

复合益生菌制剂对舍饲山羊育肥性能和血清生化指标的影响

彭涛¹ 郭贝贝¹ 张水印² 游金明¹ 张彩英¹ 陈蓉蓉^{3*} 宋小珍^{1*}

(1.江西农业大学动物科技学院,南昌 330045;2.江西科技师范大学生命科学学院,南昌 330013;

3.江西农业大学理学院,南昌 330045)

摘要: 本试验旨在研究饲料中添加不同水平的复合益生菌制剂对舍饲山羊育肥性能和血清生化指标的影响。选取 80 只年龄和体重相近的健康努比亚母山羊,随机分为 5 组,每组 4 个重复,每个重复 4 只羊。各组在基础饲料中分别添加 0(对照组)、0.1%、0.2%、0.4%和 0.8%的复合益生菌制剂(由植物乳杆菌、酵母菌组成,两者活菌数分别为 2.0×10^6 、 1.0×10^6 CFU/mL)。预试期 7 d,正试期 60 d。结果显示:与对照组比较,0.2%、0.4%和 0.8%益生菌组的平均日增重分别提高了 20.00%、22.46%和 15.79% ($P > 0.05$),料重比分别降低了 17.65%、20.68%和 15.36% ($P > 0.05$);0.2%、0.4%和 0.8%益生菌组的血清总蛋白和球蛋白含量均显著提高 ($P < 0.05$);0.4%益生菌组的血清总抗氧化能力、总超氧化物歧化酶活性显著提高 ($P < 0.05$),丙二醛含量显著降低 ($P < 0.05$);0.4%益生菌组的血清免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 A 和免疫球蛋白 M 含量显著提高 ($P < 0.05$)。以上结果表明,在饲料中添加 0.4%的复合益生菌制剂可提高舍饲山羊的血清免疫球蛋白含量,改善其抗氧化功能,并具有提高其育肥性能的趋势。

关键词: 复合益生菌制剂;舍饲山羊;育肥性能;血清生化指标;血清抗氧化指标;免疫球蛋白

中图分类号:S816

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)01-0440-07

近年来,随着抗生素在畜牧业生产中的长期超量使用,有关其毒副作用、药物残留、耐药菌株等问题引起了广泛的关注。随着人们保健意识的增强,对动物产品的质量要求的逐步提高,越来越多的国家开始限制抗生素的使用,一些国家甚至严格禁止抗生素在动物饲料中的添加。因此,寻找一种绿色无残留、毒副作用小的抗生素替代品便成为研究的热点^[1]。益生菌制剂是将有益微生物经过特殊工艺加工后制成的活菌制剂,其中的有益微生物是从动物体内分离而得,因而具有无污染、无残留、对动物无毒副作用等优点,是一类绿色环保的新型饲料添加剂。近年来,益生菌制剂作为抗生素的替代品在猪、家禽等动物养殖生

产中得到了广泛应用。秦康乐等^[2]研究发现,在肉仔鸡饲料中添加益生菌(主要为乳酸菌、芽孢杆菌、酵母菌等及其代谢物)可以提高肉仔鸡采食量,降低饲料成本,且可提高小肠绒毛长度,降低隐窝深度,即改善了小肠的形态结构。刘凤美等^[3]研究发现,在饲料中添加乳酸菌、枯草芽孢杆菌能够改善肉鸡的生长性能,促进免疫器官的发育,抑制有害菌的生长,促进有益菌的增殖,调节肠道菌群的平衡。曾秀玲等^[4]研究发现,在饲料中添由枯草芽孢杆菌、酵母菌、乳酸菌三者组合的复合益生菌可提高早期断奶仔猪的生长性能和体液免疫功能。宋献艺等^[5]研究发现,在基础饲料中添加 0.1%的复合益生菌(内含乳酸菌、枯草芽

收稿日期:2019-06-27

基金项目:江西省科技支撑重大项目(20161ACF60006)

作者简介:彭涛(1996—),男,江西鹰潭人,硕士研究生,研究方向为反刍动物营养与饲料科学。E-mail: ptisasb2333@163.com

* 通信作者:陈蓉蓉,副教授,硕士生导师,E-mail: r_r_chen@163.com;宋小珍,教授,硕士生导师,E-mail: songxz1234@163.com

孢杆菌、产朊假丝酵母)能够提高断奶仔猪生长性能,降低腹泻率,提高营养物质的消化吸收率。

但是,目前国内对益生菌的研究主要集中在猪和鸡等单胃动物上,有关益生菌对反刍动物影响的报道较少,且已有的研究结果也不尽一致。例如,Titi 等^[6]研究表明以酵母培养物为主要成分的微生态制剂对羔羊的生产性能没有显著影响,而 Haddad 等^[7]研究表明酵母培养物可显著提高羔羊对粗蛋白质、干物质、中性洗涤纤维的表观消化率,杨华等^[8]研究亦表明从羊瘤胃内分离出的芽孢杆菌可提高肉羊的育肥效果。本实验室前期结果表明,添加复合益生菌制剂对断奶后舍饲山羊的血液生化指标有显著改善,但对生长性能无显著影响^[9]。本研究拟在前期研究结果的基础上,进一步探讨不同添加水平的复合益生菌制剂

对舍饲山羊育肥性能和血清生化指标的影响,旨在为复合益生菌制剂在反刍动物生产中的应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 复合益生菌制剂

本试验所用的复合益生菌制剂为液态菌液,由植物乳杆菌(活菌数为 2.0×10^6 CFU/mL)、酵母菌(活菌数为 1.0×10^6 CFU/mL)组成,由南昌大学食品学院惠赠。饲喂前将复合益生菌制剂用适量水稀释后,用喷壶均匀喷洒在大豆秸上。

1.2 试验饲粮

基础饲粮参照我国《肉羊饲养标准》(NY/T 816—2004)设计,其组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)

%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels ²⁾	含量 Content
玉米 Corn	39.4	干物质 DM	81.45
麦麸 Wheat bran	15.0	代谢能 ME/(MJ/kg)	7.93
豆粕 Soybean meal	5.0	粗蛋白质 CP	11.74
大豆秸 Soybean straw	35.0	粗灰分 Ash	8.79
碳酸氢钠 NaHCO ₃	0.6	钙 Ca	1.15
预混料 Premix ¹⁾	5.0	磷 P	0.47
合计 Total	100.0		

1) 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 2 610 IU, VD 305 IU, VE 15 mg, Cu (as copper sulfate) 12 mg, Fe (as ferrous sulfate) 55 mg, Mn (as manganese sulfate) 46 mg, Zn (as zinc sulfate) 34 mg, I (as potassium iodide) 0.2 mg, Se (as sodium selenite) 0.22 mg。

2) 代谢能为计算值,其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 试验动物及分组处理

选取 80 只 4 月龄健康、体重相近(平均体重为 21.89 kg)的努比亚母山羊,随机分成 5 组,每组 4 个重复,每个重复 4 只羊。各组山羊分别饲喂在基础饲粮中添加 0(对照组)、0.1%、0.2%、0.4% 和 0.8% 复合益生菌制剂的试验饲粮。预试期 7 d,正试期 60 d。

1.4 饲养管理

试验期间,将试验羊以重复为单位分栏饲养。试验前统一驱虫,常规免疫。正试期内,每天喂料 2 次,先精后粗,自由饮水。

1.5 检测指标

1.5.1 育肥性能的测定

每天准确称量各组的给料量和剩料量,计算平均日采食量;分别在试验第 1 天和第 60 天对每组羊称重(晨饲前空腹进行),计算平均日增重;根据平均日采食量和平均日增重计算料重比。

1.5.2 血清生化指标的测定

于试验第 60 天清晨从每个重复中随机选取 2 只羊,空腹颈静脉采血 20 mL,3 000 r/min 离心 10 min 分离血清,将血清分装后放在 -20 °C 冰箱。

血清营养物质代谢指标和抗氧化指标采用日立 7600 全自动生化仪检测,血清免疫球蛋白含量

采用酶联免疫吸附测定(ELISA)法测定,上述指标测定试剂盒均购于南京建成生物工程研究所。

1.6 数据统计与分析

试验数据采用 SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析,结果以平均值±标准误表示, $P<0.05$ 为差异显著, $P>0.05$ 为差异不显著。

2 结果与分析

2.1 复合益生菌制剂对舍饲山羊育肥性能的影响

由表 1 可知,各益生菌添加组的平均日采食量、平均日增重和料重比与对照组相比差异均不显著($P>0.05$),但在数值上,0.2%、0.4%和 0.8% 益生菌组的平均日增重分别比对照组提高了

20.00%、22.46%和 15.79%,料重比分别比对照组降低了 17.65%、20.68%和 15.36%。

2.2 复合益生菌制剂对舍饲山羊血清代谢指标的影响

由表 3 可知,与对照组相比,0.1% 益生菌组山羊的血清总蛋白、球蛋白含量均无显著变化($P>0.05$),但 0.2%、0.4%和 0.8% 益生菌组山羊的血清总蛋白含量分别提高了 11.64%、11.68%和 10.58% ($P<0.05$),血清球蛋白含量分别提高了 22.01%、17.22%和 16.49% ($P<0.05$)。山羊血清白蛋白、尿素氮、葡萄糖、甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白含量各组之间差异均不显著($P>0.05$)。

表 2 复合益生菌制剂对舍饲山羊育肥性能的影响

Table 2 Effects of complex-probiotic-preparation on fattening performance of captive goats

项目 Items	复合益生菌制剂添加水平 Complex-probiotic-preparation supplemental levels/%					P 值 P-value
	0	0.1	0.2	0.4	0.8	
初重 IBW/kg	21.78±0.83	22.33±0.94	22.30±0.94	20.73±1.00	22.30±0.79	0.682
末重 FBW/kg	28.90±0.70	29.35±1.84	30.85±1.35	29.45±1.06	30.55±0.78	0.756
平均日采食量 ADF/g	961.83±38.49	986.54±30.53	960.14±33.93	947.60±46.51	954.04±66.73	0.978
平均日增重 ADG/g	118.75±10.08	117.08±20.33	142.50±10.33	145.42±6.71	137.50±4.54	0.312
料重比 F/G	8.27±0.76	9.04±1.25	6.81±0.37	6.56±0.45	7.00±0.67	0.154

同行数据肩标无字母或相同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 no letter or the same letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$), while with different letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

表 3 复合益生菌制剂对舍饲山羊血清营养物质代谢指标的影响

Table 3 Effects of complex-probiotic-preparation on serum nutrient metabolism indexes of captive goats

项目 Items	复合益生菌制剂添加水平 Complex-probiotic-preparation supplemental levels/%					P 值 P-value
	0	0.1	0.2	0.4	0.8	
总蛋白 TP/(g/L)	63.33±1.56 ^b	65.48±0.95 ^b	70.70±0.13 ^a	70.73±1.59 ^a	70.03±0.61 ^a	0.001
白蛋白 ALB/(g/L)	25.30±0.58	25.88±0.97	24.30±0.74	26.15±0.25	25.73±0.63	0.373
球蛋白 GLB/(g/L)	38.03±1.11 ^b	39.60±0.59 ^b	46.40±0.75 ^a	44.58±1.35 ^a	44.30±0.35 ^a	<0.001
尿素氮 UREA/(mmol/L)	5.34±0.18	4.35±0.35	4.77±0.18	4.85±0.27	4.87±0.34	0.182
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	2.66±0.33	2.70±0.22	3.25±0.25	2.69±0.21	3.00±0.16	0.340
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.20±0.02	0.20±0.04	0.30±0.04	0.26±0.02	0.24±0.03	0.090
总胆固醇 TC/(mmol/L)	2.63±0.17	2.29±0.23	2.56±0.19	2.74±0.23	2.58±0.18	0.608
高密度脂蛋白 HDL/(mmol/L)	2.05±0.14	1.80±0.18	1.89±0.14	1.96±0.14	1.95±0.13	0.802
低密度脂蛋白 LDL/(mmol/L)	0.81±0.07	0.64±0.07	0.76±0.08	0.80±0.07	0.79±0.04	0.464

2.3 复合益生菌制剂对舍饲山羊血清抗氧化指标的影响

由表 4 可知,与对照组相比,0.4% 益生菌组山羊的血清总抗氧化能力(T-AOC)、总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性分别提高了 27.58%、6.07% ($P < 0.05$),血清丙二醛(MDA)含量降低了 44.44% ($P < 0.05$);0.1%、0.2% 和 0.8% 益生菌组山羊的血清各抗氧化指标与对照组相比差异均不

显著($P > 0.05$)。此外,0.4% 益生菌组山羊的血清 T-AOC 显著高于 0.8% 益生菌组 ($P < 0.05$),血清 T-SOD 活性显著高于 0.1%、0.2% 和 0.8% 益生菌组 ($P < 0.05$),血清 MDA 含量显著低于 0.1%、0.2% 和 0.8% 益生菌组 ($P < 0.05$);0.1%、0.4% 益生菌组山羊的血清谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性显著高于 0.2% 和 0.8% 益生菌组 ($P < 0.05$)。

表 4 复合益生菌制剂对舍饲山羊血清抗氧化指标的影响

Table 4 Effects of complex-probiotic-preparation on serum antioxidant indexes of captive goats

项目 Items	复合益生菌制剂添加水平 Complex-probiotic-preparation supplemental levels/%					P 值 P-value
	0	0.1	0.2	0.4	0.8	
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mL)	5.04±0.27 ^b	5.87±0.42 ^{ab}	5.96±0.44 ^{ab}	6.43±0.44 ^a	4.98±0.31 ^b	0.039
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	281.6±10.8 ^{ab}	308.9±11.2 ^a	248.4±11.2 ^b	314.9±13.4 ^a	267.7±15.9 ^b	0.006
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	145.79±1.59 ^b	148.54±1.42 ^b	147.46±1.76 ^b	154.64±0.73 ^a	149.18±1.38 ^b	0.001
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	3.42±0.16 ^b	2.99±0.23 ^b	2.86±0.60 ^b	1.90±0.13 ^a	3.01±0.23 ^b	0.001

2.4 复合益生菌制剂对舍饲山羊血清免疫球蛋白含量的影响

由表 5 可知,与对照组比较,0.4% 益生菌组血清免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 M 和免疫球蛋白 G 含量分别提高了 37.50%、16.44% 和 17.89%,差异显著($P < 0.05$);0.1%、0.2% 和 0.8% 益生菌组血清免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 M 和免疫球蛋白 G 含

量则无显著变化($P > 0.05$),但血清免疫球蛋白 A 含量在数值上均有所提高,分别提高了 15.00%、10.00% 和 15.00%。此外,0.4% 益生菌组血清免疫球蛋白 A 和免疫球蛋白 M 含量显著高于 0.1%、0.2% 和 0.8% 益生菌组 ($P < 0.05$),血清免疫球蛋白 G 含量显著高于 0.2% 益生菌组 ($P < 0.05$)。

表 5 复合益生菌制剂对舍饲山羊血清免疫球蛋白含量的影响

Table 5 Effects of complex-probiotic-preparation on serum immunoglobulin contents of captive goats

项目 Items	复合益生菌制剂添加水平 Complex-probiotic-preparation supplemental levels/%					P 值 P-value
	0	0.1	0.2	0.4	0.8	
免疫球蛋白 A IgA	0.80±0.03 ^b	0.92±0.04 ^b	0.88±0.04 ^b	1.10±0.04 ^a	0.92±0.06 ^b	0.006
免疫球蛋白 M IgM	0.73±0.03 ^b	0.73±0.02 ^b	0.71±0.02 ^b	0.85±0.03 ^a	0.74±0.03 ^b	0.001
免疫球蛋白 G IgG	6.65±0.22 ^b	6.99±0.33 ^{ab}	6.68±0.28 ^b	7.84±0.32 ^a	7.32±0.30 ^{ab}	0.002

3 讨论

3.1 复合益生菌制剂对舍饲山羊育肥性能的影响

益生菌是一类对宿主有益的活性微生物,可

定植于动物体胃肠道,调节微生态平衡、发挥有益作用的活性有益微生物。根据益生菌的作用机制及其与宿主的关系,可将其分为原籍菌剂、共生菌剂与真菌剂。本研究中应用的复合益生菌制剂主

要包含植物乳杆菌、酒酿酵母菌。乳酸菌为原籍菌剂,大量乳酸菌到达瘤胃后,可形成瘤胃微生物防御屏障,并通过生物夺氧及竞争性作用阻止过路菌或侵袭菌等病原微生物在瘤胃壁上的附着,抑制有害菌的生长繁殖,从而调节瘤胃微生物生态平衡,提高瘤胃对饲料的利用效率,最终提高动物的生长性能^[9]。酵母菌是单细胞真核微生物,酵母菌及其培养物中含有丰富的蛋白质和维生素等营养物质,可促进胃肠道有益菌的生长繁殖,抑制病原菌繁殖,从而提高机体免疫功能和生产性能。王金合等^[10]在350 kg育肥肉牛混合精料中添加2.0%和1.5%的微生态制剂(主要由单胞假丝酵母、啤酒酵母菌和乳酸菌组成),其对肉牛的增重效果显著高于对照组。李春艳等^[11]在300 kg育肥肉牛饲料中添加微生态活性补充料(主要由啤酒酵母菌和乳酸菌组成),其对育肥牛的增重效果显著。另外,在肉羊育肥试验中发现,在肉羊饲料中添加植物乳酸杆菌和酵母菌提高了饲料中养分的表观消化率,改善了羔羊的育肥效果和屠宰性能^[12]。本试验结果显示,在舍饲山羊饲料中添加0.2%、0.4%和0.8%的复合益生菌制剂均可使山羊的平均日增重提高15%以上,并可不同程度降低料重比。这表明由植物乳杆菌和酒酿酵母菌制备的复合益生菌制剂对舍饲山羊的育肥性能具有明显的改善作用,其原因可能与益生菌对山羊瘤胃微生态的调控及提高养分利用率有关。但本研究中添加0.1%的复合益生菌制剂后对舍饲山羊的育肥性能没有显著影响,这提示益生菌的应用效果与活性和添加剂量有很大关系。

3.2 复合益生菌制剂对舍饲山羊血清生化指标的影响

血清总蛋白、葡萄糖和甘油三酯含量与机体三大有机养分的代谢密切相关。而血清球蛋白是多种蛋白质的混合物,别名普通免疫球蛋白,其包括含量较多且具有防御功能的免疫球蛋白和补体,故在动物机体中主要起到免疫调节作用。血清免疫球蛋白是体液免疫系统的主要成分,其含量是反映动物机体免疫功能变化的重要标志,其中免疫球蛋白G含量最高,约占其免疫球蛋白总量的75%,是直接反映机体免疫力的重要指标^[13];免疫球蛋白A主要参与黏膜局部免疫,在局部抗感染中发挥作用^[14];免疫球蛋白M具有激活补体的功能。杨华等^[8]研究表明,在肉羊基础

饲料中添加500和1000 mg/kg含酵母菌的复合益生菌制剂均能显著提高肉羊血清免疫球蛋白G、免疫球蛋白M和免疫球蛋白A的含量,增强了肉羊的免疫力。本试验结果表明,饲料中添加0.4%复合益生菌制剂可提高山羊血清中球蛋白以及各免疫球蛋白含量,这说明在饲料中添加一定水平的复合益生菌可改善机体的免疫功能。这可能是因为复合益生菌进入动物体内后,一方面,其中的有益菌可建立优势菌群,调节微生态平衡;另一方面,酵母菌及其培养物可产生很多有益的代谢产物,可有效刺激肠黏膜免疫,促进机体的免疫应答,提高机体的抗病能力^[15]。郭欣怡等^[16]研究发现,饲料中添加乳酸菌、丁酸菌和复合菌均可提高肉鸡的生产性能,增强免疫功能,改善肠道菌群,且复合菌的应用效果优于乳酸菌等单一菌剂。王义勇等^[17]研究发现,复合益生菌(含乳酸菌、酵母菌)能够显著提高爱拔益加肉鸡血清中新城疫免疫抗体水平以及白细胞介素-4(IL-4)、 γ -干扰素(IFN- γ)含量,从而提高其免疫功能。范利霞^[18]研究表明,将由乳酸菌、酵母菌制成的微生物复合制剂以5%的剂量添加到绵羊基础饲料中,可提高绵羊吞噬细胞的吞噬功能和血液抗体水平,增强机体的免疫力和抗病力。

正常情况下,自由基在体内的含量处于一个动态平衡的状态,但当动物发生应激、外伤或疾病等情况下,自由基大量产生导致平衡被打破,则可能引起氧化损伤^[19]。生物体内主要的酶类抗氧化剂有GSH-Px和超氧化物歧化酶(SOD),二者是体内清除自由基的特异性酶,它们的活性与机体清除自由基的能力有直接关系。MDA是膜质过氧化作用的产物之一,其含量是反映机体抗氧化潜在能力的重要参数,也能间接反映组织过氧化损伤程度。益生菌和动物一样也存在着自己的抗氧化酶系统,其中SOD是最重要的一种抗氧化酶^[20]。徐俊杰等^[21]报道,在饲料中添加乳酸菌能够使仔猪血清T-AOC显著提高,从而提高仔猪抗氧化性能。梁金逢等^[22]研究发现,在育成牛全混合日粮中添加由酵母菌、乳酸菌制成的复合益生菌后可显著提高育成牛血清SOD和GSH-Px活性,增强其抗氧化能力。

本试验结果表明,饲料中添加0.4%的复合益生菌制剂可提高舍饲山羊血清T-AOC和T-SOD活性,降低MDA含量;而其他各添加剂量的复合

益生菌制剂对舍饲山羊血清抗氧化酶活性和MDA含量均无显著影响。这提示,添加由植物乳杆菌和酒酿酵母菌制备的复合益生菌制剂有益于提高舍饲山羊的抗氧化能力,且对抗氧化能力提高的效果与添加剂量关系密切。

4 结 论

在饲料中添加复合益生菌制剂可提高舍饲山羊血清免疫球蛋白含量,改善其抗氧化功能,并具有提高其育肥性能的趋势,其中以添加水平为0.4%时效果最佳。

参考文献:

- [1] 张坤,周全州,王宏伟.动物微生态制剂的研究进展[J].中国饲料添加剂,2014(4):4-7.
- [2] 秦康乐,赵振华,王杏龙.复合益生菌对肉仔鸡生长性能和肠道形态的影响[J].当代畜牧,2017(18):26-28.
- [3] 刘凤美,张磊,黄彬.日粮添加益生菌对肉鸡生产性能、免疫功能和肠道菌群的影响[J].中国饲料,2018(24):39-43.
- [4] 曾秀玲,熊力,华莹,等.复合益生菌对早期断奶仔猪生长性能和体液免疫水平的影响研究[J].畜牧与饲料科学,2019,40(2):20-24.
- [5] 宋献艺,刘洋,周胜花.复合益生菌制剂对断奶仔猪生长性能、腹泻率和营养物质消化率的影响[J].饲料工业,2018,39(15):27-31.
- [6] TITI H H,DMOUR R O,ABDULLAH A Y.Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs and Shami goat kids fed yeast culture in their finishing diet[J].Animal Feed Science and Technology,2008,142(1/2):33-43.
- [7] HADDAD S G,GOUSSOUS S N.Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs[J].Animal Feed Science and Technology,2005,118(3/4):343-348.
- [8] 杨华,张韩杰,吴信明,等.微生态制剂对肉羊生长性能和免疫功能的影响[J].家畜生态学报,2015,36(10):27-32.
- [9] 尚含乐,郭贝贝,彭涛,等.饲料中添加益生菌制剂对舍饲山羊生长性能及血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2019,31(2):699-704.
- [10] 王金合,邓代君,王居强.微生态饲料添加剂对肉牛增重的影响[J].安徽农业科学,2009,37(11):5001-5002.
- [11] 李春艳,孙小明.利用富生源微生态活性补充料饲喂育肥肉牛的对比较试验[J].畜牧与饲料科学,2007,28(3):4.
- [12] 肖怡.三种益生菌对肉羊甲烷排放、物质代谢和瘤胃发酵的影响[D].硕士学位论文.塔里木:塔里木大学,2016.
- [13] 董佳琦,金三俊,汪晶晶,等.复合益生菌发酵液对哺乳母猪生产性能、血清生化及免疫指标的影响[J].动物营养学报,2018,30(1):343-349.
- [14] 谢文惠,姜宁,张爱忠.复合益生菌制剂对肉鸡生长性能、屠宰性能和免疫指标的影响[J].动物营养学报,2018,30(1):360-367.
- [15] 柴建民,魏荣贵,刘希峰,等.植物乳杆菌和非淀粉多糖复合酶对断奶仔猪生长性能、粪便微生物菌群及血清指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(6):1859-1866.
- [16] 郭欣怡,张曼,韩飞,等.不同益生菌制剂对肉鸡生产性能、免疫功能和肠道菌群的影响[J].家畜生态学报,2016,37(11):79-83.
- [17] 王兴勇,王伟伟.复合益生菌对双A肉鸡免疫功能调节及机理研究[J].吉林畜牧兽医,2019(09):78-80.
- [18] 范利霞.复合微生态制剂的研制及其对反刍动物免疫机能的影响[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.
- [19] JIN L H,BAHN J H,EUM W S,et al.Transduction of human catalase mediated by an HIV-1 TAT protein basic domain and arginine-rich peptides into mammalian cells[J].Free Radical Biology and Medicine,2001,31(11):1509-1519.
- [20] LANDIS G N,TOWER J.Superoxide dismutase evolution and life span regulation[J].Mechanisms of Ageing and Development,2005,126(3):365-379.
- [21] 徐俊杰,余宁.添加饲用益生菌对初生仔猪生长、抗氧化性能及免疫功能的影响[J].四川畜牧兽医,2018,45(12):22-24.
- [22] 梁金逢,文信旺,周晓晴,等.TMR日粮添加寡糖和复合益生菌对育成牛生长性能、免疫功能及抗氧化功能的影响[J].饲料工业,2019,40(15):41-44.

Effects of Complex-Probiotic-Preparation on Fattening Performance and Serum Biochemical Indexes of Captive Goats

PENG Tao¹ GUO Beibei¹ ZHANG Shuiyin² YOU Jinming¹ ZHANG Caiying¹
CHEN Rongrong^{3*} SONG Xiaozhen^{1*}

(1. College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. College of Life Sciences, Jiangxi Science and Technology Normal University, Nanchang 330013, China;
3. Institute of Science, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of complex-probiotic-preparation on fattening performance and serum biochemical indexes of captive goats. Eighty healthy Nubian female goats of similar age and body weight were selected and randomly divided into 5 groups with 4 replicates in each group and 4 goats in each replicate. Goats in 5 groups were fed basal diets supplemented with 0 (control group), 0.1%, 0.2%, 0.4% and 0.8% complex-probiotic-preparation (it was composed of *Lactobacillus plantarum* and yeast, and the viable numbers of them were 2.0×10^6 and 1.0×10^6 CFU/mL, respectively), respectively. The pre-feeding period of 7 days and the trial period was 60 days. The results showed as follows: compared with the control group, the average daily gain (ADG) in 0.2%, 0.4% and 0.8% probiotics groups were increased by 20.00%, 22.46% and 15.79% ($P > 0.05$), respectively, and the feed/gain was decreased by 17.65%, 20.68% and 15.36% ($P > 0.05$), respectively; the contents of serum total protein and globulin in 0.2%, 0.4% and 0.8% probiotics groups were significantly increased ($P < 0.05$); and also, in the 0.4% probiotics group, the serum total antioxidant capacity and total superoxide dismutase activity were significantly increased ($P < 0.05$), and the serum malondialdehyde (MDA) content was significantly decreased ($P < 0.05$); in addition, the contents of serum immunoglobulin G (IgG), immunoglobulin A (IgA) and immunoglobulin M (IgM) in 0.4% probiotic group were significantly increased ($P < 0.05$). The results indicate that adding 0.4% complex-probiotic-preparation to the diet can increase the contents of serum immunoglobulins, improve the antioxidative function, and has the trend of improving the fattening performance of captive goats. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(1):440-446]

Key words: complex-probiotic-preparation; captive goats; fattening performance; serum biochemical indexes; serum antioxidant indexes; immunoglobulin

* Corresponding authors: CHEN Rongrong, associate professor, E-mail: r_r_chen@163.com; SONG Xiaozhen, professor, E-mail: songxz1234@163.com (责任编辑 管景颖)