

李超, 戴美霞, 王双翔, 等. 赤羽病通过云南边境地区活牛走私传入我国的定量风险评估 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (11): 94-99.

LI C, DAI M X, WANG S X, et al. Quantitative risk assessment of Akabane disease imported into China through live cattle smuggling in Yunnan border areas [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2024, 56 (11): 94-99.

赤羽病通过云南边境地区活牛走私传入我国的定量风险评估

李超^{1,2#}, 戴美霞^{3#}, 王双翔¹, 独佳芸¹, 黄克和¹, 张毅^{3*}, 薛峰^{1*}

(1. 南京农业大学动物医学院, 江苏 南京 210095;

2. 中国动物卫生与流行病学中心/农业农村部动物生物安全风险预警及防控重点实验室(南方)/

青岛市动物生物安全重点实验室, 山东 青岛 266032;

3. 遵义医科大学, 贵州 遵义 563004)

摘要: 为分析评估云南边境地区活牛走私传入赤羽病的可能性, 收集整理云南边境地区活牛非法调入数量等信息, 利用“情景树”法建立传入风险随机模型并进行仿真分析。结果显示: 每走私调入1头境外活牛, 赤羽病传入我国的概率为50.37% (95% CI: 41.64%~60.29%), 每年约有76头感染赤羽病的活牛自云南边境走私进入我国, 境外活牛走私导致赤羽病传入我国的风险仍不容忽视, 赤羽病通过境外活牛走私传入我国的风险取决于境外活牛被我国海关查获并无害化处理的可能性, 建议加强边境的管控力度和海关的查获力度。本研究对赤羽病通过云南边境地区活牛走私传入我国的风险进行了定量评估研究, 为我国防范赤羽病的境外传入提供了重要的数据支撑。

关键词: 赤羽病; 定量风险评估; 活牛; 走私

中图分类号: S852.6 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2024)11-0094-06

Quantitative risk assessment of Akabane disease imported into China through live cattle smuggling in Yunnan border areas

LI Chao^{1,2#}, DAI Meixia^{3#}, WANG Shuangxiang¹, DU Jiayun¹, HUANG Kehe¹, ZHANG Yi^{3*}, XUE Feng^{1*}

(1. College of Veterinary Medicine, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. China Animal Health and Epidemiology Center/Key Laboratory of Animal Biosafety Risk Prevention and Control (South), Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Key Laboratory of Animal Biosafety of Qingdao City, Qingdao 266032, China;

3. Zunyi Medical University, Zunyi 563004, China)

Abstract: This study was to analyze and assess the potential risk of smuggling live cattle infected with Akabane disease into the Yunnan border regions. Related data were gathered and organized pertinent on the illicit importation of livestock in those areas. Leveraging the “scenario tree” approach, we constructed a stochastic model to forecast the risk of disease transmission and conducted simulations. Our findings revealed that, for each smuggled foreign live cattle, the likelihood of Akabane disease infiltrating China stood at 50.37%, with a 95% confidence interval (CI) ranging from 42.11% to 60.26%. We further estimated that approximately 76 infected cattle entered China annually through smuggling routes in the Yunnan border regions. The continued risk of Akabane disease entering China via smuggling foreign live cattle remained considerable, contingent upon the probability of these animals being intercepted and undergoing safe disposal by Chinese customs. Consequently, we strongly recommended that border control and customs interception efforts be enhanced and promoted. This study offered a quantitative evaluation of the risk posed by smuggling live cattle infected with Akabane disease into China through Yunnan border regions, and provided crucial data to support efforts in preventing the foreign transmission of this disease into China.

Keywords: Akabane disease; quantitative risk assessment; live cattle; smuggle

收稿日期: 2024-04-26; 修回日期: 2024-09-02

基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YFD1800500); 黔科合基础-ZK[2023]重点057项目

第一作者: 李超, 男, 博士研究生, 高级兽医师; 戴美霞, 女, 硕士研究生。[#]共同第一作者

*通信作者: 薛峰, 博士, 教授, 主要从事兽医微生物致病机制与防控研究, E-mail: xuefeng@njau.edu.cn; 张毅, 博士, 副研究员, 主要从事病原学及流行病学研究, E-mail: zhangyizmu@163.com。

赤羽病又称阿卡斑病,是由布尼亚病毒科正布尼亚病毒属的赤羽病病毒(AKAV)感染牛、绵羊、山羊引起的一种非接触性传染的病毒性反刍动物疫病,主要通过蚊虫和库蠓等媒介昆虫传播,也可通过子宫内感染垂直传播,临床上主要以怀孕母畜繁殖障碍以及新生动物关节弯曲和积水性无脑症为特征,因该病于1949年在日本群马县赤羽村发生而得名^[1]。牛赤羽病被我国列为三类动物疫病,也被《中华人民共和国进境动物检疫疫病名录》列为二类传染病,为我国口岸重点防范和检疫的跨境动物疫病^[1]。

跨境动物疫病传入定量风险评估是描述跨境动物疫病由高风险区传入低风险区的生物学途径,并对传入过程发生的概率以数值形式进行计算和描述的过程。跨境动物疫病传入定量风险评估的主要研究内容是跨境动物疫病传入的途径和传入的概率,开展跨境动物疫病传入定量风险评估研究,可了解和掌握跨境动物疫病传播风险的大小、具体传入路径以及影响传入风险的关键因素,可针对性制定降低风险的有效措施,对于防范跨境动物疫病传入起到重要技术支撑作用^[2-3]。澳大利亚、日本等国家为赤羽病疫情高发国家,给当地畜牧业生产造成一定的经济损失,赤羽病通过活牛和牛相关产品进口等合法途径经口岸传入我国的风险不容忽视,同时,赤羽病通过动物和动物产品的非法贸易传入我国的风险在不断加大。

为分析评估赤羽病通过活牛走私传入我国的可能性,我们对云南省边境地区的活牛非法调运情况开展了实地调查。云南省位于我国西南边境,是全国边境线最长的省份之一,有8个州(市)的25个边境县分别与缅甸、老挝和越南交界,并且边界间缺乏自然屏障,接壤县市之间贸易往来频繁,动物及动物产品跨区域流动频繁。根据寇美玲等^[4]对2019—2020年云南省边境地区牛赤羽病血清学调查结果显示,2019年从境外入境云南边境牛群的1020份样本中存在阳性样本330份,抗体阳性率为32.35%;2020年从境外入境云南边境牛群的1624份样本中存在阳性样本588份,抗体阳性率为36.20%。受国内市场需求和价格差异等影响,在与缅甸、老挝接壤的云南边境地区,活牛走私现象屡禁不止,赤羽病通过活牛走私由高风险区传入低风险区的风险不断增大,活牛走私已经成为赤羽病传入我国的主要可能风险途径之一。

本研究旨在通过定量分析境外活牛走私引发赤羽病传入的可能性,为我国防范赤羽病的境外传入提供了重要的数据支撑。

1 材料与方法

1.1 数据获取

2023年8月,南京农业大学联合中国动物卫生与流行病学中心、遵义医科大学、云南省动物疫病预防控制中心等单位,实地走访了云南省西双版纳、普洱市等地。通过访谈、座谈、现场调查、观察调查和获取机构现有数据等方法在养殖场户、育肥场、边境动物交易市场、边境动物疫情监测站、当地疫控中心以及边境国界交界处等地进行实地走访和调查,获取非法调入活牛的数量、路径等信息,查阅相关文献,获取云南边境地区境外活牛赤羽病感染和流行情况的有关数据。

1.2 情景树分析

参照文献^[5-6]中所列的风险分析方法,根据现场调查获取的信息,进行情景树分析,建立赤羽病通过活牛走私传入我国的风险路径图。

1.3 风险分析

利用Excel建立随机模型,得出赤羽病通过活牛走私传入我国的风险;用@Risk对风险路径图中的不同参数选用相应的概率分布进行模拟。

1.4 蒙特卡洛仿真计算

对模型进行蒙特卡洛仿真计算,并对模型进行敏感性分析,其中, P_s 为非法调入活牛导致赤羽病进入云南边境地区活牛集散地或批发市场的风险; P_r 为赤羽病通过活牛非法调运从境外进入云南边境地区养殖户或育肥场的风险; P_c 为走私活牛被海关查获并无害化处理导致赤羽病传入的风险; P_d 为活牛在运输途中死亡或走私导致赤羽病传入的风险; P_t 为赤羽病通过境外活牛(每头)走私传入我国的风险; n 为每年调入感染赤羽病活牛的数量; N 为非法调入活牛的数量; P_1 为境外牛群赤羽病的流行率; P_2 为非法调入活牛在我国境内死亡或丢失的可能性; P_3 为非法调入活牛被海关查获并无害化处理的可能性; P_4 为境外活牛入境后被养殖场户育肥的比例; P_5 为非法调入活牛在边境牛集散地或批发市场被出售的比例; P_6 为死亡或丢失的非法调入牛向野生活牛传播赤羽病的风险; P_7 为海关处理的牛尸体中赤羽病病毒存活并散播的可能性。

按下列公式计算有关风险指标: $P_s = P_1 \times P_5$,
 $P_r = P_1 \times P_4$, $P_c = P_1 \times P_3 \times P_7$, $P_d = P_1 \times P_2 \times P_6$, $P_t = P_s + P_r + P_c + P_d$, n = 二项分布(Binomial)(N , P_t)。

1.5 模型敏感性分析

采用逐步回归法对传入风险(P_t)进行敏感性分析,分别计算境外活牛被我国海关查获并无害化处

理的可能性等 7 个因素的相关系数，并根据计算所得出的 7 个因素相关系数大小判断对赤羽病通过境外活牛调运传入我国风险结果的影响。

2 结果与分析

2.1 非法入境活牛数量分析

新冠疫情后，出于疫情防控的需要，云南省边境地区开始架设铁丝网等防护设施，跨境动物的移动数量大量减少，疫情对于动物跨境移动的影响很大，疫情后活牛走私数量下降明显。特别是走私的规模，疫情后走私的数量普遍只有疫情前的 1% 左右，约 1.5 万头。走私牛主要来源于印度、缅甸、巴基斯坦等国，主要通过西双版纳、普洱、德宏、临沧等边境市入境。

2.2 非法调入境外活牛过程中相关事件概率和数量分布

情景 1：境外活牛跨越云南边境进入我国的非法调运时间一般需要 2~3 d，可能在非法调运过程中丢失或死亡。

情景 2：丢失或死亡的牛若感染赤羽病，可将赤羽病病毒传播给其他边境地区的活牛。

情景 3：在活牛走私过程中被我国海关工作人员发现。

情景 4：在海关处理走私牛过程中赤羽病病毒也可能在动物尸体或库蠓等虫媒中存活，并向当地牛传播。

情景 5：大部分非法调入活牛会在边境经集散地和批发市场销售，一部分活牛会被边境地区的养殖户购买后再育肥。

根据现场访谈结果，由当地疫病预防控制机构和动物卫生监督机构专家估算各情景下相关事件发生概率，相关事件概率和数量分布见表 1。

2.3 赤羽病通过活牛走私传入我国的风险路径分析

根据现场调查获取的信息，进行情景树分析，绘制赤羽病通过活牛走私传入我国的风险路径图（见图 1）。

表 1 非法调入境外活牛过程中相关事件概率和数量分布

类别	概率/数量		
	最小	最可能	最大
境外活牛在山中转运丢失或死亡的可能性/%	0.30	0.50	0.74
尸体或丢失的活牛向野生动物传播赤羽病的可能性/%	0.02	0.04	0.06
境外走私活牛被我国海关发现的可能性/%	1	3	5
赤羽病在我国海关处理的牛尸体中存活并散播的可能性/%	10	15	20
直接在我国农户或育肥场中育肥的境外活牛比例/%	15	20	25
境外活牛在边境经集散地和批发市场销售的比例/%	75	80	85
疫情前每年调入活牛的数量/万头	165	175	180
疫情后每年调入活牛的数量/万头	1	1.5	2

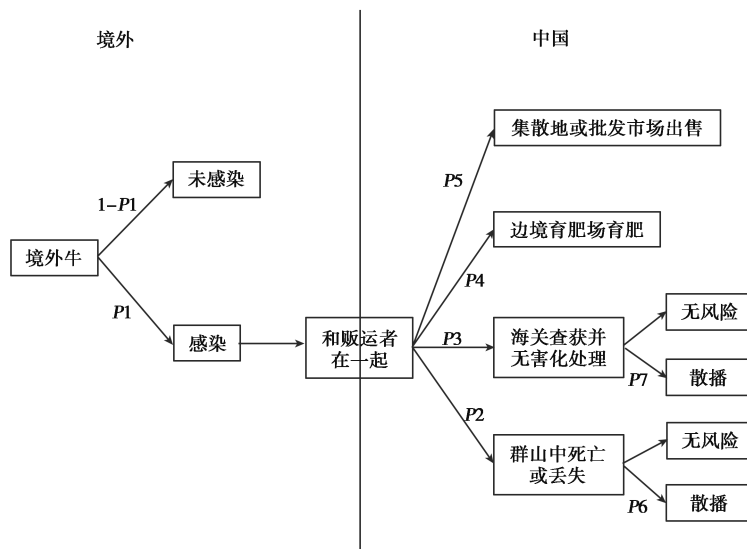


图 1 赤羽病通过活牛走私传入我国的风险路径图

2.4 境外活牛调入云南省过程模型参数

过活牛走私传入我国的风险路径图，获得境外活牛调入云南省过程模型参数（见表2）。

根据现场调查获取的信息，结合绘制的赤羽病通

表2 境外活牛调入云南省过程模型参数

参数	描述	分布/公式
P1	入境的境外活牛中赤羽病的流行率 ¹⁾ /%	Beta (918+1, 2 644-918+1)
P2	在我国境内群山中死亡或丢失的境外活牛比例/%	Pert (0.30, 0.50, 0.74)
P3	被我国海关查获并无害化处理的境外活牛比例/%	Pert (1, 3, 5)
P4	直接在我国边境农户或育肥场育肥的境外活牛比例/%	Pert (15, 20, 25)
P5	在边境活畜集散地或批发市场出售的境外活牛比例/%	Pert (75, 80, 85)
P6	死亡或丢失的牛向野生动物传播赤羽病的风险/%	Pert (0.02, 0.04, 0.06)
P7	我国海关处理的牛尸体中赤羽病病毒存活并散播的可能性/%	Pert (10, 15, 20)
N1	疫情前每年非官方入境活牛的数量/万头	Pert (165, 175, 180)
N2	疫情后每年非官方入境活牛的数量/万头	Pert (1, 1.5, 2)

注：¹⁾根据寇美玲等^[4]对云南边境调入牛监测结果模拟。

2.5 赤羽病通过境外活牛走私传入我国的风险

值为50.37%（95% CI：41.64%~60.29%），即从云南边境非法途径进入我国的境外活牛中约有50.37%的活牛感染赤羽病（见图2）。

蒙特卡洛仿真结果显示，通过1 000次迭代，从云南边境地区每走私1头活牛传入赤羽病的风险平均

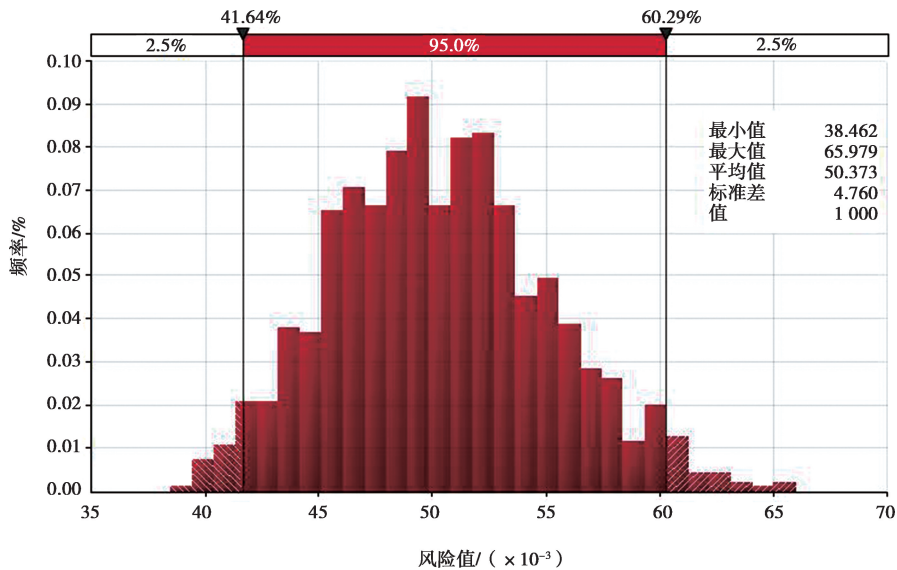


图2 赤羽病通过境外活牛（每头）调运传入我国的风险分布

2.6 模型的敏感性分析

感性分析结果提示，应加强口岸和海关检疫力度，加强对非法走私活牛活动的打击力度，上述举措对于防控赤羽病通过非法走私活动传入我国具有重要作用。

结果显示，境外活牛被我国海关查获并无害化处理的可能性相关系数值最大，为0.84（见图3）。敏

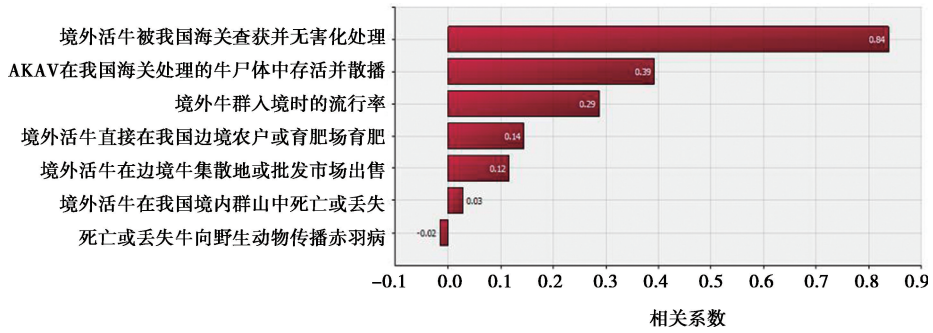


图3 赤羽病通过境外活牛调运传入我国的风险敏感性分析

2.7 疫情前后每年调入 AKAV 感染牛数量

蒙特卡洛 1 000 次迭代仿真结果显示，新冠肺炎疫情前每年平均有 8 777 头（95% CI，7 213~10 541 头）感染赤羽病的境外活牛通过非法途径进入我国，

仿真结果见图 4A；新冠肺炎疫情后每年平均有 76 头（95% CI，53~100 头）感染赤羽病的境外活牛通过非法途径进入我国，仿真结果见图 4B，新冠肺炎疫情后的数量只有疫情前的 0.87%。

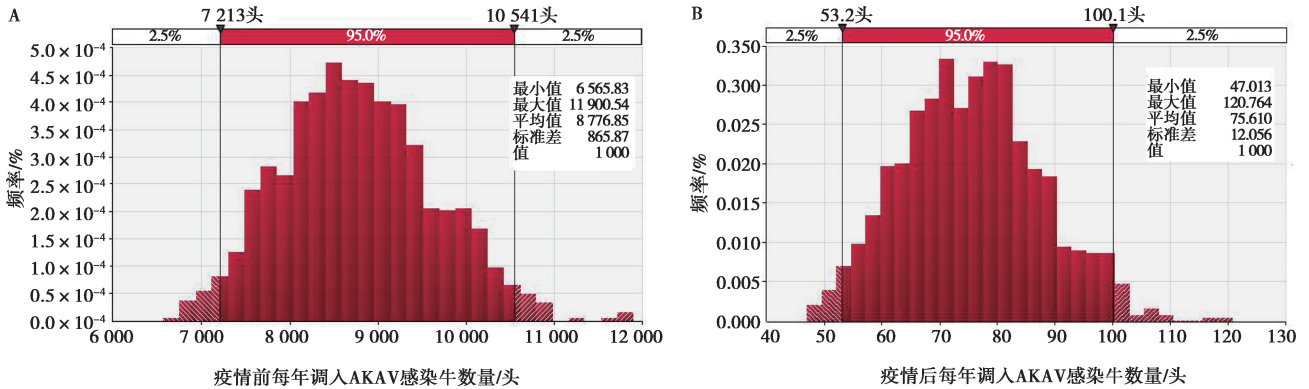


图4 新冠肺炎疫情前 (A)、后 (B) 每年从境外进入我国的赤羽病感染牛数量分布

3 讨论

赤羽病是一种能够显著降低母畜生产效率，危害我国畜牧业生产安全的重要虫媒病。云南省位于热带和亚热带交界地区，其气候适合蚊虫、库蠓等媒介昆虫的生存，加大了赤羽病传播和流行的风险。根据课题组前期对我国部分地区牛赤羽病回溯性监测结果显示^[7]，2020—2022 年云南省的牛赤羽病血清学阳性率分别为 26.7%、95.0%、47.5%。云南省与缅甸、老挝、越南等国家接壤，且很多地区没有天然的隔离屏障，赤羽病易于通过边境地区动物走私交易跨境传播，加大了云南省赤羽病感染和流行的复杂程度。由于新冠肺炎疫情防控的原因，云南边境地区人为设置了大量的物理隔离，间接的影响了牲畜的交易和走私。根据我们的现场调查结果表明，由于疫情和设置物理隔离屏障的影响，牛羊的跨境走私量大幅度减少，感染赤羽病的牛通过走私传入我国的风险也在降

低。但需要指出的是，云南省的气候条件适合赤羽病媒介昆虫的生长与繁衍，会加剧赤羽病在该地区的传播和循环。

近年来，国内外部分研究结合国际动物疫病风险评估模型和动物疫病流行情况探索开展了一些关于口蹄疫、非洲猪瘟、新城疫、沙门菌等动物疫病的传入定量风险评估研究。杨宏琳等^[6]对云南中缅边境活牛走私情况开展了现场调查，收集境外口蹄疫感染和流行情况，建立了口蹄疫通过活牛走私传入我国云南地区的风险路径图，得出了每从境外走私 1 头活牛，口蹄疫随走私活牛传入我国的概率为 0.81% 的评估结论。李建军等^[8]对禽伤寒沙门菌通过动物产品进口传入我国的概率进行了定量风险评估，得出了当鸡肉胴体携带的禽伤寒沙门菌流行率为 0.05 时，禽伤寒沙门菌通过动物产品进口传入我国的概率为 0.1% 左右的风险评估结论。MUÑOZ-PÉREZ 等^[9]对非洲猪瘟通过合法活猪进口传入西班牙的概率开展了定量

风险评估, 得出了非洲猪瘟通过活猪进口传入西班牙的概率极低, 仅为 1.07×10^{-4} 的风险评估结论。上述定量风险评估结果为防范跨境动物疫病随着动物和动物产品的流通而由高风险区传入低风险区起到数据支撑作用, 也为制定相应的跨境动物疫病防控政策提供了数据参考。

本研究收集整理云南边境地区活牛非法调入数量等数据, 利用“情景树”法建立了传入风险随机模型并进行了仿真分析, 对赤羽病通过云南边境地区活牛走私传入我国的风险开展了定量评估研究。本研究的评估结果表明, 每走私调入1头境外活牛, 赤羽病传入我国的概率为 50.37% (95% CI: 41.64% ~ 60.29%), 每年约有76头感染赤羽病的活牛自云南边境走私进入我国, 赤羽病通过境外活牛走私传入我国的风险取决于境外活牛被我国海关查获并无害化处理的可能性。因此, 我们要持续关注跨境的牛走私和边境地区走私牛和当地牛赤羽病的带毒情况, 建议加强检疫监督, 大力打击境外活牛走私, 从而降低赤羽病传入我国的风险。

参考文献:

[1] 李超, 薛峰, 王楷成, 等. 赤羽病的流行与防控研究进展 [J].

动物医学进展, 2023 (6): 96-100.

- [2] 李超, 戴美霞, 王素春, 等. 跨境动物疫病传入定量风险评估研究简析 [J]. 中国动物检疫, 2023, 40 (12): 68-72.
- [3] MARTÍNEZ-LÓPEZ B, PEREZ A M, DE LA TORRE A, et al. Quantitative risk assessment of foot-and-mouth disease introduction into Spain via importation of live animals [J]. Prev Vet Med, 2008, 86 (1/2): 43-56.
- [4] 寇美玲, 谢佳芮, 苗海生. 云南省边境地区牛阿卡斑病毒血清学调查 [J]. 中国动物检疫, 2022, 39 (7): 11-15.
- [5] 李超, 沈朝建, 魏玉荣, 等. 2021—2022年赤羽病通过牛羊调运传入山东省的定量风险评估研究 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (2): 98-103.
- [6] 杨宏琳, 曾邦权, 何基保, 等. 口蹄疫通过云南中缅边境活牛走私传入我国的定量风险评估 [J]. 中国动物检疫, 2020 (12): 3-8.
- [7] 李超, 池田英, 李博文, 等. 2020—2022年我国部分地区牛赤羽病回溯性监测与分析 [J]. 中国动物检疫, 2023, 40 (12): 12-15.
- [8] 李建军, 高梦昭, 邓柯, 等. 进口鸡肉传带禽伤寒沙门氏菌的定量风险评估 [J]. 中国动物检疫, 2021 (1): 30-34.
- [9] MUÑOZ-PÉREZ C, BOSCH J, ITO S, et al. Quantitative risk assessment of African swine fever introduction into Spain by legal import of live pigs [J]. Pathogens, 2022, 11 (1): 76.