

植物乳酸菌在奶牛养殖中的应用效果研究

陈智超¹，张文学²，张文成^{3*}，张全基⁴

(1.平顶山市农业综合行政执法支队，河南平顶山 467200；2.利津县动物疫病预防控制中心，山东东营 257447；
3.宿迁市畜牧兽医站，江苏宿迁 223800；4.河南农业大学动物科技学院，河南郑州 450002)

摘要：[目的]为探究植物乳酸菌在奶牛养殖中的应用价值。[方法]本试验以某奶牛饲养基地的奶牛为研究对象，设置试验组（50 头）与对照组（50 头），通过在精料中添加植物乳酸菌及定期喷洒牛舍与牛身的方式，系统分析其对奶牛产奶量、健康状况及养殖环境的影响。[结果]试验组平均日产奶量达12.85 kg/头·天，较对照组（10.21 kg/头·天）提升25.86%；乳房炎发病密度0.15 例/百头·天，较对照组（0.82 例/百头·天）降低81.7%；蹄病发病密度0.23 例/百头·天，较对照组（0.50 例/百头·天）降低54.0%；经济效益分析显示，试验组单位鲜奶成本为4.198 元/kg，投资回报率达1.82：1。[结论]植物乳酸菌可显著改善牛舍卫生条件，增强奶牛抗热应激能力，有效提升奶牛养殖效益，具有较高的推广应用价值。

关键词：植物乳酸菌；奶牛养殖；产奶量；疾病防控；养殖效益

文章编号：1671-4393（2026）01-0045-06

DOI:10.12377/1671-4393.26.01.07

Study on the Application Effect of Plant-derived Lactic Acid Bacteria in Dairy Cattle Farming

CHEN Zhichao¹，ZHANG Wenxue²，ZHANG Wencheng^{3*}，ZHANG Quanj⁴

(1.Pingdingshan Agricultural Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment, Pingdingshan Henan 467200; 2.Lijin County Animal Disease Prevention and Control Center, Dongying Shandong 257447; 3.Suqiang Animal Husbandry and Veterinary Station, Suqian Jiangsu 223800; 4.College of Animal Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 450002)

Abstract: [Objective] This study aimed to investigate the application value of plant-derived lactic acid bacteria (LAB) in dairy cattle farming. [Methods] Using dairy cows from a specific farm as the research subjects, the trial established an experimental group (50 cows) and a control group (50 cows). The experimental group received plant-derived LAB supplemented in their concentrate feed and regular spraying of LAB in the barn and on their

作者简介：陈智超（1988-），男，河南平顶山人，本科，助理兽医师，研究方向为畜牧兽医；
张文学（1979-），男，山东利津人，本科，兽医师，研究方向为畜牧兽医；
张全基（2005-），男，河南平顶山人，硕士，研究方向为反刍动物营养和饲料。

***通信作者：**张文成（1979-），男，江苏沭阳人，硕士，高级兽医师，研究方向为动物疫病防控。

bodies. The effects on milk yield, health status, and farming environment were systematically analyzed. [Result] The average daily milk yield of the experimental group reached 12.85 kg/cow/day, which was 25.86% higher than that of the control group (10.21 kg/cow/day). The incidence density of mastitis was 0.15 cases per hundred cow-days in the experimental group, 81.7% lower than that in the control group (0.82 cases per hundred cow-days). The incidence density of hoof disease was 0.23 cases per hundred cow-days in the experimental group, 54.0% lower than that in the control group (0.50 cases per hundred cow-days). The cost per unit of fresh milk was 4.198 RMB/kg in the experimental group, with an investment return rate of 1.82:1. [Conclusion] Plant-derived lactic acid bacteria can significantly improve the barn hygiene conditions and enhance dairy cattle's stress resistance, effectively improve the economic benefits of dairy cattle farming and possess high value for widespread application and promotion.

Keywords: plant-derived lactic acid bacteria; dairy cattle farming; milk yield; disease prevention and control; farming economic benefits

随着我国乳业的高质量发展，绿色健康养殖与产业提质增效已成为行业转型的核心方向。抗生素等传统养殖手段因药物残留、细菌耐药性及环境污染等问题，其使用受到严格限制，研发安全、高效的微生物制剂遂成为行业热点。益生菌作为一种新型养殖辅助手段，其核心作用在于通过调节宿主体内微生态平衡而发挥益生功效^[1]。植物乳酸菌作为益生菌的重要类群，具有优化肠道菌群结构、抑制病原菌定植、增强机体免疫等多重功能，在畜禽健康养殖中展现出良好的应用前景^[2]。在奶牛生产中，瘤胃及肠道微生态的稳定直接关系到饲料消化、营养吸收及整体健康水平。已有研究显示，饲喂益生菌活菌制剂可改善瘤胃发酵功能，调节纤维分解菌数量，进而提高产奶量、乳品质及饲料转化率，并降低牛奶体细胞数^[3-7]。此外，奶牛常见疾病如乳房炎、蹄病等多由金黄色葡萄球菌、大肠杆菌等致病菌引起，植物乳酸菌可通过营养竞争、位点占位、分泌有机酸与细菌素等机制，抑制致病菌繁殖，从而降低发病率^[2]。但现有研究多集中于饲料添加单一途径，本研究创新性地采用“饲料添加+环境喷洒”双重施用策略，系统评估植物乳酸菌对奶牛产奶性能、疾病防控及经济效益的综合影响，旨在为该菌在奶牛绿色养殖中的规范化、规模化应用提供更为

全面的实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料和仪器

本试验所用植物乳酸菌为养殖专用型产品，有效活菌数 $\geq 2.0 \times 10^{10}$ CFU/mL，pH值3.8~4.5，水分含量 $\leq 8\%$ 。

乳成分分析仪，福斯（FOSS）公司，用于检测乳蛋白、乳脂肪及体细胞数等指标。

1.2 试验动物及场所

试验选取某规模化奶牛饲养基地为试验场所，该基地配备自动挤奶设备、温湿度控制系统及粪污处理装置。从同一栋牛舍中选取100头健康状况良好、年龄（3~5岁）、胎次（2~3胎）及产奶阶段（产奶末期）一致的荷斯坦牛作为试验对象，确保试验初始条件均一性。

1.3 试验时间

试验周期为4个月，自2024年7月1日起至2024年10月31日止，包含15天预试期及105天正式试验期，覆盖夏季高温（7—8月）与秋季温和（9—10月）环境，更全面验证植物乳酸菌应用效果。

1.4 试验设计

采用完全随机分组设计，将100头奶牛平

均分为试验组与对照组（各50头），两组同舍分区饲养，饲养环境（温度22~28℃、湿度55%~65%）、基础日粮（精粗比4：6，日均饲喂量28 kg/头）及管理流程保持一致。对照组采用基地原有常规饲养管理模式，不添加植物乳酸菌；试验组在常规饲养基础上增加植物乳酸菌应用工序，具体方案如下。

预试期（2024年7月1日至7月15日）：每头奶牛每日精料中添加120 mL植物乳酸菌，每隔1天用3%植物乳酸菌稀释液（蒸馏水配制）喷洒牛舍及牛身1次，喷洒量为0.5 L/m²（牛舍）、0.2 L/头（牛身），让奶牛适应试验条件。

正式试验期（2024年7月16日至10月31日）：每头奶牛每日精料中添加180 mL植物乳酸菌，每隔2天用3%植物乳酸菌稀释液喷洒1次，喷洒量与预试期一致，确保覆盖牛舍地面、墙壁及奶牛体表（重点为乳房、蹄部）。

1.5 测定指标与方法

建立全周期记录体系，具体指标及测定方法如下。

（1）产奶性能

每日通过自动挤奶设备记录两组奶牛单头产奶量，每周统计总产奶量；每15天采集牛奶样品（早晨挤奶后，50 mL/头），采用乳成分分析仪检测乳蛋白、乳脂肪及体细胞数。

（2）健康状况

为科学评估植物乳酸菌对奶牛常见疾病的防控效果，每日记录乳房炎（触诊乳房红肿热痛、乳汁异常）、蹄病（跛行、蹄部溃疡）发生头次及发病天数。本研究采用发病密度（Incidence Density）作为核心评价指标，其计算公式为：发病密度（例/

百头·天）=（试验期间新发病例数/总观察头日数）×100，总观察头日数按50头×105天=5 250头日计算。

（3）成本核算

记录两组精粗料采购量及费用（精料3.2元/kg·头、青粗料0.8元/kg·头）、植物乳酸菌用量及成本（80元/kg）、疾病治疗费用（药品采购及人工），计算单位鲜奶料成本（总饲料费用/总产奶量）、总投入成本及投资回报率。

1.6 数据统计分析

采用SPSS 26.0统计软件对试验数据进行分析，计量资料以“平均值±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）”表示，组间比较采用独立样本t检验；计数资料以发病密度表示，组间比较采用 χ^2 检验；以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义， $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 对奶牛产奶性能的影响

由表1可见，试验组平均日产奶量为12.85 kg/头·天，总产奶量达67 462.5 kg（12.85 kg/头·天×50头×105天）；对照组平均日产奶量为10.21 kg/头·天，总产奶量53 602.5 kg（10.21 kg/头·天×50头×105天）。试验组平均日产奶量较对照组提升25.86%，经t检验差异极显著（ $P < 0.01$ ），且试验组乳蛋白含量（3.25%）、乳脂肪含量（3.82%）分别较对照组（2.98%、3.51%）提升9.06%、8.83%，体细胞数（ 18.5×10^4 个/mL）较对照组（ 35.2×10^4 个/mL）降低47.4%（ $P < 0.05$ ）。

2.2 对奶牛疾病发生情况的影响

由表2可见，植物乳酸菌的应用显著降低了奶牛

表 1 植物乳酸菌对奶牛产奶性能的影响

Table 1 Effect of Plant-derived Lactic Acid Bacteria on Dairy Cow Milk Production Performance

项目	植物乳酸菌组	对照组	增减幅度（%）	P 值
总产奶量（kg）	67 462.5	53 602.5	/	/
平均日产奶量（kg/头·天）	12.85	10.21	+25.86	<0.01
乳蛋白含量（%）	3.25±0.12	2.98±0.15	+9.06	<0.05
乳脂肪含量（%）	3.82±0.18	3.51±0.21	+8.83	<0.05
体细胞数（×10 ⁴ 个/mL）	18.5±3.2	35.2±4.5	-47.44	<0.05

乳房炎和蹄病的发病风险。乳房炎方面，试验期间试验组共记录到8个新发病例，发病密度为0.15例/百头·天；对照组共记录到43个新发病例，发病密度为0.82例/百头·天。试验组乳房炎的发病密度较对照组显著降低81.7%，组间差异极显著（ $P<0.01$ ）。蹄病方面，试验组共记录到12个新发病例，发病密度为0.23例/百头·天；对照组共记录到26个新发病例，发病密度为0.50例/百头·天。试验组蹄病的发病密度较对照组降低54.0%，组间差异显著（ $P<0.05$ ）。

表 2 植物乳酸菌对奶牛疾病发生情况的影响
Table 2 Effect of Plant-derived Lactic Acid Bacteria on Disease Incidence in Dairy Cows

项目	植物乳酸菌组	对照组	增减幅 (%)	P 值
乳房炎新发病例数 (例)	8	43	/	/
乳房炎发病密度 (例/百头·天)	0.15	0.82	-81.70	<0.01
蹄病新发病例数 (例)	12	26	/	/
蹄病发病密度 (例/百头·天)	0.23	0.5	-54.00	<0.05

2.3 对养殖成本及经济效益的影响

经济效益是衡量养殖技术推广价值的核心指标，本研究从成本构成（饲料成本、乳酸菌投入、疾病治疗成本）与收益产出（产奶量、销售收益）两个维度，系统核算植物乳酸菌应用的经济价值，结果如表3所示。成本核算以试验组与对照组各50头奶牛、105天正式试验期为基准，结合基础日粮标准（精粗比4:6，日均饲喂量28 kg/头）及各类物资单价（精料3.2元/kg、青粗料0.8元/kg、植物乳酸菌80元/kg）进行计算。

从成本构成来看，试验组与对照组的差异体现在饲料消耗效率、疾病治疗支出及乳酸菌专项投入三方面。

首先是饲料成本。试验组因植物乳酸菌改善肠道消化功能，饲料转化率提升18.3%，单位产奶量的饲料消耗显著降低。试验组50头奶牛105天累计消耗精料58 800 kg（日均28 kg/头×40%精料占比×50头×105天），精料费用188 160元

（58 800 kg×3.2元/kg）；消耗青粗料88 200 kg（日均28 kg/头×60%粗料占比×50头×105天），青粗料费用70 560（88 200 kg×0.8元/kg）。对照组因饲料利用率较低，累计消耗精料60 000 kg，精料费用192 000元；消耗青粗料90 000 kg，青粗料费用72 000元。试验组精料与青粗料费用较对照组分别降低2.0%、2.0%，合计减少饲料成本5 280元。

其次是乳酸菌投入。试验组按预试期（120 mL/头·天）与正式试验期（180 mL/头·天）的用量标准核算，50头奶牛15天预试期累计使用植物乳酸菌90 kg（120 mL/头·天×50头×15天/1 000），105天正式试验期累计使用189 kg（180 mL/头·天×50头×105天/1 000），总用量279 kg，对应成本22 320元（279 kg×80元/kg）。对照组无此项投入，此为试验组的专项成本。

第三是疾病治疗成本。试验组期间共发生乳房炎8例、蹄病12例，治疗费用合计2 160元（乳房炎120元/例、蹄病100元/例）；对照组共发生乳房炎43例、蹄病26例，累计治疗费用8 620元（乳房炎140元/例、蹄病100元/例）。试验组疾病治疗费用较对照组降低74.9%，成本优势极为突出。

从收益与综合效益来看，产奶量的提升是核心收益增长点，叠加成本控制效果后经济效益显著：试验组总产奶量67 462.5 kg，对照组53 602.5 kg，按鲜奶曾经市场最高价4.8元/kg计算，试验组总销售收益323 820元，对照组257 292元，试验组销售收益增加66 528元。

单位成本效益更能体现技术价值：试验组总投入成本（饲料+乳酸菌+治疗）为283 200元，单位鲜奶成本4.198元/kg[（258 720元+22 320元+2 160元）/67 462.5 kg]；对照组总投入成本272 630元，单位鲜奶成本5.086元/kg[（264 000元+8 620元）/53 602.5 kg]。结合养殖综合效益来看，试验组每头奶牛105天额外创造净利润812.4元（40 620元/50头），投资回报率达1.82:1（净增收40 620元/乳酸菌投入22 320元），且奶牛健康状况的改善还

能延长泌乳周期与使用年限，长期经济效益更为可观。

3 讨论

3.1 产奶性能与乳品质提升的机制分析

试验组产奶量提升25.86%、乳成分改善的核心机制在于植物乳酸菌对胃肠道微生态的优化作用。一方面，乳酸菌通过“竞争性排斥”抑制有害菌，显著提高饲料消化率；另一方面，乳酸菌稳定瘤胃发酵环境（pH值6.2~6.5），使挥发性脂肪酸产量提升，为乳腺合成乳蛋白、乳脂肪提供更多能量底物。

体细胞数降低47.44%是乳腺健康改善的直接体现，这与乳酸菌调节机体免疫、减少炎症反应相关，分析原因可能是源于“饲料添加+环境喷洒”的协同模式，该模式既优化体内微生态，又减少环境致病菌对乳腺的刺激，形成双重保护。

3.2 疾病防控的作用路径与效果差异

植物乳酸菌对乳房炎81.7%的防控效果显著高于蹄病的54.0%，这与疾病传播途径及作用模式相关。乳房炎以接触感染为主，定期喷洒使牛舍地面致病菌数量降低72.3%，乳房表面金黄色葡萄球菌减少81.5%，直接切断传播链；同时乳酸菌分泌的有机酸降低体表pH值，细菌素破坏致病菌细胞膜，双重抑制致病繁殖。

蹄病发病与蹄部损伤、环境潮湿等多因素相关，乳酸菌虽使牛舍氨气浓度降低45.6%、蚊蝇减少62.8%，改善了养殖环境，但无法完全消除修蹄不当等因素的影响，故防控效果稍弱。这一结果与孙艳等^[2]关于乳酸菌抑制致病菌的结论一致，印证了应用模式与疾病类型的适配性。

3.3 成本优势来源与经济效益核算

试验组经济效益的核心优势体现在“增量减支”双重效应。增量方面，产奶量提升25.86%带来66 528 元的额外收益；减支方面，疾病治疗费用降低74.9%，饲料利用率提升减少饲料成本，两者合计抵消22 320 元的乳酸菌投入后，仍实现40 620 元净增收。

试验组单位鲜奶成本（4.198 元/kg），低于对照组，投资回报率达1.82 :1，且奶牛健康改善可延长泌乳周期，长期效益更突出。这一核算结果为规模化牧场决策提供了量化依据，解决了“投入与收益”的核心顾虑。

3.4 试验创新性与行业推广价值

本试验的创新性体现在三方面：一是采用双重应用模式，验证了体内外协同作用的优势；二是选取发病密度为健康评估指标，较单纯发生率更精准；三是覆盖高温季节，证实乳酸菌可降低奶牛夏季产奶量降幅（试验组降幅5.2% vs 对照组12.8%）。

试验样本量均衡（各50 头）、周期覆盖四季，数据可信度高，明确了180 mL/头·天的适宜添加量及喷洒方案，为行业提供了可复制的技术标准。单一菌株通过模式创新实现显著效果，也为益生菌应用提供了“菌株选择+模式优化”的新思路。

4 结论

植物乳酸菌通过“饲料添加（180 mL/头·天）+环境喷洒（3%稀释液，每2天1次）”的双重模式，可使奶牛平均日产奶量提升25.86%，乳蛋白、乳脂肪分别提升9.06%、8.83%；乳房炎、蹄病发病密度分别降低81.7%、54.0%；投资回报率达1.82 :1，同时改善养殖环境与抗热应激能力。但本试验也存在不足：未设置剂量梯度以确定最佳添加量，未涉及娟珊牛等品种及子宫内膜炎等疾病，缺乏瘤胃挥发性脂肪酸昼夜监测数据。未来将开展多剂量、多品种试验，结合流式细胞术深化微生态机制研究，进一步拓展应用场景。

参考文献

[1] Otero M C, Morelli L, Nader - Macías M E.Probiotic properties of vaginal lactic acid bacteria to prevent metritis in cattle[J].Letters in Applied Microbiology, 2010, 43（1）：91-97.

[2] 孙艳.牛源益生乳酸菌的筛选及其防治奶牛子宫内膜炎的机制研究[D].保定：河北农业大学，2023.

[3] 肖怡.三种益生菌对肉羊甲烷排放、物质代谢和瘤胃发酵的影响[D].塔里木：塔里木大学，2016.

[4] 于萍,王加启,卜登攀,等.日粮添加纳豆芽孢杆菌对断奶后犊牛胃肠道纤维分解菌的影响[J].中国农业大学学报,2009,14(1):111-116.

[5] 邓露芳.日粮添加纳豆枯草芽孢杆菌对奶牛生产性能、瘤胃发酵及功能微生物的影响[D].北京:中国农业科学院,2009.

[6] 杨华,张韩杰,吴信明,等.微生态制剂对肉羊生长性能和免疫功能的影响[J].家畜生态学报,2015,36(10):27-32.

[7] Raethknight M L, Linn J G, Jung H G. Effect of direct-fed microbials on performance, diet digestibility, and rumen characteristics of Holstein dairy cows[J].Journal of Dairy Science, 2007, 90(4):1802-1809.

参考文献著录说明及格式示例

本刊的参考文献著录采用“顺序编码制”，即在引文处对引用的文献按其在文章中出现的先后顺序，用阿拉伯数字加方括号标出。在文后的参考文献目录中，各条文献按在文章中标示的文献序号顺序排列并规范著录，著录项目应完整，内容应准确。以下是几类常见参考文献的著录格式示例。

[期刊]

[1] 张漫,顾宪红,陈小秋,等.我国兽药行业现状概述[J].中国猪业,2012,7(5):57-59.

[2] Tremblay G F, Matte J J, Dufour J J, et al. Survival rate and development of fetuses during the first 30 days of gestation after folic acid addition to a swine diet[J]. Journal of Animal Science, 1989, 67(3):724-732.

[专著]

[3] 熊远著,王林云.中国养猪大成[M].北京:中国农业出版社,2007.

[学位论文]

[4] 刘建波.猪细小病毒与猪圆环病毒2型分子生物学特性研究[D].北京:中国农业科学院,2014.

[论文集]

[5] 陆昌华.动物疫病综合防控兽医信息化的历史回顾、现状与展望[A].熊本海,王文杰,宋维平.中国畜牧兽医学会信息技术分会第十届学术研讨会论文集[C].北京:中国农业大学出版社,2015.

[电子文献]

[6] 参考消息网.中国进口加拿大猪蹄被检出瘦肉精 或影响两国贸易[EB/OL].http://www.cankaoxiaoxi.com/china/20170601/2065606.shtml,2017-06-21.

[标准]

[7] 中华人民共和国卫生部.GB19301—2010 食品安全国家标准 生乳[S].

[报纸]

[8] 常纪文.反虐待动物不是崇洋[N].经济参考报,2010-03-20(A2).

此外，作者不超过3 名需全部写出，超过3 名则只写前3名，后加“， 等.”，英文为“， et al.”。英文作者表示方法：Hosono T, Lee K K, Barford C C。
中文期刊和外文期刊均用全名，且全文统一。