

包被丁酸钠对断奶仔猪生长性能、血清生化指标、养分表观消化率和粪便微生物菌群的影响

张瑞阳¹ 孟玲¹ 李方方¹ 蒋明征² 黄铁军² 何茂龙² 张勇^{1,2} 朱宇旌^{1*}

(1. 沈阳农业大学畜牧兽医学院, 沈阳 110866; 2. 乐达(广州)香味剂有限公司, 广州 510730)

摘要: 本试验旨在研究饲料中添加包被丁酸钠对断奶仔猪生长性能、血清生化指标、养分表观消化率和粪便微生物菌群的影响。选取 128 头体重为(6.37±0.11) kg 的 28 日龄健康大白断奶仔猪, 随机分为 4 组, 每组 4 个重复, 每个重复 8 头仔猪。对照组饲喂基础饲料, 试验组分别在基础饲料中添加 500、1 000、1 500 g/t 包被丁酸钠。试验期 28 d。结果表明: 1) 与对照组相比, 饲料中添加 1 000 和 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高断奶仔猪末重和 1~28 d 平均日增重($P<0.05$), 并显著降低 1~14 d 和 1~28 d 断奶仔猪料重比($P<0.05$)。2) 与对照组相比, 饲料中添加 1 000、1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高断奶仔猪血清中总蛋白(TP)、葡萄糖(GLU)、免疫球蛋白 A(IgA)、免疫球蛋白 G(IgG) 的含量($P<0.05$), 显著降低血清中尿素氮(UN) 的含量($P<0.05$)。3) 与对照组相比, 饲料中添加 1 000、1 500 g/t 包被丁酸钠可显著提高断奶仔猪粗蛋白质(CP)、粗脂肪(EE) 表观消化率($P<0.05$)。4) 与对照组相比, 饲料中添加 1 000、1 500 g/t 包被丁酸钠显著降低断奶仔猪粪便中大肠杆菌数量($P<0.05$), 显著提高乳酸杆菌数量($P<0.05$)。综上所述, 饲料中添加包被丁酸钠可促进断奶仔猪的生长, 提高断奶仔猪的免疫力, 提高养分表观消化率, 改善肠道菌群平衡状态。在本试验条件下, 断奶仔猪饲料中包被丁酸钠的最适添加量为 1 000 g/t。

关键词: 包被丁酸钠; 断奶仔猪; 生长性能; 血清生化指标; 微生物菌群

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2019)05-2296-07

随着国内外对抗生素在畜禽饲料中的逐步禁用, 积极寻求抗生素替代品以缓解仔猪断奶后应激对养猪业的发展至关重要。大量研究表明, 丁酸钠可改善仔猪肠道健康、提高饲料转化效率、促进生长^[1-3], 但因未处理的丁酸钠具有刺激奶酪酸败味、易吸潮、流动性差、胃中释放速度过快难以到达小肠和大肠等特点限制了丁酸钠在畜牧业中的广泛应用^[4]。包被丁酸钠采用智能微囊包被技术, 可使其在胃肠道中缓慢释放, 而达到调节肠道微生物以及营养肠道的作用^[5], 但有关包被丁酸钠在断奶仔猪饲料中最适添加量的研究报道较

少。本试验旨在研究不同添加量的包被丁酸钠对断奶仔猪生长性能、血清生化指标、养分表观消化率和粪便微生物菌群数量的影响, 为其在断奶仔猪生产实践中的合理应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

断奶仔猪由辽宁艾德蒙种猪繁育有限公司提供; 包被丁酸钠(30%丁酸钠)由乐达(广州)香味剂有限公司提供。

收稿日期: 2018-10-31

基金项目: 国家自然科学基金(31440082, 31101253)

作者简介: 张瑞阳(1988—), 女, 河北邢台人, 博士, 讲师, 主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: zhangruiyangsyau@163.com

* 通信作者: 朱宇旌, 副教授, 硕士生导师。E-mail: syndzhyj@126.com

1.2 试验设计

试验选取 28 日龄、遗传背景一致、平均体重为(6.37±0.11) kg 的 128 头断奶大白仔猪,随机分为 4 组,每组 4 个重复,每个重复 8 头仔猪。对照组饲喂基础饲料,试验组分别在基础饲料中添加 500、1 000、1 500 g/t 包被丁酸钠。试验期为 28 d。基础饲料参照美国 Choice Genetics 种猪育种公司推荐的大白种猪的营养需要配制,其组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲料组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (DM basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	70.0
普通豆粕 Common soybean meal	18.0
膨化大豆 Extruded soybean	4.4
进口鱼粉 Imported fish meal	3.0
石粉 Limestone	0.9
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.4
食盐 NaCl	0.3
预混料 Premix ¹⁾	2.0
合计 Total	100.0
营养水平 Nutrient levels ²⁾	
粗蛋白质 CP	17.00
消化能 DE/(MJ/kg)	12.83
钙 Ca	0.84
有效磷 AP	0.43
可消化赖氨酸 DLys	1.00
可消化蛋氨酸 DMet	0.24
可消化苏氨酸 DThr	0.64
可消化色氨酸 DTrp	0.16

¹⁾ 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 8 000 IU, VD₃ 1 228 IU, VE 15 IU, VK₃ 3.0 mg, VB₁ 1.3 mg, VB₂ 3.1 mg, VB₆ 1.2 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 13.4 mg, 氯化胆碱 choline chloride 500 mg, 生物素 biotin 0.11 mg, 烟酸 niacin 25 mg, 叶酸 folic acid 0.68 mg, VB₁₂ 0.03 mg, Fe 120 mg, Cu 10 mg, Zn 130 mg, Mn 100 mg, I 0.3 mg, Se 0.3 mg, 赖氨酸盐酸盐 Lys·HCl (78%) 3 g, L-苏氨酸 L-Thr 1.3 g。

²⁾ 消化能与可消化氨基酸为计算值,其余为实测值。DE and digestible amino acids were calculated values, while the others were measured values.

1.3 饲养管理

饲养试验在辽宁艾德蒙种猪繁育有限公司进

行。试验期间,试验猪舍保证适宜的环境温度、湿度及良好的通风条件。试验仔猪喂料充足,自由采食与饮水,日常饲养管理与免疫程序均按照场内规定执行。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能指标

试验期间,每天记录耗料量,仔细观察仔猪粪便状况,记录腹泻个体和死亡猪只。于试验第 1、14、28 天晨饲前,对仔猪进行逐头称重,计算平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADFI)、料重比(F/G)和腹泻率。

1.4.2 血清生化指标

于试验第 28 天,从每个重复选取 2 头仔猪进行前腔静脉空腹采血 5 mL,静置 30 min,离心机 3 000 r/min 离心 15 min,取上清液血清分装于 EP 管,-20 ℃ 保存。

采用双缩脲法测定血清中总蛋白(TP)含量;采用葡萄糖氧化酶法测定血清葡萄糖(GLU)含量;采用两点动力法测定血清尿素氮(UN)含量;采用比色法测定血清免疫球蛋白 A(IgA)、免疫球蛋白 G(IgG)、免疫球蛋白 M(IgM)含量;采用连续监测法测定血清谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)和碱性磷酸酶(ALP)活性;上述试剂盒均购自中生北控生物科技股份有限公司。

1.4.3 养分表观消化率

于试验结束的前 3 天,每个重复随机选取 4 头健康、体况相近的仔猪,每天每头猪采取约 200 g 粪便样品。粪便样品中加入 15 mL 10% 酒石酸水溶液(防止氨气挥发),与粪便混合均匀后放置于-20 ℃ 保存。将粪便样品在 65 ℃ 的恒温烘干箱内进行烘干,制成风干样品,粉碎过 40 目筛,以酸不溶灰分(AIA)作为内源指示剂测定粗蛋白质(CP)、粗脂肪(EE)、钙(Ca)和磷(P)含量并计算其养分消化率。

1.4.4 粪便微生物菌群

于试验第 28 天,每个重复中随机选取 4 头健康、体况相近的仔猪,采取新鲜粪便约 5 g,置于 4 ℃ 冰箱保存,用于粪便微生物的测定。采用平板涂布法对粪便中的大肠杆菌、乳酸杆菌和双歧杆菌进行计数^[6]。

1.5 数据处理与统计分析

试验数据经 Excel 2007 初步整理后使用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析(one-way ANO-

VA) 结果以平均值±标准差(mean±SD)表示,显著水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 包被丁酸钠对断奶仔猪生长性能的影响

由表 2 可见,各组间仔猪初始重无显著差异 ($P>0.05$);与对照组相比,添加 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高仔猪中期重 ($P<0.05$),添加 1 000、1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高仔猪末重 ($P<$

0.05);与对照组相比,添加 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高仔猪 1~14 d 和 1~28 d 平均日增重 ($P<0.05$),而显著降低仔猪 15~28 d 的平均日采食量 ($P<0.05$);与对照组相比,添加 1 000、1 500 g/t 包被丁酸钠显著降低仔猪 1~14 d 和 1~28 d 的料重比 ($P<0.05$),添加 1 500 g/t 包被丁酸钠显著降低仔猪 15~28 d 的料重比 ($P<0.05$)。在整个试验期内,各组间仔猪的腹泻率无显著差异 ($P>0.05$)。

表 2 包被丁酸钠对断奶仔猪生长性能的影响

Table 2 Effects of coated sodium butyrate on growth performance of weaning piglets

项目 Items	时间 Time	对照组 Control group	包被丁酸钠添加量 Supplemental levels of coated sodium butyrate/(g/t)			P 值 P-value
			500	1 000	1 500	
初始重 Initial weight/kg	第 1 天 Day 1	6.38±0.08	6.38±0.08	6.37±0.11	6.37±0.10	1.000
中期重 Middle weight/kg	第 14 天 Day 14	9.11±0.11 ^a	9.21±0.12 ^{ab}	9.36±0.13 ^{ab}	9.50±0.12 ^b	0.048
终末重 Final weight/kg	第 28 天 Day 28	14.88±0.08 ^a	14.89±0.12 ^a	15.26±0.10 ^b	15.28±0.13 ^b	0.031
平均日增重 ADG/g	1~14 d	210.00±6.52 ^a	218.13±9.07 ^{ab}	230.63±9.74 ^{ab}	240.63±7.96 ^b	0.047
	15~28 d	411.56±5.39	405.94±12.82	421.88±11.08	413.75±10.25	0.774
	1~28 d	315.00±2.44 ^a	315.94±5.04 ^a	330.00±5.00 ^b	330.63±4.58 ^b	0.024
平均日采食量 ADFI/g	1~14 d	265.00±2.89	272.50±4.79	282.50±6.29	292.50±4.79	0.602
	15~28 d	720.00±14.72 ^b	720.00±48.82 ^b	635.00±30.69 ^{ab}	620.00±9.13 ^a	0.043
	1~28 d	500.00±5.77	505.00±22.55	465.00±16.58	460.00±7.07	0.109
料重比 F/G	1~14 d	1.26±0.01 ^a	1.25±0.02 ^a	1.22±0.00 ^b	1.21±0.00 ^b	0.015
	15~28 d	1.74±0.05 ^b	1.77±0.09 ^b	1.52±0.12 ^{ab}	1.47±0.03 ^a	0.046
	1~28 d	1.59±0.04 ^b	1.59±0.04 ^b	1.42±0.01 ^a	1.40±0.01 ^a	0.014
腹泻率 Diarrhea rate/%	1~28 d	0.33±0.19	0.22±0.16	0.11±0.11	0.11±0.11	0.653

同行数据肩标相同字母或无字母表示差异不显著 ($P>0.05$),不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。下表同。

In the same row, values with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$), while with different letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

2.2 包被丁酸钠对断奶仔猪血清生化指标的影响

由表 3 可见,与对照组和添加 500 g/t 包被丁酸钠组相比,添加 1 000 和 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高仔猪血清中总蛋白、葡萄糖、IgA 和 IgG 含量 ($P<0.05$),显著降低仔猪血清中尿素氮含量 ($P<0.05$)。添加包被丁酸钠对仔猪血清中白蛋白和 IgM 含量无显著影响 ($P>0.05$)。

2.3 包被丁酸钠对断奶仔猪养分表观消化率的影响

由表 4 可见,与对照组和添加 500 g/t 包被丁酸钠组相比,添加 1 000 和 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高仔猪粗蛋白质、粗脂肪表观消化率 ($P<0.05$),而添加 1 000 与 1 500 g/t 包被丁酸钠组间

仔猪粗蛋白质、粗脂肪表观消化率无显著性差异 ($P>0.05$)。添加包被丁酸钠对仔猪钙和磷表观消化率无显著影响 ($P>0.05$)。

2.4 包被丁酸钠对断奶仔猪粪便中微生物菌群的影响

由表 5 可见,与对照组和添加 500 g/t 包被丁酸钠组相比,添加 1 000 和 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高仔猪粪便中乳酸杆菌和双歧杆菌的数量 ($P<0.05$),而显著降低仔猪粪便中大肠杆菌的数量 ($P<0.05$)。对照组与添加 500 g/t 包被丁酸钠组间及添加 1 000 和 1 500 g/t 包被丁酸钠组间大肠杆菌、乳酸杆菌和双歧杆菌数量均无显著差异 ($P>0.05$)。

表 3 包被丁酸钠对断奶仔猪血清生化指标的影响

Table 3 Effects of coated sodium butyrate on serum biochemical indices of weaning piglets

项目 Items	对照组 Control group	包被丁酸钠添加量 Supplemental levels of coated sodium butyrate/(g/t)			P 值 P-value
		500	1 000	1 500	
		尿素氮 UN/(mmol/L)	3.60±0.42 ^b	3.28±0.19 ^b	
白蛋白 ALB/(g/L)	29.07±1.40	27.62±0.37	27.89±0.87	28.92±1.17	0.587
总蛋白 TP/(g/L)	53.96±1.90 ^a	54.51±3.87 ^a	54.85±2.05 ^b	56.04±0.99 ^b	0.040
葡萄糖 GLU/(g/L)	5.09±0.22 ^a	5.28±0.17 ^a	5.46±0.16 ^b	5.47±0.26 ^b	0.039
免疫球蛋白 A IgA/(g/L)	0.99±0.06 ^a	0.99±0.07 ^a	1.09±0.13 ^b	1.10±0.10 ^b	0.042
免疫球蛋白 G IgG/(g/L)	8.31±0.29 ^a	8.36±0.60 ^a	8.40±0.60 ^b	8.61±0.68 ^b	0.046
免疫球蛋白 M IgM/(g/L)	0.86±0.06	0.88±0.05	0.90±0.06	0.90±0.10	0.963

表 4 包被丁酸钠对断奶仔猪养分表观消化率的影响

Table 4 Effects of coated sodium butyrate on nutrient apparent digestibility of weaning piglets %

项目 Items	对照组 Control group	包被丁酸钠添加量 Supplemental levels of coated sodium butyrate/(g/t)			P 值 P-value
		500	1 000	1 500	
		钙 Ca	44.39±0.15	44.58±0.16	
磷 P	46.38±0.21	46.39±0.02	46.47±0.10	46.70±0.05	0.523
粗蛋白质 CP	81.19±0.06 ^a	81.20±0.14 ^a	81.56±0.08 ^b	81.62±0.13 ^b	0.027
粗脂肪 EE	72.00±0.03 ^a	72.07±0.18 ^a	72.38±0.03 ^b	72.42±0.07 ^b	0.023

表 5 包被丁酸钠对断奶仔猪粪便中微生物菌群数量的影响

Table 5 Effects of coated sodium butyrate on fecal microflora population of weaning piglets lg(CFU/g)

项目 Items	对照组 Control group	包被丁酸钠添加量 Supplemental levels of coated sodium butyrate/(g/t)			P 值 P-value
		500	1 000	1 500	
		大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	6.73±0.06 ^b	6.70±0.14 ^b	
乳酸杆菌 <i>Lactobacillus</i>	8.06±0.05 ^a	8.07±0.05 ^a	8.35±0.14 ^b	8.34±0.03 ^b	0.028
双歧杆菌 <i>Bifidobacterium</i>	7.50±0.04 ^a	7.51±0.02 ^a	7.63±0.03 ^b	7.62±0.03 ^b	0.015

3 讨论

3.1 包被丁酸钠对断奶仔猪生长性能的影响

生长性能是断奶仔猪生长的一个重要指标,它决定着仔猪的营养状况和健康程度。丁酸钠是可替代抗生素的潜在促生长剂,但因其特殊性质和气味,丁酸钠的广泛应用受到限制。包被丁酸钠采用目前最先进的智能微囊包被技术,可掩盖丁酸钠的奇臭味,从而促进动物采食,起到诱食作用^[7]。研究表明,在断奶仔猪饲料中添加丁酸钠可显著提高仔猪肠道消化酶活性,提高日增重、饲

料转化率,促进生长^[8-9]。本试验中,与对照组相比,添加 1 000 和 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高了仔猪的末重和 1~28 d 平均日增重,但本试验中添加包被丁酸钠对断奶仔猪 1~28 d 平均日采食量无显著影响。适宜的丁酸钠除具有诱食作用,还对肠黏膜具有营养作用,可修复受损黏膜,进一步完善仔猪的消化系统,提高仔猪对营养物质的消化吸收^[10-11]。因此,本试验中添加包被丁酸钠后仔猪的增重并非由采食量的增加而导致,推测可能与丁酸钠营养肠道的作用有关,但其具体机理有待进一步研究。

3.2 包被丁酸钠对断奶仔猪血清生化指标的影响

血清生理生化指标可反映仔猪机体对蛋白质的代谢情况,如血清中的总蛋白、葡萄糖、尿素氮含量是蛋白质代谢、合成与沉积的重要指标^[12]。研究表明,丁酸钠可使仔猪体内的尿素氮含量显著降低,减缓氨基酸的分解,促进氮的存留时间,有利于蛋白质的沉积。本试验结果表明,添加包被丁酸钠可显著降低仔猪血清中尿素氮含量,增加氨基酸的分解时间,有利于蛋白质的合成和积累^[13]。本试验研究结果与前人研究结果相似,与对照组和添加 500 g/t 包被丁酸钠组相比,添加 1 500和 1 000 g/t 包被丁酸钠显著降低了仔猪血清中尿素氮含量,而显著提高了血清中总蛋白含量。

免疫球蛋白是动物机体免疫系统的重要组成部分,构成机体的有利免疫屏障。血液中主要的免疫球蛋白为 IgA、IgG 和 IgM,由骨髓来源的 B 淋巴细胞所产生,其在血清中的含量与仔猪免疫力的高低密切相关,如 IgA 具有抗细菌、抗病毒、抗毒素等免疫活性;IgG 在机体抗感染免疫中发挥着重要作用^[14-15]。研究发现,饲料中添加丁酸钠可显著提高仔猪血清中 IgG 的含量^[16]。本试验发现,与对照组和添加 500 g/t 包被丁酸钠组相比,添加 1 500 和 1 000 g/t 包被丁酸钠显著提高了仔猪血清中 IgA 和 IgG 的含量,表明包被丁酸钠可提高仔猪的体液免疫能力,其原因可能与其有效成分丁酸的酸化性能有关,丁酸可通过调节肠道 pH,改善肠道菌群平衡,进而提高机体免疫力。

3.3 包被丁酸钠对断奶仔猪养分表观消化率的影响

表观消化率是测定动物对饲料添加剂消化代谢的能力,同时也可反映饲料添加剂对动物生长性能的影响^[17]。养分消化率的高低与动物的生长性能密切相关,而断奶仔猪的消化器官未成熟,对饲料中蛋白质和脂肪等养分消化不完全,为有害细菌增殖提供底物,导致肠道菌群失衡,影响仔猪生长。钮海华^[4]报道,丁酸钠可显著提高断奶仔猪对粗蛋白质和粗脂肪表观消化率,而对钙、磷表观消化率增加幅度较小,差异不显著。与本试验结果相一致,本试验中添加包被丁酸钠显著提高仔猪粗蛋白质和粗脂肪表观消化率,而对钙、磷表观消化率无显著影响。在断奶仔猪饲料中添加丁酸钠可显著提高肠道总蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶

的活性^[9]。据此推测包被丁酸钠可通过提高仔猪肠道中消化酶的活性进而提高仔猪对营养物质的表观消化率。

3.4 包被丁酸钠对断奶仔猪粪便中微生物菌群的影响

仔猪断奶后,因受到断奶应激及病原微生物的入侵,肠道菌群紊乱,极易引发仔猪腹泻。丁酸钠作为一种酸化剂,其有效成分为丁酸,可降低肠道 pH,具有抑制有害菌、促进有益菌增殖的作用^[18]。李虹瑾等^[18]报道,丁酸钠的添加显著提高了仔猪盲肠和结肠中乳酸杆菌和双歧杆菌的数量,而显著降低了结肠中大肠杆菌的数量。本试验中得到类似结果,与对照组和添加 500 g/t 包被丁酸钠组相比,添加 1 000 和 1 500 g/t 包被丁酸钠显著提高仔猪粪便中乳酸杆菌和双歧杆菌的数量,显著降低仔猪粪便中大肠杆菌的数量。该结果表明包被丁酸钠具有调节肠道菌群平衡、有益肠道健康、增强机体免疫力的作用。

4 结 论

饲料中添加适量的包被丁酸钠可改善断奶仔猪的生长性能、血清生化指标,提高营养物质的表观消化率,并调节仔猪肠道菌群平衡。在本试验条件下,断奶仔猪饲料中包被丁酸钠的适宜添加量为 1 000 g/t。

参考文献:

- [1] 雷奇,车向荣.丁酸钠在养猪生产中的应用[J].养猪,2007(5):9-10.
- [2] 钟翔,陈莎莎,李伟,等.丁酸钠对断奶仔猪生产性能和肠道形态的影响[J].饲料研究,2009(10):19-22.
- [3] CLAUS R,CÜNTNER D,LETZGUSS H.Effects of feeding fat-coated butyrate on mucosal morphology and function in the small intestine of the pig[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2007,91(7/8):312-318.
- [4] 钮海华.丁酸钠对断奶仔猪生长、免疫及肠道功能的影响及其机理研究[D].硕士学位论文.杭州:浙江大学,2010.
- [5] THOMPSON J L,HINTON M.Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on *Salmonellas* in the crop[J].British Poultry Science,1997,38(1):59-65.

- [6] ROEDIGER W E W. The place of short chain fatty acids in colonocyte metabolism in health and ulcerative colitis: the impaired colonocyte barrier [M]// CUMMINGS J H, ROMBEAU J L, SAKATA T. Physiological and clinical aspects of short chain fatty acids. Cambridge: Cambridge University Press, 1995: 337-351.
- [7] PIVA A, MORLACCHINI M, CASADEI G, et al. Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning [J]. Italian Journal of Animal Science, 2002, 1(1): 35-41.
- [8] 游金明, 付建福, 王自蕊, 等. 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 [J]. 饲料博览, 2010(06): 49.
- [9] 陈国顺, 徐振飞, 赵芳芳, 等. 包膜丁酸钠对断奶仔猪生长性能和肠道消化酶活性的影响 [J]. 国外畜牧学(猪与禽), 2011, 31(2): 65-68.
- [10] LEONEL A J, ALVEREZ-LEITE J I. Butyrate: implication for intestinal function [J]. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 2012, 15(5): 474-479.
- [11] GUILLOTEAU P, MARTIN L, ECKHAUT V, et al. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate [J]. Nutrition Research Reviews, 2010, 23(2): 366-384.
- [12] 金三俊, 董佳琦, 任红立, 等. 复合微生态制剂对断奶仔猪生长性能、血清生化和免疫指标及粪便中挥发性脂肪酸含量的影响 [J]. 动物营养学报, 2017, 29(12): 4477-4484.
- [13] STANLEY C C, WILLIAMS C C, JENNY B F, et al. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves [J]. Journal of Dairy Science, 2002, 85(9): 2335-2343.
- [14] 何颖, 赵武, 秦毅斌, 等. NS 复合乳酸菌制剂对断奶仔猪免疫水平的影响 [J]. 动物医学进展, 2011, 32(12): 51-56.
- [15] 张玉仙, 王文利, 雷莉辉, 等. 布他磷和丁酸钠联合应用对断奶仔猪生产性能和免疫指标的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2013(11): 145-147.
- [16] 卢玉发, 谢邦瑞. 丁酸钠对断奶仔猪生长性能及血清生化指标的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2008(7): 42-43.
- [17] 陈国顺, 余荣, 冯光彧. 日粮中添加包膜丁酸钠对香猪生产性能和血液生化指标的影响 [J]. 中国畜牧兽医, 2012, 39(6): 98-100.
- [18] 李虹瑾, 沙万里, 尹柏双, 等. 包膜丁酸钠对断奶仔猪肠道菌群及生长性能的影响 [J]. 家畜生态学报, 2017, 38(9): 30-34.

Effects of Coated Sodium Butyrate on Growth Performance ,Serum Biochemical Indices ,Nutrient Apparent Digestibility and Fecal Microflora Population of Weaning Piglets

ZHANG Ruiyang¹ MENG Ling¹ LI Fangfang¹ JIANG Mingzheng² HUANG Tiejun²
HE Maolong² ZHANG Yong^{1,2} ZHU Yujing^{1*}

(1. College of Animal Sciences and Veterinary Sciences ,Shenyang Agricultural University ,Shenyang 110866 ,China;

2. Lucta (Guangzhou) Flavors Co. ,Ltd. ,Guangzhou 510730 ,China)

Abstract: This experiment aimed to study the effects of dietary coated sodium butyrate on growth performance , serum biochemical indices , nutrient apparent digestibility and fecal microflora population of weaning piglets. A total of 128 healthy 28-day-old Large White weaning piglets with an average body weight of (6.37±0.11) kg were randomly allocated to 4 groups with 4 replicates of 8 piglets. The piglets in control group were fed a basal diet , and those in the treatment groups were fed the basal diet with different supplemental levels of coated sodium butyrate (500 , 1 000 , 1 500 g/t) . The experiment lasted 28 days. The results showed as follows: 1) compared with the control group , dietary supplemented with 1 000 and 1 500 g/t coated sodium butyrate significantly elevated the final weight and the average daily gain of weaning piglets at 1 to 28 days , and significantly decreased the feed/gain of weaning piglets at 1 to 14 days and 1 to 28 days ($P<0.05$) . 2) Compared with the control group , dietary supplemented with 1 000 and 1 500 g/t coated sodium butyrate significantly increased the serum total protein (TP) , glucose (GLU) , immunoglobulin A (IgA) , immunoglobulin G (IgG) contents of weaning piglets ($P<0.05$) , and significantly reduced the serum urea nitrogen (UN) content of weaning piglets ($P<0.05$) . 3) Compared with the control group , dietary supplemented with 1 000 and 1 500 g/t coated sodium butyrate significantly increased the apparent digestibility of crude protein and ether extract ($P<0.05$) . 4) Compared with the control group , dietary supplemented with 1 000 and 1 500 g/t coated sodium butyrate significantly reduced the number of *Escherichia coli* ($P<0.05$) , and significantly increased the number of *Lactobacilli* ($P<0.05$) . In conclusion , dietary supplemented with coated sodium butyrate can promote the growth of weaning piglets and immunity , increase the apparent digestibility of nutrients , and improve the balance condition of intestinal flora. Under the conditions of the present experiment , the optimal supplemental level of coated sodium butyrate in the weaning piglets' diet is 1 000 g/t. [*Chinese Journal of Animal Nutrition* , 2019 , 31(5) : 2296-2302]

Key words: coated sodium butyrate; weaning piglets; growth performance; serum biochemical indices; microflora

* Corresponding author , associate professor , E-mail: syndzhyj@126.com

(责任编辑 陈 鑫)