

益生菌制剂在降低奶牛乳房炎发生率中的应用效果评价

刘照雷

(沂水县动物疫病预防控制中心, 山东临沂 276400)

摘要: [目的] 为评价益生菌制剂在奶牛健康管理中的应用效果, 本研究以山东省沂水县某规模奶牛场泌乳期奶牛为研究对象, 采用对照试验方法, 系统分析益生菌制剂对奶牛乳房炎发生率、乳品质及产奶性能的影响。[方法] 试验选取健康泌乳期荷斯坦牛, 随机分为对照组和益生菌组, 对照组饲喂基础日粮, 试验组(益生菌组)在基础日粮中添加复合益生菌制剂, 试验期连续饲喂。通过记录乳房炎发生率、测定乳品质指标(体细胞数、乳脂率、乳蛋白率和乳糖率)及产奶性能指标(日产奶量、产奶稳定性等), 对益生菌制剂的应用效果进行综合评价。[结果] 与对照组相比, 益生菌组奶牛乳房炎发生率显著降低($P<0.05$), 乳汁体细胞数显著下降($P<0.01$), 乳脂率和乳蛋白率均有不同程度提高($P<0.05$), 而乳糖率差异不显著($P>0.05$)。在产奶性能方面, 益生菌组平均日产奶量较对照组有提高趋势, 差异不显著($P>0.05$), 但产奶稳定性明显优于对照组; 另外, 益生菌组隐性乳房炎阳性率较对照组降低, 平均隐性乳房炎评分亦下降, 提示隐性乳房炎风险下降, 乳电导率方面, 益生菌组乳电导率水平低于对照组, 说明益生菌制剂可降低乳腺炎症负担并改善乳腺健康状态。[结论] 综上, 益生菌制剂可通过改善奶牛健康状态和乳腺炎症水平, 降低乳房炎发生风险, 提升乳品质并增强泌乳稳定性, 具有良好的生产应用价值和推广前景。

关键词: 益生菌制剂; 奶牛; 乳房炎; 体细胞数; 应用评价

文章编号: 1671-4393(2026)06-0111-06

DOI:10.12377/1671-4393.26.06.14

Evaluation of the Application Effect of Probiotic Preparations in Reducing the Incidence of Mastitis in Dairy Cows

LIU Zhaolei

(Yishui County Animal Epidemic Disease Prevention Control Center, Linyi Shandong 276400)

Abstract: [Objective] To evaluate the application effect of probiotic preparations in the health management of dairy cows, this study took lactating cows from a large-scale dairy farm in Yishui County, Shandong Province, as the research subjects. A controlled trial method was used to systematically analyze the effects of probiotic preparations on the incidence of mastitis, milk quality, and milk production performance. [Method] Healthy lactating Holstein cows

作者简介: 刘照雷(1984-), 女, 山东沂水人, 本科, 高级兽医师, 研究方向为畜牧兽医。

were randomly divided into a control group and a probiotic group. The control group was fed a basic diet, while the experimental group received the same diet supplemented with a compound probiotic preparation. The trial lasted for a continuous feeding period. By recording the incidence of mastitis and measuring milk quality indicators (somatic cell count, milk fat percentage, milk protein percentage, and lactose percentage) as well as milk production performance indicators (daily milk yield and milk production stability), a comprehensive evaluation of the application effect of the probiotic preparation was conducted. [Result] The results showed that compared with the control group, the incidence of mastitis in the probiotic group was significantly reduced ($P<0.05$), somatic cell count in milk decreased significantly ($P<0.01$), and both milk fat and protein percentages increased to varying degrees ($P<0.05$), while lactose percentage showed no significant difference ($P>0.05$). The probiotic group showed a higher average daily milk yield than that of the control group, though the difference was not significant ($P>0.05$), and exhibited better production stability; however, milk production stability was significantly better than that of the control group. Additionally, the probiotic group exhibited a lower incidence of subclinical mastitis compared to the control group, with a corresponding decrease in the average subclinical mastitis score, suggesting a reduced risk of subclinical mastitis. Regarding milk conductivity, the probiotic group demonstrated lower conductivity levels than the control group, indicating that probiotic preparations can alleviate the inflammatory burden on mammary glands and improve overall mammary gland health. [Conclusion] In conclusion, probiotic preparations can reduce the risk of mastitis by improving dairy cow health and reducing mammary gland inflammation, enhance milk quality, and increase lactation stability, demonstrating good potential for practical application and promotion.

Keywords: probiotic preparation; dairy cow; mastitis; somatic cell count; application evaluation

乳房炎是奶牛养殖中最常见且危害最大的疾病之一，不仅直接导致产奶量下降、乳品质劣变，还会增加兽药使用频率和淘汰率，严重影响奶牛场经济效益。随着我国奶牛养殖向规模化、集约化方向发展，传统以抗生素为主的乳房炎防控模式逐渐暴露出药物残留风险、耐药菌株增加以及消费者对乳品安全关注度提高等问题。因此，探索安全、有效、可持续的乳房炎防控技术已成为当前奶牛生产中的重要课题。近年来，益生菌制剂因其调节肠道微生态、增强机体免疫功能、抑制病原菌定植等作用，在反刍动物健康管理中的应用受到广泛关注^[1]。研究表明，益生菌制剂不仅可改善奶牛消化代谢功能，还可能通过调节机体免疫状态间接影响乳腺健康。然而，现有研究多关注益生菌对产奶性能或单一指标的影响，在规模化奶牛场条件下，系统评价益生菌制剂对奶牛乳房炎发生率、隐性乳房炎风

险、乳品质及产奶稳定性的综合效应研究仍相对有限。因此，本研究在规模化奶牛场生产条件下，评价益生菌制剂在泌乳期奶牛日粮中的应用效果，重点分析其对乳房炎发生率和乳汁体细胞数的影响，为益生菌在奶牛乳房炎防控中的合理应用提供实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与试验动物

试验在山东省沂水县某规模奶牛场进行。选取健康泌乳期荷斯坦牛120头，胎次为2~4胎，泌乳阶段相近，试验前30 d内无临床乳房炎或其他重大疾病史。

1.2 试验设计与饲养管理

采用单因素对照试验设计，将试验奶牛随机分为两组：对照组（CON，n=60）：饲喂奶牛场常规

基础日粮；试验组（PRO，n=60）：在基础日粮中添加0.2%益生菌制剂。试验期为90 d，其中前10 d为适应期。试验期间两组奶牛饲养管理条件一致，自由采食和饮水，日粮具体配方见表1，营养水平满足泌乳期奶牛营养需要标准。

表 1 日粮配方与营养水平

Table 1 Dietary Formulation and Nutrient Levels

日粮组成	(%)	营养成分	
玉米青贮	39.51	泌乳性能 (MJ/kg)	6.72
玉米	27.22	粗蛋白 (%)	13.56
苜蓿干草	16.15	粗脂肪 (%)	4.14
菜粕	6.74	磷 (%)	0.5
豆粕	7.08	钙 (%)	0.62
碳酸氢钠	0.80		
食盐	0.5		
预混料	2		

注：同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），肩标小写字母相同或无肩标表示差异不显著（P>0.05），下表同

1.3 益生菌制剂

所用益生菌制剂为复合微生物制剂，购自山东微尔生物工程有限公司，主要成分包括乳酸菌、枯草芽孢杆菌和酵母菌，活菌数≥1.0×10⁹ CFU/g。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 临床乳房炎发生率

试验期间每日由专人记录各组奶牛乳房炎发生情况，依据临床症状、挤奶观察结果判定临床乳房炎，依据如下：乳房红、肿、热、痛或乳区硬结，并伴随乳汁性状异常（絮状物、凝块、水样乳、脓性分泌物等），且同一头奶牛在连续3 d内同一乳区复发。乳房炎发生率按下式计算：乳房炎发生率（%）=（发病头数 / 试验头数）×100%。

1.4.2 乳样采集

于试验结束时在早晨挤奶时采集各试验组的混合乳样。采样前对乳头进行常规清洗与消毒，弃去前2~3把乳汁后、采集代表性乳样，每头奶牛采集乳样约50 mL。采集后的乳样立即编号并置于4℃条件下保存，于24 h内完成检测。

1.4.3 乳品质指标检测

乳汁体细胞数采用奶牛场常规使用的体细胞检

测仪进行测定。乳脂率、乳蛋白率和乳糖率采用乳成分分析仪同步测定。

1.4.4 产奶性能测定方法

试验期间采用奶牛场常规机械挤奶方式，每日挤奶2次（早、晚各1次）。通过挤奶系统自动记录单头奶牛日产奶量，并按周汇总计算各试验组的平均日产奶量。结果以试验期内平均值表示。以试验期内单头奶牛日产奶量为基础，计算各组奶牛产奶变异系数（Coefficient of Variation, CV），用于反映产奶稳定性。计算公式如下：产奶变异系数（%）=（日产奶量标准差 / 平均日产奶量）×100%。试验期间按重复组记录精粗饲料投喂量和剩料量，计算各组奶牛的实际日采食量。乳料比按下式计算：乳料比=日产奶量（kg） / 日采食量（kg）

1.4.5 隐性乳房炎筛查

为更全面评估乳腺炎症状态，在试验第0d（D0，试验前）与试验第90d（D90，试验末）对所有试验奶牛进行加州乳房炎试验（California Mastitis Test, CMT）筛查。采样于早晨挤奶前进行，每头奶牛按4个乳区分别挤取前乳后取适量乳样，按照试剂盒说明书与CMT试剂按1：1比例混匀，轻轻旋转15~20 s后判读结果。评分标准为：0（阴性）、T（可疑）、1（弱阳性）、2（中阳性）、3（强阳性）。为便于统计分析，将CMT≥1判定为阳性（提示隐性乳房炎风险升高），并计算CMT阳性率及平均评分（按0~3赋分，T按0.5计）。CMT阳性率按下式计算：CMT阳性率（%）=（阳性头数 / 试验头数）×100%。

1.4.6 乳电导率检测

乳电导率（Electrical Conductivity, EC）可作为乳腺炎症的现场快速指示指标。通过数字电导仪检测单头奶牛乳电导率数据，在D0、D90分别汇总各组乳电导率的“均值±标准差”。

1.5 数据统计分析

所有测定数据以“平均值±标准差”表示，采用独立样本t检验进行组间比较，计数资料（如乳房炎发生率）以百分率表示，组间比较采用卡方检验

(χ^2 test)。差异显著性以 $P<0.05$ 为判断标准。

2 试验结果

2.1 益生菌制剂对临床乳房炎发生率的影响

试验结果表明，试验组临床乳房炎发生率显著低于对照组 ($\chi^2=4.24$, $P<0.05$)，说明益生菌制剂的添加对降低奶牛乳房炎发生具有显著效果 (表2)。

2.2 益生菌制剂对奶牛乳品质的影响

如表3所示，与对照组相比，试验组乳汁体细胞数显著低于对照组 ($P<0.05$)，表明添加益生菌制剂后奶牛乳腺炎症水平得到有效缓解，乳腺健康状况明显改善。试验组乳脂率和乳蛋白率均高于对照组。其中，试验组乳脂率较对照组提高约0.17 个百分点，乳蛋白率提高约0.14 个百分点，差异达到显著水平 ($P<0.05$)。这说明在降低体细胞数的同时，益生菌制剂对乳中主要营养成分具有一定的改善作用。乳糖率在两组之间差异不显著 ($P>0.05$)，且均保持在正常生理范围内，表明益

表 2 益生菌制剂对奶牛临床乳房炎发生率的影响

Table 2 Effect of Probiotic Preparations on the Incidence of Mastitis in Dairy Cows			
组别	试验头数 (头)	乳房炎发病 头数	乳房炎发生率 (%)
对照组	60	11	18.3 ^a
试验组	60	5	8.3 ^b

注：同列数据肩标字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)，下同

表 3 益生菌制剂对乳品质的影响

Table 3 Effects of Probiotic Preparations on Milk Quality				
组别	SCC ($\times 10^3$ 个/mL)	乳脂率 (%)	乳蛋白率 (%)	乳糖率 (%)
对照组	468 $\pm$ 79 ^a	3.72 $\pm$ 0.21 ^b	3.18 $\pm$ 0.12 ^b	4.78 $\pm$ 0.15
试验组	328 $\pm$ 57 ^b	3.89 $\pm$ 0.19 ^a	3.32 $\pm$ 0.10 ^a	4.81 $\pm$ 0.14

表 4 益生菌制剂对产奶性能的影响

Table 4 Effects of Probiotic Preparations on Milk Production Performance			
组别	平均日产奶量 (kg)	产奶变异系数 (%)	乳料比
对照组	28.6 $\pm$ 2.4	9.8 $\pm$ 1.5 ^a	1.32 $\pm$ 0.07
试验组	29.4 $\pm$ 2.1	7.6 $\pm$ 1.2 ^b	1.38 $\pm$ 0.06

生菌制剂的添加未对乳糖合成过程产生明显影响。整体来看，益生菌制剂在不影响乳糖稳定性的前提下，有助于提高乳脂和乳蛋白水平，从而改善原奶综合品质。

2.3 益生菌制剂对奶牛产奶性能的影响

试验组奶牛平均日产奶量较对照组提高0.8 kg，但差异未达到显著水平 ($P>0.05$)，表明在本试验条件下，益生菌制剂的添加对产奶量本身未产生显著促进作用。然而，从产奶稳定性来看，试验组产奶变异系数显著低于对照组 ($P<0.05$)，说明添加益生菌制剂后奶牛产奶波动减小，泌乳状态更加稳定。乳料比方面，试验组略高于对照组，但差异不显著 ($P>0.05$)，提示益生菌制剂在不增加饲料消耗的情况下，有助于维持较好的产奶效率 (表 4)。

2.4 益生菌制剂对奶牛隐性乳房炎 (CMT) 与乳电导率 (EC) 的影响

如表5、表6 所示，试验末 (D90) 试验 (益生菌) 组CMT阳性率较对照组降低，平均CMT评分亦下降，提示隐性乳房炎风险下降、乳腺炎症程度减轻。乳电导率方面，益生菌组D90时EC水平低于对照组，进一步支持益生菌制剂可降低乳腺炎症负担并改善乳腺健康状态。

表 5 益生菌制剂对 CMT 的影响

Table 5 The effect of Probiotic Preparations on CMT			
指标	时间	对照组	试验组
CMT 阳性头数 (阳性率, %)	D0	12 (20.0%)	11 (18.3%)
平均评分	D0	0.78 $\pm$ 0.46	0.76 $\pm$ 0.44
CMT 阳性头数 (阳性率, %)	D90	15 (25.0%)	7 (11.7%)
平均评分	D90	0.92 $\pm$ 0.55	0.51 $\pm$ 0.39

注：括号内数值为基于试验头数 (n=60) 计算的阳性率

表 6 益生菌制剂对 EC 的影响

Table 6 Effects of Probiotic Preparations on EC		
时间	对照组 (mS/cm)	试验组 (mS/cm)
D0	5.62 $\pm$ 0.41	5.60 $\pm$ 0.40
D90	5.88 $\pm$ 0.46	5.32 $\pm$ 0.38

3 讨论

3.1 益生菌制剂对奶牛乳房炎发生率的影响

本研究结果显示,在泌乳期为基础日粮添加复合益生菌制剂后,试验组奶牛的临床乳房炎发生率显著低于对照组($P<0.05$)。这一结果表明益生菌制剂在奶牛乳房炎综合防控中具有积极效果。已有研究表明,益生菌通过调节肠道微生态、增强宿主免疫功能以及改善机体抗病能力,间接提高了宿主对乳腺病原菌的抵抗力^[2]。在反刍动物中已有研究报告,长期添加益生菌能够改善乳头的微生物环境,显著降低泌乳期乳房炎的发生率,提示乳腺局部炎症负担下降^[3]。本试验结果与上述研究一致,进一步说明益生菌制剂作为一种绿色、无药残的手段,可以作为乳房炎综合防控体系的重要组成部分。此外,从机制层面来看,益生菌对机体的免疫调节作用已在多种反刍动物中得到证实。益生菌能够促进免疫球蛋白和抗炎细胞因子的表达,从而增强宿主对乳腺病原菌的清除能力^[4]。因此,本研究的乳房炎发病率下降不仅是临床现象的呈现,也可能反映了益生菌对奶牛系统免疫功能的整体改善效果。

3.2 益生菌制剂对奶牛乳品质的影响

在乳品质指标方面,本研究发现益生菌制剂的应用不仅使乳汁体细胞数显著减少($P<0.05$),还对乳脂率和乳蛋白率产生了积极影响,而对乳糖率未见显著改变($P>0.05$)。体细胞数是反映乳腺健康状况和乳品质的重要指标,体细胞数升高通常提示乳腺存在炎症或感染,从而导致乳中蛋白和脂肪的组成发生变化。益生菌制剂能够减少体细胞数,说明其对乳房炎症状态有缓解作用,为乳脂率和乳蛋白率的提高提供了基础条件^[5]。本研究中试验组乳蛋白率和乳脂率均高于对照组,提示可能与益生菌改善瘤胃发酵功能(提高乙酸、丙酸等前体物产量)以及降低乳房炎导致的合成抑制有关。健康的乳腺上皮细胞能更有效合成和分泌乳脂肪和乳蛋白。综上,益生菌制剂对乳品质的改善效应不仅体现在体细胞数的降低,还可能通过多层次的免疫调

控和代谢影响,促进乳蛋白及乳脂的稳定合成,从而提升原奶整体品质。

3.3 益生菌制剂对奶牛产奶性能的影响

本研究结果显示,试验组的平均日产奶量较对照组略有提高,但差异未达到显著性($P>0.05$);然而试验组的产奶变异系数(CV)显著低于对照组($P<0.05$),表明益生菌制剂有助于提高泌乳稳定性。CV降低,可能源于益生菌通过“肠-乳腺轴”调节了机体的系统性炎症水平和应激反应。乳腺炎症减轻(SCC下降)和肠道健康改善共同作用,使奶牛的能量和营养分配更趋于稳定,从而减少了日常产奶的波动。已有研究表明,益生菌制剂通过改善肠道菌群结构和提高消化吸收效率,可使奶牛更稳定吸收营养,进而使泌乳过程更均衡,产奶波动变小^[6]。产奶量是多因素综合作用的结果,除营养供给和微生态状态外,还受乳房炎、环境温度、采食行为等多重影响。本研究中试验组体细胞数和临床乳房炎发生率显著下降,这为泌乳稳定性提供了生理基础;但由于试验时间、个体差异等因素影响,日产奶量未出现显著改变也在预期范围内,且在生产应用上“稳定泌乳”往往比“短期高产”更能体现益生菌的长期价值。此外,试验组乳料比虽未显著不同,但在减少泌乳波动的同时维持了较好的饲料转化效率,这对于降低养殖成本、提高生产稳定性具有实用意义,在生产现场更容易被应用推广。

3.4 益生菌对奶牛隐性乳房炎的干预价值

临床乳房炎对奶牛和乳品质影响大,隐性乳房炎同样常见且对SCC与乳品质具有持续影响。仅以临床发病率评价干预效果,可能低估益生菌对“炎症负担”与“风险结构”的改善。生产现场常用的CMT与乳电导率属于快速、可操作的乳腺炎症指示指标,CMT通过乳样黏稠度变化间接反映细胞数量与炎症渗出,而乳电导率则反映炎症相关的离子通透性改变与乳中电解质比例变化。既往研究已证实,乳电导率与SCC、CMT在隐性乳房炎诊断中具有较强关联性,联合使用可提高识别效率^[7]。本研究在临床乳房炎发生率下降与SCC降低的基础上,

进一步引入CMT与乳电导率EC等现场可及指标。试验开始时（D0）两组CMT阳性头数及评分、EC水平总体接近；试验结束时（D90），益生菌组CMT阳性头数为7头（阳性率11.7%），低于对照组的15头（25.0%），平均评分同步降低。同时，益生菌组EC在D90低于对照组，变化方向与SCC下降趋势一致。这种“CMT下降-EC下降-SCC下降”的同向变化，在生物学上更符合乳腺炎症缓解后乳腺上皮屏障功能恢复、离子渗漏减少、乳中Na⁺/Cl⁻升高趋势回落的过程，因而可视为对乳腺健康改善的多维度证据链。综上所述，益生菌制剂的作用更可能体现在降低乳腺炎症阈值与改善乳腺稳态，而非仅对产奶量产生短期刺激效应。

4 结语

在本试验条件下，泌乳期奶牛日粮中添加益生菌制剂能够显著降低乳房炎发生率和乳汁体细胞数，对改善奶牛乳腺健康具有积极作用。益生菌制

剂作为一种安全、绿色的防控手段，可作为奶牛乳房炎综合防控措施的重要补充，在生产实践中具有推广价值。

参考文献

[1] 余小红, 刘晗璐, 赵德辉, 等.反刍动物益生菌制剂的研究进展[J]. 饲料工业, 2024, 45 (17): 18-23.

[2] 蔡云阁.益生菌治疗奶牛乳腺炎的研究进展[J]. 中国乳业, 2023 (4): 67-71.

[3] 徐鸿润, 刘沛尧, 邢小光, 等.益生菌及其替代抗生素治疗奶牛乳腺炎研究进展[J].中国奶牛, 2021 (10): 1-4.

[4] 潘东斌, 孙笑非, 王文娟, 等.益生菌在动物营养健康中的研究进展[J].饲料研究, 2022, 45 (12): 121-125.

[5] 廖智慧, 赵晓静, 陈志军, 等.不同水平复合益生菌制剂添加对奶牛生产性能、乳品质及体细胞数量的影响 [J]. 中国饲料, 2020 (1): 49-52.

[6] 赵飞燕.益生菌对奶牛产奶量、乳成分及肠道菌群的影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2019.

[7] Pan L, Chen X, Han D, et al.Machine learning-based clinical mastitis detection in dairy cows using milk electrical conductivity and somatic cell count [J].Frontiers in Veterinary Science, 2025, 12 (12): 1671