

张小飞, 魏单平, 孙丹, 等. 北京地区牛乳房炎主要病原菌的分离鉴定及耐药性检测 [J]. 畜牧与兽医, 2026, 58 (10): 61-66.

Zhang X F, Wei D P, Sun D, et al. Isolation and drug resistance analysis of main pathogens of bovine mastitis in the Beijing area [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2026, 58 (10): 61-66.

北京地区牛乳房炎主要病原菌的分离鉴定及 耐药性检测

张小飞^{1#}, 魏单平^{2#}, 孙丹¹, 王亚芳¹, 巩玉洁², 李应超¹,
高婷¹, 冯研², 巩浩¹, 刘思钰¹, 杜继红^{1*}

(1. 北京市兽药饲料监测中心, 北京 102299;

2. 北京纳百生物科技有限公司, 北京 100176)

摘要: 旨在调查北京地区规模化牛场乳房炎相关病原菌的分布和耐药性。采集养殖场奶样 100 份, 使用细菌测试片进行菌株初筛, 经过质谱鉴定和 16S rDNA 测序确定病原菌种属, 并对病原菌进行药敏检测。结果: 奶样中共分离到 74 株细菌, 主要流行病原菌为大肠杆菌、产色葡萄球菌、松鼠葡萄球菌、乳房链球菌、副乳房链球菌和停乳链球菌, 分离率分别为 13.00%、11.00%、6.00%、6.00%、5.00% 和 3.00%; 大肠杆菌对阿莫西林-克拉维酸、头孢噻唑和卡那霉素-头孢氨苄耐药率分别为 30.77%、30.77% 和 7.69%; 乳房链球菌对卡那霉素-头孢氨苄和强力霉素的耐药率分别为 16.67% 和 33.33%; 副乳房链球菌对卡那霉素-头孢氨苄和马波沙星的耐药率均为 20.00%, 其余菌株对检测药物均敏感。本研究结果可为北京地区奶牛乳房炎的防控提供基础数据支持。

关键词: 奶牛乳房炎; 病原菌; 分离鉴定; 药敏试验

中图分类号: S858.23

文献标志码: A

文章编号: 0529-5130(2026)10-0061-06

Isolation and drug resistance analysis of main pathogens of bovine mastitis in the Beijing area

ZHANG Xiaofei^{1#}, WEI Danping^{2#}, SUN Dan¹, WANG Yafang¹, GONG Yujie², LI Yingchao¹,
GAO Ting¹, FENG Yan², GONG Hao¹, LIU Siyu¹, DU Jihong^{1*}

(1. Beijing Veterinary Drug and Feed Monitoring Center, Beijing 102299, China;

2. Ring Biotechnology Co. Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: This study was to investigate the distribution and antibacterial resistance of mastitis-related pathogens in large-scale dairy farms in the Beijing area. Bacterial count plates were used to screen the strains in milk samples, and the strains were identified by mass spectrometry and 16S rDNA sequencing, and antimicrobial susceptibility test was performed on the pathogenic. The results were as follows: A total of 74 bacterial strains were isolated from the milk samples. The main pathogenic bacteria were *Escherichia coli*, *Staphylococcus chromogenes*, *Staphylococcus sciuri*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus parauberis* and *Streptococcus dysgalactiae*, with the isolation rates of 13.00%, 11.00%, 6.00%, 6.00%, 5.00% and 3.00%, respectively. The results of the antimicrobial susceptibility test showed that the resistance rates of *Escherichia coli* to amoxicillin-clavulanic acid, ceftiofur and kanamycin-cefalexin were 30.77%, 30.77% and 7.69%, respectively. For *Streptococcus uberis*, the resistance rates to kanamycin-cefalexin and doxycycline were 16.67% and 33.33%, respectively. As for *Streptococcus parauberis*, the resistance rates to both kanamycin-cefalexin and marbofloxacin reached 20.00%. All the other strains were susceptible to the tested antimicrobials. The results of the distribution and antimicrobial susceptibility test of pathogenic bacteria provided basic data support for prevention and treatment of bovine mastitis.

Keywords: bovine mastitis; pathogens; isolation and identification; antimicrobial susceptibility test

收稿日期: 2025-10-11; 修回日期: 2026-08-06

基金项目: 北京市农业农村局综合保障项目 (能力提升) (11000025Y000003335913)

第一作者: 张小飞, 女, 高级兽医师; 魏单平, 女, 研发经理。#共同第一作者

*通信作者: 杜继红, 正高级畜牧师, 主要从事兽药、畜禽产品、耐药性相关技术方面的研究, E-mail: dujihong@126.com。

乳房炎是奶牛养殖中常见的多发性疾病，因外伤、挤奶操作不规范、环境卫生不佳、营养不均衡等导致病原菌入侵乳房，引起乳腺组织炎症，从而使生鲜乳汁品质下降，例如乳汁乳脂率、乳糖率、总固体与尿素氮含量下降^[1]，以及产奶量下降，危害病牛健康。目前，牛乳房炎主要依靠抗菌药治疗，但由于抗菌药的不规范应用，导致耐药菌株高发^[2]，对牛乳房炎的治疗形成阻碍。

引起牛乳房炎的病原菌主要有葡萄球菌、链球菌、大肠杆菌、克雷伯菌、铜绿假单胞菌、化脓性棒状杆菌和支原体等，其中无乳链球菌、金黄色葡萄球菌、化脓性棒状杆菌和支原体为接触性病原，可通过挤奶工或挤奶机械传播，而凝固酶阴性葡萄球菌、大肠杆菌、克雷伯菌和铜绿假单胞菌为环境性病原，通常存在于空气、粪便、污水等环境中^[3]。程思颖等^[4]2025 年研究发现，凝固酶阴性葡萄球菌是西北地区奶牛隐性乳房炎的主要致病菌，其次为大肠杆菌、肺炎克雷伯菌和停乳链球菌；张贝贝等^[5]2024 年研究发现，宁夏地区牛乳房炎的主要致病菌是凝固酶阴性葡萄球菌，其次是埃希菌属，且金黄色葡萄球菌对青霉素耐药高达 94.74%。郭朝刚等^[6]2023 年在甘肃天水奶牛乳房炎样本中分离出大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和无乳链球菌，且大肠杆菌对青霉素耐药率高达 100%。

目前，牛乳房炎病原菌的分离鉴定主要采用微生物显色培养基培养法^[7]和分子生物学法^[8]，病原菌药物敏感性检测采用纸片扩散法和稀释法。本研究使用病原菌快速筛查和实验室确证相结合的方法对样品进行菌株初筛、质谱鉴定和 16S rDNA 测序，明确牛乳房炎相关病原菌种类，并对病原菌进行快速药敏检测，可为奶牛乳房炎的预防和治疗提供基础数据支持。

1 材料与方法

1.1 样本采集

选取北京地区 4 个规模化牛场（符合农业农村部公告第 927 号要求，存栏量均≥300 头，机械化挤奶），按 NY/T 4141—2022《动物源细菌耐药性监测样品采集技术规程》^[9]要求，采集乳样 100 份，每场 25 份，装入无菌管中并编号记录。

1.2 主要试剂、仪器和质控菌

胰酪大豆胨琼脂培养基（TSA）购自北京陆桥技术股份有限公司；MH 肉汤购自赛默飞世尔科技（中国）；细菌测试片和药敏试剂盒购自北京纳百生物科技有限公司。

基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪（Autofms1000，郑州安图生物股份有限公司）；电热恒温培养箱（GHP-9160，上海一恒科学仪器有限公司）。

质控菌：铜绿假单胞菌（ATCC 27853）、大肠杆菌（ATCC 25922）、金黄色葡萄球菌（ATCC 29213），购自中国食品药品检定研究院。

1.3 细菌分离与鉴定

使用细菌测试片对 100 份乳样进行细菌初筛。细菌测试片包含无乳链球菌、链球菌、葡萄球菌和革兰阴性杆菌 4 种测试片。革兰阴性杆菌测试片可筛选大肠杆菌、克雷伯菌和铜绿假单胞菌，葡萄球菌测试片可筛选金黄色葡萄球菌和其他葡萄球菌（除金黄色葡萄球菌以外的葡萄球菌），无乳链球菌测试片可筛选无乳链球菌和乳房链球菌，链球菌测试片可筛选链球菌。

细菌测试片初筛得到目标菌株，挑单菌落于 TSA 平板上进行纯化，得到的纯化细菌使用质谱仪鉴定，再经 16S rDNA 测序^[10]确定。质谱仪检测得分 9 分以上认为鉴定结果可靠。16S rDNA 测序选择北京擎科生物科技有限公司，将测序得到的基因在 NCBI 上进行 BLAST 分析，进行细菌的种属确定。

1.4 药敏试验

使用药敏试剂盒进行检测。药敏盘共 4 列，每列 6 孔，其中 1 个为阳性对照孔（不含抗菌药物）。结果判读时阳性对照孔需有菌生长，表明测试细菌状态良好，否则本次试验无效；5 个为药物孔，分别检测铜绿假单胞菌、葡萄球菌、肠杆菌和链球菌的药物敏感性，测试药物见表 1，药物浓度设定参照 CLSI VET01S 7E 2024 和 CLSI M100 33rd-2023。

药敏试验质控菌株为铜绿假单胞菌 ATCC 27853、大肠杆菌 ATCC 25922 和金黄色葡萄球菌 ATCC 29213。对表 1 中所示药物进行梯度稀释，只有当质控菌株的最小抑菌浓度（MIC）在允许范围时，测试菌株的结果才可以报告。

表 1 药敏盘测试抗菌药物分布

药敏盘孔位	A 列（铜绿假单胞菌）	B 列（葡萄球菌）	C 列（肠杆菌）	D 列（链球菌）
1	阳性对照	阳性对照	阳性对照	阳性对照
2	头孢吡肟（32）	头孢噻吩（8）	阿莫西林-克拉维酸（32/16）	头孢噻吩（8）

续表1

药敏盘孔位	A 列（铜绿假单胞菌）	B 列（葡萄球菌）	C 列（肠杆菌）	D 列（链球菌）
3	庆大霉素（4）	庆大霉素（16）	头孢噻呋（8）	卡那霉素-头孢氨苄（4/0.4）
4	恩诺沙星（4）	强力霉素（16）	卡那霉素-头孢氨苄（16/1.6）	强力霉素（1）
5	马波沙星（4）	卡那霉素-头孢氨苄（16/1.6）	恩诺沙星（4）	恩诺沙星（4）
6	左氧氟沙星（4）	恩诺沙星（4）	甲氧苄啶-磺胺甲噁唑（4/76）	马波沙星（4）

注：括号中数字代表药物浓度，单位 μg /mL。

2 结果与分析

2.1 菌株分离鉴定

2.1.1 细菌测试片初筛

使用细菌测试片对 100 份样本病原菌进行初筛，44 份样本有菌生长，56 份样本无菌生长。从 44 份样本中共筛选到 74 株菌，其中葡萄球菌测试片筛选到 1 株疑似金黄色葡萄球菌和 27 株疑似其他葡萄球菌；革兰阴性杆菌测试片筛选到 13 株疑似大肠杆菌和 2

株疑似克雷伯菌；链球菌测试片筛选到 30 株疑似链球菌、8 株疑似乳球菌和 5 株疑似肠球菌；无乳链球菌测试片筛选到 6 株疑似乳房链球菌。

部分病原在细菌测试片上的菌落形态见图 1。金黄色葡萄球菌在葡萄球菌测试片上为紫色菌落，其他葡萄球菌为黑色针尖状菌落；乳房链球菌在无乳链球菌测试片上为蓝色菌落；链球菌在链球菌测试片上为绿色菌落；大肠杆菌在革兰阴性菌测试片上为紫色菌落，克雷伯菌为绿色菌落。

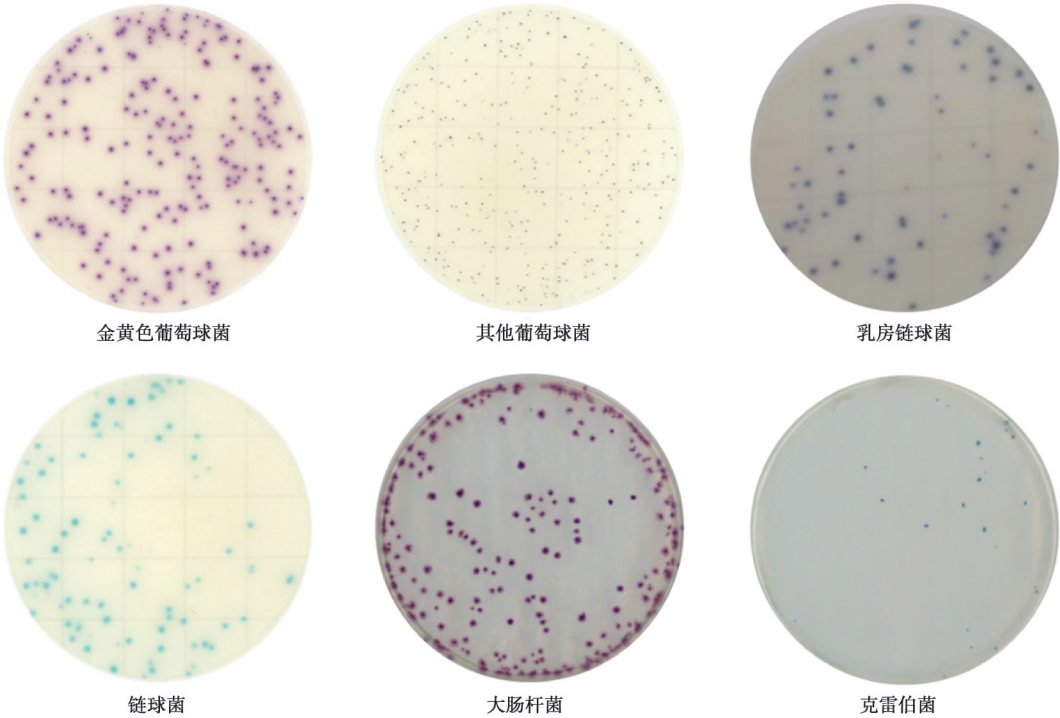


图 1 测试片分离细菌生长形态

2.1.2 菌株鉴定

将细菌测试片初筛得到的 74 株细菌使用细菌质谱仪进行菌株鉴定，2 种方法鉴定一致的菌株有 72 株，总符合率为 97.30%，编号为 2-12-K 和 2-18-D 两株菌与质谱鉴定不符合。菌株 2-12-K 经细菌测试片结果为大肠杆菌，而质谱鉴定结果为黏质沙雷菌；菌株 2-18-D 细菌测试片结果为克雷伯菌，而质谱鉴定结果为霍马肠杆菌。

对 74 株菌进一步经 16S rDNA 测序鉴定，将测序结果在 NCBI 上进行 BLAST 相似性检索，在相似度处于 98% 以上时确定菌株种属。结果表明，74 株菌 16S rDNA 测序鉴定结果和质谱鉴定结果完全一致。

2.1.3 细菌分离情况统计

74 株菌鉴定结果表明（图 2），葡萄球菌属占比最大（37.84%），其次为链球菌属（21.62%）。在种的水平上，大肠杆菌占比最高（17.57%，13/74），

其次为产色葡萄球菌（14.87%，11/74），然后依次为乳房链球菌（8.10%，6/74），松鼠葡萄球菌（8.10%，6/74），副乳房链球菌（6.76%，5/74），中间葡萄球菌（4.05%，3/74），停乳链球菌似马亚种（2.70%，2/74），停乳链球菌（1.35%，1/74），金黄色葡萄球菌（1.35%，1/74）和肺炎克雷伯菌（1.35%，1/74）。

4家奶牛养殖场细菌分离的数量依次为：1号牛场共分离出12株菌，2号牛场共分离出32株菌，3

号牛场共分离出22株菌，4号牛场共分离出8株菌。葡萄球菌在4家奶牛养殖场中均有较高的分离率，分别为41.67%、25.00%、50.00%和37.5%。

从细菌分布来看，大肠杆菌（10/13）、松鼠葡萄球菌（5/6）和乳房链球菌（5/6）在2号牛场分离率最高，产色葡萄球菌在3号牛场分离率最高（6/11）。常见的奶牛乳房炎致病菌金黄色葡萄球菌和肺炎克雷伯菌分别只在1号牛场和4号牛场检出，且各分离到1株。

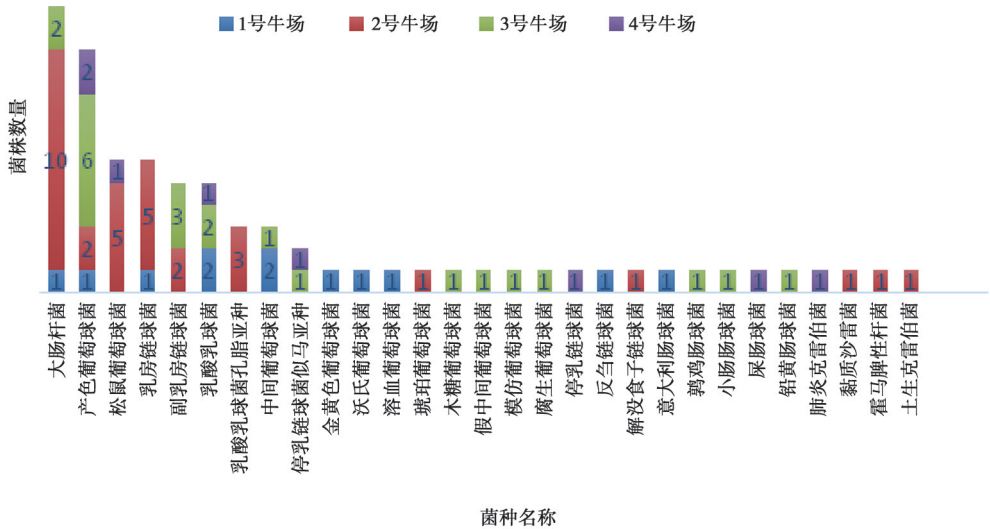


图2 4家奶牛养殖场分离菌株分布

2.2 药物敏感性分析

在测试分离菌株药物敏感性之前，检测了质控菌株铜绿假单胞菌（ATCC 27853）、大肠杆菌（ATCC

25922）、金黄色葡萄球菌（ATCC 29213）的MIC值，结果显示均在质控范围内，不同病原菌检测结果见表2。

表2 主要分离菌的耐药率 %

抗菌药物	大肠杆菌 (n=13)	肺炎克雷伯菌 (n=1)	乳房链球菌 (n=6)	副乳房链球菌 (n=5)	停乳链球菌 (n=3)	产色葡萄球菌 (n=11)	松鼠葡萄球菌 (n=6)	金黄色葡萄 球菌 (n=1)
恩诺沙星	0	0	0	0	0	0	0	0
头孢噻呋	30.77	0	0	0	0	0	0	0
卡那霉素-头孢氨苄	7.69	0	16.67	20.00	0	0	0	0
强力霉素	/	/	33.33	0	0	0	0	0
庆大霉素	/	/	/	/	/	0	0	0
阿莫西林-克拉维酸	30.77	0	/	/	/	/	/	/
甲氧苄啶-磺胺甲噁唑	0	0	/	/	/	/	/	/
马波沙星	/	/	0	20.00	0	/	/	/

注：/代表未进行药敏测试。

13株大肠杆菌对恩诺沙星和甲氧苄啶-磺胺甲噁唑均敏感；4株对阿莫西林-克拉维酸和头孢噻呋耐药，耐药率均为30.77%；1株对卡那霉素-头孢氨苄耐药，耐药率为7.69%；肺炎克雷伯菌对恩诺沙星、

头孢噻呋、卡那霉素-头孢氨苄、阿莫西林-克拉维酸、甲氧苄啶-磺胺甲噁唑均敏感。

6株乳房链球菌对恩诺沙星、头孢噻呋和马波沙星均敏感，对卡那霉素-头孢氨苄和强力霉素的耐药

率分别为 16.67% (1/6) 和 33.33% (2/6); 5 株副乳房链球菌对恩诺沙星、头孢噻呋和强力霉素均敏感, 对卡那霉素-头孢氨苄和马波沙星的耐药率均为 20.00% (1/5); 3 株停乳链球菌对恩诺沙星、头孢噻呋、卡那霉素-头孢氨苄、强力霉素和马波沙星均敏感。

产色葡萄球菌、松鼠葡萄球菌和金黄色葡萄球菌对恩诺沙星、头孢噻呋、卡那霉素-头孢氨苄、强力霉素和庆大霉素均敏感。

3 讨论

3.1 乳房炎病原菌分布情况分析

目前, 牛乳房炎病原菌鉴别培养的快速筛查产品已经在临床兽医中使用^[11], 提高了病原菌的检测速度。本研究使用细菌测试片可对奶样进行乳房炎相关多种病原菌的同步筛查, 经过质谱鉴定和 16S rDNA 测序确证, 发现快速筛查法与仪器法鉴定一致性较高, 达 97.30%, 其中黏质沙雷菌和霍马肠杆菌无法通过快筛鉴定, 分析可能由于两菌株培养后产生与大肠杆菌、克雷伯菌相同种类的酶^[12], 导致测试片假阳性结果。据报道, 黏质沙雷菌和霍马肠杆菌也具有一定的致病性^[13-14]。

在分析的样品中, 葡萄球菌的平均分离率最高 (37.84%, 28/74), 主要为其他葡萄球菌, 4 家牛场均占比较高, 同时分离到 1 株金黄色葡萄球菌。近年来, 葡萄球菌为牛乳房炎的主要流行病原菌, 引起奶牛隐性乳房炎的比例不断增加。吴钰楠等^[15] 2022 年调查苏北地区 3 家奶牛养殖场发现, 主要优势致病菌为松鼠葡萄球菌和木糖葡萄球菌。唐俊妮等^[10] 调查成都市某奶牛场病原菌发现, 葡萄球菌分离率为 64.37%。李托等^[16] 2020 年从陕北地区奶牛乳房炎 89 份乳样中分离得到 56 株葡萄球菌, 其中, 金黄色葡萄球菌分离率最高。张行^[17] 2020 年从甘肃、陕西、山西、宁夏和青海等地 15 个奶牛场分离出 101 株葡萄球菌, 且以产色葡萄球菌为主要优势菌。本研究及不同地区的葡萄球菌虽然都具有较高的分离率, 但在种的水平上分离结果不一致, 这是因为我国不同地区奶牛乳房炎病原菌群具有多样性特征^[18]。

大肠杆菌广泛存在于自然界中, 是一种存在于环境中的条件致病菌, 是牛乳房炎的主要致病菌^[19-20], 还会引起犊牛腹泻^[21]和呼吸道^[22]等疾病。本次研究共分离到 13 株大肠杆菌, 分离率为 17.57%。由于大肠杆菌广泛存在于人和动物的肠道、水、土壤和空气中, 大肠杆菌因此成为最常见的病原菌之一^[23]。4 个牛场中, 大肠杆菌的分离率差异明显, 最高为 76.92%, 最低为 0, 分析可能和牛场的卫生条件有

关系^[24]。

无乳链球菌、停乳链球菌和乳房链球菌也是牛乳房炎的主要病原菌^[25], 主要存在于垫料、粪便和乳房皮肤上等^[26]。本次研究中, 链球菌的总体分离率为 21.62%, 2 号牛场的链球菌 (56.25%, 9/16) 和大肠杆菌 (76.92%, 10/13) 分离率相较于其他 3 个场均高, 这提示 2 号牛场需要加强饲养管理, 进行垫料更换和粪便清理等^[27]。

3.2 乳房炎病原菌药物敏感性分析

许多国家与地区 (中国、美国、欧盟和日本) 已经对兽药进行了严格监管^[28], 研究牛乳房炎病原菌的耐药性情况, 合理选择抗菌药物, 可有效遏制牛乳房炎病原菌耐药。近年来, 有很多学者研究牛乳房炎病原菌的快速药敏方法, 例如王娟等^[29]使用刃天青为显色剂建立牛乳房炎大肠杆菌的快速诊断和药敏试验方法; 钱科^[30]研制出牛乳房炎链球菌快速鉴别培养和药敏选择培养液。

本研究药敏试验结果表明, 葡萄球菌对头孢噻呋、卡那霉素-头孢氨苄、庆大霉素、强力霉素和恩诺沙星为 100% 敏感, 耐药率远远低于李文杰^[31]的研究。大肠杆菌对阿莫西林-克拉维酸、头孢噻呋和卡那霉素-头孢氨苄有不同程度的耐药 (耐药率分别为 30.77%、30.77% 和 7.69%), 对恩诺沙星和甲氧苄啶-磺胺甲恶唑均 100% 敏感, 这与高明艳等^[32]研究相似, 对阿莫西林-克拉维酸和头孢噻呋有较高的耐药率, 分析可能与牛场经常使用 β -内酰胺类和头孢类药物有关。链球菌对头孢噻呋和恩诺沙星 100% 敏感, 对卡那霉素-头孢氨苄、强力霉素和马波沙星有不同程度的耐药 (耐药率分别为 12.50%、12.50% 和 6.67%)。葡萄球菌对药物的高度敏感性主要与牛场分阶段饲养、规范用药和科学管理有关。

综上, 北京地区奶牛养殖场的主要病原菌为葡萄球菌, 其次为链球菌和大肠杆菌。不同菌株对卡那霉素-头孢氨苄、阿莫西林-克拉维酸、头孢噻呋、强力霉素和马波沙星存在不同程度耐药, 临床上应注意对病原菌的鉴别和按疗程用药。

参考文献:

- [1] 金梦冬, 张靖, 王博, 等. 乳房炎对奶牛乳成分、氧化应激水平、炎症因子含量昼夜节律性变化的影响 [J]. 中国兽医学报, 2023, 43 (9): 1924-1934, 1940.
- [2] 赵新芳. 奶牛乳腺炎主要病原菌的耐药特征 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2016.
- [3] Belay N, Mohammed N, Seyoum W. Bovine mastitis: prevalence, risk factors, and bacterial pathogens isolated in lactating cows in gamo zone, southern Ethiopia [J]. Vet Med Res Rep, 2022, 13 :

- 9–19.
- [4] 程思颖, 刘耀权, 童晓芳, 等. 我国西北地区 4 个规模化奶牛场隐性乳房炎流行病学调查 [J]. 中国兽医杂志, 2025, 61 (6): 19–26.
- [5] 张贝贝. 宁夏地区奶牛乳房炎主要病原菌耐药性分析及单宁酸联合阿米卡星对 CRE 的抑菌作用研究 [D]. 银川: 宁夏大学, 2024.
- [6] 郭朝刚. 奶牛乳房炎病原菌分离鉴定及药敏试验: 以甘肃天水为例 [J]. 中国乳业, 2023 (7): 89–93.
- [7] 吕天星, 李松建, 郝永清. 鉴别显色培养基在奶牛乳房炎病原菌快速鉴定中的应用 [J]. 畜牧兽医学报, 2019, 50 (4): 851–860.
- [8] 谢玉杰, 高瑞, 缪西鹏, 等. 奶牛乳房炎 6 种主要致病菌多重 PCR 检测方法的建立及初步应用 [J]. 农业科学研究, 2022, 43 (1): 43–48.
- [9] NY/T 4141—2022 动物源细菌耐药性监测样品采集技术规程 [S].
- [10] 唐俊妮, 屈云, 赵燕英, 等. 奶牛场中乳房炎相关致病菌的分离与鉴定 [J]. 西南民族大学学报 (自然科学版), 2021, 47 (3): 229–237.
- [11] 孙虎芝, 卢国民, 任慧英. 一种用于快速检测奶牛乳房炎病原菌的鉴别培养基组合平板 [J]. 中国兽医杂志, 2014, 50 (6): 89–91.
- [12] 北京纳百生物科技有限公司. 用于检测牛乳房炎革兰氏阴性菌的显色培养基及其测试板: CN202510127228.5 [P]. 2025–03–28.
- [13] Pimer L H, Petzl W, Gangl A, et al. *In vitro* antimicrobial resistance of *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella oxytoca*, and *Klebsiella pneumoniae* on Bavarian dairy farms between 2014 and 2022 [J]. J Dairy Sci, 2024, 107 (10): 8402–8412.
- [14] 张青艳, 李群, 申艳娟, 等. 1 株牛源霍氏肠杆菌的分离鉴定及药物敏感性试验 [J]. 贵州畜牧兽医, 2025, 49 (4): 72–74.
- [15] 吴钰楠. 苏北地区奶牛隐性乳房炎凝固酶阴性葡萄球菌的分离鉴定与耐药性分析 [D]. 南京: 南京农业大学, 2022.
- [16] 李托, 李陇平, 贺绥乐, 等. 奶牛乳房炎源葡萄球菌的分离鉴定及药敏试验 [J]. 中国兽医杂志, 2020, 56 (4): 87–90, 96.
- [17] 张行. 奶牛乳房炎凝固酶阴性葡萄球菌耐药性及其相关基因研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2020.
- [18] 唐·希尼尼根, 于景丽, 赵吉. 我国不同地区奶牛乳房炎病原菌群多样性特征 [J]. 微生物前沿, 2015, 4 (1): 11–19.
- [19] Cheng J, Zhou M, Nobrega D B, et al. Genetic diversity and molecular epidemiology of outbreaks of *Klebsiella pneumoniae* mastitis on two large Chinese dairy farms [J]. J Dairy Sci, 2021, 104 (1): 762–775.
- [20] Ismail Z B. Mastitis vaccines in dairy cows: recent developments and recommendations of application [J]. Vet World, 2017, 10 (9): 1057–1062.
- [21] 杨静, 吴玉, 斯那白木, 等. 昆明地区某奶牛场致犊牛腹泻大肠杆菌的分离鉴定及生物学特性分析 [J]. 中国兽医学报, 2024, 44 (3): 465–471.
- [22] 朱利霞, 王洪彬, 赵希艳, 等. 牛细菌性呼吸道疾病研究进展 [J]. 黑龙江畜牧兽医 (下半月), 2019 (7): 63–66.
- [23] 廖智慧, 陈志军, 李晓, 等. 衡水地区奶牛乳房炎源大肠杆菌分离鉴定、血清型及耐药性分析 [J]. 黑龙江畜牧兽医 (下半月), 2018 (1): 107–108.
- [24] 崔雪, 多乐, 董长河, 等. 奶牛乳房炎发病原因及诊断与治疗方法研究 [J]. 畜牧兽医科技信息, 2024 (5): 99–101.
- [25] 丁月霞. 内蒙古地区牛源致病链球菌的耐药性、毒力特征分析及其两者的相关性研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015.
- [26] 陆承平. 兽医微生物学 [M]. 4 版. 北京: 中国农业出版社, 2007: 83–87.
- [27] 胡海燕, 刘慧敏, 孟璐, 等. 天津某牧场奶牛乳房炎奶样与环境细菌的分离与鉴定 [J]. 中国农业大学学报, 2021, 26 (3): 69–79.
- [28] 劳柏豪, 张静娴, 于泓, 等. 动物源性食品中禁用兽药监管及检测策略研究进展 [J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15 (22): 236–247.
- [29] 王娟, 李洋洋, 徐光宇, 等. 奶牛乳房炎大肠杆菌刃天青微量板快速诊断及药敏试验 [J]. 中国畜牧兽医, 2016, 43 (2): 535–541.
- [30] 钱科. 奶牛乳房炎主要致病菌快速鉴别和药敏试验用选择培养基的研制 [D]. 扬州: 扬州大学, 2006.
- [31] 李文杰. 奶牛乳房炎凝固酶阴性葡萄球菌的分离鉴定与耐药性分析 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [32] 高明艳, 曹振民, 屈海珠, 等. 青海省牦牛乳房炎致病菌分离鉴定及耐药性分析 [J]. 青海畜牧兽医杂志, 2024, 54 (1): 20–23.