

生态制剂对断奶仔猪的临床应用效果研究

尹红梅, 陈薇, 郭照辉, 王震, 周映华, 高书峰, 刘标* (湖南省微生物研究院, 湖南长沙 410009)

摘要 为了研究生态制剂对断奶仔猪的临床应用效果, 选择 60 头 12 kg 左右的断奶仔猪, 随机分成 2 组(对照组和试验组), 每组设 3 个重复, 每个重复 10 头仔猪, 进行为期 35 d 的生长饲养试验。试验组基础日粮中添加 0.1% 生态制剂, 对照组基础日粮中添加 0.1% 中药包, 研究生态制剂对仔猪生长性能、血液生化指标、粪便大肠杆菌和乳酸菌数量以及粪便理化指标的影响。结果表明: 与对照组相比, 试验组断奶仔猪的平均日采食量提高了 5.17%, 平均日增重提高了 10.34%, 料重比降低了 4.94% ($P < 0.05$); 试验组尿素氮含量和白蛋白含量都显著低于对照组, 而试验组血清碱性磷酸酶活性以及葡萄糖、球蛋白和总蛋白含量则显著高于对照组 ($P < 0.05$); 试验组粪便乳酸菌数量显著或极显著高于对照组, 而大肠杆菌数量和腹泻率均低于对照组 ($P < 0.05$); 试验组粪便氮、磷排放量均低于对照组 ($P < 0.05$)。以上研究结果表明, 生态制剂的添加能提高断奶仔猪的生长性能, 改善肠道微生物菌群平衡, 降低腹泻率, 增强仔猪免疫力, 减少粪便氮、磷的排放。

关键词 生态制剂; 断奶仔猪; 生产性能; 血液生化指标; 氮、磷排放

中图分类号 S816.7 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)01-0091-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.019



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Clinical Application Effect of Microecological Preparation on Weaned Piglets

YIN Hong-mei, CHEN Wei, GUO Zhao-hui et al (Hunan Academy of Microbiology, Changsha, Hunan 410009)

Abstract In order to study the clinical application effect of microecological preparation on weaned piglets, 60 weaned piglets (about 12 kg) were selected and randomly divided into two groups (control group and experimental group). Three repetitions were set in each group, there were 10 piglets in each repetition. The feeding experiment lasted 35 days. 0.1% microecological preparation was supplemented in the basal diet in the experimental group, 0.1% Chinese medicine package was supplemented in the basal diet in the control group. The effects of microecological preparation on the growth performance, blood biochemical indices, the number of fecal *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum* and physical and chemical indices of feces were studied. The results showed as follows: compared with the control group, the average daily feed intake increased by 5.17%, average daily gain increased by 10.34% and feed conversion ratio decreased by 4.94% ($P < 0.05$) in the experimental group. The urea nitrogen content, albumin content in the serum in the experimental group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$). The alkaline phosphatase activity, the contents of glucose, globulin and total protein in the serum in the experimental group were significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$). The number of *L. plantarum* in the experimental group was extremely significantly or significantly higher than that in the control group, the number of *E. coli* and diarrhea rate were lower than those in the control group ($P < 0.05$). The emissions amount of nitrogen and phosphorus in the feces in the experimental group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). The above results showed that the addition of microecological preparation could increase the growth performance, improve the balance of intestinal microbial flora, reduce the diarrhea rate, enhance their immunity and reduce the emission amount of nitrogen and phosphorus in the feces of weaned piglets.

Key words Microecological preparation; Weaned piglets; Growth performance; Blood biochemical indices; Emission of nitrogen and phosphorus

抗生素在促进动物生长和抗病抑菌方面效果明显, 但也给畜禽产业和人类健康带来严重威胁^[1]。生态制剂是一类有益微生物活菌制剂, 具有维持肠道菌群平衡、提高肠道有益菌数量、抑制病原菌增殖、提高饲料利用率、增强机体免疫力等功能。此外, 添加生态制剂不会使细菌产生耐药性, 且具有无环境污染等优点, 是一种有效的抗生素替代品^[2]。笔者在仔猪日粮中添加 0.1% 生态制剂, 研究其对仔猪生长性能、血液生化指标、粪便大肠杆菌和乳酸菌数量以及粪便氮、磷排放量的影响, 旨在为其在生猪生产中的应用提供数据信息与技术支持。

1 材料与方法

1.1 生态制剂 试验用液体生态制剂由湖南省微生物研究院提供, 主要成分为酵母菌与芽孢杆菌, 活菌数 $\geq 2 \times 10^9$ CFU/mL。

1.2 试验动物 60 头 12 kg 左右的湘西黑猪断奶仔猪, 由湖南湘西某猪场提供。

1.3 试验设计 将 60 头健康断奶仔猪随机分成 2 组(对照组、试验组), 每组 30 头仔猪, 每组 3 个重复, 每个重复 10 头仔猪。2 组饲喂日粮相同, 基础日粮组成及营养水平见表 1。试验组在基础日粮中添加 0.1% 生态制剂, 对照组在基础日粮中添加 0.1% 中药包(主要成分为大蒜素)。试验组与对照组仔猪的饲养管理方式相同, 均采用自由采食和饮水, 试验期 35 d。

1.4 样品采集

1.4.1 粪便样品的采集。 试验第 5、15、25、35 天采样, 在试验组与对照组每个重复猪舍四角和中间点随机采集新鲜粪便 500 g, 分别置于无菌袋中, 待标记样品贴好标签后将无菌袋置于 2~8 °C 冰盒中保存。将新鲜粪样迅速带回实验室, 一部分冰箱保存(用于测定大肠杆菌与乳酸菌数量), 另一部分烘干备用。

1.4.2 血清样品的采集。 试验结束当天早晨从各组随机抽取 3 头空腹仔猪, 耳静脉采血 10 mL, 采血过程中倾斜采血管, 静置 30 min 后 3 000 r/min 离心 15 min, 吸取上清液 1.0~

基金项目 湖南省自然科学基金项目(2020JJ5321); 湖南省生猪产业技术体系生猪产业规模养殖与环境控制岗位项目。

作者简介 尹红梅(1979—), 女, 湖南邵阳人, 副研究员, 硕士, 从事环境微生物研究。* 通信作者, 高级工程师, 硕士, 从事农业环境微生物基础与应用研究。

收稿日期 2022-02-18

1.5 mL 注入 1.5 mL 离心管中,标记好组别和日期后置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱中保存。

表 1 基础日粮组成及营养水平

Table 1 The composition and nutritional level of the basal diet

原料 Materials	添加比例 Adding proportion//%	营养成分 Nutritional components	水平 Level
玉米 Corn	59.9	消化能 Digestive energy//MJ/kg	13.98
膨化大豆 Extruded soybean	4.6	粗蛋白含量 Crude protein content//%	19.51
膨化豆粕 Extruded soybean meal	19.7	钙含量 Calcium content//%	0.78
乳清粉 Whey powder	7.6	总磷含量 Total phosphorus content//%	0.62
鱼粉 Fish meal	4.1	赖氨酸含量 Lysine content//%	1.25
豆油 Soybean oil	1.8	蛋氨酸含量 Methionine content//%	0.51
石粉 Stone powder	0.4		
食盐 Salt	0.3		
赖氨酸 Lysine	0.3		
蛋氨酸 Methionine	0.3		
预混料 Premix	1.0		

1.5 测定指标与方法

1.5.1 生产性能和腹泻率的测定。①平均日增重:于试验第 1 天(试验开始)和第 35 天(试验结束)08:00 空腹称重,根据始重和末重以及试验时间,计算平均日增重。②平均日采食量:记录各组每天的采食量及试验时间,计算平均日采食量。③料重比:根据平均日增重和平均日采食量,计算料重比。④试验期间,每天定时观察仔猪粪便状况,记录试验猪的腹泻次数,计算腹泻率。

1.5.2 血液生化指标的测定。使用全自动生化仪迈瑞 BS-420 测定试验猪血清中碱性磷酸酶活性、谷草转氨酶活性以及尿素氮、葡萄糖、总蛋白、白蛋白和球蛋白含量,试验所用试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.5.3 粪便中微生物数量的测定。取无菌采集的新鲜粪便样品 10 g 溶解于 90 mL 无菌水中,充分混合均匀后吸取 1 mL 溶解于 9 mL 无菌水中,依次进行梯度稀释,取 10^{-6} ~ 10^{-3} 倍的稀释液各 0.1 mL 分别接种于 EMB 琼脂培养基和乳酸菌培养基(MRS)上,进行大肠杆菌与乳酸菌的培养和计数^[3-4]。

1.5.4 粪便理化指标的测定。使用 pH 计测定粪便样品的 pH;采用凯氏定氮法测定粪便中的总氮含量;采用钒钼酸铵显色法测定粪便中的磷含量;采用石墨消解-火焰原子吸收分光光度法测定粪便中的总铜含量。

1.6 数据统计与分析 试验数据使用 SPSS 21.0 统计软件进行 *t* 检验, $P<0.05$ 表示差异显著,试验结果均以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 微生态制剂对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响 由表 2 可知,试验结束时,试验组和对照组仔猪的平均日增重分别为(395.00 ± 20.35)和(358.00 ± 17.52)g/d,试验组和对照组仔猪的平均日采食量分别为(0.61 ± 0.02)和(0.58 ± 0.04)kg/d。与对照组相比,试验组仔猪的平均日增重提高了 10.34% ($P<0.05$),平均日采食量提高了 5.17% ($P<0.05$);试验组和对照组仔猪料重比分别为(1.54 ± 0.02)和(1.62 ± 0.03),与对照组相比试验组料重比降低了 4.94% ($P<0.05$)。以上结果表明,在基础日粮中添加微生态制剂可以很好地促进仔猪的生长。

表 2 微生态制剂对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响

Table 2 The effects of microecological preparation on the growth performance and diarrhea rate of weaned piglets

组别 Group	始重 Initial body weight/kg	末重 Final body weight/kg	平均日增重 Average daily gain ADG//g/d	平均日采食量 Average daily feed intake ADFI//kg/d	料重比 Feed-gain ratio	腹泻率 Diarrhea rate//%
对照组 Control group	12.21±0.35	24.74±1.12	358.00±17.52	0.58±0.04	1.62±0.03	2.45±0.56
试验组 Experimental group	12.03±0.68	25.85±0.79	395.00±20.35*	0.61±0.02*	1.54±0.02*	1.23±0.34*

注: * 表示与对照组差异显著($P<0.05$)。

Note: * indicated significant difference with control group($P<0.05$).

2.2 微生态制剂对断奶仔猪血液生化指标的影响 由表 3 可知,试验结束时,试验组仔猪血清谷草转氨酶活性与对照组相比降低了 44.09%,差异极显著 ($P<0.01$);与对照组相比,试验组仔猪血清碱性磷酸酶活性提高了 10.24%,差异显著 ($P<0.05$);试验组断奶仔猪血清尿素氮含量比对照组降低了 14.03% ($P<0.05$),试验组仔猪血清葡萄糖含量比对照组提高了 14.42% ($P<0.05$);试验组仔猪血清总蛋白与球蛋

白的含量均显著高于对照组 ($P<0.05$),试验组仔猪血清白蛋白含量显著低于对照组 ($P<0.05$)。

2.3 微生态制剂对断奶仔猪粪便乳酸菌、大肠杆菌数量及腹泻率的影响 从表 4 可以看出,与对照组相比,5、15、25 和 35 d 时试验组仔猪粪便中乳酸菌数量分别提高了 128.46%、533.12%、112.75% 和 88.24%,差异均达到显著 ($P<0.05$) 或极显著 ($P<0.01$) 水平。由表 5 可知,5 和 15 d 时试验组仔猪

粪便中未检测到大肠杆菌,对照组大肠杆菌数量分别为 45.30×10^5 和 3.89×10^5 CFU/g;25 和 35 d 时,试验组大肠杆菌数量分别为 4.12×10^5 和 5.51×10^5 CFU/g,比对照组分别降低了 66.50% 和 85.54%,差异显著 ($P < 0.05$)。从表 2 可以看出,试验结束时,试验组与对照组仔猪腹泻率分别为

1.23% 和 2.45%,试验组比对照组降低了 49.80%,2 组间差异显著 ($P < 0.05$)。以上结果表明在断奶仔猪基础日粮中添加微生态制剂能够有效改善断奶仔猪肠道微生物菌群平衡状况,降低腹泻率。

表 3 微生态制剂对断奶仔猪血液生化指标的影响

Table 3 Effects of microecological preparation on the blood biochemical indices of weaned piglets

组别 Group	谷草转氨酶活性 GOT activity U/L	碱性磷酸酶活性 AKP activity U/L	尿素氮含量 BUN content mmol/L	葡萄糖含量 Glucose content mmol/L	总蛋白含量 TP content g/L	白蛋白含量 ALB content g/L	球蛋白含量 GLO content g/L
对照组 Control group	40.33±12.13	235.15±6.89	5.63±0.65	5.41±0.45	48.65±6.53	28.23±3.25	25.18±5.68
试验组 Experimental group	22.55±9.86**	259.23±12.68*	4.84±0.65*	6.19±0.32*	53.54±3.25*	23.80±5.78*	31.54±6.51*

注: * 表示与对照组差异显著 ($P < 0.05$); ** 表示与对照组差异显著 ($P < 0.01$)。

Note: * indicated significant difference with control group ($P < 0.05$); ** indicated extremely significant difference with control group ($P < 0.01$).

表 4 微生态制剂对断奶仔猪粪便中乳酸菌数量的影响

Table 4 Effects of microecological preparation on the number of *L. plantarum* in the feces of weaned piglets 单位: $\times 10^8$ CFU/g

组别 Group	5 d	15 d	25 d	35 d
对照组 Control group	2.53±0.65	1.54±0.32	3.45±0.43	0.51±0.02
试验组 Experimental group	5.78±1.35*	9.75±2.31*	7.34±0.51**	0.96±0.06**

注: * 表示与对照组差异显著 ($P < 0.05$); ** 表示与对照组差异显著 ($P < 0.01$)。

Note: * indicated significant difference with control group ($P < 0.05$); ** indicated extremely significant difference with control group ($P < 0.01$).

2.4 微生态制剂对断奶仔猪粪便理化指标的影响 从表 6 可以看出,整个试验期间,试验组断奶仔猪粪便 pH 均低于对照组,但差异均不显著 ($P > 0.05$);试验后期 2 组断奶仔猪粪

便中总氮含量差异不显著 ($P > 0.05$),但试验前期、中期试验组总氮含量显著低于对照组 ($P < 0.05$);整个试验期间,试验组粪便中磷含量显著低于对照组 ($P < 0.05$),2 组总铜含量差异均不显著 ($P > 0.05$)。由此可见,断奶仔猪基础日粮中添加微生态制剂能够有效减少畜禽粪便中氮、磷的排放。

表 5 微生态制剂对断奶仔猪粪便中大肠杆菌数量的影响

Table 5 Effects of microecological preparation on the number of *E. coli* in the feces of weaned piglets 单位: $\times 10^5$ CFU/g

组别 Group	5 d	15 d	25 d	35 d
对照组 Control group	45.30±3.20	3.89±0.57	12.30±4.10	38.10±2.40
试验组 Experimental group	0	0	4.12±0.58*	5.51±0.08*

注: * 表示与对照组差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: * indicated significant difference with control group ($P < 0.05$).

表 6 微生态制剂对断奶仔猪粪便理化指标的影响

Table 6 Effects of microecological preparation on the physical and chemical indices in the feces of weaned piglets

组别 Group	pH			总氮含量 Total nitrogen content/%		
	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Later stage	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Later stage
对照组 Control group	7.53±0.16	7.61±0.15	7.46±0.31	2.84±0.12	2.62±0.15	2.74±0.25
试验组 Experimental group	7.24±0.27	7.58±0.25	7.31±0.24	2.65±0.08*	2.43±0.23*	2.71±0.16
组别 Group	磷含量 Phosphorus content/%			总铜含量 Total copper content/%		
	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Later stage	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Later stage
对照组 Control group	2.82±0.33	2.86±0.21	2.63±0.11	0.043±0.001	0.052±0.001	0.027±0.001
试验组 Experimental group	2.66±0.32*	2.63±0.17*	2.49±0.14*	0.044±0.002	0.047±0.003	0.024±0.001

注: * 表示与对照组差异显著 ($P < 0.05$); ** 表示与对照组差异显著 ($P < 0.01$)。

Note: * indicated significant difference with control group ($P < 0.05$); ** indicated extremely significant difference with control group ($P < 0.01$).

3 讨论

3.1 微生态制剂对仔猪生长性能的影响 该试验所用的微生态制剂是由酵母菌和芽孢杆菌按 1:1 的比例制作而成。试验所用益生菌可以分泌蛋白酶、淀粉酶和纤维素酶等各种消化酶以及有机酸,能有效促进机体对营养物质的消化和吸收利用,从而提高动物的生长性能^[5-6]。陈勇等^[7]研究发现复合微生态制剂能显著提高仔猪对营养物质的消化率,从而提高仔猪的生产性能。刘辉等^[8]研究发现益生菌可以显著提高生长猪的末重和平均日增重,同时降低其料重比。高书锋

等^[9]研究发现添加 0.15% 凝结芽孢杆菌制剂对仔猪的生长性能有显著的提升作用。该研究中试验组断奶仔猪的平均日增重和平均日采食量较对照组显著增加 ($P < 0.05$),与前人研究结果^[8-10]基本一致。这可能是由于微生态制剂进入动物机体后可在肠道内定植,促进了肠道消化酶的分泌,提高了日粮营养成分的吸收利用率,从而提高了仔猪的生长性能。

3.2 微生态制剂对断奶仔猪血液生化指标的影响 机体新陈代谢产生的变化可以通过血液生化指标的变化来体现。

谷草转氨酶主要分布在心肌附近,其活性增加可以反映心肌细胞受损,进而反映心肌细胞受损的状态^[11]。该研究结果表明,与对照组相比,试验组谷草转氨酶活性显著降低($P < 0.001$),说明微生态制剂对仔猪心肌组织有一定的保护作用。碱性磷酸酶水平升高表示成骨细胞活性升高,骨质生成旺盛^[12],碱性磷酸酶活性与动物的生长速度密切相关。该研究中添加微生态制剂的试验组碱性磷酸酶活性显著高于对照组,进一步证实了微生态制剂可以提高仔猪的生长性能。

葡萄糖是动物机体的能量物质,为机体合成蛋白质提供能量。在动物生长阶段,适当升高葡萄糖浓度,可以促进机体骨骼的生长以及提高营养物质的代谢效率^[13]。该试验结果表明,与对照组相比,试验组葡萄糖含量显著增加($P < 0.05$),与屈圣富等^[10]试验结果相一致,说明微生态制剂通过提高营养物质的代谢效率,提高了仔猪的生长性能。

血清中尿素氮含量可以反映动物机体蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况,其浓度与体内氮沉积率、蛋白质或氨基酸利用率呈显著负相关^[12]。该试验结果表明,添加微生态制剂的试验组仔猪血清尿素氮含量显著低于对照组($P < 0.05$),表明微生态制剂的添加有利于蛋白质合成,能促进仔猪的生长。

血清中总蛋白含量反映机体对蛋白的吸收情况和体液免疫的关系。血清球蛋白是由机体免疫器官制造的,对机体免疫力具有重要作用。免疫水平间接反映机体对疾病的抵抗力。该试验结果表明,添加微生态制剂的试验组仔猪血清总蛋白和球蛋白含量显著高于对照组($P < 0.05$),与 Ren 等^[14]和林标声等^[15]研究结果相一致,说明微生态制剂可以提高仔猪蛋白质的合成能力,从而改善机体免疫力。

3.3 微生态制剂对断奶仔猪粪便中微生物数量与腹泻率的影响 一般情况下,动物肠道内各种微生物菌群处于一种生态平衡中。仔猪在断奶前后由于饮食、饲养环境的急剧改变,极易诱发因断奶应激导致的肠道微生物菌落失衡,这种失衡主要体现在有害细菌(如大肠杆菌等)的数量增加,而有益细菌(如乳酸杆菌等)的数量减少会导致仔猪肠道功能的迅速降低,极易诱发各种疾病^[16]。该研究中添加微生态制剂的试验组仔猪粪便中乳酸菌数量显著或极显著高于对照组,大肠杆菌数量显著低于对照组($P < 0.05$),试验组仔猪腹泻率显著低于对照组($P < 0.05$),与谢大识等^[17]研究结果相一致。这可能是由于微生态制剂中的有益微生物以及代谢产物进入仔猪肠道后,通过竞争肠黏膜定植位点,产乳酸会降低肠道环境的 pH,促进乳酸菌的生长,抑制有害菌的生长,从而调节和优化肠道的微生物菌群。

3.4 微生态制剂对断奶仔猪粪便氮、磷排放量的影响 畜禽排泄物中含有大量的氮、磷,而氮、磷沉积在土壤或直接渗入地下水或进入河流湖泊,可导致水体富营养化,污染环境^[18]。微生态制剂中的微生物可产生多种消化酶,可

将大分子物质转化为小分子物质,改善饲料适口性和品质,更好地促进营养物质的消化吸收。另外,益生菌产生的有机酸可以促进肠道对矿物质的吸收,从而减少氮、磷的排放量。该研究中添加微生态制剂的试验组仔猪粪便氮、磷的排放量均低于对照组,说明微生态制剂促进了动物机体对氮、磷的吸收,从源头上减少了畜禽排泄物中氮、磷的排放,这与吕月琴等^[19]和李瑞等^[20]研究结果相一致。

4 结论

在断奶仔猪基础日粮中添加 0.1% 微生态制剂效果好,能有效改善肠道微生物菌群平衡,有效提高有益菌数量,抑制有害菌的繁殖,降低腹泻率,提高饲料报酬率,提高仔猪的生长性能,提高仔猪免疫力。微生态制剂的添加从源头上减少了畜禽排泄物氮、磷的排放,环境效益显著。

参考文献

- [1] 彭豫东,康克浪,曲湘勇,等. 枯草芽孢杆菌对石门土鸡生长性能、屠宰性能、血清抗氧化指标和肠道形态的影响[J]. 动物营养学报,2019,31(5):2119-2126.
- [2] 金尔光,陈浩,邵志勇,等. 微生态制剂在畜禽生产中的应用研究进展[J]. 畜牧与饲料科学,2018,39(8):68-72.
- [3] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. 食品卫生微生物学检验 大肠杆菌计数:GB/T 4789.38—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [4] 张刚. 乳酸细菌:基础、技术和应用[M]. 北京:化学工业出版社,2007:120-142.
- [5] 敖翔,周建川,张立泰,等. 不同营养水平饲粮和添加益生菌对生长肥育猪生长性能和养分消化率的影响[J]. 养猪,2018(3):17-19.
- [6] 刘瑞丽,李龙,陈小莲,等. 复合益生菌发酵饲料对肥育猪消化与生产性能的影响[J]. 上海农业学报,2011,27(3):121-125.
- [7] 陈勇,黄可欣,梁谱鑫,等. 饲料中添加复合微生态制剂对仔猪生长性能及养分表观消化率的影响[J]. 中国饲料,2019(21):57-59.
- [8] 刘辉,季海峰,王四新,等. 益生菌对生长猪生长性能、粪便微生物数量、养分表观消化率和血清免疫指标的影响[J]. 动物营养学报,2015,27(3):829-837.
- [9] 高书锋,郭照辉,胡新旭,等. 凝结芽孢杆菌制剂对断奶仔猪临床应用效果的研究[J]. 饲料研究,2015(6):42-47.
- [10] 屈圣富,杨加明,高凤仙. 复合微生态制剂对生长猪生长性能、腹泻率、血清生化和免疫指标的影响[J]. 饲料工业,2020,41(1):21-25.
- [11] 尹清强,李小飞,常娟,等. 微生态制剂对哺乳和断奶仔猪生产性能的影响及作用机理研究[J]. 动物营养学报,2011,23(4):622-630.
- [12] 肖轲,毛雨竹,赵旭民,等. 生物发酵饲料在生长育肥猪上的应用[J]. 饲料工业,2013,34(17):28-31.
- [13] 耿梅梅,印遇龙,孔祥峰,等. 门静脉灌注葡萄糖对宁乡猪血液生化参数的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(5):2372-2375.
- [14] REN D Y, LI C, QIN Y Q, et al. Evaluation of immunomodulatory activity of two potential probiotic *Lactobacillus* strains by *in vivo* tests[J]. Anaerobe, 2015,35:22-27.
- [15] 林标声,何玉琴,罗建,等. 高活菌发酵饲料对生长肥育猪免疫功能和抗氧化性能的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(11):6563-6564,6567.
- [16] 侍宝路,王计伟,刘春雪. 仔猪肠道菌群的建立与影响因素[J]. 中国饲料,2019(3):4-9.
- [17] 谢大识,李继仁,罗平华. 复合微生态制剂对断奶仔猪生长性能与腹泻率、盲肠与粪便微生物、免疫功能的影响[J]. 家畜生态学报,2020,41(11):48-52.
- [18] 游凯,封磊,范立维,等. 磁铁改性牡蛎壳对水体磷的控释行为研究[J]. 环境科学学报,2020,40(7):2486-2495.
- [19] 吕月琴,孙汝江,肖发沂,等. 微生物发酵饲料对蛋鸡肠道菌群和氮磷排泄率的影响[J]. 家禽科学,2012(6):9-11.
- [20] 李瑞,侯改凤,郭理洋,等. 微生态制剂对生长猪生产性能、氮磷排放量及血清免疫指标的影响[J]. 家畜生态学报,2013,34(6):66-71.