

布鲁氏菌病概述及防控对策

张建华

(榆林市定边县农业农村局, 陕西 榆林 718600)

摘要: 布鲁氏菌病, 简称布病, 是最常见的人畜共患疾病之一, 是一种由布鲁氏菌属 (*Brucella*) 的细菌感染机体引起的传染-变态反应性人畜共患病, 严重危害到畜牧业的发展和人类的健康。由于布鲁氏菌病的根除是一项昂贵、耗时且劳动密集型的工程, 这些战略和措施在资源有限的国家难以有效实施, 目前只有少数发达国家实现了动物布鲁氏菌病的消除, 而在发展中国家, 布鲁氏菌病的感染及防控仍然是一个严重的问题。现对布病的生理特征、在陕西地区的流行情况及对家畜的危害进行分析总结, 并提出相应的防控策略, 旨在更进一步提高布病的防控意识, 更有效科学的进行布病防控。

关键词: 布鲁氏菌病; 流行情况; 防控策略

[中图分类号] S853.31 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2023)05-0122-05

Summary and Prevention and Control Measures of Brucellosis

ZHANG Jianhua

(Dingbian County Agriculture and Rural Bureau, Yulin Shaanxi 718600, China)

Abstract: As one of the most common zoonotic diseases in the world, brucellosis is a kind of infectious-allergic zoonosis caused by *Brucella* bacteria, which seriously harms the development of animal husbandry and human health. As the eradication of brucellosis is an expensive, time-consuming and labor-intensive project, these strategies and measures are difficult to implement effectively in countries with limited resources. At present, only a few developed countries have achieved the elimination of animal brucellosis, the infection and control of brucellosis is still a serious problem in developing countries. This paper analyzes and summarizes the physiological characteristics of brucellosis, the epidemic situation in Shaanxi and the harm to livestock, and puts forward the corresponding prevention and control strategies, to further improve the awareness of brucellosis prevention and control, more effective and scientific prevention and control of brucellosis.

Key words: brucellosis; epidemic situation; prevention and control strategy

1 布鲁氏菌生理特征

1.1 布鲁氏菌特点

布氏杆菌是革兰氏阴性需氧杆菌。分类上为布氏杆菌属, 本属细菌为非抗酸性, 无芽胞, 无荚膜, 无鞭毛, 呈球杆状, 体长 $0.6 \sim 1.5 \mu\text{m}$, 直径 $0.5 \sim 0.7 \mu\text{m}$, 为非芽胞型病原菌。布鲁氏菌对光、热、链霉素、氯霉素和四环素以及常用化学消毒剂等均很敏感, 阳光照射 20 min, 湿热 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 30 min, $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 10 min, 3% 漂白粉澄清液数分钟就可将其杀死, 但其对低温的抵抗力较强, 冰冻状态下可存活数月, 水中可存活 5 d 至 4 个月, 在病畜的脏器和分泌物中, 一

般能存活 4 个月左右, 在食品中约能生存 2 个月, 鲜乳中能存活 10 d, 在土壤中可存活 2~5 d, 粪便中夏季可存活 1~3 d。

1.2 布鲁氏菌类型

目前在布鲁氏菌属中发现了 12 种感染不同野生动物和家畜的, 根据其致病性和首选宿主, 分为 *Brucella abortus* (牛)、*B. melitensis* (山羊和绵羊)、*B. ovis* (公羊)、*B. canis* (狗)、*B. suis* (猪) 和 *B. neotomae* (普通田鼠、沙漠林鼠)。人类最流行的致病菌为羊种 *B. melitensis*、猪种 *B. suis* 和牛种流产型布氏杆菌 (*B. abortus*)。从人类机体分离出的布氏菌是 *B. inopinata* 和 *B. papionis* sp. Nov, 此外从狒狒身上发现了新的类布鲁氏菌 (*Papio* spp.)。近几年还发现了以两种海洋哺乳动物作为首选宿主的布氏菌属: 海豚、江豚、鲸鱼 (*Brucella* spp., *B. ceti*) 以及海象和海豹种 (*B. pinnipedialis*)。

[收稿日期] 2023-04-09

[作者简介] 张建华 (1985-), 女, 陕西宝鸡人, 本科, 兽医师。主要从事基层动物疾病防治、动物检疫及畜牧技术推广工作。E-mail: 136968583@qq.com

1.3 布鲁氏菌感染特征

动物感染布氏杆菌后,剖检常见的病变是胎衣部分或全部呈黄色胶样浸润,其中有部分覆有纤维蛋白和脓液,胎衣增厚并有出血点。流产胎儿主要为败血症病变,浆膜与黏膜有出血点与出血斑,皮下和肌肉间发生浆液性浸润,脾脏和淋巴结肿大,肝脏中出现坏死灶。公羊得病时,可发生化脓性坏死性睾丸炎和附睾炎,睾丸肿大,后期睾丸萎缩。

Bucella 作为一种兼性胞内病原体,可以颠覆免疫系统,与宿主的免疫细胞建立了密切的关系,使得病原体能够维持慢性感染,这往往会使治疗和诊断变得困难。布鲁氏菌通过接触粘膜或吸入、针刺等穿刺伤口以及摄入来感染人类宿主,进入机体后,布鲁氏菌属可以在巨噬细胞内增殖并逃避宿主防御机制,因为其特殊的荚膜结构,可免受吞噬细胞的吞噬销毁,对淋巴网状系统和生殖系统表现出强烈的组织趋向性,通过细胞趋向性传播到首选组织,例如孕妇的胎盘滋养层细胞、胎儿肺、网状内皮系统和生殖道,经淋巴管到达淋巴结,繁殖到若干数量后,突破淋巴结屏障进入血液循环,导致机体出现菌血症,随后侵入至脾脏、肝脏、骨髓等细胞寄生。其细胞内的寄生方式限制了对先天性和获得性免疫反应的暴露,使机体免受抗生素的影响。人类布鲁氏菌感染通常用联合抗生素疗法治疗,但布鲁氏菌通过颠覆免疫系统维持慢性感染,感染的治疗缓解既不确定也不迅速,治疗可能会延长,并伴有不良副作用。

2 布鲁氏菌病的危害

2.1 布鲁氏菌病在陕西的流行近况

布病作为世界范围内最常见的人畜共患病之一,不仅给畜牧业造成巨大的经济损失,同时也严重威胁到人类健康。世界卫生组织(WHO)和世界动物卫生组织(OIE)虽已提出控制或根除布病的战略或措施,但只有一些发达国家实现了消灭动物布病。1905年,重庆首次报告布病的发生,2004年以后,疫区从北部牧场省份扩大到南部沿海和西南部地区,但仍主要是在牧区流行(Zhang RJ 2018),目前布病在全国 29 个省市区均有不同程度的流行。从全国范围来看,2009~2018 年这 10 年间,2014 年为发病高峰,排在前三位的省份分别为内蒙古(40.578 8/10 万)、新疆(33.0257/10 万)、宁夏(31.535 2/10 万),发病均集中在以畜牧业为主的北方地区。

陕西省地处我国西北部,按地理环境分为陕北、关中和陕南,其中陕北以农业和牧业为主。陕西省曾于 20 世纪 60~70 年代在陕北和关中渭南、咸阳

等地有较大范围布病流行,20 世纪 80 年代得到基本控制,1996 年布病再度暴发。在 2008~2018 年,陕西省共报告人间布病病例 10 007 例,无死亡病例,年发病率在 1.55/10 万~4.08/10 万之间,平均为 2.41/10 万,2014 年为发病高峰,与全国范围的布病流行率基本一致。值得注意的是,陕西省 10 个地市均有布病病例报告,病例累计较多的市是榆林市(5132 例,51.28%)、渭南市(2221 例,22.19%)和延安市(1276 例,12.75%),3 市共占病例总数的 86.23%,从近几年榆林市布病在人间流行情况来看,2016 年最高,2020 年最低,2022 年人间新增布病病例 674 例,较 2020 年增加了 95%,且各年报告的发病率均高于陕西省全省的报告水平。渭南市 2008~2014 年的布病流行情况血清学调差分析显示,阳性率为 0.71%,其中羊上检出布病的阳性率相对牛高一些,分别是 0.82%和 0.30%。

关中地区 2016—2019 年的布病流行情况调查结果显示:整体上来看,关中地区布病流行逐年降低,从 2016 年的 4.12%,降到了到 2019 年的 0.75%,与未央区布病阳性率基本一致,2016—2020 年西安市未央区牛布病的阳性率为 0.409%,羊布病的阳性率为 0.796%,牛羊布病阳性率均高于国家稳定控制区标准(牛 0.1%、羊 0.2%),但低于全国平均水平上线 1.78%。此外,关中地区不同地区呈现较为明显的差异,中北部年平均个体阳性率为 0.53%(34/6358),东部年平均个体阳性率为 0.19%(13/6736),南部年平均个体阳性率为 0.39%(9/2512),西部年平均个体阳性率为 1.29%(27/2089)。

综合来看,布病阳性率高的地区主要集中在陕北、关中北部和西部,关中地区的羊群主要集中在北部、西部两个区域,约占全市羊总存栏量的 80.8%,小型养殖户在未进行产地检疫的情况下,自由交易的情况较多,加剧了陕北及渭南等关中北部、西部区域布病频发,加上小型散养农户对布病的防控意识薄弱,外源养只购入后,直接与现有羊群混合饲养,未进行有效隔离,且防护经验不足、防护措施落实到位,也使得布病的有效防控难上加难。

3 布鲁氏菌病对畜牧业的危害

牲畜感染布鲁氏菌病会导致两性不孕和晚期流产、牛奶产量下降以及生产力下降等,从而引发较大的经济损失。布鲁氏菌病多为隐性感染,这种疾病会导致怀孕动物流产,而在非怀孕动物中,这种感染是无症状的,可能会在它们的一生中继续感染。

怀胎母羊感染布鲁氏菌后,通常在怀胎 4 个月

后出现流产状况,且在前3个月没有特别明显的症状,流产的母羊还有可能出现胎衣不下,继而发生子宫内膜炎的情况。妊娠期间的母牛感染布鲁氏菌后,乳房会表现出不同程度的肿胀、大颗红色结节等症状,并且会在怀胎5~7个月后流产,即便顺利产仔,其存活率也非常低。感染布病的母羊和母牛首先会出现厌食、体温升高等症状,随后表现为不愿站立、摄入食物减少和突发流产。感染疫病的未妊娠母畜通常会出现关节炎、乳房炎等问题,公畜感染症状多表现为睾丸炎、睾丸上缩、关节炎、滑液囊炎等,严重的情况还可能出现化脓、坏死等情况。除此之外,还有少部分家畜在患病后会角膜炎或者支气管炎的症状。

4 布鲁氏菌病的主要防控策略

近年来我国布鲁氏菌病的发病率逐渐上升,严重影响我国畜牧业的健康发展以及公共卫生安全。对此,我省采取了一系列布病防控措施,结果比较理想,但布病的防控工作仍然任重道远。布病的有效防控需要政府的政策支持、持续监管,以及从业人员的专业意识提升和主动参与,多方面发力才能快速有效的改变布病发展现状。

4.1 排查布病潜在病源

WHO在1998年提出了根除动物布鲁氏菌病的一般战略:1.防止动物之间的传播和监测无布鲁氏菌病的牛群和地区;2.通过检测和屠宰计划消除受感染的动物,以获得无布鲁氏菌病的牛群和地区;3.接种疫苗以降低流行率。要系统的解决布病的广泛传播,首先是要对牧区、小型散户农场等易感、易爆发区域进行重点防控,建立系统、完善的日常排查制度,全面摸清牛羊场底数,并开展长期、持续的动态跟踪,从源头上降低布病的传播,因为规模化养殖场和养殖企业,其本身具有较为系统的生物安全流程,在输入病源的监测、潜在病源的防控等层面都具有相对完善的处置措施。通过对高流行率区域进行疫苗接种和低流行率区域执行监测一清除的策略,以及较为完善的实验室检测,能够有效的避免布病的输入和扩散。

据报道,澳大利亚近年通过从疾病状况不明的其他国家引进动物,输入了动物布病。布病防控,一方面要严防输入,调入牛羊时,特别是小型养殖场、养殖户,需要及时对其开展排查、隔离、监测等举措,政府监管+农户自主,两只手同时发力,保证调入牛羊无潜在布病传播风险。同时,海关、跨省调运,甚至跨区域牲畜流动时,要严格执行动物检疫,提高关

口负责人员生物安全意识,从源头上防止外源病菌输入。另一方面,要严防扩散,虽然布鲁氏菌具有隐匿性强、潜伏期长等特点,感染早期无症状、无法有效监测,但是严格执行定时定量摸排牛羊群抗原、抗体水平,可以很大程度上避免布病的扩散和跨区域传播。在高爆发地区,应按照国家及当地疾控中心的相关政策,依规进行大面积扑杀处置,及时处理病畜及相关产品如鲜肉、乳品等,在布病阳性率得到有效控制后,对区域内及相关辐射区域内展开持续的群体布病跟踪监测,必要时,特别是常年高爆发区域,设立连续一年以上的布病抗原监测,避免残存病菌再次导致大规模爆发。

4.2 强化布鲁氏菌病防控策略

当前我国布病在不同地区呈现多点聚集性发生,不同物种、不同产业结构下,其传播途径也出现明显差别。因此,布病防控需要根据不同区域的实际情况,进行区域化管理、分级管理。结合人间病例发生情况,《国家布鲁氏菌病防治计划(2016—2020)》规定全国按畜间疫情未控制县所占比例,共划分为三类区域。根据不同省份的发病情况,施行一地一策,因地制宜,因人施策,制定相应的防控措施,强化外防输入,内防扩散的生物安全流程,使布病在疫病防控和公共卫生健康层面得到持续性、常态化的防控。

此外,疫苗接种在布病防控中也是较为有效的手段,在流行区,疫苗接种通常用于降低感染发生率,具有压倒性的重要性。用于绵羊和山羊的羊布鲁氏菌 *B. melitensis* Rev. 1 (Rev1) 和用于牛的 *B. abortus* strain 19 (S19)、Rough strain *B. abortus* 51 (RB51) 等廉价有效的减毒疫苗已在不同国家成功应用。对4—12个月大的牛进行疫苗接种是控制布鲁氏菌病最经济的措施,在幼年和成年小型反刍动物中根除和控制布鲁氏菌病的最有效的是使用羊种布鲁氏菌 ReV1 疫苗,且在粗放式或游牧式畜牧业中以及在小型反刍动物中布鲁氏菌病流行率较高的情况下最有效。然而,对于某些疫苗,如 RB51,还应考虑疫苗接种对布鲁氏菌血清学筛查试验的影响,因为并不总是清楚检测到的抗体是由致病性布鲁氏菌感染还是被动暴露于布鲁氏菌抗原引起的。因此,仅靠疫苗接种不足以根除家畜布鲁氏菌病,还应辅之以严格的检测和扑灭计划,以彻底消灭该病。

4.3 革新布鲁氏菌病防控技术

布病防控的核心要素是技术的革新,无论是病源的快速诊断和控制,还是高爆发时病灶的高效清除,亦或是稳定期常态化的生物安全维持,都要靠技

术支撑。如布病的监测方法,就制约了很多地区布病的防控。不断创新和优化防控策略,不仅仅要靠政府政策的倾斜和支撑,更重要的是多维度的技术创新。

布病发生以来,检测布病阳性分布情况的手段层出不穷,但是受制于实验室短缺、实验设备不足、检测员短缺、检测成本高等诸多因素,临床检测中经常出现同一份血清样品,用不同方法检测,其结果全然不一。因此,制定快速、简单且准确的检测流程或检测制度,标准化检测方法和诊断试剂,可以很大程度上提升布病的防控效率、降低投入成本。布病实验室检测方法主要分为病原学、分子生物学和血清学。病原学和分子生物学检测方法对实验室仪器设备条件及生物安全等级均有一定要求,不适用于基层布病快速检测诊断,而血清学检测操作简单、成本不高,但有研究表明血清学结果需要通过培养和分子方法进行更多确认,因为抗体的存在可能不能明确表明布鲁氏菌病感染。因此,血清学检测(如 RBT、SAT 和 2ME)一般用于家畜布鲁氏菌病的首次筛查,然后加上互补的非凝集检测(如 ELISA)和基于 PCR 的方法来进一步复核,双保险式的检测流程可以提升检测效率的同时,降低假阳性等误诊问题的出现。此外,可以通过乳环试验(MRT)和间接酶联免疫吸附试验(I-ELISA)等免疫学方法来检测乳制品中的布鲁氏菌,这是间接确认牛奶中是否存在布鲁氏菌污染的传统和最有效的方法。

4.4 健全布鲁氏菌病防控机制

布病从发生到扑灭到再发生,已经在全球范围内持续一百多年,布病防控策略在诸多层面上都在不断的完善和创新,但是基层的防疫体系尚且存在很多漏洞,仍需不断强化基层动物防疫体系建设,落实上级部门监管、属地防疫管理等措施,提高生产经营者的责任意识,夯实基础,注重布病防控与各项政策倾斜、经费支持的协调,构建科学、系统、长效的防疫工作推进机制,是布病疫情防控长期稳定发展的基础。

尽管标准化的检测流程可以有效的减少假阳性、假阴性的问题出现,但是同一种检测方法,不同的检测试剂、检测人员、检测设备,也会导致误诊,所以需要更多的政府层面的标准制定来约束检测流程。cELISA 和 iELISA 方法虽然已经纳入在《动物布鲁氏菌病诊断技术》(GB/T18646—2018)国家标准中,但未将两种 ELISA 方法的检测灵敏度标准化,因而在临床诊断中仍然会出现同一批血清样品的检测结果不同。一方面要求政府层面制定更加科学的检测标准,来规范化和科学化布病的检测流程,另一方面需

要较晚完善的检测实验室、检测设备,要求检测人员有较强的专业知识储备。技术的革新和政策的优化同时发力,促成国家兽医实验室、疫控机构、科研教学单位与养殖场的深度合作,一对多式的科研助力,让产学研深度融合落实到布病检测与防控。

4.5 加强布鲁氏菌病防控宣传

强化布病防控意识、加强布病防控宣传势在必行,布病的防控涉及到公共卫生安全与健康,不仅仅要在养殖户层面广泛宣传,也要让全民皆知布病的危险性和布病防控的重要性。要全面落实牛羊布鲁氏菌病监测控制制度和养殖群体报告制度,充分动员社会各界力量,全面参与布鲁氏菌病防控工作体系,共同开展牛羊布鲁氏菌病有效防控,稳步推进完善的布鲁氏菌病防控体系建设,确保早发现、早治疗。此外,进一步提高畜牧兽医防疫站的工作水平,改善工作条件和设施,确保独立的工作环境和场所,确保病死动物得到无害化治疗,不投放市场。强化思想认识,充分增强广大干部职工对做好牛羊布鲁氏菌病防控工作重要性的认识,增强布鲁氏菌病防控工作的紧迫感和责任感。通过广播、互联网、新媒体、发放宣传资料、群发短信等方式,加强布鲁氏菌病防治知识宣传,提高群众布鲁氏菌病防治知晓率,对畜牧业、水产养殖业、屠宰场、毛皮加工业、兽医等相关人员开展重点宣传。

布病防控关乎畜牧业发展和公共卫生健康,要实现到 2026 年,全国畜间布病个体阳性率控制在 0.4% 以下,的总体目标,需要多方面着手,政府有效监管、防控经费支撑、农户自主防控意识提升是布病有效防控的核心要素。

参考文献:

- [1] FRANC, KRECEK, HSLER, ARENAS-GAMBOA. Brucellosis remains a neglected disease in the developing world: a call for interdisciplinary action [J]. BMC Public Health, 2018, 18(1): 125.
- [2] AVILA-CALDERON, LOPEZ-MERINO, SRIRANGANATHAN, *et al.* A history of the development of Brucella vaccines [J]. Biomed Res Int, 2013, 2013: 743509.
- [3] DADAR, TIWARI, SHARUN, *et al.* Importance of brucellosis control programs of livestock on the improvement of one health [J]. Vet Q, 2021, 41(1): 137-151.
- [4] WHATMORE, KOYLASS, MUCHOWSKI, *et al.* Extended Multilocus Sequence Analysis to Describe the Global Population Structure of the Genus Brucella: Phylogeography and Relationship to Biovars [J].

- Front Microbiol, 2016, 7: 2049.
- [5] SCHOLZ, NCKLER, GLLNER, *et al.* Brucella inopinata sp. nov., isolated from a breast implant infection [J]. Int J Syst Evol Microbiol, 2010, 60(Pt 4): 801-808.
- [6] WHATMORE, DAVISON, CLOECKAERT, *et al.* Brucella papionis sp. nov., isolated from baboons (Papio spp.) [J]. Int J Syst Evol Microbiol, 2014, 64 (Pt 12): 4120-4128.
- [7] CVETNI, URAS, GOMERI, *et al.* The Prevalence of Brucellosis in Marine Mammals with a Special Review to Croatia, F, 2016 [C].
- [8] 张海霞, 孙晓梅, 魏凯, 等. 布鲁氏菌病的研究进展 [J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2018, 49(3): 402-407.
- [9] 成青兰. 羊布鲁氏杆菌病发生原因与防治措施 [J]. 畜牧兽医科学(电子版), 2020(1): 89-90.
- [10] HULL, SCHUMAKER. Comparisons of brucellosis between human and veterinary medicine [J]. Infect Ecol Epidemiol, 2018, 8(1): 1500846.
- [11] ZHANG, HUANG, WU, *et al.* Animal brucellosis control or eradication programs worldwide: A systematic review of experiences and lessons learned [J]. Prev Vet Med, 2018, 160: 105-115.
- [12] 张晶, 王占黎, 李星男, 等. 人类布鲁氏菌病流行病学研究进展 [J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(2): 239-243.
- [13] 胡德育, 张福利, 刘冬立, 等. 布鲁氏菌病控制达标后疫情回升的流行病学分析 [J]. 中华流行病学杂志, 1997(1): 15-17.
- [14] 王舒, 陈宝宝, 范锁平, 等. 2008-2018年陕西省人间布鲁氏菌病流行特征分析 [J]. 中国人兽共患病学报, 2020, 36(6): 491-495.
- [15] 罗波艳, 聂守民, 范锁平, 等. 2016-2020年陕西省榆林市人间布鲁氏菌病流行特征与时空聚集性 [J]. 中国人兽共患病学报, 2022, 38(2): 122-127.
- [16] 白鸽, 王国超, 王桂花, 等. 渭南市2008—2014年牛羊布鲁氏菌病血清流行病学调查 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016 (16): 114-115, 291.
- [17] 张凤凤, 杨彦武, 杜彩玲, 等. 西安市未央区2016-2020年牛羊布鲁氏菌病流行病学调查与分析 [J]. 养殖与饲料, 2021, 20(9): 156-158.
- [18] 张瑞. 牛羊布鲁氏杆菌病的血清学检测调查 [J]. 新疆畜牧业, 2012 (5): 56-58.
- [19] 西吉尔. 论牛羊布鲁氏菌病的防治 [J]. 中国动物保健, 2017, 19(8): 41-42.
- [20] 邵云龙. 山东省威海市规模养殖场牛羊布鲁氏菌病流行情况调查 [J]. 中国动物检疫, 2016, 33(9): 5-7.
- [21] 白东宁, 张凤凤, 李荃, 高芸, 李忠军. 陕西关中地区畜间布鲁氏菌病流行现状分析 [J]. 现代畜牧兽医, 2021 (8): 75-77.
- [22] AWAH-NDUKUM, MOUICHE, BAYANG, *et al.* Seroprevalence and Associated Risk Factors of Brucellosis among Indigenous Cattle in the Adamawa and North Regions of Cameroon [J]. Vet Med Int, 2018, 2018: 3468596.
- [23] MELLADO, GARCIA, ARELLANO-REYNOSO, *et al.* Milk yield and reproductive performance of brucellosis-vaccinated but seropositive Holstein cows [J]. Trop Anim Health Prod, 2014, 46 (2): 391-397.
- [24] GODFROID, NIELSEN, SAEGERMAN. Diagnosis of brucellosis in livestock and wildlife [J]. Croat Med J, 2010, 51(4): 296-305.
- [25] 黄志雄. 浅谈羊布病的诊断及处置方法 [J]. 吉林畜牧兽医, 2022, 43(9): 89-90.
- [26] 黄海枫. 牛羊布病的诊断和综合防治措施 [J]. 今日畜牧兽医, 2022, 38(7): 13-15.
- [27] WHO/MZCP. Human and Animal Brucellosis [Z]// WHO/MZCP. Dama scus, Syria. 1998.
- [28] 农业部. 《国家布鲁氏菌病防治计划(2016-2020年)》[Z]农业部兽医局. 中国. 2016.
- [29] HOU, LIU, PENG. The advances in brucellosis vaccines [J]. Vaccine, 2019, 37(30): 3981-3988.
- [30] NICOLETTI. The control of brucellosis in tropical and subtropical regions [J]. Preventive Veterinary Medicine, 1984, 2(1-4): 193-196.
- [31] GODFROID, AL D, PAPPAS, Roth, *et al.* A "One Health" surveillance and control of brucellosis in developing countries: moving away from improvisation [J]. Comp Immunol Microbiol Infect Dis, 2013, 36 (3): 241-248.
- [32] 白鸽, 王国超, 陈茹, 等. 不同血清学方法在奶山羊布鲁氏菌病诊断中的比较分析 [J]. 动物医学进展, 2022, 43(12): 121-124.
- [33] 欧阳志良, 黄添祥, 温蕾. 布鲁氏菌病实验室检测方法的研究进展 [J]. 畜牧兽医科技信息, 2021(9): 11-12.
- [34] 王璟, 代蕾, 章瑶, 等. 动物布鲁菌病诊断方法 [J]. 动物医学进展, 2019, 40(12): 114-117.
- [35] HUSSEI, MOH, AMLMOHAMMED, *et al.* Diagnosis of Brucellosis in Recently Aborted Ewes Using Serological Tests and Polymerase Chain Reaction [J]. Journal of Applied Sciences, 2019.
- [36] DADAR, FAKHRI, SHAHALI, *et al.* Contamination of milk and dairy products by Brucella species: A global systematic review and meta-analysis [J]. Food Res Int, 2020, 128: 108775.