

李 龙,李瑜鑫,刘锁珠,等. 益生菌对舍饲藏鸡生产性能和肠道微生物的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):270-272.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.081

# 益生菌对舍饲藏鸡生产性能和肠道微生物的影响

李 龙,李瑜鑫,刘锁珠,王宏辉

(西藏大学农牧学院动物科学学院,西藏林芝 860000)

**摘要:**通过日粮中添加益生菌,研究益生菌对舍饲条件下藏鸡生产性能和肠道微生物的影响。试验选用 360 羽 1 日龄雄性藏鸡,随即分为 3 个处理组,每个处理组 6 个重复。3 个处理组分别为对照组(不含抗生素的基础日粮)、抗生素组(基础日粮+金霉素 50 mg/kg)、益生菌组(基础日粮+益生菌  $10^9$  CFU/kg)。结果显示,相比于对照组,益生菌处理组和抗生素处理组均能够显著提高舍饲藏鸡 120 日龄体质量和平均日增质量( $P<0.05$ ),显著降低饲养期内藏鸡的死亡率( $P<0.05$ ),并且显著降低 60、120 日龄藏鸡盲肠中大肠杆菌和沙门氏菌的数量( $P<0.05$ )。益生菌能够提高藏鸡生产性能、降低死亡率,表现出与抗生素相似的促生长效果,这可能与降低藏鸡肠道中病原菌数量有关。

**关键词:**益生菌;藏鸡;舍饲;生产性能

**中图分类号:** S831.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0270-02

随着西藏旅游业的迅速发展,当地对藏鸡的需求量也在迅速增加。藏鸡主要分布在雅鲁藏布江中游和三江源地区。藏鸡虽然对西藏高原的特殊环境表现出了良好的适应性,但其生产性能偏低,散养藏鸡在 6 月龄体质量才能够达到约 950 g,远不能满足当地对藏鸡产品的需要。为了解决这一问题,当地养殖户开始尝试对藏鸡进行大规模的舍饲,以提高饲养效率,增加藏鸡的产量。但为了生产安全的有机无抗肉,提高藏鸡肉品质,养殖户在饲料中并未添加抗生素,这就造成藏鸡在舍饲过程中疾病发生率和死亡率过高。

益生菌被认为是 1 种可能的抗生素替代物。竞争性抑制病原菌、调节免疫机能和增强上皮屏障功能是其发挥益生作用的 3 个重要机理<sup>[1]</sup>。目前,已有许多研究表明益生菌能够提高家禽的生产性能<sup>[2-6]</sup>,提高营养物质消化率<sup>[7]</sup>,促进肠道发育<sup>[8]</sup>和改善肠道微生态<sup>[7]</sup>。但关于益生菌在藏鸡饲养中的应用还未见报道。因此,本试验的目的是研究益生菌对舍饲藏鸡生产性能和盲肠微生物的影响。

## 1 材料与与方法

### 1.1 菌粉的制备

所用益生菌菌株(J113 菌株,植物乳杆菌)是本试验室前期试验分离所得。益生菌的发酵和菌粉制备过程按照文献[9]的方法进行。首先挑取菌株单菌落制备种子液,然后将种子液接种于发酵罐中进一步扩大培养。将发酵罐中扩大培养的菌液离心,收集菌泥,加入保护剂(脱脂奶粉和甘油)混

匀,冷冻干燥后研磨成粉状,取 0.1 g 菌粉梯度稀释计数,制备好的菌粉-20℃保存备用。

### 1.2 试验设计与饲养管理

饲养试验采用单因素完全随机设计,选用 360 羽健康 1 日龄雄性藏鸡,根据初始体质量随机分为 3 个处理组,每个处理组设 6 个重复,每个重复 20 羽鸡,进行 120 d 的饲养试验。处理 1 饲喂不含抗生素的基础日粮,处理 2、处理 3 分别在基础日粮中添加金霉素 50 mg/kg 和 J113 菌株菌粉  $1 \times 10^9$  CFU/kg。试验期饲料全部使用肉鸡商品全价配合饲料。

试验在西藏大学农牧学院教学实习基地进行(当地海拔 2 986 m),试验期内自由采食和饮水。光照程序采用前 2 周 24 h 光照,以后为光照 23 h,熄灯 1 h。按照常规程序进行免疫和消毒。第 1 周舍禽温度保持在约 30℃,从第 2 周开始逐步缓慢降温,在饲养期第 4 周及以后温度保持在约 20℃。

### 1.3 测定指标

**1.3.1 生产性能与死亡率** 在 120 d 准确称取每个重复鸡羽的体质量,并统计每个重复鸡羽的耗料量和增质量,计算每个重复藏鸡的平均日增质量(ADG)、平均日采食量(ADFI)和饲料利用率(FCR)。

**1.3.2 盲肠微生物计数** 分别在 60 d 和 120 d 每个重复组随机选取 1 羽接近平均体质量的鸡(6 羽鸡/处理),断颈处死后,无菌收集一臂盲肠,准确称取盲肠质量,加入等量灭菌 PBS(pH 值=7.2),利用匀浆仪进行匀浆处理,匀浆液按照 10 倍梯度逐级稀释,平板计数,每个样品的微生物计数重复 3 次。

乳酸杆菌、双歧杆菌、沙门氏菌和大肠杆菌分别利用乳酸菌选择性培养基(HB0392)、双歧杆菌 BS 培养基(HB0394)、沙门氏菌显色培养基(HB7007-1)和大肠杆菌显色培养基(HB7001)进行分离和计数,其中乳酸杆菌和双歧杆菌在 37℃ 培养箱中培养 48 h 后计数,双歧杆菌置于厌氧袋中培养,沙门氏菌和大肠杆菌在 37℃ 培养箱中培养 24 h 后计数。所用培养基均购自青岛海博生物技术有限公司。活菌数以盲肠(盲肠+盲肠内容物)中细菌个数的对数 lg CFU/g 来表示。

收稿日期:2015-09-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:31560651);西藏畜牧业团队建设基金(编号:XZ2014008)。

作者简介:李 龙(1981—),男,陕西杨凌人,博士,副教授,主要从事动物营养与饲料科学方面的研究和教学工作。E-mail:lilong1101@126.com。

通信作者:李瑜鑫,教授,主要从事动物营养与饲料科学方面的研究和教学工作。E-mail:20733987@qq.com。

## 1.4 统计分析

试验数据处理采用 SPSS 13.0 软件进行方差分析和多重比较,死亡率进行卡方检验,以  $P < 0.05$  判定结果为差异显著,  $P < 0.01$  判定结果为差异极显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 益生菌对舍饲藏鸡生产性能的影响

由表 1 可见,相比于对照组,抗生素和益生菌处理均显著提高了舍饲藏鸡 120 日龄体质量和平均日增质量 ( $P <$

0.05),并显著降低了饲养期内藏鸡的死亡率( $P < 0.05$ )。但对藏鸡饲料转化率无显著影响( $P > 0.05$ )。

### 2.2 益生菌对舍饲藏鸡盲肠微生物的影响

由表 2 可知,相比于对照组,抗生素组和益生菌处理组显著降低了 60、120 日龄藏鸡盲肠中大肠杆菌和沙门氏菌数量 ( $P < 0.05$ )。益生菌处理组和对对照组之间乳酸杆菌和双歧杆菌数量无显著差异( $P > 0.05$ ),但抗生素处理组显著降低了 60、90 日龄藏鸡盲肠乳酸杆菌数量( $P < 0.05$ ),并且显著降低了 60 日龄藏鸡盲肠双歧杆菌数量( $P < 0.05$ )。

表 1 益生菌对舍饲藏鸡生产性能的影响

测定项目	起始质量 (g)	最终体质量 (g)	平均日增质量 (g/d)	饲料转化率 (%)	总死亡率 (%)
对照组	30.1 ± 0.4	1185.3 ± 79.8b	9.9 ± 0.7b	3.21 ± 0.19	18.2a
抗生素组	30.3 ± 0.6	1287.9 ± 101.0a	10.7 ± 0.84a	3.13 ± 0.37	13.7b
益生菌组	30.6 ± 0.7	1279.9 ± 161.8a	10.7 ± 1.3a	3.16 ± 0.44	12.8b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下表同。

表 2 益生菌处理对舍饲藏鸡盲肠微生物的影响

处理	60 日龄藏鸡盲肠微生物数量(lg CFU/g)				120 日龄藏鸡盲肠微生物数量(lg CFU/g)			
	乳酸杆菌	双歧杆菌	大肠杆菌	沙门氏菌	乳酸杆菌	双歧杆菌	大肠杆菌	沙门氏菌
对照组	7.51 ± 0.64a	4.32 ± 0.87a	8.32 ± 1.52a	6.51 ± 0.41a	8.72 ± 0.82a	3.23 ± 0.78	9.19 ± 1.22a	8.71 ± 0.96a
抗生素组	6.32 ± 0.99b	3.24 ± 0.44b	6.49 ± 0.78b	5.21 ± 0.54b	7.32 ± 1.32b	3.05 ± 0.46	7.73 ± 1.91b	7.31 ± 0.63b
益生菌组	7.64 ± 0.41a	4.51 ± 0.59a	7.01 ± 0.64b	5.17 ± 0.89b	8.62 ± 0.67a	3.39 ± 0.28	7.49 ± 0.99b	6.89 ± 0.47b

## 3 讨论

目前,评价益生菌对家禽生产性能影响的研究不断增加<sup>[10]</sup>,其中乳酸菌已经被广泛地作为生长促进剂在家禽生产中使用。在本试验中,研究发现饲料中添加益生菌 *Lactobacillus plantarum* J113 能显著提高舍饲藏鸡的生产性能,并且具有与抗生素类似的促生长效果,这与之前的部分研究结果一致。Lan 等发现在饲料中以菌粉的形式添加  $10^6$  CFU/kg 益生菌 *L. salivarius* 改善了肉鸡的生产性能,42 d 体质量相比于对照组提高了约 10.7%<sup>[2]</sup>。Mutus 等以同样的饲喂方式添加 0.1% 益生菌 (*L. salivarius* 和 *L. plantarum* 组成的混合菌)显著降低了肉鸡料肉比<sup>[3]</sup>。并且还有研究发现饲喂益生菌能够在肉鸡饲养中发挥和卑霉素相同的促生长效果<sup>[4]</sup>,甚至优于氯四环素<sup>[5]</sup>和氧四环素<sup>[6]</sup>的促生长效果。但也有研究表明益生菌对肉鸡生产性能没有影响<sup>[11]</sup>。然而,对不同的饲养试验进行直接评价是不科学的,因为许多因素都会影响益生菌的使用效果,如菌种和菌株的不同,菌株的生存能力、添加水平、添加方式、添加频率,日粮营养水平,肉鸡日龄、免疫和饲养环境等因素的不同<sup>[10]</sup>。

本研究还发现饲料中添加益生菌显著降低了舍饲藏鸡的死亡率。在抗生素禁用的大背景下研究人员发现随着抗生素的禁用,动物集约化饲养过程中疾病发生率增加<sup>[12]</sup>,这可能是造成藏鸡在高密度舍饲条件下死亡率过高的主要原因。而病原菌是造成家禽疾病发生和死亡的一个重要诱因,本研究发现饲料中添加益生菌显著降低了舍饲藏鸡盲肠中病原菌(沙门氏菌和大肠杆菌)的数量,但对有益菌(乳酸杆菌和双歧杆菌)的数量无显著影响,这可能是由于益生菌的添加增加了早期雏鸡肠道中有益菌的定植量,从而有效地抑制中后

期藏鸡肠道中有害菌的定植。而在试验中后期藏鸡肠道有益菌的负载量已经饱和,因此在 60、120 d 时益生菌处理组和对对照组之间有益菌的数量无显著差异。虽然抗生素处理组同样降低了舍饲藏鸡肠道中有害菌的数量,但是也降低了有益菌的数量。这主要是由于金霉素是一种广谱类抗生素,对革兰氏阳性菌(乳酸杆菌和双歧杆菌)和革兰氏阴性菌(大肠杆菌和沙门氏菌)都具有较强的抑制作用。益生菌和抗生素提高舍饲藏鸡生产性能、减少死亡率可能与其减少藏鸡肠道病原菌数量、维持机体健康有关。

本试验结果表明添加益生菌能够提高舍饲藏鸡的生产性能,减少饲养过程中藏鸡的死亡率,并且具有和抗生素类似的效果,这可能与其有效地减少藏鸡肠道中病原菌数量有关。

### 参考文献:

- [1] Bron P A, van Baarlen P, Kleerebezem M. Emerging molecular insights into the interaction between probiotics and the host intestinal mucosa[J]. Nature Reviews Microbiology, 2012, 10(1): 66–78.
- [2] Lan P T, Binh L T, Benno Y. Impact of two probiotic lactobacillus strains feeding on fecal lactobacilli and weight gains in chicken[J]. The Journal of General and Applied Microbiology, 2003, 49(1): 29–36.
- [3] Mutuş R, Kocabağlı N, Alp M, et al. The effect of dietary probiotic supplementation on tibial bone characteristics and strength in broilers [J]. Poultry Science, 2006, 85(9): 1621–1625.
- [4] Mountzouris K C, Tsirtsikos P, Kalamara E, et al. Evaluation of the efficacy of a probiotic containing lactobacillus, bifidobacterium, enterococcus, and pediococcus strains in promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities[J]. Poultry Science, 2007, 86(2): 309–317.

黄立,宋振涛,朱明军.联合试验设计法优化辣蓼饲料添加剂生产工艺[J].江苏农业科学,2016,44(11):272-276.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.082

# 联合试验设计法优化辣蓼饲料添加剂生产工艺

黄立<sup>1</sup>,宋振涛<sup>1</sup>,朱明军<sup>1,2</sup>

(1.华南理工大学生物科学与工程学院,广东广州 510006; 2.广东省发酵与酶工程重点实验室,广东广州 510006)

**摘要:**辣蓼是一种传统的中药材,来源广泛,具有消炎、镇痛和抗氧化等多种生物活性。使用混料试验和正交试验联合的方式进行了辣蓼饲料添加剂的生产工艺优化,混料试验用于优化麦糟、辣蓼和木薯渣的物料配比,正交试验用于优化黑曲霉、酿酒酵母和枯草芽孢杆菌的接种配比。结果表明,混料试验待优化变量的方差分析均极显著, $R^2$ 和调整 $R^2$ 均超过90%,模型拟合优秀。选择黄酮含量2.75 mg/g、总酚含量3 mg/g、蛋白质含量28%和蛋白质增量40%作为多重响应的临界条件,得到满足条件的物料配比为麦糟:辣蓼:木薯渣=59:10:31。正交试验的单一效应不显著,使用总数据趋势进行结果分析,得出最佳接种配比为黑曲霉:酿酒酵母:枯草芽孢杆菌=10:10:2,此外除了2:10:2接种配比外,其他均达到混料试验的预测结果,完好地验证了混料试验的有效性。最后的验证试验结果表明联合试验设计合理可行。

**关键词:**辣蓼;混料试验;混合发酵;固态发酵;单细胞蛋白;生产工艺

**中图分类号:** S188<sup>+</sup>.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0272-05

辣蓼(*Polygonum hydropiper* Linn.)为一年生草本植物,是中国传统中药材。现代研究表明,辣蓼具有消炎、镇痛和抗氧化等功效<sup>[1-2]</sup>。传统中药的使用方法常常是热水煎煮法或者直接入药,具有吸收差、有效成分损耗的缺点,而使用现代化的方法(如生物发酵等温和的方式)对辣蓼等传统中药材进行新型研究和开发,将可以很好地弥补这些缺点。

随着世界人口的快速增长,世界食物的供需关系会出现严重的不平衡,因此开发一种廉价而又生产速率快的蛋白质食品就显得更加紧迫,而单细胞(single cell protein)由于具有

营养丰富、原料广泛廉价和生产速率高等优点,可以很好地解决这个问题。现代单细胞蛋白生产的研究热点是在工农业废物方面,如废弃柠檬果肉和工业废弃甘油等<sup>[3-4]</sup>,此举不但可以减少环境污染,而且还变废为宝,可以获得营养收益。

微生物在自然界的生长是一种天然的多菌混合状态,不同菌株之间促进和拮抗作用并存,最后演变为稳定的微生物群落。而混菌发酵(mixed fermentation)就是模拟这种微生物群落的天然生长状态并加以改良,再综合考虑微生物之间的营养和代谢特性,经过人工仔细挑选之后,削弱菌株之间的拮抗作用,而加强菌株之间的互利作用,从而获得微生物发酵的更大收益。Fang等使用里氏木霉和黑曲霉混合发酵的方式进行纤维素酶生产,在优化了菌种配比和延迟接种之后,获得了最大滤纸酶活(FPA)和非常高的 $\beta$ -葡萄糖苷酶活,是所有试验组中最好的纤维素酶活配比<sup>[5]</sup>。Li等使用黑曲霉和热带假丝酵母混菌发酵中药水飞蓟工业废弃物来生产饲料添加剂,相比较未发酵物料,粗蛋白含量提升了79.85%,活性成分总黄酮、水飞蓟素分别是未发酵物料的2.42、1.63倍<sup>[6]</sup>。

收稿日期:2015-09-15

基金项目:广东省广州市科技计划(编号:2014Y2-00047);广东省自然科学基金重点项目(编号:2014A030311014)。

作者简介:黄立(1992—),男,广东河源人,硕士,主要从事发酵工程方面的研究。E-mail:241181211@qq.com。

通信作者:朱明军,博士,教授,博士生导师,主要从事微生物发酵工程和纤维素废弃物综合利用研究。E-mail:mjzhu@scut.edu.cn。

[5] Yeo J, Kim K I. Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks[J]. Poultry Science, 1997, 76(2): 381-385.

[6] Zulkifli I, Abdullah N, Azrin N M, et al. Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing lactobacillus cultures and oxytetracycline under heat stress conditions[J]. British Poultry Science, 2000, 41(5): 593-597.

[7] Mountzouris K C, Tsitrisikos P, Palamidi I, et al. Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition[J]. Poultry Science, 2010, 89(1): 58-67.

[8] Awad W A, Ghareeb K, Böhm J. Effect of addition of a probiotic micro-organism to broiler diet on intestinal mucosal architecture and electrophysiological parameters[J]. Journal of Animal Physiology and

Animal Nutrition, 2010, 94(4): 486-494.

[9] 王利红. 鸡源乳酸菌的分离筛选及其对肉鸡生产性能的影响. [D]. 杨凌:西北农林科技大学.

[10] Patterson J A, Burkholder K M. Application of prebiotics and probiotics in poultry production[J]. Poultry Science, 2003, 82(4): 627-631.

[11] Priyankarage N, Silva S S, Gunaratne S P, et al. Efficacy of probiotics and their effects on performance, carcass characteristics, intestinal microflora and *Salmonella* incidence in broilers[J]. British Poultry Science, 2003, 44(1): S26-S27.

[12] Casewell M, Friis C, Marco E, et al. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health[J]. The Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 2003, 52(2): 159-161.