

非洲猪瘟概况综述

岳龙 万云 黎巧 赵静 肖冉 王雪 杨永平 张四化 阮征*

武汉市动物疫病预防控制中心, 武汉 430012

摘要 非洲猪瘟是由非洲猪瘟病毒引起的一种急性、热性、高度传染性疾病, 最急性和急性死亡率可达 100%。自 2018 年 8 月我国确诊首例非洲猪瘟疫情以来, 全国 31 个省、自治区、直辖市和香港特别行政区都暴发了非洲猪瘟疫情, 对我国养猪业造成了巨大的损失。本文介绍了非洲猪瘟病原学、流行病学、诊断、疫苗研制的进展, 分析了非洲猪瘟防控现状, 提出了防控非洲猪瘟的目标、策略和措施, 希望能为我国防控和根除非洲猪瘟提供参考。

关键词 非洲猪瘟; 非洲猪瘟病毒; 防控; 生物安全; 根除

非洲猪瘟(African swine fever, ASF)是由非洲猪瘟病毒(African swine fever virus, ASFV)感染家猪或野猪引起的一种急性、热性、高度传染性疾病^[1]。ASF 原发于非洲, 蜱是其自然宿主和传播媒介, 该病病程短、死亡率高, 世界卫生组织(OIE)将其列为法定报告动物疫病, 我国将其列为一类动物疫病。家猪感染后的临床症状、病理变化和流行病学特点与急性猪瘟相似, 但更急剧, 一般表现为全身出血、呼吸障碍和神经症状, 最急性和急性死亡率可高达 100%。2018 年 8 月, 我国确诊首例 ASF 疫情^[2], 截至目前, 全国 31 个省、自治区、直辖市和香港特别行政区暴发了 ASF 疫情, 对我国养猪业造成了巨大损失。防控 ASF 缺乏有效的商用疫苗, 且部分地区野生动物已发现感染 ASFV, 如何在中国这样的养猪大国防控好 ASF、不断推进 ASF 根除和保证市场猪肉供给, 是我们面临的巨大挑战。

1 病原学

1.1 ASF 病毒和基因组

ASFV 是非洲猪瘟相关病毒科(Asfarviridae)非洲猪瘟病毒属(*Asfivirus*)的唯一成员, 也是唯一的虫媒 DNA 病毒^[3]。非洲猪瘟病毒颗粒形似正六边

形, 直径约为 200 nm, 主要由病毒囊膜(external envelope)、衣壳(capsid)、内膜(inner envelope)、内核心壳(core shell)和病毒基因组(genome)5 部分组成^[4]。ASFV 基因组为双链闭合线性 DNA 分子, 基因组大小为 170~194 kb, 含有 150~167 个开放阅读框(open reading frames, ORF)^[5], 编码 54 种结构蛋白和 100 多种非结构蛋白。Dixon 等^[6]研究发现 ASFV 基因组主要由 3 部分组成: 中间为比较稳定的基因区, 两端为可变区, 由串联重复序列和多基因家族构成, 末端由 37nt 部分碱基互补配对的发卡环结构与可变区相连。

1.2 ASFV 感染和复制

ASFV 主要通过消化道和呼吸道感染动物, 病毒进入机体后在扁桃体内增值, 随后随血液和淋巴入侵全身组织和器官, 引起出血、血栓、浆液性渗出和坏死等病变。ASFV 感染的靶细胞主要是单核-巨噬细胞, 通过巨胞饮或网格蛋白介导的内吞侵入, 在巨胞饮泡或内吞体内完成内体的成熟, 脱去病毒囊膜, 病毒内膜与内体膜融合, 暴露病毒基因组。基因组在胞质中进行复制、转录和翻译。基因组和蛋白质组装完成后通过动力蛋白运输到细胞膜附近, 经出芽释放到细胞外^[6]。

收稿日期: 2020-01-12

* 通讯作者

岳龙, 男, 1987 年生, 硕士, 兽医师。

1.3 ASFV 血清型和基因型

Malogolpvkin 等^[7]利用红细胞吸附抑制试验系统地分析了从 1961 年到 2009 年分离的 32 株 ASFV 的红细胞吸附特性,将其中具有红细胞吸附特性的分成了 8 个血清群。Quembo 等^[8]根据 *p72(B646L)* 基因末端约 500 bp 核苷酸序列的差异,对 ASFV 进行基因分型,目前分离的 AFSV 可被分为 24 种基因型。

2 流行病学

2.1 ASF 国际流行概况

1921 年,东非国家肯尼亚首次确认 ASF 疫情,随后 ASF 在撒哈拉以南地区长期流行,1957 年首次传入欧洲,首先在葡萄牙被发现,随后蔓延至法国、意大利、比利时、马耳他和荷兰等地,同一时期,美洲国家也相继暴发非洲猪瘟疫情,如古巴、巴西、多米尼加和海地。2007 年,ASFV 经船舶传入格鲁吉亚,随后传入亚美尼亚,阿塞拜疆和俄罗斯,并于高加索地区定殖。2012 年传入乌克兰,2013 年传入白俄罗斯。2014 年传入欧盟的立陶宛、波兰、拉脱维亚、爱沙尼亚,2016 年传入摩尔多瓦,2017 年传入捷克、罗马尼亚,2018 年欧洲比利时、保加利亚、匈牙利等国先后报道了野猪感染非洲猪瘟疫情。2018 年 8 月 3 日,中国确诊首例非洲猪瘟疫情^[9]。2019 年,越南、柬埔寨、朝鲜、蒙古国、中国香港、老挝、缅甸、韩国、印度尼西亚、菲律宾、东帝汶等国家和地区先后暴发非洲猪瘟疫情。根据世界卫生组织公告,截至 2019 年 12 月 19 日,ASF 在全球共有 25 个国家和地区流行,其中欧洲 11 个,包括保加利亚、比利时、匈牙利、拉脱维亚、摩尔多瓦、波兰、罗马尼亚、俄罗斯、塞尔维亚、斯洛伐克和乌克兰;亚洲 10 个,包括中国、印度尼西亚、朝鲜、韩国、老挝、缅甸、菲律宾、俄罗斯、东帝汶和越南;非洲 4 个,包括科特迪瓦、肯尼亚、南非和津巴布韦^[10]。

2.2 中国流行概况

ASFV 传入俄罗斯后以每年约 50 km 速度沿公路向远东地区推进,2017 年 3 月 31 日,俄罗斯官方宣布在伊尔库兹克州(Irkutsk)暴发了 ASF 疫情,距我国边境线仅有 1 000 km。2018 年 6 月中旬,辽宁省沈阳市某农场 400 头猪均出现高烧、虚弱、全身皮肤发红等急性临床症状,剖检发现脾脏明显肿大、淋巴结、脾脏、心脏、肾脏充血和全身出血等病理变化,同时在沈阳市北部等养殖场也出现了类似

症状的散发病例,最终确诊了我国首例 ASF 疫情^[9]。基因分析显示此毒株属于 ASFV 基因 II 型,其 *I73R* 和 *I329L* 基因之间有一段回文序列(TATATAGG),与俄罗斯克拉斯诺达尔(Krasnodar)2012 株和伊尔库兹克 2017 株同源率为 100%^[10-11]。ASFV 进入中国以后,跨省域快速传播,截至 2019 年 12 月 24 日,全国已有 31 个省、自治区和直辖市发生非洲猪瘟疫情 158 起,其中家猪 154 起,野猪 4 起,全国累计扑杀生猪 116 万头。另外,香港特别行政区发生 3 起疫情^[12]。

2.3 传染源和传播途径

猪是 ASFV 的唯一天然宿主,家猪和欧亚野猪对病毒敏感,非洲野猪(包括疣猪、大林猪和非洲野猪)感染后没有明显的临床症状,呈隐形带毒感染^[3]。ASFV 主要通过接触传播,其传播途径可概括为森林循环、蝉-猪循环、猪-猪循环和野猪-栖息地循环 4 个循环。ASFV 在我国的传播途径主要有 3 种:一是生猪产品跨区域调运,二是泔水喂猪,三是人员与车辆带毒传播。对于饲养密集的地区,还可能存在蚊蝇、老鼠、飞鸟等的机械传播。2014 年 ASFV 在东欧快速传播,一些生物安全水平较高的农场相继暴发疫情,并呈现一定的季节性,我国非洲猪瘟暴发地区同样存在类似的现象。Olesen 等^[14]使用含有 ASFV 病毒的血液饲喂螫蝇 3 d 后仍可在其头部和身体检测到 ASFV 的 DNA,这一研究提示蚊蝇等的机械传播可能在相距较近的养殖场之间的 ASFV 传播中起重要作用。

3 诊断方法

3.1 临床诊断

ASFV 自然感染的潜伏期一般为 3~15 d,也可长达 28 d^[5],根据引起的不同临床症状可分为最急性型、急性型、亚急性型、慢性型和亚临床型。我国主要为最急性型和急性型,猪只表现为没有任何临床症状的突然死亡,出现高热、精神不振、厌食、呼吸急促、耳、四肢和腹部皮肤发红发绀等症状,死亡率高。临床症状只可作为诊断 ASF 的参考,还需实验室检测进行确诊。在养殖场如发现疑似感染病例,禁止剖检病猪,防止 ASFV 病原暴露扩散,应尽快采集样本送有资质的检测机构进行实验室诊断。

3.2 实验室诊断

OIE 和 FAO 等国际组织推荐的 ASFV 实验室

检测方法主要分为病原学和血清学检测方法。病原学检测方法包括病毒分离红细胞吸附试验(VI-HAD)、直接免疫荧光试验(DIF)、免疫酶组化实验(IEH)、酶联免疫吸附试验(ELISA)、聚合酶链式反应实验(PCR)、荧光定量 PCR 和等温扩增技术(LAMP)等。VI-HAD、DIF、ELISA 等方法都会因为感染猪产生抗体后抗体与病毒形成抗原抗体复合物而导致检测敏感性降低,适合急性病例的诊断^[15]。PCR 和荧光定量 PCR 敏感性和特异性高,可检测多种样品,操作简单快速,是目前用于实验室诊断的主要方法。LAMP 可实现等温(60~65 ℃)条件下高效、特异、快速的扩增目的基因,适用于 ASFV 的现场诊断。血清学检测方法主要包括 ELISA(间接和阻断 ELISA)、免疫印迹试验(IB)、胶体金试纸条等,我国暴发的 ASFV 为高致病性病原,主要表现为最急性型和急性型,感染猪大多在产生抗体前已经死亡,所以血清学检测方法对于我国流行的 ASFV 检测适用性不强。

为快速诊断和排查我国 ASF 疫情,国内生物科技公司开发了大量的 ASFV 现场快速检测试剂盒,但质量参差不齐,2019 年中国动物疫病预防控制中心 2 次对这些企业生产的非洲猪瘟现场快速检测试剂进行评价^[16-17]。第 2 次评价推荐了荧光定量 PCR 类试剂盒 28 种,等温扩增类试剂盒 6 种,用于 ASFV 的现场快速检测评价,为基层实验室快速检测诊断 ASFV 提供了可靠的方法和试剂。

4 疫苗研究进展

4.1 疫苗研究概况

ASFV 虽然已经被发现 100 多年,但由于 ASFV 基因组大,病毒颗粒结构复杂,表达蛋白数量多,其与宿主的相互作用机制、入侵、复制和转录的机制、免疫逃避机制的研究还不够深入等因素^[18-19],阻碍了 ASF 疫苗的研制。

人们最早尝试研究灭活疫苗,但灭活疫苗没有保护作用。后来发现 p30、p54 和 p72 等蛋白可诱导机体产生中和抗体^[20],其他的一些内膜蛋白和囊膜蛋白也可诱导产生中和抗体,如 CD2v、p12、D117L 等^[21-22],但用这些蛋白制作的亚单位疫苗免疫动物只可提供部分保护力或不产生保护力^[23-25]。减毒活疫苗有些免疫后只对同源毒株具有保护作用,如 NH/P68 和 OURT88/3^[26],有些传代后发生变异不能

诱导机体产生免疫应答,如 ASFV-G/V 株^[27],有些免疫后动物出现慢性感染,如西班牙和葡萄牙所使用的减毒活疫苗^[28]。删除 AFSV 毒力基因 TK、UK、9GL 和 CD2v 等基因,或删除参与免疫逃避的基因 MGF 和 A238L 等基因的基因缺失疫苗大部分可对同源毒株产生 100%保护力^[27],有些甚至具有异源保护作用,如缺失 CD2v 的 BA71 毒株,可对基因 I 和 II 产生交叉保护^[29],研发基因缺失疫苗是未来研发 ASF 疫苗的重点方向。

4.2 国内疫苗研究进展

中国迫切需要 ASF 疫苗用于 ASF 的防控,哈尔滨兽医研究所承担了国家级 ASF 疫苗研制项目,步志高研究员于 2019 年 8 月在中国畜牧兽医学动物传染病学分会第十八次全国学术研讨会上介绍了我国 ASF 疫苗的研究进展。其采用敲除病毒毒力基因获得致弱的减毒活疫苗的研制策略,使用从黑龙江疫点分离的 HLJ/18 株作为疫苗株,敲除 MGF360 和 CD2v 基因,接种后强毒攻击猪只可存活 90%以上,猪只平均体温指数低于 3 d,存活猪只可阻断口、肛排毒,猪只体内组织病毒载量大幅下降,疫苗可有效阻断病毒流行传播。目前我国的 ASF 疫苗研究还处于中试工艺摸索和产品质量研究以及转基因生物安全评价阶段,距离疫苗商用还需要很长的一段时间。

5 防 控

5.1 防控现状

ASFV 传入我国后,能如此快速和大范围的传播与我国的生猪产业情况密切相关,其内在逻辑,一是生猪贸易调运频繁。我国幅员辽阔,京津、长三角和珠三角等地区是生猪的主要消费地区,东北、华北、两湖和四川是生猪的主产区,产区和消费区分离的现状导致生猪不断由生产区向消费区流动,另外,各地生猪价格差也促进了生猪的频繁调运。二是防控观念未能及时转变。我国一直采用重大动物疫病强制免疫的策略来防控重大动物疫病,每年春秋两季开展重大动物疫病集中免疫,在 ASFV 没有进入中国以前,这种策略的好处在于简单、实用,效果也非常有效,但 ASF 目前还没有有效的商用疫苗,这就导致这一策略对 ASF 防控完全无效。三是生物安全意识和设施落后。散养户的生物安全意识不高,生物安全设施落后,例如使用未经处理的泔

水喂猪,一些规模场的生物安全设施不健全,与生猪生产相关的饲料、屠宰、转运等行业和环节也存在从业人员的生物安全意识缺失和生物安全设施落后的问题。四是违法犯罪猖獗。农业农村部通报了一批专业“炒猪”团伙通过向养殖场(户)丢弃死猪,制造和传播养殖场(户)发生 ASF 疫情的舆论,再压低价格买猪等方式从事“炒猪”活动^[30]。还有一些不法分子因不同区域价格差,铤而走险,非法调运生猪。上述问题的改进和提升不是短期内可以完成的,将对我国防控和根除 ASF 产生巨大阻碍。

自我国暴发非洲猪瘟疫情以来,农业农村部出台了一系列防控、扑杀、补贴、调运、诊断等方面政策文件,有效地控制了非洲猪瘟疫情。但我们也要正视所面临的问题,按照目前的形势分析,我们无法在短期内根除 ASF,我国报道了 4 起 ASFV 感染野猪的疫情,表明 ASFV 已感染野生动物,必须要做好长期与 ASF 战斗的准备。目前在我国流行的 ASFV 毒株是基因 II 型,而频繁的国际贸易和与非洲等国家的日趋密切的交往,将提高其他基因型 ASFV 传入我国的风险,如果其他型 ASFV 再传入我国,届时,根除 ASFV 将会更加困难。受 ASF 疫情影响,生猪出栏数量急剧减少,生猪价格也相应从疫情暴发前的 14 元/kg 左右一度上涨到 40 元/kg。市场上猪肉短缺短期可以依靠进口解决,但中国生猪生产曾占世界的一半以上,面对巨大的消费缺口和稳价保供的要求,依靠进口不可持续,急需恢复生猪生产。在防控 ASF 疫情的同时恢复生猪生产是我们面临的巨大挑战。

5.2 防控目标

基于以上原因,我们防控 ASF 的短期目标是采取一切措施降低非洲猪瘟疫情暴发风险,长期目标是根除在我国流行的 ASFV,并防止其他基因型 ASFV 传入我国。

5.3 防控策略

应该采取全国联防联控,划分区域,因地制宜地采取相应措施逐步缩小疫区,最终实现根除的策略。

5.4 防控措施

1)制定科学的根除计划。中国幅员辽阔,各地防控形势和条件千差万别,要想实现根除 ASFV 的目标,国家层面应出台一套科学的根除计划,成体系、分步骤指挥和引导各地开展 ASF 防控和根除工

作,并加强监督,提高各地政策执行力和落地效果。

2)提高生物安全水平。目前,防控重大动物疫病的理念是“预防为主,防治结合”,在具体实施的过程中“预防为主”主要的做法是免疫重大动物疫病疫苗(国家逐步在推进重大动物疫病净化),对于生物安全的重视程度不够,但是 ASF 无法通过免疫来防治,唯一有效的方法是生物安全。提高饲养者的生物安全意识、提升养殖场生物安全管理水平和改善生物安全设施来防控 ASF 势在必行。从行业角度来看,养殖场、屠宰场、饲料场、车辆运输等生猪生产全产业链都应建立完善的生物安全体系,只有提升整个行业的生物安全级别,才能保证根除 ASFV 和其他重大动物疫病落到实处。

3)提升 ASF 监测能力和应急能力。应建立完善的 ASF 监测体系和应急队伍,通过现场排查、主动监测和被动监测及时发现和确诊 ASF 疫情,进行快速反应从而达到及时处置的目的。目前,很多地方的动物防疫机构不健全,人员配备不足,素质参差不齐,有些地方虽然配备了检测仪器,但是没有人员会使用。应强化各级动物疫控机构建设,配齐人员,通过培训提高人员素质和能力,不断提高动物疫病监测快速反应能力。

4)加强港口、机场和边境地区监管。严格管理国外船舶、飞机和列车的餐厨垃圾。对来自风险国家旅客行李所携带的猪肉及其产品进行严格的风险分析。加强边境地区野生动物管理。防止新的 ASFV 传入我国。

5)严厉打击违法犯罪。“炒猪”、非法调运等不法行为对 ASFV 的传播起了推波助澜的作用,严重影响了 ASF 的防控工作,应予以严厉打击,减少人为因素在 ASFV 传播过程中的不可控因素。

6 结 语

ASF 传入我国,对我国的养猪业构成了巨大威胁^[31]。其结构复杂,基因型和血清型多样,已初步呈现出全球流行趋势,且流行区域不断扩大,还没有可商用疫苗,疫苗研究困难重重,经济全球化带来的物流和人流跨区的快速转移^[32],都为 ASF 的防控和根除带来了巨大的挑战。我国是养猪大国,也是猪肉消费大国,在 ASF 的背景下如何快速恢复生产,满足人民对猪肉的需求,同样面临重重考验。只有通过转变防控观念,切实提高生猪生产相关的整

个行业的生物安全级别,提升整个产业链的防控效能,才能看到有效防控和根除 ASF 的希望。

参 考 文 献

- [1] 王功民,田克恭.非洲猪瘟[M].北京:中国农业出版社,2010
- [2] ZHOU XT,LI N,LUO YZ,et al.Emergence of African swine fever in China,2018[J].Transbound Emerg Dis,2018,65(6):1482-1484.
- [3] ALONSO C,BORCA M,DIXON L,et al.ICTV virus taxonomy profile:Asfarviridae[J].J Gen Virol,2018,99(5):613-614.
- [4] REVILLA Y,PEREZ-NUNEZ D,RIGHT J A.African swine fever virus biology and vaccine approaches [J].Adv Virus Res,2018 (100):41-74.
- [5] DIXON L K,CHAPMAN D A,NETHERTON C L,et al.African swine fever virus replication and genomics [J].Virus Res, 2013,173(1):3-14.
- [6] BREESE S J,DEBOER C J.Electron microscope observations of African swine fever virus in tissue culture cells [J].Virology, 1966,28(3):420-428.
- [7] MALOGOLPVKIN A,BURMAKINA G,TITOV L,et al.Comparative analysis of African swine fever virus genotypes and serogroups [J].Emerg Infect Dis,2015,21(2):312-315.
- [8] QUEMBO C J,JORI F,VOSLOO W,et al.Genetic characterization of African swine fever virus isolates from soft ticks at the wildlife/domestic interface in Mozambique and identification of a novel genotype[J].Transbound Emerg Dis,2018,65(2):420-431.
- [9] 王清华,任炜杰,包静月,等.我国首例非洲猪瘟的确诊[J/OL]. (2018-08-07)<http://kns.cnki.net/kcms/detail/37.1246.S.20180807.0908.002.html>.
- [10] OIE. Latest reports on African Swine Fever:Current situation (2018-2019) [EB/OL]. (2019-12-19).<http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/information-on-aquatic-and-terrestrial-animal-diseases/African-swine-fever/reports-on-asf>.
- [11] ZHOU X T,LI N,LOU Y Z,et al.Emergence of African swine fever in China (2018) [J].Transbound emerg did,2018,65(6): 1482-1484.
- [12] OIE. Exceptional epidemiological events:China (2019) [EB/OL]. (2019-12-26).https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Countryinformation/Countryreports.
- [13] 徐善之,田质高,陈飞.非洲猪瘟的流行、诊断及综合防治[J].畜牧兽医科技信息,2018(2):4-6.
- [14] OLESEN A S,LOHSE L,BOKLUND A,et al.Transmission of African swine fever virus from infected pigs by direct contact and aerosol routes[J].Veterinary microbiology,2017(211):92-102.
- [15] OIE.Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals 2009.African swine fever [EB/OL]. (2009-08-01).http://www.oie.int/eng/norms/mmanual/2008/pdf/2.08.01_1.15.1.htm.
- [16] 中国动物疫病预防控制中心. 关于公布第一批非洲猪瘟现场快速检测试剂评价结果的通知[Z].2019-01-04.
- [17] 中国动物疫病预防控制中心. 关于公布非洲猪瘟现场快速检测试剂名单的通知[Z].2019-06-11.
- [18] REVILLA Y,PEREZ-NUNEZ D,RIGHT J A.African swine fever virus biology and vaccine approaches [J].Adv Vrius Res,2018 (100):41-74.
- [19] ARIAS M,TORRE A,DIXON L,et al.Approaches and perspectives for development of African swine fever virus vaccines[J]. Vaccines,2017,5(4):35.
- [20] GALINDO I,ALONSO C.African swine feber virus:a review[J]. Viruses,2017,9(5):103.
- [21] GOMEZ-PUERTS P,RODRIGUEZ F,OVIEDO J M,et al.Neu-tralizing antibodies to different proteins of African swine fever virus inhaibit both virus attachment and internalization[J].J Vi-rool,1996,70(8):5689-5694.
- [22] ESCRIBANO J M,GALINDO I,ALORSO C.Antibody-mediated neutralization of African swine fever virus:myths and facts[J]. Virus Res,2013,173(1):101-109.
- [23] GOMEZ-PUERTAS P,RODRIGUEZ F,OVIEDO J M,et al.The African swine fever virus proteins p54 and p30 are involved in two distinct steps of virus attachment and both contribute to the antibody-mediated protective immune response[J].Virology,1998,243(2):461-471.
- [24] NEILAN J G,ZSAK L,LU Z,et al.Neuetralizing antibodies to African swine fever virus proteins p30, p54, and p72 are not sufficient for antibody-mediated protection [J]. Virology, 2004,319(2):337-342.
- [25] RUIZ-GONZALVO F,RODRIGUEZ F,ESCRIBANO J M.Functional and immunological properties of the baculovirus-expressed hemagglutinin of African swine fever virus[J].Virology, 1996,218(1):285-289.
- [26] ARIAS M,TORRE A,DIXON L,et al.A pproaches and perspectives for development of African swine fever virus vaccines[J]. Vaccines,2017,5(4):35.
- [27] KRUG P W,HOLINKA L G,DONNELL V,et al.The progressive adaptation of a Georgian isolate of African swine fever virus to Vero cells leads to a gradual attenuation of virulence in swine corresponding to major modifications of the viral genome [J].J Virol,2015,89(4):2324-2332.
- [28] 王涛,孙元,罗玉子,等.非洲猪瘟防控及疫苗研发:挑战与对策 [J].生物工程学报,2018,34(12):1931-1942.
- [29] MONTEAGUDO P L,LACASTA A,LOPEZ E,et al.BA71ΔCD2 :a new recombinant live attenuated African swine fever virus with cross-protective capabilities[J].J Virol,2017,91(21):76.
- [30] 农业农村部.农业农村部办公厅关于打击和防范“炒猪”行为保障生猪养殖业生产安全的通知[Z].2019-07-11.
- [31] 罗玉子,孙元,王涛,等.非洲猪瘟——我国养猪业的重大威胁 [J].中国农业科学,2018,51(21):4177-4187.
- [32] 仇华吉.非洲猪瘟对我国养猪业的影响与防控建议[J].中国兽药杂志,2018,52(11):1-4.

【责任编辑:刘少雷】