

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

尹清强^{1,2} 李小飞¹ 常娟¹ 郑秋红¹ 杨玉荣¹ 左瑞雨¹ 刘俊熙²

(1. 河南农业大学牧医工程学院, 郑州 450002 2. 河南省饲料微生物工程技术研究中心, 周口 466000)

摘要: 本试验旨在探讨微生态制剂对哺乳和断奶仔猪的健康和生长性能的影响。本研究分 2 个试验阶段: 第 1 阶段, 仔猪从 7 日龄开始诱食教槽料, 28 日龄断奶, 然后再继续饲喂教槽料 1 周; 第 2 阶段, 仔猪饲喂保育料, 重点研究微生态制剂对 35~60 日龄断奶仔猪的影响。结果表明: 1) 无论是在哺乳仔猪的教槽料或是在断奶仔猪的保育料中加入微生态制剂和抗生素, 皆对仔猪的生长无显著促进作用 ($P > 0.05$); 但是, 在仔猪的教槽料和保育料中分别加入 0.10% 和 0.05% 微生态制剂 (全价料中有效菌含量分别为 1×10^6 和 5×10^5 cfu/g), 可使仔猪的腹泻率和死亡率比对照组明显降低, 且优于抗生素 ($P < 0.05$)。2) 与空白对照组和抗生素组相比, 在断奶仔猪的保育料中加入 0.05% 微生态制剂, 可使仔猪胃、空肠、结肠、盲肠中的乳酸菌数量显著增加 ($P < 0.05$), 而使胃和盲肠中大肠杆菌数量显著降低 ($P < 0.05$), 有利于维持仔猪胃肠道微生物区系的稳定, 减少消化道疾病的发生。3) 微生态制剂可使仔猪空肠、结肠、盲肠的肠壁厚度降低 ($P < 0.05$); 使空肠和盲肠的隐窝深度下降, 而使结肠隐窝深度增加 ($P < 0.05$); 使胃中蛋白酶和淀粉酶的活力上升, 而使空肠中淀粉酶的活力下降 ($P < 0.05$); 对胃和空肠中的酸碱度无显著影响 ($P > 0.05$)。4) 微生态制剂可显著地提高仔猪血清中谷草转氨酶和乳酸脱氢酶的活力及免疫球蛋白 A 的含量 ($P < 0.05$), 而显著降低碱性磷酸酶的活力 ($P < 0.05$), 对其他血清生化指标无显著影响 ($P > 0.05$)。综合结果显示, 微生态制剂具有减少哺乳和断奶仔猪消化道疾病发生、降低死亡率、提高机体免疫力等功效, 是仔猪生产中一种理想的饲料添加剂。

关键词: 微生态制剂; 仔猪; 生产性能; 胃肠道结构; 血清生化指标

中图分类号: S828

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2011)04-0622-09

当前“超级病菌”的出现, 与抗生素的滥用密切相关, 已引起了世界各国的普遍关注。由于抗生素的残留性及其对细菌造成的耐药性等副作用, 欧盟已于 2006 年颁布法律全面禁止抗生素作为动物饲料添加剂, 其他各国也正在加大对抗生素应用的限制。大肠杆菌、葡萄球菌、沙门氏菌等过去并不严重或较少出现的细菌, 现已上升为畜禽的主要发病根源, 这是长期滥用抗生素造成的后果。长期滥用抗生素, 使大量抗生素随血液循环分布到淋巴结、肾、肝、脾、胸腺、肺等各组织器

官, 导致动物机体的免疫能力被逐渐削弱, 人和动物慢性病例增多, 一些可以形成终生免疫的疾病也频频复发。另外, 抗生素还会导致抗原质量降低, 直接影响免疫过程, 从而对疫苗的接种产生不良影响。由于抗生素的长期应用将不可避免地造成机体内菌群失调和微生态平衡破坏, 潜伏在体内或来自外源的有害菌会趁机大量繁殖, 引起畜禽内、外源性感染和二重感染^[1]。

所以, 寻找抗生素的替代品已变得越来越重要, 大量的研究证实, 微生态制剂是抗生素的最佳

收稿日期: 2010-10-11

基金项目: 河南省科技成果转化项目 (082201180001)

作者简介: 尹清强 (1964-), 男, 河南南阳人, 博士, 教授, 主要从事动物营养与生物工程研究。E-mail: QQZ22@yaho.com.cn

替代品之一,对于猪生产性能的提高及疾病防治具有积极作用^[2-3]。微生态制剂是指一类通过调节动物胃肠道微生态区系平衡,达到预防疾病、促进动物生长和提高饲料利用率的活性微生物、培养物以及其他物质的统称。微生态制剂通过优势种群、生物夺氧、生物拮抗、提供营养、净化胃肠道,增加胃肠道有益微生物数量,抑制有害微生物的生长,达到减少动物疾病发生及提高动物生产性能的目的^[4]。另外,微生态制剂可刺激机体免疫器官发育,提高仔猪抗体水平或巨噬细胞活性,增强机体免疫功能^[5]。

仔猪生长发育快,物质代谢旺盛,但仔猪消化道发育不全,先天性免疫力低下,易于患病^[6],从而导致仔猪的死亡率占整个生长阶段死亡率的85%左右,这与抗生素的滥用及耐药菌的产生有一定的关联。虽然曾有关于微生态制剂提高仔猪健康和生产性能的报道,但系统性较差。本研究从仔猪7日龄开始到60日龄止,测定在乳猪教槽料及断奶仔猪保育料中添加微生态制剂的效果,为微生态制剂在仔猪生产中的应用提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 微生物及来源

试验所用的枯草芽孢杆菌、乳酪杆菌和异常汉逊酵母购自中国科学院微生物研究所,并由河南农业大学动物营养与生物技术研究室保藏。

1.2 培养基及培养方法

1.2.1 枯草芽孢杆菌

培养基:葡萄糖 20 g,蛋白胨 15 g,氯化钠 5 g,牛肉膏 0.5 g,用蒸馏水定容至 1 L, pH 为 7.0~7.2,在 0.15 MPa 高压下蒸汽灭菌 20 min (以下培养基的灭菌方法与此相同)。

培养方法: 37 °C 150 r/min 振荡培养 48 h。

1.2.2 乳酸菌 (适用于乳酪杆菌)

MRS 培养基:胰蛋白胨 10 g,牛肉蛋白胨 10 g,酵母浸出物 5 g,葡萄糖 20 g,吐温 (80) 1 mL,磷酸氢二钾 2 g,乙酸钠 5 g,柠檬酸钠 2 g,硫酸镁 200 mg,硫酸锰 50 mg,用蒸馏水定容至 1 L, pH 为 6.2~6.6。若制成凝固的 Hungate 厌氧滚管 (容量 20 mL,装培养基 3 mL) 进行乳酸菌鉴别计数,可在 100 mL 的 MRS 液体培养基中加入

琼脂 20 g 用 CO₂ 驱除管内空气并密封。

培养方法:乳酸菌的液体培养,采用 37 °C 静止培养 48 h。乳酸菌的固体计数培养,采用注射器把 0.2 mL 稀释菌液注入到装有固体培养基的 Hungate 厌氧滚管内 (50 °C),慢慢摇动,待微生物混匀后,厌氧管在冰花中快速旋转,让含菌的固体培养基均匀地分布在管壁上,37 °C 静止培养 48 h,进行乳酸菌计数。

1.2.3 异常汉逊酵母

YPD 培养基:酵母浸出物 10 g,蛋白胨 20 g,葡萄糖 20 g,用蒸馏水定容至 1 L, pH 为 7.0~7.2。

培养方法: 30 °C 150 r/min 振荡培养 48 h。

1.2.4 大肠杆菌鉴别培养基

伊红美蓝培养基:蛋白胨 10 g,乳糖 10 g,磷酸氢二钾 2 g,琼脂 14 g,伊红 0.4 g,美蓝 0.065 g,定容至 1 L, pH 为 7.2 ± 0.4。

培养方法: 37 °C 培养 48 h。

1.3 微生态制剂的制备

枯草芽孢杆菌、乳酪杆菌、异常汉逊酵母 3 者按 2 : 3 : 2 的比例混合,然后混合物再按 1 : 1 的比例与载体 (次粉) 混合,低于 50 °C 烘干,最后进行粉碎和包装。每 g 样品中的有效活菌数为 1.03×10^9 个,其中枯草芽孢杆菌 3.4×10^8 个、乳酪杆菌 4.1×10^8 个、异常汉逊酵母 2.8×10^8 个。

1.4 试验动物的选择、分组及饲养管理

试验在同一栋双列封闭式猪舍内进行,共分为 2 个阶段,皆为自由采食、自由饮水。分别在 7、28、35 和 60 日龄各称重 1 次,每天准确地记录仔猪的采食、腹泻和死亡等情况。

第 1 阶段选用教槽料,研究微生态制剂对哺乳仔猪 (7~28 日龄) 和断奶 1 周内仔猪 (28~35 日龄) 的影响。试验选取产期和窝仔数相近、胎次相同的初生仔猪 (长 × 大) 25 窝,随机分成 5 组,每组 5 窝。仔猪从 7 日龄开始诱食,28 日龄断奶后继续用教槽料饲喂断奶仔猪 1 周,各组仔猪的组成及饲粮不变。每组仔猪教槽料的处理分别为: I 组,基础饲粮 + 0.15% 次粉 (无抗生素,对照组); II 组,基础饲粮 + 0.05% 抗生素 (0.04% 氨来霉素 + 0.01% 硫酸粘杆菌素) + 0.10% 次粉; III 组,基础饲粮 + 0.05% 微生态制剂 + 0.10% 次粉; IV 组,基础饲粮 + 0.10% 微生态制剂 + 0.05% 次粉; V 组,基础饲粮 + 0.15% 微生态制剂。

第 2 阶段选用保育料, 重点研究微生态制剂对 35~ 60 日龄断奶仔猪的影响。选用 150 头 35 日龄仔猪, 随机分为 5 组, 每组 3 个重复, 每个重复 10 头仔猪。免疫消毒程序按猪场常规方法进行, 转入保育舍时用伊维菌素驱虫, 每头猪注射 1 mL。每组仔猪保育料的处理分别为: I 组, 基础饲料 + 0. 10% 次粉 (无抗生素, 对照组); II 组, 基础饲

粮 + 0. 05% 抗生素 (0. 04% 氨来霉素 + 0. 01% 硫酸粘杆菌素) + 0. 05% 次粉; III 组, 基础饲料 + 0. 025% 微生态制剂 + 0. 075% 次粉; IV 组, 基础饲料 + 0. 05% 微生态制剂 + 0. 05% 次粉; V 组, 基础饲料 + 0. 10% 微生态制剂。

1. 5 饲料组成及营养水平
基础饲料组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲料组成及营养水平 (风干基础)
Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis) %

项目 Items	教槽料 Creep diet	保育料 Starter diet
原料 Ingredients		
膨化玉米 Extruded corn	53. 66	
玉米 Corn		62. 00
膨化大豆 Extruded soybean	14. 00	5. 68
膨化豆粕 Extruded soybean meal	6. 00	
豆粕 Soybean meal		19. 00
乳清粉 Whey meal	10. 00	3. 00
鱼粉 Fish meal	2. 00	2. 00
血浆蛋白粉 Plasma protein powder	3. 00	1. 00
肠膜蛋白 Intestinal membrane protein	3. 00	
蔗糖 Sucrose	5. 00	4. 00
石粉 Limestone	0. 55	0. 55
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1. 40	1. 10
食盐 NaCl	0. 30	0. 30
赖氨酸 Lys	0. 14	0. 32
蛋氨酸 Met	0. 05	0. 05
预混料 Premix	1. 00	1. 00
合计 Total	100. 00	100. 00
营养水平 Nutrient levels		
消化能 DE/(MJ/kg)	15. 36	13. 88
粗蛋白质 CP	18. 24	18. 20
钙 Ca	0. 82	0. 70
总磷 TP	0. 67	0. 61
赖氨酸 Lys	1. 20	1. 20
蛋氨酸 Met	0. 37	0. 37

预混料为每千克饲料提供 Premix provides the following per kg of the diets VA 4 400 IU, VD₃ 2 200 IU, VE 20 IU, VK 3 mg, VB₁ 2. 0 mg, 核黄素 riboflavin 6 mg, VB₁₂ 0. 03 mg, 叶酸 folic acid 0. 3 mg, 生物素 biotin 4. 5 mg, 烟酸 niacin 25 mg, D - 泛酸 D - pantothenic acid 15 mg, 胆碱 choline 500 mg, Zn 130 mg, Fe 120 mg, Cu 10 mg, I 0. 3 mg, Se 0. 3 mg.

1. 6 仔猪胃肠道相关指标的测定

1. 6. 1 仔猪胃肠道中乳酸菌和大肠杆菌数量的测定
在第 2 阶段试验结束当天, 从第 I、II、IV 组分

别选取 3 头阉公猪, 屠宰后分别无污染地取胃、空肠、结肠、盲肠内容物, 并保留相关组织做结构分析用。分别称取 0. 5 g 相应内容物放于盛有 4. 5 mL

无菌生理盐水的容器内, 10倍稀释, 振荡 3 min, 取此稀释液 0.5 mL 于盛有 4.5 mL 灭菌生理盐水的容器内, 依次进行 $10^{-2} \sim 10^{-10}$ 倍稀释, 每个稀释倍数按 10 倍递增。从 10^{-5} 倍稀释开始, 分别取 0.1 mL 不同稀释倍数的稀释液涂抹在伊红美蓝培养基上 (每个稀释倍数 3 个重复), 37°C 下培养 48 h, 然后记录大肠杆菌的菌落数 (具有金属光泽的菌落), 换算成每 g 内容物所含菌落数 (cfu/g), 结果以对数 (lg) 平均值表示。乳酸菌采用 MRS 培养基, 稀释和计算方法同大肠杆菌, 具体操作和培养方法参照 1.2.2。

1.6.2 仔猪胃肠道内消化酶活力和酸碱度的测定

将肠道内容物按 1:10 的比例稀释, 搅拌均匀后 12 000 r/min 离心 10 min, 留上清液保存备用。蛋白酶活力测定, 采用 Folin-酚法^[7], 酶活定义为 1 mL 酶液在 pH 7.2 40°C 下, 每 min 水解酪蛋白产生 1 μg 酪氨酸的酶量为 1 个酶活力单位, 经换算后以 “U/g” 表示。淀粉酶活力的测定, 采用李影林等^[8]推荐的碘淀粉比色法, 1 个淀粉酶活力单位 (U/g) 定义为 pH 6.0 37°C 下, 5 min 内水解 1 mg 淀粉的酶量。胃肠道内容物 pH 采用数显酸度计直接测定。

1.6.3 仔猪胃肠道结构的测定

首先选取空肠、结肠和盲肠的中段, 进行组织切片制作, 主要流程包括流水冲洗、脱水、浸蜡、包埋、修蜡块、切片、展片、粘片、烘片、烤片、脱蜡、染色和封片等, 然后采用 LEICA DM 2000 设备的 Leica Qwin 测量系统测定。

1.7 仔猪血清生化指标的测定

进行前腔静脉采血, 每头猪采血 30 mL 收集于 50 mL 离心管中, 不加抗凝剂, 静置 2 h 待血清析出, 吸出血清, 置于冰箱中 -20°C 保存。血清常规生化指标主要包括谷丙转氨酶、谷草转氨酶、碱性磷酸酶、乳酸脱氢酶、总蛋白、白蛋白、球蛋白、葡萄糖、尿素、尿酸、肌酐、总胆红素、甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白等, 用全自动生化分析仪进行测定。测定免疫球蛋白 A (IgA) 的试剂盒购自北京华英生物技术有限公司, 利用 SN-695 型智能放免测量仪 (上海原子核研究所日环光电仪器有限公司) 进行 IgA 含量的测定。

1.8 数据分析和处理

试验数据以平均值 \pm 标准差表示, 利用 SAS 6.12 数据处理软件对所有试验数据进行统计分析。

各处理间平均值的比较采用 Duncan 氏多重比较进行差异显著性检验, $P < 0.05$ 即认为有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 不同处理的教槽料和保育料对哺乳和断奶仔猪生产性能的影响

从表 2 和表 3 中可以看出, 无论是在哺乳仔猪的教槽料或是在断奶仔猪的保育料中加入微生态制剂和抗生素, 皆对仔猪的生长无显著促进作用 ($P > 0.05$)。但是, 在仔猪的教槽料中加入 0.10% 微生态制剂, 可使仔猪的腹泻率和死亡率分别比对照组降低 61% 和 55%, 且优于抗生素 ($P < 0.05$)。另外, 在断奶仔猪的保育料中加入 0.05% 微生态制剂, 除降低仔猪的腹泻率外 ($P < 0.05$), 还使仔猪的成活率达到 100%, 远高于对照组 (93%), 具有明显的经济效益。

2.2 不同处理的保育料对仔猪胃肠道中乳酸菌和大肠杆菌数量的影响

由表 4 可知, 与对照组和抗生素组相比, 在断奶仔猪的保育料中加入 0.05% 微生态制剂, 可使仔猪胃、空肠、结肠、盲肠中的乳酸菌数量显著增加 ($P < 0.05$), 而使胃和盲肠中大肠杆菌数量显著降低 ($P < 0.05$), 有利于维持仔猪胃肠道微生物区系的稳定, 减少消化道疾病的发生。

2.3 微生态制剂对仔猪胃肠道结构、pH 及消化酶活力的影响

由表 5 可知, 与对照组相比, 在断奶仔猪的保育料中加入 0.05% 微生态制剂, 可使仔猪空肠、结肠、盲肠的肠壁厚度降低 ($P < 0.05$); 使空肠和盲肠的隐窝深度下降, 而使结肠隐窝深度上升 ($P < 0.05$); 使胃中蛋白酶和淀粉酶的活力上升 ($P < 0.05$), 而使空肠中淀粉酶的活力下降 ($P < 0.05$); 对胃和空肠中的酸碱度无显著影响 ($P > 0.05$)。

2.4 微生态制剂对仔猪血清生化指标的影响

由表 6 可知, 与对照组相比, 在断奶仔猪的保育料中加入 0.05% 微生态制剂, 可显著地提高仔猪血清中谷草转氨酶和乳酸脱氢酶的活力及 IgA 的含量 ($P < 0.05$), 而显著降低碱性磷酸酶的活力 ($P < 0.05$), 对其他血清生化指标无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 2 不同处理的教槽料对 7~ 35 日龄仔猪生产性能的影响

Table 2 Effects of different creep diets on the performance of piglets aged 7 to 35 days

项目 Items	组别 Groups				
	I	II	III	IV	V
7日龄仔猪体重 Body weight of piglets at the age of 7 days/kg	2.56±0.55	2.36±0.07	2.42±0.37	2.47±0.39	2.46±0.22
28日龄仔猪体重 Body weight of piglets at the age of 28 days/kg	6.83±1.33	6.87±1.03	6.59±1.23	6.78±0.97	7.29±0.49
35日龄仔猪体重 Body weight of piglets at the age of 35 days/kg	7.49±1.64	7.11±0.95	6.84±1.45	7.20±0.80	7.37±0.57
7日龄平均每窝仔猪数 Average number of piglets in each litter at the age of 7 d	9.60±2.07	10.40±2.30	10.40±0.55	10.60±1.14	9.25±1.71
35日龄平均每窝仔猪数 Average number of piglets in each litter at the age of 35 d	9.20±2.17	10.00±2.55	9.60±1.34	10.40±1.52	9.00±1.83
7~ 28日龄仔猪平均日增重 Average daily gain of piglets aged 7 to 28 days/(g/d)	203.48±37.83	205.89±34.43	198.53±41.68	205.40±31.84	229.97±27.01
7~ 35日龄仔猪平均日增重 Average daily gain of piglets aged 7 to 35 days/(g/d)	176.08±43.20	169.95±36.22	158.05±41.40	169.14±23.82	175.38±23.24
平均日采食量 Average daily feed intake/g	52.88±16.54 ^a	57.41±35.11 ^a	34.78±4.69 ^b	56.90±36.97 ^a	54.98±10.28 ^a
腹泻率 Diarrhea rate/%	1.97±0.21 ^b	3.29±0.34 ^a	4.29±0.45 ^a	0.77±0.11 ^c	4.49±0.52 ^a
死亡率 Mortality %	4.17±0.45 ^b	3.85±0.40 ^b	7.69±0.71 ^a	1.89±0.24 ^c	2.71±0.31 ^{bc}

同行肩标不同小写字母表示差异显著 (P < 0.05), 相同字母表示差异不显著 (P > 0.05)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscriptsm can significant difference (P < 0.05), while with the same letter superscriptsm can no significant difference (P > 0.05). The same as below.

表 3 不同处理的保育料对 35~ 60 日龄仔猪生产性能的影响

Table 3 Effects of different starter diets on the performance of piglets aged 35 to 60 days

项目 Items	组别 Groups				
	I	II	III	IV	V
平均日增重 Average daily gain/g	266.33±107.49	333.64±67.22	231.11±10.18	268.67±114.04	245.34±30.17
平均日采食量 Average daily feed intake/g	497.74±110.46	599.78±126.40	500.20±60.63	480.84±193.13	487.93±57.98
耗料增重比 Feed/gain	2.02±0.59	1.80±0.02	2.17±0.31	1.84±0.32	1.99±0.01
腹泻率 Diarrhea rate/%	1.33±0.12 ^a	0.40±0.05 ^b	0.69±0.08 ^b	0.41±0.04 ^b	1.14±0.11 ^a
死亡率 Mortality %	6.67	3.33	3.33	0.00	0.00

表 4 不同处理的保育料对仔猪胃肠道中乳酸菌和大肠杆菌数量的影响

Table 4 Effects of different starter diets on the counts of lactic acid bacteria and E. coli in the gut of piglets cfu/g

项目 Items	乳酸菌数量			大肠杆菌数量		
	The counts of lactic acid bacteria			The counts of E. coli		
	I	II	IV	I	II	IV
胃 Stomach	5.41±0.67 ^b	5.39±0.44 ^b	6.22±0.71 ^a	5.89±0.61 ^a	4.25±0.43 ^b	4.59±0.48 ^b
空肠 Jejunum	6.53±0.68 ^b	7.13±0.50 ^a	7.40±0.72 ^a	7.37±0.68 ^b	8.20±0.81 ^a	7.92±0.82 ^{ab}
结肠 Colon	8.76±0.89 ^b	7.05±0.65 ^c	9.54±0.82 ^a	9.91±0.89 ^a	9.40±0.96 ^a	9.18±0.88 ^a
盲肠 Caecum	8.97±0.78 ^b	9.05±0.84 ^b	9.83±0.91 ^a	11.32±1.24 ^a	9.78±0.96 ^b	8.94±0.89 ^c

表 5 微生态制剂对仔猪胃肠道结构、pH 及消化酶活力的影响

Table 5 Effects of probiotics on the structure, pH and enzyme activity in the gut of piglets

项目 Items	组别 Groups	
	I	IV
空肠厚度 Jejunum thickness/ μm	1 678.29 \pm 181.39 ^a	775.00 \pm 104.08 ^b
空肠隐窝深度 Jejunum crypt depth/ μm	639.14 \pm 250.87 ^a	452.00 \pm 122.36 ^a
结肠厚度 Colon thickness/ μm	1 506.83 \pm 168.15 ^a	740.38 \pm 126.36 ^b
结肠隐窝深度 Colon crypt depth/ μm	295.83 \pm 46.84 ^b	473.88 \pm 86.80 ^a
盲肠厚度 Caecum thickness/ μm	1 124.40 \pm 61.17 ^a	800.25 \pm 77.52 ^b
盲肠隐窝深度 Caecum crypt depth/ μm	424.20 \pm 35.46 ^a	364.88 \pm 51.94 ^b
胃中蛋白酶活力 Protease activity in stomach/(U/g)	16.38 \pm 1.98 ^b	40.18 \pm 4.44 ^a
空肠中蛋白酶活力 Protease activity in jejunum/(U/g)	45.64 \pm 5.67 ^a	61.15 \pm 6.34 ^a
胃中淀粉酶活力 Amylase activity in stomach/(U/g)	1 004.00 \pm 210.74 ^b	1 989.00 \pm 275.60 ^a
空肠中淀粉酶活力 Amylase activity in jejunum/(U/g)	7 410.00 \pm 317.82 ^a	5 812.00 \pm 584.90 ^b
胃内 pH pH in stomach	2.03 \pm 0.06 ^a	2.67 \pm 0.25 ^a
空肠内 pH pH in jejunum	6.30 \pm 0.26 ^a	6.37 \pm 0.06 ^a

表 6 微生态制剂对仔猪血清生化指标的影响

Table 6 Effects of probiotics on serum biochemical indices of piglets

项目 Items	组别 Groups	
	I	IV
谷丙转氨酶 GPT/(U/L)	34.67 \pm 14.05	44.00 \pm 9.54
谷草转氨酶 AST/(U/L)	24.33 \pm 14.43 ^b	101.00 \pm 26.46 ^a
碱性磷酸酶 ALP/(U/L)	153.67 \pm 46.29 ^a	96.33 \pm 19.86 ^b
总蛋白 TP/(g/L)	52.67 \pm 2.51	61.17 \pm 16.98
白蛋白 ALB/(g/L)	28.13 \pm 2.15	31.30 \pm 8.70
球蛋白 GLO/(g/L)	24.53 \pm 2.75	29.87 \pm 8.33
免疫球蛋白 A IgA/(mg/dL)	3.33 \pm 0.38 ^b	5.33 \pm 0.52 ^a
总胆红素 T-BIL/($\mu\text{mol/L}$)	4.90 \pm 1.82	7.23 \pm 4.96
尿素 UA/(mmol/L)	5.43 \pm 1.40	5.27 \pm 0.87
肌酐 CR/($\mu\text{mol/L}$)	65.33 \pm 7.51	79.67 \pm 30.07
尿酸 UA/($\mu\text{mol/L}$)	2.33 \pm 0.58	5.67 \pm 3.06
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	4.30 \pm 0.89	4.57 \pm 3.29
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.84 \pm 0.57	0.71 \pm 0.47
高密度脂蛋白 HDL/(mmol/L)	0.61 \pm 0.06	0.51 \pm 0.22
低密度脂蛋白 LDL/(mmol/L)	1.19 \pm 0.23	1.41 \pm 0.37
乳酸脱氢酶 LDH/(U/L)	173.00 \pm 43.51 ^b	996.33 \pm 130.00 ^a

3 讨 论

随着仔猪的快速生长及母猪泌乳的不足,提前补饲仔猪教槽料,对于提高哺乳仔猪的生产性能和锻炼其消化道功能十分重要。目前抗生素在仔猪饲料中的应用非常普遍,但由于抗生素具有严重的毒副作用,是耐药性“超级病菌”滋生的温床,因而,探讨利用微生态制剂来替代仔猪教槽料和保育料中的抗生素,对于人与畜的健康都具有特别重要的意义。

本研究证实,虽然在哺乳仔猪的教槽料和断奶仔猪的保育料中加入微生态制剂对仔猪的生长并没有明显改善作用(此结果与孙建广等^[9]的研究一致),但是它却使仔猪的腹泻率和死亡率明显降低,而且还优于抗生素,这为替代抗生素提供了依据。微生态制剂之所以有如此效果,其原因主要归结为微生态制剂通过提高胃肠道中有益菌的数量,降低有害菌的数量,达到促进动物健康的目的^[10-11],本研究的结果也证实了这一点。当前,微生态制剂在养猪生

产上的应用研究,大多集中在断奶仔猪和中大猪阶段^[2,12],对哺乳仔猪的研究较少,该研究结果对于哺乳和断奶仔猪的健康生产具有指导作用。另外,本研究还发现,微生态制剂的应用效果与其剂量有一定的关系,剂量过少可能会使有效菌达不到所需的数量,其益生作用发挥不出来;剂量过大可能会扰乱微生物区系的平衡,达不到预期目的。从本研究结果来看,仔猪教槽料中微生态制剂的适宜添加量为0.10%,保育料中为0.05%,这一添加量可依据产品中有效活菌数的高低而变化。

哺乳仔猪处于快速生长的阶段,消化道和消化腺逐渐成熟。一般情况下,仔猪在20~70日龄期间,消化道发育最快。在哺乳期,仔猪肠道上皮绒毛较长,隐窝较浅;仔猪断奶后,肠绒毛表面由高密度手指状变为平滑舌状,隐窝加深^[13]。隐窝深度代表了肠道上皮细胞的更新速度,深度越大则上皮细胞更新速度越快。小肠是营养物质的主要吸收部位,肠壁的厚度越小,吸收能力越强。本研究证实,微生态制剂可使仔猪空肠、结肠、盲肠的肠壁厚度降低,而使空肠和盲肠的隐窝深度下降,说明微生态制剂在促进肠道对营养物质吸收和降低肠道上皮细胞的更新速度方面具有一定作用,关于这一点目前国内外尚未见报道,有待于进一步研究。

微生态制剂可使胃中蛋白酶和淀粉酶的活力上升,其原因有2个:首先,微生态制剂中的枯草芽孢杆菌具有较强的分泌蛋白酶和淀粉酶的能力,使微生态制剂本身具有较高的蛋白酶和淀粉酶活力;其次,枯草芽孢杆菌自身在胃中增殖,分泌大量的蛋白酶和淀粉酶。胃中蛋白酶和淀粉酶的活力上升有利于动物对营养物质消化率的提高,从而对猪的生长和健康有促进作用。至于微生态制剂使空肠中淀粉酶活力下降,并对蛋白酶活力无显著影响的现象,可能是由于外源酶的降解,及对内源酶分泌的抑制作用所致。另外,微生态制剂对胃和空肠内的酸碱度无显著影响,这对于胃肠道内环境的稳定具有促进作用。

动物的血清生化指标,在一定程度上可以反映机体的整体代谢状况,从生化指标的异常变化可以推断出某一组织或器官的功能状况发生了改变。谷草转氨酶是动物肝细胞内参与氨基酸代谢的重要酶,正常情况下分布于肝细胞和其他组织内,在非必需氨基酸的合成和蛋白质分解代谢中起重要的中介作用。在排除肝细胞损伤的情况下,谷草转氨酶活

性的提高可反映出蛋白质合成和分解代谢的增强。乳酸脱氢酶是糖酵解途径中重要的酶,存在于肝脏等组织中,是反映细胞活性功能较敏感的生化指标,乳酸增多可导致糖酵解酶的活性增加^[14]。本研究结果表明,在饲喂仔猪后,微生态制剂中的乳酸菌可在胃、空肠、结肠和盲肠中大量增殖,并产生大量的乳酸,这是诱导机体产生大量乳酸脱氢酶的主要原因。微生态制剂可以提高机体的免疫力已被大量的研究所证实^[5,15-16],本研究也证明了这一点,主要是由于微生态制剂不仅具有提高体液免疫水平的功能,而且还可以激发肠道的局部免疫反应^[17]。机体免疫力的提高与仔猪健康状况和成活率的提高密切相关,对于养猪业生产具有特别重要的意义。血清中有来自不同组织的碱性磷酸酶,其中以来自肝脏和胆囊组织的为主。当动物遭遇应激、组织和细胞损伤或肝脏病变时,碱性磷酸酶就会大量释放到血液中使其浓度升高^[18]。本研究表明,微生态制剂可使仔猪血清中碱性磷酸酶含量显著降低,表示微生态制剂具有保护动物细胞、组织和器官免受损伤的功能。

4 结 论

①在哺乳仔猪的教槽料和断奶仔猪的保育料中分别加入0.10%和0.05%微生态制剂(全价料中有效菌含量分别为 1×10^6 和 5×10^5 cfu/g),可维持仔猪胃肠道微生物区系的稳定,使仔猪的腹泻率和死亡率明显降低,且优于抗生素。

②微生态制剂可改善仔猪肠道的结构,提高胃中蛋白酶和淀粉酶的活力,对于机体免疫力的提高和氧化损伤的保护具有重要作用。因此,微生态制剂是养猪生产中可替代抗生素的一种理想饲料添加剂。

参考文献:

- [1] 薛恒平. 医用抗生素作为饲料添加剂的负面效应度对策[J]. 饲料工业, 1998 19(9): 22-24
- [2] 李焕友, 甄辑铭. 微生态制剂在断奶仔猪饲料中应用效果研究[J]. 饲料工业, 2001 22(3): 10-11
- [3] 何若钢, 王士长, 徐菊芬. 益生菌防治仔猪下痢及对增重的影响[J]. 广西农业科学, 1996(4): 198-200
- [4] 穆巍, 阎宏, 李静, 等. 微生态制剂的作用机理及其在畜禽生产中的应用[J]. 现代畜牧兽医, 2007(5): 1-2
- [5] FULLER R. Probiotics in man and animals[J]. J. Appl.

- plied Bacteriology, 1989, 66: 365–378
- [6] 王书凤. 哺乳仔猪消化生理特点及其腹泻防制 [J]. 畜牧与饲料科学, 2007, 2: 39–41.
- [7] 吴国峰, 李国全. 工业发酵分析 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 43–46
- [8] 李影林, 卢淑文, 刘雅琴. 临床医学检验手册 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1987: 378–379
- [9] 孙建广, 张石蕊, 谯士彦, 等. 发酵乳酸杆菌对生长肥育猪生长性能和肉品质的影响 [J]. 动物营养学报, 2010, 22(1): 132–138
- [10] 李小飞, 王为民, 郑秋红, 等. 微生态制剂替代抗生素对猪生产性能和胃肠道微生物数量的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2008, 40(10): 55–57
- [11] SETIA A, BHANDARI S K, HOUSE J D, et al Development and in vitro evaluation of an *Escherichia coli* probiotic able to inhibit the growth of pathogenic *Escherichia coli* K88 [J]. Journal of Animal Science, 2009, 87(6): 2005–2012
- [12] VANDERHOOF J A. Probiotics future directions [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2001, 73(6): 1152–1155
- [13] CERA K R. Effect of age, weaning and postweaning diet on a small intestinal growth and jejunal morphology in young swine [J]. Journal of Animal Science, 1988, 66: 514–584
- [14] 张海奇, 刘学文, 郎森阳, 等. W 27 对 PTZ 诱导的癫痫大鼠的脑保护作用及机制的实验研究 [J]. 中风与神经疾病杂志, 2010, 27(5): 423–425
- [15] 杨林, 霍贵成, 杨丽杰. 微生态制剂对仔猪肠道非特异性免疫机能的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2003(7): 13–15
- [16] YIN Q Q, CHANG J, ZUO R Y, et al Effect of the transformed *Lactobacillus* with phytase gene on pig production performance, nutrient digestibility, gut microbes and serum biochemical indexes [J]. Asian-Australian Journal of Animal Sciences, 2010, 23(2): 246–252
- [17] GORBACH S L, CHANG T W, GOLD N B. Successful treatment of relapsing *Clostridium difficile* colitis with *Lactobacillus* GG [J]. Lancet, 1987, 2: 1519.
- [18] 李建平, 单安山, 程宝晶, 等. 五味子、柠檬酸对断奶仔猪血清生化指标和免疫功能的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2009(17): 25–29.

Probiotics Effects on Performance and Mechanisms of Action in Suckling and Weaner Piglets

YIN Qingqiang^{1,2} LIXiaofei¹ CHANG Juan¹ ZHENG Qihong¹
YANG Yurong¹ ZUO Ruiyu¹ LIU Junxi²

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002 China;

2 Henan Engineering & Technology Research Center of Feed Microbiology, Zhoukou 466000 China)

Abstract In order to study the effects of probiotics on the performance and health in suckling and weaner piglets, the experiments were divided into two phases. In the first phase, the piglets were fed creep diets from 7 to 35 days old and weaned at the age of 28 d. In the second phase, the piglets were fed starter diets from 35 to 60 days old. The results are showed as follows: 1) the addition of probiotics and antibiotics in the creep and starter diets had no significant effects on piglet growth ($P > 0.05$), but 0.10% probiotics in the creep diet and 0.05% probiotics in the starter diet could reduce diarrhea rate and mortality, compared with the control and antibiotics ($P < 0.05$), in which the visible counts of probiotics were 1×10^6 and 5×10^5 cfu/g respectively. 2) The addition of 0.05% probiotics in the starter diet of piglets could increase the number of lactic acid bacteria in stomach, jejunum, colon and caecum ($P < 0.05$), and reduce *E. coli* in stomach and caecum ($P < 0.05$), compared with the control and antibiotics, which would keep gut microbes stable and help to reduce digestive diseases. 3) Probiotics could reduce the membrane thickness of jejunum, colon and caecum ($P < 0.05$); reduce crypt depth of jejunum and caecum, while increase crypt depth of colon ($P < 0.05$). Probiotics had the ability to increase the activities of protease and amylase in stomach, but reduce amylase activity in jejunum ($P < 0.05$). In addition, it could keep pH stable in stomach and jejunum. 4) Probiotics could increase the activities of serum aspartate aminotransferase and lactate dehydrogenase as well as the concentration of immunoglobulin A ($P < 0.05$), while reduce serum alkaline phosphatase activity ($P < 0.05$), and it had no significant effect on other serum biochemical indices. It can be concluded that probiotics will be an ideal feed additive to reduce digestive diseases and mortality, and improve immunity and health in piglets [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2011, 23(4): 622-630]

Key words probiotics; piglets; performance; gut structure; serum biochemical indices