间 time	分娩限位栏经历次数 experience times in farrowing crate		
		初产 (0次) first parity (0 time)	经产 1~3 次 multiparity 1-3 times	经产 4~6 次 multiparity 4-6 times
体表温度/℃ body surface temperature	产前 5 d 5 days before farrowing	34.79±0.44 Aa	34.69±0.32 Aab	33.60±0.46 Ab
	产前 3 d 3 days before farrowing	35.41±0.56 Aa	34.93±0.88 Ab	34.31±0.76 Ac
	产仔当日 the day farrowing	36.11±0.64 Aa	35.74±0.40 Ab	34.42±1.08 Ac
	产后 3 d 3 days after farrowing	35.17±0.13 Aa	35.04±0.25 Aab	34.26±0.71 Ab
	产后 5 d 5 days after farrowing	34.58±0.50 Aa	34.42±0.38 Aab	34.25±0.54 Ab
心率/(次·min ⁻¹) heart rate	产前 5 d 5 days before farrowing	109.11±6.59 Aa	102.83±2.59 Bb	94.54±9.52 Cc
	产前 3 d 3 days before farrowing	108.22±9.97 Aa	107.06±3.12 ABb	98.82±8.79 Bc
	产仔当日 the day farrowing	120.00±1.86 Aa	117.83±8.65 Bb	98.33±12.80 Cc
	产后 3 d 3 days after farrowing	108.00±5.46 Aa	102.39±3.64 Bb	92.21±7.41 Cc
	产后 5 d 5 days after farrowing	103.33±4.84 Aa	98.67±3.53 Ab	94.54±5.51 Ac
血氧饱和度/% blood oxygen saturation	产前 5 d 5 days before farrowing	80.22±1.07 Ac	82.78±7.20 Ab	85.47±4.65 Aa
	产前 3 d 3 days before farrowing	80.44±10.12 Ab	76.93±3.07 Ac	85.94±4.28 Aa
	产仔当日 the day farrowing	73.00±2.60 Ac	85.27±6.14 Ab	86.56±2.35 Aa
	产后 3 d 3 days after farrowing	80.00±7.17 Ac	85.27±3.57 Ab	87.67±3.66 Aa
	产后 5 d 5 days after farrowing	81.11±6.74 Ab	81.33±5.51 Ab	85.89±4.04 Aa

生分娩环境。

由于环境的复杂程度不同,母猪也会表现出不同的异常行为。异常行为是因母猪长期接受不良刺激或生活在恶劣环境中所表现出的有别于其生物学习性的行为^[25],如假咀嚼、啃栏和跪立等。异常行为增加表示母猪的福利受损,动物机体适应水平下降,产生应激反应。本研究显示:经产母猪相较于初产母猪在分娩限位栏(陌生分娩环境)的运动步数显著减少,跪立、假咀嚼和啃栏等异常行为的发生次数显著减少,持续时间显著缩短。由于母猪首次进入陌生分娩环境,可能是陌生分娩环境对其产生了应激,故异常行为发生次数增多,持续时间延长;随着陌生分娩环境经历的增加,母猪通过自身行为模式的调整,逐渐适应了陌生分娩环境。此外,研究表明:假咀嚼可能是最有害的异常行为,可以作为环境束缚的重要参考指标^[26],也是很难通过改变环境消除或减少而长期建立的异常行为^[27]。本研究从行为学角度验证了有前期分娩限位栏环境经历的经产母猪比初产母猪更能有效地调整其行为模式,以更好地适应分娩环境。

3.2 分娩限位栏经历对母猪生理指标的影响

生理生化指标是评价畜禽对环境适应程度的重要依据之一,也是研究环境变化对畜禽影响的最基础内容。畜禽的体温、心率和血氧饱和度是反映动物机体状况的重要标志,可作为动物饲养

和疾病临床诊断的重要参考。当动物处于适宜环境时,这些生理生化指标在恒定范围内,证明动物身体处于健康状态,福利状态理想;若某些指标发生明显变化,则说明动物不适应环境,处于亚健康状态或病理状态,福利不理想。

体温反映了动物机体的代谢水平,当动物处于恐惧状态时,糖代谢加快,体温升高,摄入的能量用于抵抗外界环境刺激^[28]。本研究显示:首次进入分娩限位栏的母猪,体表温度升高,可能是由于不太适应陌生分娩环境而发生了一定程度的应激。大量研究^[29-30]也表明:处于应激状态下的动物,其体表温度升高,与本研究结果一致。随着陌生分娩环境(分娩限位栏)经历的增加,母猪的体表温度和心率由高位显著降低,血氧饱和度总体呈上升趋势,可能是随着经验的积累,母猪通过生理调整从而更好地适应陌生分娩环境。

4 结论

随着前期分娩限位栏分娩经历次数的增加,母猪在分娩限位栏内更加安静,运动步数显著减少,侧卧时间显著延长,坐立、跪立、假咀嚼和啃栏等异常行为的发生次数和持续时间显著降低,体表温度和心率也显著降低,血氧饱和度总体呈一定幅度的上升。有前期分娩限位栏经历的经产母猪比初产母猪更能有效地调整行为模式,缓解其再次进入陌生分娩环境的不利应激。

[参考文献]

- [1] 顾宪红, 张俊玲. 母猪电子群养系统和个体限位栏系统繁殖性能及动物福利水平对比分析[J]. 畜牧兽医学报, 2016, 47(6): 1189. DOI: [10.11843/j.issn.0366-6964.2016.06.014](#).
- [2] JARVIS S, VAN DER VEGT B J, LAWRENCE A B, et al. The effect of parity and environmental restriction on behavioural and physiological responses of pre-parturient pigs[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2001, 71(3): 203. DOI: [10.1016/S0168-1591\(00\)00183-0](#).
- [3] MARCHANT J N, BROOM D M. Effects of dry sow housing conditions on muscle weight and bone strength[J]. Animal Science, 1996, 62(1): 105. DOI: [10.1017/S1357729800014387](#).
- [4] 李伟, 刘作华, 王朝元, 等. 猪床单元宽度及群体位次对妊娠母猪行为的影响[J]. 农业工程学报, 2017, 33(22): 248. DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2017.22.032](#).
- [5] 朱海生, 栾冬梅. 组合式分娩栏对母猪活动和躺卧的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(11): 236. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6819.2009.11.043](#).
- [6] 尚玉昌. 动物行为学[M]. 2版. 北京: 北京大学出版社, 2014.
- [7] OOSTINDJER M, BOLHUIS J E, VAN DEN BRAND H, et al. Prenatal flavor exposure affects growth, health and behavior of newly weaned piglets[J]. Physiology & Behavior, 2010, 99(5): 579. DOI: [10.1016/j.physbeh.2010.01.031](#).
- [8] MUNSTERHJELM C, PELTONIEMI O A T, HEINONEN M, et al. Experience of moderate bedding affects behaviour of growing pigs[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2009, 118(1): 42. DOI: [10.1016/j.applanim.2009.01.007](#).
- [9] OOSTINDJER M, BOLHUIS J E, MENDL M, et al. Effects of environmental enrichment and loose housing of lactating sows on piglet performance before and after weaning[J]. Journal of Animal Science, 2010, 88(11): 3554. DOI: [10.2527/jas.2010-2940](#).
- [10] ŠILEROVÁ J, ŠPINKA M, ŠÁROVÁ R, et al. Playing and fighting by piglets around weaning on farms, employing individual or group housing of lactating sows[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2010, 124(3): 83. DOI: [10.1016/j.applanim.2010.02.003](#).
- [11] BOYLE L A, LEONARD F C, LYNCH P B, et al. Influence of housing system during gestation on the behaviour and welfare of gilts in farrowing crates[J]. Animal Science, 2000, 71(3): 561. DOI: [10.1017/S1357729800055302](#).
- [12] THODBERG K, JENSEN K H, HERSKIN M S. Nest building and farrowing in sows relation to the reaction pattern during stress, farrowing environment and experience[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2002, 77(1): 21. DOI: [10.1016/S0168-1591\(02\)00026-6](#).
- [13] JOHNSON A K, MORROW-TESCH J L, MCGLONE J J. Behavior and performance of lactating sows and piglets reared indoors or outdoors[J]. Journal of Animal Science, 2001, 79(10): 2571. DOI: [10.1046/j.1439-0396.2001.00321.x](#).
- [14] LAWRENCE A B. Applied animal behaviors science: past, present and future prospects[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2008, 115(1/2): 1. DOI: [10.1016/j.applanim.2008.06.003](#).
- [15] JANSEN J, BOLHUIS J E, WILLEM G, et al. Spatial learning in pigs: effects of environmental enrichment and individual characteristics on behaviour and performance [J]. Animal Cognition, 2009, 12: 303. DOI: [10.1007/s10071-008-0191-y](#).
- [16] BLACKWELL E J, BODNARIU A, TYSON J, et al. Rapid shaping of behaviour associated with high urinary cortisol in domestic dogs[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2010, 124(3): 113. DOI: [10.1016/j.applanim.2010.02.011](#).
- [17] 杨茗茜, 张会永, 杨美林. 猪的常用行为术语及定义[J]. 辽宁中医药大学学报, 2016, 18(7): 76. DOI: [10.13194/j.issn.1673-842x.2016.07.024](#).
- [18] 鲁绍雄, 连林生. SAS统计分析系统在畜牧科学中的应用[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2003.
- [19] BOYLE L A, LEONARD F C, LYNCH P B, et al. Effect of gestation housing on behaviour and skin lesions of sows in farrowing crates[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2002, 76(2): 119. DOI: [10.1016/S0168-1591\(01\)00211-8](#).
- [20] 张名岳. 长期限位栏对妊娠母猪的福利状况的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2017.
- [21] 包军. 家畜行为学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [22] WOOD-GUSH D G M, BEILHARZ R G. The enrichment of a bare environment for animals in confined conditions[J]. Applied Animal Ethology, 1983, 10(3): 209. DOI: [10.1016/0304-3762\(83\)90142-6](#).
- [23] 崔卫国. 不同生产环境和遗传因素对母猪行为规癖影响的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2002.
- [24] JARVIS S, CALVERT S K, STEVENSON J, et al. Pituitary-adrenal activation in pre-parturient pigs (*Sus scrofa*) is associated with behavioural restriction due to lack of space rather than nesting substrate[J]. Animal Welfare, 2002, 11(4): 371. DOI: [10.1051/animres:2002037](#).
- [25] 顾宪红. 畜禽福利与畜产品品质安全[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2005.
- [26] 周勤. 群养与限位栏饲养模式下妊娠母猪繁殖性能及行为的比较研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [27] MASON G J. Stereotypies and suffering[J]. Behavioural Processes, 1991, 25(2): 103. DOI: [10.1016/0376-6357\(91\)90013-P](#).
- [28] TALLING J C, WARAN N K, WATHES C M, et al. Behavioural and physiological responses of pigs to sound [J]. Applied Animal Behaviour Science, 1996, 48(3/4): 187. DOI: [10.1016/0168-1591\(96\)01029-5](#).
- [29] 韦福鑫. 双翅目昆虫侵袭应激牛体对牛的护体行为反应、体表温度、心率及免疫机能的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2014.
- [30] 于世征, 郝月, 顾宪红. 生产性能测定站对生长猪应激水平和采食行为的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2013, 49(9): 1411. DOI: [10.11843/j.issn.0366-6964.2013.09.011](#).

责任编辑: 何馨成