

无抗发酵饲料对生长育肥猪生产性能、 血液生化指标和肉品质的影响

胡新旭^{1,2} 周映华¹ 卞巧³ 刘惠知¹
王升平^{1,2} 高书锋¹ 周小玲¹ 张德元¹

1. 湖南省微生物研究院,长沙 410009; 2. 饲用微生态制剂湖南省工程实验室,长沙 410009;
3. 湖南生物机电职业技术学院,长沙 410127

摘要 选择 18 kg 左右断奶保育仔猪 60 头,随机分成 2 个处理,每处理设 3 个重复,每重复有 10 头猪,进行为期 154 d 的生长育肥期饲养试验,2 个处理组日粮分别为含抗生素基础日粮对照组以及无抗发酵日粮试验组(无抗发酵饲料添加量为 20%),研究对生长肥育中大猪生产性能、血液指标、免疫指标和肉品质的影响。试验结果表明:在基础日粮中添加 20% 无抗发酵饲料效果优于对照组。与对照组相比,在日粮中添加 20% 无抗发酵饲料,平均日采食量提高 5.86%,平均日增重提高 10.89%,料重比降低 4.38% ($P < 0.05$); 20% 无抗发酵饲料添加试验组的血清谷草转氨酶、尿素、白蛋白和白球比例都显著低于对照组;而试验组的血清碱性磷酸酶、葡萄糖、球蛋白和 IgG 则显著高于对照组;试验处理组屠宰猪肉的 45 min pH、2 h pH、红度值(a^*)和肌内脂肪显著高于对照组;试验处理组屠宰猪肉的滴水损失和剪切力显著低于对照组。本试验研究表明,无抗发酵饲料能提高生长育肥猪的生产性能,增强免疫能力,提高屠宰猪肉肉品质。

关键词 无抗发酵饲料; 生长肥育猪; 生产性能; 血液生化指标; 免疫能力; 肉品质

中图分类号 S 828 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2015)01-0072-06

我国因滥用抗生素、激素和违禁药品饲喂畜禽,食品安全事件频发,引起了政府和广大消费者的高度关注。新型、绿色、无公害生物饲料可以有效解决饲料安全带来的肉食品安全问题,已经成为行业专家的研究热点。

生物饲料的一个重要研究方向是微生物固态发酵饲料。当前各种发酵型杂粕等蛋白饲料原料在生猪养殖上的应用试验研究较多,而微生物发酵全价饲料,特别是微生物发酵无抗生素的全价饲料在生猪生长全阶段(20~120 kg)饲喂使用的报道则较少见,因此,本试验在 4 个不同处理的复合益生菌发酵不含抗生素全价饲料对仔猪进行饲养试验基础上^[1],挑选对照组和最佳剂量发酵饲料添加组(20%),进一步研究复合益生菌发酵无抗饲料与含抗生素日粮对比对生长肥育猪(20~110 kg)全阶段生产性能、血液生化指标、免疫性能以及肉品质的影

响,旨在为研发绿色环保型无抗发酵饲料并规模化应用提供理论和技术支持。

1 材料与方法

1.1 复合益生菌制剂和无抗发酵全价配合饲料

本试验中的复合微生态益生菌制剂由湖南省微生物研究院动物微生物研究室提供,活菌数为 $\geq 2 \times 10^9$ cfu/mL。复合益生菌制剂主要成分为枯草芽孢杆菌、乳酸杆菌和酿酒酵母菌等。发酵的底物为生长育肥猪全价配合粉料,发酵时发酵液接种比例 5%,添加水分质量比 35%,饲料和液体质量比为 6:4。发酵饲料发酵 3 d 以上可以使用,保质期在密封条件下为 1 个月左右。发酵时间少于 3 d 饲料发酵程度不够,发酵时间过长容易造成饲料中营养物质的消耗,一般在保质期 1 个月内使用完毕效果最佳。

收稿日期: 2014-02-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(31302003); 湖南省科技厅重点项目(2011NK2013); 湖南省自然科学基金项目(14JJ4070)

胡新旭,博士,高级畜牧师. 研究方向: 动物微生物学. E-mail: huxinxu1980@126.com

通信作者: 周映华,高级工程师. 研究方向: 动物微生物学. E-mail: zhouyinhuahn@126.com

1.2 试验动物和分组

将 60 头 18 kg 左右的杜洛克×长白×大白杂交保育仔猪按照体质量大小和公母大致各半的原则完全随机分作 2 个处理,每处理设 3 个重复,每重复的单栏内放入 10 头仔猪。以猪场使用的常规含抗生素日粮为基础对照日粮,作为对照组 A;以质量百分比 80% 不含抗生素的基础对照日粮和 20% 的无抗发酵全价饲料组成试验组日粮,设定为试验组 B。2 个处理组分别饲喂相对应日粮。试验于 2013 年在湖南永州某公司猪场进行。

1.3 试验基础日粮

为了试验操作简便,兼顾生长猪和育肥猪两阶段的营养需要,整个试验期使用相同日粮配方,其配方组成及营养指标见表 1。

其中对照组预混料为每千克全价料提供 Cu 40 mg;Fe 100 mg;Zn 80 mg;Mn 40 mg;I 1 mg;Se

0.3 mg; VA 9 000 IU;VD₃ 1 200 IU;VE 80 IU;VK 4 mg;VB₁ 6 mg;VB₂ 20 mg;烟酸 20 mg;泛酸 15 mg;生物素 0.3 mg;胆碱 300 mg;含抗生素黄霉素 10 mg。试验组预混料在对照组预混料基础上去除抗生素,其余完全一致。

无抗饲料发酵前和发酵 7 d 后成分检测结果:发酵前饲料营养成分检测值为粗蛋白 16.6%,钙 0.58%,总磷 0.49%,无机磷 0.30%;发酵 7 d 后饲料营养成分检测值为粗蛋白 16.7%,钙 0.58%,总磷 0.50%,无机磷 0.36%,乳酸菌 3.0×10^9 cfu/g,枯草芽孢杆菌 4.8×10^6 cfu/g,酵母菌 5.0×10^7 cfu/g。发酵前饲料中赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸和色氨酸检测值分别为 0.811%、0.264%、0.632%、0.198%;发酵 7 d 后饲料中赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸和色氨酸检测值分别为 0.836%、0.271%、0.629%、0.195%。

表 1 试验日粮组成及营养水平

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets

原料组成 Ingredients	对照组(A)配比/% Ratio of the control group	试验组(B)配比/% Ratio of experimental group	营养水平 ¹⁾ Nutrition level	
玉米 Corn	66	66	粗蛋白/% CP	16.5
豆粕 Soybean meal	24	24	猪消化能/(MJ/kg) DE	13.401
麸皮 Wheatbran	6	6	钙/% Ca	0.56
预混料 Premix	4	4	磷/% P	0.48
合计 Total	100	100	有效磷/% AP	0.21
			赖氨酸/% Lys	0.8

1)表中营养水平均为配方计算值。Nutrient levels in the table are all formula calculated value.

1.4 饲养管理

按猪场常规饲养管理程序进行。预试期 3 d,正试期后各组分别使用相应日粮饲喂。自由饮水采食,免疫按猪场正常程序。试验期 154 d。

1.5 测定指标

1)生产性能指标测定。①平均日增重:对各栏试验猪于试验开始当天和试验结束最后一天早上 08:00 空腹称质量,根据初质量和末质量以及试验天数计算平均日增重。②平均采食量:记录各组每周的采食量(试验组按照饲喂基础量的 0.92 倍系数换算成与对照组同样的风干型日粮质量),试验结束后结算各组消耗饲料,计算出平均日采食量。③料重比:根据日增重和采食量计算。

2)血液生化和免疫指标测定。试验结束当天早晨从各组随机抽出 3 头接近中等体质量空腹肉猪,经耳静脉采血各 5 mL,全血置于采血管中 15~30°角度斜面静置自然析出血清,3 000 r/min 离心 15 min,用无菌注射器取上部透明血清于离心管中,

记号笔标写清楚。将各血清样品分成 3~4 份到 1 mL 塑料离心管并放入移动式低温保藏箱,迅速送到市人民医院检测,采用日立 7020 全自动生化分析仪测定以下指标:血清碱性磷酸酶、血清谷草转氨酶、血清尿素氮、血清葡萄糖、血清总蛋白,血清白蛋白、血清球蛋白。血清免疫球蛋白(IgA、IgG 和 IgM)采用免疫透射比浊法测定。

3)肉质指标测定。每个处理组选取 3 头接近平均体质量的猪屠宰,宰后 0.5~2.0 h 内,取胸腰椎结合处至第 2 腰椎处背最长肌进行 pH、肉色的测定;取第 2~5 腰椎处背最长肌(冰箱中保存)用于滴水损失、嫩度和肌内脂肪测定。

分别在屠宰后的 45 min 和 2 h 测定肌肉 pH,将肉食品专用 pH 计(德国德图仪器公司 Testo-205)探针插入取样猪肉表面向内约 2.5 cm 深处,读取数据。

肉色测定采用 CIELAB 系统,用 SC-8C 型全自动色差计(北京康光仪器有限公司,北京),屠宰后立即

即测定采样猪肉的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值。 L^* 、 a^* 和 b^* 分别表示亮度、红度和黄度,值越大表示对应的颜色越深。

肌肉嫩度测定:将屠宰后取样猪肉用塑料袋密封,肉样中间插入温度计,在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水中煮约 10 min,等温度计显示温度达到 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$,取出样品,查明肌纤维走向,沿肌纤维走向修剪成截面 $1.27\text{ cm}\times 1.27\text{ cm}$ 左右的肉条。上机测定时,肌纤维走向与刀口垂直。采用 C-LM3 型数字嫩度计测定肌肉嫩度(东北农业大学,哈尔滨),测试刀头行走速度 200 mm/min ,记录单位为牛, N。

背最长肌的肌内脂肪测定采用有机溶剂正己烷进行索氏脂肪抽提,以脂肪含量占肌肉组织鲜质量的百分比表示测定结果。

1.6 数据处理

数据采用 SAS 软件进行 t 检验统计分析,以 $P<0.05$ 作为数据结果差异是否显著的判断标准,结果用平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 无抗发酵饲料对生长肥育猪生产性能的影响

在试验期内,对照饲喂含有抗生素的基础日粮,试验组饲喂含 20% 无抗发酵饲料的日粮,2 个处理组对生长肥育猪生产性能的影响见表 2。

表 2 无抗发酵日粮对生长肥育猪生产性能的影响¹⁾

Table 2 Effects of fermented feed without antibiotic on growth performance of growing-finishing pigs

项目 Items	对照组 A Group A	试验组 B Group B	P 值 P-value
起始平均头质量/kg Initial weight	18.07±0.31	18.17±0.93	0.868
结束平均头质量/kg Final weight	101.60±1.39 b	110.70±4.51 a	0.029
平均日增重/ (kg/(头·d)) ADG	0.542±0.008 b	0.601±0.024 a	0.016
平均日采食量/ (kg/(头·d)) ADFI	1.622±0.016 b	1.717±0.030 a	0.008
耗料增重比 FCR	2.991±0.014 a	2.860±0.063 b	0.025

1) 表格中同行数据两两比较其后标注字母相同者,差异不显著 ($P>0.05$);其标注字母不同者,差异显著 ($P<0.05$),下同。
In the same row, values with the same letter labeled mean no significant difference ($P>0.05$), while with different small letter labeled mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

从表 2 可知:20% 无抗发酵饲料添加试验处理组的结束平均头质量、平均日增重和平均日采食量

都显著高于对照组,而试验组的耗料增重比则显著低于对照组。与对照组比较,试验组平均日增重提高 10.89%,平均日采食量提高 5.86%,耗料增重比降低 4.38%。

2.2 无抗发酵饲料对生长肥育猪血液生化指标和免疫指标的影响

无抗发酵饲料对生长肥育猪血液生化指标和免疫指标的影响见表 3。

表 3 无抗发酵饲料对生长肥育猪血液生化指标和免疫指标的影响

Table 3 Effects of fermented feed without antibiotic on blood biochemical indices and immune parameters of growing-finishing pigs

项目 Items	对照组 A Group A	试验组 B Group B	P 值 P-value
谷草转氨酶/(U/L) GOT	94.00±4.52 a	50.17±3.15 b	<0.001
碱性磷酸酶/(U/L) AKP	191.47±8.85 b	263.5±22.42 a	0.007
尿素/(mmol/L) Urea	4.85±0.31 a	4.02±0.21 b	0.019
葡萄糖/(mmol/L) Glucose	5.56±0.34 b	6.75±0.64 a	0.047
总蛋白/(g/L) Total protein	52.05±1.39	53.12±2.47	0.547
白蛋白/(g/L) Albumin	28.01±1.67 a	24.20±1.31 b	0.036
球蛋白/(g/L) Globulin	24.03±1.70 b	28.92±1.69 a	0.024
白/球比例 Albumin/globulin	1.171±0.135 a	0.838±0.056 b	0.017
IgM/(g/L)	0.377±0.060	0.353±0.117	0.774
IgG/(g/L)	4.420±0.560 b	6.500±0.880 a	0.026
IgA/(g/L)	0.283±0.078	0.263±0.021	0.689

由表 3 可见:试验组(无抗饲料添加组)的血清谷草转氨酶、尿素、白蛋白和白球比例都显著低于对照组;而试验组的血清碱性磷酸酶、葡萄糖、球蛋白和 IgG 则显著高于对照组。2 个处理组间血清总蛋白、IgM 和 IgA 检测数值差异不显著。

2.3 无抗发酵饲料对生长肥育猪肉品质的影响

无抗发酵饲料对生长肥育猪肉品质的影响见表 4。由表 4 可见,2 个处理组之间屠宰猪肉的亮度值(L^*)和黄度值(b^*)差异不显著。试验处理组屠宰猪肉的 45 min pH、2 h pH、红度值(a^*)和肌内脂肪显著高于对照组,与对照组比较分别提高 3.09%、2.11%、8.06% 和 28.06%;试验处理组屠宰猪肉的滴水损失和剪切力显著低于对照组,与对照组比较分别降低 36.24% 和 29.41%。

表 4 无抗发酵饲料对生长育肥肉品质的影响

Table 4 Effects of fermented feed without antibiotic on meat quality of growing-finishing pigs

项目 Items	对照组 A Group A	试验组 B Group B	P 值 P-Value
45 min pH	6.14±0.03 b	6.33±0.08 a	0.017
2 h pH	5.68±0.06 b	5.80±0.03 a	0.029
L*	53.94±2.89	53.75±2.86	0.938
a*	14.51±0.17 b	15.68±0.18 a	0.001
b*	6.89±0.39	6.97±0.48	0.829
滴水损失/% Drip loss	4.47±0.24 a	2.85±0.28 b	0.001
剪切力/N Shear force	45.40±2.26 a	32.05±2.72 b	0.003
肌肉脂肪/% Intramuscular fat	3.35±1.83 b	4.29±2.07 a	0.001

3 讨 论

3.1 无抗发酵饲料对生长育肥猪生产性能的影响

本试验中发酵无抗饲料采用的复合微生态制剂是由乳酸菌、枯草芽胞杆菌和酿酒酵母菌按照 1:1:1 比例组成的。生产的发酵饲料中除了含有活的益生菌,还有其代谢过程产生的淀粉酶、蛋白酶和纤维素酶等消化酶。饲料的发酵过程可以将饲料蛋白部分分解为小肽和游离氨基酸,可以赋予发酵饲料酸香味,改善适口性,促进采食,提高饲料的消化率和增加动物对饲料的消化能力,提高动物的生长性能^[2-3]。在本试验中,试验组添加 20% 无抗发酵饲料明显比对照组的平均日增重、平均日采食量、耗料增重比都要好。这个结果与前人的报道基本一致^[4-5]。比如刘瑞丽等^[6]研究发现饲料经复合益生菌(主要成分为:芽胞杆菌、乳酸杆菌、酵母菌等)发酵后,品质得到改善,其最佳发酵时间为 6 d,具有改善肥育猪生产性能的效果,与本试验研究结果一致。众多研究者发现发酵饲料在生长育肥猪上使用都可以取得较好的经济效益。张云影等^[7]通过在育肥猪日粮中添加 20% 袋装厌氧固态发酵饲料,发现对降低药费开支、提高猪群采食量、提高育肥猪日增重均有良好效果,试验组平均盈余比对照组多出 31.39 元/头。发酵饲料在肥育猪饲料中等量代替 5% 的豆粕,能显著提高肥育猪增重,降低料重比,饲料成本下降,经济效益提高^[8]。黄印尧等^[9]应用酒糟益生菌发酵饲料喂猪,结果表明每头出栏肥猪可以降低饲料成本达 62 元。曹启民等^[10]在基础饲料中添加 20% 的自制灵芝菌糠发酵饲料对猪的生长性能未产生显著影响,但是可降低每千克增重

饲料成本约 5.19%。肖轲等^[11]饲喂低剂量发酵饲料组(添加量为 7.5%,菌种组合为乳酸菌、酿酒酵母和芽孢菌)平均日增重高于对照组和高剂量发酵饲料添加组(添加量为 15%),而高剂量发酵饲料添加组优于对照组。在发酵饲料的添加剂量上大家的研究结果不尽相同,可能和各个试验具体使用的益生菌菌群组合、发酵饲料中是否添加抗生素、全价料的配方组成以及试验猪只品种等因素的差异性有关。

3.2 无抗发酵饲料对生猪肉育肥猪血液生化指标和免疫功能指标的影响

机体新陈代谢产生的变化可以通过血液生化指标的变化表现出来。血清谷丙转氨酶和谷草转氨酶是肝脏和心脏器官功能反映的重要指标,如果其指标水平过高,说明相应的器官可能受到一定损伤^[12]。

血清碱性磷酸酶活性和机体生长紧密相关,碱性磷酸酶水平的升高就表示成骨细胞活性提高,骨质生成旺盛,骨中钙、磷的沉积增加^[11]。唐晓玲等^[13]认为血清中碱性磷酸酶检测水平的高低与动物的生长速度密切相关。本试验中 20% 无抗发酵饲料添加组肉猪的碱性磷酸酶活性显著高于含抗生素日粮的对照组,进一步确证了益生菌发酵饲料能够提高肉猪生长性能。

动物体内的蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况可以通过血清尿素氮含量准确反映出来,氨基酸平衡较好时则血清尿素氮含量下降^[5]。血清尿素氮含量容易受到饲料中蛋白质、氨基酸含量与质量等因素的影响,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关系^[11]。

本试验数据结果表明,无抗发酵饲料组的血清尿素氮含量明显低于对照组,表明益生菌发酵饲料可提高动物机体氮沉积,增加蛋白质合成,提高生长速度。2 种饲料血清尿素氮差异可能与饲料中氨基酸组成和平衡有关。本试验中通过益生菌发酵后饲料中赖氨酸含量有明显增加,其他氨基酸检测数值变化不大。本试验无抗发酵饲料对生长育肥猪血液各项指标结果与以前研究结果基本一致^[5,12]。

血清中总蛋白浓度反映了机体对蛋白的吸收情况和体液免疫的关系。白蛋白对肝脏在蛋白代谢中起着重要作用。血清球蛋白是机体免疫器官制造的,对机体免疫力具有重要作用,免疫水平的高低间接反映了机体对疾病的抵抗能力。本试验结果显示

无抗发酵饲料与有抗生素的对照组比较,对育肥猪的血清中总蛋白、IgM 和 IgA 无差异显著性影响,但是显著提高血清中球蛋白和 IgG 水平;表明生长育肥猪日粮中添加微生物发酵饲料有助于提高其机体的免疫能力,与众多研究结果基本一致^[14-15]。但是肖轲等^[11]饲喂肥猪低剂量发酵饲料组(添加量为 7.5%,菌种组合为乳酸菌、酿酒酵母和芽胞菌)血清中白蛋白含量、尿素氮含量均高于对照组和高剂量发酵饲料添加组(添加量为 15%),部分血液生化指标变化规律与本试验不一致。

益生菌发酵饲料能够提高动物的免疫力,其作用机理可能有以下五方面原因:(1)肠道中的优势益生菌群可以促进机体免疫器官发育和成熟,提高 T、B 淋巴细胞的数量,启动免疫应答^[16];(2)有益菌在肠道粘膜定植能激活肠道粘膜的免疫功能,诱导淋巴组织浆细胞生成分泌型免疫球蛋白(sIgA),提高免疫功能^[16];(3)益生菌可以激活肠黏膜上的巨噬细胞、T 淋巴细胞和自然杀伤(NK)细胞,调节细胞因子(白细胞介素、干扰素(IFN)- γ 等)产生量来调控 T、B 淋巴细胞分化方向^[2];(4)益生菌(地衣和枯草芽胞杆菌等)经由直接或间接途径发挥其免疫佐剂样作用,增强接种疫苗抗体水平^[16];(5)益生菌能代谢合成细菌素类物质,激活机体免疫系统^[17]。

3.3 无抗发酵饲料对生长肥育猪肉品质的影响

本试验中,无抗发酵饲料添加可以有效改善育肥猪肉品质,提高了屠宰后 pH 值、肉色红度值、肌肉嫩度、肌肉脂肪含量,降低了滴水损失,试验结果和前人研究基本一致^[10,14,18]。肌肉脂肪是肉质的一项重要评定指标,随着肌肉脂肪含量的增高,肌束易于分离和咀嚼,肉的嫩度和风味得以改善^[19]。发酵饲料能够减少肌肉剪切力,提高肉质嫩度,可能和发酵饲料可以增加肌肉脂肪有关。沈彦锋等^[20]试验主要研究生物发酵饲料对鲁莱黑猪肥育猪生长及肉质特性的影响发现试验组猪肉保水能力、瘦肉率、pH 显著高于对照组,但是试验组肌肉脂肪数值上低于对照组,与本试验不一致。发酵饲料能够改善肉质可能与发酵改变了饲料中的呈味氨基酸和小肽组成密切相关。张云影等^[7]通过在育肥猪日粮中添加 20%袋装厌氧固态发酵饲料,发现可以降低药费开支,尤其是发酵饲料添加试验组育肥猪不使用任何药物,彻底解决了药物残留问题。

综合本试验结果可见,在生长育肥全阶段合理添加使用益生菌发酵无抗饲料能提高其生产性能,

增强免疫能力,提高屠宰猪肉肉品质。可以实现无抗健康生猪养殖,生产安全优质无抗猪肉,可以满足市场对猪肉安全和优质的双重需求,产生巨大的社会效益和经济效益。

参 考 文 献

- [1] 胡新旭,周映华,刘惠知,等.无抗发酵饲料对断奶仔猪生长性能、肠道菌群、血液生化指标和免疫性能的影响[J].动物营养学报,2013,25(12):2989-2997.
- [2] 许锴文,李元晓,庞有志.液体发酵饲料对断奶仔猪肠道健康的影响[J].动物营养学报,2011,23(12):2105-2108.
- [3] 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(3):121-125.
- [4] 何正兴,单吴书,凌方正,等.微生物发酵蛋白饲料对肥育猪生产性能、猪肉品质及经济效益的试验分析[J].农业装备技术,2010(3):63-64.
- [5] 严念东,李绍章,魏金涛,等.益生菌发酵饲料对生长育肥猪生长性能及部分血液生化指标的影响[J].饲料工业,2010(3):30-32.
- [6] 刘瑞丽,陈小莲,卢永红,等.复合益生菌发酵非常规饲料对肥育猪生产的影响[C]//姚军虎.第六次全国饲料营养学术研讨会论文集.杨凌:中国畜牧兽医学会,2010:129.
- [7] 张云影,万丽红,吕礼良,等.育肥猪饲喂袋装厌氧固态发酵饲料效果研究[J].现代农业科技,2011(11):331-335.
- [8] 丁永贵,王海洲,刘峰.发酵饲料对育肥猪生长性能的影响试验[J].中国畜禽种业,2013(8):92-93.
- [9] 黄印尧,纪思智,连玉华,等.酒糟益生菌发酵饲料和 LHRH 试剂对猪的去势、生长及猪肉品质的影响[J].福建畜牧兽医,2013(6):26-28.
- [10] 曹启民,张永北,宋绍红,等.灵芝菌糠发酵饲料对育肥猪生产性能的影响[J].中国饲料,2013(9):39-41.
- [11] 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(17):28-31.
- [12] 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.
- [13] 唐晓玲,刘振湘,张石蕊,等.糖萜素对早期断奶仔猪血液生化指标及免疫机能的影响研究[J].湖南环境生物职业技术学院学报,2005,11(3):239-243.
- [14] 王娟娟,王顺喜,陆文清,等.无抗生素微生物发酵饲料对仔猪免疫及抗氧化功能的影响[J].中国饲料,2011(16):25-27,30.
- [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及抗氧化性能的影响[J].安徽农业科学,2012,40(11):6563-6564,6567.
- [16] 张腾飞.无抗生素发酵饲料对猪免疫功能的影响[J].中国畜牧兽医文摘,2011(5):180.
- [17] 金桩,彭健,胡新文,等.乳酸菌发酵饲料对生长猪生产性能的影响[J].粮食与饲料工业,2010(3):37-40.
- [18] 徐云华,魏海峰,田恩杰,等.不同微生物发酵饲料对鲁莱黑猪肉质及生产性能的影响[J].猪业科学,2011(5):116-117.

- [19] 李敏,武进,张石蕊,等.微生物发酵饲料对育肥猪生长性能、胴体性能及肉质的影响[J].湖南饲料,2012(2):16-21.
- [20] 沈彦锋,阮瑞宝,孙延晓,等.生物发酵饲料对鲁莱黑猪育肥性能的影响[J].饲料博览,2011(9):27-29.

Effects of complex probiotics fermented feed without antibiotic on growth performance, plasma biochemical parameters, immune function and meat quality in growing-finishing pig

HU Xin-xu^{1,2} ZHOU Ying-hua¹ BIAN Qiao³ LIU Hui-zhi¹
WANG Sheng-ping^{1,2} GAO Shu-feng¹ ZHOU Xiao-ling¹ ZHANG De-yuan¹

1. Hunan Institute of Microbiology, Changsha 410009, China;

2. Feeding Probiotics Engineering Laboratory of Hunan Province, Changsha 410009, China;

3. Hunan Biological And Electromechanical Polytechnic, Changsha 410127, China

Abstract A total of 60 weaned piglets with an average weight of 18 kg were randomly divided into 2 treatments, with 3 replicates per treatment and 10 pigs per replicate. The control group was fed with basal diet supplemented with antibiotics and the experimental group was fed with 20% fermented feed without antibiotic for 154 days, to study the effects of complex probiotics fermented feed without antibiotic on growth performance, blood parameters, immune index and meat quality in growing-finishing pigs. The results showed that the performance of the experimental group fed with 20% fermented feed without antibiotic was better than the control group. Compared with the control group, the average daily feed intake increased by 5.86%, average daily gain increased by 10.89% and feed conversion ratio decreased by 4.38% ($P < 0.05$) in the experimental group. The content of serum aspartate aminotransferase, serum urea, serum albumin and ration of albumin with globulin in the experimental group were significantly lower ($P < 0.05$), while the content of serum alkaline phosphatase, glucose, globulin and IgG in the experimental group were significantly higher than that of the control group ($P < 0.05$). In addition, the slaughtered pork 45 min pH, 2 h pH, the red value (a^*) and intramuscular fat of the experimental group were significantly higher ($P < 0.05$), while the value of slaughtered pork drip loss and shear force of the experimental group were significantly lower than that of the control group ($P < 0.05$). In conclusion, the fermented feed without antibiotic can improve the production performance, enhance immunity and improve meat quality in growing-finishing pigs.

Key words microbial fermented feed; growing-finishing pig; growth performance; plasma biochemical parameters; immune function; meat quality

(责任编辑:边书京)