

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

顾宪红*, 张俊玲

(中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 动物营养学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要: 本研究旨在调查两种妊娠母猪养殖模式——母猪电子群养(Electronic sow feeding, ESF)系统和个体限位栏系统(Individual stall system)对母猪繁殖性能、福利水平(行为表达和伤痕、眼鼻分泌物发生率)和断奶仔猪成本的影响。研究选用了兼有ESF群养系统和限位栏系统的两家养猪场各100头、60头、120头妊娠母猪,比较了同一猪场内两种系统母猪的繁殖性能、行为指标、伤痕和眼鼻分泌物发生情况,并核算了各自的断奶仔猪成本。结果表明:在繁殖性能方面,母猪电子群养系统和个体限位栏系统的母猪年耗料、妊娠天数、每窝产活仔数、每窝断奶仔猪数和年产胎次无显著差异($P>0.05$),但母猪电子群养系统中断奶仔猪体重显著升高($P<0.05$),表明两种系统繁殖性能相近,且母猪电子群养系统更有利于哺乳仔猪的生长。在福利水平方面,母猪电子群养系统中妊娠母猪的站立、躺卧、空口咀嚼、咬栏、排尿、饮水行为发生次数以及生殖器伤痕和眼鼻分泌物发生率显著下降($P<0.05$),睡觉、争斗、发声、采食和排便行为发生次数以及体表伤痕发生率显著升高($P<0.05$),表明母猪电子群养系统中妊娠母猪大多数福利指标优于个体限位栏系统,而争斗、发声、体外伤痕的显著升高主要是在电子群养系统中母猪之间的接触机会增多所致。在断奶仔猪成本方面,母猪电子群养系统的水电费分摊成本和猪舍及设备折旧分摊成本显著升高($P<0.05$),工资分摊成本显著下降($P<0.05$),导致断奶仔猪总成本无显著差异($P>0.05$)。由此表明,母猪电子群养系统和个体限位栏系统的繁殖性能和断奶仔猪总成本差异不大,但前者动物福利水平有显著改善。母猪电子群养系统可以有效节约人工成本,但对饲养和管理人员的责任心和技术水平有较高要求。

关键词: 母猪电子群养系统;限位栏系统;繁殖性能;经济成本;动物福利

中图分类号: S815.4

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2016)06-1189-09

Comparative Analysis of Reproductive Performance and Animal Welfare Levels in Electronic Sow Feeding and Conventional Sow Stall Systems

GU Xian-hong*, ZHANG Jun-ling

(State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: The study aimed to investigate the effect of two different kinds of pregnant sow husbandry systems, electronic sow feeding (ESF) group housing system and the traditional individual stall system, on reproductive performance, welfare levels (behavioral expression, incidence rate of injury, secretion of eyes and snout) and the average cost for each weaned piglet. 100, 60, 120 pregnant sows from each system in the 2 farms with ESF and individual stall systems were chose to compare their reproductive performance, behavior index, scars and eye nasal secretions between the 2 systems within the same farm, and account the cost of weaning piglets. The results showed that, in reproductive performance, there was no significant difference ($P>0.05$) in annual fodder

收稿日期: 2015-07-23

基金项目: 世界动物保护协会和国家科技支撑计划课题(2012BAD39B0202)

作者简介: 顾宪红(1966-), 女, 江苏通州人, 博士, 主要从事畜禽应激、福利与健康养殖研究

* 通信作者: 顾宪红, 研究员, 博士生导师, E-mail: guxianhong@vip.sina.com

consumption, days of pregnancy, number of pigs born alive in each litter, number of weaned piglets in each litter and annual parity for sows bred between the 2 systems, but the ESF system significantly increased the weight of weaned piglets ($P < 0.05$). The result showed that individuals in the 2 systems had similar reproductive performance and the ESF system had an advantage on suckling pig growth. In terms of animal welfare, a significant decline in the frequency of standing, lying, sham-chewing, bar-biting, urination, drinking, genital injury and secretions of the eyes and snout ($P < 0.05$) were recorded in the ESF system. There was also a considerable rise in the occurrence of sleeping, fighting, vocalizing, feeding, defecation and sow's physical injuries ($P < 0.05$) in the ESF system. The results showed that individuals in the ESF system had better sow welfare than the individuals in stall system in most areas, the increase in vocalizing, fighting and physical injuries was because these were more opportunities for individual interaction among sows in the ESF system. In terms of the costs for producing a weaned piglet, there was a significant increase in water and electricity expenses and the depreciation of plant and equipment ($P < 0.05$) in the ESF system, but at the same time, a significant reduction in wage costs ($P < 0.05$), which resulted in no significant difference in the total costs for breeding weaned piglet between the 2 systems ($P > 0.05$). The findings of this investigation show that there is no significant difference between the ESF group housing system and individual stall system in terms of average weaned piglet cost and reproductive performance, but that the ESF system has improved animal welfare for the sows and can effectively reduce labor costs. However, it also needs well trained and responsible personnel to manage the system properly.

Key words: electronic sow feeding system; individual stall system; reproductive performance; economic cost; animal welfare

智能化母猪群养系统(Electronic Sow Feeding System)主要由电子饲喂系统、智能化分离模块、母猪智能化发情鉴定模块 3 部分组成,其核心是电脑信息处理终端储存有母猪胎次、膘情、妊娠天数等数据,电子饲喂系统信号感应能通过母猪的电子耳号识别母猪身份,根据之前存储的胎次、膘情、妊娠天数等信息进行智能化个体精准饲喂、自动发情鉴定和分群管理^[1-2]。一些研究发现,在精心设计、管理良好的群养系统中,母猪的繁殖性能相当或者好于限位栏系统中的母猪^[3-6],而从投资和运营成本看,群养系统有时比限位栏系统便宜,但另外一些情况下却相对昂贵^[7-8]。最新的研究表明,与限位栏系统相比,ESF 系统中的初产母猪生理应激程度较低,活动较多,故具有较高的福利状况,但对母猪分娩率和损伤发生率、仔猪死亡率有负面影响^[9],这与 Y. Z. Li 等报道的配备 ESF 的群养母猪产仔前的皮肤损伤较少相矛盾^[6]。ESF 在中国养猪业中的应用越来越广泛^[10],但还处于初步应用阶段,对母猪繁殖性能、行为表达、生产成本等方面的应用效果还没有系统的报道^[11-13]。

本研究调查了两个集约化猪场的母猪电子群养系统(仅安装了电子饲喂站)和个体限位栏系统(Sow stall system),旨在比较两种养殖模式下母猪繁殖性能、福利状况(行为表达和伤痕、眼鼻分泌物发生率)以及断奶仔猪成本的情况。

1 调查内容和方法

1.1 饲养管理

1.1.1 猪场 1 母猪电子群养系统:猪场 1 采用静态群养生产模式。妊娠母猪饲养分为妊娠前、中、后 3 期(妊娠第 0~35 天、36~90 天、91~107 天)。妊娠前期在配种舍采用限位栏饲养,每日饲喂 2 次,定时定量,日饲喂量 $1.8 \sim 2.0 \text{ kg} \cdot \text{头}^{-1}$;妊娠中、后期转入妊娠舍采用母猪电子群养系统饲养,日饲喂量分别为 $2.2 \sim 2.8$ 和 $3.0 \sim 3.8 \text{ kg} \cdot \text{头}^{-1}$,以湿拌料方式(料水比 1:1)饲喂。全期采用鸭嘴式饮水器自由饮水。

母猪个体限位栏系统:妊娠前期在配种舍采用限位栏饲养,妊娠中、后期转养于妊娠舍限位栏中,水泥料槽人工饲喂颗粒料,日饲喂 2 次,定时定量,

母猪采食完成后人工供水。全期饲喂标准同该场母猪电子群养系统。

1.1.2 猪场2 母猪电子群养系统:猪场2采用静态群养生产模式。母猪饲养分为妊娠前、中、后3期(妊娠第0~28天、29~89天、90~106天)。妊娠前期在配种舍采用限位栏饲养,用自动给料装置饲喂,日饲喂2次,定时定量,日饲喂量 $1.8\sim 2.0\text{ kg}\cdot\text{头}^{-1}$;妊娠中、后期在妊娠舍采用母猪电子群养系统饲养,日饲喂量分别为 $2.3\sim 2.6$ 和 $3.0\sim 4.0\text{ kg}\cdot\text{头}^{-1}$,以湿拌料方式(料水比1:1)饲喂。全期采用鸭嘴式饮水器自由饮水。

母猪个体限位栏系统:母猪妊娠前期在配种舍采用限位栏饲养,妊娠中、后期转于妊娠舍限位栏中。采用自动给料装置饲喂,每日饲喂2次,定时定量,全期饲喂标准同该场母猪电子群养系统。全期均采用鸭嘴式饮水器自由饮水。

两猪场两种系统均在产前1周左右,即妊娠期第107天将母猪转入产房,在产仔和泌乳阶段使用产子限位栏。

1.2 圈舍条件

1.2.1 猪场1 母猪电子群养系统:全密闭式妊娠舍,长146.0 m,宽9.2 m,单列式,每列设有10个大圈,每个大圈安装1台电子饲喂站,共10台,每台可饲养50头妊娠母猪,全栋可饲喂500头母猪。猪舍白天采光主要靠人工照明。西侧山墙设置4台排风扇,风叶直径1.2 m,东侧山墙安装1幅水帘,水帘长14.0 m,宽2.7 m。整栋舍实行负压纵向通风,夏季开启湿帘。清粪模式为水泡粪。圈长8.2 m,宽14.5 m。调查期间每圈实际装猪33~40头,每头母猪实际平均占地面积为 3.0 m^2 。地面为全水泥漏缝地板,无垫草,无玩具。猪舍平均温度为 $18.3\text{ }^\circ\text{C}$,湿度平均为61.6%。

母猪个体限位栏系统:限位栏妊娠舍长46.6 m,宽4.9 m,三列限位栏对头式设计,每列设有83个限位栏,每栋可饲养249头妊娠母猪。水泥料槽设在中间过道两旁,方便饲养员投料。料槽也供猪饮水,排水沟设在每列定位栏的后侧,其上覆盖铸铁漏缝地板,限位栏栏门也设在后侧,方便饲养员清粪。西侧山墙安装2台排风扇,风叶直径1.2 m。整栋舍兼用自然通风和机械通风。猪舍白天采光主要靠自然光照。猪舍清粪模式为人工干清粪。限位栏长1.11 m,宽0.56 m,每头猪所占空间面积平均为 0.62 m^2 。地面为全水泥漏缝地板,无垫草,无玩

具。调查期间猪舍平均温度为 $18.4\text{ }^\circ\text{C}$,湿度平均为77.5%。

1.2.2 猪场2 母猪电子群养系统:密闭式猪舍,长46.0 m,宽15.7 m,双列式,每列设有3个大圈,每圈安装1台电子饲喂站,每栋共6台饲喂站,每台饲喂站可饲养55头,全栋可容纳330头妊娠母猪。整栋舍实行机械通风,西侧山墙安装6台排风扇,风叶直径为1.0 m。东侧山墙安装一幅水帘,水帘长14.0 m,宽2.0 m。南立面外墙设置2台变频风机,北立面外墙设置1台,风叶直径均为0.45 m。漏缝地板下配有地沟风机。猪舍白天采光主要以人工照明为主。猪舍清粪模式为水泡粪。圈栏长15.0 m,宽7.4 m,调查期间每圈实际装猪为45~49头,每头母猪实际平均占地面积 2.0 m^2 。地面为漏缝地面加水泥地面,妊娠舍走廊通道为全水泥地面。地面无垫草,无玩具。调查期间猪舍平均温度为 $17.1\text{ }^\circ\text{C}$,湿度平均为72.5%。

母猪个体限位栏系统:密闭式猪舍,长45.4 m,宽3.2 m。双列限位栏对头式设计,每列设有80个限位栏,每栋可饲养160头妊娠母猪。水泥料槽设在中间过道两旁,鸭嘴式饮水器设在限位栏前方,猪只自由饮水。排水沟设在每列定位栏的后侧,其上覆盖铸铁漏缝地板,限位栏栏门设在后侧,方便饲养员干清粪。西侧山墙安装2台排风扇,风叶直径为1.0 m,东侧山墙安装一幅水帘,水帘长2.0 m,宽2.0 m。整栋舍兼用自然通风和机械通风。猪舍白天采光主要靠自然光照。猪舍清粪模式为人工干清粪。限位栏长1.11 m,宽0.56 m,每头猪所占空间面积平均为 0.62 m^2 。地面为半水泥半漏缝地面,无垫草,无玩具。调查期间猪舍平均温度为 $18.6\text{ }^\circ\text{C}$,湿度平均为65.1%。

1.3 调查内容

1.3.1 繁殖性能指标 每个系统中选择健康、胎次为三、四胎的纯种妊娠母猪(长白33头,大白33头,杜洛克34头)100头作为调查对象,两个猪场共选取400头,收集它们在2012年期间繁殖母猪年耗料量、妊娠时间、每窝产活仔数、年产胎次、断奶仔猪数和断奶仔猪体重的数据记录。繁殖母猪年耗料量是通过查询猪场饲料进出记录,计算出每头母猪每月的平均饲料消耗量,再累加获得该年母猪所消耗的总饲料量。繁殖性能指标具体描述见表1。

1.3.2 福利指标

1.3.2.1 行为指标:采用人工肉眼扫描取样法对各

行为进行观察,每个猪场的每个系统选定 6 个单元(6 个单元位置是分开的),共选取 24 个单元,每个单元观察 10 头母猪,观察时记录每种行为发生次数。每个单元每次观察时间为 10 min,每隔 3 h 观

察 1 次,每天共观察 4 次(每天 08:00,11:00,14:00 和 17:00 开始),连续观察 3 d。行为指标单位:次·单元⁻¹·10 min⁻¹。具体行为指标描述见表 2。实际的观察对象为妊娠期 67~99 d 母猪。

表 1 繁殖性能指标描述

Table 1 Indexes of performance

| 指标 Index | 描述 Description | 单位 Unit |
|---|------------------------------|------------------------------------|
| 繁殖母猪年耗料 Annual fodder consumption of breeding sow | 繁殖母猪一年所消耗的饲料量 | 吨·头 ⁻¹ ·年 ⁻¹ |
| 妊娠天数 Days of pregnancy | 最后一次配种日期到分娩的时间间隔 | d |
| 产活仔数 Number of pigs born alive | 出生后同窝存活的仔猪数,包括弱仔、畸形和即将死亡的仔猪数 | 头·窝 ⁻¹ |
| 断奶仔猪数 Number of weaned piglets | 断奶后同窝存活的仔猪数 | 头·窝 ⁻¹ |
| 21 d 断奶仔猪体重 Weight of piglet weaned after 21 d | 存活仔猪 21 d 体重 | kg |
| 年产胎次 Annual parity | 365 天/两次连续产仔间隔天数 | 胎·头 ⁻¹ ·年 ⁻¹ |

不是 21 日龄断奶的用校正系数进行校正

Those not weaned at 21 days are corrected with correction coefficient

表 2 行为指标描述

Table 2 Behavioral indexes

| 指标 Index | 描述 Description |
|--------------------------|------------------------------------|
| 站立 Standing | 包括走动,四肢同时支撑体重。前肢可跪在地面上,四肢可以不在同一平面上 |
| 躺卧 Lying | 侧卧、俯卧;胸、腹部接触地面进行休息,双眼睁开 |
| 睡觉 Sleeping | 侧卧、俯卧;胸、腹部接触地面进行休息,双眼紧闭 |
| 犬坐 Squatting | 臀部着地,前肢支撑前躯,介于站立和趴卧的中间姿势 |
| 空口咀嚼 Sham-chewing | 口中无明显食物存在时口吻部发生明显的咀嚼动作 |
| 咬栏 Bar-biting | 舔舐、啃咬、嗅闻和探拱栏杆 |
| 争斗 Fighting | 为了达到某种目(获取食物或休息区域)与其他个体进行攻击和防守的行为 |
| 发声 Vocalizing | 猪发出的各种声音 |
| 玩耍 Playing | 猪之间相互捕咬、反复撕闹、转圈追逐等 |
| 温柔互动 Gentle interactions | 舔舐或嗅闻另一个体 |
| 采食 Eating | 个体站立采食槽前方,吃食、咀嚼饲料 |
| 饮水 Drinking | 嘴部接触水龙头并吸水 |

1.3.2.2 母猪伤痕和眼鼻分泌物发生率:测定时观察者距离猪 2 m 以内观察母猪体表伤痕、尾部伤痕和生殖器伤痕发生情况,距离猪 1 m 以内观察母猪肢蹄伤痕和眼鼻分泌物发生情况。对于个体限位栏母猪每间隔 2 头选定 1 头进行测定,每个猪场共选取 120 头猪,以相邻的 20 头作为 1 个统计单元,即一个重复;对于母猪电子群养母猪,每个猪场随机抽取 6 圈,每圈随机标记 20 头进行观察,记为一个统计单元,共取样 480 头母猪。所测伤痕及眼鼻分泌

物描述见表 3,记录的单位为发生所测伤痕及眼鼻分泌物的母猪比例。实际的观察对象为妊娠期 67~99 d 母猪。

1.3.3 断奶仔猪成本 断奶仔猪成本=年总成本(饲料成本+用药及免疫成本+猪舍及设备折旧成本+劳动人员工资+水电成本+易耗品成本)/年产断奶仔猪数。实际调查猪场每月都会进行一次断奶仔猪成本核算,本报告中断奶仔猪经济成本是由调研时猪场前一年 12 个月期间每个月断奶仔猪成

本计算而得。

1.4 数据分析

使用 SPSS 19.0 对研究数据进行统计分析。首先对非行为学数据进行正态性检验,均符合正态分

布,然后进行方差分析和 Duncan 多重比较;对行为学数据使用两独立样本的 Mann-Whitney U 法检验显著性差异。所有数据使用“平均数±标准差”的方式表示。

表 3 体表伤痕及眼鼻分泌物描述

Table 3 Physical injuries and secretion of eyes and snout

| 指标 Index | 描述 Description |
|-----------------------------------|--|
| 体表伤痕 Physical injury | 受伤长度超过 3 cm 或圆形面积大于 1 cm×1 cm 的伤痕。体表包含头、颈和躯干 |
| 尾部伤痕 Tail injury | 整条尾巴断掉的损伤,鲜血流出或可见的尾部结疤等 |
| 生殖器伤痕 Genital injury | 后臀受伤部位长度超过 3 cm,或阴部、阴囊、阴茎、直肠流血或畸形 |
| 肢蹄伤痕 Limb and feet injury | 四肢有伤痕,或者蹄部角质增生、蹄底损伤和蹄侧开裂 |
| 眼鼻分泌物 Secretion of eyes and snout | 猪的眼部异常(眼睛肿胀、发红、眼屎增多)或鼻腔存在分泌物 |

2 结果

2.1 电子群养系统与个体限位栏系统母猪繁殖性能的比较

由表 4 可知,同一猪场母猪电子群养系统与个

体限位栏系统相比,母猪年耗料、妊娠天数、年产胎次、窝产活仔数以及每窝断奶仔猪数均有所降低,但无显著差异($P>0.05$)。母猪电子群养系统 21 日龄断奶仔猪体重较个体限位栏系统显著提高约 6% ($P<0.05$)。

表 4 母猪电子群养系统和个体限位栏系统母猪繁殖性能

Table 4 Reproductive performance of sows kept in ESF group housing system and individual stall housing system

| 繁殖性能 Reproductive performance | 猪场 1 Pig farm 1 | | 猪场 2 Pig farm 2 | |
|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system |
| 耗料/(吨·头 ⁻¹ ·年 ⁻¹) Feed consumption | 1.17±0.18 | 1.26±0.31 | 0.85±0.16 | 0.94±0.26 |
| 妊娠天数/d Days of pregnancy | 114.5±1.43 | 115.5±2.21 | 115.5±0.85 | 116.5±0.84 |
| 产活仔数/(头·窝 ⁻¹) Number of pigs born alive | 9.25±2.50 | 9.72±2.50 | 9.75±2.52 | 10.05±2.35 |
| 断奶仔猪数/(头·窝 ⁻¹) Number of weaned piglets | 8.69±1.13 | 9.05±1.77 | 9.16±1.95 | 9.31±2.22 |
| 21 日龄断奶体重/kg 21 d weaning weight | 5.67±0.86 ^b | 5.35±0.92 ^a | 5.53±0.67 ^y | 5.24±1.02 ^x |
| 胎次/(胎·头 ⁻¹ ·年 ⁻¹) Parity | 2.11±0.15 | 2.14±0.09 | 2.12±0.12 | 2.18±0.13 |

^a与^b、^x与^y 同一猪场内不同角标小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同

The different lowercase subscripts (^a and ^b, ^x and ^y) indicate the significant difference in the same pig farm ($P<0.05$). The same as below

2.2 电子群养系统与个体限位栏系统母猪行为的观察比较

由表 5 可知,同一猪场母猪电子群养系统与限位栏系统相比,母猪站立、躺卧、空口咀嚼、咬栏、排尿和饮水行为发生次数显著降低($P<0.05$),而睡觉、争斗、发声、排便和采食行为发生次数显著升高($P<0.05$)。此外,犬坐(一种异常行为)在猪场 1

显著减少($P<0.05$),在猪场 2 减少不显著;温柔互动行为在猪场 2 显著增多($P<0.05$),在猪场 1 变化不显著。

2.3 电子群养系统与个体限位栏系统母猪伤痕和眼鼻分泌物发生率比较

如表 6 所示,母猪电子群养系统与个体限位栏系统相比,母猪体表伤痕发生率显著升高($P<$

0.05),生殖器伤痕和眼鼻分泌物发生率均显著降低 ($P < 0.05$)。两猪场两系统母猪尾部伤痕和肢蹄伤痕发生率差异均不显著 ($P > 0.05$)。

表 5 母猪电子群养和个体限位栏系统妊娠母猪行为发生次数

Table 5 Occurrence of sow behavior in ESF group housing system and individual stall housing system

| 行为发生次数 (次·单元 ⁻¹ ·10 min ⁻¹) Occurrence of behavior | 猪场 1 Pig farm 1 | | 猪场 2 Pig farm 2 | |
|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system |
| | 站立 Standing | 3.35 ± 0.16 ^a | 5.13 ± 0.11 ^b | 2.64 ± 0.50 ^x |
| 躺卧 Lying | 1.50 ± 0.27 ^a | 2.13 ± 0.12 ^b | 1.25 ± 0.13 ^x | 1.85 ± 0.31 ^y |
| 睡觉 Sleeping | 7.36 ± 0.19 ^b | 3.75 ± 0.07 ^a | 6.76 ± 0.29 ^y | 5.81 ± 0.95 ^x |
| 犬坐 Squatting | 0.47 ± 0.07 ^a | 1.33 ± 0.09 ^b | 0.67 ± 0.43 | 0.81 ± 0.09 |
| 空口咀嚼 Sham-chewing | 4.31 ± 0.42 ^a | 7.67 ± 0.00 ^b | 2.90 ± 0.48 ^x | 5.14 ± 0.72 ^y |
| 咬栏 Bar-biting | 0.14 ± 0.02 ^a | 2.29 ± 0.02 ^b | 0.31 ± 0.05 ^x | 1.75 ± 0.46 ^y |
| 争斗 Fighting | 0.69 ± 0.07 ^b | 0.04 ± 0.02 ^a | 0.28 ± 0.09 ^y | 0.15 ± 0.06 ^x |
| 发声 Vocalizing | 0.63 ± 0.05 ^b | 0.04 ± 0.02 ^a | 0.36 ± 0.16 ^y | 0.13 ± 0.03 ^x |
| 排尿 Urination | 0.26 ± 0.04 ^a | 0.96 ± 0.14 ^b | 0.14 ± 0.03 ^x | 0.33 ± 0.14 ^y |
| 排便 Defecation | 0.31 ± 0.02 ^b | 0.01 ± 0.00 ^a | 0.19 ± 0.05 ^y | 0.01 ± 0.01 ^x |
| 温柔互动 Gentle interaction | 0.08 ± 0.01 | 0.08 ± 0.00 | 0.06 ± 0.02 ^y | 0.01 ± 0.01 ^x |
| 采食 Eating | 0.71 ± 0.26 ^b | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.61 ± 0.13 ^y | 0.00 ± 0.00 ^x |
| 饮水 Drinking | 1.01 ± 0.00 ^a | 4.29 ± 0.03 ^b | 0.69 ± 0.20 ^x | 1.50 ± 0.46 ^y |

表 6 母猪电子群养和个体限位栏系统妊娠母猪伤痕和眼鼻分泌物发生率

Table 6 Occurrence of sow injury and secretion of eyes and snout in ESF group feeding system and individual stall housing system

| 指标 Index | 猪场 1 Pig farm 1 | | 猪场 2 Pig farm 2 | |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system |
| | 体表伤痕 Physical injury | 19.17 ± 7.36 ^b | 3.33 ± 2.58 ^a | 25.11 ± 5.48 ^y |
| 肢蹄伤痕 Limb and feet injury | 66.17 ± 15.68 | 62.67 ± 16.67 | 65.28 ± 9.88 | 57.69 ± 12.24 |
| 尾部伤痕 Tail injury | 0.00 ± 0.00 | 0.83 ± 2.04 | 1.01 ± 4.08 | 0.00 ± 0.00 |
| 生殖器伤痕 Genital injury | 0.83 ± 4.18 ^a | 2.50 ± 2.04 ^b | 0.79 ± 4.08 ^x | 2.67 ± 4.08 ^y |
| 眼鼻分泌物 Secretion of eyes and snout | 20.83 ± 3.76 ^a | 35.01 ± 6.32 ^b | 18.21 ± 11.69 ^x | 32.33 ± 11.87 ^y |

2.4 电子群养系统与个体限位栏系统断奶仔猪成本比较

如表 7 所示,两猪场的母猪电子群养系统与限位栏系统相比,饲料分摊成本有所提高,但无显著差

异 ($P > 0.05$);猪舍及设备折旧成本、水电费成本显著提高 ($P < 0.05$),工资成本显著降低 ($P < 0.05$)。两种系统的断奶仔猪总成本无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 7 母猪电子群养和个体限位栏系统断奶仔猪成本

Table 7 Cost of weaned piglets in ESF group housing system and individual stall housing system

| 成本分类/(元·头 ⁻¹) Cost classification | 猪场 1 Pig farm 1 | | 猪场 2 Pig farm 2 | |
|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system | 群养系统 Group housing system | 限位栏系统 Stall housing system |
| | 总成本 Total cost | 354.07±82.56 | 332.48±76.86 | 366.86±79.59 |
| 饲料成本 Feed cost | 233.38±59.57 | 223.67±66.68 | 178.57±47.22 | 171.34±12.66 |
| 用药及免疫成本 Cost of veterinary drugs and immunization | 54.81±18.39 | 52.41±6.73 | 63.00±16.31 | 68.08±8.93 |
| 工资成本 Labor cost | 22.26±7.26 ^a | 34.94±0.91 ^b | 57.63±9.86 ^x | 67.45±5.44 ^y |
| 猪舍及设备折旧成本 Depreciation cost of plant and equipment | 28.82±7.26 ^b | 9.43±1.23 ^a | 29.80±6.54 ^y | 10.80±3.22 ^x |
| 水电费成本 Cost of water and electricity | 13.29±1.41 ^b | 8.11±1.27 ^a | 27.97±1.61 ^y | 13.30±1.66 ^x |
| 易耗品成本 Cost of consumables | 2.51±0.80 | 3.92±4.34 | 9.89±4.53 ^y | 6.20±0.97 ^x |

3 讨论

3.1 母猪电子群养系统和个体限位栏系统繁殖性能比较

统计结果显示,调研猪场的母猪电子群养系统和个体限位栏系统在母猪年耗料、妊娠天数、每窝产活仔数、每窝断奶仔猪数和年产胎次方面无显著差异($P>0.05$),表明两种系统繁殖性能相近。但与个体限位栏系统相比,母猪电子群养系统的断奶仔猪体重显著升高($P<0.05$),表明该系统下断奶仔猪体生长更好更健康。这主要得益于该系统的精确化饲喂和为母猪提供了更大的运动空间使母猪体况更好。此外,由于运动增加,母猪电子群养系统还有助于母猪分娩同步,减少难产,而由于个体限位栏系统对猪的极端约束,使母猪长期处于慢性应激状态,可能造成母猪延迟分娩^[14-15],进而影响初生仔猪的活性和增重。

母猪电子群养系统对饲养人员的专业技术和责任心都有较高要求,否则设备较难发挥其最大的效益^[10-16]。另外,缺乏有效训练的母猪也会导致一些个体不能有效采食。母猪电子群养系统易造成猪之间的打斗和踩踏,引起一些猪流产,可以考虑在圈舍内设置部分隔离墙,为弱势个体提供逃避和躲藏的场所。有研究证明,给予充足的运动空间对母猪的繁殖性能几乎没有影响^[15],但运动空间对母猪表达天性的福利却至关重要。虽然本研究选取猪场是新

的,但在某些方面,并不理想,还有改进的余地,这可能会进一步提高其繁殖性能。

3.2 母猪电子群养系统和限位栏系统母猪福利水平的变化

在福利水平方面,母猪电子群养系统妊娠母猪的站立、躺卧、空口咀嚼、咬栏、排尿、饮水等行为发生次数显著下降($P<0.05$),睡觉、争斗、发声、采食和排便行为发生次数则显著升高($P<0.05$),表明妊娠母猪的福利水平明显改善。母猪电子群养系统妊娠母猪的生殖器伤痕和眼鼻分泌物发生率也显著下降($P<0.05$),表明母猪电子群养系统的健康状况更好,动物福利水平优于个体限位栏系统。在体外伤痕方面,母猪电子群养系统的伤痕发生率显著升高($P<0.05$),这主要是因为动物之间的接触机会增多所致。动物受到应激或挫折时易发生刻板行为,是动物现在或过去难以适应环境的一种反映,也是动物福利较差的一个标志^[15]。猪典型的刻板行为一般有空口咀嚼、头部摇摆、卷舌、咬栏、过度饮水等^[17]。从本研究的行为结果来看,母猪电子群养系统更符合猪这种群居动物的生物习性,出现的空口咀嚼、咬栏和过度饮水这 3 种刻板行为次数显著减少。原因可能在于在相同限饲条件下,限位栏环境下猪活动受到明显约束,猪只能通过积极的探究来释放自身的活动欲望,只能借助于咬栏、无食咀嚼、咬饮水器来释放这种限制带来的压力与不安^[18]。限位栏系统下猪只发生犬坐行为较多的原

因主要有两个,一是限位栏下猪只由于长期受到限制不能正常站立和起身;二是限位栏下母猪骨骼的发育不能与肌肉的发育同步,形成虚弱的后肢,久而久之,就形成犬坐的习惯^[1]。

母猪电子群养系统会增加母猪之间的争斗,特别在母猪争夺休息区域或优先采食时容易发生。争斗行为是评价动物福利的重要指标之一,过度的争斗会给动物造成体表损伤,造成动物福利恶化^[9]。实际生产中,猪场可通过更好的圈舍设计及管理来降低母猪间争斗行为,例如设立隔离墙,为母猪提供躲避的避难所;在地面铺设稻草,丰富圈舍环境,以及采用全进全出的做法,增加猪群的稳定性。

从猪的生殖器伤痕和眼鼻分泌物发生率来看,母猪电子群养系统有一定优势,原因可能是限位栏系统下母猪生殖器易受到粪尿污染或栏的刮蹭,而引起生殖器损伤。个体限位栏系统下母猪完全丧失了运动的自由,心肺功能得不到相应的锻炼,易造成一些呼吸道疾病的发生,进而易引起猪眼鼻分泌物增多^[19];此外限位栏系统给猪饲喂的是干料,易形成粉尘,可能也会造成猪眼鼻分泌物增多。

3.3 母猪电子群养系统对断奶仔猪总成本的影响

统计结果显示,母猪电子群养系统和个体限位栏系统的断奶仔猪总成本没有显著差异($P > 0.05$)。但母猪电子群养系统在喂料上可有效节省劳力,提高母猪群养管理人员的工作效率,减少了人员配置。在饲养 600 头基础母猪情况下,母猪电子群养系统可以比限位栏系统少配置 2 名饲养员。对于目前国内日趋增长的劳动力成本而言,这是个巨大的优势。但实际调查发现,母猪电子群养设备虽然节省了劳力,但对管理人员的技能和责任心要求更高。例如,需要具备电脑操作、调教母猪的技能以及较强的责任心等。母猪电子群养系统的饲养员还需要经常查栏,及时发现问题猪只并采取对应的措施。

母猪电子群养系统断奶仔猪分摊的水电费成本显著高于个体限位栏系统($P < 0.05$),原因在于母猪电子群养系统为全密闭猪舍,舍内通风、温度控制及照明都需要电力维持,而个体限位栏舍内通风一部分是靠开窗通风,温度控制主要是靠开关窗调控,照明主要采取自然光照,较大程度上节省了电力。至于用水问题,母猪电子群养系统采用的是水泡粪工艺,用水量大,而个体限位栏采用人工干清粪,用水量小。

本研究涉及的母猪电子群养系统只选用了母猪电子饲喂站,没有安装自动分离站和自动发情检测站,每台电子饲喂站约 7~8 万元,最多可以饲养 50~60 头母猪,若设备使用年限为 10 年,那么每头母猪每年分摊的折旧成本约为 40 元,加上配套的猪场通风、排污设备,折旧成本会更高。价格昂贵和使用维护要求高是此设备推广的主要障碍。另外,电子饲喂系统还需要定期维修以确保正常运转。

4 结 论

本研究比较了母猪电子群养系统和个体限位栏系统对母猪繁殖性能、福利水平(行为表达和伤痕、眼鼻分泌物发生率)和断奶仔猪成本的影响。调研结果表明,母猪电子群养系统和个体限位栏系统的繁殖性能和断奶仔猪总成本无显著差异,但前者一些动物福利指标与后者相比有一定程度的改善。母猪电子群养系统可以有效节约人工成本,但对饲养和管理人员的责任心和技术水平有较高要求。本研究涉及的猪场使用母猪电子群养系统较短,与国外同类机构相比,在生产效果和动物福利方面还有改进和提升的空间。

致谢:感谢沈阳树新畜牧有限公司、鹤壁谊发畜牧有限公司对本次调研的大力支持,感谢 Rob Gregory 博士、唐国梁先生在数据处理和文章修改方面提供的帮助。

参考文献(References):

- [1] 言 稳. 智能化母猪管理系统生产效果的研究[D]. 南宁:广西大学,2012.
YAN W. The effect of management system for sow [D]. Nanning:Guangxi University,2012. (in Chinese)
- [2] 于桂阳,郑春芳,肖斌华. 智能化母猪群养管理系统在猪场的应用[J]. 中国猪业,2013(11):60-62.
YU G Y, ZHENG C F, XIAO B H. The application of intelligent group housing management system for sows in pig farms [J]. *China Swine Industry*, 2013 (11):60-62. (in Chinese)
- [3] BATES R O, EDWARDS D B, KORTHALS R L. Sow performance when housed either in groups with electronic sow feeders or stalls [J]. *Livest Prod Sci*, 2003,79(1):29-35.
- [4] CASSAR G, KIRKWOOD R N, SEGUIN M J, et al. Influence of stage of gestation at grouping and presence of boars on farrowing rate and litter size of group-housed sows [J]. *J Swine Health Prod*, 2008,

- 16(2):81-85.
- [5] VAN WETTERE W H, PAIN S J, STOTT P G, et al. Mixing gilts in early pregnancy does not affect embryo survival [J]. *Anim Reprod Sci*, 2008, 104(2-4): 382-388.
- [6] LI Y Z, GONYOU H W. Comparison of management options for sows kept in pens with electronic feeding stations [J]. *Can J Anim Sci*, 2013, 93(4): 445-452.
- [7] LAMMERS P J, HONEYMAN M S, KLIEBENSTEIN J B, et al. Impact of gestation housing system on weaned pig production cost [J]. *Appl Eng Agric*, 2008, 24(2): 245-249.
- [8] SEDDON Y M, CAIN P J, GUY J H, et al. Development of a spreadsheet based financial model for pig producers considering high welfare farrowing systems [J]. *Livest Sci*, 2013, 157(1): 317-321.
- [9] JANG J C, JUNG S W, JIN S S, et al. The effects of gilts housed either in group with the electronic sow feeding system or conventional stall [J]. *Asian-Australas J Anim Sci*, 2015, 28(10): 1512-1518.
- [10] 李永辉. 智能化母猪群养在中国养猪生产中的应用 [J]. 中国猪业, 2011(9): 4-7.
LI Y H. The application of intelligent sow group raising for pig production in China [J]. *China Swine Industry*, 2011(9): 4-7. (in Chinese)
- [11] 柏秀芳, 何若钢, 言 稳, 等. Velos 智能化群养系统对妊娠母猪生产性能的影响 [J]. 养猪, 2013(5): 27-28.
BAI X F, HE R G, YAN W, et al. The effect of Velos intelligent group housing system on the performance of pregnancy sows [J]. *Swine Production*, 2013 (5): 27-28. (in Chinese)
- [12] 王树华. 智能饲喂对群养初产母猪生产性能影响的试验研究 [J]. 养猪, 2014(1): 78-80.
WANG S H. The effect of intelligent feeding modes on production performance of first farrowing sow [J]. *Swine Production*, 2014(1): 78-80. (in Chinese)
- [13] 覃国喜, 卢 剑, 杨建国, 等. Velos 智能化群养系统对妊娠母猪繁殖性能的影响 [J]. 广西畜牧兽医, 2014, 30(4): 195-197.
QIN G X, LU J, YANG J G, et al. The effect of Velos intelligent group housing system on reproductive performance of pregnancy sow [J]. *Guangxi Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2014, 30(4): 195-197. (in Chinese)
- [14] BATESA R O, EDWARDS D B, KORTHALS R L. Sow performance when housed either in groups with electronic sow feeders or stalls [J]. *Livest Prod Sci*, 2003, 79(1): 29-35.
- [15] CHAPINAL N, RUIZ DE LA TORRE J L, CERISUELO A, et al. Evaluation of welfare and productivity in pregnant sows kept in stalls or in 2 different group housing systems [J]. *J Vet Behav*, 2010, 5(2): 82-93.
- [16] MCGLONE J J, VON BORELLE H, DEEN J, et al. Compilation of the scientific literature comparing housing systems for gestating sows and gilts using measures of physiology, behavior, performance and health [J]. *The Professional Animal Scientist*, 2004, 20(2): 105-117.
- [17] 包 军. 家畜行为学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
BAO J. Animal behavioral science [M]. Beijing: Higher Education Press, 2008. (in Chinese)
- [18] MASON G J. Stereotypies and suffering [J]. *Behav Processes*, 1991, 25(2-3): 103-115.
- [19] TILLON J P, MADEC F. Diseases affecting confined sows. Data from epidemiological observations [J]. *Ann Rech Vet*, 1984, 15(2): 195-199.

(编辑 郭云雁)