

西藏那曲地区牦牛弓形虫血清学调查

苏中华¹, 德吉玉珍¹, 宁立宏¹, 郝世钊¹, 米玛旺堆²,
格桑卓嘎², 王登云³, 次仁央吉⁴, 巴桑次仁⁵, 央珍¹, 林少卿¹

(1. 西藏自治区动物疫病预防控制中心, 西藏 拉萨 850000; 2. 那曲市农牧业(草业)科技研究推广中心, 西藏 那曲 852000;
3. 那曲市聂荣县农牧业科技服务站, 西藏 那曲 852000; 4. 那曲市嘉黎县农牧业科技服务站, 西藏 那曲 852000; 5. 那曲市比如县农牧业科技服务站, 西藏 那曲 852000)

摘要: 为了解西藏那曲地区牦牛弓形虫病的流行情况, 在那曲市聂荣县、嘉黎县随机采集牦牛血清样品 214 份, 采用间接血凝抗体检测方法进行牦牛弓形虫血清抗体检测, 并对不同地区、性别和年龄阶段的牦牛弓形虫血清抗体阳性情况进行统计学分析。结果显示: 那曲市聂荣、嘉黎两个县牦牛弓形虫血清抗体总阳性率为 53.27%, 其中聂荣县为 50.00%、嘉黎县为 57.00%; 公、母牦牛弓形虫血清抗体阳性率分别为 53.92% 和 52.68%; 3 岁以下、3~6 岁和 6 岁以上 3 个年龄段牦牛弓形虫血清抗体阳性率分别为 54.40%、58.11% 和 20.00%。牦牛感染弓形虫在地区和性别之间差异不显著($p>0.05$), 但在年龄段之间有显著差异($p<0.05$)。结果表明: 那曲地区牦牛弓形虫血清抗体阳性率处于较高水平, 结合当地弓形虫终末宿主猫及猫科动物的广泛分布以及农牧民喜食风干肉的风俗习惯, 提示那曲地区牦牛弓形虫病可能在人畜间存在较高的流行隐患, 需引起重视。建议通过加强宣传教育、强化家猫管理、改善饮食习惯、加大监测力度、及时治疗处置等措施推进弓形虫病的防治工作。

关键词: 弓形虫; 血清学调查; 牦牛; 西藏那曲地区

中图分类号: R382

文献标识码: A

Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in Yaks in Nagchu Prefecture, Xizang

SU Zhonghua¹, Dejiyuzhen¹, NING Lihong¹, HAO Shizhao¹, Mimawangdui²,

Geshangzhuoga², WANG Dengyun³, Ciren yangji⁴, Basangciren⁵, Yangzhen¹, LIN Shaoqing¹

(1. Animal Disease Prevention and Control Center of Xizang Autonomous Region, Lhasa Xizang 850000, China; 2. Nagchu Agricultural and Animal Husbandry (Grass Industry) Science and Technology Research and Promotion Center, Nagchu Xizang 852000, China; 3. Nyerong County Agricultural and Pastoral Science and Technology Service Center, Nagchu Xizang 852000, China; 4. Chali County Agricultural and Pastoral Science and Technology Service Center, Nagchu Xizang 852000, China; 5. Dirl County Agricultural and Pastoral Science and Technology Service Center, Nagchu Xizang 852000, China)

Abstract: To investigate the epidemic status of *Toxoplasma gondii* infection in yaks in Nagchu Prefecture, Xizang, 214 yak serum samples were randomly collected from Nyerong County and Chali County in Nagchu City. The indirect hemagglutination assay was used to detect *Toxoplasma gondii* serum antibodies in yaks, and statistical analysis was performed on the positive rates of *Toxoplasma gondii* serum antibodies in yaks from different regions, genders and age groups. The results showed that the total positive rate of *Toxoplasma gondii* serum antibodies in yaks from the two counties was 53.27%, with 50.00% in Nyerong County and 57.00% in Chali County; the positive rates in male and female yaks were 53.92% and 52.68% respectively; the positive rates in yaks under 3 years old, 3-6 years old and over 6 years old were 54.40%, 58.11% and 20.00% respectively. There was no significant difference in *Toxoplasma gondii* infection in yaks between regions and

收稿日期: 2025-03-11

基金项目: 西藏那曲市科技计划项目——那曲牦牛主要原虫感染情况及综合防控技术研究(NQ2024ZYD01-003)。

作者简介: 苏中华(1991—), 男, 硕士, 兽医师, 主要从事高原动物传染病防控研究, E-mail: 1737884741@qq.com。

通信作者: 央珍(1972—), 女, 正高级兽医师, 主要从事高原动物传染病防控研究, E-mail: 1148893256@qq.com;

林少卿(1977—), 男, 高级畜牧师, 主要从事畜牧水产养殖与疫病防控研究, E-mail: lingsq1199@163.com。

genders ($p>0.05$), but a significant difference was found among different age groups ($p<0.05$). The results indicated that the positive rate of *Toxoplasma gondii* serum antibodies in yaks in Nagchu Prefecture was at a high level. Combined with the widespread distribution of cats and felids (the definitive hosts of *Toxoplasma gondii*) in the local area and the local custom of farmers and herdsmen eating air-dried meat, it is suggested that there may be a high risk of zoonotic epidemic of yak *Toxoplasma gondii* disease in Nagchu Prefecture, which needs to be attached great importance to. It is recommended to promote the prevention and control of *Toxoplasma gondii* disease by strengthening publicity and education, enhancing domestic cat management, improving dietary habits, increasing monitoring efforts, and conducting timely treatment and disposal.

Key words: *Toxoplasma gondii*; serological survey; yak; Nagchu prefecture Xizang

弓形虫病 (Toxoplasmosis) 又名弓形体病, 是由刚地弓形虫 (*Toxoplasma gondii*) 寄生于动物细胞内引起的一种人畜共患寄生虫病^[1], 分布范围十分广泛, 美国、加拿大、德国、法国、英国、巴西、古巴和新加坡等国家以及我国的很多地区均有报道^[2-3], 其宿主种类非常丰富, 可以感染 200 多种动物, 包括人类在内的大多数哺乳动物、鸟类甚至部分冷血动物^[4]。弓形虫是一种食源性机会性致病原虫^[5], 主要危害孕妇、幼儿、癌症和艾滋病患者等免疫功能低下或受损的人群^[6-7], 还能对受感染者造成慢损伤从而导致男性不育^[4]。全球约有 1/3 的人类感染弓形虫^[8], 我国人群感染率为 8.2%, 其中孕妇、癌症患者等特殊人群感染率分别为 8.6% 和 16.8%^[5]。全球家畜弓形虫血清抗体阳性率普遍较高, 牛、山羊、绵羊、猪分别为 14%、27%、66% 和 25%^[9], 在我国分别为 7.54%、17.04%、13.87% 和 29.45%^[10-11], 主要引起患畜流产、不孕、死胎以及共济失调和精神症状^[12], 给人类健康和畜牧业发展造成严重威胁。猫及猫科动物是弓形虫的终末宿主。人类感染弓形虫通常与个人生活方式和饮食习惯密切相关, 主要是频繁接触感染弓形虫的猫以及吞食了被卵囊污染的食物或食用未煮熟的含有弓形虫组织包囊的肉食品^[13-14]。西藏地处我国西南地区, 土地面积广阔, 野生及家养动物种类数量丰富, 其中作为弓形虫终末宿主的猫科动物除家猫外, 还有虎、雪豹、豹、云豹、金猫、猞猁、兔狲、云猫、豹猫、荒漠猫和丛林猫等 11 个野生猫科物种^[15], 作为中间宿主的牛、羊等家畜数量庞大。据《2023 年西藏自治区国民经济和社会发展统计公报》显示, 2023 年末全区牛存栏 710.41 万头、羊 940.18 万只, 同时当地群众有食用风干肉、半风干肉的生活习惯, 从而为弓形虫在人畜间的传播提供了良好的自然条件。那曲市是西藏自治区重要的纯牧业地区, 牦牛和牦牛肉是当地群众重要的经济家畜和最常见的肉食品, 家猫、雪

豹、猞猁、金猫等是当地的主要猫科动物, 存在潜在的流行风险。为了解那曲市牦牛弓形虫的感染情况, 本研究对那曲市聂荣县、嘉黎县牦牛开展弓形虫血清抗体检测, 以掌握当地牦牛中弓形虫病的流行情况, 为作好该病的防控工作提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 血清样品

2024 年 11 月在西藏自治区那曲市聂荣、嘉黎 2 个县, 采集 214 份牦牛颈静脉血, 分离血清, 于 -20°C 保存待检, 其中聂荣县牦牛血清 114 份, 嘉黎县牦牛血清 100 份。

1.2 主要仪器与试剂

优普超纯水制造系统, 成都超纯科技有限公司; 微量移液器, Eppendorf 公司; 96 孔 110°V 型有机玻璃板, 南通荣鹏信息科技有限公司。弓形虫间接血凝抗体检测 (IHA) 试剂盒 (批号: 20240910203), 兰州兽研生物科技有限公司。

1.3 检测方法

根据中华人民共和国农业行业标准《兔出血病血凝和血凝抑制试验方法》(NY/T 572—2002) 规定, 采用间接血凝抗体检测方法, 具体操作按照试剂盒说明书进行。

1.4 统计分析

使用统计学软件 SPSS 20.0 对检测数据进行卡方检验 (χ^2), 计算出 p 值, 掌握牦牛弓形虫血清抗体阳性情况在地区、性别和年龄方面的差异。当 $p<0.05$ 时差异显著, 具有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 不同地区牦牛弓形虫血清抗体阳性情况

从 214 份牦牛血清样品中检测出 114 份弓形虫抗体阳性血清, 总阳性率为 53.27% (114/214), 其中聂荣县抗体阳性率为 50.00% (57/114), 嘉黎县为 57.00% (57/100)。嘉黎县

牦牛弓形虫血清抗体阳性率高于聂荣县。对两个地区之间弓形虫血清抗体阳性情况进行显著性分析, $p > 0.05$, 表明两个地区之间牦牛感染弓形虫差异不显著, 结果见表 1。

表 1 不同地区牦牛弓形虫血清抗体阳性率

地区	检测样品/份	阳性数/份	阳性率/%	p 值
聂荣	114	57	50.00	0.30
嘉黎	100	57	57.00	
总体	214	114	53.27	

2.2 不同性别之间牦牛弓形虫血清抗体阳性情况

从 102 份公牦牛血清样品中检测出弓形虫抗体阳性血清 55 份, 阳性率 53.92% (55/102); 112 份母牦牛血清样品中检测出弓形虫抗体阳性血清 59 份, 阳性率 52.68% (59/112)。对不同性别之间牦牛弓形虫血清抗体阳性情况进行显著性分析, $p > 0.05$, 表明不同性别的牦牛感染弓形虫差异不显著, 结果见表 2。

表 2 不同性别牦牛弓形虫血清抗体阳性率

性别	检测样品/份	阳性数/份	阳性率/%	p 值
公牦牛	102	55	53.92	0.85
母牦牛	112	59	52.68	

2.3 不同年龄段牦牛弓形虫血清抗体阳性情况

聂荣县是查吾拉牦牛的主产区, 嘉黎县是嘉黎牦牛(娘亚牦牛)的主产区, 参考查吾拉牦牛和嘉黎牦牛地方标准以及结合当地群众的牦牛分群、出栏年龄习惯等, 将待检血清样品分为“3 岁以下”(不含 3 岁)、“3~6 岁”(含 3 岁和 6 岁)和“6 岁以上”(不含 6 岁)3 个年龄阶段。其中 3 岁以下牦牛血清 125 份, 检出弓形虫抗体阳性血清 68 份, 阳性率 54.40% (68/125); 3~6 岁牦牛血清 74 份, 阳性血清 43 份, 阳性率 58.11% (43/74); 6 岁以上牦牛血清 15 份, 阳性血清 3 份, 阳性率 20.00% (3/15)。牦牛弓形虫血清抗体阳性率在 6 岁以上年龄段中最低, 在 3~6 岁年龄段最高。对不同年龄阶段牦牛的弓形虫血清抗体阳性情况进行显著性分析, $p < 0.05$, 表明不同年龄段牦牛感染弓形虫差异显著, 尤其是 3~6 岁和 6 岁以上这两个年龄段之间差异更显著, 结果见表 3。

表 3 不同年龄阶段牦牛弓形虫血清阳性率

年龄	检测样品/份	阳性数/份	阳性率/%	p 值
3 岁以下	125	68	54.40	0.02
3~6 岁	74	43	58.11	
6 岁以上	15	3	20.00	

3 讨论与结论

3.1 讨论

弓形虫病是一种危害畜牧业高质量发展并严重影响人类健康的人畜共患寄生虫病, 被农业农村部列为三类动物疫病, 且列入《人畜共患传染病名录》。该病最早于 1908 年由法国学者 Nicolle 和 Manceaux 首次在非洲北部突尼斯的粪第梳趾鼠体内发现, 1909 年意大利学者 Splendore 在巴西的兔子体内发现, 之后弓形虫的研究逐渐得到广泛关注, 1939 年、1942 年和 1953 年关于鸡、猫、牛等感染弓形虫的情况分别被首次报道, 1969 年英国学者 Hutchison 证实了猫是弓形虫的终末宿主, 人和其他动物是中间宿主^[16-17]。我国关于弓形虫的首次报道见于 1955 年, 由于恩庶在福建省从兔和猫体内分离出了弓形虫, 1964 年谢天华报道了人弓形虫病例, 1977 年上海农科院报道了猪弓形虫病例, 证实了我国人群和家畜中存在弓形虫感染的情况^[18]。弓形虫从首次发现到现在的一百多年里, 得到了专家学者的高度关注, 也是目前我国原虫病领域研究的热点, 在全国各个省份均有关于人员及家畜感染的相关报道。2015—2016 年, 江苏省孕妇弓形虫血清抗体阳性率为 5.11%^[19], 1984—2023 年全国猫弓形虫血清抗体总阳性率为 14.78%^[20], 1987—2023 年全国犬源弓形虫血清抗体总阳性率为 13.97%^[21], 1985—2022 年全国牛源弓形虫血清抗体总阳性率为 11.08%^[13], 1991—2023 年全国羊源弓形虫血清抗体总阳性率为 10.37%^[22], 2017—2022 年全国猪源弓形虫血清抗体总阳性率为 12.81%^[23]。

随着西藏自治区与全国交往交流的日趋频繁, 西藏人群和动物的弓形虫病也引起了国内专家学者的一些关注。1989 年, 卢登明等^[24]检测西藏人群弓形虫血清抗体阳性率为 10.26%, 2015 年 Li 等^[7]调查林芝市本地人群弓形虫血清抗体阳性率为 10.70%, 2016 年全德胜等^[19]调查拉萨市孕妇中弓形虫血清抗体阳性率为 16.50%, 孕妇阳性率高于普通人群, 与弓形虫感染免疫力低下人群的规律相一致。2010 年, Wu 等^[25]采用改良凝集试验(MAT)首次针对西藏林芝地区藏猪进行弓形虫血清抗体检测, 阳性率为 22.75%, 证实了弓形虫在西藏藏猪中高度

流行。2014—2015年, Li等^[26]采用间接血凝试验对林芝藏猪进行弓形虫血清抗体检测, 阳性率为21.6%。2012—2013年, Li等^[27]连续两年检测西藏牦牛弓形虫血清抗体阳性率分别为19.35%和29.96%。2018—2019年, Sun等^[28]检测了西藏那曲色尼区、聂荣县牦牛弓形虫血清抗体, 总体阳性率为9.86%, 其中色尼区为9.98%、聂荣县为9.76%。行业内专家学者在西藏开展了一些弓形虫的调查研究, 但总体来看西藏弓形虫的研究依然相对较少, 对家畜种类和地区覆盖不够全面, 缺乏深入研究的基础资料。本研究采用间接血凝试验, 在那曲市聂荣县、嘉黎县开展了牦牛弓形虫血清抗体检测, 总阳性率为53.27%, 两县牦牛阳性率分别为50.00%和57.00%, 远高于苏雅静等^[21]对全国的调查结果, 以及Li等^[27]、Sun等^[28]在西藏的调查结果, 且阳性率有逐年递增的趋势。对地区和性别间弓形虫抗体阳性率进行分析, 差异不显著($p > 0.05$), 但年龄上差异显著($p < 0.05$), 与Sun等^[28]研究结果相一致。本次检测结果表明, 西藏那曲地区牦牛弓形虫感染情况较为严重, 建议相关部门重视。

弓形虫病的传播与猫和猫科动物的活动有着密切的关系。猫及猫科动物感染弓形虫是饮用了含有卵囊的水或者食用、捕食了含有弓形虫包囊的牛、羊、高原鼠兔^[29]等动物的肉。人类感染弓形虫主要是吞食了卵囊或者含有弓形虫包囊的生肉。牛、羊等中间宿主感染弓形虫主要是食用了被卵囊污染的饲草和水源, 以及胎盘垂直传播^[5]。西藏农牧民喜欢饲养家猫, 一旦家猫感染弓形虫极易将卵囊带到食品、水源、饲草中, 造成人畜感染^[7]。西藏牦牛养殖主要是传统的放牧模式, 牦牛自由采食牧草, 其活动区域经常与雪豹等猫科动物重叠, 极易接触到弓形虫卵囊, 增加粪一口途径摄入体内的机会^[30]。为有效防控弓形虫感染, 建议: 1) 加强宣传教育, 提高基层专业技术人员和农牧民对弓形虫及其危害的认识, 在思想上重视起来, 提升防范意识; 2) 倡导食用煮熟的肉食品, 尽量少吃风干肉或半风干肉, 降低弓形虫包囊感染风险; 3) 避免接触猫粪是预防弓形虫感染的有效方法, 加强对家猫的管控, 限制家猫的活动范围, 防止家猫捕食啮齿类、鸟类等野生动物, 阻止家猫靠近餐桌、食物、水源和饲料库等, 防范卵囊污染; 4) 开展弓形虫病流

行病学监测, 全面掌握流行现状, 阳性率低的地区可以考虑淘汰阳性家畜, 净化弓形虫病, 阳性率高的地区, 急性病例可以采用磺胺类药物和乙胺嘧啶进行治疗, 重症病例可使用二氢苯砒、阿托伐醌、螺旋霉素、克林霉素等治疗^[31]; 5) 做好养殖环境管理, 定期开展消杀工作, 保持环境卫生。

3.2 结论

本次调查采用弓形虫间接血凝抗体检测方法, 对那曲市聂荣县、嘉黎县牦牛进行弓形虫血清抗体检测, 抗体阳性率分别为50.00%和57.00%, 两县总阳性率为53.27%, 处于较高感染水平; 对不同地区、不同性别、不同年龄阶段牦牛弓形虫血清抗体情况进行卡方检验, 牦牛弓形虫血清抗体在地区和性别间差异不显著($p > 0.05$), 在年龄上差异显著($p < 0.05$), 3~6岁阶段牦牛阳性率更高, 对当地牦牛弓形虫的流行现状有了初步的了解。结合弓形虫终末宿主猫及猫科动物在西藏的广泛分布以及近年来的相关调查情况, 提示那曲地区牦牛弓形虫病存在流行隐患, 并提出了以改善饮食习惯、加强家猫管理和进行药物治疗为主的牦牛弓形虫病防治措施, 为当地牦牛弓形虫病防控提供科学依据。

参考文献:

- [1] SMITH N C, GOULART C, HAYWARD J A, et al. Control of human toxoplasmosis [J]. International Journal for Parasitology, 2021, 51(2-3): 95-121.
- [2] 张铃, 刘星卓, 吕芳丽. 非洲刚地弓形虫感染和弓形虫病流行概况 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2025, 43(2): 241-251.
- [3] 蔡其健, 李冰洁, 周金林, 等. 我国青藏高原地区家畜弓形虫感染情况的 Meta 分析 [J]. 中国兽医杂志, 2024, 60(3): 104-113.
- [4] 张越, 王华琳, 丁莹莹, 等. 我国人群和某些动物弓形虫感染研究进展 [J]. 动物医学进展, 2018, 39(10): 96-101.
- [5] 沈继龙, 余莉. 我国弓形虫病我国弓形虫病流行概况及防治基础研究进展 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2019(1): 71-76.
- [6] DONG H, SU R J, LU Y Y, et al. Prevalence, risk factors, and genotypes of toxoplasma gondii in food animals and humans (2000—2017) from China [J]. Frontiers in Microbiology, 2018(9): 2108.
- [7] LI K, WANG M, ZHANG H, et al. Epidemiology of toxoplasma gondii infection in native Xizangans in Xizang, China [J]. Acta Parasitologica, 2017,

- 62(3): 529-532.
- [8] NGÔ H M, ZHOU Y, LORENZI H, et al. Toxoplasma modulates signature pathways of human epilepsy, neurodegeneration & cancer [J]. Scientific Reports, 2017(7): 11496.
- [9] RETMANASARI A, WIDARTONO B S, WIJAYANTI M A, et al. Prevalence and risk factors for toxoplasmosis in middle Java, Indonesia [J]. EcoHealth, 2017, 14(1): 162-170.
- [10] PAN M, LYU C C, ZHAO J L, et al. Sixty years (1957-2017) of research on toxoplasmosis in China—An overview [J]. Frontiers in Microbiology, 2017, 8: 1825.
- [11] 朱正, 孙莹莹, 李楷, 等. 我国牛羊弓形虫感染情况及影响因素研究进展 [J]. 动物医学进展, 2017, 38(3): 107-110.
- [12] 李坤, 韩照清, 高建峰, 等. 西藏部分地区黄牛弓形虫血清检测报告 [J]. 中国奶牛, 2014(18): 24-26.
- [13] 苏雅静, 林雪, 康宇婷, 等. 基于 GIS 技术的中国地区牛源弓形虫流行病学及空间分布特征研究 [J]. 中国人兽共患病学报, 2023, 39(10): 998-1008, 1023.
- [14] 闫鑫磊, 韩汶荧, 韩笑, 等. 内蒙古中西部绵羊弓形虫病血清学调查 [J]. 中国兽医杂志, 2021, 57(1): 44-46.
- [15] LV Y L, FEIJÓ A, GUO K J, et al. Integrating multiple diversity and socioeconomic criteria in Xizangan felid conservation [J]. Ecosystem Health and Sustainability, 2024(10): 160.
- [16] 刘侠, 阚松鹤, 林青. 弓形虫病研究进展 [J]. 动物医学进展, 2015, 36(1): 101-105.
- [17] 陈至柔. 弓形虫及弓形虫病研究进展 [J]. 现代畜牧科技, 2023(7): 128-131.
- [18] 李坤, 姜文腾, 韩照清, 等. 2012—2013 年青藏高原地区牦牛弓形虫血清检测报告 [J]. 中国奶牛, 2015(8): 26-27.
- [19] 全德胜, 华海涌, 陈伟, 等. 拉萨市部分地区孕妇弓形虫感染现状调查及危险因素探讨 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2016, 28(6): 708-710.
- [20] 苏雅静, 林雪, 张晨, 等. 中国地区家猫弓形虫流行病学特征及空间聚集性研究 [J]. 中国人兽共患病学报, 2024, 40(10): 913-921.
- [21] 苏雅静, 林雪, 梁小燕, 等. 1987—2023 年中国区域犬感染弓形虫的空间流行病学分析 [J]. 中国人兽共患病学报, 2025, 41(2): 121-128.
- [22] 闫俊宇, 包梦楠, 刘丹, 等. 利用地理信息系统对我国羊弓形虫流行病学数据的调查与分析 [J]. 中国预防兽医学报, 2024, 46(2): 206-213.
- [23] 袁橙, 郝福星. 2017—2022 年我国猪弓形虫病的流行现状 [J]. 现代畜牧科技, 2023(3): 78-81.
- [24] 卢登明, 张欣, 赵琼莲, 等. 西藏部分地区人群弓形虫感染血清学调查 [J]. 中国寄生虫病防治杂志, 1993(1): 67.
- [25] WU S M, CIREN D B, HUANG S Y, et al. First report of *Toxoplasma gondii* prevalence in Xizangan pigs in Xizang, China [J]. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 2012, 12(8): 654-656.
- [26] LI R R, LI K, WANG X Q, et al. Seroprevalence of toxoplasma gondii infection in Xizangan pigs in Nyingchi, Xizang, China [J]. Pakistan Journal of Zoology, 2017, 49(1): 383-385.
- [27] LI K, GAO J F, SHAHZAD M, et al. Seroprevalence of toxoplasma gondii infection in yaks (*Bos grunniens*) on the Qinghai-Xizangan Plateau of China [J]. Veterinary Parasitology, 2014, 205(1-2): 354-356.
- [28] SUN T, RAHMAN S U, CAI J Z, et al. Seroprevalence and associated risk factors of toxoplasma gondii infection in yaks (*Bos grunniens*) on the Qinghai-Xizangan Plateau of China [J]. Parasite, 2021, 28: 43.
- [29] ZHANG X X, LOU Z Z, HUANG S Y, et al. Genetic characterization of toxoplasma gondii from Qinghai vole, Plateau pika and Xizangan ground-tit on the Qinghai-Xizang Plateau, China [J]. Parasites & Vectors, 2013(6): 291.
- [30] WANG M, WANG Y H, YE Q, et al. Serological survey of toxoplasma gondii in Xizangan mastiffs (*Canis lupus familiaris*) and yaks (*Bos grunniens*) in Qinghai, China [J]. Parasites & Vectors, 2012, 5(1): 35.
- [31] 朱亭仪, 盛文伟, 朱晓英, 等. 弓形虫流行病学及防治研究进展 [J]. 现代畜牧兽医, 2025(2): 78-83.