

乳酸菌对断奶仔猪生产性能及免疫力的影响

张常明¹, 李路胜^{1,2}, 王修启¹, 冯定远¹, 谭会泽¹

(¹华南农业大学动物科学学院, 广东 广州 510642; ²山东省聊城大学农学院, 山东 聊城 252000)

摘要: 为了研究植物源性乳酸菌对断奶仔猪生产性能及免疫功能的影响, 选取35日龄左右、断奶后平均个体质量为 (7.48 ± 0.23) kg的大长二元杂阉公猪165头, 随机分成5个处理组, 每个处理组3个重复, 每个重复11头, 试验期28 d, 分别饲喂基础日粮(I组)、基础日粮+金霉素 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (II组)、基础日粮+乳酸菌 $10 \text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (III组)、基础日粮+乳酸菌 $30 \text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (IV组)、基础日粮+乳酸菌 $60 \text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (V组), 结果表明: 在断奶仔猪日粮中添加乳酸菌和金霉素能提高仔猪的平均日增质量、降低料增质量比, 1~28 d, 、 、 、 组同I组比较, 平均日增质量分别提高了14.8%、8.9%、30.5%和29.6%, 料增质量比分别下降了9.6%、7.0%、20.5%和17.9%, 1~14和1~28 d的 、 和V组的腹泻率为0, 试验得出乳酸菌的最适添加量为 $30 \text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; 乳酸菌可以提高血清T4和IGF-I的水平; 组和I组比较: 14 d时淋巴细胞转化率显著提高($P < 0.05$), 28 d时有增高的趋势但差异不显著($P > 0.05$); 28 d时血清中IgG显著提高($P < 0.05$), IgA、IgM有增高的趋势但差异不显著($P > 0.05$); 表明乳酸菌对断奶仔猪的免疫功能有促进作用。

关键词: 乳酸菌; 生产性能; 免疫; 仔猪

中图分类号: S828 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2006)03-0081-04

Effect of Lactobacillus on Productive Performance and Immunity of Weaned Piglets

ZHANG Chang-ming¹, LI Lu-sheng^{1,2}, WANG Xiu-qi¹, FENG Ding-yuan¹, TAN Hui-ze¹

(¹ College of Animal Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

² College of Agriculture, Liaoheng University, Liaoheng 252000, China)

Abstract: In order to study the effect of plant source Lactobacillus on the productive performance and the immunity, 165 weaned piglets with average body mass of (7.48 ± 0.23) kg were selected, and they were divided into 5 groups (3 repeats per group and 11 piglet per repeat). The five groups were fed basic diet (group I), basic diet + aureomycin 300 mg/kg (group II), basic diet + Lactobacillus $10 \text{ mL} \cdot (\text{piglet} \cdot \text{day})^{-1}$ (group III), basic diet + Lactobacillus $30 \text{ mL} \cdot (\text{piglet} \cdot \text{day})^{-1}$ (group IV) and basic diet + Lactobacillus $60 \text{ mL} \cdot (\text{piglet} \cdot \text{day})^{-1}$ (group V), respectively. The trial period of time was 28 d. The diet with Lactobacillus and diet with aureomycin increased the average daily gain (ADG) and decreased the ratio of feed/gain. At the end of the trial, the ADG of group , , and increased by 14.8%, 8.9%, 30.5% and 29.6%, respectively, and the F/G decreased by 9.6%, 7.0%, 20.5% and 17.9%, respectively. The optimal supplement of plant source Lactobacillus was $30 \text{ mL} \cdot (\text{piglet} \cdot \text{day})^{-1}$. The concentration of T4 and IGF-I in serum were increased by Lactobacillus. The blood lymphocyte transformation rate of group IV was significantly higher than that of group I on day 14 ($P < 0.05$) and had the trend to increase on day 28 ($P > 0.05$). On day 28 of the trial, the level of IgG in serum of group IV was significantly higher than that of group I ($P < 0.05$) and the levels of IgA, IgM in serum of group IV had the trend to increase than group I ($P > 0.05$). The results indicated that Lactobacillus could improve the immune function of the piglets.

Key words: Lactobacillus; productive performance; immune; piglet

收稿日期: 2006-03-24

作者简介: 张常明(1971-), 男, 畜牧师, 硕士; 通讯作者: 冯定远(1961-), 男, 教授, E-mail: fengdy@scau.edu.cn

基金项目: 广东省自然科学基金重点项目(021047)

随着人们对动物性食品安全的广泛关注,绿色、安全且能有效替代抗生素和抗菌药物的饲料添加剂,如益生菌、酶制剂等的开发与利用成为人们的研究热点.乳酸菌是一类群能使可发酵碳水化合物(主要指葡萄糖)产生大量乳酸的细菌总称^[1],是我国最早公布的2种可直接使用的饲料级微生物添加剂菌种之一^[2],乳酸菌具有通过发酵产生有机酸、特殊酶系、乳酸菌素、细菌表面成分等物质^[3],在体内能改善胃肠道功能^[1-5]、提高畜禽免疫功能^[4,6-8]、抗菌^[4,8-9]、提高畜禽生产性能等^[1,3-4,10-11].目前研究报告中乳酸菌菌种大多是来自动物体本身或其产品中,少数来自自然界土壤中^[5],且对仔猪的研究内容主要集中在调节动物消化道微生态环境的作用^[8],涉及到仔猪的内分泌和免疫力的影响报道甚少.本研究旨在探讨植物源性乳酸菌对断奶仔猪生产性能、内分泌及免疫力的影响,为植物源性乳酸菌在现代畜牧业生产中的应用提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 试验用乳酸菌选用

本试验所选用液态高浓度 JBC“乐图”乳酸菌,从植物野菜中提取,所用菌液中活菌数由华南农业大学动物营养实验室测定为 1.2×10^7 cfu/mL.

1.2 试验动物和试验设计

从华南农业大学原种猪场选取 25 日龄断奶二元杂(大♂×长♀)阉公猪 165 头,预饲 10 d,经血清学检测伪狂犬和蓝耳病为阴性,35 日龄平均个体质量为 (7.48 ± 0.23) kg,依照其体质量、窝别一致的原则分成 5 个处理组,每个处理组设 3 个重复,每个重复 11 头猪,分别饲喂:基础日粮(I组)、基础日粮+金霉素 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (II组)、基础日粮+乳酸菌 $10 \text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (III组)、基础日粮+乳酸菌 $30 \text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (IV组)、基础日粮+乳酸菌 $60 \text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (V组),基础日粮配方及营养水平见表 1.试验期为 28 d.于试验开始 14 和 28 d 时仔猪个体空腹称质量,计算平均日增质量(ADG);记录给料量和剩料量,计算料增质量比(F/G),根据最佳生产性能得出该乳酸菌的最佳添加量.

在试验第 14 d 和第 28 d,每个重复内随机选取不少于 3 头,每个处理共 10 头体质量相近的仔猪,前腔静脉采血 10 mL,其中 5 mL 全血用于测定淋巴细胞转化率,5 mL 制备血清,用于测定血清中三碘甲原氨酸(T_3)、甲状腺素(T_4)、类胰岛素生长因子(IGF-I)、IgA、IgG 和 IgM 含量.

1.3 基础日粮配方及营养水平

试验基础日粮参照 NRC(1998)猪营养需要,并结合试验场生产实际配制(表 1).

表 1 基础日粮配方及营养水平

Tab. 1 Ingredients of basic diet and the nutrient level

原料及营养水平 ingredients and nutrients level	w/%	原料及营养水平 ingredients and nutrients level	w/%
玉米 corn grain	58.00	粗蛋白 CP ²⁾	19.00
豆粕 soy bean meal	18.00	粗纤维 CF	6.00
膨化大豆 inflated soy bean	6.00	粗灰份 Ash	8.00
鱼粉 fish meal	5.00	钙 Ca	0.80
乳清粉 whey meal	6.00	有效磷 AP	0.40
代乳粉 replacement milk meal	1.00	食盐 NaCl	0.35
脂肪粉 oil meal	2.00	蛋氨酸 Met	0.30
石粉 CaCO_3	0.80	赖氨酸 Lys	1.15
磷酸氢钙 CaH_2PO_4	1.10	消化能 DE/(MJ·kg ⁻¹)	15.20
食盐 NaCl	0.35		
赖氨酸 Lys	0.25		
预混料 ¹⁾ premix	1.50		
合计 total	100		

1) 预混料为每千克日粮提供:VA 20 000 IU, VD 2 000 IU, VE 60 IU, VK 2 mg, VB₁ 2 mg, 核黄素 10 mg, 泛酸 20 mg, 烟酸 40 mg, VB₆ 5 mg, VB₁₂ 40 μg, 叶酸 1.5 mg, VC 200 mg; 氯化胆碱 600 mg; 锰 75 mg; 锌 120 mg, 铁 140 mg, 铜 8 mg, 碘 0.4 mg, 硒 0.3 mg; 2) 粗蛋白为实测值,其余营养水平为计算值

1.4 饲养管理

饲养试验在华南农业大学原种猪场进行.网床分 15 栏饲养,舍温保持在 25~27℃,不锈钢可调式料槽,乳头式饮水器,粉料饲喂,自由采食和饮水.按猪场常规管理程序进行驱虫和免疫,仔猪 40 日龄时每头肌肉注射 2 mL 中国农业科学院兰州兽医研究所生产口蹄疫浓缩疫苗.

1.5 测定指标与方法

1.5.1 生产性能 包括各试验处理组 14 和 28 d 平均日增质量和料增质量比,同时观察各试验组仔猪腹泻率,从而得出乳酸菌在日粮中的最佳添加量.

1.5.2 血液激素指标 包括血清中 T_3 、 T_4 和 IGF-I 的含量,测定仪器采用上海原子核研究所日环仪器一厂的 γ -放射免疫计数器(sn-695B 型智能放免 γ -测量仪),试剂盒全购自天津九鼎医学生物工程有限公司,其中血清中 T_3 、 T_4 测定方法按试剂盒推荐的液相平衡竞争放射免疫分析法、IGF-I 按推荐的平衡饱和竞争放射免疫分析法.

1.5.3 免疫指标 在最佳添加量情况下测定 14 和 28 d T 淋巴细胞转化率,采用四甲基偶氮唑盐(MTT)法,血清中 IgA、IgG、IgM 测定采用 Beckman cx-T delta 全自动生化分析仪,试剂盒购自上海玉兰生物仪器有限公司及推荐的免疫比浊法测定.

1.5.4 乳酸菌活菌数测定 采用改良 MRS 固体培养基进行培养.根据对样品情况的预测定,选择 3 个较为合适的稀释度,用微量取液器分别取稀释液 0.1 mL 接种于改良 MRS 固体培养基平皿上,每个稀

释度设3个重复,编号,置37℃培养箱中有氧培养48 h后,选取乳白色,稍偏黄,表面光滑、凸起,边缘整齐不透明,质地软,直径0.6~2.7 mm的菌落进行计数,并进一步做生化鉴定。

改良MRS固体培养基的配制如下:蛋白胨10 g、柠檬酸二铵2 g、牛肉膏10 g、三水醋酸钠5 g、酵母膏5 g、磷酸氢二钾2 g、吐温-80 1 mL、葡萄糖20 g、琼脂15~20 g、盐液5 mL(七水硫酸镁11.5 g,四水硫酸锰2.8 g,蒸馏水100 mL)、蒸馏水1 000 mL,将以上药品称好混匀后,加热熔化,待冷至60℃,加入7.5 g碳酸钙,摇匀,倾注无菌平皿,冷却后便可接种。

1.6 数据处理

所有试验数据均用SAS8.1统计软件进行方差

分析,用邓肯氏新复极差法进行多重比较,试验结果用“平均数±标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 乳酸菌对断奶仔猪生产性能的影响

从表2中可以看出添加金霉素和乳酸菌都显著提高了仔猪的生产性能,其中,试验全期IV组比I组平均日增质量提高了30.1%,比II组提高了13.5%,IV组比I组料质量比下降了20.5%,比III组下降了12.1%,1~14 d和1~28 d的II、IV和V组的腹泻率为0,IV组与V组生产性能接近。由此得出乳酸菌的最佳添加量为30 mL·头⁻¹·d⁻¹。

表2 乳酸菌对断奶仔猪生产性能的影响¹⁾

Tab. 2 Effect of *Lactobacillus* on productive performance of weaned piglet

n = 33

生产性能 productive performance	I	II	III	IV	V
试验始质量 begin mass/kg	7.51 ± 0.25	7.36 ± 0.53	7.68 ± 0.35	7.26 ± 0.53	7.59 ± 0.24
14 d时平均质量 14 d mass/kg	10.13 ± 0.68	10.57 ± 0.73	10.58 ± 0.68	10.77 ± 0.24	11.14 ± 0.33
1~14 d平均日增质量 1-14 d ADG/(g·d ⁻¹)	187.32 ± 10.27A	229.13 ± 7.80B	207.43 ± 9.87C	250.78 ± 3.21D	253.34 ± 8.07D
1~14 d平均耗料量 1-14 d feed mass/kg	6.73 ± 0.61	7.0 ± 0.34	6.53 ± 0.46	6.99 ± 0.11	7.42 ± 0.36
1~14 d料增质量比 1-14 d feed/gain	2.57 ± 0.35a	2.18 ± 0.17b	2.25 ± 0.24b	1.99 ± 0.13c	2.09 ± 0.17c
28 d时平均质量 28 d mass/kg	14.14 ± 0.79	14.95 ± 0.24	14.88 ± 0.73	15.89 ± 0.32	16.18 ± 0.19
1~28 d平均日增质量 1-28 d ADG/(g·d ⁻¹)	236.76 ± 5.91A	271.23 ± 1.93B	257.23 ± 5.22C	308.05 ± 1.37D	306.91 ± 1.19D
1~28 d平均耗料量 1-28 d feed mass/kg	15.18 ± 0.92	15.71 ± 0.28	15.33 ± 0.69	15.71 ± 0.26	16.15 ± 0.46
1~28 d料增质量比 1-28 d feed/gain	2.29 ± 0.21a	2.07 ± 0.13b	2.13 ± 0.27a	1.82 ± 0.06c	1.88 ± 0.11c
1~14 d腹泻率 1-14 d diarrhoea rate/%	7.8	0	7.5	0	0
1~28 d腹泻率 1-28 d diarrhoea rate/%	4.7	0	5.2	0	0

1) 同行数据后小写字母不同者示差异显著($P < 0.05$),同行数据后大写字母不同者示差异极显著($P < 0.01$, Duncan's 法)

2.2 乳酸菌对仔猪有关血清激素水平的影响

由表3可见试验28 d时,血清中IGF-I质量浓度表现出与生长性能的一致性,IV、V组与I、II、III组差异显著($P < 0.05$),而I、II、III组之间,IV、V组之间无显著性差异($P > 0.05$)。血清中 T_3 质量浓度各组间差异不显著($P > 0.05$),但IV组和V组较对照组有升高的趋势;血清中 T_4 质量浓度II、IV、V组比I、III组升高显著($P < 0.05$)。

2.3 乳酸菌对仔猪免疫功能的影响

由表4可见试验14 d,乳酸菌(IV组)显著提高了淋巴细胞转化率($P < 0.05$),28 d时,对照组和IV

表3 乳酸菌对血清中激素水平的影响¹⁾

Tab. 3 The effect of *Lactobacillus* on hormone level of serum

n = 10, 28 d

组别 group	$\rho(T_3)/$ (ng·mL ⁻¹)	$\rho(T_4)/$ (μg·mL ⁻¹)	$\rho(IGF-I)/$ (ng·mL ⁻¹)
I	1.02 ± 0.32a	4.71 ± 0.31a	187.60 ± 3.05a
II	1.17 ± 0.03a	5.58 ± 0.19b	210.64 ± 1.94a
III	1.02 ± 0.13a	4.80 ± 0.13a	190.14 ± 1.22a
IV	1.32 ± 0.17a	5.65 ± 0.23b	216.82 ± 1.66b
V	1.27 ± 0.21a	5.62 ± 0.32b	218.08 ± 3.93b

1) 同列数据后字母不同者示差异显著($P < 0.05$, Duncan's 法)

表4 乳酸菌对断奶仔猪免疫指标的影响¹⁾

Tab. 4 The effect on the immune performance of weaned piglets

n = 10

组别 group	淋巴细胞转化率 transformation rate of lymphocyte/%		$\rho^2)/(g \cdot L^{-1})$		
	14 d	28 d	IgG	IgA	IgM
I	67.35 ± 9.06a	90.8 ± 10.09a	5.07 ± 0.35a	1.42 ± 0.19a	3.06 ± 0.25a
IV	96.72 ± 11.34b	121.4 ± 11.23a	6.54 ± 0.19b	1.68 ± 0.23a	3.37 ± 0.19a

1) 同列数据后字母不同者示差异显著($P < 0.05$, Duncan's 法);2) 试验28 d时测定

组差异不显著($P > 0.05$),但IV组有增高的趋势,说明乳酸菌对细胞免疫有利。

3 讨论

乳酸菌能在体内正常发挥代谢活性,直接为宿主提供可利用的必需氨基酸(如赖氨酸和蛋氨酸等)和各种维生素(维生素B族和K、H等),还可提高矿物元素的生物学活性,进而达到为宿主提供必需营养,增强动物的营养代谢,直接促进生长的作用^[1],乳酸菌产生的酸性代谢产物使肠道环境偏酸性,而一般消化酶的最适pH值为偏酸性,这样就有利于部分营养素的消化吸收,有机酸的产生还可加强肠道的蠕动和分泌,有机酸还能使钙、磷等营养素处于易吸收的离子状态,有利于骨骼发育^[8],李维炯等^[4]用微生态制剂饲喂育肥,日增质量和料增质量比分别提高了21%和15.1%。赵京杨等^[10]用益生菌饲喂断奶小猪平均日增质量较对照组提高了15.94%,本试验结果进一步证实了植物源乳酸菌对仔猪同样有较好的促进生长作用,尤其是每天 $30\text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 的添加水平能产生较好的经济效益。

哺乳动物生长轴中,生长激素(GH)的促生长作用主要通过IGF_s介导而实现的。IGF_s有2种:即IGF-I和IGF-II。IGF-I不仅促进细胞增殖,还促进细胞分化^[12]。血清中IGF-I的水平与猪的体质量和增质量呈正相关^[13],本试验28 d,添加乳酸菌的试验组血清中IGF-I质量浓度变化表现出与日增质量较一致的结果。 T_3 、 T_4 生理作用十分广泛:氧化产热、对水和离子转运、对糖、脂肪、蛋白质代谢、对动物生长发育都有促进作用。本试验也发现:添加乳酸菌的试验组血清中 T_3 质量浓度有升高的趋势,而 T_4 的水平显著高于对照组,说明乳酸菌在促进仔猪生长的同时,仔猪甲状腺分泌增强。

口服乳酸菌制品能够增强免疫力表现在两方面:一是影响非特异性免疫应答,增强单核吞噬细胞(单核细胞和巨噬细胞),多形核白细胞(主要是嗜中性粒细胞)和自然杀伤细胞的活力;二是刺激特异性免疫应答,如增加粘膜表面中IgA、IgG和IgM水平,以强化免疫,促进T、B淋巴细胞的增殖和成熟,加强细胞免疫^[7-8]。淋巴细胞是进行细胞免疫应答的主要功能细胞,淋巴细胞在体外培养时,受到有丝分裂原或特异性抗原刺激作用下转化为淋巴母细胞,水溶性噻唑蓝在激活淋巴母细胞线粒体酶系统作用下,形成溶于有机溶剂的蓝紫色结晶噻唑蓝。通过比色测定,从而判定转化细胞数量,反映机体免疫功能状态。金立明等^[8]报道益生菌可以提高动物体IgA、IgG和IgM水平,张辉华等^[14]研究热灭活乳杆菌对竹丝肉鸡T淋巴细胞活性有有益作用,本试验结果表明:

试验14 d时,添加乳酸菌 $30\text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 组T淋巴细胞转化率显著高于对照组;28 d时,T淋巴细胞转化率虽有提高,但差异不显著,这可能与随着日龄的增长,断奶仔猪本身免疫系统发育进一步完善有关。试验28 d时,添加乳酸菌 $30\text{ mL} \cdot \text{头}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 组血清中IgG质量浓度显著高于对照组,IgA、IgM差异不显著,但有增高趋势,试验证实了乳酸菌有增强仔猪免疫功能的作用。

参考文献:

- [1] 黄庆生,王加启. 饲料乳酸菌类益生菌的作用机制和应用[J]. 动物营养学报,2002,14(4):12-17.
- [2] 李树鹏,赵献军. 黄氏多糖及益生菌合生元对雏鸡肠道微生物区系的影响[J]. 家畜生态学报,2005,26(3):21-24.
- [3] 田河山. 益生菌的作用机理及饲用效果[J]. 国外畜牧科技,1994,12(6):7-8.
- [4] 李维炯,倪永珍,黄宏坤. 微生态制剂在生态畜牧业中的应用[J]. 中国农业大学学报,2003,8(增刊):85-92.
- [5] 叶红,杨隽,叶于薇,等. 益生菌制剂改善肠胃道功能的动物实验研究[J]. 中国微生态杂志,2001,13(1):19-21.
- [6] HERICH R, REVAJOVA V, LEVKUT M. The effect of *Lactobacillus paracasei* and raftilose P95 upon the non-specific immune response of piglets[J]. Food and Agricultural Immunology, 2002, 14: 171-179.
- [7] BUONOMV F G, LAUTERIO J J, BAILE G A. Determination of insulin-like growth factor I and IGF binding protein levels in swine [J]. Domestic Animal Endocrinology, 1987, 4: 23-31.
- [8] 金立明,刘忠军. 益生菌研究进展[J]. 经济动物学报, 2004, 8(3): 181-184.
- [9] 李铁军,李爱云,张晓峰. 乳酸菌抗菌作用机理研究进展[J]. 微生物学通报,2002,29(5):81-85.
- [10] 赵京杨,张金洲. 加酶益生菌对哺乳及断奶仔猪生产性能和腹泻频效的影响[J]. 华中农业大学学报,2001,20(2):148-150.
- [11] 杨建军,赵红霞. 乳酸菌及其在畜牧业中的应用[J]. 畜禽业, 2001, (8): 36-37.
- [12] 江青艳,傅伟龙. 动物科学进展[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000:7-10.
- [13] SOROKULOVA I B. Effect of probiotics from bacilli on macrophage functional activity [J]. Antibiot Khimioter, 1998, 43(2): 20-23.
- [14] 张辉华,毕英佐,曹永长,等. 热灭活乳酸杆菌微生态制剂对竹丝肉鸡生长与免疫的影响[G]//冯定远. 生物技术在饲料工业中的应用. 广州:广东科技出版社, 2001:124-130.

【责任编辑 柴 焰】