

益生菌和低聚木糖对仔猪生长和养分消化性能的影响

李兆勇,杨在宾,杨维仁,姜淑贞,张桂国,杨海英

(山东农业大学 动物科技学院,山东 泰安 271018)

【摘 要】 【目的】研究益生菌和低聚木糖对断奶仔猪生长性能、消化酶活性和养分表观消化率的影响。【方法】试验选择(35±2)日龄 PIC 杂交配套系断奶仔猪 240 头,随机分为 4 个处理组,每处理 6 个重复,试验期共 30 d。试验用玉米-豆粕型基础日粮,各处理组营养水平一致,营养物质参考 PIC 猪的营养需要标准供给,其中处理 I 组为正对照组;处理 II 组为负对照组,较正对照组日粮含较多的植物性蛋白原料;处理 III 组在负对照组日粮基础上添加 350 g/t 益生菌;处理 IV 组在负对照组日粮基础上添加 200 g/t 低聚木糖。通过饲喂试验和消化试验测定并比较各处理组仔猪的生产性能和消化性能指标及其养分表观消化率。【结果】日粮中添加益生菌或低聚木糖不影响仔猪的增重($P>0.05$),但能显著($P<0.05$)提高仔猪饲料转化效率及仔猪十二指肠和空肠胰蛋白酶、胃蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶的活动性;日粮中添加益生菌能显著($P<0.05$)提高仔猪对 DM、CP 和 GE 的表观消化率,添加低聚木糖能显著($P<0.05$)提高仔猪对 DM 和 GE 的表观消化率,但对 CP 的表观消化率无显著影响($P>0.05$);在保育仔猪日粮中添加一定量的益生菌或低聚木糖能显著降低仔猪的腹泻指数和死淘率($P<0.05$)。【结论】仔猪玉米-豆粕型日粮中添加益生菌和低聚木糖虽对仔猪增重无显著影响,但能提高仔猪对饲料的利用率,并能降低仔猪的腹泻指数和死淘率,故其在断奶仔猪饲养管理中有一定的应用潜力。

【关键词】 断奶仔猪;益生菌;低聚木糖;生长性能;消化酶活性;养分表观消化率

【中图分类号】 S828.4;S816.79 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2008)01-0059-07

Effects of probiotics and oligosaccharide on growth and nutrient utilization performance in piglets

LI Zhao-yong, YANG Zai-bin, YANG Wei-ren, JIANG Shu-zhen,
ZHANG Gui-guo, YANG Hai-ying

(College of Animal Sciences and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

Abstract: 【Objective】 The research is to study effects of probiotics and oligosaccharide on growth performance, activities of digestive ferment and nutrient utilization in weaned pigs. 【Method】 240 PIC weaned pigs((35±2) d of age) were randomly allotted into 4 groups with 6 replicates. These pigs were used in a 30 d performance and digestibility trial with four diets; control I (no probiotics and oligosaccharide but more fish meal, whey powder and little soybean meal), control II (no probiotics and oligosaccharide and received basal diet) and groups with 350 g/t probiotics and 200 g/t oligosaccharide supplemented on control II. Diets were formulated according to PIC nutrient needs of pigs and composed of corn, soybean meal, whey powder and fish meal et al. Feeding trial, digestion trial and slaughter test on piglets were taken and then

* 【收稿日期】 2007-01-15
 【基金项目】 国家“863”高新技术研究与发展计划项目(2003AA241160)
 【作者简介】 李兆勇(1981—),男,山东潍坊人,在读硕士,主要从事动物营养与饲料科学研究。
 【通讯作者】 杨在宾(1961—),男,山东济南人,教授,博士生导师,主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: yangzb@sdau.edu.cn

the performance, digestibility index together with apparent digestibility of nutrients were compared among each tested group. 【Result】 Pigs fed probiotics or oligosaccharide-supplemented had higher G : F than those fed the control II diet ($P < 0.05$), and increased activities of trypsin, pepsase, lipase and amylase in duodenum and jejunum ($P < 0.05$). The diets with probiotics supplemented could increase the apparent digestibility of DM, CP and GE significantly ($P < 0.05$), and that with oligosaccharide supplemented could increase the apparent digestibility of DM and GE significantly ($P < 0.05$), but there were no difference in the apparent digestibility of CP ($P > 0.05$). On average, when compared with control diet, probiotics or oligosaccharide supplementation depressed LBM and rates of the death. 【Conclusion】 There were no effect of probiotics or oligosaccharide on growth in weaned pigs fed on the basal diet composed of corn and soybean meal, but it could increase the utilization rates of diets and depressed LBM and rates of the death, so it was applied potentiality of probiotics and oligosaccharide in feeding management of weanling piglets.

Key words: piglets; probiotics; oligosaccharide; performance; activities of digestive ferment; nutrient digestibility

抗生素在畜禽生产中的应用对于提高畜禽抗病性、改善生产性能有良好的效果,一度促进了畜牧业的快速发展。然而,饲养动物长期应用或不适当使用抗生素会产生抗药性并导致药物残留^[1-3],造成严重的食品安全和抗生素药效失效问题。因此,在畜牧水产养殖中使用的无公害、无残留的绿色饲料添加剂已经成为国内外近些年来研究热点。在抗生素替代品中,益生菌和低聚木糖越来越多地在畜禽养殖中得到应用^[4]。益生菌是活菌制剂(多为复合型),能通过改善动物的微生态环境发挥其促生长和保健作用^[5],但其作用机理十分复杂;低聚木糖被证实为双歧杆菌的增殖因子^[6],能促进双歧杆菌、乳酸菌增殖,后者代谢可产生低级脂肪酸、降低 pH 值、抑制大肠杆菌和沙门氏菌的生长,从而提高动物机体的免疫功能和生产性能。然而,目前对益生菌和低聚木糖在玉米-豆粕型仔猪日粮中的应用效果尚缺乏一致结论。为此,本试验研究了在玉米-豆粕型仔猪日粮中添加益生菌和低聚木糖对断奶仔猪生产性能、消化酶活性和养分表观消化率的影响,以期为益生菌和低聚木糖在断奶仔猪饲养管理中的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

按体重相近、遗传基础相似的原则,选取(35±2)日龄 PIC 断奶仔猪共 240 头,随机分成 4 个处理,每处理 6 个重复,每重复仔猪 10 头,公母各半。试验设正反 2 个对照组,试验 I 组为正对照组,饲喂常规鱼粉、乳清粉日粮;试验 II 组为负对照组,降低日粮中鱼粉和乳清粉的添加量,并在适当增加豆粕用

量的同时添加合成氨基酸,保持粗蛋白、能量和必需氨基酸(Lys、M+C、Thr、Trp)水平一致;试验 III 组和 IV 组为 2 个处理组,分别在负对照组日粮基础上添加 350 g/t 益生菌和 200 g/t 低聚木糖。整个试验期分 2 个阶段共 30 d,35~50 日龄为前期,51~65 日龄为后期。

1.2 试验日粮组成及其营养水平

益生菌以乳酸菌为主,是单菌株发酵的复合有益菌,活性 $\geq 10^9$ cfu/g;低聚木糖又称木寡糖,是 2~7 个木糖分子以 β -1,4 糖苷键结合而成的功能性低聚糖。试验日粮参照 PIC 猪营养需要设计,试验基础日粮不含任何抗生素和微生态制剂,后期日粮添加 3.0 g/kg 三氧化二铬(Cr_2O_3)作为外源指示剂,用于测定日粮养分表观消化率。饲料为颗粒料,基础日粮配方见表 1。

1.3 试验动物的饲养管理

试验在青岛万福集团 PIC 猪场进行。试验猪饲养在封闭式猪舍内,水泥地面,自动料槽,通风良好,舍温保持在 18~22 ℃,每天上午和下午各加料至少 2 次,保证自动料槽中始终有料,自由采食和自由饮水。

1.4 测定指标及其方法

1.4.1 生产性能指标测定 (1)平均日增重(ADG)。分别在 35,50 和 65 日龄凌晨饲喂前固定时间对试验仔猪称重,记录体重,计算平均日增重。(2)平均日采食量(ADFI)。记录每个重复仔猪每天的饲喂量和剩料量,汇总计算各个日龄段的平均日采食量。(3)料重比(F/G)。根据仔猪各个日龄段增加的体重和耗料量计算料重比。(4)腹泻指数。每天记录发生腹泻仔猪的头数,按“腹泻指数/%=

腹泻仔猪头次/试验仔猪总头次 $\times 100\%$ ”计算腹泻指数。(5)死淘率。记录试验期间死亡仔猪头数和因疾病(神经症状、气喘严重、跛脚严重、拉稀严重等)不能继续进行试验的淘汰仔猪头数,按“死淘率/ $\%$ =死淘仔猪总头数/试验开始仔猪总头数 $\times 100\%$ ”计算死淘率。

表 1 基础日粮配方与营养水平
Table 1 Composition and nutrient levels of basic diets

项目 Item	正对照日粮配方/ (g·kg ⁻¹) Control I		负对照日粮配方/ (g·kg ⁻¹) Control II		营养水平 Nutrient levels	正对照组 Control I		负对照组 Control II	
	前期	后期	前期	后期		前期	后期	前期	后期
	Protophase	Anaphase	Protophase	Anaphase		Protophase	Anaphase	Protophase	Anaphase
玉米 Corn	588.0	617.0	597.0	629.0	消化能/ (MJ·kg ⁻¹) Digestive energy	14.3	14.3	14.3	14.3
去皮豆粕 Soybean meal	230.0	220.0	271.0	260.0	代谢能/ (MJ·kg ⁻¹) Metabolized energy	13.2	13.2	13.2	13.2
乳清粉 Whey powder	60.0	50.0	30.0	20.0	粗蛋白/ (g·kg ⁻¹) Crude protein	200.3	189.7	200.3	189.5
鱼粉 Fish meal	60.0	50.0	30.0	20.0	钙/(g·kg ⁻¹) Ca	8.8	8.7	8.7	8.7
豆油 Soybean oil	25.0	25.0	26.0	25.0	有效磷/ (g·kg ⁻¹) Phosphorus	4.8	4.6	4.8	4.6
磷酸氢钙 Calcium hydrogenphos- phate	11.0	12.0	16.0	16.5	盐/(g·kg ⁻¹) Salt	6.2	6.3	6.2	6.2
石粉 Limestone	8.0	8.5	8.0	9.0	赖氨酸/ (g·kg ⁻¹) Lysine	14.5	13.4	14.5	13.4
食盐 Salt	1.0	2.0	3.5	4.4	蛋氨酸/ (g·kg ⁻¹) Methionine	4.9	4.3	4.9	4.3
赖氨酸 Lysine	4.0	3.6	4.8	4.5	蛋氨酸+胱氨酸/ (g·kg ⁻¹) Methionine and cystine	8.2	7.5	8.2	7.5
蛋氨酸 Methionine	1.4	1.0	1.7	1.3	苏氨酸/ (g·kg ⁻¹) Threonine	9.3	8.2	9.3	8.2
苏氨酸 Threonine	1.0	0.3	1.2	0.5	色氨酸/ (g·kg ⁻¹) Tryptophan	2.6	2.4	2.6	2.4
色氨酸 Tryptophan	0.3	0.2	0.3	0.2					
1%预混料 1% Premix	10.0	10.0	10.0	10.0					
合计 Total	1 000.0	1 000.0	1 000.0	1 000.0					

注:粗蛋白和钙、磷为实测值,其他为推算值。1%预混料由山东农业大学动物营养研究所设计配制,可为每 kg 日粮提供:锰 40 mg,铁 130 mg,锌 130 mg,铜 15 mg,碘 0.35 mg,硒 0.3 mg,维生素 A 11 025 IU,维生素 D₃ 2 203 IU, 维生素 E 80 IU,维生素 K(亚硫酸氢钠甲萘醌复合物)4.4 mg,维生素 B₁ 4.4 mg,维生素 B₂ 11 mg,泛酸 35 mg, 烟酸 59.5 mg,胆碱 330 mg,叶酸 0.9 mg,生物素 0.5 mg,维生素 B₁₂ 55 μg。

Note:Crude protein,calcium and total phosphorus were analyzed values,other were calculated values.1% premix was prepared by The Research Institute of Shandong Agriculture of University and provided per kilogram of complete diet: Mn 40 mg,Fe 130 mg,Zn 130 mg,Cu 15 mg, I 0.35 mg,Se 0.3 mg,Vitamin A 11 025 IU,Vitamin D₃ 2 203 IU,Vitamin E 80 IU,Menadione (menadione sodium bisulfate complex) 4.4 mg,Thiamine 4.4 mg,Riboflavin 11 mg,D-pantothenic acid 35 mg,Niacin 59.5 mg,Choline 330 mg,Folic acid 0.9 mg,Biotin 0.5 mg and Vitamin B₁₂ 55 μg.

1.4.2 消化试验指标测定 试验仔猪 51 日龄时逐渐过渡饲喂后期饲料,55 日龄后完全饲喂含有 3.0 g/kg 三氧化二铬(Cr₂O₃)的消化试验日粮进行消化试验,预试期 6 d,正试期 4 d。以重复为单位,每天 7:30~8:30 和 16:00~17:00 清扫圈舍时,轰赶猪

只,手持塑料盆接于猪肛门处收集新鲜粪样,将当天各个重复粪样混合均匀,取 300 g 左右于-20 ℃冰箱中冷冻保存。消化试验结束时,将 4 d 取得的鲜粪样品以重复为单位集中在一起拌和均匀,然后分成 2 份:1 份用于测定鲜粪粗蛋白(测定方法参照文

献[7]);另 1 份经初水分测定后制成风干样,用于测定 Cr₂O₃、干物质和能量(测定方法参照文献[7])。养分表观消化率的计算公式为:

养分表观消化率/%=[1-(bc/ad)]×100%。
式中:*a* 为饲料中某养分的含量(g/kg),*b* 为粪中该养分的含量(g/kg),*c* 为饲料中的指示剂含量(g/kg),*d* 为粪中的指示剂含量(g/kg)。

1.4.3 消化酶活性的测定 (1)样品的采集与处理。试验仔猪于 65 日龄饲养试验结束后,每个处理选择体格中等健康的仔猪 3 头进行屠宰。仔猪经颈部放血后宰杀,迅速打开腹腔,取适量胰脏、十二指肠和空肠前 1/4 段食糜于液氮中保存,用于测定消化酶活性。取完全解冻后的胰腺组织或小肠食糜及黏膜,按 *m*(组织):*V*(样本匀浆介质)=1:9 的比例混合,在冰浴条件下充分匀浆,所制得的悬浮液于 2 500 r/min 离心 8~10 min,上清即为 10%的匀浆,保存待用。(2)消化酶活性的定义。胃蛋白酶活力单位(U):每 mg 组织蛋白 37 ℃每 min 分解蛋白生成 1 μg 氨基酸相当于 1 个酶活力单位;胰蛋白酶活力单位(U/mg):在 pH8.0 和 37 ℃条件下,每 mg 蛋白中含有的胰蛋白酶每 min 使吸光度变化 0.003,即为 1 个酶活力单位;淀粉酶活性单位(U/dL):100 mL 血清(匀浆液)中的血清淀粉酶(AMS),在 37 ℃与底物作用 30 min,每水解 10 mg 淀粉为 1 个酶活性单位。

表 2 益生菌和低聚木糖对断奶仔猪生长性能的影响

Table 2 Effect of probiotics and oligosaccharide on performance in weaned pigs					
日龄/d Ages	项目 Item	处 理 Treatments			
		I	II	III	IV
35~50	初质量/kg Initial BW	7.67±0.24	7.49±0.25	7.77±0.53	7.78±0.43
	末质量/kg Final BW	11.90±0.21	11.73±0.58	11.90±0.42	12.07±0.13
	平均日增重/g ADG	264.17±2.20	265.00±20.92	258.13±7.40	268.13±18.56
	平均日采食量/g ADFI	406.58±40.39	306.06±31.80	385.99±24.22	395.13±13.39
	料重比 Feed/Gain	1.54±0.02 a	1.53±0.00 a	1.50±0.01 ab	1.48±0.01 b
51~65	末质量/kg Final BW	16.42±0.22	15.76±0.12	16.18±0.73	16.20±0.21
	平均日增重/g ADG	322.68±2.48	287.38±33.39	305.46±24.49	295.38±10.12
	平均日采食量/g ADFI	583.27±34.02	552.53±33.21	551.68±31.71	548.04±38.53
	料重比 Feed/Gain	1.80±0.03 b	1.95±0.01 a	1.81±0.02 b	1.85±0.02 b
35~65	平均日增重/g ADG	291.47±1.00	275.44±4.97	280.22±8.88	280.84±8.94
	平均日采食量/g ADFI	494.92±47.81	479.30±14.30	468.84±23.05	471.59±36.12
	料重比 Feed/Gain	1.70±0.00 ab	1.74±0.01 a	1.67±0.01 b	1.67±0.02 b
	腹泻指数/% Diarrhea indexes	2.22±0.09 b	3.42±0.42 a	1.52±0.28 b	2.28±0.20 b
	死淘率/% Rates of the death	11.67±1.67 ab	15.00±2.89 a	8.33±1.67 b	3.33±1.67 c

注:同行数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。
Note:Date in the same row with different small letters were significant different ($P<0.05$). The following tables are the same.
由表 2 还可以看出,与负对照组相比,添加益生菌和低聚木糖能显著降低仔猪的腹泻指数和死淘率($P<0.05$);与正对照组相比,添加益生菌和低聚木糖对仔猪腹泻指数的影响不显著($P<0.05$),添加益生菌对仔猪死淘率无显著影响($P>0.05$),但添加低聚木糖则能显著降低仔猪的死淘率($P<$

0.05)。

2.2 益生菌和低聚木糖对断奶仔猪消化指标的影响

由表 3 可见,与负对照组相比,益生菌和低聚木糖能显著提高仔猪对干物质和能量的表观消化率($P<0.05$),分别使表观消化率提高 5.07%,0.48%和 4.34%,3.70%;与正对照组相比,益生菌和低聚木糖组仔猪对干物质和能量表观消化率的影响不显著($P>0.05$)。益生菌组粗蛋白的表观消化率显著

高于负对照组($P<0.05$),但与正对照组相比差异不显著($P>0.05$);低聚木糖组仔猪对粗蛋白的表观消化率与负对照组差异不显著($P>0.05$),但显著低于正对照组($P<0.05$)。表明向仔猪高豆粕日粮中添加一定量的益生菌能显著提高仔猪对干物质、粗蛋白和能量的表观消化率,表观消化率的提高水平能达到鱼粉和乳清粉较多的正对照组的水平,添加低聚木糖能显著提高仔猪对干物质和能量的表观消化率,但对粗蛋白的表观消化率没有显著影响。

表 3 益生菌和低聚木糖对断奶仔猪消化指标的影响

表现消化率 Digestibility	处理 Treatments				%
	I	II	III	IV	
干物质 DM	73.68±0.50 a	67.69±0.49 b	71.22±1.30 a	71.02±0.72 a	
能量 GE	74.09±0.66 a	70.55±0.79 b	73.61±0.34 a	73.16±0.64 a	
粗蛋白 CP	66.28±0.65 a	58.00±0.87 b	66.61±1.61 a	59.55±0.86 b	

2.3 益生菌和低聚木糖对断奶仔猪消化酶活性的影响

由表 4 可知,益生菌和低聚木糖组仔猪十二指肠和空肠胰蛋白酶、胃蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶活性均显著高于负对照组($P<0.05$),但与正对照组相比,除胃蛋白酶外,其余差异均不显著($P>0.05$)。低聚木糖组仔猪十二指肠胃蛋白酶活性显著低于正

对照组和益生菌组($P<0.05$),仔猪空肠胃蛋白酶活性显著低于正对照组($P<0.05$),与益生菌组差异不显著($P>0.05$)。表明日粮中添加益生菌和低聚木糖可显著提高仔猪十二指肠和空肠的胰蛋白酶、胃蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶活性,但低聚木糖对胃蛋白酶活性的提高效果不如益生菌组。

表 4 益生菌和低聚木糖对断奶仔猪酶活性的影响

处理 Treatments	十二指肠 Duodenum				空肠 Jejunum			
	胰蛋白酶/ (U·mg ⁻¹) Penzyme	胃蛋白酶/U Pepsase	脂肪酶/ (U·L ⁻¹) Lypase	淀粉酶/ (U·dL ⁻¹) Amylase	胰蛋白酶/ (U·mg ⁻¹) Penzyme	胃蛋白酶/U Pepsase	脂肪酶/ (U·L ⁻¹) Lypase	淀粉酶/ (U·dL ⁻¹) Amylase
I	3 972.47± 132.71 a	27.09± 3.20 a	146.92± 0.23 a	1 367.52± 34.20 a	1 762.06± 59.65 a	27.98± 0.67 a	83.87± 0.70 a	211.83± 7.24 a
	3 307.01± 366.0 b	9.97± 0.01 c	116.17± 5.47 b	1 088.83± 50.48 b	1 593.43± 56.96 b	21.67± 0.52 c	74.87± 0.34 b	165.81± 1.95 b
II	4 295.41± 50.01 a	25.54± 0.01 a	142.46± 1.28 a	1 356.87± 57.41 a	1 770.29± 14.93 a	26.37± 0.61 ab	85.36± 1.02 a	217.81± 6.58 a
	4 066.11± 59.01 a	18.62± 0.38 b	140.74± 0.81 a	1 279.28± 1.97 a	1 657.47± 24.13 a	24.88± 0.64 b	86.39± 0.78 a	214.76± 2.67 a
III								
IV								

3 讨论

3.1 益生菌和低聚木糖对断奶仔猪生长性能的影响

益生菌和低聚木糖作为绿色环保的畜禽饲料添加剂,已经成为目前研究的热点,国内外已进行了不少研究,但研究结果却不尽一致^[7-10],其中多数研究认为,益生菌和低聚木糖能促进仔猪体重增加,且对降低腹泻的作用比较明显。然而也有一些试验结果显示,益生菌只能降低仔猪的腹泻率,对增加体重没有影响^[11]。在本试验条件下,研究结果表明,益生菌和低聚木糖对断奶仔猪平均日增重没有显著影响,但能显著提高断奶仔猪的饲料转化效率,降低死

淘率和腹泻率。这与张国龙等^[12]报道在 35 日龄断奶仔猪日粮中添加 2.0~4.0 g/kg 的益微制剂,不会影响猪的生产性能,但会使日粮干物质和粗蛋白消化率增加的结果相一致。虞泽鹏等^[13]报道,益生菌对断奶仔猪的体重、日增重及料肉比等的影响不很明显,但有减低仔猪腹泻、改善胃肠功能的趋势,与本研究结果相一致。宋志刚等^[14]对生长育肥猪添加不同水平的益生菌,也得到了相似的结论。究其原因,可能是由于活菌制剂对猪肠道微生物群落平衡的改善作用不一定能反映在生长性能上;也可能是由于益生菌和低聚木糖对处于应激期仔猪生产性能的影响更显著,而本试验的仔猪 21 日龄断奶后

转入保育舍已经 2 周,断奶应激对其几乎没有影响。

益生菌和低聚木糖对断奶仔猪养分转化效率的提高及对死淘率和腹泻率的降低作用,主要是由于益生菌和低聚木糖有利于建立维持哺乳仔猪胃肠道健康的微生物生态,为胃肠道有益微生物提供了消化酶,因而提高了断奶仔猪对养分的消化率。并且在建立胃肠道粘膜微生物防御屏障的同时,产生了生理活性物质,提高了断奶仔猪的免疫机能,降低了断奶仔猪的腹泻率和由仔猪腹泻引起的仔猪死淘情况。国内的许多饲养试验也表明,益生菌和低聚木糖能够明显降低仔猪的腹泻率和死亡率^[11,15-16]。

3.2 益生菌和低聚木糖对断奶仔猪消化道酶活性和养分表观消化率的影响

许多微生物可以产生淀粉酶、脂肪酶和蛋白酶等消化酶,从而提高饲料转化效率。益生菌能诱导动物内源消化酶的分泌,其在消化道中所产生的酶与动物体内的酶共同起作用,从而有利于饲料转化效率的提高。Collington^[17]认为,日粮中添加益生菌可以显著提高仔猪小肠内容物中的碳水化合物酶活性,如乳酸杆菌在细胞内外均可产生淀粉酶,乳酸杆菌产生的酸性代谢产物可使肠道环境呈偏酸性,而一般消化酶的最适 pH 均为偏酸性(如淀粉酶最适 pH 为 6.5,糖化酶最适 pH 为 4.4),有机酸的产生还可加强肠道的蠕动和分泌,因此有利于营养物质的消化吸收。王志祥等^[18]在断奶仔猪日粮中添加 2.5 g/kg 乳酸杆菌,研究结果表明,添加乳酸杆菌能显著提高断奶仔猪饲粮粗脂肪的表观消化率,极显著提高胰脏、十二指肠食糜脂肪酶和淀粉酶活性。本研究结果表明,日粮中添加益生菌能显著提高仔猪十二指肠和空肠胰蛋白酶、胃蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶的活性,可显著提高仔猪对干物质、粗蛋白和能量的表观消化率,与王志祥等^[18]的研究结果一致。

低聚木糖能被双歧杆菌和某些乳酸杆菌利用,在日粮中添加适量的低聚木糖能促进双歧杆菌、乳酸杆菌等有益菌的增殖,从而起到抑制肠道有害菌、提高动物生长速率和饲料转化率、改善动物健康状况等作用^[19]。王继成等^[20]在 28 日龄断奶仔猪日粮中添加低聚木糖,结果表明低聚木糖的添加能促进盲肠中双歧杆菌的增殖,同时使盲肠中乳酸杆菌的浓度得到提高。张宏福等^[21]研究了在早期断奶仔猪的日粮中添加 0.5 g/kg 异麦芽低聚糖对肠道主要菌群的影响,发现异麦芽低聚糖能明显降低盲肠、结肠大肠杆菌浓度,使乳酸杆菌数量明显增高,使双

歧杆菌呈现增加趋势。本研究表明,在日粮中添加低聚木糖能显著提高仔猪十二指肠和空肠胰蛋白酶、胃蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶的活性,对干物质和能量的表观消化率提高显著,但对粗蛋白表观消化率的影响不显著,这是由于低聚木糖不能被消化液分解,其主要作用是进入大肠供乳酸菌和双歧杆菌等有益菌增殖。如本研究结果所示,低聚木糖组仔猪小肠胃蛋白酶活性的提高不如益生菌组显著,而仔猪对粗蛋白吸收的主要部位在小肠^[19],这可能是仔猪日粮添加低聚木糖对粗蛋白的表观消化率没有显著影响的原因之一。

[参考文献]

- [1] Robyn L G, Carol R G. Appropriate regulation of antibiotics in livestock[J]. Boston College Environmental Affairs Law Review, 2000, 28(1): 39-77.
- [2] Mathew A G, Upchurch W G, Chattin S E. Incidence of antibiotic resistance in fecal *Escherichia coli* isolated from commercial swine farms[J]. J Anim Sci, 1998, 76: 426-434.
- [3] Braude R. Antibiotics in animal feeds in Great Britain[J]. J Anim Sci, 1978, 46: 1425-1436.
- [4] Wenk C. Growth promoter alternatives after the ban on antibiotics[J]. Pig News and Information, 2003, 24(1): 11-16.
- [5] 潘康成, 杨汉博. 饲用芽孢菌作用机理的研究进展[J]. 饲料工业, 1997, 18(9): 32-34.
Pan K C, Yang H B. Recent advances in the mechanism of action of bacillus used to feed[J]. Feed Industry, 1997, 18(9): 32-34. (in Chinese)
- [6] Gibson G R, Roberfroid M B. Dietary modulation of human colonic microbota, introducing the concept of probiotics[J]. Journal of Nutrition, 1994, 125: 1401-1412.
- [7] 张丽英, 李德发, 张克英, 等. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2003: 45-145.
Zhang L Y, Li D F, Zhang K Y, et al. Technology of feed analysis and mass detection[M]. 2nd Edition. Beijing: Publishing by China Agriculture of University, 2003: 45-145. (in Chinese)
- [8] 李勇明, 徐子伟, 冯尚莲, 等. 低聚寡糖对仔猪生长性能的影响及其作用机理探讨[J]. 饲料研究, 2000(11): 4-6.
Li Y M, Xu Z W, Feng S L, et al. Effect of oligosaccharides on growth performance and approach of the mechanism of action in piglets[J]. Feed Research, 2000 (11): 4-6. (in Chinese)
- [9] 王亚军, 吴天星, 华卫东. 低聚果糖对杜洛克仔猪生产性能的影响研究[J]. 饲料研究, 2000(1): 33-35.
Wang Y J, Wu T X, Hua W D. Effect of oligosaccharide on growth performance in duroc piglets[J]. Feed Research, 2000 (1): 33-35. (in Chinese)
- [10] Egorova O G, Moshkutelo I I, Gorodetskays A A. The efficiency of growing suckling piglets when adding the preparation Frodo to the mixed food[J]. Russian Agricultural Sciences, 1998, 4: 23-27.

- [11] 赵京扬. 加酶益生菌添加时间对哺乳断奶仔猪日增重和腹泻率的影响[J]. 养殖技术顾问, 2002(10): 7.
Zhao J Y. The effect of probiotics added with enzyme on daily live weight gain and diarrhea rate of weaned piglets[J]. Technical Advisor for Animal Husbandry, 2002(10): 7. (in Chinese)
- [12] 张国龙, 李德发, 管武太, 等. 益微制剂对断奶仔猪生长性能、氮平衡、粪中大肠杆菌数及血清 SOD 酶活性的影响[J]. 饲料研究, 1994(9): 2-6.
Zhang G L, Li D F, Guan W T, et al. The effect of microbial ecological agent on growth performance, nitrogenous equilibrium, number of bacterium coli commune in manure and activity of blood superoxide dismutase in weaned piglets[J]. Feed Research, 1994(9): 2-6. (in Chinese)
- [13] 虞泽鹏, 谢启轮, 唐 举, 等. 益生菌对断奶仔猪生产性能的影响[J]. 动物科学与动物医学, 2002, 19(12): 49-50.
Yu Z P, Xie Q L, Tang J, et al. Effect of probiotics on growth performance in weaned piglets[J]. Animal Science and Animal Medical Science, 2002, 19(12): 45-50. (in Chinese)
- [14] 宋志刚, 朱立贤, 林 海. 寡聚糖的开发利用[J]. 饲料博览, 2001(1): 40-41.
Song Z G, Zhu L X, Lin H. Development and utilization of oligosaccharide[J]. Feed Review, 2001(1): 40-41. (in Chinese)
- [15] 王士长, 徐菊芬, 何若钢. 益生菌的研究及应用[J]. 中国微生物学杂志, 1999, 11(3): 184-187.
Wang S Z, Xu J F, He R G. Study and application of probiotics[J]. Chinese Journal of Microecology, 1999, 11(3): 184-187. (in Chinese)
- [16] 朱万宝, 常志州, 叶小梅, 等. 复合益生菌饲喂断奶仔猪的效果[J]. 饲料研究, 1999(4): 7-8.
Zhu W B, Chang Z Z, Ye X M, et al. Effect of probiotics in weaned piglets[J]. Feed Research, 1999(4): 7-8. (in Chinese)
- [17] Collington T K. The influence of inclusion of either an antibiotic or probiotic in the diet on the development of digestive enzyme activity in the pig[J]. Brit J Nutr, 1990, 64: 59-70.
- [18] 王志祥, 乔家运, 王自恒, 等. 乳酸杆菌对断奶仔猪生长性能、养分表观消化率和消化酶活性的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 36(4): 23-27.
Wang Z X, Qiao J Y, Wang Z H, et al. Effect of Lactobacillus on growth performance, nutrient digestibility and digestive enzyme activities of weaned piglets[J]. Journal of Northwest A & F University: Nat Sci Ed, 2006, 36(4): 23-27. (in Chinese)
- [19] 李德发, 尹靖东, 谯仕彦, 等. 猪的营养[M]. 2 版. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2003: 22-42.
Li D F, Yin J D, Qiao S Y, et al. Nutriment of pigs[M]. 2nd Edition. Beijing: China Agriculture Science of Technique Press, 2003: 22-42. (in Chinese)
- [20] 王继成, 潘灵辉, 李淑云, 等. 低聚木糖对断奶仔猪生产性能、肠道菌群及免疫水平影响的研究[J]. 中国畜牧兽医, 2006, 33(5): 3-7.
Wang J C, Pan L H, Li S Y, et al. Studies on effect of Xylo-oligosaccharide on performane, antibody level and intestinal microflora of weaning piglets[J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2006, 33(5): 3-7. (in Chinese)
- [21] 张宏福, 徐秀容. 异麦芽低聚糖对早期断奶仔猪肠道主要菌群的影响[J]. 动物营养学报, 2001, 13(3): 47-51.
Zhang H F, Xu X R. Effect of Allotri-malt oligosaccharide on main microbial population in earlier period weaned piglets[J]. Acta Zoo Nutrimenta Sinica, 2001, 13(3): 47-51. (in Chinese)