

# 饲料中添加复合微生态制剂 对蒙古马生长性能及血清指标的影响研究

郭晓晓 张建英\* 李小花

(内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010010)

**摘要:** 试验研究饲料中添加复合微生态制剂对蒙古马生长性能及血清指标的影响。试验采用单因素设计, 选择平均体重为 140 kg、平均年龄 6 个月的幼龄蒙古马 40 匹, 随机分为 4 组, 每组 10 个重复。各组蒙古马依次饲喂添加 0 (对照组)、100 (试验 1 组)、500 (试验 2 组)、1 000 (试验 3 组) mg/kg 复合微生态制剂的基础日粮。试验期 21 d。结果显示, 与对照组相比, 试验 2、3 组蒙古马平均日增重显著升高 ( $P<0.05$ ), 试验 2、3 组血清中总蛋白 (TP)、尿素氮 (BUN) 含量显著提高 ( $P<0.05$ ), 谷草转氨酶 (AST) 和谷丙转氨酶 (ALT) 活性显著增加 ( $P<0.05$ )。试验 2、3 组蒙古马免疫球蛋白含量显著高于对照组和试验 1 组 ( $P<0.05$ ); 试验 2、3 组蒙古马血清抗氧化能力得到显著改善 ( $P<0.05$ )。研究表明, 在日粮中添加 500 mg/kg 复合微生态制剂可以促进蒙古马生长, 改善血清指标。

**关键词:** 蒙古马; 复合微生态制剂; 生长性能; 抗氧化; 免疫; 菌群

中图分类号: S 816.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-2813 (2021) 13-0077-04

Doi: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2021.13.019

## Effect of compound microecological preparation on growth performance and serum of Mongolian horse

GUO Xiao-xiao ZHANG Jian-ying LI Xiao-hua

**Abstract:** The experiment studied the effect of adding compound probiotics in feed on the growth performance and serum of Mongolian horses. The experiment adopted a single factor design, 40 young Mongolian horses with an average weight of 140 kg and an average age of six months were selected, and they were randomly divided into four groups with ten repetitions. The Mongolian horse in each group were fed with basal diet supplement 0 (control group), 100 (test group 1), 500 (test group 2), 1 000 (test group 3) mg/kg compound probiotics. The test period was 21 d. The experiment indicates that compared with the control group, the average daily gain of Mongolian horse in group 2 and group 3 were significantly improved ( $P<0.05$ ), the TP and BUN content of the serum in group 2 and 3 were significantly increased ( $P<0.05$ ), the activity of AST and ALT in group 2 and 3 were significantly improved ( $P<0.05$ ). The immunoglobulin content of group 2 and group 3 were significantly higher than that of control group and group 1 ( $P<0.05$ ). The antioxidant capacity of blood serum in group 2 and 3 were significantly improved ( $P<0.05$ ). The experiment indicates that adding 500 mg/kg compound probiotics to the diet can promote the growth performance and improve the serum index of Mongolian horses.

**Key words:** Mongolian horse; compound probiotics; growth performance; antioxidation; immunity; flora

蒙古马是我国国家级畜禽遗传资源保护品种之一。该马体型矮小、体魄强健, 能远涉戈壁荒漠, 具有适应性强、耐力好、骑乘速力佳和抗病性佳等优点。因此, 该马种作为赛马被广泛养殖在我国内蒙古地区<sup>[1-2]</sup>。在养殖过

程中, 抗生素过度滥用会导致药物残留和耐药性问题, 影响蒙古马生长性能和健康。“饲料禁抗”政策的全面落地使得抗生素替代品研发与应用工作更为急迫。复合微生态制剂是在发酵、培养和干燥等特殊工艺基础上, 研发制作的活菌制剂。具有无残留、绿色安全、调节肠道内菌群平衡、提高饲料消化转化率、促进生长以及提高免疫等多种优势, 是一种绿色、安全并且高质量的新型饲料添加剂, 可替代抗生素, 用于动物饲养过程<sup>[3-4]</sup>。目前, 对于复合微生态制剂的研究, 大多数集中于鸡、鸭和猪等畜禽养殖应用中, 极少涉及马<sup>[5-7]</sup>。因此, 本试验以蒙古马为研究对象, 研究在日粮中添加不同浓度复合微生态制剂对蒙古马生长性能及血清的影响, 为该制剂在蒙古马养殖中的推

第一作者: 郭晓晓, 硕士, 研究方向为马产业。

通信作者: 张建英, 硕士, 副教授。

基金项目: 内蒙古农业大学校人文社科课题“内蒙古马赛事与马旅游融合模式及路径研究 (项目编号: 2019QN09)”; 内蒙古自治区高等学校科学技术研究项目“内蒙古赛马体育运动与草原旅游产业融合发展研究 (项目编号: NJSY21525)”

收稿日期: 2021-05-06

广应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 复合微生态制剂

复合微生态制剂为实验室自制, 主要由植物乳杆菌、乳酸杆菌和枯草芽孢杆菌3种微生物复合配置而成。3种微生物体积比例分别为1:1:2, 经鉴定其活菌总数 $\geq 1.0 \times 10^9$  CFU/g, 酶活 $\geq 600$  U/g。其中, 枯草芽孢杆菌来源于山东益昊生物科技有限公司, 有效活菌数为1 000亿CFU/g左右; 乳酸杆菌来源于山东菌乐生物科技有限公司, 有效活菌数为100~2 000亿CFU/g; 植物乳杆菌来源于山东中科嘉亿生物工程有限公司, 有效活菌数 $\geq 100$ 亿CFU/g。

#### 1.1.2 试剂盒

白介素2 (IL-2)、白介素6 (IL-6) ELISA、马免疫球蛋白A (IgA)、总蛋白 (TP)、谷草转氨酶 (AST) 和白蛋白 (ALB) 检测试剂盒购自上海晶抗生物工程有限公司; 过氧化氢酶 (CAT)、免疫球蛋白M (IgM) 和免疫球蛋白G (IgG) 检测试剂盒购自上海齐源生物科技有限公司; 超氧化物歧化酶 (T-SOD)、肿瘤坏死因子 $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) 和谷丙转氨酶 (ALT) 检测试剂盒购自南京卡米洛生物工程有限公司; 谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px)、尿素氮 (BUN)、血清总抗氧化能力 (T-AOC) 和丙二醛 (MDA) 检测试剂盒购自宁波泰斯拓生物技术有限公司。

#### 1.1.3 试验仪器

全自动酶标仪购自上海寰熙医疗器械有限公司; 高速离心机购自美国贝克曼库尔特公司; 采血管、采血针和离心管等实验室常规仪器购自沈阳宝康生物工程有限公司。上述实验仪器均由本实验室提供。

### 1.2 试验设计

选用平均体重为140 kg、平均年龄为6个月的40匹幼龄蒙古马进行单因素随机设计试验, 随机分成4组, 每组10个重复。各组蒙古马依次饲喂添加0 (对照组)、100 (试验1组)、500 (试验2组)、1 000 mg/kg (试验3组) 复合微生态制剂的基础日粮。试验期21 d。各组试验马饲养管理完全相同。

### 1.3 试验日粮

结合NRC饲养标准(2007)中蒙古马的营养物质需求, 将基础日粮饲料均匀混合<sup>[8-9]</sup>。随后, 将混合饲料倒

入饲料制粒机, 挤压出大小均匀的颗粒饲料, 粒径为1.5~2.0 mm。基础日粮组成及营养水平见表1。

表1 基础日粮组成及营养水平

原料组成	含量/%	营养水平	
玉米	45.00	代谢能/(MJ/kg)	9.85
麦麸	25.00	干物质/%	88.78
次粉	15.00	酸性洗涤纤维/%	28.21
去皮豆粕(44%)	10.00	中性洗涤纤维/%	17.12
无水磷酸氢钙	2.20	有机物/%	93.32
食盐	1.80	灰分/%	6.68
预混料	1.00	磷/%	0.93
		钙/%	0.25
合计	100.00		

注: 预混料购自深圳市光普达科技有限公司。

### 1.4 饲养管理

每日于8:00、14:00和18:00定量饲喂蒙古马。该时间不可更改, 以免打乱蒙古马原有饮食规律, 造成消化系统紊乱, 遵循先粗后精的原则对蒙古马进行饲喂。单圈舍饲养, 按马场生产管理对试验马驹进行驱虫。在马厩内常备清洁并且新鲜的饮水, 保证马匹随时饮用。

### 1.5 测定指标及方法

#### 1.5.1 生长性能

在试验阶段, 记录每个重复组马厩的投料量和剩料, 同时对每个试验蒙古马(空腹)的初重、末重、试验增重、平均日增重等生长性能指标进行测定。

$$\text{平均日增重} = \text{末重} - \text{初重} \quad (1)$$

$$\text{平均日增重} = (\text{末重} - \text{初重}) / \text{试验天数} \quad (2)$$

#### 1.5.2 生理生化性能

试验结束后, 选用一次性注射器(5.0 mL)对试验马进行静脉血采集, 采血5.0 mL。在离心管中, 分时段先静置于37℃培养箱2 h, 静置于2~8℃冰箱4 h。将离心管以转速5 000 r/min离心10 min, 取上清液。蒙古马血清生理生化性能、免疫性能和抗氧化性能均由试剂盒测定, 具体方法参照说明书。

### 1.6 数据统计与分析

数据采用Excel软件整理, 采用SPSS 22.0软件进行单因素方差分析, 采用Duncan's法进行多重比较, 结果以“平均值 $\pm$ 标准差”表示,  $P < 0.05$ 表示差异显著<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 复合微生态制剂对蒙古马生长性能的影响(见表2)

表2 复合微生态制剂对蒙古马生长性能的影响

组别	初重/kg	末重/kg	增重/kg	平均日增重/(kg/d)
对照组	140.55 $\pm$ 4.89	155.71 $\pm$ 4.63	15.16 $\pm$ 2.96	0.72 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>
试验1组	140.36 $\pm$ 5.27	157.87 $\pm$ 4.77	17.51 $\pm$ 2.53	0.83 $\pm$ 0.32 <sup>a</sup>
试验2组	140.72 $\pm$ 4.81	161.21 $\pm$ 5.71	20.49 $\pm$ 3.11	0.98 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>
试验3组	140.69 $\pm$ 5.17	162.36 $\pm$ 5.32	21.67 $\pm$ 2.74	1.03 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>

注: 同列数据肩标字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ), 字母相同或无字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ); 下表同。

由表2可知, 试验1、2和3组蒙古马的试验末重和增重均高于对照组; 试验2和3组平均日增重显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。

## 2.2 复合微生态制剂对蒙古马血清生化性能的影响

表3 复合微生态制剂对蒙古马血清生化性能的影响

组别	TP/(g/L)	ALB/(g/L)	BUN/(mmol/L)	ALT/(mmol/L)	AST/(mmol/L)
对照组	45.77 ± 1.47 <sup>a</sup>	18.41 ± 1.05 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.01 <sup>b</sup>	7.55 ± 0.25 <sup>b</sup>	174.54 ± 3.44 <sup>b</sup>
试验1组	46.21 ± 1.32 <sup>a</sup>	19.03 ± 1.44 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.05 <sup>b</sup>	7.13 ± 0.18 <sup>b</sup>	167.51 ± 4.12 <sup>b</sup>
试验2组	49.79 ± 1.57 <sup>b</sup>	22.59 ± 1.62 <sup>b</sup>	0.82 ± 0.11 <sup>a</sup>	6.36 ± 0.44 <sup>a</sup>	156.36 ± 3.64 <sup>a</sup>
试验3组	50.87 ± 1.44 <sup>c</sup>	23.98 ± 1.24 <sup>b</sup>	0.80 ± 0.07 <sup>a</sup>	6.02 ± 0.39 <sup>a</sup>	153.41 ± 4.72 <sup>a</sup>

## 2.3 复合微生态制剂对蒙古马血清免疫性能的影响 (见表4)

由表4可知, 与对照组相比, 试验2和3组蒙古马血

(见表3)

由表3可知, 与对照组相比, 试验2和3组蒙古马血清TP和ALB含量显著升高 ( $P<0.05$ ), BUN、AST和ALT含量显著降低 ( $P<0.05$ )。

清IgA、IgM、IgG、TNF- $\alpha$ 、IL-2和IL-6含量均显著提高 ( $P<0.05$ ); 试验3组IgG和IL-6含量显著高于试验2组 ( $P<0.05$ )。

表4 复合微生态制剂对蒙古马血清免疫性能的影响

组别	IgA/(g/L)	IgM/(g/L)	IgG/(g/L)	TNF- $\alpha$ /(ng/L)	IL-2/(ng/L)	IL-6/(ng/L)
对照组	2.16 ± 0.45 <sup>a</sup>	1.21 ± 0.26 <sup>a</sup>	8.14 ± 1.79 <sup>a</sup>	76.34 ± 2.91 <sup>a</sup>	124.72 ± 5.24 <sup>a</sup>	86.61 ± 4.15 <sup>a</sup>
试验1组	2.21 ± 0.53 <sup>a</sup>	1.23 ± 0.37 <sup>a</sup>	8.16 ± 2.68 <sup>a</sup>	76.54 ± 3.57 <sup>a</sup>	125.65 ± 6.84 <sup>a</sup>	87.58 ± 4.23 <sup>a</sup>
试验2组	2.45 ± 0.47 <sup>b</sup>	1.68 ± 0.34 <sup>b</sup>	9.47 ± 2.65 <sup>b</sup>	78.85 ± 5.43 <sup>b</sup>	128.89 ± 8.24 <sup>b</sup>	91.21 ± 4.27 <sup>b</sup>
试验3组	2.63 ± 0.66 <sup>b</sup>	1.74 ± 0.52 <sup>b</sup>	9.58 ± 3.57 <sup>c</sup>	79.59 ± 4.36 <sup>b</sup>	129.78 ± 7.91 <sup>b</sup>	93.05 ± 3.87 <sup>c</sup>

## 2.4 复合微生态制剂对蒙古马血清抗氧化性能的影响 (见表5)

由表5可知, 与对照组相比, 试验2和3组蒙古马血

清T-AOC、T-SOD、GSH-Px和CAT活性显著提高 ( $P<0.05$ ), MDA含量显著降低 ( $P<0.05$ )。试验3组GSH-Px活性显著高于试验2组 ( $P<0.05$ )。

表5 复合微生态制剂对蒙古马血清抗氧化性能的影响

组别	T-AOC/(mol/L)	T-SOD/(U/mL)	GSH-Px/(U/mL)	CAT/(U/mL)	MDA/( $\mu$ mol/L)
对照组	0.64 ± 0.04 <sup>a</sup>	71.32 ± 3.84 <sup>a</sup>	92.24 ± 4.12 <sup>a</sup>	5.76 ± 0.51 <sup>a</sup>	3.58 ± 0.25 <sup>b</sup>
试验1组	0.67 ± 0.09 <sup>a</sup>	72.42 ± 2.98 <sup>a</sup>	93.35 ± 4.07 <sup>a</sup>	5.94 ± 0.48 <sup>a</sup>	3.54 ± 0.24 <sup>b</sup>
试验2组	0.75 ± 0.06 <sup>b</sup>	78.56 ± 4.02 <sup>b</sup>	99.16 ± 4.23 <sup>b</sup>	6.27 ± 0.49 <sup>ab</sup>	3.31 ± 0.32 <sup>a</sup>
试验3组	0.78 ± 0.07 <sup>b</sup>	82.21 ± 4.11 <sup>b</sup>	102.76 ± 4.54 <sup>c</sup>	6.55 ± 0.58 <sup>b</sup>	3.28 ± 0.33 <sup>a</sup>

## 3 讨论

### 3.1 复合微生态制剂对蒙古马生长性能的影响

研究认为, 在饲料中添加复合微生态制剂, 有利于提高动物的生长性能。徐海燕等<sup>[11]</sup>研究指出, 在基础日粮中添加一定剂量的倍利素可以显著提高肉鸡的生长性。陈勇等<sup>[12]</sup>研究指出, 在基础日粮中添加复合微生态制剂可以显著促进仔猪生长。刘俊阳等<sup>[13]</sup>研究发现, 在日粮中添加复合微生态制剂能够有效改善犊牛肠道菌群, 降低犊牛腹泻率, 提高犊牛生长性能。本试验结果显示, 添加复合微生态制剂的各试验组蒙古马末重和增重均显著高于对照组 ( $P>0.05$ ), 说明复合微生态制剂可以提高马的平均日增重, 促进生长发育。产生这一结果的原因可能是复合微生态制剂由多种益生菌组成, 这些益生菌可以抑制有害菌群生长、调整菌群平衡以及降低腹泻。

在饲料中添加复合微生态制剂后, 复合微生态制剂中的益生菌可发挥自身有害菌群抑制作用, 加速蒙古马结肠内青粗饲料的消化, 进而提升蒙古马生长性能。

### 3.2 复合微生态制剂对蒙古马血清生化性能的影响

血清是被除去纤维蛋白原的血液, 一定程度上可体现动物机体各器官的病理损伤情况<sup>[14-15]</sup>。

添加100 mg/kg复合微生态制剂对蒙古马血清生化功能的影响不显著, 添加500和1 000 mg/kg复合微生态制剂均能显著提高蒙古马的血清生化功能。进一步分析可知, 在饲料中添加一定比例的复合微生态制剂, 一方面可以提高蒙古马血清中的TP和ALB含量, 也就是提高肝脏的蛋白质合成能力, 提升机体蛋白质代谢率, 加速蒙古马机体蛋白质消化、吸收和利用; 另一方面会降低BUN含量、AST和ALT活性, 改善蒙古马的肝脏和肾脏

功能,进而加速肝脏物质代谢。

### 3.3 复合微生态制剂对蒙古马血清免疫性能的影响

添加100 mg/kg复合微生态制剂对蒙古马血清免疫功能的影响不显著,添加500和1 000 mg/kg复合微生态制剂均能显著提高蒙古马的血清免疫功能。进一步分析可知,IgA、IgM和IgG含量增加意味着复合微生态制剂可有效抑制血清中的细菌,抵抗病毒并中和毒素,提升蒙古马体液免疫能力;TNF- $\alpha$ 、IL-2和IL-6含量的增加代表复合微生态制剂可有效诱导B细胞分泌和分化,刺激T淋巴细胞增殖,促使细胞能够抗肿瘤和病毒,提升蒙古马机体细胞免疫能力。

### 3.4 复合微生态制剂对蒙古马血清抗氧化性能的影响

添加100 mg/kg复合微生态制剂对蒙古马血清抗氧化功能的影响不显著,添加500和1 000 mg/kg复合微生态制剂均能显著提高蒙古马的血清抗氧化功能。基础日粮中添加复合微生态制剂可以提高蒙古马血清T-AOC,提升蒙古马机体的综合抗氧化能力;增强T-SOD活性,提高蒙古马机体对于超氧阴离子自由基的清除能力;增强血清GSH-Px活性,提升了蒙古马的还原反应性能;增强CAT活性,提升了蒙古马机体的过氧化氢清除能力;降低MDA含量,降低了蒙古马机体的脂质氧化和细胞损伤程度。

本研究结果显示,在蒙古马基础日粮饲料中添加100 mg/kg制剂可以改善血清生化、免疫和抗氧化性能,但整体效果不显著。添加500和1 000 mg/kg复合微生态制剂对蒙古马血清生化、免疫和抗氧化性能的改善效果均较为显著,但二者差异并不显著。产生这一现象的原因可能是:在随饲料进入蒙古马瘤胃后,复合微生态制剂能够快速将血清中的微生态菌群调节至平衡状态,但所添加复合微生态制剂的剂量在满足蒙古马所需要用量后,额外添加部分无法完全被蒙古马吸收利用。因此,综合考虑养殖成本,500 mg/kg应为复合微生态制剂的最优临床添加剂量。

## 4 结论

综上所述,蒙古马基础日粮饲料中添加复合微生态制剂可以提高蒙古马的平均日增重,促进蒙古马生长发育。不同浓度的复合微生态制剂均能够改善蒙古马的血清生化、免疫和抗氧化性能,但超过一定浓度后,复合微生态制剂对蒙古马血清的影响效用不再发生显著变化。综合考虑蒙古马养殖成本,实际应用中建议选择500 mg/kg作为复合微生态制剂的最适添加剂量。

## 参考文献

- [1] 艾云辉,王晓铤.蒙古马营养研究进展[J].饲料研究,2019,42(6):151-154.
- [2] 白东义,图格琴,赵若阳,等.蒙古马不同部位骨骼肌纤维特性分析[J].内蒙古农业大学学报:自然科学版,2019,40(4):1-5.
- [3] 苏兴田.饲料中添加不同水平的沙棘多糖对蒙古马运动性能及糖代谢

的影响[J].中国饲料,2020(13):53-56.

- [4] 张贵成,王思珍,魏曼琳.复合微生态制剂对乌骨羊生产性能及养分表观消化率的影响[J].中国饲料,2020(3):62-64.
- [5] 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、血清生化及免疫指标及粪便中挥发性脂肪酸含量的影响[J].饲料营养,2017,29(12):4477-4484.
- [6] 葛春雨,李军国,段海涛,等.饲料加工工艺和复合微生态制剂对肉鸡生长性能和免疫功能的影响[J].动物营养学报,2018,30(9):357-368.
- [7] 高丽,曹艳子,杨闯,等.微囊化复合微生态制剂饲喂蛋种鸡的应用效果试验[J].现代畜牧兽医,2017(1):21-24.
- [8] 王勇,王怀栋,武俊英,等.饲料中添加紫花苜蓿草粉对蒙古马运动性能及养分表观消化率的影响[J].中国饲料,2019(3):29-32.
- [9] 周琛,李海英,臧长江,等.添加硫辛酸对焉耆马运动性能、血浆抗氧化能力及代谢指标的影响[J].中国畜牧兽医,2015,4(3):575-582.
- [10] 李海英,曹莉萍,臧长江,等.添加油脂对焉耆马运动性能、血浆抗氧化能力及代谢指标的影响[J].中国畜牧兽医,2015,42(5):1123-1129.
- [11] 徐海燕,辛国民,王红,等.复合微生态制剂对肉鸡生长性能和免疫性能的影响[J].畜牧与饲料科学,2013,34(4):45-48,51.
- [12] 陈勇,黄可欣,梁谱鑫,等.饲料中添加复合微生态制剂对仔猪生长性能及养分表观消化率的影响[J].中国饲料,2019(21):57-59.
- [13] 刘俊阳,高爱武,成立新,等.复合微生态制剂对犏牛生长性能、粪样微生物和血液指标的影响[J].畜牧与饲料科学,2019,40(4):27-31,70.
- [14] 任宏.饲料中添加复合微生态制剂对蒙古马生长性能及血清中免疫球蛋白含量的影响[J].中国饲料,2019(13):67-70.
- [15] 徐家付,白文顺,杨亮宇.复合微生态制剂对武定鸡公鸡生长性能、盲肠菌群和血清IgG含量的影响[J].中国家禽,2018,40(7):27-31.