

乳酸杆菌发酵饲料对猪生长性能和肉质及血清抗氧化性能的影响

李涛¹, 曾东^{1,2*}, 倪学勤^{1,2}, 王志全³, 辛金鸽¹, 沈雪娇¹

(1.四川农业大学动物医学院,四川雅安 625014;2.动物疫病与人类健康四川省重点实验室,四川雅安 625014;
3.四川正东农牧集团,四川简阳 641400)

摘要: 选用体重为(20±0.5) kg的“杜×长×大”杂交仔猪,随机分为5组:对照组饲喂普通全价饲料;BS10组饲喂0.1%植物乳杆菌BS10发酵饲料;JJB3组饲喂0.1%乳酸杆菌JJB3发酵饲料;H组饲喂1.0%乳酸杆菌H发酵饲料;BB组饲喂0.1%乳酸杆菌BB发酵饲料。每组4个重复,每个重复3头猪。饲喂136 d后分析猪的生长性能、猪肉品质及血清抗氧化性能。结果表明:在生长期,各乳酸杆菌试验组猪的生长性能与对照组的差异均无统计学意义($P>0.05$);在肥育期,各乳酸杆菌试验组猪的生长性能均显著优于对照组($P<0.05$);JJB3组和BB组猪的肉色显著优于对照组($P<0.05$);各乳酸杆菌试验组猪的滴水损失均低于对照组($P>0.05$),BS10组和JJB3组猪的肌肉剪切力显著低于对照组($P<0.05$);各乳酸杆菌试验组猪血清中超氧化物歧化酶(SOD)活性均显著高于对照组($P<0.05$),过氧化氢酶(CAT)与谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性均高于对照组($P>0.05$),而丙二醛(MDA)含量显著或极显著低于对照组。以上结果表明,乳酸杆菌发酵饲料能够提高猪的生长性能,改善猪肉品质,增强血清抗氧化性能。

关键词: 猪;乳酸杆菌;发酵饲料;生长性能;肉质;血清;抗氧化性能

中图分类号: S816.6; S828 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2014)02-0192-04

Effect of lactic acid bacteria fermented feed on growth performance, meat quality and serum antioxidant activity of pigs

LI Tao¹, ZENG Dong^{1,2*}, NI Xue-qin^{1,2}, WANG Zhi-quan³, XIN Jin-ge¹, SHEN Xue-jiao¹

(1. College of Veterinary Medicine, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China; 2. Key Laboratory of Animal Disease and Human Health of Sichuan Province, Ya'an, Sichuan 625014, China; 3. Zhengdong Farming Group, Jianyang, Sichuan 641400, China)

Abstract: Piglets weighing (20±0.5) kg were divided into 5 groups with 4 repeats for each group and 3 pigs for each repeat. Pigs in control group were fed with basal diets, in BS10 group with plant-associated lactic acid bacteria strain BS10 (0.1%) fermented feed, in JJB3 group with lactic acid bacteria strain JJB3 (0.1%) fermented feed, in H group with lactic acid bacteria strain H (0.1%) fermented feed, and in BB group with lactic acid bacteria strain BB (0.1%) fermented feed. At 136 days after feeding, growth performance, meat quality and serum antioxidant activities were analyzed. The results showed that there was no significant difference ($P>0.05$) in growth performance of pigs in growing stage between the *Lactobacillus* groups and the control group while the growth performance were significantly better in *Lactobacillus* groups ($P<0.05$) in fattening stage. The color of flesh of pigs in JJB3 group and BB group were significantly better than that in the control group ($P<0.05$), the drip loss in *Lactobacillus* groups were lower than that in the control group ($P>0.05$) and the shear forces in BS10 group and JJB3 group were significantly lower than that in the control group ($P<0.05$). In *Lactobacillus* groups, activities of superoxide dismutase (SOD) were all significantly higher ($P<0.05$), activities of catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GSH-Px) were higher ($P>0.05$), and the content of malondialdehyde (MDA)

was significantly ($P<0.05$) or highly significant ($P<0.01$) lower, compared to the control group. The results showed above indicating *Lactobacillus* fermented feed improves growth performance, meat quality and antioxidant activities of pigs.

Key words: pig; *Lactobacillus*; growth performance; meat quality; serum; antioxidant activity

近年来, 抗生素大量使用引起的一系列问题引起人们的高度重视, 益生菌发酵饲料因具有潜在替代含抗生素饲料的优势而成为研究的热点。发酵饲料不仅具有较高的蛋白质品质和消化利用率^[1], 还能维持动物肠道的菌群平衡, 增强机体免疫力, 提高动物生产性能^[2]。乳酸杆菌制剂作为最常用的一种益生菌制剂, 具有提高动物生长性能、防治腹泻的作用^[3]。有关乳酸杆菌应用的研究主要集中在对仔猪生长性能的影响和防治腹泻的作用方面, 而对猪肉品质和抗氧化性影响的研究较少。笔者用乳酸杆菌发酵饲料, 研究发酵饲料对猪的生长性能和猪肉品质的影响, 旨在为乳酸杆菌发酵饲料开发、应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试猪: 体重约为(20±0.5) kg 的“杜×长×大”杂交仔猪, 由四川正东农牧集团提供。

乳酸杆菌: 植物乳杆菌 BS10、乳酸杆菌 JJB3 由四川农业大学动物微生态中心分离, 活菌数为 1×10^9 CFU/mL; 乳酸杆菌 H 为市售乳酸杆菌活菌制剂, 活菌数为 1×10^6 CFU/mL; 乳酸杆菌 BB 由四川农业大学动物微生态中心研制, 为乳酸杆菌复合制剂, 包括乳酸杆菌、芽孢杆菌和酵母菌等, 活菌数为 2×10^{10} CFU/g。

饲料: 基础饲料为玉米-豆粕型普通全价饲料(基础日粮及营养水平见文献[4]), 由四川正东农牧集团提供。发酵饲料为分别在 100 kg 基础饲料中添加 100 mL 植物乳杆菌 BS10(0.1%)、100 mL 乳酸杆菌 JJB3(0.1%)、1 000 mL 乳酸杆菌 H(1.0%)或 100 g 乳酸杆菌 BB(0.1%), 再分别添加 60 kg 水, 搅拌均匀后转入塑料发酵桶, 常温密闭发酵 7 d 的饲料。

1.2 试验设计

试验在四川省资阳市雁江区鑫博猪场进行。试验共设 5 组, 分 1 个对照组和 4 个乳酸杆菌试验组, 每个组 4 个重复, 每个重复 3 头猪。对照组饲喂普通全价饲料; BS10 组饲喂 0.1% 植物乳杆菌 BS10

发酵饲料; JJB3 组饲喂 0.1% 乳酸杆菌 JJB3 发酵饲料; H 组饲喂 1.0% 乳酸杆菌 H 发酵饲料; BB 组饲喂 0.1% 乳酸杆菌 BB 发酵饲料。试验时间为 2012 年 3—7 月, 预试期为 7 d, 正试期为 136 d。试验按照猪场常规饲养管理进行, 每日 8:00、14:00、20:00 饲喂饲料, 自由饮水。

1.3 饲养记录与样品采集

每天观察猪采食和健康状况, 记录饲料消耗, 当猪的平均体重达到 50 kg 和 100 kg 左右时空腹称重。试验结束后, 停喂 24 h 称重, 并从每组选择接近平均体重的 4 头猪进行屠宰。屠宰前对试验猪前腔静脉采血 20 mL, 室温放置 20 min 后, 3 000 r/min 离心 10 min, 分离血清, -20 °C 保存, 用于抗氧化性能指标检测。屠宰后取背最长肌进行肉质指标测定。

1.4 指标检测

生长性能指标计算。根据记录计算生长期、肥育期及全期的平均日采食量(ADFI)、日增重(ADG)和饲料增重比(F/G)。

肉质指标检测。用肉色分析仪和 pH 测定仪分别于屠宰后 45 min 和 24 h 测定肉色和 pH 值。滴水损失和剪切力的测定按照文献[5]进行。

抗氧化性能指标检测。用超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、丙二醛(MDA)检测试剂盒(南京建成生物工程研究所)测定 SOD、CAT、GSH-Px 活性及 MDA 含量。

1.5 统计分析

用 SPSS19.0 软件对数据进行方差分析, 用 LSD 进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同发酵饲料对猪生长性能的影响

由表 1 可知, 在生长期(猪体重 20~50 kg), 各组 ADG、ADFI 和 F/G 的差异均无统计学意义。在肥育期(> 50~100 kg), 各乳酸杆菌试验组 ADG 和 F/G 与对照组相比差异均有统计学意义, 且 BS10

组、JJB3组和H组与对照组的差异达到极显著水平($P < 0.01$)。BS10组、JJB3组、H组、BB组与对照组相比,ADG分别提高了7.26%、10.90%、6.74%和5.08%;F/G分别降低了8.13%、11.52%、7.23%和6.33%。各乳酸杆菌试验组ADFI有降低的趋势,但与对照相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。整个试验期(全期),BS10组和JJB3组的ADG均极显著高

于对照组($P < 0.01$),分别提高了9.00%和9.30%;F/G极显著低于对照组($P < 0.01$),分别降低了9.30%和10.30%。H组的ADG和F/G与对照组相比差异均有统计学意义($P < 0.05$)。BB组与对照组的ADG和F/G差异均无统计学意义($P > 0.05$)。各乳酸杆菌试验组ADFI有降低的趋势,但与对照组的差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表1 发酵饲料对猪生长性能的影响

Table 1 Effect of fermented feed on growth performance of pigs

组别	ADG/g			ADFI/g			F/G		
	生长期	肥育期	全期	生长期	肥育期	全期	生长期	肥育期	全期
对照	554.12±54.08 (792.91±45.32)A	(589.16±21.98)Aa	1 185.09±64.78	2 633.15±94.56	1 771.56±161.62	2.14±0.14 (3.32±0.23)A	(3.01±0.27)Aa		
BS10	544.67±50.20 (850.44±34.48)B	(642.19±56.69)B	1 154.46±64.78	2 591.03±101.56	1 736.66±160.58	2.12±0.14 (3.05±0.19)B	(2.73±0.23)B		
JJB3	529.23±43.17 (879.37±56.24)B	(643.94±23.24)B	1 159.36±45.91	2 586.13±98.47	1 739.92±158.79	2.19±0.10 (2.94±0.21)B	(2.70±0.21)B		
H	531.58±34.10 (846.38±43.69)B	(626.17±55.34)Bb	1 162.91±36.73	2 605.56±107.47	1 757.40±160.52	2.19±0.19 (3.08±0.14)B	(2.81±0.19)Bb		
BB	534.21±55.36 (833.18±52.17)AB	(621.79±68.56)AB	1 164.55±54.02	2 586.43±134.63	1 744.93±157.78	2.18±0.15 (3.11±0.27)AB	(2.84±0.25)ab		

2.2 不同发酵饲料对猪肉品质的影响

由表2可知,各发酵饲料组亮度(L^*)均高于对照组,且JJB3组和BB组与其余各组的 L^* 差异有统计学意义($P < 0.05$)。JJB3组和BB组红度(a^*)显著高于H组和对照组($P < 0.05$),而BS10组与其余4组的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。各组间黄度(b^*)差异均无统计学意义($P > 0.05$)。各组间pH₁、pH₂₄(分

别于猪停止呼吸后45 min和24 h内测定)和滴水损失差异均无统计学意义($P > 0.05$)。各乳酸杆菌试验组剪切力均低于对照组,其中JJB3组剪切力最低,其次为BS10组,二者的剪切刀均显著低于对照组($P < 0.05$),H组和BB组与对照组差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表2 发酵饲料对猪肉品质的影响

Table 2 Effect of fermented feed on meat quality of pigs

组别	L^*	a^*	b^*	pH ₁	pH ₂₄	滴水损失/%	剪切力/kg
对照	(42.19±5.57)a	(5.11±0.64)a	1.80±0.91	6.36±0.14	6.08±0.10	4.74±0.27	(4.29±0.23)a
BS10	(47.37±4.98)a	(5.84±0.67)ab	2.55±1.21	6.48±0.35	6.04±0.02	4.16±0.47	(3.78±0.06)b
JJB3	(49.51±2.34)b	(6.79±0.87)b	2.22±0.72	6.12±0.20	5.93±0.01	4.48±0.61	(3.71±0.36)b
H	(45.26±1.15)a	(5.29±0.37)a	1.96±0.30	6.33±0.17	5.98±0.06	4.76±1.01	(3.80±0.08)ab
BB	(49.09±2.86)b	(6.56±1.47)b	2.56±1.22	6.06±0.10	5.96±0.08	4.79±1.32	(4.03±1.25)ab

2.3 不同发酵饲料对猪肉抗氧化性能的影响

由表3可知,各乳酸杆菌试验组血清中SOD活性均显著高于对照组($P < 0.05$),而乳酸杆菌试验组

之间的差异无统计学意义($P > 0.05$),其中JJB3组SOD活性最高。H组血清中CAT活性最高,其次为BB组,2组的CAT活性均显著高于其余3组($P <$

表3 发酵饲料对猪血清抗氧化性能的影响

Table 3 Effect of fermented feed on serum antioxidant activity of pigs

组别	SOD/(U·mL ⁻¹)	CAT/(U·mL ⁻¹)	MDA/(nmol·mL ⁻¹)	GSH-Px/(U·mL ⁻¹)
对照	(105.20±9.19)a	(9.92±1.43)a	(7.02±0.44)Aa	(253.22±21.38)a
BS10	(121.36±6.41)b	(9.82±5.39)a	(4.50±0.22)Bb	(288.39±9.47)ab
JJB3	(123.36±1.69)b	(10.62±0.45)a	(5.36±0.79)b	(293.56±17.86)b
H	(123.31±11.04)b	(15.78±3.75)b	(5.57±0.97)b	(281.67±0.56)ab
BB	(122.33±12.10)b	(15.64±2.98)b	(5.99±0.84)ab	(289.41±7.93)ab

0.05)。各乳酸杆菌试验组血清中 MDA 含量均低于对照组,其中 BS10 组最低,与对照组差异达到极显著水平($P < 0.01$), JJB3 组、H 组也显著低于对照组($P < 0.05$) 而 BB 组与其余 4 组的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。各乳酸杆菌试验组血清中 GSH-PX 活性均高于对照组,但只有 JJB3 组与对照组的差异有统计学意义($P < 0.05$), 其余各组之间的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

乳酸杆菌及其复合制剂在动物养殖中具有改善饲料品质、提高饲料报酬、促进动物生长、改善肠胃功能的作用^[5-7]。本试验发现,在生长期,乳酸杆菌发酵饲料对日增重、平均日采食量和料重比的影响不大;在肥育期和整个试验期,乳酸杆菌发酵饲料对生长性能指标的影响较为明显,其中 BS10 组和 JJB3 组各项指标均优于其余组。说明乳酸杆菌发酵饲料对肥育阶段生长性能的影响优于生长阶段,且乳酸杆菌 BS10 与乳酸杆菌 JJB3 促生长的效果较好。

马青竹^[8]的研究发现,饲喂益生菌复合饲料的猪,其肉质得到了明显改善,肉色更鲜艳,肌肉滴水损失降低,持水性能增强,粗蛋白与脂肪含量明显提高。本试验结果显示,乳酸杆菌发酵饲料能够显著提高猪肉亮度,改善肉色,降低滴水损失和剪切力,提高猪肉嫩度。其原因可能是乳酸杆菌能够抑制细胞膜脂质过氧化反应,延缓肌肉中的肌红蛋白被氧化为高铁血红蛋白,从而减慢肉色变暗的速度,提高肉色的亮度。此外,乳酸杆菌还可能通过影响脂肪酸代谢,间接影响肌肉内脂肪沉积和分布,从而提高嫩度^[9]。

乳酸杆菌具有抗氧化活性^[10-11]。本试验中,各

乳酸杆菌试验组猪血清中 SOD 活性均显著高于对照组,CAT 和 GSH-Px 活性也高于对照组,而 MDA 含量均低于对照组,进一步证实了乳酸杆菌的抗氧化活性。

参考文献:

- [1] 张丽靖, 杨育. 微生物饲料添加剂的研究及应用现状[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2008(1): 60-61.
- [2] 李永凯, 毛胜勇, 朱伟云. 益生菌发酵饲料研究及应用现状[J]. 畜牧与兽医, 2009, 41(3): 90-93.
- [3] Taras D, Vahjen W, Macha M, et al. Performance, diarrhea incidence and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets[J]. J Anim Sci, 2006, 84(3): 608-617.
- [4] 孙建广, 张石蕊, 谯仕彦, 等. 发酵乳酸杆菌对生长肥育猪生长性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(1): 132-138.
- [5] NY/T821—2004, 猪肌肉品质测定技术规范[S].
- [6] 毛倩, 陈代文, 余冰, 等. 复合益生菌对生长育肥猪生产性能、盲肠菌群及代谢产物的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2010, 46(17): 34-39.
- [7] 虞泽鹏, 谢启轮, 唐举, 等. 益生菌对断乳仔猪生产性能的影响[J]. 动物科学与动物医学, 2009, 19(3): 49-50.
- [8] 马青竹. 多株益生菌复合饲料发酵剂的应用效果试验[J]. 饲料工业, 2011, 32(10): 58-61.
- [9] Skarovsky C J, Sams A R. Tenderness, moisture loss and postmortem metabolism of broiler *Pectoralis* muscle from electrically stimulated and air chilled carcasses[J]. Bri Poult Sci, 1999, 40(5): 622-625.
- [10] 张江巍, 曹郁生. 乳酸杆菌抗氧化活性的研究进展[J]. 中国乳品工业, 2005, 33(1): 34-36.
- [11] 王娟娟, 王顺喜, 陆文清, 等. 无抗生素微生物发酵饲料对仔猪免疫及抗氧化功能的影响[J]. 中国饲料, 2011(16): 25-27.

责任编辑: 罗 维

英文编辑: 罗 维