

丁酸钠和甘露寡糖对断奶仔猪生长性能和免疫功能的影响

游金明 付建福 王自蕊 黎观红 瞿明仁*

(江西农业大学动物科技学院,南昌 330045)

摘要: 试验选用 72 头遗传背景相似、平均体重为 (6.68 ± 0.23) kg 的 28 日龄的“长×大”断奶仔猪,以研究丁酸钠(SB)和甘露寡糖(MOS)对断奶仔猪生长性能和免疫功能的影响及其互作效应。试验仔猪按完全随机区组设计分为 9 个处理,每处理 4 个重复,每重复 2 头仔猪。9 个处理分别饲喂含 0、0.10% MOS、0.20% MOS、0.05% SB、0.05% SB+0.10% MOS、0.05% SB+0.20% MOS、0.10% SB、0.10% SB+0.10% MOS、0.10% SB+0.20% MOS 的饲料。预试期为 3 d,正试期 28 d。结果表明:1)28~41 d 时,饲料中添加 0.10% SB+0.10% MOS 可显著提高仔猪的平均日增重($P < 0.05$)并降低料重比($P < 0.05$);28~55 d 时,添加 0.05% SB+0.20% MOS、0.10% SB+0.10% MOS 和 0.10% SB+0.20% MOS 显著提高了仔猪的平均日增重($P < 0.05$),前两者还降低了仔猪料重比($P < 0.05$);2)仔猪平均日采食量以 0.10% SB+0.10% MOS 组最高($P < 0.05$);3)仔猪注射卵清白蛋白(OVA)后第 7 天,饲料中添加 0.05% SB+0.20% MOS、0.10% SB、0.10% SB+0.10% MOS 及 0.10% SB+0.20% MOS 的仔猪血清 OVA 抗体水平显著升高($P < 0.05$);4)SB 与 MOS 对断奶仔猪生长性能和免疫水平均没有体现互作效应。由此可知,丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪生长性能和免疫水平有促进作用,尤其以 0.10% 丁酸钠+0.10% 甘露寡糖的组合效果最佳,但在本试验条件下两者未表现出互作效应。

关键词: 丁酸钠;甘露寡糖;生长性能;免疫;仔猪

中图分类号: S828;S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2010)02-0346-06

在养猪生产中,免疫应激和免疫抑制是导致“仔猪早期断奶综合症”的主要原因之一。长期以来,人们习惯通过在饲料中添加抗生素来预防和控制仔猪腹泻,促进仔猪生长。然而,这种传统的技术手段已导致了猪体肠道黏膜上皮细胞损伤、畜产品安全下降及环境污染等问题。因此,从源头上增强仔猪的机体免疫力是解决这一问题的根本途径。甘露寡糖(mannan-oligosaccharides, MOS)作为新型饲料添加剂,日益受到业界的重视,被誉为继抗生素时代之后最有潜力的促生长保健物质,在动物营养中具有广阔的应用前景。饲用丁酸钠(sodium butyrate, SB)则是近年来研究和开发十分活跃的领域,基础研究和生产应用都取得了可喜的进展。作为一类功能性添加剂,丁酸钠最直接的效果是为仔猪小肠绒毛提供能量,维持绒毛正常的形态结构与功能,从而促进养分吸收。丁酸钠与甘露寡糖在畜禽体内发挥着各自的生理功能已有大量的报道,但两者同时用

于仔猪饲料中的效果如何,是否可取长补短?目前尚无研究丁酸钠与甘露寡糖在相同条件下的效果比较以及它们联合使用的试验效应。本研究以丁酸钠与甘露寡糖为材料,探讨两者组合对断奶仔猪生长性能和免疫功能的影响及其互作效应,从而为确定丁酸钠和甘露寡糖在断奶仔猪饲料中的适宜组合用量提供参考依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验材料

所使用的丁酸钠(纯度为 98%)和甘露寡糖(纯度为 96%)分别由新奥农牧发展有限公司和北京奥特奇生物制品有限公司馈赠,两者的试验用量均指有效含量。

1.2 试验动物及分组设计

试验选用 72 头遗传背景相似、平均体重为 (6.68 ± 0.23) kg 的 28 日龄断奶“长×大”仔猪,按

收稿日期:2009-09-21

基金项目:江西省科技支撑计划(2009BNA06700)和江西农业大学青年基金(2516)

作者简介:游金明(1973-),男,江西赣县人,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为猪的营养及营养调控。E-mail: youjinm@163.com

* 通讯作者:瞿明仁,教授,博士生导师,E-mail: qumingren@sina.com

完全随机区组设计分为 9 个处理,每个处理 4 个重复,每个重复 2 头仔猪,处理 1 为对照组,饲喂基础日粮,处理 2~处理 9 分别饲喂在基础饲料中添加

不同水平丁酸钠和甘露寡糖的饲料,具体试验设计见表 1。基础饲料为玉米-豆粕型饲料,其营养水平参照 NRC(1998)推荐量并作适当调整(表 2)。

表 1 试验设计

Table 1 Experimental design

(%)

项目 Items	处理 1 Treatment 1	处理 2 Treatment 2	处理 3 Treatment 3	处理 4 Treatment 4	处理 5 Treatment 5	处理 6 Treatment 6	处理 7 Treatment 7	处理 8 Treatment 8	处理 9 Treatment 9
丁酸钠添加量 Addition of SB	—	—	—	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10
甘露寡糖添加量 Addition of MOS	—	0.10	0.20	—	0.10	0.20	—	0.10	0.20

表 2 基础饲料组成及营养水平(饲喂基础)

Table 2 Composition and nutrient levels of the basal diet (fed basis, %)

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	60.47
膨化大豆 Extruded soybean	10.00
豆粕 Soybean meal	16.90
鱼粉 Fish meal	4.50
乳清粉 Whey powder	5.00
L-赖氨酸 L-Lys	0.20
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.03
磷酸氢钙 CaHPO ₄	0.90
石粉 Limestone	0.80
食盐 NaCl	0.20
预混料 Premix	1.00
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrients levels	
消化能 DE (MJ/kg)	14.18
粗蛋白质 CP	19.67
钙 Ca	0.87
总磷 TP	0.70
赖氨酸 Lys	1.31
蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys	0.74
苏氨酸 Thr	0.80
色氨酸 Typ	0.24

预混料为每千克饲料提供 Premix provides following per kg of diet: VA 4 350 IU; VD₃ 2 150 IU; VE 15 IU; VK 3 mg; VB₁ 1.8 mg; 核黄素 riboflavin 6 mg; VB₁₂ 0.024 mg; 叶酸 folic acid 0.3 mg; 生物素 biotin 4.5 mg; 烟酸 niacin 24 mg; D-泛酸 D-pantothenic acid 15 mg; 胆碱 choline 500 mg; Zn 125 mg; Fe 120 mg; Cu 10 mg; I 0.3 mg; Se 0.3 mg。

1.3 饲养管理

试验在江西农业大学种猪场进行。试验前对猪舍进行消毒,预试期 3 d,正试期为 28 d。试验猪只采用群饲,饲喂干粉料,日喂 3 次,自由采食,自由饮水。其他饲养管理措施和免疫接种按猪场的常规程序进行。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能指标

分别于 28、41 和 55 日龄早晨对仔猪进行空腹称重,记录饲料消耗量,根据体重变化和饲料消耗计算仔猪平均日增重、平均日采食量及料重比。

1.4.2 血清 OVA 抗体水平

于仔猪 41 日龄称重后,从每个处理中随机选取 1 头仔猪采血,随后注射卵清白蛋白(OVA, Sigma, 美国)。于注射后第 7 天仔猪前腔静脉采血 5 mL,静置 1 h 后于 3 000 r/min 离心 8 min,移取血清,采用德国 R-Biopharm 公司猪血清 OVA 抗体试剂盒、应用间接 ELISA 法测定 OVA 抗体水平(记录酶标仪 OD₄₅₀ 值)。

1.5 数据处理与统计分析

所有试验数据应用 SPSS 16.0 软件进行方差分析,结果以“平均值±标准差”表示,经 *F* 检验组间差异显著者再用 Duncan 氏多重比较,以分析丁酸钠和甘露寡糖对仔猪平均日增重、平均日采食量、料重比及 OVA 抗体水平的影响及其互作效应。以 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 为差异显著性和极显著性判断标准。

2 结果与分析

2.1 丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪生长性能的影响

饲料中添加不同水平的丁酸钠与甘露寡糖及两者组合使用对断奶仔猪平均日增重、平均日采食量

及料重比的影响结果见表3、表4和表5。

由表3可知,与对照组相比较,28~41 d时,饲料中添加0.10%或0.20% SB、0.05%或0.10% MOS以及0.05% SB+0.10% MOS、0.10% SB+0.20% MOS后,仔猪平均日增重差异不显著($P>0.05$),但0.05% SB+0.20% MOS使仔猪平均日增重得到显著提高($P<0.05$),0.10% SB+0.10% MOS使仔猪平均日增重极显著提高($P<0.01$)。在整个试验全期(28~55 d),除0.10% MOS组外,其余组仔猪的平均日增重均显著高于对照组($P<0.05$),其中0.10% SB、0.05% SB+0.20% MOS、0.10% SB+0.10% MOS和0.10% SB+0.20% MOS组达极显著水平($P<0.01$)。

丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪平均日采食量的影响见表4。就28~41 d和全期(28~55 d)来说,饲料中添加0.10%或0.20% MOS、0.05%或

0.10% SB、0.05% SB+0.10% MOS、0.05% SB+0.20% MOS以及0.10% SB+0.20% MOS对仔猪的平均日采食量均没有显著影响($P>0.05$),但添加0.10% SB+0.10% MOS可显著提高仔猪的平均日采食量($P<0.05$)。

丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪的料重比有较大影响(表5)。除0.05% SB和0.10% MOS组外,饲料中添加0.20% MOS、0.10% SB、0.05% SB+0.10% MOS、0.05% SB+0.20% MOS、0.10% SB+0.10% MOS及0.10% SB+0.20% MOS可使28~41 d仔猪的料重比由1.60显著降低至1.50以下($P<0.05$)。就全期来(28~55 d)说,0.05% SB+0.10% MOS、0.05% SB+0.20% MOS及0.10% SB+0.20% MOS组仔猪料重比显著低于对照组($P<0.05$),而0.10% SB+0.10% MOS组合则使仔猪料重比极显著地降低($P<0.01$)。

表3 丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪平均日增重的影响

Table 3 Effects of sodium butyrate and mannan-oligosaccharides on average daily gain of weaned piglets (g)

处理 Treatments	28~41 d	28~55 d
对照 Control	211.00 ± 3.66 ^{aA}	345.00 ± 6.16 ^{aA}
0.10% MOS	219.00 ± 10.07 ^{aA}	359.00 ± 6.45 ^{acAC}
0.20% MOS	222.00 ± 8.79 ^{acA}	370.00 ± 9.54 ^{cdAC}
0.05% SB	225.00 ± 2.47 ^{aA}	370.00 ± 7.03 ^{bcAC}
0.05% SB+0.10% MOS	229.00 ± 4.36 ^{aA}	373.00 ± 7.63 ^{bcAC}
0.05% SB+0.20% MOS	238.00 ± 8.31 ^{bcAB}	380.00 ± 9.03 ^{bcBC}
0.10% SB	230.00 ± 6.85 ^{aA}	375.00 ± 8.14 ^{bcC}
0.10% SB+0.10% MOS	259.00 ± 4.27 ^{bb}	406.00 ± 5.53 ^{cBD}
0.10% SB+0.20% MOS	231.00 ± 12.14 ^{aAB}	383.00 ± 9.03 ^{bdCD}
析因分析 Factorial analysis	P 值 P-value	
SB	0.002	<0.001
MOS	0.066	0.018
SB×MOS	0.622	0.619

SB和MOS分别表示丁酸钠和甘露寡糖;同列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。SB and MOS represent sodium butyrate and mannan-oligosaccharides, respectively. In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P<0.01$). The same as below.

2.2 丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪免疫功能的影响

表6数据显示,在注射OVA之前,断奶仔猪血清中已经具有0.13~0.15(OD₄₅₀)的OVA抗体。从理论上讲,仔猪血清的异源性蛋白抗体水平应该为0。本试验中,仔猪出现一定水平的异源性蛋白抗体很可能是由猪场使用的一些疫苗含有OVA所造成。在免疫OVA后,仔猪机体产生的OVA抗体大幅提高,尤其是在免疫后第7天,OVA抗体水平达最高,到了第14天抗体水平逐渐下降。当饲料中

添加不同水平和组合的丁酸钠和甘露寡糖后,注射OVA第7天,仔猪血清抗体水平有不同程度的提高,尤其以0.05% SB+0.20% MOS($P<0.05$)、0.10% SB+0.20% MOS($P<0.05$)、0.10% SB($P<0.01$)及0.10% SB+0.10% MOS($P<0.01$)组最明显。不过随着注射时间的延长,不同处理之间血清OVA抗体水平的差异不再显著($P>0.05$)。上述结果表明,丁酸钠和甘露寡糖单独或组合使用增强了仔猪机体的特异性免疫反应。

表 4 丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪平均日采食量的影响

Table 4 Effects of sodium butyrate and mannan-oligosaccharides on average daily feed intake of weaned piglets

(g/d)

处理 Treatments	28~41 d	28~55 d
对照 Control	338.00 ± 5.19 ^b	562.00 ± 9.41 ^b
0.10% MOS	347.00 ± 14.58 ^b	584.00 ± 13.65 ^{ab}
0.20% MOS	333.00 ± 14.74 ^b	579.00 ± 23.67 ^{ab}
0.05% SB	356.00 ± 4.73 ^{ab}	596.00 ± 10.77 ^{ab}
0.05% SB + 0.10% MOS	342.00 ± 8.04 ^b	576.00 ± 11.23 ^{ab}
0.05% SB + 0.20% MOS	352.00 ± 11.43 ^b	584.00 ± 17.00 ^{ab}
0.10% SB	348.00 ± 22.03 ^b	587.00 ± 27.39 ^{ab}
0.10% SB + 0.10% MOS	377.00 ± 11.01 ^a	613.00 ± 14.33 ^a
0.10% SB + 0.20% MOS	344.00 ± 22.91 ^b	591.00 ± 21.75 ^{ab}
析因分析 Factorial analysis	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value	
SB	0.171	0.192
MOS	0.831	0.621
SB × MOS	0.711	0.743

表 5 丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪料重比的影响

Table 5 Effects of sodium butyrate and mannan-oligosaccharides on F/G of weaned piglets

处理 Treatments	28~41 d	28~55 d
对照 Control	1.60 ± 0.01 ^{aA}	1.63 ± 0.01 ^{aA}
0.10% MOS	1.59 ± 0.02 ^{acAC}	1.62 ± 0.02 ^{acA}
0.20% MOS	1.50 ± 0.03 ^{bcAB}	1.56 ± 0.03 ^{abAB}
0.05% SB	1.58 ± 0.02 ^{acdAC}	1.61 ± 0.02 ^{adAB}
0.05% SB + 0.10% MOS	1.49 ± 0.01 ^{bdAB}	1.55 ± 0.02 ^{bcdAB}
0.05% SB + 0.20% MOS	1.48 ± 0.04 ^{bBC}	1.54 ± 0.04 ^{bdAB}
0.10% SB	1.50 ± 0.06 ^{bcAB}	1.56 ± 0.04 ^{abAB}
0.10% SB + 0.10% MOS	1.46 ± 0.03 ^{bB}	1.51 ± 0.02 ^{bB}
0.10% SB + 0.20% MOS	1.48 ± 0.03 ^{bAB}	1.54 ± 0.03 ^{bdAB}
析因分析 Factorial analysis	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value	
SB	0.008	0.008
MOS	0.014	0.025
SB × MOS	0.932	0.871

表 6 丁酸钠和甘露寡糖对断奶仔猪卵清白蛋白抗体的影响

Table 6 Effects of sodium butyrate and mannan-oligosaccharides on anti-OVA antibody of weaned piglets

处理 Treatments	卵清白蛋白抗体 Anti-OVA antibody		
	注射前 Before injection	注射后第 7 天 On day 7 after injection	注射后第 14 天 On day 14 after injection
对照 Control	0.151 ± 0.003	0.675 ± 0.018 ^{aA}	0.600 ± 0.033
0.10% MOS	0.146 ± 0.007	0.711 ± 0.033 ^{abAB}	0.656 ± 0.025
0.20% MOS	0.137 ± 0.005	0.746 ± 0.040 ^{abAB}	0.656 ± 0.025
0.05% SB	0.138 ± 0.011	0.719 ± 0.016 ^{abAB}	0.650 ± 0.017
0.05% SB + 0.10% MOS	0.140 ± 0.006	0.716 ± 0.032 ^{abAB}	0.634 ± 0.025
0.05% SB + 0.20% MOS	0.138 ± 0.007	0.768 ± 0.025 ^{bAB}	0.661 ± 0.026
0.10% SB	0.151 ± 0.014	0.783 ± 0.023 ^{bB}	0.660 ± 0.050
0.10% SB + 0.10% MOS	0.150 ± 0.008	0.785 ± 0.022 ^{bB}	0.645 ± 0.039
0.10% SB + 0.20% MOS	0.150 ± 0.007	0.761 ± 0.003 ^{bAB}	0.647 ± 0.035
析因分析 Factorial analysis	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value		
SB		0.461	0.780
MOS		0.278	0.633
SB × MOS		0.547	0.984

3 讨论

仔猪早期断奶后,由于被动免疫水平基本丧失,主动免疫系统尚未完全建立,加上胃酸分泌不足,消化酶活性暂时下降,仔猪往往出现以消化不良、代谢紊乱、免疫力下降及腹泻为主要特征的“早期断奶综合症”。甘露寡糖作为一种功能性添加剂,不被仔猪的消化道酶分解而直接进入肠道后段被消化道有益菌群选择性地发酵利用^[1-2],促进有益菌(尤其是双歧杆菌)的增殖,并结合、吸附外源性病原菌^[3]。研究表明,甘露寡糖与病原菌在肠壁上的受体结构非常相似,并与病原菌细胞膜表面的类丁质结构有很强的结合能力,可竞争性地与病原菌结合,使病原菌无法结合到动物肠壁上,从而失去致病能力^[4]。甘露寡糖还可刺激肝脏分泌甘露糖结合蛋白,从而影响免疫系统,产生应答反应,通过促进体液免疫功能和细胞免疫功能,提高仔猪机体的免疫水平^[5-6]。此外,甘露寡糖发酵产生大量的挥发性脂肪酸,可降低肠道内的pH,维持体液和电解质平衡,为肠道上皮细胞提供能量等,从而维持肠道正常的结构与功能^[5]。石宝明等^[7]报道,饲料中添加0.10%和0.20%的寡糖能显著抑制断奶仔猪直肠中大肠杆菌的增殖,促进结肠中双歧杆菌增殖。杭苏琴^[8]在25日龄断奶仔猪饲料中添加0.40%甘露寡糖,结果显示,甘露寡糖对第1周仔猪平均日增重和料重比无影响,但2周后可明显促进仔猪增重和降低料重比。本研究结果表明,饲料中添加0.20%甘露寡糖后,28~55 d仔猪平均日增重显著提高。这说明甘露寡糖对仔猪的生长性能有积极的促进作用。

丁酸钠可以增加仔猪肠道有益菌如乳酸杆菌的数量,维护胃肠道内有益微生物菌群^[9],改善小肠黏膜上皮细胞的形态结构,维持小肠黏膜的完整性,并提高肠黏膜免疫水平。丁酸钠代谢产生的丁酸可为仔猪肠道细胞,特别是盲肠和结肠细胞,提供快速的能量来源。研究表明,体外培养的结肠上皮细胞,70%的耗氧量用于丁酸代谢,即使在葡萄糖存在的情况下,丁酸仍是主要的能量来源。Piva等^[10]在断奶仔猪饲料中添加0.08%的丁酸钠后发现,丁酸钠使仔猪平均日增重提高20%,平均日采食量提高16%。王继凤^[11]给断奶仔猪饲喂0.10%的丁酸钠,结果仔猪的平均日增重和料重比得到改善。罗海祥^[12]在21日龄断奶仔猪饲料中添加0.10%丁酸钠后则发现,断奶后7~21 d的平均日增重显著提高($P < 0.05$)。小肠组织形态观察结果还表明,0.10%丁酸钠降低了断奶后第1周仔猪十二指肠和

回肠隐窝深度,提高了绒毛高度与隐窝深度的比值。在本研究,饲料中添加0.10%丁酸钠后,28~55 d仔猪平均日增重显著提高。试验结果还表明,丁酸钠和甘露寡糖增强了断奶仔猪对OVA的特异性免疫反应。

甘露寡糖对仔猪的生理功能,主要体现在3个方面:选择性作为肠道有益菌的营养基质;结合吸附内外源致病菌;调节机体的免疫系统。因此,甘露寡糖可选择性地促进有益菌的增殖,抑制或消除病原菌。丁酸钠则是通过为仔猪小肠绒毛提供能量,维持绒毛正常的形态结构与功能,促进有益菌的增殖,达到促进养分吸收及增强机体免疫力的目的。虽然途径不完全一致,但两者的作用效果相似。因此,从理论上讲,甘露寡糖和丁酸钠在改善小肠结构与功能方面可能存在协同作用。不过,本研究结果表明,甘露寡糖和丁酸钠联合使用并未对仔猪的生长性能和免疫功能起到明显的协同促进作用。这或许与本试验设定的甘露寡糖和丁酸钠添加水平、用量组合及其他试验因素有关。

4 结论

丁酸钠与甘露寡糖对断奶仔猪生长性能和免疫水平有促进作用,尤其以0.10%丁酸钠+0.10%甘露寡糖的组合效果最佳,但在本试验条件下两者未表现出互作效应。

参考文献:

- [1] Quigley J D. Intake, growth and health of dairy calves in response to mannan-oligosaccharide and oral challenge with *E. coli*[J]. *Journal of Dairy Science*, 1996, 79(Suppl.1): 230. (Abs.)
- [2] Flickinger E A, Wolf B A, Garleb K A. Glucose-based oligosaccharides exhibit different *in vitro* fermentation patterns and affect *in vivo* apparent nutrient digestibility and microbial population in dogs [J]. *Journal of Nutrition*, 2000(130): 1 267-1 273.
- [3] 王万祥. 酸化剂、益生菌和寡糖对断奶仔猪生长性能的影响及其互作效应研究探讨[D]. 硕士学位论文. 雅安: 四川农业大学, 2003.
- [4] Nathan S, Halina L. Carbohydrates in cell recognition [J]. *Scientific American*, 1993, 268(1): 74-81.
- [5] Spring P. Mannan-oligosaccharide: its logical role as a natural feed additive for piglets[C]. In: Lyons T P, Jacques K A, eds. *Alltechs 14th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium. Symposium Proceedings Summaries*. Nottingham, UK: Nottingham University Press, 1998: 72-73.

- [6] 周红丽, 张石蕊. 甘露寡糖对断奶仔猪生长性能和抗体水平的影响[J]. 中国饲料, 2002(16): 14-15.
- [7] 石宝明, 单安山. 寡聚糖、抗生素、益生菌对仔猪生长性能和肠道菌群影响的研究[J]. 东北农业大学学报, 2000, 31(4): 363-370.
- [8] 杭苏琴. 甘露寡糖对断奶仔猪肠道微生物的影响[D]. 硕士学位论文. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [9] Zhong H, Guo Y M. Effect of dietary Sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorption function and gut flora in chickens [J]. *Animal Feed Science Technology*, 2007, 132: 240-249.
- [10] Piva A M, Morlacchini G, Casadei P. Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning[J]. *Italian Journal of Animal Science*, 2002, 1: 35-41.
- [11] 王继凤. 丁酸钠对断奶仔猪肠黏膜结构及黏膜免疫相关细胞影响的研究[D]. 硕士学位论文. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [12] 罗海祥. 丁酸钠对断奶仔猪生长性能和小肠形态的影响[J]. 南方养猪, 2006, 7: 14-17.

Effects of Sodium Butyrate and Mannan-oligosaccharides on Growth Performance and Immunity in Weaned Piglets

YOU Jinming FU Jianfu WANG Zirui LI Guan hong QU Mingren*

(College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: This trial was conducted to study the effects and interaction of dietary sodium butyrate (SB) and mannan-oligosaccharides (MOS) on growth performance and immunity in weaned piglets. Seventy-two 28-day-old Landrace × Yorkshire weaned piglets with average weight of (6.68 ± 0.23) kg were divided into 9 treatments with 4 replicates of 2 piglets using a randomized complete-block design, and then were fed diets containing one of nine additives of 0, 0.10% MOS, 0.20% MOS, 0.05% SB, 0.05% SB + 0.10% MOS, 0.05% SB + 0.20% MOS, 0.10% SB, 0.10% SB + 0.10% MOS and 0.10% SB + 0.20% MOS. The experiment included adjustment period of 3 d and trial period of 28 d. The results were showed as follows: 1) During 28~41 d, average daily gain (ADG) was increased ($P < 0.05$) and F/G was decreased significantly ($P < 0.05$) for piglets fed with diet containing 0.10% SB + 0.10% MOS. During 28~55 d, ADG was increased significantly ($P < 0.05$) for piglets fed with diet containing 0.05% SB + 0.20% MOS, 0.10% SB + 0.10% MOS and 0.10% SB + 0.20% MOS, in which 0.05% SB + 0.20% MOS and 0.10% SB + 0.10% MOS significantly decreased F/G of piglets ($P < 0.05$). 2) Average daily feed intake of piglets fed with diet containing 0.10% SB + 0.10% MOS was higher than that in other groups ($P < 0.05$). 3) On day 7 after injection OVA for piglets, serum's anti-OVA antibody of piglets fed with diet containing 0.05% SB + 0.20% MOS, 0.10% SB, 0.10% SB + 0.10% MOS or 0.10% SB + 0.20% MOS was increased significantly ($P < 0.05$). 4) No interaction appeared between SB and MOS in improving growth performance and immunity when SB and MOS were combined to use in diet of piglets. In conclusion, growth performance and immunity of piglets were improved by dietary SB or MOS supplementation and 0.10% SB + 0.10% MOS was an appropriate and feasible combination, but interaction between SB and MOS was not found in the present study. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2010, 22(2): 346-351]

Key words: Sodium butyrate; Mannan-oligosaccharides; Growth performance; Immunity; Piglets