

# 育肥猪日粮中通过营养调控和添加益生菌或牛至油替代抗生索的研究

武 晶<sup>1,2,3</sup> 赵克斌<sup>2\*</sup> 王立贤<sup>2</sup> 袁世态<sup>1</sup> 颜 华<sup>2</sup> 赵恒寿<sup>3</sup>

(1. 山西省晋城市畜牧兽医局, 晋城 048000; 2. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;

3. 山西农业大学, 太谷 030801)

**摘 要:** 本研究旨在通过营养调控、添加益生菌或牛至油, 探讨替代抗生素, 提高猪群抗病、抗应激能力的高效绿色添加剂组合。试验选用平均体重 27 kg, 健康长×大杂交阉公猪 324 头, 随机分为 6 组: I 组(金霉素组, 在基础日粮中添加 50 mg/kg 金霉素)、II 组(牛至油组, 在基础日粮中添加 20 mg/kg 牛至油)、III 组(益生菌组, 在基础日粮中添加 1.5 g/kg 益生菌)、IV 组(营养调控组, 提高日粮中维生素 E 和 B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 水平)、V 组(牛至油+营养调控组)、VI 组(益生菌+营养调控组)。试验期为 90 d。结果表明: V 组猪生长速度最快, 料重比最低, 平均日增重显著高于 IV 组和 VI 组( $P<0.05$ ); 血液中白细胞数量 III 组最高, 显著高于 IV 组和 V 组( $P<0.05$ ); 淋巴细胞转化率 III 组和 V 组较高, 显著高于 I 组、II 组和 IV 组( $P<0.05$ ); I 组谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性最高, V 组过氧化氢酶(CAT)活性最高; 猪瘟、蓝耳病及口蹄疫抗体水平组间差异不显著( $P>0.05$ )。本研究结果表明, 营养调控同时添加牛至油完全可以替代抗生素, 猪的生长性能、抗应激和抗病力超过添加金霉素。

**关键词:** 益生菌; 牛至油; 营养调控; 生长肥育猪

近年来, 随着科技的进步和生产力的发展, 我国的养猪业逐步进入集约化、规模化、产业化为主的生产模式。同时, 随着人民生活水平的提高, 人们对猪肉产品的消费已从单纯对数量的需求转为对品质和安全的要求。中国加入 WTO 后, 猪肉产品的品质更是面临着严峻挑战。然而, 我国养猪业生产存在的抗生素滥用问题, 直接影响猪肉的品质和食用安全<sup>[1-2]</sup>。因此, 研究开发高效、无残留、不产生抗药性、绿色的抗生素替代添加剂是实现健康养殖的必要条件。

益生菌(probiotics)由 Pake 在 1974 年首先提出, 是一类有助于稳定宿主固定菌群, 对宿主能产生有益影响且能激发自身菌种繁殖生长, 同时又抑制其他菌种生长的微生物添加剂<sup>[3]</sup>。益生菌通过竞争性黏附、提高动物抗体水平和巨噬细胞活性, 产生非特异性免疫调节因子, 从而增强机体免疫功能<sup>[4]</sup>。牛至油是一种从天然植物牛至中提取的酚类化合物, 主要通过破坏病原微生物生物膜的通透性, 使细胞内容物溢出, 造成内环境失衡, 进而阻止线粒体吸氧, 破坏核糖体、内质网和高尔基体的生物合成及转

运功能<sup>[5]</sup>; 它也可刺激食欲, 通过信息反馈系统有效激活消化酶, 使食糜的黏稠度发生变化, 促进饲料中营养物质充分吸收<sup>[6]</sup>。维生素(VE、VA 和 VB 族)、微量元素(Zn、Mn、Se 和 I)以及氨基酸(苏氨酸、蛋氨酸)可提高机体免疫力。如 Se 与 VE、蛋氨酸、I 之间通过协同作用, 可有效提高动物细胞抗氧化能力<sup>[7]</sup>; Zn 能增强机体免疫力、抗感染能力及促进创伤愈合<sup>[8]</sup>; Mn 通过构成酶的必需组分或激活因子而参与体内一系列生化代谢反应, 调节酶活性, 影响机体的免疫力<sup>[9]</sup>。

本研究旨在通过营养调控(提高维生素 E 和 B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 水平), 添加益生菌或牛至油, 探讨替代抗生素, 提高猪群抗病、抗应激能力的高效绿色添加剂组合。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

益生菌: 由北京中科嘉生物科技有限公司提供, 主要含酪酸菌、粪链球菌、嗜酸乳杆菌、乳链球菌、酵

收稿日期: 2009-04-01

基金项目: 国家科技支撑计划项目“畜禽健康养殖与新型工业化生产模式研究与示范”(2006BAD14B05)

作者简介: 武 晶(1979-), 男, 山西长治人, 硕士, 主要从事营养与免疫方面的研究。E-mail: zuirenyc933@163.com

\* 通讯作者: 赵克斌, 研究员, E-mail: iaszk@sina.com

母菌和芽孢杆菌。

牛至油:由天津国英生物技术开发中心提供,有效成分主要为香芹酚和百里酚。

NRC(1998)饲养标准配制成粉状全价日粮(分生长和育肥 2 个阶段),基础日粮组成及营养水平见表 1。

1.2 试验动物及日粮

试验选用健康长×大杂交阉公猪,参照美国

表 1 基础日粮组成及营养水平(风干基础)  
Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis, %)

项目 Items	含量 Content	
	生长阶段 Growth stage	育肥阶段 Fattening stage
原料 Ingredients		
玉米 Corn	64.3	67.6
豆粕 Soybean meal	23.0	20.2
次粉 Wheat-middlings	6.0	6.0
菜籽粕 Rapeseed meal	3.0	3.0
石粉 Limestone	0.9	1.0
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.1	0.8
食盐 NaCl	0.3	0.4
小苏打 NaHCO <sub>3</sub>	0.4	—
预混料 Premix <sup>1)</sup>	1.0	1.0
合计 Total	100.0	100.0
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>		
消化能 DE (MJ/kg)	13.2	13.2
赖氨酸 Lys (g/kg)	10.3	9.5
蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys (g/kg)	6.2	6.0
蛋氨酸 Met (g/kg)	2.9	2.8
苏氨酸 Thr (g/kg)	6.6	6.3

<sup>1)</sup> 预混料为每千克全价料提供 The premix provides following per kg diet:  
所有组 All groups: VA 5 250 IU; VD<sub>3</sub> 1 125 IU; VK<sub>3</sub> 1.5 IU; CuSO<sub>4</sub> 10 mg; Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> 0.3 mg; 赖氨酸 Lys 0.9 g;  
I ~ III 组 Group I ~ III: VE 7.5 mg; VB<sub>1</sub> 0.75 mg; VB<sub>2</sub> 3.75 mg; VB<sub>6</sub> 1.5 mg; VB<sub>12</sub> 0.015 mg; 生物素 biotin 0.075 mg; 叶酸 folic acid 0.45 mg; 烟酰胺 nicotinic acid 15.0 mg; 泛酸 D-pantothenic acid 11.25 mg; FeSO<sub>4</sub> 120 mg; Zn-SO<sub>4</sub> 100 mg; MnSO<sub>4</sub> 3.0 mg; KI 0.2 mg;  
IV ~ VI 组 Group IV ~ VI: VE 75 mg; VB<sub>1</sub> 2.25 mg; VB<sub>2</sub> 7.5 mg; VB<sub>6</sub> 3.0 mg; VB<sub>12</sub> 0.03 mg; 生物素 biotin 0.15 mg; 叶酸 folic acid 0.9 mg; 烟酰胺 nicotinic acid 30.0 mg; 泛酸 D-pantothenic acid 24.0 mg; FeSO<sub>4</sub> 80 mg; ZnSO<sub>4</sub> 180 mg; MnSO<sub>4</sub> 40.0 mg; KI 1.0 mg。  
<sup>2)</sup> 消化能根据原料组成计算所得,其余为实测值。DE is calculated value, other nutrient levels are measured values.

1.3 试验设计与饲养管理

选择体重 27 kg 左右的阉公猪 324 头,采用完全随机化区组设计分成 6 组,每组分 54 个重复,每个重复 1 头试验猪。试验分 3 批(每批每组 18 个重复)进行,3 批试验猪的饲养环境相同。

试验设 6 个日粮组: I 组(金霉素组,在基础日粮中添加 50 mg/kg 金霉素)、II 组(牛至油组,在基础日粮中添加 20 mg/kg 牛至油)、III 组(益生菌组,在基础日粮中添加 1.5 g/kg 益生菌)、IV 组(营养调控组,提高日粮中维生素 E 和 B 族维生素、微量元

素 Zn、Mn 和 I 水平)、V 组(牛至油 + 营养调控组)、VI 组(益生菌 + 营养调控组)。

试验猪采用群饲,自由采食,自由饮水。卫生、消毒和免疫程序按猪场常规方法进行。日常观察试验猪采食和健康状况,对发病猪及时治疗。每批试验期为 90 d(其中生长阶段 50 d,育肥阶段 40 d)。

1.4 测定指标

生长性能指标:试验期间每日记录饲料消耗,试验结束时,禁食(自由饮水)12 h 后称重,计算试验猪的平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)和

料重比(F/G)。

血液指标:在试验结束时,每批每组随机抽取 5 头试验猪,清晨抽取静脉血 6 mL,其中 2 mL 加 EDTA,进行白细胞数量、分类(单核细胞、淋巴细胞、嗜酸性粒细胞和嗜中性粒细胞)以及淋巴细胞转化率的测定;另外 4 mL 静置、离心,制备血清,使用 IDEXX 公司试剂盒测定猪瘟(classical swine fever, CSF)、蓝耳病(porcine reproductive and respiratory syndrome, PRRS)及口蹄疫(foot-and-mouth disease, FMD)抗体水平;使用南京建成公司试剂盒测定超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性;使用  $\text{KMnO}_4$  滴定法测定过氧化氢酶(CAT)活性。

1.5 数据处理

所有试验结果以平均值±标准差表示,数据处理与分析采用 SAS 8.2 的 ANOVA 程序进行,以  $P<0.05$  作为差异显著性判断标准。

2 结 果

2.1 生长肥育猪生长性能

试验猪的整体生长性能见表 2。出栏体重以 V

组最高,显著高于其他组( $P<0.05$ ),Ⅳ组出栏体重最低,显著低于除Ⅵ组外的其他组( $P<0.05$ )。平均日增重以 V 组最高,显著高于Ⅳ和Ⅵ组( $P<0.05$ ),其余各组差异不显著( $P>0.05$ )。组间平均日采食量差异不显著( $P>0.05$ )。V 组的料重比低于其他组,但组间差异不显著( $P>0.05$ )。

第 1 批试验猪生长状态良好,基本未受疫病应激影响。但第 2 批和第 3 批试验猪遭受高热病及下痢的应激,试验猪在部分时间处于亚健康状态,影响了生长。考虑到第 1 批试验猪与第 2 批、第 3 批试验猪的结果相差很大,因此将第 1 批与第 2 批、第 3 批试验猪的生长性能分别统计,结果见表 3 和表 4。

由表 3 结果可以看出,在未遭遇疫病应激情况下,V 组猪的生长速度最高,显著高于Ⅲ和Ⅵ组( $P<0.05$ ),Ⅱ组猪生长速度仅次于 V 组,高于其他组。料重比方面,V 组料重比低于其他组,但各组间差异不显著( $P>0.05$ )。

在试验猪遭遇疫病应激的情况下(表 4),试验猪的所有生长性能均不同程度下降。V 组生长速度最高,显著高于Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ和Ⅵ组( $P<0.05$ )。V 组料重比低于其他组,但各组间差异不显著( $P>0.05$ )。

表 2 全部试验猪生长性能  
Table 2 Growth performance of all pigs

项目 Items	I 组 Group I	Ⅱ组 Group II	Ⅲ组 Group III	Ⅳ组 Group IV	V 组 Group V	Ⅵ组 Group VI
始重 Initial weight (kg)	27.87±0.55	27.85±0.42	27.77±0.55	27.78±0.55	27.92±0.46	27.74±0.49
末重 Final weight (kg)	87.32±2.37 <sup>bc</sup>	87.09±2.17 <sup>bc</sup>	89.84±2.21 <sup>b</sup>	79.94±2.66 <sup>d</sup>	96.36±1.78 <sup>a</sup>	81.87±2.72 <sup>cd</sup>
平均日增重 ADG (kg)	0.67±0.09 <sup>ab</sup>	0.66±0.18 <sup>ab</sup>	0.69±0.05 <sup>ab</sup>	0.58±0.10 <sup>b</sup>	0.76±0.01 <sup>a</sup>	0.59±0.07 <sup>b</sup>
平均日采食量 ADFI (kg)	2.13±0.04	2.03±0.35	2.24±0.52	1.76±0.34	2.07±0.09	1.84±0.20
料重比 F/G	3.18±0.21	3.07±0.69	3.25±0.69	3.03±0.46	2.72±0.05	3.12±0.20

同行肩标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( $P<0.01$ )。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ( $P<0.05$ ), with different capital letter superscripts mean significant difference ( $P<0.01$ ). The same as below.

表 3 第 1 批试验猪生长性能  
Table 3 Growth performance of the first batch pigs

项目 Items	I 组 Group I	Ⅱ组 Group II	Ⅲ组 Group III	Ⅳ组 Group IV	V 组 Group V	Ⅵ组 Group VI
始重 Initial weight (kg)	28.47±0.84 <sup>ab</sup>	28.90±0.77 <sup>a</sup>	26.27±0.92 <sup>bc</sup>	26.91±0.68 <sup>abc</sup>	27.36±0.52 <sup>abc</sup>	25.32±0.55 <sup>c</sup>
末重 Final weight (kg)	92.91±10.90 <sup>ab</sup>	96.48±11.39 <sup>a</sup>	84.43±15.43 <sup>b</sup>	89.28±14.18 <sup>ab</sup>	97.59±6.98 <sup>a</sup>	82.90±15.55 <sup>b</sup>
平均日增重 ADG (kg)	0.72±0.10 <sup>ab</sup>	0.75±0.11 <sup>ab</sup>	0.65±0.15 <sup>b</sup>	0.70±0.15 <sup>ab</sup>	0.78±0.07 <sup>a</sup>	0.64±0.17 <sup>b</sup>
平均日采食量 ADFI (kg)	2.26±0.12	2.30±0.09	1.82±0.13	1.99±0.16	2.16±0.08	2.02±0.08
料重比 F/G	3.14±0.19	3.07±0.35	2.81±0.47	2.84±0.39	2.77±0.11	3.15±0.21

表 4 第 2 批、第 3 批试验猪生长性能

Table 4 Growth performance of the second and the third batch pigs

项目 Items	I 组 Group I	II 组 Group II	III 组 Group III	IV 组 Group IV	V 组 Group V	VI 组 Group VI
始重 Initial weight (kg)	27.77 ± 4.21	27.32 ± 2.93	28.52 ± 3.98	28.22 ± 4.50	28.20 ± 3.91	28.95 ± 3.53
末重 Final weight (kg)	85.40 ± 14.93 <sup>bc</sup>	82.00 ± 11.31 <sup>c</sup>	93.20 ± 10.05 <sup>ab</sup>	73.19 ± 11.45 <sup>d</sup>	95.72 ± 13.71 <sup>a</sup>	80.37 ± 17.25 <sup>cd</sup>
平均日增重 ADG (kg)	0.64 ± 0.15 <sup>bc</sup>	0.61 ± 0.13 <sup>c</sup>	0.72 ± 0.12 <sup>ab</sup>	0.51 ± 0.14 <sup>d</sup>	0.75 ± 0.17 <sup>a</sup>	0.57 ± 0.18 <sup>bc</sup>
平均日采食量 ADFI (kg)	2.04 ± 0.09 <sup>ab</sup>	1.89 ± 0.36 <sup>ab</sup>	2.44 ± 0.53 <sup>a</sup>	1.64 ± 0.39 <sup>b</sup>	2.02 ± 0.06 <sup>ab</sup>	1.75 ± 0.17 <sup>ab</sup>
料重比 F/G	3.19 ± 0.48	3.11 ± 0.82	3.38 ± 0.77	3.22 ± 0.10	2.70 ± 0.08	3.07 ± 0.14

2.2 生长肥育猪血液指标

经统计分析,3 批试验猪在血液指标方面差异均不显著(数据未列出),故将 3 批试验数据作为重复数据进行处理并一起统计。

2.2.1 白细胞数量、分类及淋巴细胞转化率

由表 5 可知,白细胞数量组间差异显著,以 III 组最高,显著高于 IV 和 V 组( $P<0.05$ ),其他组组间差

异不显著( $P>0.05$ )。白细胞分类除嗜酸性粒细胞组间差异显著( $P<0.05$ )外,其他成分组间差异不显著( $P>0.05$ ),其中 V 组嗜酸性粒细胞在白细胞中比例最低,显著低于 II 组、III 组和 VI 组( $P<0.05$ )。淋巴细胞转化率以 III 和 V 组较高,显著高于除 VI 组外的其他各组( $P<0.05$ ),IV 组最低,显著低于除 II 组外的其他组( $P<0.05$ )。

表 5 血液中白细胞数量、分类及淋巴细胞转化率

Table 5 The number and classification of white blood cells (WBC) and lymphocyte transformation rate (LTR) (%)

项目 Items	I 组 Group I	II 组 Group II	III 组 Group III	IV 组 Group IV	V 组 Group V	VI 组 Group VI
白细胞 WBC ( $\times 10^9/L$ )	18.88 ± 2.47 <sup>ab</sup>	19.26 ± 1.00 <sup>ab</sup>	25.35 ± 3.71 <sup>a</sup>	16.83 ± 0.87 <sup>b</sup>	15.35 ± 1.09 <sup>b</sup>	19.96 ± 2.01 <sup>ab</sup>
单核细胞 Monocytes	5.50 ± 1.19	6.40 ± 1.29	5.50 ± 1.32	5.33 ± 0.67	5.50 ± 0.67	4.20 ± 1.83
淋巴细胞 Lymphocytes	44.00 ± 5.96	51.40 ± 5.55	52.75 ± 3.27	57.00 ± 4.00	54.25 ± 11.03	39.80 ± 4.26
嗜酸性粒细胞 Eosinophils	2.00 ± 0.82 <sup>ab</sup>	5.00 ± 1.05 <sup>a</sup>	4.50 ± 1.55 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.57 <sup>ab</sup>	1.00 ± 0.48 <sup>b</sup>	4.40 ± 1.03 <sup>a</sup>
嗜中性粒细胞 Neutrophils	48.25 ± 6.18	37.00 ± 4.91	36.00 ± 2.38	33.00 ± 3.00	38.25 ± 10.00	43.40 ± 4.35
淋巴细胞转化率 LTR	57.07 ± 0.45 <sup>bc</sup>	55.77 ± 0.50 <sup>cd</sup>	60.11 ± 0.49 <sup>a</sup>	54.54 ± 0.73 <sup>d</sup>	59.83 ± 0.48 <sup>a</sup>	58.58 ± 0.90 <sup>ab</sup>

2.2.2 血液抗氧化酶活性

测定结果(表 6)显示,血液 GSH-Px 活性以 I 组最高,显著高于其他组( $P<0.05$ ),其他组间差异不显著( $P>0.05$ ),但 V 组活性偏低;血液 CAT 活

性以 V 组最高,显著高于 I、III 和 VI 组( $P<0.05$ );血液 SOD 活性 I、II、III 和 V 组间差异不显著( $P>0.05$ ),显著高于 VI 组( $P<0.05$ )。

表 6 血液中抗氧化酶活性

Table 6 Activity of antioxidant enzymes in blood

项目 Items	I 组 Group I	II 组 Group II	III 组 Group III	IV 组 Group IV	V 组 Group V	VI 组 Group VI
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px	365.24 ± 53.57 <sup>a</sup>	213.48 ± 46.29 <sup>b</sup>	217.05 ± 17.16 <sup>b</sup>	235.99 ± 22.34 <sup>b</sup>	155.25 ± 35.49 <sup>b</sup>	231.40 ± 22.13 <sup>b</sup>
过氧化氢酶 CAT	352.57 ± 63.66 <sup>cd</sup>	525.83 ± 68.09 <sup>abc</sup>	240.49 ± 23.91 <sup>d</sup>	608.39 ± 117.31 <sup>ab</sup>	707.72 ± 108.41 <sup>a</sup>	481.20 ± 33.68 <sup>bc</sup>
超氧化物歧化酶 SOD	103.17 ± 3.93 <sup>ab</sup>	104.07 ± 2.66 <sup>a</sup>	102.51 ± 3.57 <sup>ab</sup>	92.69 ± 3.97 <sup>bc</sup>	102.05 ± 3.26 <sup>ab</sup>	89.33 ± 3.76 <sup>c</sup>

2.2.3 CSF、PRRS 及 FMD 抗体水平

表 7 的结果表明:CSF、PRRS 及 FMD 抗体水平

各组间差异均不显著( $P>0.05$ ),I、II、V 和 VI 组 PRRS 抗体水平倾向于高于 III 和 IV 组( $P>0.05$ )。

表 7 CSF、PRRS 及 FMD 抗体水平

Table 7 Antibody levels of classical swine fever (CSF), porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) and foot-and-mouth disease (FMD)

项目 Items	I 组	II 组	III 组	IV 组	V 组	VI 组
	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	Group VI
猪瘟抗体水平 Antibody level of CSF	1.23±0.10	1.22±0.09	1.25±0.07	1.25±0.11	1.23±0.13	1.25±0.09
蓝耳病抗体水平 Antibody level of PRRS	1.63±0.61	1.31±0.79	0.70±0.62	0.83±0.60	1.30±0.59	1.18±0.65
口蹄疫抗体水平 Antibody level of FMD	1.37±0.34	1.00±0.17	1.25±0.09	1.23±0.30	1.44±0.15	0.99±0.16

3 讨 论

3.1 生长肥育猪生长性能

表 2 的结果表明,日粮添加牛至油同时提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平(V 组),生长育肥猪表现出了良好的生长性能,生长性能甚至优于金霉素组。平均日增重较金霉素组提高 13%,每千克增重耗料降低 14.5%。单独添加益生菌或牛至油,猪的生长性能也没有受到影响,而仅仅提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平时,猪的生长速度显著降低。同时,在添加牛至油的基础上再提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平,对猪的生长性能的提高有协同作用,但在添加益生菌的基础上再提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平,则没有促进作用。

表 3 的结果说明,在基本健康、未遭受疫病应激的猪群日粮中添加牛至油或者提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平代替金霉素,均没有影响猪的生长性能,而添加益生菌代替金霉素则降低猪的生长速度。这说明在健康的猪群,添加牛至油或者仅仅提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平即可保持添加抗生素日粮的水平,用牛至油或者通过提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平完全可以替代抗生素,达到健康养殖的目的。

表 4 的结果说明,在遭受疫病应激的情况下,仅仅添加牛至油或者仅仅提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平,猪的生长性能达不到添加抗生素日粮的水平,猪的生长速度较金霉素组显著降低,但添加益生菌有一定的促生长效果。而此情况下,添加牛至油同时提高维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平,表现出显著的促生长作用,生长速度比金霉素组提高 17%,每千克增重耗料减少 15%。

以上结果表明,牛至油无论在健康猪群或者遭

受疫病应激猪群,均表现出很好的促生长作用。牛至油的这种作用与其抗病原微生物有关。据报道,牛至油对 31 株肠炎常见菌均有不同程度的杀菌和抑菌作用,其中对金黄色葡萄球菌的抑菌作用最强,其次是大肠杆菌<sup>[10]</sup>。牛至油还可刺激畜禽消化道黏膜上的感受器,激活消化酶的活性,从而促进营养物质的消化和吸收,提高增重和饲料利用率<sup>[11]</sup>。廖三赛等<sup>[12]</sup>在断奶仔猪日粮中添加牛至油替代抗生素,结果表明,添加牛至油组猪的日增重(提高 6.8%)、料肉比(降低 12.80%)和腹泻率等各项指标均达到或优于抗生素组,结果与本研究结果基本一致。

牛至油的抗氧化作用与 α-生育酚密切相关,公鸡日粮中添加牛至油能使胸肌、腿肌、心脏和肝脏组织中的 α-生育酚含量升高,并有剂量依赖效应<sup>[13]</sup>。牛至油和营养调控饲料之间的协同作用有助于提高生长育肥猪的抗氧化应激能力和生长性能,降低生产成本。

3.2 生长肥育猪血液指标

从表 5 的结果发现,益生菌组猪血液白细胞数量高于营养调控组和牛至油组,淋巴细胞转化率也是最高的。这显示,益生菌有刺激免疫的作用。有研究报道,断奶仔猪饲料中添加益生菌(酵母菌),T 淋巴细胞的转化率提高<sup>[14]</sup>。日粮添加益生菌可以增加血液中白细胞吞噬指数和淋巴细胞转化率<sup>[15]</sup>,与本研究结果基本一致。据研究显示,牛至油能够通过促进 T 淋巴细胞的增殖和成熟,调节和提高机体的细胞免疫功能<sup>[16]</sup>。由此看来,日粮添加益生菌或牛至油组非特异性免疫方面略好于金霉素和营养调控组。这使得添加益生菌或牛至油的猪在疫病应激情况下生长性能更好。

抗氧化酶活性的结果显示,血液 GSH-Px 活性金霉素组显著高于其他各组,金霉素能提高猪 GSH-Px 活性的机理不十分清楚。血液 CAT 活性方面,牛至油和营养调控均可明显提高酶活。添加牛至油倾向于提高 SOD 活性。由此可见,在机体抵抗自由基损伤方面,牛至油有一定的优势,对提高猪

的抗应激能力有利。

抗 3 种重大猪疫病抗体水平的结果显示,CSF 抗体水平各组差异不显著。但 PRRS 和 FMD 抗体水平以金霉素组和牛至油 + 营养调控组较高。以上结果表明,牛至油有促进猪特异性免疫的作用,特别是当同时提高日粮维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平时,猪特异性免疫高且稳定(3 种病的抗体阳性率均达 100%),由此证明牛至油和维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 具有促进猪特异性免疫,改善猪健康水平的功能。

#### 4 结 论

① 日粮中添加牛至油有提高猪抗氧化和特异性免疫能力的效果,同时提高日粮维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平可进一步加强猪抗氧化和特异性免疫能力,从而提高猪的抗应激和抗病能力,改善猪的生长性能,而益生菌仅仅对猪的非特异性免疫有促进作用。

② 日粮中添加 50 mg/kg 牛至油,同时提高日粮维生素 E、B 族维生素、微量元素 Zn、Mn 和 I 的水平,无论在健康猪群,还是在遭受疫病应激的猪群,均可保持高的生长性能,可以替代猪日粮中的抗生素。

#### 参考文献:

[1] 单体中,汪以真. 猪肉安全问题及生产安全猪肉的措施[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2004, 12: 68-69.

[2] 刘伶俐,田科雄. 牛至油的研究与应用[J]. 饲料博览, 2005, 7: 9-11.

[3] Shortt C, O'Brien J. Handbook of functional dairy products[M]. New York: CRC Press LLC, 2004: 106.

[4] 庞学东,唐海翠,庄 苏,王 恬. 益生菌在猪生产中的应用研究[J]. 猪业科学, 2006, 5: 45-47.

[5] Lambert R J W, Skandamis P N, Coote P J, Nychas

G J E. A Study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oreganoessential oil, thymol and carvacrol[J]. Journal of Applied Microbiology, 2001, 91(3): 453-462.

[6] Burt S A, Rcinders R D. Antibacterial Activity of Selected Plant Essential Oils Against Escherichia coli O157: H7 [J]. Letters in Applied Microbiology, 2003, 36(3): 162-167.

[7] 骆利欢,黄 琳. 有机硒与维生素 E、蛋氨酸、碘的协同作用[J]. 广东饲料, 2007, 16(4): 28-30.

[8] 赵昕红,李德发,福 刚,杨汉春. 高锌和高铜对仔猪生长性能、免疫功能和抗氧化酶活性的影响[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(1): 91-99.

[9] 陈蓉蓉,胡国良,毛娅卿. 微量元素锰与家禽的营养健康[J]. 江西饲料, 2008, 2: 16-17.

[10] 陈会良,袁向阳,黄 磊,方 炜. 牛至油对仔猪肠道微生物菌群的影响[J]. 中兽医医药杂志, 2005, 6: 32-33.

[11] 孙鑒国,杨海燕,陆玉娟. 牛至油对断奶仔猪生产性能的影响[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2005, 3: 29-31.

[12] 廖三赛,袁海春. 晶绿福(牛至油)与抗生素对仔猪生产性能的影响[J]. 养殖与饲料, 2003, 7: 6-7.

[13] Papageorgiou G, Botsoglou N, Govaris A, Giannenas I, Iliadis S and Botsoglou E. Effect of dietary oregano oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on iron-induced lipid oxidation of turkey breast, thigh, liver and heart tissues [J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2003, 87(9-10): 324-335.

[14] 胡发军,林映才,郑 黎,周桂莲,余德谦,蒋宗勇. 活性酵母对早期断奶仔猪生产性能和免疫机能的影响[J]. 动物营养学报, 2003, 15: 49-53.

[15] 韩勇军,白 刚,王 美. 益生菌的免疫增强作用[J]. 畜牧与饲料科学, 2005, 6: 5-6.

[16] 陈立华,袁 纓,王秋梅. 不同水平牛至油对肉仔鸡生长性能和细胞免疫功能的影响[J]. 今日畜牧兽医, 2006, 12: 3-5.

## Research on the Feasibility of Substituting for Antibiotics with Probiotics, Origanum Oil and through Nutrition Regulation in Diets of Finishing Pigs

WU Jing<sup>1,2,3</sup> ZHAO Kebin<sup>2\*</sup> WANG Lixian<sup>2</sup> YUAN Shitai<sup>1</sup> YAN Hua<sup>2</sup> ZHAO Hengshou<sup>3</sup>

(1. Jincheng Animal Husbandry and Veterinary Bureau of Shanxi, Jincheng 048000, China; 2. Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to explore the feasibility of substituting for antibiotics with probiotics, origanum oil and through elevating dietary vitamin E, vitamin B family and micro elements levels. Three hundred and twenty-four cross-bred (Landrace×Yorkshire) barrows with average body weight of 27 kg were randomly assigned to 6 dietary groups: group I (chlortetracycline group, added 50 mg/kg chlortetracycline in basal diet); group II (origanum oil group, added 20 mg/kg origanum oil in basal diet); group III (probiotics group, added 1.5 g/kg probiotics in basal diet); group IV (nutrient enhancement group, elevated dietary vitamin E, vitamin B family and micro elements Zn, Mn, I); group V (origanum oil + nutrient enhancement group); group VI (probiotics + nutrient enhancement group). The trial lasted for 90 days. The results showed that pigs in group V recorded the highest ADG, which was significantly higher than that in group IV and group VI ( $P<0.05$ ), and had the best F/G. The number of white blood cells in group III was significantly higher than that in group IV and group V ( $P<0.05$ ). The lymphocyte transformation rate in group III and group V was significantly higher than that in group I, group II and group IV ( $P<0.05$ ). The activity of GSH-Px in group I was the highest, while the activity of CAT in group V was the highest. Antibody levels of classical swine fever, porcine reproductive and respiratory syndrome and foot-and-mouth disease had no difference among groups ( $P>0.05$ ). These results indicated that origanum oil + nutrient enhancement could successfully substitute for antibiotics, and pigs fed diets added origanum oil and elevated dietary vitamin E, vitamin B family and micro elements could obtain better performance, have better disease-resistant and stress-resistant ability than pigs fed diets supplemented with chlortetracycline. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2009, 21(5): 645-651]

**Key words:** Probiotics; Origanum oil; Nutrition regulation; Finishing pigs

\* Corresponding author, professor, E-mail: iaszkb@sina.com