

引文格式: 邓珺文, 毕峻龙, 李永能, 等. 2013—2021 年云南省猪繁殖与呼吸综合征病毒 (PRRSV) 流行与混合感染状况调查[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2024, 39(1): 95–100. DOI: [10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).202303034](https://doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).202303034)

2013—2021 年云南省猪繁殖与呼吸综合征病毒 (PRRSV) 流行与混合感染状况调查*

邓珺文¹, 毕峻龙¹, 李永能¹, 程美玲¹, 沈学文², 杨贵树¹, 尹革芬^{1**}

(1. 云南农业大学 动物医学院, 云南 昆明 650201; 2. 红河州动物疫病预防控制中心, 云南 蒙自 661100)

摘要:【目的】调查云南省猪繁殖与呼吸综合征病毒 (porcine reproductive and respiratory syndrome virus, PRRSV) 的流行规律和混合感染情况。【方法】采用分子生物学方法对 2013—2021 年间的 3 112 份血液样品进行 PRRSV 核酸检测, 并进一步分析其流行和混合感染情况。【结果】检测样品中, 有 801 份样品为 PRRSV 阳性, 阳性率为 25.74%, 二重、三重和四重混合感染率分别为 41.20%、12.48% 和 1.87%; 不同生长阶段猪群的 PRRSV 感染程度差异较大, 生长育肥猪感染最严重 (33.24%); 相对于育肥场和散养户, 种猪场的感染程度较轻, 三者的感染率分别为 27.94%、28.94% 和 14.29%。对不同毒株类型分析发现: 高致病性毒株和经典毒株仍是主要的流行毒株, 分别占毒株数的 58.49% 和 22.64%, 但占比呈逐年下降趋势。于 2019 年和 2021 年在云南省内分别发现了类 NADC30 毒株和类 NADC34 毒株, 分别占毒株数的 15.09% 和 3.77%, 其感染率呈逐渐上升趋势。【结论】猪繁殖与呼吸综合征仍是影响云南省生猪产业健康发展最重要的疫病之一, 表现形式以和其他疾病混合感染为主。随着新毒株的发现, 云南省 PRRSV 基因更加多样, 防控形势愈加复杂。

关键词: 猪繁殖与呼吸综合征病毒 (PRRSV); 流行情况; 混合感染; 新发毒株

中图分类号: S852.651

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X (2024) 01-0095-06

Survey of PRRS Prevalence and Co-infection in Yunnan Province from 2013 to 2021

DENG Junwen¹, BI Junlong¹, LI Yongneng¹, CHENG Meiling¹,
SHEN Xuewen², YANG Guishu¹, YIN Gefen¹

(1. College of Veterinary Medicine, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Yunnan Honghe Control Center for Animal Epidemic Prevention, Mengzi 661100, China)

Abstract: [Purpose] To investigate the prevalence tendency and co-infection of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) in Yunnan Province. [Methods] PRRSV nucleic acid was detected in 3 112 blood samples from 2013 to 2021 by molecular biology methods, and the prevalence and mixed infection of PRRSV were further analyzed. [Results] Among the detected samples, 801 samples were positive for PRRSV, with a positive rate of 25.74%. The double, triple and quadruple mixed infection rates were 41.20%, 12.48% and 1.87%, respectively. The degree of PRRSV infection in pigs at different growth stages varied greatly, and the infection of growing fatten-

收稿日期: 2023-03-20

修回日期: 2024-01-29

网络首发日期: 2024-03-01

*基金项目: 云南省农业重大科技专项计划 (202102AE090007); 云南省技术创新人才培养项目 (2021105AD160036)。

作者简介: 邓珺文 (2000—), 女, 云南楚雄人, 在读硕士研究生, 主要从事兽医学研究。

E-mail: 2112789896@qq.com

**通信作者 Corresponding author: 尹革芬 (1971—), 女, 云南文山人, 博士, 教授, 主要从事预防兽医学研究。E-mail: yingefen@ynau.edu.cn

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/53.1044.S.20240301.1605.001>



ing pigs was the most serious (33.24%). Compared with fattening farms and backyard farmers, the infection degree of pig farms was lighter, and the infection rates of the three were 27.94%, 28.94% and 14.29%, respectively. Analysis of different types of strains found that: highly pathogenic strains and classical strains were still the main epidemic strains, accounting for 58.49% and 22.64% of the number of strains, respectively, but the proportion was decreasing year by year. In 2019 and 2021, NADC30-like and NADC34-like strains were found in Yunnan Province, accounting for 15.09% and 3.77% of the number of strains, respectively, and their infection showed a gradual upward trend.

[**Conclusion**] Porcine reproductive and respiratory syndrome is still one of the most severe diseases threatening the healthy development of pig industry development in Yunnan Province, and the manifestations are mainly mixed infections with other diseases. With the discovery of new strains, PRRSV genes in Yunnan Province are more diverse, and the prevention and control situation is more complicated.

Keywords: porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV); epidemic; co-infection; emerging strains

猪繁殖与呼吸综合征 (porcine reproductive and respiratory syndrome, PRRS) 又称猪蓝耳病, 是由猪繁殖与呼吸综合征病毒 (porcine reproductive and respiratory syndrome virus, PRRSV) 引起的一种高度传染性疾病。该病于 1987 年首次在美国发现, 并逐渐蔓延至欧洲和亚洲^[1-2], 中国大陆于 1995 年发现该病^[3], 1996 年分离到 PRRSV^[4]。PRRSV 具有高度遗传多样性和快速进化的特征, 各基因型之间的抗原表位发生突变, 导致疫苗免疫效果降低。为预防 PRRSV 的传播, 控制 PRRS 的发生, 养殖场生产一线通常采用药物预防或疫苗免疫的方法, 但效果有限, 如何有效地控制 PRRS 流行是当前面临的严峻挑战。2006 年变异毒株引起高致病性猪蓝耳病^[5]给部分养猪企业造成了严重损失, 近年来出现的类 NADC30 毒株^[6-7]和类 NADC34 毒株^[8]正逐步成为新的流行毒株, 然而有关云南省内新发毒株的流行情况鲜有报道。本研究通过分子生物学方法检测 2013—2021 年间云南省部分地区收集到的血液样品, 旨在调查云南省 PRRS 的流行规律和混合感染情况以及 PRRSV 不同基因型的流行情况, 以期 PRRS 的防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样品来源

于 2013—2021 年采集云南省各地区不同养殖场、不同生长阶段猪群的血液样品 3 112 份

(表 1)。其中, 在 3 种不同类型养殖场进行样品采集: 种猪场 567 份, 育肥场 1 650 份, 散养户 895 份; 对 5 个不同生长阶段的猪群进行样品采集: 哺乳仔猪 556 份, 保育猪 943 份, 生长育肥猪 1 089 份, 种公猪 71 份, 种母猪 453 份。

表 1 供试样品来源
Tab. 1 Source of test samples

来源 source	年份 year										总计 total
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
昆明 Kunming	15	89	69	38	31	39	35	49	41	406	
曲靖 Qujing	10	75	57	34	24	34	25	34	34	327	
楚雄 Chuxiong	13	69	54	32	28	29	27	44	31	327	
大理 Dali	11	76	51	41	21	31	30	38	27	326	
红河 Honghe	9	69	52	28	18	28	18	25	28	275	
临沧 Lincang	8	57	55	34	24	34	24	34	34	304	
德宏 Dehong	9	73	59	29	29	26	21	29	29	304	
普洱 Pu'er	7	65	54	35	17	27	19	27	26	277	
丽江 Lijiang	13	59	46	25	23	25	26	25	25	267	
西双版纳 Xishuangbanna	5	78	51	36	27	29	23	28	22	299	
总计 total	100	710	548	332	242	302	248	333	297	3 112	

1.1.2 试验材料

病毒 RNA 提取试剂 RNAiso Plus、6×Loading Buffer、DL500 DNA Marker、pMD19-T 载体和大肠杆菌 DH5 α 感受态细胞购自宝生物工程有 限公司; 病毒 DNA 提取试剂盒购自济凡生物科技有 限公司; EasyScript First-Strand cDNA Synthesis Super Mix 和 2×Trans Taq High Fidelity (HI-FI) PCR SuperMix II 购自北京全式金生物技术有

限公司; 异丙醇、氯仿和无水乙醇均购自国药集团化学试剂有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 PRRSV 阳性样品筛选

取血液样品 200 μ L 放入离心管, 加入 RNAiso Plus 细胞裂解液 1 mL, 4 $^{\circ}$ C 静置 10 min, 12 000 r/min 离心 10 min; 取上清后加入一半体积的氯仿, 4 $^{\circ}$ C 静置 10 min, 12 000 r/min 离心 10 min; 取上清后加入等体积异丙醇, 4 $^{\circ}$ C 静置 10 min, 12 000 r/min 离心 10 min; 弃去管中液体后加入 75% 乙醇 1 mL, 12 000 r/min 离心 5 min, 弃去液体后室温放置 5~10 min, 最后将沉淀溶于无 RNA 酶水 20 μ L 中, 获得血液样品的基因组 RNA。参考毕峻龙^[9]的 PRRSV RT-PCR 检测方法对总 RNA 进行 PCR 扩增, 扩增得到的 RT-PCR 产物用 1.5% 琼脂糖凝胶电泳进行鉴定, 用 DL500 DNA Marker 确定目的条带大小, 在凝胶成像系统中观察结果并拍照。

1.2.2 PRRSV 感染情况调查

为进一步分析 PRRSV 和其他病毒混合感染的情况, 使用病毒 DNA 提取试剂盒, 按照相关说明书提取得到血液样品的基因组 DNA。使用 PCR/RT-PCR 方法进一步对 PRRSV 核酸阳性样品进行猪瘟病毒 (classical swine fever virus, CSFV)、猪伪狂犬病病毒 (pseudorabies virus, PRV) 和猪圆环病毒 2 型病毒 (porcine circovirus type 2 virus, PCV2) 检测, 检测引物和方法参考毕峻龙^[9]的研究。对阳性样品的检出率进行不同年份、不同类型养殖场、不同年龄阶段和混合感染情况分析。

1.2.3 PRRSV 基因型分析

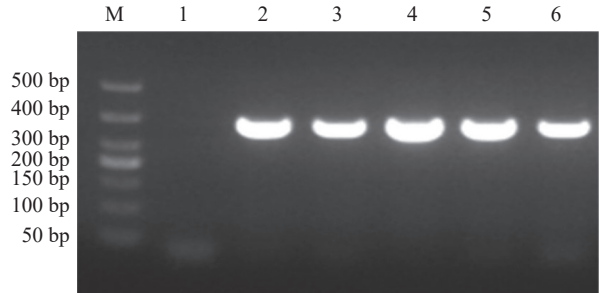
选取保存较为完好 (均为 2017—2021 年的样品) 且具有较强毒力的 PRRSV 阳性样品共 53 份, 将产物纯化回收后与 pMD19-T 载体连接, 转化入 DH5 α 中, 均匀涂板后放入 37 $^{\circ}$ C 恒温培养箱培养 16~22 h, 挑取单个菌落进行富集, 于恒温培养摇床 (220 r/min, 37 $^{\circ}$ C) 振荡过夜培养后提取质粒, 并送至生工生物工程上海 (股份) 有限公司进行测序, 得到 PRRSV 的 *nsp2* 基因序列, 再进行基因型分析。

2 结果与分析

2.1 PRRSV 检测结果

样品经 RT-PCR 扩增和琼脂糖凝胶电泳检

测, 得到约为 330 bp 的特异性条带 (图 1), 表明部分样品 PRRSV 核酸检测呈阳性。经统计, 在 2013—2021 年收集的 3 112 份样品中, PRRSV 核酸阳性样品有 801 份, 阳性率为 25.74%。



注: M. DNA 分子质量标准 DL500; 1. 阴性对照; 2. 阳性对照; 3~6. PRRSV 样品。

Note: M. DL500 DNA Marker; 1. negative control; 2. positive control; 3-6. PRRSV samples.

图 1 PRRSV 核酸检测电泳图

Fig. 1 Electrophoretic detection picture of PRRSV

2.2 不同年份 PRRSV 核酸检测结果

由表 2 可知: 2013—2018 年, PRRSV 检出率呈上升趋势; 2019—2021 年, PRRSV 检出率有一定下降, 但仍在 20% 以上。

表 2 2013—2021 年送检样品 PRRSV 核酸阳性率

Tab. 2 Positive rate of PRRSV in samples sent for testing from 2013 to 2021

年份 year	样品数 number of samples	阳性样品数 number of positive samples	阳性率/% positive rate
2013	100	22	22.00
2014	710	156	21.97
2015	548	140	25.55
2016	332	70	21.08
2017	242	80	33.06
2018	302	126	41.72
2019	248	59	23.79
2020	333	81	24.32
2021	297	67	22.56
合计 total	3 112	801	25.74

2.3 PRRSV 与其他病原的双重、多重感染情况

对 801 份 PRRSV 核酸阳性样品进行其他疫病检测, 出现双重混合感染的样品有 330 份, 混合感染率为 41.20%。其中, 检出 CSFV 阳性样品 78 份, 阳性率 9.74%; PCV2 阳性样品 198 份, 阳性率 24.72%; PRV 阳性样品 54 份, 阳性率 6.74% (表 3)。

有 100 份 PRRSV 核酸阳性样品出现三重混合感染，混合感染率为 12.48%；15 份样品出现 PRRSV、CSFV、PRV 和 PCV2 四重混合感染，混合感染率为 1.87%。其中，18 份样品检出 PR-

RSV、CSFV 和 PRV 三重混合感染；50 份样品检出 PRRSV、CSFV 和 PCV2 三重混合感染；32 份样品检出 PRRSV、PCV2 和 PRV 三重混合感染(表 4)。

表 3 双重混合感染情况
Tab. 3 Situation of double mixed infection

年份 year	PRRSV+CSFV	PRRSV+PCV2	PRRSV+PRV
2013	9.09 (2/22)	18.18 (4/22)	9.09 (2/22)
2014	8.97 (14/156)	14.10 (22/156)	6.41 (10/156)
2015	7.14 (10/140)	15.71 (22/140)	10.00 (14/140)
2016	8.57 (6/70)	25.71 (18/70)	8.57 (6/70)
2017	10.00 (8/80)	32.50 (26/80)	2.50 (2/80)
2018	11.11 (14/126)	34.92 (44/126)	4.76 (6/126)
2019	11.86 (7/59)	37.29 (22/59)	11.86 (7/59)
2020	9.88 (8/81)	23.46 (19/81)	4.94 (4/81)
2021	13.43 (9/67)	31.34 (21/67)	4.48 (3/67)
合计 total	9.74 (78/801)	24.72 (198/801)	6.74 (54/801)

注：PRRSV. 猪繁殖与呼吸综合征病毒，CSFV. 猪瘟疫病毒，PCV2. 猪圆环病毒2型病毒，PRV. 猪伪狂犬病病毒；括号前数据为感染率(单位：%)，括号内数据为阳性样品数/检测数；下同。
Note: PRRSV. porcine reproductive and respiratory syndrome virus, CSFV. classical swine fever virus, PCV2. porcine circovirus type 2 virus, PRV. pseudorabies virus; the data before brackets are infection rate (unit: %), the data in brackets are number of positive samples/number of test samples; the same as below.

表 4 多重混合感染情况
Tab. 4 Situation of multiple mixed infection

年份 year	PRRSV+CSFV+PCV2	PRRSV+PCV2+PRV	PRRSV+PRV+CSFV	PRRSV+PRV+CSFV+PCV2
2013	9.09 (2/22)	9.09 (2/22)	0.00 (0/22)	0.00 (0/22)
2014	3.85 (6/156)	3.21 (5/156)	0.00 (0/156)	0.00 (0/156)
2015	5.71 (8/140)	2.86 (4/140)	1.43 (2/140)	0.00 (0/140)
2016	8.57 (6/70)	5.71 (4/70)	2.86 (2/70)	2.86 (2/70)
2017	5.00 (4/80)	2.50 (2/80)	2.50 (2/80)	2.50 (2/80)
2018	7.94 (10/126)	3.17 (4/126)	3.17 (4/126)	3.17 (4/126)
2019	8.47 (5/59)	6.78 (4/59)	5.08 (3/59)	3.39 (2/59)
2020	6.17 (5/81)	4.94 (4/81)	3.70 (3/81)	3.70 (3/81)
2021	5.97 (4/67)	4.48 (3/67)	2.99 (2/67)	2.99 (2/67)
合计 total	6.24 (50/801)	4.00 (32/801)	2.25 (18/801)	1.87 (15/801)

2.4 不同类型养殖场 PRRSV 感染情况

801 份 PRRSV 阳性样品中，种猪场阳性样品 81 份，检出率为 14.29% (81/567)；育肥场阳性样品 461 份，检出率为 27.94% (461/1 650)；散养户阳性样品 259 份，检出率为 28.94% (259/895)。可见，相对于育肥场和散养户，种猪场 PRRSV 感染程度较轻。

2.5 不同生长发育阶段猪群 PRRSV 感染情况

801 份 PRRSV 阳性样品中，哺乳仔猪阳性样品 93 份，检出率为 16.73% (93/556)；保育猪阳性

样品 271 份，检出率为 28.74% (271/943)；生长育肥猪阳性样品 362 份，检出率为 33.24% (362/1 089)；种公猪阳性样品 6 份，检出率为 8.45% (6/71)；种母猪阳性样品 69 份，检出率为 15.23% (69/453)。可见，不同生长阶段猪群的 PRRSV 感染程度差异较大，生长育肥猪感染最严重，其余依次是保育猪、哺乳仔猪、种母猪和种公猪。

2.6 不同毒株类型分析

由表 5 可知：2017—2021 年间，高致病性毒株占 58.49% (31/53)，检出数量呈逐年下降趋势；

表5 阳性样品中的不同毒株数量
Tab. 5 Number of different strains in positive samples

年份 year	测序样品 sequencing samples	经典毒株 classical strains	高致病性毒株 highly pathogenic strains	类NADC30毒株 NADC30-like strains	类NADC34毒株 NADC34-like strains
2017	13	5	8	0	0
2018	10	3	7	0	0
2019	8	2	5	1	0
2020	10	1	6	3	0
2021	12	1	5	4	2
合计 total	53	12	31	8	2
占比/% proportion	—	22.64	58.49	15.09	3.77

经典毒株占 22.64% (12/53), 检出数量呈逐年下降趋势; 类 NADC30 毒株自 2019 年检出后呈逐年上升趋势, 占比为 15.09% (8/53); 类 NADC34 毒株于 2021 年在云南省内首次发现, 占比为 3.77% (2/53)。

3 讨论

1995 年在中国大陆发现了 PRRS^[3]; 1996 年郭宝清等^[4]在国内暴发 PRRS 的猪群中首次分离到 PRRSV; 1997—1998 年对 PRRSV 的血清流行病学调查发现: PRRS 在华东地区广泛存在^[10]; 2006 年, 1 种新型 PRRSV 变异毒株在中国引起非典型 PRRS 的暴发, 其特点是所有年龄段的猪都出现高热症状, 且发病率和死亡率高, 这种新型的 PRRSV 被定名为高致病性猪蓝耳病^[5]; 2006 年下半年, 云南省部分地区也发生了高致病性猪蓝耳病疫情, 随后分离到了 PRRSV 云南毒株^[11]; 之后, 在云南省内不断检测出 PRRSV, 经深入研究, 证实了云南省内广泛存在 PRRS, 并呈现出一定的流行趋势^[12-13]。本研究检测了 2013—2021 年间收集的 3 112 份血液样品, 发现有 801 份样品为 PRRSV 阳性, 总阳性率为 25.74%。在 2013—2018 年间, PRRSV 检出率呈上升趋势, 阳性率在 21.08%~41.72% 之间; 近 3 年来, PRRSV 检出率在 22.56%~24.32% 之间, 虽有一定下降但仍高于 20%, 提示 PRRSV 仍在云南省的部分养殖场中广泛流行。

近年来, 临床上出现多种病原混合感染和持续性感染的现象, 且呈上升趋势^[14]。在云南省的部分养殖场中, 繁殖障碍病毒性疾病常以 PRRSV 和 PCV2 的混合感染为主^[15], 这 2 种病毒均能够破坏宿主的免疫过程, 并进一步加重混合感

染的程度^[16-17]。本研究进一步对 801 份 PRRSV 核酸阳性样品进行其他疫病检测, 发现其在不同程度上与 CSFV、PRV、PCV2 等病原发生混合感染。经检测, 共有 330 份 PRRSV 核酸阳性样品出现双重混合感染, 混合感染率为 41.20%, 且 PRRSV 和 PCV2 双重混合感染最为常见; 共有 100 份 PRRSV 核酸阳性样品出现三重混合感染, 混合感染率为 12.48%; 共有 15 份样品检出 PRRSV、CSFV、PRV 和 PCV2 四重混合感染, 混合感染率为 1.87%。结果提示当前规模养殖场发生疫病的主要临床表现为 PRRSV 和其他疫病混合感染, 且相对于育肥场和散养户, 种猪场的 PRRSV 感染程度较轻; 不同生长阶段猪群中, 以生长育肥猪感染最严重。

PRRSV 具有基因遗传多样的特性, 且不断出现新的变异毒株, 尤其是近年来新发现的类 NADC30 新毒株, 目前已在中国多地流行^[6-7]; 2017 年, 中国新出现了类 NADC34 毒株, 并逐步在全国范围内流行^[8]; 现阶段, 中国主要流行的毒株仍为类 JXA1 和类 NADC30 毒株^[18]。本研究选取 53 份 PRRSV 阳性样品进行测序, 并进行基因型分析, 结果发现: 2017—2021 年间, 高致病性毒株和经典毒株占比呈逐年下降趋势, 类 NADC30 毒株自 2019 年检出后占比呈逐年上升趋势, 类 NADC34 毒株于 2021 年在云南省首次发现。提示类 NADC30 毒株和类 NADC34 毒株等新型变异毒株已在云南省内流行, 并可能会逐渐取代高致病性毒株和经典毒株成为云南省的优势毒株。

4 结论

2013—2021 年间, PRRSV 仍是对云南省生猪养殖危害最大的疫病之一, 当前规模养殖场发

生疫病的主要临床表现为 PRRSV 和其他疫病混合感染, 相对于育肥场和散养户, 种猪场感染程度较轻, 生长育肥猪感染最严重。类 NADC30 毒株和类 NADC34 毒株等新发毒株可能会成为云南省优势毒株。本研究为 PRRS 的防控提供了理论参考依据。

致谢: 云南省兽医生物制品研制中心兽医师朱玲云、楚雄彝族自治州动物疫病预防控制中心兽医师赵谦、石林彝族自治县畜牧兽医总站高级兽医师陈关雄、丽江市古城区农业农村局高级兽医师杨渊、云南省普文公路动物防疫监督检查站农业推广研究员郑旺华在样本采集、数据分析、流行病学调查等方面提供了大量帮助, 特质诚挚谢意!

[参考文献]

- [1] LUNNEY J K, FANG Y, LADINIG A, et al. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV): pathogenesis and interaction with the immune system[J]. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2016, 4(1): 129. DOI: [10.1146/annurev-animal-022114-111025](https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022114-111025).
- [2] CHUANG W B, LIN M W, CHANG W F, et al. Persistence of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in intensive farrow-to-finish pig herds[J]. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 1997, 61(4): 292.
- [3] 孟令伟, 孙颖杰. 猪蓝耳病的几种血清学诊断方法[J]. *中国动物检疫*, 1995(2): 14.
- [4] 郭宝清, 陈章水. 从疑似PRRS流产胎儿分离PRRSV的研究[J]. *中国畜禽传染病*, 1996(2): 3.
- [5] 邓衔柏, 廖明, 李玉谷, 等. 我国南方部分猪场发生高热病的疫情调查初报[J]. *中国兽医杂志*, 2007, 43(9): 40. DOI: [10.3969/j.issn.0529-6005.2007.09.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.0529-6005.2007.09.019).
- [6] 张洪亮, 张晶, 李真, 等. 2016年我国部分地区类NADC30新亚群猪繁殖与呼吸综合征病毒的遗传变异分析[J]. *中国预防兽医学报*, 2016, 38(9): 675. DOI: [10.3969/j.issn.1008-0425.2016.09.01](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0425.2016.09.01).
- [7] 周群, 周可磊, 胡承哲, 等. 西南地区PRRSV分子流行病学调查及其类NADC30株基因组特征分析[J]. *中国预防兽医学报*, 2019, 41(12): 1275. DOI: [10.3969/j.issn.1008-0589.201905004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0589.201905004).
- [8] XU H, LI C, LI W S, et al. Novel characteristics of Chinese NADC34-like PRRSV during 2020-2021[J]. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2022, 69(5): e3215. DOI: [10.1111/tbed.14485](https://doi.org/10.1111/tbed.14485).
- [9] 毕峻龙. 云南省部分地区猪繁殖与呼吸综合征分子流行情况调查及防治措施研究[D]. 长春: 吉林大学, 2019.
- [10] 姜平, 董永毅, 许家荣, 等. 华东部分省市PRRS和猪伪狂犬病血清流行病学调查[J]. *畜牧与兽医*, 1999(6): 22.
- [11] 段博芳, 沈艳萍, 杨贵树, 等. PRRSV云南株的分离与鉴定[J]. *动物医学进展*, 2010, 31(4): 11. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5038.2010.04.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-5038.2010.04.003).
- [12] 王钊哲, 杨亮宇, 舒相华, 等. 云南省部分规模化猪场猪繁殖与呼吸障碍综合征流行病学调查[C]//云南省科学技术协会, 昭通市人民政府. 第五届云南省科协学术年会暨乌蒙山片区发展论坛论文集, 2015.
- [13] 杨润焕, 毕峻龙, 赵谦, 等. 云南省猪场猪呼吸道疾病综合征主要病原调查分析[J]. *云南农业大学学报(自然科学)*, 2021, 36(1): 69. DOI: [10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201904033](https://doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201904033).
- [14] 何后军, 陆承平, 罗咏梅. PCR检测临床病例中PCV-2、PRRSV和CSFV的混合感染[J]. *中国兽医学报*, 2010, 30(2): 177. DOI: [10.16303/j.cnki.1005-4545.2010.02.008](https://doi.org/10.16303/j.cnki.1005-4545.2010.02.008).
- [15] 赵谦, 王蕾, 查星琴, 等. 云南省部分地区种公猪精液携带繁殖障碍性病毒调查研究[J]. *动物医学进展*, 2017, 38(9): 37. DOI: [10.16437/j.cnki.1007-5038.2017.09.009](https://doi.org/10.16437/j.cnki.1007-5038.2017.09.009).
- [16] LI Y H, SHYU D L, SHANG P C, et al. Mutations in a highly conserved motif of nsp1 β protein attenuate the innate immune suppression function of porcine reproductive and respiratory syndrome virus[J]. *Journal of Virology*, 2016, 90(7): 3584. DOI: [10.1128/JVI.03069-15](https://doi.org/10.1128/JVI.03069-15).
- [17] RICHMOND O, CECERE T E, ERDOGAN E, et al. PD-L1 expression is increased in monocyte derived dendritic cells in response to porcine circovirus type 2 and porcine reproductive and respiratory syndrome virus infections[J]. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2015, 168(1/2): 24. DOI: [10.1016/j.vetimm.2015.09.013](https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2015.09.013).
- [18] GUO Z H, CHEN X X, LI R, et al. The prevalent status and genetic diversity of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in China: a molecular epidemiological perspective[J]. *Virology Journal*, 2018, 15(1): 2. DOI: [10.1186/s12985-017-0910-6](https://doi.org/10.1186/s12985-017-0910-6).

责任编辑: 何馨成