

纳豆菌微生物生态制剂替代 抗生素用于断奶仔猪饲料的研究

延边大学农学院 耿春银 张敏*
通化市畜牧局 孙健
吉林省延吉市畜牧防疫站 孙铁镇

[摘要] 本研究以基础日粮为对照组,向断奶仔猪日粮中分别添加纳豆微生物生态制剂、抗生素添加剂,并对各组猪的健康、生产性能、饲料利用情况、血液生化指标、血液免疫指标、肠道主要菌群及经济效益等指标进行了全面分析。结果表明,纳豆组在抑制大肠杆菌、促进有益菌生长方面要明显好于抗生素组,其他指标无显著差异。结论认为,纳豆微生物生态制剂可替代抗生素用于断奶仔猪前期断奶料中。

[关键词] 纳豆;微生物生态制剂;抗生素;断奶仔猪

[中图分类号] S816.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-3314(2010)15-0024-04

[Abstract] The experiment was conducted to compare and analyse the effects of natto microbial feed additives(MFA) and antibiotic on the health, growth performance, feed efficiency, blood biochemical indices, blood immune indices, intestinal microflora and economic benefit of weaned piglets. The result showed that the supplementation of natto MFA could improve the healthy of intestinal.

[Key words] natto; MFA; antibiotic; weaned piglets

日粮中添加纳豆菌制剂可以促进畜禽消化、提高日增重、增强免疫能力等多种功能(张海涛等,2008;缪东等,2005;陈兵等,2003),纳豆菌能耐酸、耐碱、耐高温及耐挤压,在制粒过程及酸性胃环境中均能保持稳定性,因此纳豆菌成为近年来研究微生物生态制剂的一个热门菌种。目前对纳豆微生物生态制剂在生产中的应用研究国内报道不多,对其在猪生产中与抗生素的比较研究也比较少。本试验通过向仔猪饲料中添加纳豆菌制剂,并与抗生素组进行比较,对仔猪健康、生产性能、饲料利用情况、血液生化指标、血液免疫指标、肠道主要菌群及经济效益等指标进行全面分析,旨在为纳豆菌微生物生态制剂替代抗生素的应用中提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌制剂 纳豆芽孢杆菌菌种由昆山市科新环境生物工程公司提供。纳豆菌制剂以黄豆为发

酵底物制于延边大学动物医学系微生物实验室,平板菌落计数检测纳豆芽孢杆菌含量 $\geq 5 \times 10^8$ CFU/g。

1.1.2 日粮 根据 NRC(1998)猪营养需要量、中国瘦肉型猪饲养标准(1987)以及在日粮中不添加动物性原料为原则的条件下,配制试验猪的基础日粮,其组成及营养水平见表1。

表1 基础日粮组成及营养水平

日粮组成	含量	营养水平	含量
玉米/1%	67.75	消化能/(Mcal/kg)	3.18
大豆粕/1%	25	粗蛋白质/1%	17.38
小麦麸/1%	4	钙/1%	0.68
石粉/1%	1	总磷/1%	0.55
磷酸氢钙/1%	1	赖氨酸/1%	0.80
食盐/1%	0.25	蛋氨酸/1%	0.29
预混料/1%	1	精氨酸/1%	1.09

注:(1)消化能、蛋氨酸、赖氨酸、精氨酸为估算值,其余营养指标均为实测值;(2)预混料在基础日粮中含量为氧化锌 3000 mg/kg、硫酸铜 1020 mg/kg、硫酸亚铁 778 mg/kg、复合酶 300 mg/kg、猪用多维 400 mg/kg、柠檬酸 500 mg/kg、维生素 E 5 mg/kg、维生素 C 2 mg/kg、碳酸氢钠 50 mg/kg、甜味剂 40 mg/kg、乳香素 40 mg/kg、抗氧化剂 150 mg/kg、氯化钾 3 mg/kg。

* 通讯作者

1.1.3 供试猪 购自汪清县职业高中养殖基地,选择生长发育正常的63头同一胎次、体重较一致的长×大二元断乳仔猪。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 将供试猪按体重、性别随机分为3组,即对照组、抗生素组、纳豆组,每组21头仔猪,组内设3个重复,每个重复7头仔猪,以组内、组间无显著差异($P > 0.05$)为原则。试验期为30 d,预试期2 d。对照组饲喂基础日粮,抗生素组在基础日粮中添加阿莫西林(40 mg/kg)和金霉素(65 mg/kg),纳豆组为在基础日粮基础上添加1500 mg/kg 纳豆菌素制剂。

1.2.2 饲养管理 试验期采取自由饮水、自由采食的方法。日喂2次,计量不限量,全期计算总采食量。并随时观察并记录猪的健康及腹泻等情况。

1.3 测定指标

1.3.1 断奶仔猪腹泻率、腹泻频率、腹泻指数的测定

腹泻率/%=腹泻头数/试验猪仔总头数×100;

腹泻频率/%=腹泻头数×腹泻天数/(试验猪仔总头数×试验天数)×100;

腹泻指数=粪便评分之和/试验仔猪总头数。

1.3.2 仔猪生产性能指标的测定 在试验正式开始的第1、5、10、20 d和结束时空腹逐头称重,记录每日各组耗料量。并计算日增重、日采食量、料重比等指标,并进行统计分析。

1.3.3 饲料消化率的测定 在饲养试验末期从各试验组每个重复中选择2头平均体重相近试验仔猪,采用全收粪法连续进行7 d的消化代谢试验,并测定干物质、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、钙、磷等消化率,并对结果行统计分析。

1.3.4 仔猪血液生理生化指标的测定 试验30 d时采集仔猪前腔静脉血液10 mL,经抗凝及离心处理后用于血液常规指标及血液免疫学指标的检测。

1.3.5 直肠内大肠杆菌、乳酸杆菌的测定 用棉棒插入仔猪直肠内刮去肠道内容物,将肠道内容物放入已灭菌塑料袋中低温冷藏,运回实验室后进行菌落培养,并对大肠杆菌、乳酸杆菌进行鉴定计数。

1.4 统计方法 数据统计采用SPSS 11.5软件作方差分析和多重比较,多重比较采用LSD法,试

验数据用平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 各试验组对断奶仔猪死亡率与腹泻率的影响 见表2。本试验结果表明,纳豆组的腹泻率较对照组低18.32个百分点、较抗生素组低2.53个百分点,纳豆组的腹泻频率较对照组、抗生素组分别低10.02、8.66个百分点。纳豆组的腹泻指数较对照组、抗生素组分别低1.38%、0.25%。

表2 断奶仔猪死亡率与腹泻率

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
死亡数/头	3	1	0
死亡率/%	3.57	1.19	0
腹泻率/%	73.68 ± 5.34 ^A	57.89 ± 5.76 ^{Bb}	55.36 ± 2.33 ^{Ba}
腹泻频率/%	30.33 ± 3.44 ^A	21.67 ± 1.32 ^{Bb}	20.31 ± 1.31 ^{Ba}
腹泻指数	4.25 ± 1.15 ^A	3.12 ± 0.89 ^{Bb}	2.87 ± 0.21 ^{Ba}

— 注:同行数据肩标大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$),小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),相同字母之间差异不显著($P > 0.05$);下同。

2.2 各试验组对断奶仔猪生长性能的影响 见表3。经过30 d的饲养试验后,纳豆组平均末重与对照组相比提高7.71% ($P < 0.05$),平均日增重较对照组提高13.39% ($P < 0.05$),平均日采食量较对照组增加13.73% ($P < 0.05$),纳豆组、抗生素组两组的平均末重、平均日增重、日采食量相近,差异不显著($P > 0.05$)。

表3 断奶仔猪生长性能统计

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
平均始重/kg	7.44 ± 0.03 ^a	7.44 ± 0.05 ^a	7.44 ± 0.13 ^a
平均末重/kg	14.00 ± 0.02 ^a	15.19 ± 0.20 ^b	15.08 ± 0.16 ^b
平均日增重/g	220.33 ± 5.78 ^a	253.33 ± 15.28 ^b	249.83 ± 9.87 ^b
日采食量/kg	0.51 ± 0.05 ^a	0.59 ± 0.08 ^b	0.58 ± 0.03 ^b
饲料/增重	2.38 ± 0.05	2.33 ± 0.07	2.32 ± 0.02

2.3 各试验组对饲料消化率的影响 见表4。经消化试验并测定干物质、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、钙、磷等消化率,结果表明,纳豆组、抗生素组对日粮各营养组分的表观消化率要好于对照组,但三组之间均无显著性差异。

2.4 各试验组对断奶仔猪粪中大肠杆菌、乳酸杆菌的影响 见表5。结果表明,纳豆组仔猪大肠杆菌数量相比对照组降低50.39% ($P < 0.01$),相比抗生素组大肠杆菌数量降低11.27% ($P < 0.05$);纳豆组仔猪乳酸杆菌数量相比对照组增高69.76% ($P < 0.01$),相比抗生素组高出52.08% (P

表4 各试验组对饲料消化率的影响 %

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
干物质	66.21±2.36	67.65±1.85	67.34±2.64
粗蛋白质(CP)	64.21±2.35	66.27±2.40	64.31±1.42
粗脂肪(EE)	40.36±1.75	41.21±1.86	41.11±2.15
粗纤维(CF)	30.25±2.36	30.65±3.32	30.12±2.34
钙(Ca)	42.21±2.34	43.11±3.26	42.31±2.34
磷(P)	38.45±2.21	40.23±1.86	39.22±2.14

< 0.01)。试验结果表明,纳豆菌素抑制大肠杆菌数量,促进乳酸杆菌生长的效果较为明显,要优于抗生素组。

表5 各试验组对大肠杆菌、乳酸杆菌的影响

lg(CFU/g 粪样)

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
大肠杆菌	12.70±0.71 ^{ab}	7.10±0.01 ^{bc}	6.30±0.21 ^{bc}
乳酸杆菌	3.87±0.05 ^{bc}	4.32±0.01 ^{bc}	6.57±0.04 ^{ab}

2.5 各试验组对仔猪血液生化指标的影响 见表6。结果表明,纳豆组的葡萄糖、谷草转氨酶、高密度脂蛋白、总胆固醇、碱性磷酸酶均高于对照组且差异显著($P < 0.05$);纳豆组与抗生素组相比较总蛋白、白蛋白、球蛋白、尿素氮、高密度脂蛋白、谷草转氨酶均无显著差异($P > 0.05$)。

表6 各试验组对仔猪血液生化指标的影响

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
总蛋白/(g/L)	51.36±0.70 ^a	52.05±1.00 ^a	52.86±0.17 ^a
白蛋白/(g/L)	27.00±0.33 ^a	27.59±0.63 ^a	27.77±0.38 ^a
球蛋白/(g/L)	24.36±0.43 ^a	24.45±0.40 ^a	25.10±0.21 ^a
葡萄糖/(mmol/L)	4.46±0.45 ^a	5.06±0.21 ^b	5.01±0.22 ^b
尿素氮/(mmol/L)	5.01±0.42 ^a	4.36±0.19 ^a	4.55±0.07 ^a
总胆固醇/(mmol/L)	2.70±0.13 ^a	3.17±0.33 ^b	3.14±0.06 ^b
高密度脂蛋白/(mmol/L)	0.75±0.01 ^a	0.86±0.20 ^b	0.81±0.03 ^b
低密度脂蛋白/(mmol/L)	1.37±0.05 ^a	1.51±0.04 ^b	1.50±0.02 ^a
谷草转氨酶/(IU/L)	55.35±2.53 ^a	57.25±2.16 ^b	57.31±1.80 ^b
谷丙转氨酶/(IU/L)	37.36±0.74 ^a	38.45±0.76 ^b	39.20±0.22 ^a
碱性磷酸酶/(IU/L)	151.20±12.10 ^a	176.50±14.50 ^b	165.50±5.5 ^b

2.6 各试验组对仔猪血液免疫指标的影响

2.6.1 血清中免疫球蛋白含量 见表7。结果表明,纳豆组血清IgM的水平(1.84 ± 0.03)g/L与对照组(1.75 ± 0.02)g/L相比较提高了5.14% ($P < 0.05$),纳豆组与抗生素组各指标均无显著差异。

2.6.2 ANAE+T淋巴细胞阳性率、T淋巴细胞转

表7 各试验组仔猪血清中免疫球蛋白含量

g/L

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
IgG	2.76±0.37 ^b	2.92±0.19 ^a	2.82±0.48 ^a
IgM	1.75±0.02 ^a	1.84±0.02 ^b	1.84±0.03 ^b
IgA	0.43±0.04 ^a	0.46±0.01 ^a	0.45±0.02 ^a

化率 由表8可知,纳豆组ANAE+T淋巴细胞阳性率为51.10%,较对照组提高2.0% ($P < 0.05$),与抗生素组相比差异不显著,T淋巴细胞转化率纳豆组相比极显著高于对照组。

表8 仔猪ANAE+T淋巴

细胞阳性率、T淋巴细胞转化率

%

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
ANAE+T淋巴细胞阳性率	50.10±0.72 ^a	51.80±2.46 ^b	51.10±2.37 ^b
T淋巴细胞转化率	26.30±3.60 ^a	37.90±1.10 ^b	35.20±2.74 ^b

2.7 经济效益分析 见表9。由表9可知,对照组饲料的成本较抗生素组和纳豆组低0.04元/kg和0.03元/kg;但在饲喂30d后的毛利润,抗生素组、纳豆组分别较对照组提高14.07%、12.96%,抗生素组、纳豆组之间的毛利润差异不显著($P > 0.05$)。

表9 各试验组对仔猪增重的经济效益分析

指标	对照组	抗生素组	纳豆组
饲料成本/(元/kg)	1.52	1.56	1.55
个体全期耗料量/kg	15.30±0.36 ^a	17.70±0.50 ^b	17.74±0.58 ^b
个体全期增重/kg	6.61±0.40 ^a	7.60±0.26 ^b	7.50±0.41 ^b
销售收入/元	158.64±4.50 ^a	182.24±2.60 ^b	180.00±4.60 ^b
毛利润/元	135.38±4.45 ^a	154.63±3.20 ^b	152.50±4.30 ^b

注:仔猪24元/kg、阿莫西林900元/kg、金霉素100元/kg、中药制剂35元/kg、纳豆菌素20元/kg。

3 讨论

3.1 纳豆菌素对断奶仔猪生长性能及日粮消化率的影响 本试验在无动物蛋白日粮中添加0.15%纳豆菌素饲喂断乳仔猪,纳豆组仔猪平均末重、平均日增重较对照组均显著提高,与抗生素组无显著差异。纳豆菌制剂对仔猪生产性能及日粮消化率的影响,不仅与纳豆芽孢杆菌具有分解蛋白质、碳水化合物、脂肪等大分子物质的性能及使发酵产品中富含氨基酸、有机酸、寡聚糖等多种易被机体吸收的成分有关,还与纳豆中存在的一些生理活性物质有关(Sumi,1997,1999)。此外,

Samanya 和 Yamauchi(2002)的研究表明,纳豆菌能够提高小肠绒毛的高度。这些因素都是纳豆素可提高仔猪生产性能的重要原因。

3.2 纳豆菌素对断奶仔猪腹泻的影响 本试验结果表明,纳豆组、抗生素组在腹泻率、腹泻频率及腹泻指数上均显著低于对照组。纳豆组在腹泻率、腹泻频率及腹泻指数上显著低于抗生素组。说明饲用纳豆菌素具有拮抗肠道病原细菌,维护和调节肠道微生态平衡的作用,这与纳豆菌产生的抗菌素,如多粘菌素和 2,6-吡啶二羧酸,对痢疾杆菌、原发性大肠杆菌 0157、0111、0144、伤寒菌、沙门氏菌等都有强烈的抑制作用有关(纪宁等,2006)。

3.3 纳豆菌素对断奶仔猪肠道菌群的影响 本试验结果表明,纳豆菌素对大肠杆菌的抑制作用及促进乳酸杆菌生长效果更为明显。这可能与细菌在消化道定殖的顺序有关。试验结果表明,纳豆菌复活后在肠道中迅速繁殖,消耗了肠道中的大量氧气,降低了肠内氧浓度,改善了乳酸杆菌等厌氧菌的生长环境,而同时也使肠道中原本存在的需氧菌肠杆菌和肠球菌等的生长因缺氧受到抑制。这与陈兵等(2008)相关报道相一致。Osawa 等(1994)研究结果也表明,纳豆芽孢杆菌具有抑制沙门氏菌、伤寒菌、痢疾菌及 O157:H7 大肠杆菌等致病菌的作用,纳豆芽孢杆菌还可灭活葡萄球菌肠毒素。

3.4 纳豆菌素对断奶仔猪血液生化指标的影响 纳豆组的血液生化指标中葡萄糖、谷草转氨酶、高密度脂蛋白、总胆固醇均高于对照组且差异显著;与抗生素组相比较总蛋白、白蛋白、球蛋白、葡萄糖、尿素氮、高密度脂蛋白、谷草转氨酶均差异不显著。结果表明,添加纳豆菌素可改善营养物质的吸收及代谢,血液指标测定值在正常生理范围内,表明纳豆菌素对仔猪肝脏、心脏等生理器官无不良影响。

3.5 纳豆菌素对断奶仔猪免疫机能的影响 Inooka 和 Kimura(1983)研究发现,纳豆芽孢杆菌饲喂雏鸡后,能够增强雏鸡体液免疫,并认为饲喂纳豆芽孢杆菌在雏鸡免疫反应上起一个很重要的作用,该菌能显著提高仔鸡脾脏的 T、B 淋巴细胞比例,对鸡的细胞免疫有一定的影响。Duc 等(2004)的研究结果表明,给鼠口服芽孢杆菌,刺激了鼠全

身性的 IgG 反应。本试验中纳豆组与对照组相比较血清 IgM 水平分别提高 5.14 % ($P < 0.05$),而 IgG、IgA 的水平变化差异不显著,表明纳豆组对仔猪体液免疫影响不是很明显。

纳豆组仔猪外周 T 淋巴细胞转化率较对照组提高 35.20 %,这可能是纳豆菌素作用于肠道,集合淋巴结的抗原结合位点或通过调整动物的微生物群间接地发挥免疫复活的作用,提高机体的局部或全部防御功能的结果。

3.6 各试验组经济效益分析 在相同的饲养条件下,抗生素组、纳豆组均可提高仔猪健康状况,促进采食量的提高,取得明显的经济效益。

4 小结

本试验结果表明,纳豆微生态制剂组、抗生素组与对照组相比,各个指标均优于对照组;在促进饲料消化、促生长、提高仔猪免疫力方面纳豆组与抗生素组无显著差异,且在抗大肠杆菌方面,纳豆微生态制剂组要优于抗生素组。从整个试验期成本看,纳豆组与抗生素组无差异,因此,纳豆微生态制剂可替代抗生素用于断奶仔猪前期断奶料中。

参考文献

- [1] 陈兵,何世山,朱凤香,等.纳豆芽孢杆菌剂对 AA 鸡生产性能和十二指肠消化酶的影响[J].浙江农业学报,2003,15(5):289 ~ 292.
- [2] 纪宁,孔繁东,祖国仁,等.纳豆菌抗菌作用的研究现状与展望[J].食品研究与开发,2006,27(1):138 ~ 141.
- [3] 缪东,郭照辉,丁祥力,等.纳豆菌制剂作饲料添加剂喂生长育肥猪的试验[J].饲料研究,2005,11:51 ~ 52.
- [4] 张海涛,王加启,卜登攀,等.日粮中添加纳豆芽孢杆菌对断奶后犊牛生长性能的影响[J].动物营养学报,2008,20(2):158 ~ 162.
- [5] Duc L H, Huynh A, Hong, et al. Characterization of *Bacillus* Probiotics Available for Human Use [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2004, 70(4): 2161 ~ 2171.
- [6] Inooka S, Kimura M. The effect of *Bacillus natto* in feed on the sheep red blood cell antibody response in chickens [J]. Avian Dis, 1983, 27 (4): 1086 ~ 1089.
- [7] Osawa O, Matsumoto K. Digestion of staphylococcal enterotoxin by *Bacillus natto* [J]. ACS-symp-ser, 1994, 546: 353.
- [8] Samanya M, Yamauchi K. Histological alterations of intestinal villi in chickens fed dried *Bacillus subtilis* var *natto* [J]. Comp Biochem Physiol Part A Mol Inter Physiol, 2002, 133: 95 ~ 104.
- [9] Sumi H. Antibacterial Activity of *Bacillus natto* Growth inhibition against *Escherichia coli* O157 [J]. Bioindustry, 1997, 14: 17.
- [10] Sumi H. Accumulation of Vitamin K (Menaquinone-7) in plasma after ingestion of Natto and Natto Bacilli (*B. subtilis natto*) [J]. Food Science and Technology Research, 1999, 5(1): 48 ~ 50.

[通讯地址:吉林省延吉市,邮编:133002]