

微生物发酵豆粕对断奶仔猪生长、血清指标及肠道形态的影响

冯杰 刘欣 卢亚萍 刘媛媛

(浙江大学动物科技学院教育部分子营养重点实验室, 杭州 310029)

摘要: 本文旨在研究微生物发酵豆粕对仔猪生长及血清指标的影响, 并且根据肠道组织形态学的微观变化, 评价了不同处理的豆粕对早期断奶仔猪肠道形态的影响。选用 60 头 35 日龄断奶体重为 (8.62 ± 0.21) kg 的同窝杜 × 长 × 大仔猪, 分为试验组和对照组, 每组 3 个重复, 每个重复 10 头, 分别饲喂以普通豆粕为对照组, 微生物发酵豆粕为试验组的日粮。试验结果表明: 饲喂微生物发酵豆粕使仔猪料重比降低 8.39% ($P < 0.05$), 腹泻指数降低 39.96% ($P < 0.01$), 血清尿素氮含量降低 39.47% ($P < 0.01$), 血清 IgG 含量降低 6.35% ($P < 0.05$)。豆粕经微生物发酵后减轻饲料中大豆蛋白对肠道的过敏损伤, 使肠道维持良好的结构形态, 从而促进营养物质的消化吸收。

关键词: 断奶仔猪; 微生物发酵; 豆粕; 生长性能; 血清指标; 肠道形态

豆粕是目前养殖业应用最为广泛的蛋白质饲料资源, 但研究表明, 利用大量豆粕作为饲料蛋白, 由于抗营养因子及抗原蛋白的存在, 导致幼龄动物小肠发生过敏反应, 损伤小肠形态结构^[1], 影响营养物质的消化吸收, 进而影响健康生长。断奶仔猪由于其消化道生理功能发育不完善, 内源酶分泌不足, 对饲料营养源质量要求高, 蛋白质营养是断奶仔猪营养的核心, 对仔猪的生长发育起着举足轻重的作用。近年来, 研究显示, 生物发酵可以改善大豆及豆粕的营养品质, 降低抗营养因子含量, 尤其是抗原蛋白水平。因此, 本研究采用 *Aspergillus oryzae* 发酵处理豆粕, 通过对仔猪生长、肠道形态学及血清相关指标分析, 以探讨微生物处理豆粕的生物学价值。

1 材料和方法

1.1 试验动物

试验地点在浙江省海宁市三联养猪厂, 选择 60 头出生时间相近, 出生体重相似, 健康状况良好的 35 日龄断奶杜 × 长 × 大三元杂交仔猪作为试验仔猪, 饲喂期为 23 d。试验仔猪随机分为 2 组: 试验组 (微生物发酵豆粕组) 和对照组 (豆粕组), 每组 3 个重复, 每个重复 10 头。饲料营养水平参照 NRC (1998) 猪的营养需要。饲料配方如表 1。

1.2 豆粕发酵

发酵豆粕的制备参照 Hong 等^[4] 方法稍作修改。干燥的豆粕在蒸馏水里浸泡 60 min, 接着在温度为 60~70 °C 蒸汽罐里煮 1 h, 室温下冷却 1 h, 然后按照 0.3% 的 *Aspergillus oryzae* 接种, 混合, 在无菌塑料袋发酵 48 h。新鲜的发酵豆粕在 50~60 °C 干燥 3 d, 粉碎, 混合到饲料中, 对照为不发酵的普通豆粕。发酵前后营养成分变化见表 2。

1.3 试验方法

1.3.1 饲养试验

饲养场地定期进行消毒, 以确保饲养条件。试验仔猪自由饮水, 每天饲喂 5 次, 从早上 7:30 到晚上 9:30 每 3 h 饲喂 1 次。试验开始、结束时, 仔猪空腹 24 h 称个体重, 统计每重复耗料量, 计算仔猪平均日增重、采食量、料重比。试验结束后, 从每个处理选出 6 头仔猪 (每个重复 2 头), 进行屠宰试验, 取血清和试验所需样品。

1.3.2 腹泻率的观察

腹泻程度用腹泻指数表示, 腹泻指数为粪便评分之和^[2]。

1.3.3 血清尿素氮及免疫指标测定和方法

血清尿素氮用瑞典产 Beckman CX-7DEL TA 型全自动生化分析仪按脲酶法测定, 血清免疫指标

收稿日期: 2005-10-24

基金项目: 国家 973 计划课题 (2004CB117506) 及浙江省重点科研 (2004C22027) 资助项目

作者简介: 冯杰 (1971-), 男, 安徽滁州人, 博士, 副研究员, 主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: fengj@zju.edu.cn

表 1 试验基础日粮组成和营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the experimental diet

(DM basis, %)

日粮成分 IngredientS	对照组	试验组	营养水平	
	Control group	Trial group	Nutrition levels	
玉米 Corn	56.45	60.45	DE(Mcal/ kg)	3.25
豆粕 Soybean meal	28.5	0	CP	20.10
发酵豆粕 Fermented soybean meal	0	24.5	Lys	1.5
进口鱼粉 Fish meal	4.50	4.50	Ca	1.0
次粉 Wheat middling	1	1	P	0.5
磷酸氢钙 Ca HPO ₄	1.5	1.5		
石粉 Limestone	0.8	0.8		
食盐 NaCl	0.25	0.25		
乳清粉 Whey powder	5	5		
预混料 Premix	1	1		
大豆油 Soybean oil	1	1		
合计 Total	100	100		

预混料中含有微量元素、维生素,每 kg 基础饲粮含 Supplied the following in per kg of diet:铁 Fe 150 mg;铜 Cu 50 mg;锰 Mn 40 mg;锌 Zn 140 mg;VA 10 000 IU;VE 60 mg;VD₃ 1 500 IU;VK 0.5 mg;VB₁ 5 mg;VB₂ 20 mg;VB₆ 3 mg;VB₁₂ 0.02 mg;VE 78 IU;烟酸 Niacin 20 mg;泛酸 D-calcium pantothenate 20 mg;叶酸 Folic acid 115 mg;生物素 Biotin 0.4 mg。

表 2 发酵前后豆粕营养成分表

Table 2 Nutrient composition in soybean meal (SBM) and fermented soybean meal (FSBM) (%)

项目 Items	SBM	FSBM
蛋白质 Protein	43.54	49.41
干物质 DM	88.17	91.19
钙 Ca	0.54	0.53
磷 P	0.80	0.82
胰蛋白酶抑制因子 Trypsin inhibitor (mg/g)	2.63	0.00

用瑞典产 Beckman CX-7DEL TA 型全自动生化分析仪按免疫浊度法测定^[5],所用试剂盒由宁波慈城生化试剂厂提供。

1.3.4 十二指肠的形态学观察

试验光镜样本的制作和观察为固定样品经脱水-包埋-切片-染色等处理后,用 Leica DMR 型光镜进行观察。

1.4 数据处理

数据处理与分析采用 SPSS11.5 统计软件进行单因子方差分析和 Duncan 氏多重比较,结果以平均值 ±标准差表示。

2 结果

2.1 微生物发酵豆粕对断奶仔猪生长性能的影响

试验结果表明,饲喂微生物发酵豆粕能使仔猪的平均日增重提高 5.68% (P < 0.05),料重比降低

8.39% (P < 0.05),腹泻指数降低 39.96% (P < 0.01)。

表 3 微生物发酵豆粕对断奶仔猪生长性能、腹泻指数及饲料利用率的影响

Table 3 Effect of fermented soybean meal on growth performance and the level of diarrhea in piglets (n = 6)

项目 Items	对照组	试验组
	Control group	Trial group
仔猪始重(kg)	8.63 ±0.21	8.62 ±0.24
仔猪末重(kg)	17.01 ±0.35	17.67 ±0.39
平均日增重(kg)	0.36 ±0.03 ^b	0.39 ±0.01 ^a
平均日采食量(kg)	0.53 ±0.18	0.53 ±0.08
料重比	1.44 ±0.10 ^a	1.36 ±0.06 ^b
腹泻指数	5.43 ±0.45 ^a	3.26 ±0.50 ^c

同一行中相邻小写字母表示差异显著 (P < 0.05);相间小写字母表示差异极显著 (P < 0.01)。下同。

In the same column, adjacent small superscript letters mean significant difference (P < 0.05),secluded small superscript letters mean significant difference (P < 0.01). The same as below.

2.2 微生物发酵豆粕对血清尿素氮及免疫指标的影响

由表 4 可知,血清尿素氮含量降低 39.47% (P < 0.01);血清 IgG 水平下降 6.35% (P < 0.05),IgA 与 IgM 水平未产生显著变化。

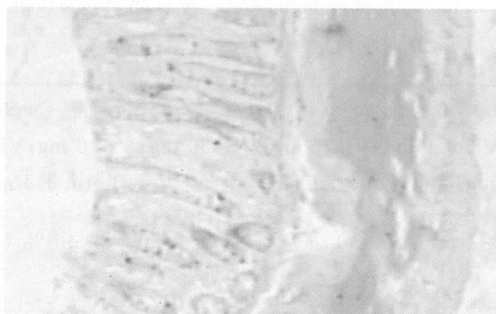
表4 微生物发酵豆粕对血清尿素氮及免疫指标的影响

Table 4 Effects of fermented soybean meal on serum urea nitrogen and immunity index in piglets

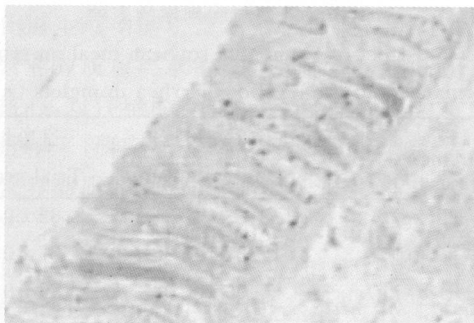
项目 Items	对照组	试验组
	Control group	Trial group
BUN (mmol/L)	7.60 ±2.45 ^a	4.60 ±0.63 ^c
IgG (g/L)	0.55 ±0.04 ^a	0.52 ±0.04 ^b
IgA (g/L)	0.13 ±0.03	0.13 ±0.03
IgM (g/L)	0.71 ±0.09	0.72 ±0.06

2.3 肠道形态光镜观察(图1)

光镜观察表明,试验组仔猪的小肠上皮细胞微绒毛较好,整齐而致密,显得发育良好;对照组仔猪空肠上皮微绒毛有萎缩现象,微绒毛稀疏。



对照组 Control group (40×)



试验组 Trial group (40×)

图1 微生物发酵豆粕对仔猪肠十二指肠形态的影响

Fig. 1 Effects of fermented soybean meal on intestine morphology in piglets

表5 微生物发酵豆粕对小肠形态的影响

Table 5 The effect of fermented soybean meal on the morphology of Duodenum (μm)

项目 Items	对照组	试验组
	Control group	Trial group
绒毛高度 villus height	416 ±16.7 ^b	449 ±20.0 ^a
隐窝深度 crypt depth	353 ±20.0 ^a	311 ±11.0 ^b

3 讨论

3.1 微生物发酵豆粕对断奶仔猪生长性能影响

豆粕是目前饲料工业广泛应用的植物蛋白源,但研究表明,普通热处理的大豆产品仍会引起断奶仔猪的消化过程异常,包括消化物的运动和肠道黏膜的炎症反应,这种变化是由于一些残留和未降解的抗营养因子所引起,最终影响动物正常生长^[6]。研究显示,豆粕经过处理,使其中的抗营养因子去除或减少,能有效提高仔猪的生产性能^[7]。Hong等^[4]研究显示豆粕经过发酵处理显著降低了大分子抗原蛋白和胰蛋白酶抑制因子的水平。Kiers^[8]研究发现 *Rhizopus subtilis* 发酵豆粕饲喂仔猪能显著提高仔猪的日增重和采食量。本研究使用 *Aspergillus oryzae* 发酵豆粕,改善了豆粕的营养价值,同时有效的去除了胰蛋白酶抑制因子 (Table 2)。试验结果显示用发酵豆粕饲喂仔猪,可显著提高仔猪的生长性能,同时降低其腹泻率。

3.2 微生物发酵豆粕对血清尿素氮及免疫指标的影响

血清生理生化指标有利于判定饲用大豆蛋白源对仔猪的适合程度。本研究发现,微生物发酵豆粕降低了仔猪血清中免疫球蛋白 IgG 水平,其原因可能是发酵后豆粕中的抗原蛋白被有效降解,减少了对仔猪的免疫刺激效应。同时,本试验中豆粕经微生物发酵后能有效降低仔猪血浆尿素水平,表明进入体内的蛋白质利用效率提高,从日增重和饲料利用率的相对显著提高也表明经微生物处理能显著提高氮的利用率。

3.3 微生物发酵豆粕对肠道形态的影响

小肠绒毛是养分吸收的主要场所,绒毛上皮细胞是消化吸收的功能细胞,对酶的活动和营养物质吸收非常有利^[9]。Zarkadas等^[10]研究表明,断奶仔猪的绒毛高度与胰蛋白酶抑制因子的水平呈负相关。本试验表明,饲喂断奶仔猪发酵豆粕后,小肠上皮细胞和微绒毛发育良好;而对照组微绒毛萎缩,排列不整。这表明,发酵后胰蛋白酶抑制因子的完全消除,有效的降低了豆粕对断奶仔猪肠道的影响。此外,还有研究表明,豆粕中的抗原蛋白(主要包括 11s 球蛋白和 - 伴球蛋白)对仔猪消化道也有很大的负面影响^[11]。

4 结论

与普通豆粕相比,微生物发酵豆粕可促进仔猪的生长,减少腹泻,提高饲料利用效率。

发酵豆粕饲喂仔猪有效降低仔猪血清尿素氮

水平,提高了饲料蛋白质的有效利用率。

发酵豆粕饲喂仔猪能有效维持仔猪肠绒毛的光滑平整状态,从而促进其对营养物质的消化和吸收,提高饲料的利用效率。

参考文献:

- [1] Dunford B R. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. *Journal of Animal Science*, 1989, 67:1855 - 1863.
- [2] Miller B G. The importance of dietary antigen in the cause of post weaning diarrhea in pigs. *Veterinary Research*, 1984, 45(9):1730 - 1733.
- [3] 陈代文. 日粮抗原与早期断奶仔猪腹泻的关系. *国外畜牧科技*, 1994, 21(1):37 - 40.
- [4] Hong K J, Lee C H, Kim S W. *Aspergillus oryzae* GB - 107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. *Journal of Medicine Food*, 20047 (4), 430 - 434.
- [5] Feng J, Liu X, Liu Y Y, Lu Y P. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, 10:1016
- [6] 陈雪秀,李文英,郭增魁. 猪的离体消化试验方法的研究. *中国农科院畜牧研究所年报*, 1984. 113 - 121.
- [7] Rooke J A, Slessor M, Fraser H. Growth performance and gut function of piglets weaned at four weeks of age and fed protease-treated soyabean meal. *Animal Feed Science and Technology*, 1998, 70:175 - 190.
- [8] Kiers J L, J C Meijer, M J R Nout, Rombouts F M, Nabuurs M J A, Meulen J. Effect of fermented soya beans on diarrhoea and feed efficiency in weaned piglets. *Journal of Applied Microbiology*, 2003, 95 (3): 545 - 555.
- [9] Kernels S, Bogdanova A, Kraehenbuhl J P. Conversion by peyers patch lymphocyte of human enterocytes into M cells that transport bacterial. *Science*, 1997, 277: 949 - 952.
- [10] Zarkadas L N, J Wiseman. Inclusion of different processed full fat soya bean in diets for piglets. In: Varley M A, Wiseman J, *The Weaner Pig*. British Society of Animal Science, Penicuik, Midlothian, U K, 2000:45 - 55.
- [11] Li D F, Nelssen J L, Reddy P G, Blecha F, Hancock J D, Allee G, Goodb R D, Klemm R D. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early weaned pig. *Journal of Animal Science*, 1990, 68:1790 - 1799.

Effects of Fermented Soybean Meal on Growth, Serum Parameters and the Intestine Morphology in Weaned Piglet

FENG Jie LIU Xin LU Ya-ping LIU Yuan-yuan

(Feed Science Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: A study was conducted to investigate effect of fermented soybean meal and soybean meal on growth performance, serum parameters and small intestine morphology in weaned piglets. Sixty crossbred piglets (Duroc × Landrace × Yorkshire) with an average initial weight of (8.62 ± 0.21) kg were allotted to two dietary treatments on the basis of weight, and ancestry was equalized across treatments in a randomized complete block design. Three replications with ten pigs per replicate were used for each treatment. All piglets were weaned at 35 d and fed for 23 days. The control was fed a corn-soybean meal (SBM) diet, and the treatment diet replaced the soybean meal by fermented soybean meal (FSBM). The results showed that serum IgG of piglets fed FSBM decreased by 6.35% ($P < 0.05$) compared with the control; meanwhile, F/G, the level of diarrhea and serum urea nitrogen decreased by 8.39% ($P < 0.05$), 39.96% ($P < 0.01$) and 39.47% ($P < 0.01$) respectively, compared with the control. FSBM is beneficial to keep the integrality of small intestine morphology and decrease immunity response to soybean protein in piglets. [Chinese Journal of Animal Nutrition, 2007, 19(1):40-43]

Key words: Weaned piglet; Fermented soybean meal; Growth performance; Serum parameters; Intestine morphology