



# 1例羊口蹄脓包病例病原菌分离 鉴定及药敏试验分析

海丽<sup>1,2</sup>, 宋越<sup>1</sup>, 安雅雯<sup>1</sup>, 陈琳方<sup>1</sup>, 海尼斯格<sup>1</sup>, 王娜<sup>1</sup>,  
戴伶俐<sup>1</sup>, 陈梁婷<sup>3</sup>, 钱琳娜<sup>1</sup>, 杨斌<sup>1\*</sup>, 萨茹丽<sup>2\*\*</sup>

(1. 内蒙古自治区农牧业科学院, 内蒙古呼和浩特 010031; 2. 内蒙古农业大学, 内蒙古呼和浩特 010018;  
3. 磴口县动物疫病预防控制中心, 内蒙古巴彦淖尔市 015200)

**摘要:**本研究采用PCR分子生物学技术和细菌分离鉴定的方法, 对某养殖场病羊的皮肤组织和脓液的样本进行研究。结果表明: (1) 四份痂皮样品均未检出羊痘、羊口疮及羊口蹄疫病毒; (2) 两份口蹄脓液的细菌分离鉴定结果为金黄色葡萄球菌, 该菌株对多种药物敏感, 但对青霉素和氨苄西林不敏感。研究认为, 本例羊口蹄脓包病例的主要致病菌为金黄色葡萄球菌, 建议该养殖场加强对该病原菌的监测和防控, 并根据药敏试验结果制定合理的治疗方案。

**关键词:** 羊; 金黄色葡萄球菌; 分离鉴定; 药敏试验

[中图分类号] S852.33 [文献标志码] A [文章编号] 1004-6704(2025)-02-0013-06

## Isolation, Identification of Pathogens, and Drug Sensitivity Testing in A Case of Foot-and-Mouth Abscess in Sheep

HAI Li<sup>1,2</sup>, SONG Yue<sup>1</sup>, AN Yawen<sup>1</sup>, CHEN Linfang<sup>1</sup>, HAI Nisige<sup>1</sup>, WANG Na<sup>1</sup>,  
DAI Lingli<sup>1</sup>, CHEN Liangting<sup>3</sup>, QIAN Linna<sup>1</sup>, YANG Bin<sup>1\*</sup>, SA Ruli<sup>2\*\*</sup>

(1. Inner Mongolia Academy of Agricultural & Animal Husbandry Sciences, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China;  
2. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China; 3. Dengkou County  
Animal Disease Prevention and Control Center, Bayannur, Inner Mongolia 015200, China)

**Abstract:** This study employed PCR molecular biology techniques and bacterial isolation identification methods to investigate skin tissue and purulent fluid samples from diseased sheep in a farm. The results indicated that: (1) None of the four scab samples tested positive for sheep pox, contagious ecthyma, or foot-and-mouth disease virus; (2) Bacterial isolation and identification from the two samples of purulent fluid revealed the presence of *Staphylococcus aureus*, which was found to be sensitive to several antibiotics, but resistant to penicillin and ampicillin. The study concludes that the primary pathogenic bacteria in this case of sheep foot-and-mouth purulent abscess are *Staphylococcus aureus*, and it is recommended that the farm strengthen monitoring and prevention measures against this pathogen, while formulating a reasonable treatment plan based on the antibiotic sensitivity test results.

**Key words:** sheep; *Staphylococcus aureus*; isolation and identification; antimicrobial susceptibility test

[收稿日期] 2024-10-12

[基金项目] 内蒙古自治区农牧业创新基金项目(2022CXJMM11, 2024CXJMM03); 内蒙古自治区科技计划项目(2022YFHH0141); 国家现代肉羊产业技术体系(CARS-38)

[第一作者] 海丽(1999-), 女, 硕士研究生, 主要从事畜牧方面的工作。E-mail: 827316865@qq.com

\* [通信作者] 杨斌, E-mail: yangbin@imaaahs.ac.cn

\*\* [共同通信作者] 萨茹丽, E-mail: qisaruli126.com

随着中国养羊业的快速发展, 羊的养殖数量和规模持续增长, 尤其在我区, 养羊数量已连续多年位居全国首位。养羊业已成为支撑地方经济发展和乡村振兴的重要产业。然而, 在羊的养殖过程中, 疾病仍然是制约产业发展的重要因素之一, 这使得深入了解和预防相关疾病变得尤为重要。

羊痘 (capripox, CaPV) 是一种由羊痘病毒引起的急性高传染性疾病, 虽然该病无明显的季节性, 但在冬、春季节的寒冷天气中更为高发<sup>[1]</sup>。羊痘病毒存在于感染羊的黏液和排泄物中, 主要通过飞沫和呼吸道传播, 特别是羔羊的感染率较高。此外, 妊娠母羊感染后可能导致流产<sup>[2]</sup>, 给养殖场造成严重损失。因此, 了解羊痘的传播途径及其影响尤为重要。

羊口蹄疫是由口蹄疫病毒 (FMD) 引起的急性、热性和高度接触性传染病<sup>[3]</sup>。这种病毒对高温敏感, 因此通常多发于冬、春季节<sup>[4]</sup>。病毒通过感染羊的呼气、分泌物和排泄物传播, 其中尿液和粪便中病毒含量最高<sup>[5]</sup>, 能够通过呼吸道、消化道、生殖道及皮肤表面的伤口进入动物体内<sup>[6]</sup>。此病的广泛传播不仅影响了羊只的健康, 也可能对整个养殖业造成巨大经济损失。

羊口疮 (Orf), 又称羊传染性脓疱, 主要表现为羊口腔、鼻部等部位的溃烂、化脓和结痂<sup>[7]</sup>。该病多发于冬、春季节, 病毒通过动物的黏膜和皮肤表面的伤口传播<sup>[8]</sup>。由于其症状与羊痘和羊口蹄疫相似, 准确诊断对于采取有效的防治措施至关重要。因此, 研究羊口疮的病原特性及其与其他疾病的鉴别显得尤为重要。

本研究通过对某养殖场病羊的皮肤组织和脓液样本进行病毒分子生物学鉴定、细菌分离鉴定及药敏试验, 旨在确定造成羊只患病的致病性病毒, 并为养殖场的消毒和防控提供科学依据。在此过程中, 金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 作为一种常见的人畜共患病原体, 易于传播, 并可在严重情况下导致人畜死亡<sup>[9]</sup>。这种革兰氏阳性菌适宜在 37 °C 环境下生长, 并在普通培养基和血琼脂上表现良好, 主要寄生于人和动物的皮肤、鼻腔及肠道中, 能够引发伤口感染和化脓<sup>[10-11]</sup>。

综上所述, 羊痘、羊口疮和羊口蹄疫均为养羊业中重要的病毒性传染疾病, 临床表现相似<sup>[12-14]</sup>。通过准确区分和诊断这三种疾病, 可以采取针对性的预防和治疗措施, 以提高养羊业的健康水平和经济效益。因此, 加强对这些疾病的研究和监测将对养羊业的可持续发展起到积极的推动作用。

## 1 材料和方法

### 1.1 病料来源

内蒙古伊金霍洛旗牧户羊场羊口、蹄、尾部痂皮共 4 份, 脓液 2 份。

### 1.2 主要试剂

2 000 bp marker、琼脂糖均购自北京全式金生物

技术 TransGen Biotech 股份有限公司; Multiplex PCR Assay Kit Ver. 2、Premix Tap™ 等均为宝生物工程 (大连) 有限公司生产; RNase-free water、病毒 RNA 提取试剂盒、cDNA 转录试剂盒、细菌全基因组 DNA 提取试剂盒、去离子水等均为天根生化科技 (北京) 有限公司生产; TE 缓冲液、50×TAE 缓冲液等均为北京索莱宝科技有限公司生产; 核酸染料为北京百泰克生物技术有限公司生产; TSA 固体培养基、TSB 液体培养基、革兰氏染色液试剂盒等均为广东环凯生物科技有限公司生产; 药敏纸片购自杭州滨和微生物试剂有限公司。

### 1.3 仪器设备

2720 热循环仪、HC-3018 高速离心机等均为安徽中科中佳科学仪器有限公司生产; DYY-6D 电泳仪为北京市六一仪器厂生产; 迷你离心机为生工生物工程有限股份公司生产; VM-10 震荡仪为大韩科学有限公司生产; 20~200 μL、0.1~2.5 μL、0.5~10 μL、100~1 000 μL 移液枪均为艾本德中国有限公司生产; 凝胶成像仪为伯乐生命医学产品有限公司生产; HZQ-F100 全温双层震荡培养箱为金坛市盛蓝仪器制造有限公司生产; 超净台为北京东联哈尔仪器制造有限公司生产。

### 1.4 病毒分子生物学鉴定

1.4.1 病毒 RNA 提取 (1) 样本处理: 采集的口、蹄、尾部四份痂皮样品中加 500 μL PBS 缓冲液, 充分震荡悬浮混匀, 12 000 r/min 离心 10 min, 取上清。(2) 按照 RNA 提取试剂盒说明书操作提取 RNA。

1.4.2 cDNA 逆转录操作步骤 (1) 加入 1 μL 上述 1.4.1 提取 RNA、1 μL Random Primer (N9) (0.1 μg/μL)、1 μL TransScript® II RT/RI Enzyme Mix、10 μL 2×ES Reaction Mix 和 8 μL RNase-free water, 总体积为 20 μL。(2) 轻轻混匀, 孵育 25 °C 10 min, 42 °C 30 min。(3) 85 °C 加热 5 s 失活 RT/RI Enzyme Mix。

### 1.5 PCR 扩增

对 4 份口、蹄、尾部痂皮检测样品采用分子生物学 PCR 检测方法进行口蹄疫病毒、羊痘病毒、羊口疮病毒的病原检测。并且设阴性和阳性对照, 在 25 μL 体系中进行。上下游引物 F/R 各 0.5 μL, Premix Tap™ 12.5 μL, 模板 DNA 1.0 μL, 加 H<sub>2</sub>O 补充到 25 μL。反应条件设定为: 94 °C 5 min; 94 °C 30 s, 55 °C 30 s, 72 °C 30 s, 共 30 个循环; 72 °C 延伸 7 min。PCR 产物使用 1.5% 浓度琼脂糖凝胶, 120 V 电压下进行 35 min 的凝胶电泳观察试验

结果。

## 1.6 病原菌分离鉴定

1.6.1 分离培养 在无菌环境下,将两份口、蹄脓液在 TSB 液体培养基中,于 37 °C 恒温摇床内分离培养 18~24 h,扩增菌后接种于 TSA 固体培养基,于培养箱 37 °C 培养 18~24 h。观察菌落生长情况,挑取单菌落再于固体培养基纯化 3 次。

1.6.2 革兰氏染色镜检 经 3 次纯化后,取无菌接种环从培养基上挑取单个菌落制备细菌抹片,进行革兰氏染色镜检,观察菌体形态特征。

1.6.3 分子生物学鉴定 (1)基因组 DNA 提取:取 1 mL 细菌培养液,离心,收集沉淀物,按照细菌全基因组 DNA 提取试剂盒说明书操作提取 DNA。(2)细菌 16s rDNA 扩增测序:使用细菌 16s rDNA 通用引物进行 PCR 扩增,在 50  $\mu$ L 体系中进行。引物 1.0  $\mu$ L, Premix Tap™ 25  $\mu$ L, 阳性 DNA 2.0  $\mu$ L, 去离子水补充体积至 50  $\mu$ L。反应条件设定为:94 °C 5 min;94 °C 30 s,55 °C 30 s,72 °C 30 s,共 30 个循环;72 °C 延伸 7 min。PCR 产物使用 1.5% 浓度琼脂糖凝胶进行电泳,电泳结束后使用凝胶成像仪观察结果。PCR 产物送生工生物工程(上海)股份有限公司测序。(3)系统进化树构建:使用 NCBI 网站中的 blast 板块对测序获得的序列进行序列对比,利用 Mege 11.0 软件构建进化树。

## 1.7 药敏试验

采用纸片扩散法对分离菌落进行药敏试验,检测其对抗生素药物的敏感程度。包括氯霉素、头孢西叮、头孢曲松、氧氟沙星、链霉素、青霉素、头孢他啶、阿米卡星、氨苄西林、四环素、头孢哌酮、庆大霉素 12 种常见抗生素。37 °C 培养 24 h 后测定抑菌圈直径,参照 CLSI 标准判定药物敏感性,见表 1。

表 1 耐药试验判定标准

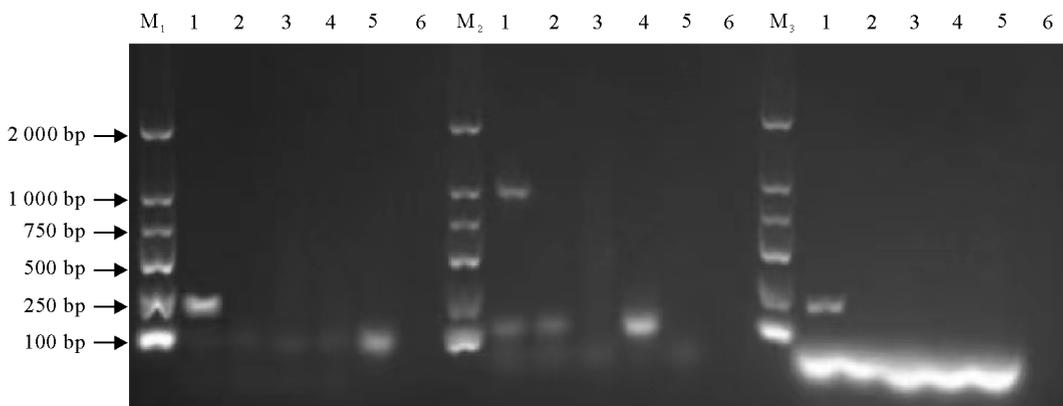
Table 1 Criteria for antibiotic resistance testing

	判定结果		
	S	I	R
氯霉素	$\leq 12$	13~17	$\geq 18$
头孢西叮	$\leq 14$	15~17	$\geq 18$
头孢曲松	$\leq 13$	14~20	$\geq 21$
氧氟沙星	$\leq 12$	13~15	$\geq 16$
链霉素	$\leq 11$	12~14	$\geq 15$
青霉素	$\leq 28$	—	$\geq 29$
头孢他啶	$\leq 14$	15~17	$\geq 18$
阿米卡星	$\leq 14$	15~16	$\geq 17$
氨苄西林	$\leq 13$	14~16	$\geq 17$
四环素	$\leq 14$	15~18	$\geq 19$
头孢哌酮	$\leq 15$	16~20	$\geq 21$
庆大霉素	$\leq 12$	13~14	$\geq 15$

## 2 结果与分析

### 2.1 PCR 检测结果

针对采集的口腔、蹄部和尾部的痂皮样品,我们采用分子生物学 PCR 技术对口蹄疫病毒、羊痘病毒和羊口疮病毒进行了系统的病原检测。实验中,我们使用了这 3 种病毒的阳性对照,以确保检测的准确性和可靠性。羊痘病毒的阳性对照条带长度为 1 000 bp,口蹄疫病毒的阳性对照条带长度为 328 bp,羊口疮病毒的阳性对照条带长度为 1 137 bp,而羊口疮病毒的阳性对照条带长度为 284 bp。经过详细分析,所有样品均未检出阳性条带,因此可判定这些样品未感染口蹄疫病毒、羊痘病毒和羊口疮病毒(图 1 和图 2)。



M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>、M<sub>3</sub>. Marker; 1. 阳性对照; 2. 阴性对照; 3~6. 样品

图 1 口蹄疫病毒、羊口疮病毒(B2L)、羊口疮病毒(VIR)、RT-PCR 检测结果

Fig. 1 Detection results of foot-and-mouth disease virus, contagious ecthyma virus (B2L), and ecthyma virus (VIR) via RT-PCR

## 2.2 细菌的分离与培养

对口部和蹄部脓液进行了细菌培养和分离。结果显示,在培养基中可见到肉眼可识别的白色且不透明、表面光滑的菌落(图 3)。我们进一步挑取这些单一菌落,制作涂片进行革兰氏染色鉴定,结果表明这两份样品均为单一的革兰氏阳性( $G^+$ )球菌感染(图 4)。

## 2.3 细菌分子生物学鉴定

以提取的革兰氏阳性( $G^+$ )球菌的基因组 DNA 为模板,使用 16S rDNA 通用引物进行了 PCR 扩增,并采用 1.5% 琼脂糖凝胶进行电泳检测。结果显示,PCR 扩增产物的条带大小约为 1 500 bp,符

合预期设计的标准(图 5)。随后,我们将扩增得到的基因序列在 NCBI 数据库中进行了比对,结果发现该菌株与金黄色葡萄球菌菌株 SA-4 的 16S 基因序列高度相似。构建的系统进化树进一步显示,该革兰氏阳性( $G^+$ )球菌菌株(001)与 GenBank 中已公布的金黄色葡萄球菌菌株 SA-4 在 16S rDNA 序列上相似度达到 100%(图 6)。

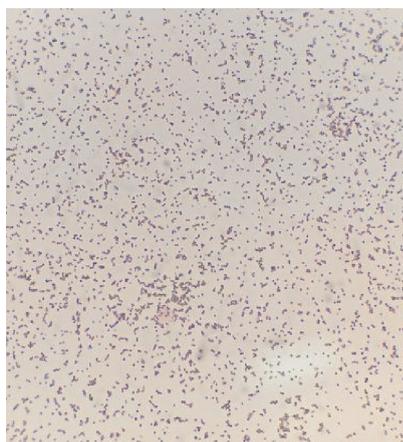
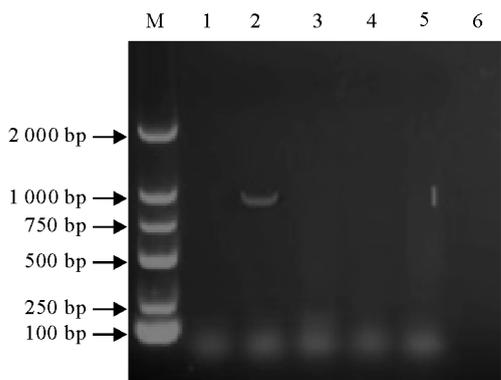


图 4 革兰氏染色镜检结果,  $\times 1\ 000$

Fig. 4 Gram stained microscopic findings,  $\times 1\ 000$



M. Marker; 1. 阴性对照; 2. 阳性对照; 3~6. 样品

图 2 羊痘病毒 RT-PCR 检测结果

Fig. 2 Detection results of sheep pox virus via RT-PCR

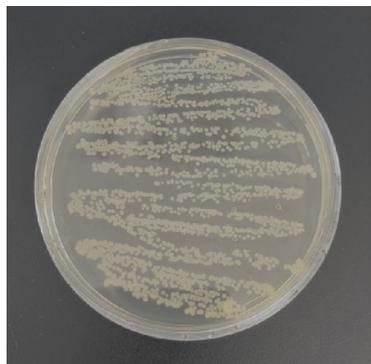
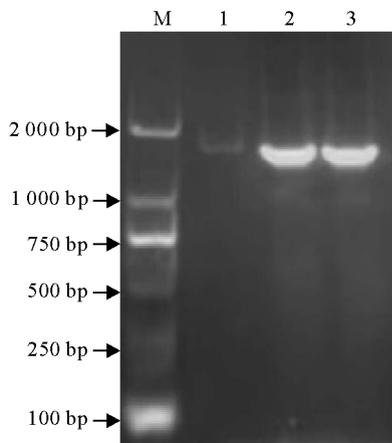


图 3 细菌培养

Fig. 3 Bacterial cultures



M. Marker; 1. 阳性对照; 2, 3. 样品

图 5 金黄色葡萄球菌 16s rDNA PCR 扩增产物 1.5% 琼脂糖凝胶电泳检测结果

Fig. 5 1.5% agarose gel electrophoresis detection results of 16S rDNA PCR amplification products of *S. aureus*

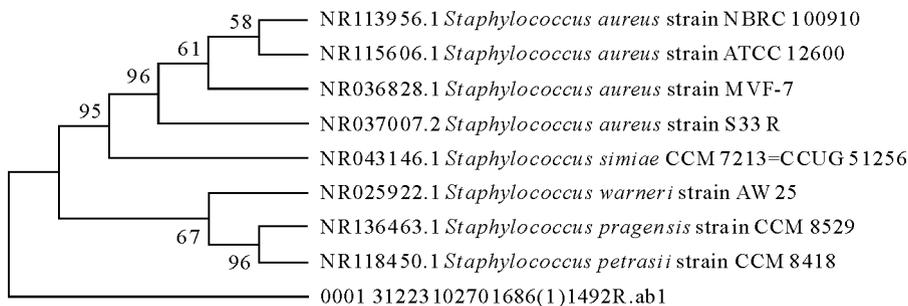


图 6 基于 16s rDNA 序列构建的革兰氏阳性( $G^+$ )球菌菌株系统进化树

Fig. 6 Phylogenetic tree of gram-positive ( $G^+$ ) cocci strains based on 16s rDNA sequences

表 2 分离菌株药敏试验结果

Table 2 Results of drug sensitivity tests of isolated strains

纸片药物名称	抑菌环直径/mm	R/I/S判定结果
氯霉素	20.80	S
头孢西丁	29.32	S
头孢曲松	25.90	S
氧氟沙星	23.64	S
链霉素	17.96	S
青霉素	13.04	R
头孢他啶	21.84	S
阿米卡星	19.36	S
氨苄西林	9.80	R
四环素	28.22	S
头孢哌酮	21.50	S
庆大霉素	20.34	S

## 2.4 药敏试验结果

我们对此菌株进行了不同抗生素的敏感性测试,结果如表 2 所示。该菌株对氯霉素、头孢西丁、头孢曲松、氧氟沙星、链霉素、头孢他啶、阿米卡星、四环素、头孢哌酮及庆大霉素这 10 种抗生素表现出高度敏感性。而对青霉素和氨苄西林则显示出对不敏感的特征。这一敏感性谱为后续治疗提供了重要的参考依据。

## 3 讨论

在养羊业中,由病原感染所引发的口腔、鼻部和蹄部的脓包与水疱症状相似,给养殖户和兽医的诊断带来了显著挑战。这种情况不仅增加了用药错误的风险,还可能延误病情,给养殖户带来显著的经济损失,尤其在当前养殖成本不断上升的背景下,及时有效的医疗干预变得尤为重要。

金黄色葡萄球菌是一种广泛存在的致病菌,其感染能够引发一系列皮肤及全身性疾病,尤其在皮肤愈合不良的情况下,治疗变得极其复杂。已有研究显示,金黄色葡萄球菌对多种抗生素表现出不同程度的敏感性和耐药性,特别是对头孢拉定、头孢氨苄和庆大霉素的敏感性相对较高<sup>[15-16]</sup>。相对而言,对磺胺类、青霉素类及四环素等药物的耐药性较强<sup>[17-20]</sup>,青霉素和氨苄西林的耐药率高达 100%<sup>[21-22]</sup>。这一点提醒我们,选择合适的抗生素至关重要,错误的用药决策将会导致疗效不佳,甚至病情加重。

本研究通过药敏试验发现,该菌对氯霉素、头孢西丁、头孢曲松、氧氟沙星、链霉素等药物表现出良好的敏感性,尤其是头孢西丁的抑菌圈直径达到 29.32 mm,显示出显著的抑制效果。这为临床兽医

在制定治疗方案时提供了有力的支持。为确保治疗效果,建议根据药敏试验的结果选择抑菌圈最大的抗生素进行治疗,并在 3~5 d 内观察疗效,最长可使用 7 d 后再更换另一种抗生素,采用交替使用的策略,达到最大化治疗效果。

此外,鉴于不同地区、不同畜种的菌株个体之间,以及养殖场的用药剂量和方式存在差异,因此,进行具体的病原菌药敏试验显得尤为必要。只有通过准确判断菌株的耐药性和敏感性,才能制定出更加科学和有效的用药方案。

综上所述,及时对病羊进行正确的治疗不仅能有效控制病情,提升治疗效果,还能为养殖户在实际生产过程中提供宝贵的支持和指导。通过科学的用药策略,养殖户能够在激烈的市场竞争中降低经济损失,确保养殖业的可持续发展。

## 参考文献:

- [1] 陈 胜.羊痘的防控措施[J].今日畜牧兽医,2024,40(02):32-34.
- [2] 徐 博.羊痘防控的技术要点[J].北方牧业,2024(1):38.
- [3] 潘 永,杨 莉,李 婷,等.羊口蹄疫病毒·羊口疮病毒和山羊痘病毒多重 PCR 检测方法的建立及应用[J].安徽农业科学,2023,51(21):112-115.  
PAN Y, YANG L, LI T, et al. Establishment and application of multiplex PCR detection methods for foot and mouth disease virus, orf virus and goat pox virus[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2023, 51(21): 112-115.
- [4] 王春丽,谭克达,王世杰,等.羊口蹄疫的流行特点及防控措施[J].中国畜牧业,2022(22):82-83.  
WANG CH L, TAN K D, WANG SH J, et al. Epidemic characteristics and control measures of FMD in sheep[J]. China Animal Industry, 2022(22): 82-83.
- [5] 叶文华.羊口蹄疫的诊断与预防[J].北方牧业,2023(21):33.
- [6] 李子菲,刘 芳,何忠伟.我国口蹄疫流行情况及其防控对策[J].科技和产业,2019,19(12):15-20.  
LI Z F, LIU F, HE ZH W. The current situation and prevention and control measures of foot-and-mouth disease in China[J]. Science Technology and Industry, 2019, 19(12): 15-20.
- [7] 张 伶,郭玉凤,路洪威,等.羊口疮病的诊疗及预防[J].今日畜牧兽医,2024,40(1):11-13.
- [8] 黄 可,屠珂峰,李 闽,等.羊口疮病流行病学、诊断及防控的研究现状[J].中国畜禽种业,2023,19(10):136-141.
- [9] 林珊珊.多功能纳米探针用于金黄色葡萄球菌与大肠杆菌感染的检测与协同治疗[D].海口:海南医学院,2023.

- [10] 张爱琼,黎娜铭,黄书,等.一株猪源葡萄球菌的分离鉴定与耐药性分析[J].猪业科学,2022,39(2):77-79.
- [11] 王杰,乐靖雯,马诗雅,等.7种药食同源水提物对金黄色葡萄球菌的抑制作用[J].现代食品,2023,29(5):197-199.  
WANG J,LE J W,MA S Y,et al. Inhibitory effect of 7 kinds of drug and food homologous water extracts of on *Staphylococcus aureus* [J]. *Modern Food*, 2023, 29 (5):197-199.
- [12] 孔丽岑.羊痘病流行特点、临床表现与防控措施[J].吉林畜牧兽医,2023,44(10):143-144.
- [13] 艾亚程.羊痘及羊口疮的鉴别诊治分析[J].河南农业,2016(17):89.
- [14] 张廷栋.羊痘、羊口疮及羊口蹄疫的鉴别诊断[J].今日畜牧兽医,2019,35(8):85.
- [15] 杜伟伟.河北省乳源金黄色葡萄球菌耐药性检测及耐药基因的研究[D].保定:河北农业大学,2015.
- [16] 张立强,雷静.宁夏地区规模牧场金黄色葡萄球菌的分离鉴定与药敏试验[J].中国乳业,2022(3):46-49.  
ZHANG L Q,LEI J. Isolation,identification and drug sensitivity test of *Staphylococcus aureus* from large-scale pasture in Ningxia[J]. *China Dairy*,2022(3):46-49.
- [17] 朱中华,张茂海,张桂花,等.骨科患者创口及脓液标本的95株金黄色葡萄球菌耐药性分析[J].临床合理用药,2023,16(28):168-171.
- [18] 杨云清.山东部分地区家兔呼吸道金黄色葡萄球菌的分离鉴定及耐药性分析[D].泰安:山东农业大学,2022.
- [19] 刘宇.呼和浩特地区奶牛临床型乳腺炎金黄色葡萄球菌的分离鉴定、分子分型及耐药性研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2023.
- [20] DEDDEFO A, MAMO G, ASFAW M, et al. Occurrence, antimicrobial susceptibility, and resistance genes of *Staphylococcus aureus* in milk and milk products in the Arsi Highlands of Ethiopia[J]. *BMC Microbiology*, 2024, 24(1):127.
- [21] 邹明昊.牦牛源金黄色葡萄球菌的分离鉴定及生物学特性研究[D].拉萨:西藏农牧学院,2023.
- [22] 杨雪娇,王一涵,项勋,等.奶山羊隐性乳房炎金黄色葡萄球菌的分离鉴定及毒力基因的检测[J].中国兽医学科学,2024,54(5):650-657.  
YANG X J, WANG Y H, XIANG X, et al. Isolation and identification of *Staphylococcus aureus* for subclinical mastitis in dairy goats and detection of virulence genes[J]. *Chinese Veterinary Science*, 2024, 54 (5): 650-657.

(上接第5页)

#### 参考文献:

- [1] 郭宝清,陈章水,刘文兴,等.从疑似PRRS流产胎儿分离PRRSV的研究[J].中国畜禽传染病,1996(02):3-7.
- [2] TIAN K G, YU X L, ZHAO T Z, et al. Emergence of fatal PRRSV variants: Unparalleled outbreaks of atypical PRRS in China and molecular dissection of the unique hallmark[J]. *PLoS One*, 2007, 2(6):526.
- [3] 中华人民共和国大连动植物检疫局.猪繁殖和呼吸综合症诊断方法[S].国家质量技术监督局.
- [4] 纪爱英,张彦昌,王皓婷,等.猪蓝耳病RT-PCR检测方法的建立[J].畜牧兽医科技信息,2017(6):15-16.
- [5] 王文亮,汪德生,史开志.高致病性猪蓝耳病病原核酸的RT-PCR检测[J].贵州畜牧兽医,2009,33(1):5-6.  
WANG W L, WANG D SH, SHI K ZH. Detection of high pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome virus RNA by RT-PCR[J]. *Guizhou Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2009, 33(1):5-6.
- [6] 河南省动物疫病预防控制中心.鉴别猪繁殖与呼吸综合症病毒高致病性与经典毒株复合RT-PCR方法[S].中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局;中国国家标准化管理委员会.
- [7] 吴国华.猪繁殖与呼吸综合症病毒分子诊断与分子疫苗研究[D].北京:中国农业科学院,2009.
- [8] 刘益民.PRRSV ORF2a和NSP2部分缺失毒株的分离及生长特性的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2015.
- [9] DEA S, GAGNON C A, MARDASSI H, et al. Current knowledge on the structural proteins of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus: Comparison of the North American and European isolates[J]. *Archives of Virology*, 2000, 145(4):659-688.
- [10] ZHOU L, YANG X R, TIAN Y, et al. Genetic diversity analysis of genotype 2 porcine reproductive and respiratory syndrome viruses emerging in recent years in China[J]. *BioMed Research International*, 2014, 2014: 748 068.
- [11] 张敏,梅小伟,周建红,等.应用RT-PCR技术快速诊断疑似高致病性猪蓝耳病病例[J].黑龙江畜牧兽医,2016(6):109-110.