

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2021.09.10

# 鹿布鲁氏菌病诊断与防控研究进展

秦玉明, 彭小薇, 冯宇, 范学政, 张莹辉, 丁家波\*

(中国兽医药品监察所, 国家/OIE 布鲁氏菌病参考实验室, 北京 102600)

[收稿日期] 2021-06-07 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2021) 09-0065-06 [中图分类号] S851.66

**[摘要]** 布鲁氏菌病(布病)是一种重要的人兽共患传染病,可感染多种动物,其中鹿科动物是重要的宿主之一。随着我国经济动物养殖规模的扩大和发展以及野生鹿群资源保护的需求,鹿布病防控具有重要的公共卫生意义。本文就国内外鹿布病的流行、临床症状、诊断及预防等情况进行综述,为我国鹿布病防控提供参考与建议。

**[关键词]** 鹿;布鲁氏菌病;诊断;防控

## Progress on Diagnosis and Control of Deer Brucellosis

QIN Yu-ming, PENG Xiao-wei, FENG Yu, FAN Xue-zheng, ZHANG Ying-hui, DING Jia-bo\*

(National/OIE Reference Laboratory for Brucellosis, China Institute of Veterinary Drug Control, Beijing 102600, China)

Corresponding author: DING Jia-bo, E-mail: dingjiabo@126.com

**Abstract:** Brucellosis is an important zoonotic disease, which a wide range of animals were infected, and deer is one of the major hosts. With the development of breeding deer industry, and the demand for wild deer resources, deer's brucellosis has more important public health significance. In this paper, the epidemic situation, clinical symptoms, diagnosis and prevention of deer brucellosis were briefly summarized, as to provide reference and suggestions for the prevention and control of deer brucellosis in China.

**Key words:** deer; brucellosis; diagnosis; prevention and control

布鲁氏菌病(布病)是一种由布鲁氏菌感染多种动物,包括野牛、鹿、野兔等多种野生动物的人兽共患传染病。野生动物的人兽共患传染病研究具有非常重要的公共卫生学意义。鹿是除牛、羊、猪等家畜之外对布鲁氏菌易感的野生动物。由于野生鹿长期带菌,鹿的布病具有十分

重要的自然疫源性属性<sup>[1]</sup>。近年来,随着我国鹿产业的蓬勃发展,加强鹿布病防治对我国野生动物资源保护、周边的牛羊等畜牧业发展具有重要意义<sup>[2]</sup>。本文通过对国内外鹿布病流行情况和防控经验进行总结阐述,为我国鹿行业布病的防控提供参考与借鉴。

**基金项目:** 国家重点研发计划“牛羊重要疫病诊断与检测新技术研究”(2016YFD0500903)

**作者简介:** 秦玉明,副研究员,从事兽药质量监督与管理及动物布鲁氏菌病诊断技术研究。

**通讯作者:** 丁家波。E-mail: dingjiabo@126.com

## 1 鹿的布病流行情况

自 Rush 于 1932 年首次从黄石公园中 67 份麋鹿血清中检测到血清阳性反应以来,世界各国陆续在野生的驯鹿、梅花鹿、马鹿等鹿群中发现布鲁氏菌感染<sup>[3]</sup>。其中,猪种 4 型布鲁氏菌在西伯利亚、加拿大和美国阿拉斯加等北极周边地区的野生和家养驯鹿中已有流行<sup>[4]</sup>,成为威胁当地居民与家畜的一种重要人兽共患传染病。Judith E. G. Smits 经过 10 年跟踪调查美国怀俄明州国家麋鹿保护区和加拿大西部共 32 个流产野生鹿胎儿,其中 8 个(占 25%)鹿胎儿确诊为感染牛种布鲁氏菌<sup>[5]</sup>。可以推测,美洲野生麋鹿中布病已经较为严重。

我国对野生鹿群布病流行情况调查比较零散。在新疆和东三省地区饲养的马鹿与梅花鹿的布病流行情况也不容乐观。金根源等在 1993 年收集新疆辖区 7 年内 47 份野生马鹿的血清型检测,其抗体阳性率达到 8.7%,同时也发现其他野生动物布病感染的情况<sup>[6]</sup>。莫哈塔尔等 2001 年检测新疆塔里木地区 531 头份的饲养马鹿血清,阳性率高达 36.35%,从流产的马鹿胎儿体内分离到 2 株羊种 3 型布鲁氏菌<sup>[7]</sup>。赵燕辉等在 2010 年发现新疆塔里木地区圈养马鹿布病抗体阳性率也高达 22%<sup>[8]</sup>。多里坤·努尔沙发等 2008 年报道新疆布尔津饲养的某马鹿场布病抗体阳性率甚至已经达到 80%<sup>[9]</sup>。李玉梅等人 2005 年对来自吉林与黑龙江饲养的 847 头梅花鹿的血清检测发现,布病阳性率分别为 8.87% 和 26.39%<sup>[10]</sup>。杜锐等人 2003 年用 ELISA 方法对东北某饲养的驯鹿场 300 份血清布病抗体检查,阳性率也达到 14%<sup>[11]</sup>。紧邻吉林省的朝鲜半岛圈养的麋鹿也有布病流行。Her M 报道,该鹿场 18 头麋鹿有 7 头为抗体阳性,并从 3 头阳性麋鹿体内分离到布鲁氏菌。

## 2 鹿布病临床症状及诊断

2.1 临床症状 潜伏期从两周至半年不等,发病鹿多呈慢性经过,多无明显症状。首次妊娠母鹿在怀孕 6-7 月龄时易流产,流产胎儿多为死胎,有恶臭,胎衣不下,伴有子宫内膜炎,乳腺炎等。公鹿则表现为阴囊下垂,单侧或者双侧睾丸肿大,甚至变

坚硬;少部分则膝关节肿大甚至破溃,大部分因增生引起关节畸形,病变关节同侧畸形。所产仔鹿即使存活也多表现行动困难而最终淘汰<sup>[13-14]</sup>。

2.2 诊断方法 病原分离仍是布病诊断金标准,但因其分离培养时间长,分离率较低,且需要 BSL-3 级实验室,不便于临床诊断。近些年,发展较快的是免疫学诊断技术与分子生物学技术。

2.2.1 虎红平板凝集试验 虎红平板凝集试验(RBT)是操作最简单、成本低且快速的诊断方法,适合广大养殖场现场快速诊断。该方法敏感性较高,但特异性不太高,存在一定比例误判的情况。近年来,OIE 在国际贸易中<sup>[15]</sup>不推荐该方法。鹿场使用该方法也会产生一定比例的误判,造成鹿群布病净化上的困难。

2.2.2 试管凝集试验 该方法也是布病诊断常规方法。当被检鹿的血清 1:100 稀释出现(++)及以上者判为阳性,1:50(++)为可疑。对可疑者应在 10~25 d 内重复检验,以进一步确诊<sup>[16]</sup>。但该方法操作繁琐,至少需要 1 天时间,现场操作不方便,且容易出现假阳性结果。近年来,OIE 在国际贸易<sup>[15]</sup>也已不推荐该方法。

2.2.3 补体结合试验 补体结合试验是布病诊断经典方法。虽然该方法操作复杂,但一直是布病血清学诊断的金标准,也为 OIE 推荐布病诊断方法。由于猪的血清中补体会干扰豚鼠补体,所以补体结合试验不能用于对猪个体进行诊断<sup>[17]</sup>。

2.2.4 ELISA 实验 1976 年,Carlsson 首次通过 ELISA 方法对布病进行诊断<sup>[18]</sup>。现已有多名学者建立了针对布病的多种 ELISA 检测方法。由于竞争 ELISA 方法不受动物种类的影响,所以对于鹿等野生动物来说更为适用,且结果判定不受实验人员主观判定的影响。因不同厂家试剂盒敏感性存在差异,检测结果可能不一致。国家动物布鲁氏菌病参考实验室(布病参考实验室)开发的布病竞争 ELISA 方法,将诊断临界值统一到补体结合试验标准,两者符合率接近 100%。

2.2.5 胶体金免疫层析技术 免疫胶体金快速诊断技术具有高度特异性和高敏感性,结果快速、准

确,直观可靠,而且所需试剂和样品用量极少,无需专门的检测设备,是目前发展较快的复合型免疫技术。布病参考实验室利用布鲁氏菌特异性单克隆抗体研制出布病胶体金试纸条(竞争法),实现了对不同动物布病抗体检测。

**2.2.6 荧光偏振(FPA)** Nielsen 博士<sup>[20]</sup>于 2002 年首次报到了利用荧光偏振技术检测动物血清和乳汁中布病抗体。该方法用异硫氰酸荧光素(FITC)标记布鲁氏菌的免疫优势 O-多糖抗原(OPS)。该方法的敏感性与特异性均较高,是 OIE 推荐用于国际动物贸易中布病的检测方法。该方法需使用专用仪器只需 20 分钟即可实现高通量检验,对于大型牧场动物布病的监测与检验具有不可比拟的优势。因设备比较昂贵,阻碍其在基层养殖户的推广使用。

**2.2.7 环介导等温扩增技术(LAMP)** 曾有报道用该方法在 63 ℃ 反应 1 小时,就可以实现对血液样品中对牛种布鲁氏菌进行检测<sup>[21]</sup>。与常规 PCR 相比,其检测限可以达到 17 pg,与传统 PCR 符合率达到 91%,特异性达到 87%,敏感性达到 100%。由于检验时间短,仪器设备比较简单,肉眼即可准确判断结果,非常适用于田间养殖场或者野生鹿群的监测<sup>[22]</sup>。但是,LAMP 也存在多重扩增较为困难,样本易受到污染等问题,引物设计要求较高等限制性因素。

**2.2.8 AMOS-PCR** AMOS-PCR 检测方法根据布鲁氏菌不同种属在 IS711 基因上的差别设计相关引物进行特异性扩增,根据片段大小不同,以区分鹿等野生动物较为易感的如羊种、牛种、猪种等种属的布鲁氏菌。该方法较为简单快捷,敏感性和特异性较好,适用于对布鲁氏菌种属的初步鉴定。但是 AMOS-PCR 只能鉴定牛种布鲁氏菌 1、2、4 型,对于其他生物型无法进行扩增,容易出现漏检情况<sup>[23]</sup>。

**2.2.9 Ladder-PCR** Ladder-PCR 方法最早于 2008 年由西班牙学者首先建立,并得到广泛使用。该方法也已被收录到 OIE 布病诊断标准中。2011 年,该学者又对原有方法进行进一步优化,解决了

部分猪种布鲁氏菌容易与犬种布鲁氏菌混淆的问题<sup>[25]</sup>。该方法通过 8 对特异性引物,实现对所有经典布鲁氏菌菌株以及 A19、Rev. 1、RB51 等疫苗株的鉴别问题,比原有生化鉴定方法更简单快速,特异性更好。但是,该方法也存在一定的局限性。该方法只适用于细菌纯培养物的鉴定,不能用于病料组织等未进行分离培养的样品,对实验室生物安全等级要求较高;由于 PCR 反应体系内同时添加了 16 条引物,容易出现非特异性扩增,对样品和体系优化的条件要求较高,不适用于临床快速检测。

### 3 防 控

**3.1 养殖鹿群的防控** 鹿的布病为慢性感染性疾病,除了妊娠母鹿可能发生流产外,其他感染鹿多呈隐性感染,往往被人们所忽略。鹿群一旦引入未经检验合格的患病种鹿,很难彻底清除。所以,对圈养的鹿群布病防控一定要坚持“预防为主,预防与控制净化相结合”的原则。对于未发生布病的鹿群坚持“自繁自养”的原则,引种必须经过严格的检疫,且需要至少 30 天的隔离观察,经 2 次检测均为阴性后才能合群。此外,对鹿场还要加强每年至少 2 次常规的布病抗体监测,禁止在鹿场内饲养牛、羊、犬等家畜,以防止布病跨种间传播。对于发生因布病流产的鹿群则要果断采取隔离与消毒措施,对流产胎儿、胎衣和污染的圈舍环境进行彻底消毒。对鹿群综合采取检疫、淘汰、隔离、免疫、消毒等措施消除传染源,切断传播途径,保护易感鹿等措施<sup>[26]</sup>,饲养管理人员尤其要注意对发病鹿隔离饲养管理中的自我防护,防止人员感染。由于鹿的经济价值较高,对于因为布病感染而必须淘汰的鹿,地方政府要制定补偿标准,便于推进扑杀等无害化处理工作。

如果流产鹿的比例较大,或者布病抗体监测时阳性率突然增多,则可以考虑对鹿群进行主动免疫布病活疫苗,以尽快降低流产率,防止疫情在鹿群内扩散。

目前我国家畜常用的布鲁氏菌疫苗有 3 种,分别为布鲁氏菌弱毒活疫苗 S2 株、A19 株、M5 株。我国部分学者探索尝试采用上述疫苗免疫鹿群,获

得初步成功。黄雨田等研究<sup>[27]</sup>采用 A19 疫苗皮下注射 400 亿 CFU 对成年母鹿免疫,然后口服 S2 疫苗 500 亿 CFU,鹿场的流产率由 15.8% 下降到零。新增人员感染率由 19% 下降到零,取得非常好的防控效果。王自然<sup>[26]</sup>将鹿群中阳性感染鹿淘汰后,对群体采用口服强力霉素等药物预防结合 M5 疫苗免疫的方式,也取得不错的效果。但是,因至今无法区分布鲁氏菌自然感染与光滑型疫苗免疫抗体等问题,且其对鹿的保护性实验数据也较少。因此,对于饲养鹿群何时使用布病活疫苗进行防控仍然需要进一步研究。

**3.2 野生鹿群的防控** 对野生鹿群进行疫苗免疫,首先要考虑对野生鹿群和其他非靶易感野生动物的安全性进行科学评估。在对鹿及其他附近的野生动物无安全散毒风险的基础上,还要考虑免疫途径问题。对于具有地理优势封闭的小范围地区,可以考虑采用诱捕麻醉逐只注射免疫,以减少对其他非靶动物布病感染风险;对于较大自由活动范围地区内,人工捕获进行逐只免疫,劳动强度太大,很难实现,无法确保免疫密度。所以,可以参考美国或者加拿大等国家野生动物保护区的做法,采用栏杆将野生鹿群与家畜进行物理隔离,以减少布病跨种间传染。

Cook 等人<sup>[28]</sup>在 2002 年研究表明,对 32 头麋鹿分 2 组,分别肌肉注射 RB51 免疫 10 亿 CFU 和 1 亿 CFU,然后待其怀孕后用  $10^7$  个 CFU 的 2308 毒株攻击,保护效果不明显。随后,美国的怀俄明州有关部门又进行麋鹿加大免疫剂量的试验。试验选择 30 头麋鹿肌肉注射免疫 100 亿 CFU 的 RB51 疫苗,1 年后,随机对其中 14 头进行加强免疫 1 次。再经过 1 年后用  $1.1 \times 10^7$  CFU 的 2308 强毒株进行攻毒保护。结果表明,即使加大剂量加强免疫后, RB51 疫苗对麋鹿布病防控效果仍不明显。所以,在野生动物中是否使用粗造型 RB51 疫苗以防控布病,还应考虑本地布病防控现状。

#### 4 小结

随着我国经济生活水平的日益提高,鹿群布病的流行传播和危害已经逐渐为人们所认识并日益

得到重视<sup>[29-30]</sup>。吉林省作为养鹿大省,人间布病患者中与养鹿相关占到 1.17% - 2.54%;新疆某马鹿场,职工 58% 布病抗体检测为阳性,鹿流产率达到 20%。对于我国布病二类和三类地区,净化布病的牛羊等家畜随着辖区内饲养或者野生鹿的引入其感染布病风险而逐渐增大。对于布病一类地区,牛羊等放养家畜布病防控的同时也不能忽略周边野生鹿群布病感染的风险。虽然美国、加拿大等国家宣布家畜实现净化布病状态,但是其境内的麋鹿、马鹿等野生动物布病一直对人类及家畜产生持久的威胁。

2021 年,修订的《中华人民共和国动物防疫法》把野生动物疫病防控提到一个新的高度。野生鹿群和捕获后圈养鹿布病的防控也必将得到重视。世界上已经发现麋鹿、马鹿感染猪种、牛种、羊种布鲁氏菌。所以,摸清我国野生与圈养鹿布病基线,验证现有家畜布病血清学方法对鹿诊断的可靠性,预测野生鹿群布病发展趋势,不但可以降低布病在野生动物之间的循环,还可以减少鹿群对易感家畜和人传播布病风险<sup>[31]</sup>。美国 RB51 疫苗对于防控野牛及麋鹿效果也不明显。所以,我国应准备采用新的技术路线,着手研究有效控制野生鹿群布病疫情的疫苗,优化免疫途径与方法,系统评价现有布病活疫苗对圈养鹿群布病防控效果,以应对我国鹿产业的健康发展和布病防控之间的矛盾。

世界目前尚无针对鹿布病防控的疫苗及其免疫程序。本文只是综述了国内文献报道鹿群布病疫苗免疫的情况。随着我国鹿产业的迅猛发展,我国大量饲养的马鹿、梅花鹿等布病防控就成为一个热点问题。此外,对于确实因为布病感染而淘汰的鹿,地方政府要研究确定一个补偿的标准,便于推进感染布病鹿的扑杀等无害化处理。由于国内一些鹿场已经用家畜布病活疫苗免疫圈养鹿群进行布病防控取得一定的效果,需要在国家层面对增加鹿这个靶动物进行安全性与有效性评价,科学指导鹿群布病防控工作,进一步规范布病疫苗的科学使用。

## 参考文献:

- [1] 李金平, 巴特力. 新疆布尔津县动物布鲁氏菌病原学调查及鉴定报告[J]. 新疆畜牧业, 2006, (5): 34-35.
- Li J P, Ba T L. Etiological investigation and identification of animal brucellosis in Buerjin County, Xinjiang Province[J]. Xinjiang Xumu Ye, 2006, (5): 34-35.
- [2] 李玉梅, 姚纪元, 王全凯. 北方三省区梅花鹿间布鲁氏菌病的流行病学调查[J]. 中国预防兽医学报, 2007, 29 (9): 735-737.
- Li Y M, Yao J Y, Wang Q K. Epidemiology of brucellosis in sika deer in North China[J]. Chinese Journal of Preventive Veterinary Medicine, 2007, 29(9): 735-737.
- [3] Yon L, Duff J P, Ågren E O, *et al.* Recent changes in infectious diseases in European wildlife[J]. Journal of Wildlife Diseases, 2019, 55(1): 3-43.
- [4] Honour S, Hickling K M. Naturally occurring *Brucella suis* biovar 4 infection in a moose (*Alces alces*) [J]. Journal of Wildlife Diseases, 1993, 29(4): 596-598.
- [5] Smits J. Elk Disease Survey in Western Canada and Northwestern United States[M]. The Biology of Deer, 1992. Springer-Verlag New York, Inc.
- [6] 金根源, 李全, 热合曼, 等. 新疆野生动物布鲁氏菌感染情况调查[J]. 地方病通报, 1993, (4): 72.
- Jin G Y, Li Q, Re H M, *et al.* Investigation on *Brucella* Infection in Wild Animals in Xinjiang[J]. Bulletin of Disease Control & Prevention, 1993, (4): 72.
- [7] 莫合塔尔, 石保新, 韩雄杰, 等. 塔里木马鹿布鲁氏杆菌的分离与鉴定[J]. 草食家畜, 2001, (4): 55-56.
- Mohtar, Shi B X, Han X J, *et al.* Isolation and identification of *Brucella* strains from red deer in Tarim[J]. Grass-Feeding Livestock, 2001, (4): 55-56.
- [8] 赵燕辉, 张良成. 塔里木马鹿布鲁氏菌病的血清学调查及其流行株分离培养[J]. 当代畜牧, 2010, (12): 22-23.
- Zhao Y H, Zhang L C. Serological investigation, isolation of brucellosis of red deer in Tarim[J]. Contemporary Animal Husbandry, 2010, (12): 22-23.
- [9] 多里坤·努尔沙发, 阿曼古力, 地力夏提. 马鹿养殖场布病疫情调查及思考[J]. 新疆畜牧业, 2008, (1): 46-47.
- Duolikun N, Amanguli, Dilixiati. Investigation and thinking of brucellosis epidemic in red deer farm[J]. Xinjiang Xumu Ye, 2008, (1): 46-47.
- [10] 李玉梅, 王全凯, 姚纪元, 等. 吉林、黑龙江两省梅花鹿布氏杆菌病的血清学调查[J]. 经济动物学报, 2005, (1): 23-25.
- Li Y M, Wang Q K, Yao J Y, *et al.* Serological Investigation on Brucellosis of Sika Deer in Jilin and Heilongjiang province[J]. Journal of Economic Animal, 2005, (1): 23-25.
- [11] 杜锐, 王树志, 任东波, 等. 鹿布氏杆菌病流行病学调查. 经济动物学报, 2003, 7(002): 36-37.
- Du R, Wang S Z, Ren D B, *et al.* Epidemiological Survey of Brucellosis in Deer[J]. Journal of Economic Animal, 2003, 7(2): 36-37.
- [12] Her M, Cho D H, Kang S I, *et al.* Outbreak of brucellosis in domestic elk in Korea[J]. Zoonoses and Public Health, 2010, 57(3): 155-161.
- [13] 刘建博, 郑雪, 宋百军等. 杂交肉用鹿布氏菌病的诊断与治疗[J]. 当代畜牧, 2014, (8): 21-22.
- Liu J B, Zheng X, Song B J, *et al.* Diagnosis and treatment of brucellosis in hybrid meat deer[J]. Contemporary Animal Husbandry, 2014, (8): 21-22.
- [14] 孙红瑜. 鹿布氏杆菌病的诊断与综合防控[J]. 当代畜禽养殖业, 2020, (1): 41-42.
- Sun H Y. Diagnosis and comprehensive prevention and control of deer brucellosis[J]. Modern Livestock and Poultry Breeding Industry, 2020, (1): 41-42.
- [15] Gardner I. Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines: International Committee of the OIE (Edited), Office International Des Epizooties, Paris, 1992, 783 pp., softback, ISBN 92-9044-314-6. 2019, 19(3-4): 295-296.
- [16] GB/T18646-2018,《动物布鲁氏菌病诊断技术》[S]. GB/T18646-2018. Diagnostic techniques for animal brucellosis [S].
- [17] 王秀丽, 蒋玉文, 毛开荣, 等. 布鲁氏菌病实验室诊断方法的研究进展[J]. 中国兽药杂志, 2011(11): 43-48.
- Wang X L, Jiang Y W, Mao K R, *et al.* Research progress on laboratory diagnosis techniques on Brucellosis[J]. Chinese Journal of Veterinary Drug, 2011(11): 43-48.
- [18] Carlsson H E, Hurvell B, Lindberg A A. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for titration of antibodies against *Brucella abortus* and *Yersinia enterocolitica* [J]. Acta Pathol Microbiol Scand C. 1976, 84(3): 168-76.
- [19] Zagoskina T, Kalinovskii A I, Markov E, *et al.* Use of protein-polysaccharide *Brucella* antigen labeled with colloidal gold for detection of specific antibodies by the dot-immunoassay method [J]. Klinicheskaia laboratornaia diagnostika, 1999 (3): 39-41.
- [20] Gall D, Nielsen K, Forbes L, *et al.* Evaluation of the fluorescence polarization assay and comparison to other serological assays

- for detection of brucellosis in cervids[J]. *Journal of Wildlife Diseases*, 2001, 37(1): 110-118.
- [21] 赵志兵,冯娜,杜佳攀,等. 基于 Omp25 基因和环介导等温扩增技术检测布鲁氏菌方法的建立[J]. *实验动物科学*, 2017, 34(6): 6-13.  
Zhao Z B, Feng N, Du J P, *et al.* Establishment of a detection method for *Brucella* based on omp25 gene and loop-mediated isothermal amplification[J]. *Laboratory Animal Science*, 2017, 34(6): 6-13.
- [22] Liu Q, Wei J, Sun Q, *et al.* Detection of brucellosis in Sika deer (*Cervus nippon*) through loop-mediated isothermal amplification (LAMP)[J]. *Journal of Wildlife Diseases*, 2017, 53(3): 612.
- [23] Bricker B J, Halling S M. Differentiation of *Brucella abortus* bv. 1, 2, and 4, *Brucella melitensis*, *Brucella ovis*, and *Brucella suis* bv. 1 by PCR[J]. *Journal of Clinical Microbiology*, 1994, 32(11): 2660-2666.
- [24] López-Goñi I, García-Yoldi D, Marín C M, *et al.* Evaluation of a multiplex PCR assay (Bruce-ladder) for molecular typing of all *Brucella* species, including the vaccine strains[J]. *Journal of Clinical Microbiology*, 2008, 46(10): 3484-3487.
- [25] López-Goñi I, García-Yoldi D, Marín C M, *et al.* New Bruce-ladder multiplex PCR assay for the biovar typing of *Brucella suis* and the discrimination of *Brucella suis* and *Brucella canis*[J]. *Vet Microbiol*, 2011, 154(1-2): 152-155.
- [26] 王自然. 鹿布氏杆菌病的诊治与预防[J]. *中国兽医杂志*, 2011, 47(1): 88-89.  
Wang Z Y. Diagnosis, treatment and prevention of deer brucellosis[J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2011, 47(1): 88-89.
- [27] 黄雨田,宫国令,刘丽洁,等. 规模化鹿场马鹿布病防治技术研究[J]. *中国动物检疫*, 2004, 21(12): 28-29.  
Huang Y T, Gong G L, Liu L J, *et al.* Research on the control of red deer brucellosis in intensive deer farms[J]. *Chinese Journal of Animal Quarantine*, 2004, 21(12): 28-29.
- [28] Cook W E, Williams E S, Thorne E T, *et al.* *Brucella abortus* strain RB51 vaccination in elk. I. Efficacy of reduced dosage[J]. *Journal of Wildlife Diseases*, 2002, 38(1): 18-26.
- [29] 李国峰. 吉林省 118 例布氏杆菌病回顾性分析及梅花鹿作为布氏杆菌病新传染源的调查研究[D]. 吉林大学, 2010.  
Li G F. Retrospective analysis of 118 cases of brucellosis in Jilin province and epidemic investigation of Sika deer as a new source of human infection by brucella[D]. Ji Lin University, 2010.
- [30] 王赢. 2014~2019 年吉林省人间布氏菌病流行病学特征及空间分布特点分析[D]. 吉林大学, 2020.  
Wang Y. Analysis of epidemiological and spatial distribution characteristics of human brucellosis in Jilin Province from 2014 to 2019[D]. Ji Lin University, 2020.
- [31] 崔丽瑾,王兴龙,王英超,等. 野生动物布氏菌病[J]. *中国人兽共患病学报*, 2010, 26(03): 283-288.  
Cui L J, Wang X L, Wang Y C, *et al.* Brucellosis of wild animals[J]. *Chinese Journal of Zoonoses*, 2010, 26(03): 283-288.

(编辑:陈希)