

孙睿聪, 张莹, 邢思毅, 等. 中药制剂对母猪繁殖性能、血清生化指标和免疫相关指标的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (10): 21-26.
SUN R C, ZHANG Y, XING S Y, et al. Effects of traditional Chinese medicine preparations on reproductive performance, serum biochemical indices and immune-related indices in sows [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2024, 56 (10): 21-26.

中药制剂对母猪繁殖性能、血清生化指标和免疫相关指标的影响

孙睿聪^{1,2#}, 张莹^{1,2#}, 邢思毅³, 李静静³, 闫先超³, 王金丽^{1,2}, 张国华⁴,
刘雪松⁴, 朱单璩^{1,2}, 贺丽春^{1,2}, 周鑫^{1,2}, 李君荣^{1,2*}

(1. 金华职业技术大学, 浙江 金华 321000; 2. 金华市两头乌遗传育种与改良重点实验室, 浙江 金华 321000;
3. 山东信得科技股份有限公司, 山东 青岛 266101; 4. 黑龙江省农业科学院畜牧兽医分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005)

摘要: 旨在研究日粮添加中药制剂对母猪繁殖性能、血清生化指标和免疫相关指标的影响。选择 40 头体况相近的 9 月龄左右母猪 (来自猪繁殖与呼吸综合征阳性猪场), 随机分为对照组和试验组, 试验组日粮中添加 1% 的中药制剂 (主要原料为七清败毒颗粒和香菇健), 对照组饲喂基础日粮, 试验周期 150 d。结果: 与对照组相比, 试验组母猪配种率、分娩率、窝均活仔数有所上升, 血清谷草转氨酶、谷丙转氨酶、总抗氧化能力、超氧化物歧化酶活性和丙二醛、葡萄糖、尿素氮含量无显著差异 ($P>0.05$), 血清免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G 在第 30 天显著提高 ($P<0.05$); 猪繁殖与呼吸障碍综合征病毒 (PRRSV) 抗体检测方面, 在第 30 天, 试验组 S/P 均值显著降低 ($P<0.05$), 对照组和试验组的离散度分别为 66.29% 和 50.74%; PRRSV 抗原检测方面, 第 30 天试验组阳性率由 20% 降至 0。综上, 在母猪日粮中添加 1% 的中药制剂能提升其繁殖性能和部分免疫指标, 维持 PRRSV 抗体水平稳定, 并能降低 PRRSV 抗原阳性率。

关键词: 中药制剂; 繁殖性能; 生化指标; 免疫指标; 猪繁殖与呼吸障碍综合征病毒

中图分类号: S828 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2024)10-0021-06

Effects of traditional Chinese medicine preparations on reproductive performance, serum biochemical indices and immune-related indices in sows

SUN Ruicong^{1,2#}, ZHANG Ying^{1,2#}, XING Siyi³, LI Jingjing³, YAN Xianchao³, WANG Jinli^{1,2},
ZHANG Guohua⁴, LIU Xuesong⁴, ZHU Shanli^{1,2}, HE Lichun^{1,2}, ZHOU Xin^{1,2}, LI Junrong^{1,2*}

(1. Jinhua Vocational and Technical University, Jinhua 321000, China;

2. Jinhua Key Lab of Pig Genetic Breeding and Improvement, Jinhua 321000, China;

3. Shandong Xinde Technology Co. Ltd., Qingdao 266101, China;

4. Branch of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161005, China)

Abstract: This experiment aimed to determine the effects of adding traditional Chinese medicine preparations to the diet on the reproductive performance, serum biochemical indices and immune-related indices in sows. Forty sows at around 9 months of age with similar body conditions were randomly divided into 2 groups, namely the control group and the experimental group. The experimental group had 1% traditional Chinese medicine preparation added to the diet, while the control group was fed with basic diet. The experimental period was 150 days. The results showed that, compared with the control group, the mating rate, delivery rate, and average number of live offspring per litter increased in the experimental group. There were no significant differences, however, in serum aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, total antioxidant capacity, superoxide dismutase activity, propylene glycol, glucose, and urea nitrogen levels ($P>0.05$), but the serum immunoglobulin A and immunoglobulin G levels were significantly increased on the 30th day ($P<0.05$). In terms of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) antibody testing, on the 30th day, the S/P mean of the experimental group significantly decreased ($P<0.05$), and the dispersion of the control group and the experimental group were 66.29% and 50.74%, respectively. In terms of PRRSV antigen testing, the positive rate of the experimental group decreased from 20% to 0 on the 30th day. In conclusion, adding 1% traditional

收稿日期: 2024-01-24; 修回日期: 2024-08-06

基金项目: 浙江省基础公益研究计划项目 (ZCLQ24C1801); 金华市科技计划项目 (2023-2-023); 金华市科技特派员项目 (2023-40)

第一作者: 孙睿聪, 硕士, 助教; 张莹, 博士, 副教授。[#]共同第一作者

* 通信作者: 李君荣, 博士, 教授, 主要从事动物健康养殖方面的工作, E-mail: lijornsky@163.com。

Chinese medicine preparation to the diet of sows had the effect of improving the breeding performance of gilt, enhancing some immune indicators, maintaining the stability of PRRSV antibodies in the pig population, and reducing the positive rate of PRRSV antigens.

Keywords: traditional Chinese medicine; reproductive performance; biochemical indices; immune indicators; porcine reproductive and respiratory syndrome virus

在生猪饲养过程中使用药物添加剂可以帮助解决一些临床问题, 但是不讲科学地使用会导致药物残留和耐药性的问题^[1]。猪繁殖与呼吸障碍综合征病毒 (porcine reproductive and respiratory syndrome virus, PRRSV) 会造成母猪流产、弱胎、死胎和木乃伊胎, 严重影响繁殖性能, 带来较大经济损失^[2]。中药制剂具有营养和药物的双重作用, 可以帮助提升猪的繁殖性能, 降低疾病发生风险。有研究表明, 猪繁殖与呼吸障碍综合征 (PRRS) 在中兽医领域中被认为是猪受到贼风、外邪入侵而导致的疾病, 需按照清热解毒、扶正祛邪的方法进行治疗^[3]。七清败毒颗粒主要由黄芩、虎杖、苦参、白头翁、板蓝根、大青叶和绵马贯众这七味中药组成^[4], 其中黄芩、虎杖、白头翁、苦参和板蓝根具有治疗炎症、抑制病毒复制和抵抗病毒等作用^[5-8], 绵马贯众、板蓝根、大青叶在治疗呼吸系统方面具有良好的效果^[9-10]。七清败毒颗粒的有效成分主要为黄芪苷、虎杖苷、大黄苷等, 在缓解猪体温升高、解决呼吸系统疾病、提高免疫力和保证抗体水平方面起到积极的作用^[11]。香菇健主要由香菇多糖组成, 香菇多糖是一种具有多靶向性、低毒性和高安全性的大分子复合物, 在抗氧化、抗炎、抗病毒、促进淋巴细胞增殖和保护肠道菌群稳定方面具有很好的作用^[12-15]。

本研究将七清败毒颗粒和香菇多糖按照一定比例制备成中药制剂添加到母猪日粮中, 对母猪繁殖相关指标进行记录, 探究其对相关免疫指标和 PRRSV 抗体水平、抗原阳性率的影响, 为中药制剂的使用提供理论依据和参考。

1 材料与方法

1.1 中药制剂和试验动物

七清败毒颗粒和香菇健均购自山东信得科技股份有限公司, 将两者按照一定比例进行混合, 制成本试验用中药制剂。试验动物来自浙江某规模化养猪场, 该场为 PRRS 阳性养殖场, 饲养第 200 天时常规免疫 PRRSV 疫苗, 试验期间不进行免疫。选取 9 月龄左右、体况相近、临床健康状况良好的大白×长白二元后备母猪 40 头, 采取同期发情技术进行配种。

1.2 主要试剂

PRRSV 抗体和抗原检测试剂盒均购自爱德士生物科技有限公司; RNA 提取试剂盒购自天根生物科技有

限公司; 血清生化指标包括: 谷草转氨酶 (AST)、谷丙转氨酶 (ALT)、葡萄糖 (GLU) 和尿素氮 (Urea), 检测试剂均购自长春汇力生物技术有限公司。血清抗氧化指标包括: 总抗氧化能力 (T-AOC)、超氧化物歧化酶 (SOD) 和丙二醛 (MDA); 免疫指标包括: 免疫球蛋白 A (IgA)、免疫球蛋白 G (IgG) 和免疫球蛋白 M (IgM), 检测试剂盒均购自南京建成生物研究所。

1.3 试验设计

将 40 头母猪随机分为 2 组, 每组 4 个重复, 每个重复 5 头, 对照组饲喂基础日粮, 试验组日粮中添加 1% 的中药制剂。试验组母猪在试验前 30 d 饲料中添加 1% 的中药制剂 15 d, 间隔 15 d, 随后采取同期发情技术进行配种, 并在母猪妊娠阶段每 30 d 饲喂添加 1% 的中药制剂饲料 7 d, 间隔 23 d, 试验周期 150 d。由于妊娠后母猪的血液相关指标会有一些变化, 且部分试验动物在第一次配种时未妊娠, 所以仅检测第 0、30 天的血液相关指标。试验动物每天 8:00 和 16:00 进行 2 次饲喂, 自由饮水, 每天对猪舍进行清粪, 每周 2 次消毒。基础日粮组成和营养成分见表 1。

表 1 基础日粮组成及营养水平

原料项目	比例/%	营养成分 ²⁾	含量
玉米	55.00	消化能/(MJ·kg ⁻¹)	13.60
麸皮	23.50	粗蛋白质/%	16.50
豆粕	12.00	赖氨酸/%	0.80
磷酸氢钙	1.00	钙/%	0.70
氯化钠	0.50	磷/%	0.55
预混料 ¹⁾	8.00		

注: ¹⁾ 每千克预混料含量不低于: VA 6×10⁴ U, VD₃ 1.87×10⁴ U, VE 375 U, VK₃ 32 mg, VB₁ 25 mg, VB₂ 48 mg, VB₆ 32 mg, 烟酰胺 250 mg, D-泛酸 120 mg, Cu 100 mg, Fe 400 mg, Mn 100 mg, Zn 300 mg, I 1.5 mg, Se 1 mg, 水分≤12%; ²⁾ 消化能为计算值, 其他为实测值。

1.4 相关指标测定

1.4.1 母猪繁殖性能指标

跟踪记录试验母猪的配种数、分娩数、总产仔数、活仔数和死胎数 (包括白胎和木乃伊胎) 并计算窝均活仔数、配种率和分娩率^[16]。

1.4.2 血清相关指标

在试验第0、30天早7:00, 每组20头母猪采静脉血8 mL, 3 000 r/min离心10 min, 分离血清于-20℃冰柜保存, 用来进行血清相关指标检测。

血清生化指标: AST、ALT、GLU、Urea含量应用生化全自动分析仪(科华生物科技有限公司, 型号: 科华300)进行检测。

抗氧化指标: T-AOC、SOD、MDA水平应用酶标仪(赛默飞世尔科技有限公司, 型号: Multiskan FC)参照试剂盒说明书进行检测。

免疫指标: IgA、IgG、IgM含量应用酶标仪(赛默飞世尔科技有限公司, 型号: Multiskan FC)参照试剂盒说明书进行检测。

PRRSV抗体水平: 参照试剂盒说明书进行检测。S/P=样本OD值/阳性对照OD值。当S/P值低于0.40, 判定为PRRSV抗体阴性; 当S/P值 \geq 0.4, 判定为PRRSV抗体阳性, 当S/P值 $>$ 2.0时提示可能存在抗原阳性的可能。

PRRSV抗原水平: 每组20份样本, 提取血液RNA, Nanodrop 2000微量紫外分光光度计测定浓度, 并将RNA样本稀释至10 ng/mL, 反转录获得cDNA, PRRSV抗原水平参照试剂盒说明书进行测定。Ct值表示扩增产物荧光信号达到设定的荧光阈值时所对应的扩增循环数。结果判读标准如下: 当样本Ct $<$ 38且阴性对照无信号时判定为PRRSV抗原阳性。

1.5 数据统计和分析

数据初步使用Office Excel软件记录, 数据以“平均数 \pm 标准差”表示, 利用SPSS 22.0统计软件

进行数据统计分析, 应用*t*检验进行显著性分析, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果

2.1 中药制剂对母猪繁殖性能的影响

由表2可见, 对照组和试验组的可配种母猪数量分别为17头和19头, 母猪配种率分别为85%和95%; 对照组的母猪分娩仔猪数为15头, 分娩率为88.2%, 而试验组的母猪分娩仔猪数为18头, 分娩率为94.7%。相对于对照组, 添加中药制剂的母猪产仔数和活仔数均有较大提高, 试验组窝均活仔数上升了7.87%。

表2 中药制剂对母猪配怀率的影响

指标	对照组	试验组
配种数/头	17	19
配种率/%	85.0	95.0
分娩数/头	15	18
分娩率/%	88.2	94.7
产仔数/头	165	199
活仔数/头	143	185
窝均活仔数/头	9.53 \pm 1.68	10.28 \pm 1.96

2.2 中药制剂对母猪血清生化指标的影响

如图1所示, 与对照组相比, 试验组母猪血清中ALT与AST的含量变化不明显, 虽然在第30天血清中GLU的含量上升了7.83%, Urea的含量降低了13.37%, 但差异均不显著($P > 0.05$)。

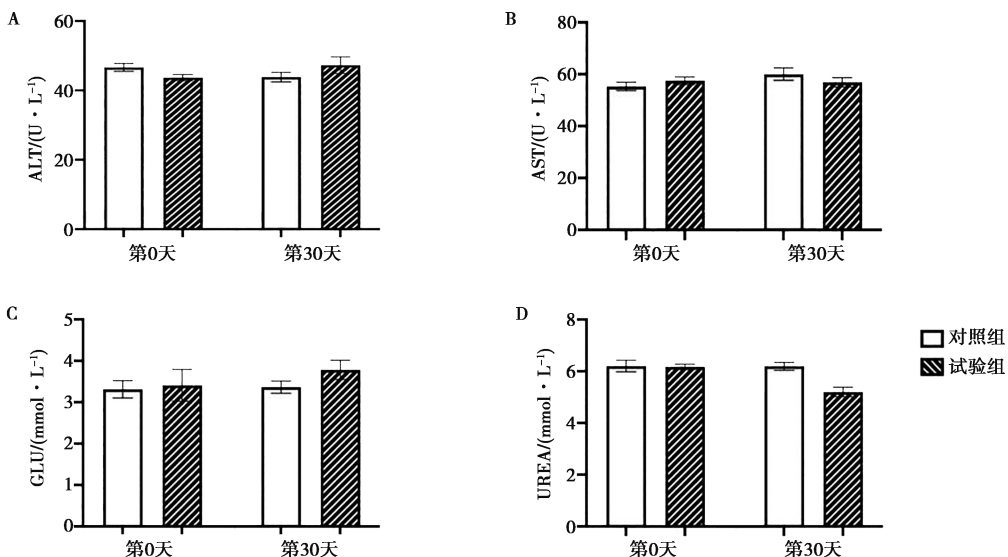


图1 中药制剂对母猪血清ALT (A)、AST (B)、GLU (C)和Urea (D)含量的影响

2.3 中药制剂对母猪血清抗氧化指标的影响

如图2所示,对照组相比,第0、30天试验组母

猪血清中T-AOC、SOD活性和MDA含量差异均不显著($P>0.05$)。

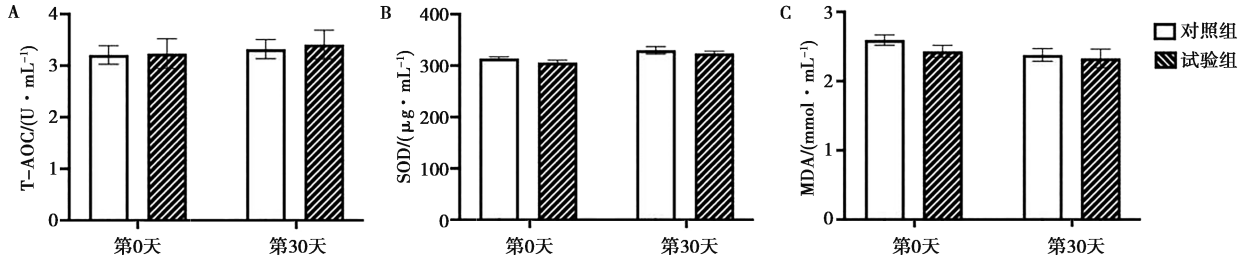
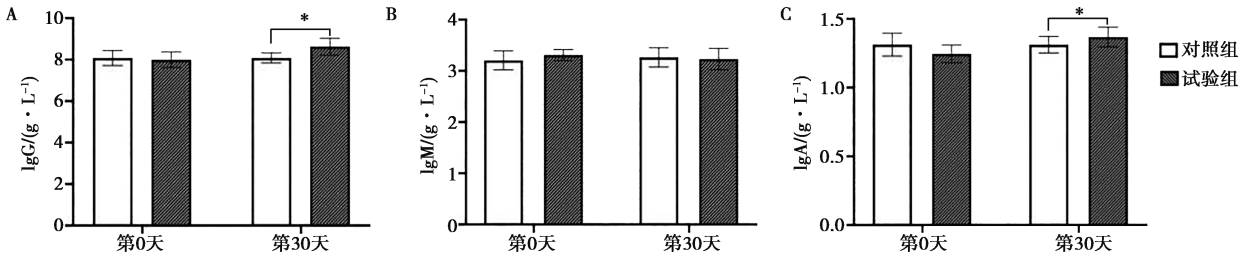


图2 中药制剂对母猪血清T-AOC(A)、SOD(B)和MDA(C)含量的影响

2.4 中药制剂对母猪血清免疫指标的影响

如图3所示,与对照组相比,第0天试验组母猪血清IgG含量差异不显著($P>0.05$),第30天血清IgG含量升高3.39%,差异显著($P<0.05$);第0、

30天试验组母猪血清IgM含量差异均不显著($P>0.05$);第0天试验组母猪血清IgA含量差异不显著($P>0.05$),第30天血清IgA含量升高5.34%,差异显著($P<0.05$)。



注:与对照组相比,*表示 $P<0.05$ 。

图3 中药制剂对母猪血清IgG(A)、IgM(B)和IgA(C)含量的影响

2.5 中药制剂对母猪PRRSV抗体水平的影响

如表3所示,第0天,与对照组相比,试验组S/P均值无显著差异($P>0.05$);对照组和试验组的

离散度分别为62.02%和67.41%。第30天,与对照组相比,试验组S/P均值显著降低($P<0.05$);对照组和试验组的离散度分别为66.29%和50.74%。

表3 中药制剂对母猪抗体水平的影响

时间	指标	对照组	试验组
第0天	S/P \geq 2.0占比/%	25	30
	0.4 \leq S/P<2.0占比/%	75	70
	S/P<0.4占比/%	0	0
	S/P均值	1.92 \pm 0.87	2.02 \pm 0.80
	离散度/%	62.02	67.41
第30天	S/P \geq 2.0占比/%	25	20
	0.4 \leq S/P<2.0占比/%	75	80
	S/P<0.4占比/%	0	0
	S/P均值	1.90 \pm 0.85	1.46 \pm 0.70*
	离散度/%	66.29	50.74

注:*表示与对照组相比差异显著($P<0.05$)。

2.6 中药制剂对母猪 PRRSV 抗原水平的影响

如表 4 所示, 第 0 天, 对照组和试验组 PRRSV 抗原阳性率分别为 15%、20%。在饲料中添加中药制剂后第 30 天, 试验组样本未检测到阳性值, 而对照组阳性率为 10%。

表 4 中药制剂对母猪 PRRSV 抗原检测结果的影响

时间	指标	对照组	试验组
第 0 天	平均 Ct 值	14.2±0.61 (n=3)	14.9±3.72 (n=4)
	阳性率/%	15	20
第 30 天	平均 Ct 值	16.75±2.21 (n=2)	/
	阳性率/%	10	0

注: “/” 表示未检测到阳性信号; n 为该组 Ct 值<38 的猪头数。

3 讨论

3.1 中药制剂对母猪繁殖性能的影响

母猪的繁殖性能取决于母猪的品种、饲养管理、营养状态、疾病等因素^[15]。黄芩苷、大黄苷和香菇多糖在提升母猪营养状况以及母猪繁殖性能方面起到积极的作用。张国华等^[17]研究显示, 2~3 胎母猪饲料中添加香菇多糖和七清败毒颗粒等可以显著提高母猪的窝均产仔数、平均日增重, 降低窝均死胎数。使用中药制剂饲喂母猪可以有效降低死胎率、弱胎率和死亡率, 在提高繁殖性能方面有着很好地作用^[18]。在母猪饲料中添加山银花和黄芩提取物可以显著提高活仔数, 降低死仔数, 改善母猪的体况, 减少母猪和仔猪的腹泻情况^[19]。母猪饲料中添加复方中药发酵饲料可以增加平均窝产仔数, 降低窝平均弱仔数和平均窝腹泻率^[20]。本研究结果与上述研究相一致, 添加中药制剂使母猪的配种率和分娩率均有所提高, 窝均活仔数有所上升。

3.2 中药制剂对母猪血清指标的影响

免疫球蛋白是动物血液中的一种蛋白质, 具有抗炎、抗病毒的作用。IgG 是免疫蛋白中含量最多的蛋白, 可以起到调理、中和毒素和中和病毒的作用。IgA 是机体黏膜防御系统的主要成分, 是防止病毒、细菌等病原侵入体内的第一道防线^[21]。IgM 是最早产生的免疫球蛋白, 具有高效性, 在早期防御中起到非常关键的作用, 动物体内免疫蛋白的含量, 在一定程度上可以反映动物的免疫水平^[22]。有研究表明, 在育肥猪饲料中添加 0.5%、1.0%、1.5% 的香菇多糖可以有效地提升 IgG 和 IgA 的含量^[23]。在肉鸡日粮中添加黄芪复方颗粒可以极显著增加 IgA、IgG、

IgM 的含量, 有促进生长、促进免疫器官发育的作用^[24]。饲料中添加 0.3%、0.6% 和 0.9% 的中药添加剂可以显著提高 IgA、IgG 的含量, 显著降低白细胞介素-1、白细胞介素-6 的活性^[25]。复方中药添加剂饲喂肉鸡后血清干扰素- γ 含量显著降低, IgA、IgG 的含量升高^[26]。本研究结果显示, 日粮中添加中药制剂可提高母猪血清 IgG 和 IgA 的含量, 说明该中药制剂的有效成分可以调节动物的血清免疫指标, 有利于母猪抗感染和抗病毒。

3.3 中药制剂对母猪 PRRSV 抗体水平的影响

母猪 PRRSV 的抗体水平在一定程度上可以反映猪群的感染情况。有研究显示, 抗体检测 $0.4 \leq S/P < 2.0$ 时, 抗原检测阳性率为 0, 随着 S/P 值的增加, 抗原阳性率可能也会有所增加^[27]。离散度反映 S/P 值的整齐程度, 离散度相对较小时说明整齐程度好, 群体健康状态良好^[28]。在饲料中添加香菇多糖、板蓝根等可以对多种动物的多种疾病起到不同程度的保护和净化作用^[29-30]。本研究结果显示, 在母猪日粮中添加中药制剂, 可以起到降低猪群 S/P 值离散度、降低 $S/P \geq 2.0$ 的比例, 说明该中药制剂的应用对稳定母猪群 PRRSV 抗体水平、保障猪群健康有着积极的作用。

3.4 中药制剂对母猪 PRRSV 抗原水平的影响

PRRSV 抗原水平可以直观地反映猪群的 PRRSV 感染情况, 复方中药的应用, 对 PRRS 的防控具有很好的作用^[31]。七清败毒颗粒对常见的大肠杆菌、沙门菌、金黄色葡萄球菌具有一定的抑制作用, 并在细胞水平上具有抑制 PRRSV 的作用^[32]。胡美华等^[33]将中药复方制剂应用于 PRRSV 阳性猪场后, 母猪的繁殖性能得到了明显的改善, 对感染猪的治疗有一定的效果。单雪芹等^[34]研究表明, 中药黄芩苷、水飞蓟在体外抑制猪流行性腹泻方面具有积极的作用, 可以作为抗猪流行性腹泻的备选药物。本研究结果显示, 使用中药制剂 30 d 后, 母猪 PRRSV 抗原阳性率由原 20% 降低至 0, 说明该中药制剂可以缩短该病的持续时间, 对感染 PRRSV 的母猪具有一定的治疗效果。

4 结论

在母猪日粮中添加以七清败毒颗粒与香菇多糖为主要原料的中药制剂, 具有提高配种率、分娩率、窝均活仔数、血清 IgG 和 IgA 含量, 降低 S/P 均值、离散度和 PRRSV 抗原阳性率的作用, 说明该中药制剂在提高母猪繁殖性能、改善血清免疫指标、稳定猪群抗体水平、降低 PRRSV 感染方面具有良好的作用。

参考文献:

- [1] 王智峰. 猪场抗生素滥用的危害及预防 [J]. 兽医导刊, 2020 (11): 97.
- [2] ZHANG H, SHA H, QIN L, et al. Research progress in porcine reproductive and respiratory syndrome virus-host protein interactions [J]. *Animals (Basel)*, 2022, 12 (11): 1381.
- [3] 李晨. 七清败毒颗粒抗猪繁殖与呼吸综合征病毒作用的研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.
- [4] 邱天宝, 刘占通, 刘素梅, 等. HPLC 法同时测定七清败毒颗粒中黄芩苷、大黄素含量的方法研究 [J]. 中兽医医药杂志, 2021, 40 (5): 76-78.
- [5] CHEN H, ZHANG X, LI J, et al. Discovering traditional Chinese medicine (TCM) formulas for complex diseases based on a combination of reverse systematic pharmacology and TCM meridian tropism theory: taking COVID-19 as an example [J]. *ACS Omega*, 2023, 8 (30): 26871-26881.
- [6] LI M X, LI M Y, LEI J X, et al. Huangqin decoction ameliorates DSS-induced ulcerative colitis: role of gut microbiota and amino acid metabolism, mTOR pathway and intestinal epithelial barrier [J]. *Phytomedicine*, 2022, 100: 154052.
- [7] KE J, LI M T, XU S, et al. Advances for pharmacological activities of *Polygonum cuspidatum*: a review [J]. *Pharm Biol*, 2023, 61 (1): 177-188.
- [8] YU B, LIN F, NING H, et al. Network pharmacology study on the mechanism of the Chinese medicine *Radix Isatidis* (Banlangen) for COVID-19 [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100 (32): e26881.
- [9] CHEN J, ZHU Z, GAO T, et al. *Isatidis Radix* and *Isatidis Folium*: a systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology [J]. *J Ethnopharmacol*, 2022, 283: 114648.
- [10] 苏科. 板蓝根多糖体外抗 PRRSV JXA1 增殖及作用机制研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2023.
- [11] 林万华, 刘翠, 张文, 等. HPLC 同时测定七清败毒颗粒中黄芩苷和虎杖苷的含量 [J]. 今日畜牧兽医, 2021, 37 (12): 16-18.
- [12] JIANG X, LI S, FENG X, et al. Mushroom polysaccharides as potential candidates for alleviating neurodegenerative diseases [J]. *Nutrients*, 2022, 14 (22): 4833.
- [13] YIN C, NORATTO G D, FAN X, et al. The impact of mushroom polysaccharides on gut microbiota and its beneficial effects to host: a review [J]. *Carbohydr Polym*, 2020, 250: 116942.
- [14] 全雪容, 班博, 田科雄. 香菇多糖的生理功能和作用机制及其在猪、鸡生产中的应用 [J]. 动物营养学报, 2020, 32 (2): 508-515.
- [15] 郭振环, 胡元亮, 马霞, 等. 硫酸化香菇多糖对新城疫疫苗免疫效果的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2010, 33 (1): 76-80.
- [16] 张卫辉, 朱秋风. N-氨甲酰谷氨酸或牛磺酸对母猪繁殖性能、血清抗氧化指标、免疫球蛋白水平及其仔猪生产性能的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2023, 46 (4): 764-771.
- [17] 张国华, 吕思文, 李亚南, 等. 香菇多糖和七清败毒颗粒对母猪繁殖性能、血清生化指标及猪繁殖与呼吸障碍综合征防控影响的研究 [J]. 动物营养学报, 2023, 35 (10): 6318-6326.
- [18] 郭大伟, 侯思鲁, 池宇佳, 等. 芪英汤和子甘汤中药复方促进母猪繁殖性能和断奶仔猪生长性能的临床研究 [J]. 畜牧兽医学报, 2022, 53 (6): 1994-2004.
- [19] 刘燕, 朱金凤. 山银花和黄芩提取物对母猪生产性能、繁殖性能及免疫机能的影响 [J]. 饲料研究, 2021, 44 (8): 22-25.
- [20] 沈学怀, 张丹俊, 赵瑞宏, 等. 复方中药发酵饲料对母猪繁殖性能、血清生化指标和肠道菌群的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57 (10): 229-236.
- [21] MATSUMOTO M L. Molecular mechanisms of multimeric assembly of IgM and IgA [J]. *Annu Rev Immunol*, 2022, 40: 221-247.
- [22] 王瑞平, 郭玲, 高娟玉. 饲料中添加牛至油对断奶仔猪生长性能和免疫功能的影响 [J]. 饲料研究, 2022, 45 (13): 27-30.
- [23] 司西波, 司西雯, 张永梅, 等. 香菇多糖对育肥猪生长性能、免疫指标、屠宰性能和肉品质的影响 [J]. 中国饲料, 2023 (20): 42-45.
- [24] 王佳敏, 王延东, 梁锐, 等. 日粮中添加黄芪复方颗粒对肉鸡生长、免疫及抗氧化功能的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2020, 56 (8): 199-203.
- [25] 马旭东, 刘显军, 陈静, 等. 菌酶协同发酵绵马贯众对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和抗氧化能力的影响 [J]. 动物营养学报, 2023, 35 (12): 7691-7701.
- [26] 刘梦杰, 周静, 李越, 等. 马齿苋、苦参、伏龙肝复方中草药添加剂对肉鸡生长性能、抗氧化能力、免疫功能和肠道形态及屏障功能的影响 [J]. 动物营养学报, 2023, 35 (6): 3644-3658.
- [27] 张伟, 张子荣, 杨力伟, 等. 猪繁殖与呼吸障碍综合征病毒感染状态与抗体水平关联性分析 [J]. 中国兽医学报, 2021, 41 (6): 1038-1046.
- [28] 孟冰然. 2019—2021 年广西壮族自治区 4 种猪病毒性传染病流行病学调查及抗体水平评价 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2023.
- [29] 毛湘冰, 胡海燕, 陈代文, 等. 饲料添加香菇多糖对轮状病毒攻毒断奶仔猪回肠屏障功能的影响 [J]. 动物营养学报, 2021, 33 (8): 4323-4331.
- [30] 刘颖, 田旭, 冯晓梦, 等. 黄芪多糖对肠炎雏鸡小肠黏膜损伤的保护作用 [J]. 中国畜牧兽医, 2023, 50 (1): 76-85.
- [31] 杜继红, 李建功, 王福清, 等. 复方中药联合化药在猪场蓝耳病防治净化中的应用 [J]. 中国动物保健, 2022, 24 (8): 3-4.
- [32] 王飞. 七清败毒散的药效学研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [33] 胡美华, 林雪玲, 徐磊, 等. 中药复方对猪蓝耳病阳性场母猪繁殖性能及血液生理生化指标的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2020 (11): 132-135.
- [34] 单雪芹, 凡玉芳, 沈咏舟, 等. 3 种中药在体外对 PEDV 的抑制作用 [J]. 安徽农业科学, 2023, 51 (9): 65-69.