

乳铁蛋白对早期断奶仔猪血清和粪便中 金属元素含量及抗氧化性能的影响

张凯^a, 方成堃^b, 李美君^a, 杨玲媛^a, 方热军^{a*}

(湖南农业大学 a. 动物科学技术学院; b. 东方科技学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: 选用 21 日龄断奶仔猪 96 头, 根据日粮中乳铁蛋白的添加量 250、500、750 mg/kg 设置处理, 每个处理 4 个重复, 每个重复 6 头仔猪。试验为期 21 d。试验结果: 各乳铁蛋白添加组断奶仔猪平均日增重显著提高($P<0.05$), 腹泻率显著降低($P<0.05$), 血清中铁含量显著提高($P<0.05$); 500、750 mg/kg 添加组仔猪粪便中铁含量显著降低($P<0.05$), 粪便中铜、锌、锰含量均低于对照组, 且随乳铁蛋白添加量的增加而降低; 500 mg/kg 添加组的料肉比最低, 血清中 MDA 含量比对照显著降低($P<0.05$), SOD 活力和 GSH-Px 活力比对照显著提高($P<0.05$)。结果表明: 在基础日粮中适量添加乳铁蛋白(500 mg/kg)能在一定程度上提高断奶仔猪的生产性能, 提高血清中微量元素的含量, 降低粪便中金属元素的含量, 提高机体的抗氧化性能。

关键词: 乳铁蛋白; 断奶仔猪; 血清; 粪便; 生长性能; 微量元素; 抗氧化性能

中图分类号: S828.9⁺9 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)01-0069-04

Influence of lactoferrin on metal element contents in serum and excrement and antioxidant capacity of early weaned piglets

ZHANG Kai^a, FANG Cheng-kun^b, LI Mei-jun^a, YANG Ling-yuan^a, FANG Re-jun^{a*}

(a. College of Animal Science and Technology; b. College of Orient Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The experiment was conducted to investigate the effects of supplemental lactoferrin (LF) in basal diet on growth performance, metal element contents in serum and excrement and antioxidant capacity of the weaning piglets. Ninety-six 21-day-old weaning piglets were randomly allocated into 4 treatments with 4 replicates in each treatment, and 6 piglets per replicate. Each treatment was fed with basal diet supplemented with 0, 250, 500 and 750 mg/kg LF respectively for 21 d. The result showed: basal diets supplemented with LF could significantly improve the daily gain and reduce the diarrhea rate($P<0.05$) and the treatment fed with diet supplemented with 750 mg/kg LF yielded the best feed/gain ratio; the content of Fe in serum could be significantly increased by LF($P<0.05$); the content of Fe in the excrement of the treatments fed with diet supplemented with 500 mg/kg and 750 mg/kg LF could be significantly reduced, and the content of metal Cu, Zn and Mn in other treatments tended to reduce in the excrement ($P>0.05$). The supplementation of 500 mg/kg LF could significantly decrease the content of MDA in serum($P<0.05$) and increase the SOD and the GSH-Px activity($P<0.05$). The results indicated that supplementation of LF could improve growth performance, increase the contents of trace elements in serum, reduce the contents of metal in excrement and improve the antioxidant capacity of the organism. The appropriate supplemental amount of LF was 500 mg/kg under this experimental condition.

Key words: lactoferrin; weaned piglets; serum; excrement; growth performance; trace elements; antioxidant capacity

收稿日期: 2011-10-22

基金项目: 国家“十二·五”科技支撑计划项目(2011BAD26B03); 湖南省高等学校科学研究重点项目(08A030); 大学生研究性学习和创新性实验计划重点项目(DFCXS201001)

作者简介: 张凯(1986—), 男, 山西闻喜人, 硕士研究生, 主要从事饲料营养价值评定研究; *通信作者, fangrj63@126.com

早期断奶仔猪消化系统和免疫机能发育尚不完全,加上早期断奶引起的心理、环境和营养等多重应激,断奶仔猪容易出现腹泻和免疫功能降低等一系列问题,导致生长停滞、水肿、内毒素休克甚至死亡等仔猪断奶综合症(post weaning syndrome, PWS)^[1]。目前,中国普遍采用抗生素来解决这个难题,但抗生素在畜产品食品安全方面的副作用明显,因此,研究天然、绿色、无残留的抗生素替代品已成为当今国际动物营养领域的一个热点课题。

乳铁蛋白是一种天然的、具有免疫功能的糖蛋白,它不仅参与铁的转运,而且具有抗微生物、抗氧化、抗癌、调节免疫系统等功能,被认为是一种新型的抗菌、抗癌药物和极具开发潜力的食品和饲料添加剂。目前,关于乳铁蛋白应用的研究对象主要是人类和小鼠,关于其对断奶仔猪的促生长效果及其适宜添加量的研究较少^[2]。笔者研究日粮中不同比例乳铁蛋白对断奶仔猪生长性能、血液和粪便中金属元素含量及抗氧化性能的影响,旨在为开发绿色、无毒的乳铁蛋白促生长添加剂提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

乳铁蛋白购于南京天淳贸易有限公司,纯度为93%。

96头健康的21日龄杜×长×大三元杂交断奶仔猪,平均体质量为7.9 kg。

试验饲料参照NRC(1998) 5~10 kg仔猪营养需要设计,以风干基础计,其组成为玉米(59.2%)、次粉(3.0%)、鱼粉(3.0%)、豆粕(24.0%)、磷酸氢钙(2.0%)、石粉(1.0%)、乳清粉(3.0%)、食盐(0.3%)、乳化脂肪粉(3.0%)、氯化胆碱(0.1%)、赖氨酸(0.34%)、蛋氨酸(0.06%)、预混料(1.0%)。经测定,日粮中粗蛋白质、赖氨酸、蛋氨酸、钙、有效磷的含量分别为19.50%、1.35%、0.33%、0.80%、0.66%;消化能为14.46 MJ/kg。

1.2 试验设计

试验于长沙牧源生态养殖中心进行,为期21 d。供试仔猪于半开放水泥质地栏内饲养,采食、饮水、光照、免疫等管理同常规。

采用单因素试验设计,根据日粮中乳铁蛋白的

添加量250、500、750 mg/kg设置处理(分别记为I、II、III处理),以不添加乳铁蛋白组为对照组。每处理4个重复,每重复6头仔猪。试验期间记录各组料耗和猪腹泻情况。饲养试验结束后禁食24 h称取体质量,以计算试验猪的生产性能。

1.3 样品采集与制备

在试验第18、19、20天,不完全收集各组粪便,并将其烘干、回潮、粉碎、过孔径0.45 mm筛,制成风干样,待测。试验结束时,从每个重复中随机选取2头体重接近于平均体重的仔猪,于颈静脉采血,静置后3 000 r/m离心15 min,得血清样品,分装于Eppendorf管,置于-20℃低温冰箱中保存。

1.4 测定指标及方法

测定指标有平均日采食量、平均日增重、料重比、腹泻率、粪样及血液中金属元素含量、血液抗氧化指标。

金属元素含量的测定采取火焰法,用Vario 6原子吸收光谱仪测定;血清中抗氧化指标谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力、丙二醛(MDA)含量、总超氧化歧化酶(SOD)活力均完全按照南京建成试剂盒说明书进行测定。

1.5 数据统计分析

原始数据采用Excel 2003进行初步处理。用SPSS 17.0软件中的One-Way ANOVA程序进行方差分析。用Duncan氏法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 乳铁蛋白对仔猪生长性能的影响

由表1可见,I、II、III组的平均日增重显著高于对照组($P<0.05$),分别比对照组高11.1%、14.8%、3.7%,且各试验组平均日增重间差异显著($P<0.05$);就平均日采食量而言,I、II、III组分别比对照组高4.5%、4.5%、2.3%,三者间差异不显著($P>0.05$);就料肉比而言,各试验组间及各试验组与对照组间的差异均不显著($P>0.05$);各试验组仔猪腹泻率均显著低于对照组($P<0.05$),I、II、III组的腹泻率比对照组分别低53.3%、60%、20%,I、II组间差异不显著,但二者显著低于III组。

表 1 各处理仔猪的生产性能指标

处理	始重/kg	末重/kg	平均日增重/kg	平均日采食量/(kg·d ⁻¹)	料肉比	腹泻率/%
CK	7.89±0.39	(13.56±0.37)b	(0.27±0.005)d	0.44±0.03	1.62±0.10	(0.15±0.010)a
I	7.90±0.44	(14.23±0.55)ab	(0.30±0.007)b	0.46±0.03	1.51±0.07	(0.07±0.010)c
II	7.88±0.53	(14.45±0.70)a	(0.31±0.009)a	0.46±0.01	1.48±0.08	(0.06±0.004)c
III	7.89±0.34	(13.79±0.31)ab	(0.28±0.008)c	0.45±0.02	1.59±0.11	(0.12±0.008)b

2.2 乳铁蛋白对仔猪粪便和血清中金属元素含量的影响

由表2可见,添加乳铁蛋白能降低仔猪粪便中铁的含量,II、III组粪样中铁含量显著低于对照组($P<0.05$),分别比对照组低8.10%、8.59%,各试验组间差异不显著($P>0.05$);就粪样中铜含量而言,

各试验组间及各试验组与对照组间的差异均不显著,I、II、III组比对照组分别低8.17%、8.60%、8.05%;就粪样中锌含量而言,各试验组间及各试验组与对照组间的差异均不显著,II组锌含量最低,比对照组低6.22%;就粪样中锰含量而言,各试验组间及各试验组与对照组间的差异均不显著。

表 2 各处理仔猪粪便中金属元素的含量

处理	铁含量	铜含量	锌含量	锰含量
CK	(1 338.30±41.48)a	578.97±3.34	8 299.84±312.82	510.94±16.60
I	(1 262.10±45.08)ab	531.69±18.83	8 046.16±365.63	489.10±12.16
II	(1 229.87±22.95)b	529.16±17.45	7 783.91±368.34	578.14±18.50
III	(1 223.32±29.51)b	532.35±25.42	7 976.50±455.88	466.81±23.04

由表3可见,I、II、III组的血清中铁含量显著高于对照组($P<0.05$),比对照组分别高48.61%、62.60%、61.16%,各试验组间差异不显著($P>0.05$);就血清中铜含量而言,各试验组间及各试验组与对照组间的差异均不显著($P>0.05$),I、II、III组比对照组分别高14.06%、14.84%、18.78%。就血清中锌含量而言,各试验组间及各试验组与对照组间的差异均不显著($P>0.05$)。

表 3 各处理仔猪血清中金属元素的含量

处理	铁含量	铜含量	锌含量
CK	(11.15±1.05)b	1.28±0.14	1.70±0.17
I	(16.57±1.06)a	1.46±0.22	1.83±0.18
II	(18.13±2.70)a	1.47±0.18	1.81±0.23
III	(17.97±1.48)a	1.52±0.10	1.79±0.20

2.3 乳铁蛋白对仔猪机体抗氧化性能的影响

由表4可见,就MDA含量而言,II、III组与对照组的差异显著($P<0.05$),比对照组分别低21.21%、20.88%,I组与对照组差异不显著($P>0.05$),各试验组间差异不显著($P>0.05$);就GSH-Px活力而言,

II组与对照组的差异显著($P<0.05$),I、III组与对照组的差异不显著($P>0.05$),各试验组间差异均不显著($P>0.05$),其中II组酶活力最高,比对照组高22.87%。I、II、III组的血清SOD活力显著高于对照组($P<0.05$),比对照组分别高11.33%、10.26%、10.07%,各试验组间差异不显著($P>0.05$),其中I组的SOD活力最高。

表 4 各处理仔猪的抗氧化指标

处理	MDA 含量/(nmol·mL ⁻¹)	GSH-Px 活力	SOD 活力/(U·mL ⁻¹)
CK	(5.94±1.04)a	(543.71±72.70)b	(112.65±4.94)b
I	(5.16±0.41)ab	(606.45±27.98)ab	(125.41±11.26)a
II	(4.68±0.56)b	(668.06±51.71)a	(124.21±4.14)a
III	(4.70±0.99)b	(610.89±12.27)ab	(123.99±7.49)a

3 结论与讨论

本试验结果表明:适量添加乳铁蛋白(500 mg/kg)能一定程度上提高断奶仔猪的生产性能,提高血清中金属元素的含量,降低粪便中金属元素的含量,提高机体的抗氧化性能。

a. 在日粮中添加乳铁蛋白可以显著降低仔猪腹泻的发生,提高饲料转化率,从而提高断奶仔猪的生产性能。本试验中,在日粮中添加250、500 mg/kg乳铁蛋白均能显著提高平均日增重($P < 0.05$),提高平均日采食量,降低料肉比,显著降低腹泻率($P < 0.05$)。本试验结果与文献[3-4]的结果一致。

b. 乳铁蛋白可以降低仔猪粪便中金属铁、铜、锌、锰的含量,有利于畜牧业的无污染化。给贫血小鼠分别饲喂乳铁蛋白和硫酸亚铁,后者的摄入量是前者的4倍^[5]。添加20 mg/kg乳铁蛋白能显著提高第14天断奶仔猪血浆中的铁含量($P < 0.05$),添加2、10、20 mg/kg乳铁蛋白能显著降低第7天断奶仔猪血浆中的铜含量($P < 0.05$)^[6]。乳铁蛋白对 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Co^{3+} 、 Mn^{2+} 等分子大小相近的金属都有结合作用^[7]。本试验结果与文献[6]中关于铜试验结果的差异可能是由于乳铁蛋白的添加量不同所致,且本试验日粮中微量元素添加量较高,导致血清中铜的含量与对照组没有显著性差异。在一般饲养条件下均不会发生缺铜现象,日粮中铜含量为6 mg/kg时即可满足哺乳仔猪对铜的需要。日粮中高剂量铜会显著提高粪中铜含量,造成铜的浪费和环境污染^[8-9]。

c. 乳铁蛋白能与铁离子结合,抑制铁诱导的脂质过氧化过程中硫代巴比妥酸和丙二醛的生成,进而阻断氧自由基的生成^[10]。本试验结果表明,750 mg/kg添加组血清MDA含量与对照组差异显著($P < 0.05$),为3个试验组最低,所以,乳铁蛋白可减少环境中的 Fe^{3+} ,控制铁催化自由基反应,保护机体免受金属离子诱导的氧化损害。500 mg/kg试验组血清中SOD和GSH-Px酶活力显著提高($P < 0.05$),这是因为乳铁蛋白具有结合其他金属元素的功能,能促进肠道对金属微量元素的吸收,导致血液中金

属微量元素含量上升,而铜、锌等微量元素为SOD和GSH-Px重要的辅酶、辅基或酶激活剂,能促使SOD和GSH-Px活性显著提高。

参考文献:

- [1] 韩仁奎,李德发,朴香淑.最新猪营养与饲料[M].北京:中国农业大学出版社,2000:332-355.
- [2] 李美君.乳铁蛋白对早期断奶仔猪肠道结构和免疫功能的影响研究[D].长沙:湖南农业大学动物科学技术学院,2011.
- [3] 伍喜林.乳铁蛋白对隔离早期断奶仔猪营养生理效应的研究[D].雅安:四川农业大学动物科学技术学院,2004.
- [4] Wang Yi-zhen. Effects of the lactoferrin (LF) on the growth performance, intestinal microflora and morphology of weanling pigs[J]. Animal Feed Science and Technology, 2007, 135: 3-4.
- [5] Kawakami J, Wei Kong, Koji Nakayama. Human lactoferrin binds and removes the hemoglobin receptor proterin of the periodontopathogen porphyromonaa gingivalis[J]. Biol Chem, 2000, 257(39): 3002-3008.
- [6] 徐奇友,单安山,王安.乳铁蛋白对早期断奶仔猪组织中微量元素含量的影响[J].动物营养学报,2005,17(4): 62.
- [7] Baker E N, Baer H M. Molecular structure, binding properties and dynamics of lactoferrin[J]. Cell Mol Life Sci, 2005, 62(22): 2531-2539.
- [8] Armstrong T A, Williams C M, Spears J W, et al. High dietary copper improves odor characteristics of swine wastel[J]. J Anim Sci, 2000, 78: 859-864.
- [9] 郑春田,蒋宗勇,林映才,等.铜的来源和水平对生长猪生长性能和粪铜排出量的影响[J].单胃动物营养,2007,43(13): 24-26.
- [10] Lindmark M H, Akesson B. Antioxidative factors in milk[J]. Bri J Nutr, 2000, 84: 103-110.

责任编辑:王赛群