



蓝舌病在全球的分布概况

李茂林^{1,2}, 张七斤^{2*}, 徐青元^{1*}

(1. 中国农业科学院哈尔滨兽医研究所 兽医生物技术国家重点实验室, 哈尔滨 150069;

2. 内蒙古农业大学 兽医学院, 呼和浩特 010018)

摘要: 蓝舌病为 OIE 规定的需通报疫病, 我国将其列为一类动物疫病。该病已经给全球大部分流行地区造成巨大经济损失。我国于 1979 年首次证明该病存在, 且在我国流行初期即造成大量易感动物死亡, 给我国畜牧业带来了重大经济损失。但蓝舌病在我国仍属冷门研究方向, 我国到底分离鉴定出多少个血清型的蓝舌病病毒, 该病在我国的分布范围到底有多广? 许多畜牧兽医工作者对这些问题并不是非常清楚。特别是在近年来鲜有蓝舌病引起动物发病死亡报道的前提下, 人们对蓝舌病的重视程度进一步降低。本文对蓝舌病在全球的流行概况进行简要阐述, 同时, 对蓝舌病在我国 40 年的流行情况进行回顾, 希望该病在我国能够得到足够的重视。

关键词: 蓝舌病; 疫病监测; 病毒分离; 疫病流行

中图分类号: S852.659.4

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2021)04-0881-10

Global Distribution of Bluetongue

LI Maolin^{1,2}, ZHANG Qijin^{2*}, XU Qingyuan^{1*}

(1. State Key Laboratory of Veterinary Biotechnology, Harbin Veterinary Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150069, China; 2. College of Veterinary Medicine, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

Abstract: Bluetongue is listed as one of the notifiable diseases by OIE, and it is classified as type “A” animal diseases by the Chinese government. It has caused huge economic losses to most of the epidemic areas in the world. This disease was first identified in China in 1979, and in the early years of the epidemic of bluetongue disease, it caused great economic losses to animal husbandry because many susceptible animals died. However, bluetongue disease is still an unpopular research direction in China, it is not very clear to many veterinary workers that how many serotypes of bluetongue virus have been isolated and identified in China and how widespread the disease is in China. Especially in recent years, there are few reports of bluetongue disease leading to animal morbidity and death, and people’s attention to bluetongue disease has further decreased. This article briefly describes the prevalence of bluetongue disease in the world, and reviews the 40-year prevalence of bluetongue disease in China, hoping that the disease can attract enough attention.

Key words: bluetongue; epidemic surveillance; virus isolation; epidemic of disease

* **Corresponding authors:** ZHANG Qijin, E-mail: nmzqj@126.com; XU Qingyuan, E-mail: xuqingyuan@caas.cn

收稿日期: 2020-06-08

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0500908)

作者简介: 李茂林(1992-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 硕士生, 主要从事动物传染病与病毒学研究, E-mail: fllyi7700@163.com

* 通信作者: 张七斤, 主要从事预防兽医学研究, E-mail: nmzqj@126.com; 徐青元, 主要从事动物传染病及其病原分子流行病学研究, E-mail: xuqingyuan@caas.cn

蓝舌病 (bluetongue, BT) 是由蓝舌病病毒 (bluetongue virus, BTV) 引起的多种反刍动物易感的非接触性虫媒疫病, 该病可以感染多种家养和野生反刍动物, 其中绵羊最为易感。因病毒血清型、感染动物种类以及疫病是否首次流行等因素的不同, 动物感染 BTV 后表现出的临床症状有很大差异, 可表现为无临床症状、亚临床症状乃至死亡。根据 OIE 报道, 该病对于绵羊的病死率通常为 2%~30%, 有时可达 70%, 对于最为易感的绵羊, 病死率甚至可达 100%^[1]。BT 最早报道于 1876 年, 发病动物为非洲的绵羊^[2], 我国 1979 年于云南省师宗县首次证明该病存在^[3]。目前, 该病在除南极洲外的其他大陆热带和亚热带绝大部分国家和地区存在, BT 的分布范围原本介于北纬 40°至南纬 35°之间, 但是 2006 年以后, 其流行范围已扩展到北纬 50°。该病对畜牧业的危害包括疫病给生产造成的直接损失和对该疫病的防控费用及影响国际贸易造成的间接损失, 平均每年在全世界范围内造成的经济损失可达 30 亿美元。BT 被世界动物卫生组织 (Office International des Epizooties, OIE) 列入 OIE 疫病名录 (OIE-Listed disease), 为需通报动物疫病, 我国则将其列为一类动物疫病。自 1979 年在我国云南省师宗地区首次正式报道 BT 以来, 我国已在多个省份和地区开展了 BT 的血清学调查以及病毒分离工作。

1 BTV 病原特性及传播特点

BTV 隶属于呼肠孤病毒科环状病毒属, 其核酸由 10 个分节段的双股 RNA 构成, 共编码 12 种蛋白^[4]。其中, VP2 和 VP5 是 BTV 血清学分型的主要抗原, 而 VP7 是血清学检测中主要的群特异性抗原^[4-5]。不同血清型病毒在自然感染状态下可以发生基因节段互换。几乎所有的反刍动物都可以感染 BTV, 其中, 绵羊最为易感且最容易表现出临床症状, 其他动物通常表现为亚临床症状或隐性感染。但是在 2006 年欧洲暴发了毒力更强的 BTV-8 相关疫情, 牛在感染该病毒后也表现出明显的临床症状。在 BTV 的传播过程中, 隐性感染动物特别是牛和其他野生反刍动物常作为病毒储存宿主, 在该病的传播过程中扮演着重要的角色。易感动物间的直接接触不会传播本病, 通过吸血昆虫传播是 BTV 的主要传播方式。库蠓属蠓类是 BTV 最主要的传播媒介, 但在 1 300~1 400 种库蠓中, 只有约 30 种可

以传播 BTV。除库蠓外, 在蚊子体内也分离到了 BTV, 这表明蚊子在 BTV 的传播过程中可能也起着重要作用。传播媒介一旦感染 BTV, 将会终生带毒^[6]。BT 流行情况与传播媒介昆虫的分布、习性和生活史密切相关, 并且气候与环境因素也会影响该病传播, 该病通常呈季节性流行。虽然有报道称公牛和公羊精液样品中检测出 BTV 并可以传播给雌性动物, 甚至 BTV 可以通过胎盘传播给胎儿, 但这些传播方式并非 BTV 的主要传播方式, 在该病流行过程中的意义不大。

2 BT 全球流行概况

BT 最早发现于非洲, 并且很可能在更早的时期 BTV 就已经在非洲的野生动物中存在并流行。对于 BT 临床症状最早的详细记录始于 1902 年, 所记录的患病动物为由欧洲引入南非开普敦殖民地的美利奴绵羊^[7]。1905 年, 首次证实引起 BT 的病原是一种病毒^[8]。1944 年, 首次证实 BT 的传播媒介为库蠓^[9]。Howell 等^[10]在 20 世纪 60 年代首次通过病毒中和试验对 BT 进行了血清学分型。20 世纪 40 年代以前, BT 仅存在于南非地区。1943 年, 亚洲国家塞浦路斯发生 BT 疫情, 这是 BT 首次在非洲之外的地区发生^[11]。1952 年, 美国加利福尼亚州出现 BT 疫情, 标志着 BT 成功入侵北美洲^[12]。1956—1957 年期间, 在伊利比亚半岛出现 BT 疫情并造成大约 18 万只绵羊死亡标志着 BT 成功入侵欧洲^[13]。1976 年, 澳大利亚鉴定出 BTV-20 标志着 BT 成功入侵澳洲^[14], 接下来在除南极洲以外的各大洲陆续分离鉴定出 BTV, 至此 BT 开始在全世界范围内流行。鉴于 1956—1957 年 BT 给伊利比亚半岛畜牧业造成的巨大经济损失, 20 世纪 60 年代, OIE 就已将 BT 列为 A 类动物疫病。迄今为止, 全球已经陆续鉴定出 29 个血清型的 BTV^[15-17]。

自 BT 首次在非洲以外的地区发现以来, 已在全球范围内出现数次暴发, 且在多个地区持续存在, 表 1 列出了 1943 年以来全球 BT 暴发和病毒分离情况。由于全球经济水平差异、技术的不平衡性以及信息的滞后性, 无法确定各个国家和地区目前有多少个血清型 BT 在流行。根据现有文献统计, 在 1998—2006 年, 欧洲至少出现了 BTV-1、BTV-2、BTV-4、BTV-9、BTV-16 5 个血清型的病毒^[18-20], 2006 年 8 月, 出现了毒力增强的 BTV-8, 该病毒首次导致牛出现明显临床症状, 并且使 BT 的传播范

围突破北纬 40°^[21]。2008 年,在德国、新西兰和比利时出现 BTV-6 和 BTV-11 两个血清型的病毒,而在 2008 和 2014 年,分别在瑞士和法国首次鉴定出 BTV-25 和 BTV-27 两个血清型的病毒^[22-23]。在北美洲,1998 年以前鉴定出的血清型分别为 BTV-2、BTV-10、BTV-11、BTV-13 和 BTV-17,据统计每年造成的经济损失超过 1 亿美元,1998 年以后,在美

国东南部陆续分离鉴定出 BTV-1、BTV-3、BTV-5、BTV-6、BTV-9、BTV-12、BTV-14、BTV-19、BTV-22 和 BTV-24 共计 10 个血清型的 BTV^[24-25]。在澳大利亚至少鉴定出 BTV-1、BTV-2、BTV-3、BTV-7、BTV-9、BTV-15、BTV-16、BTV-20、BTV-21 和 BTV-23 共计 10 个血清型的病毒,其中,BTV-1 和 BTV-21 曾经是该地区主要流行的

表 1 BT 疫情全球发生概况

Table 1 Overview of BT epidemic in the world

时间 Year	地点 Location	疫情发生情况 Situation of the epidemic
1876 年	非洲	首次报道 BT
1943 年	塞浦路斯	首次在非洲以外出现 BT 疫情,绵羊的死亡率超过 70%
1949 年	以色列	该国首次出 BT 疫情,采用灭活疫苗应对疫情
1952 年	美国	在美国加利福尼亚州绵羊发生 BTV-10 疫情。后续鉴定出 4 个血清型 BTV,每年造成的经济损失超过 100 万美元
1956 年	伊利比亚半岛	暴发 BTV-10 疫情,疫情延续至 1960 年。造成约 18 万只绵羊死亡,死亡率超过 75%
1958 年	巴基斯坦	该国首次暴发绵羊 BT 疫情
1964 年	印度	首次在进口的美利奴绵羊发生 BT 疫情,并在本地绵羊、山羊、牛、水牛、骆驼以及野生反刍动物出现亚临床症状
1974 年	日本	在日本本地牛出现 BTV 亚临床感染,此后零星出现多个血清型 BT 疫情
1977 年	澳洲	在亚临床症状的牛体内分离出多个血清型的 BTV,虽然这些血清型的 BTV 对绵羊有致病力,但是却未有绵羊 BT 疫情报道
1978 年	美洲中部和南部, 加勒比海湾国家	鉴定出多个血清型 BTV,感染动物通常呈亚临床症状
1979 年	希腊	绵羊出现 BT 疫情
1979 年	中国	首次出现 BT 疫情,此后分离鉴定出多个血清型 BTV
1981 年	印度尼西亚	进口的绵羊出现 BT 疫情,发病率较高,但死亡率差异较大
1987 年	马来西亚	进口的绵羊出现 BT 疫情,发病率较高,但死亡率差异较大
1998 年	欧洲地中海地区	希腊、意大利、伊利比亚半岛和巴尔干半岛国家以及地中海地区出现 BT 疫情,超过 1 百万只绵羊受到影响
1998 年	美国东南部	鉴定出超过 10 个血清型的 BTV
2003 年	中国	中国台湾地区首次分离到 BTV
2006— 2008 年	欧洲北部	在欧洲出现 BTV-8 疫情,病毒毒力强于常规 BTV-8,感染动物具有较高的发病率和死亡率
2007 年	美国西部	绵羊和野生动物出现 BTV-17 疫情
2008 年	瑞士	在亚临床症状的山羊体内分离到 BTV-25
2011 年	科威特	在绵羊体内分离到 BTV-26
2012 年	俄罗斯和波罗的海国家	检测到 BTV-14 型弱毒疫苗病毒,但无法确定病毒来源和入侵途径
2014 年	法国	在无临床症状的绵山羊体内分离到 BTV-27
2016 年	以色列	在绵羊痘和牛结节性皮肤病疫苗内分离到 BTV-28
2020 年	卢森堡雷当日郡	发生 BTV-8 疫情,涉及 435 头牛
2020 年	中国	对 2014 年哨兵动物分离的病毒进行鉴定,确定分离病毒为 BTV-29

血清型^[25]。2011年之前,在亚洲已经鉴定出 BTV-1~BTV-24 共计 24 个血清型的病毒,2011年,科威特首次分离鉴定出 BTV-26,2016年,以色列在绵羊痘和牛结节性皮肤病疫苗内首次分离鉴定出 BTV-28,2020年,我国鉴定出 BTV-29,目前,亚洲至少存在 27 个血清型的 BTV,其中印度通过中和试验和病毒分离鉴定的方法证实,该国存在 BTV-1 至 BTV-21 和 BTV-23 共计 22 个血清型病毒^[16, 26-28]。由于缺乏准确的流行病学调查数据,人们仅能粗略地对 BT 的全球流行概况进行阐述。但从 BT 在全球的流行来看,该病防控形势仍然十分严峻,特别是新的血清型、亚型以及强毒株的出现,更应引起我国高度重视。

3 我国 BT 血清学调查情况

1979年,在云南省师宗地区首次证明了 BT 在我国存在,自此开始在多个省份和地区开展了该病的检测和监测工作。在检测方法上,1994年以前,我国主要采用琼脂免疫扩散试验(AGID)进行血清学调查,1994年以后,开始使用更为敏感和准确的 ELISA 方法进行检测。将我国近 40 年来有关 BT 血清学检测的报道进行总结归纳,结果表明:在我国 23 个省份中,河北省^[29]、山西省^[30]、吉林省^[31]、辽宁省^[29]、陕西省^[32]、甘肃省^[33]、青海省^[34]、山东省^[30]、浙江省^[35]、台湾省^[36]、湖北省^[37]、江苏省^[30]、安徽省^[30]、广东省^[38]、四川省^[39]、贵州省^[40]和云南省^[5]均有 BTV 抗体阳性动物检出;4 个直辖市中,北京^[41]和天津^[29]有 BTV 抗体阳性动物检出;5 个自治区中,内蒙古自治区^[5]、新疆维吾尔自治区^[42]、广西壮族自治区^[5]和西藏自治区^[43]有 BTV 抗体阳性动物检出;香港和澳门 2 个特别行政区没有 BTV 抗体阳性动物检出的报道。与其他 BTV 抗体阳性动物检出省份不同,河北、天津和辽宁 3 个省(直辖市)虽有 BTV 抗体阳性动物检出的报道,但该报道所记录的信息十分笼统,每个省份进行检测的具体地点、检测动物种类、样品数量及阳性率均未提及^[29]。河南省虽然没有 BTV 抗体阳性动物检出的报道,但是据推测应有 BT 流行^[30]。山东省没有 BTV 抗体阳性动物检出的报道,但是该省分离到 1 株血清 16 型 BTV,因此,可以确定该省存在 BT 抗体阳性动物^[30]。目前,没有 BTV 抗体阳性动物报道的地区中,重庆市、宁夏回族自治区、河南省、湖南省、江西省和福建省均处于北纬 20°~40°,并且被检出 BT 抗体阳性动物的省份所包围,这些因素足

以使人怀疑这些地区是否真的没有 BT 存在。

4 我国 BTV 分离鉴定情况

BTV 分离的主要方法是将感染动物抗凝血或红细胞裂解物静脉接种鸡胚,再将特定时间死亡鸡胚匀浆后接种易感细胞从而获得病毒分离株,通常在血清学调查阳性区域放置哨兵动物更容易分离到病毒。自 1979 年在云南省曲靖地区师宗县五龙乡分离到第 1 株 BTV 至今的 40 年来,我国已分离到多株 BTV。将我国首次报道的不同血清型 BTV 分离株进行归纳整理,并对分离时间、分离地点、分离动物和病毒编号进行统计,汇总结果如表 2 所示。我国目前已经陆续分离到 16 个血清型的 BTV,分别为 BTV-1、2、3、4、5、7、9、11、12、14、15、16、17、21、24 和 29。

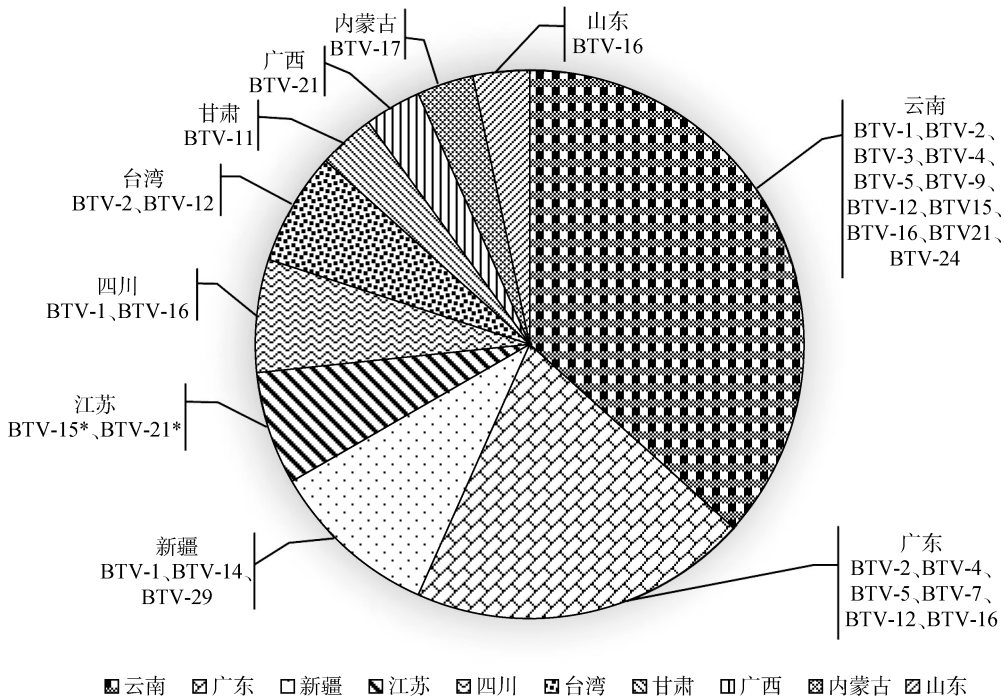
这 16 个血清型 BTV 分别在我国 10 个省份(地区)分离到(图 1),其中,云南分离到的血清型最多,共分离到 11 个血清型,分别为 BTV-1、2、3、4、5、9、12、15、16、21 和 24。广东次之,分离到 BTV-2、4、5、7、12 和 16 共计 6 个血清型。新疆分离到 3 个血清型。江苏、四川和台湾各分离到 2 个血清型。甘肃、广西、内蒙和山东各分离到 1 个血清型。此外在新疆分离到一株不与 BTV-1 至 BTV-24 阳性血清发生中和反应的未定型病毒,在安徽、湖北、四川、甘肃、新疆等地分离到若干株病毒,但是没有鉴定所分离病毒的血清型,这些没有确定血清型的病毒未列入图 1。

从地理分布范围来看,BTV-16 分布最广,在云南、广东、四川和山东四省均分离鉴定出该血清型病毒;BTV-1 分布于云南、新疆和四川;BTV-2 分布于云南、广东和台湾;BTV-4 和 BTV-5 分布于云南和广东;BTV-12 分布于与云南、广东和台湾;BTV-3、BTV-9 和 BTV-24 只在云南分离到;BTV-7 只在广东分离到;BTV-14 和 BTV-29 只在新疆分离到。从分离时间来看(图 2),1979—1990 年,我国首次分离到 BTV-1 和 BTV-17 共计 2 个血清型病毒;1991—2000 年,首次分离到 BTV-2、3、4、12、15 和 16 共计 6 个血清型病毒;2001—2010 年,没有分离到新的血清型的 BTV;2011 年至今,首次分离到 BTV-5、7、9、14、21、24 和 29 共计 7 个血清型病毒;BTV-11 因无法确定分离年限,没有计入时间轴。病毒中和(VN)试验是 BTV 血清型鉴定的金标准,但是随着近年来基因测序技术的进步,通过序

表 2 我国不同血清型 BTV 首次分离鉴定信息

Table 2 Information of the first isolation and identification of different serotype BTV in China

血清型 Serotype	分离时间 Time	分离地点 Location	分离动物 Host	病毒编号 BTV No.
BTV-1 ^[44]	1986	云南师宗	绵羊	Y863
BTV-2 ^[44]	1996	云南景洪	牛	V440
BTV-3 ^[44]	1996	云南	牛	V349
BTV-4 ^[44]	1996	云南德宏	牛	V413
BTV-5 ^[45]	2012	云南师宗	牛	V084/YN/2012
BTV-7 ^[46]	2014	广东	奶牛和山羊	GD/ST2014
BTV-9 ^[47]	2012	云南师宗五龙乡	牛	无
BTV-11 ^[48]	不清楚	甘肃	牛	无
BTV-12 ^[44]	1996	云南	牛	V442
BTV-14 ^[49]	2019	新疆	羊	无
BTV-15 ^[50]	1995—1997	云南师宗	牛	无
BTV-16 ^[51]	1996—1997	云南玉溪	牛	无
BTV-17 ^[52]	1989	内蒙巴彦淖尔	山羊	NM-BTV
BTV-21 ^[53]	2015	广西隆安县	牛	5149E
BTV-24 ^[54]	2012—2014	云南师宗	牛	V137
BTV-29 ^[17]	2014	新疆尉犁	山羊	V196/XJ/2014



* 此株病毒通过 VP2 序列分析确定血清型

* The serotype of the virus was identified by VP2 sequence analysis

图 1 不同血清型 BTV 在我国的分布

Fig. 1 Distribution of different serotypes of BTV in China

列分析对 BTV 进行分型的方法也逐渐被大家接受,并成为分离株溯源的重要手段,特别是在病毒发生重组的情况下,对病毒进行全基因组测序显得尤为重要。目前,我国已经完成 BTV 血清 1 型、7 型、15 型、16 型和 21 型病毒全基因组测序工作,这些病毒全基因组测序工作的完成对我国 BTV 的研究具有

重要意义。特别是血清 21 型病毒 5149E 株的全基因组测序结果表明该毒株的 Segment 6 基因节段可能来源于日本分离的 BTV-16 KSB-6/C/08 株,这意味着我国已有基因重组病毒存在,并且很有可能还存在其他重组病毒。

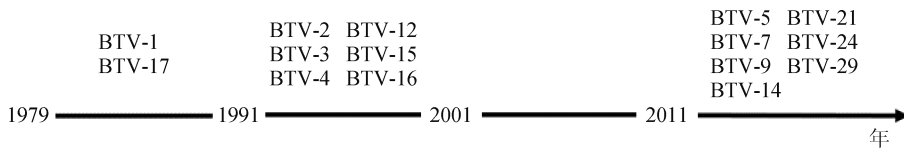


图 2 中国不同血清型 BTV 首次分离鉴定时间轴

Fig. 2 The time line for the first isolation and identification of different serotypes of BTV in China

5 小 结

BTV 主要由吸血昆虫传播,在 2006 年以前,BT 主要分布于南纬 40°和北纬 35°之间,但在亚洲、美国西北部以及欧洲北部,BT 流行区域可达北纬 50°地区^[13, 55-56]。在不同的地区,不同血清型甚至不同亚型的病毒,可能其传播媒介存在差异,由于对 BTV 传播媒介的研究相对较少,尚无法准确掌握每个地区 BTV 的传播媒介。人们推测 BT 流行范围的扩大与全球气候变化相关,但其流行范围的变化实际上是与传播媒介的分布相吻合的,气候变暖等因素可能首先对媒介昆虫分布范围产生影响,进而导致了 BT 的流行范围变化^[18, 57-58]。BT 在全球的流行过程中表现的特征:1)新血清型不断出现;2)不同基因节段重组病毒陆续出现;3)不断有新的传播媒介出现,进而导致 BT 流行范围发生变化;4)某一地区可能同时存在多个血清型流行;5)某一血清型病毒可能在多个地区流行,并且病毒在基因水平出现地域特征。这些流行特点为 BTV 的基因变异提供了更为便利的条件,使强毒株出现的概率大大提高,从而导致畜牧业始终处于 BTV 的威胁之下。由于数据的缺乏,准确阐述 BT 在全球的流行情况是非常困难的,但通过对现有数据的整理,仍可发现 BT 的在全球流行的复杂性。近年来,随着我国“一带一路”等国家重大战略的实施,我国与其他国家的贸易更为频繁,在此背景下,我们更应对 BT 等外来动物疫病提高警惕,以免对我国养殖业造成经济损失。

从我国首次确定 BT 在我国存在至今已经过去 40 年时间。在这 40 年中,不断有新的省份检测出

BT 抗体阳性动物,各地区分离鉴定到的 BTV 血清型也越来越多。从血清学角度来看,BT 在我国全境绝大部分地区存在和流行,目前,大量血清学调查相关的报道仅停留在检测群特异性抗体阳性水平,很多地区尚无法确定具体流行哪种血清型的 BTV。没有 BT 抗体阳性动物报道的地区中,宁夏、河南、重庆、湖南、江西和福建被 BTV 血清学阳性省份所包围,并且气候上具备 BT 流行的条件,对以上地区进行血清学检测,以确定是否有 BT 流行十分必要。黑龙江地处我国北部边陲,气候寒冷,其气候条件可能影响了 BT 的传播媒介,从而不具备 BT 流行的条件。上海、香港和澳门未见 BT 阳性动物报道,这可能与这三个城市畜牧业发展情况有关。海南省独特的地理位置应该是没有阳性动物报道的主要原因。从病原学角度来看,我国只在 12 个省级行政区域内分离到 BTV,只有 10 个省级行政区对分离的 BTV 进行了血清型鉴定,尚有 12 个省级行政区域只有 BTV 抗体阳性动物报道而没有分离鉴定 BTV。因此,虽然我国已经分离到 16 个血清型的 BTV,但不排除其他血清型 BTV 存在的可能性。BT 是一种虫媒疫病,并且该病血清型众多,各个血清型间不能完全交叉保护,因此,防控难度较大,通过对易感动物进行免疫的方法来预防该病需要使用特定血清型的疫苗。在此前提下,对 BT 流行情况的准确掌握就显得尤为重要。确切掌握 BT 的流行情况,不但需要大量人财物的投入,同时,需要相关部门的重视以及各个部门的通力合作。目前,我国 BT 流行病学调查缺乏系统性,各个地区相关报道的数据数量和质量参差不齐,某些地区监测数据甚至出现必要参数缺失的现象。此外,我国对 BTV

传播媒介所掌握的信息严重缺失,目前,我国有多少种蚊虫可以携带并传播 BTV? 各地 BTV 的主要传播媒介是什么? 这些问题都需要大量研究来给出答案。

目前,我国流行的 BTV 是否具有致病性是人们关注的一个焦点。从 BT 在我国发生的历史来看,我国早期的 BT 病例是有临床症状的,特别是 1979 年师宗首次分离到 BTV 的案例中,该病不但有明显的临床症状,还造成了大量动物死亡^[3]。但近年来基本没有 BT 自然感染病例出现临床症状的报道。因此,有学者认为 BTV 已经不再对我国畜牧业构成威胁,自然状态下流行的各个血清型 BTV 使易感动物处于天然的“免疫保护”状态,自然状态下流行的病毒可以看作是天然的“弱毒疫苗”。但实际情况很可能并非如此,第一,该病毒血清型众多,其基因极易发生突变和重组,即便是弱毒疫苗也发生过和野生型病毒重组的情况,任由病毒流行很可能发生不可预知的结果。如 2006 年在欧洲流行的 BTV-8 强毒株就与其他 BTV-8 毒株有很大差异,该毒株不但可以使感染羊表现出明显的临床症状,而且对牛也有致病性,在此之前,牛被认为是隐性感染动物^[56];第二,即便是弱毒疫苗也存在一定的致病风险,现阶段已有弱毒疫苗引起免疫动物出现临床症状或导致生产性能下降的报道^[59]。我国至少有 16 个血清型的 BTV 在各地流行,很难保证这些病毒确实都是对动物生产性能不产生任何影响的“天然疫苗”。我国养羊业目前还以散养为主,饲养管理较为粗放,很可能出现一些一过性临床症状或亚临床症状被忽略的情况;第三,我国作为 BT 的老疫区,即便是该病真的不会给我国动物饲养业造成直接经济损失,但是作为 OIE 规定的需通报疫病,该病也必然会对我国的进出口贸易造成不良影响;最后,近年来小反刍兽疫、非洲猪瘟和牛结节性皮肤病等疫病的突然出现给我国造成非常严重的影响和损失。人们理应以此为鉴,认真做好 BT 的储备研究,不但要准确及时地掌握该病在我国的流行情况,而且要对邻国疫情适时了解,以防止外来 BTV 传入我国。基于以上原因,即便近年来没有该病在我国造成严重经济损失的报道,人们仍然要重视该病,至少要进行必要的技术储备,不但要准确掌握该病在我国的流行情况,而且要在突发事件出现时能够有效应对。

参考文献 (References):

- [1] OIE. Bluetongue[M/OL]. https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/Disease_cards/BLUETONGUE.pdf.
- [2] MAHY B W J, VAN REGENMORTEL M H V. Encyclopedia of virology[M]. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2008.
- [3] 张念祖, 张开礼, 李志华, 等. 绵羊蓝舌病的调查报告[J]. 云南畜牧兽医, 1989(4):3-13.
ZHANG N Z, ZHANG K L, LI Z H, et al. Investigation report on Bluetongue of sheep [J]. *Yunnan Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 1989(4):3-13. (in Chinese)
- [4] ROY P. Bluetongue virus proteins and particles and their role in virus entry, assembly, and release[J]. *Adv Virus Res*, 2005, 64:69-123.
- [5] XU Q Y, SUN E C, YANG T, et al. Isolation of a Bluetongue virus group-specific monoclonal antibody and application to a diagnostic competitive ELISA [J]. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2015, 99(2):729-739.
- [6] MELLOR P, BOORMAN J, BAYLIS M. *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors [J]. *Annu Rev Entomol*, 2000, 45(1):307-340.
- [7] HUTCHEON D. Malarial catarrhal fever of sheep [J]. *Vet Rec*, 1902, 14:629-633.
- [8] THEILER A. Bluetongue in sheep[J]. *Ann Rep Dir Agric Transvaal*, 1906, 1905:110-121.
- [9] DU TOIT R. The transmission of blue-tongue and horse-sickness by *Culicoides*[J]. *Onderstepoort J Vet Sci Anim Ind*, 1944, 19(1-2):7-16.
- [10] HOWELL P G, ALEXANDER R A, CLARK R, et al. A preliminary antigenic classification of strains of bluetongue virus[J]. *Onderstepoort J Vet Res*, 1960, 28(3):357-363.
- [11] GAMBLES R M. Bluetongue of sheep in Cyprus[J]. *J Comp Pathol Therapeut*, 1949, 59:176-190.
- [12] HARDY W T, PRICE D A. Soremuzzle of sheep[J]. *J Am Vet Med Assoc*, 1952, 120:23-25.
- [13] MACLACHLAN N J. Bluetongue: history, global epidemiology, and pathogenesis[J]. *Prev Vet Med*, 2011, 102(2):107-111.
- [14] KIRKLAND P D. Bluetongue viruses, vectors and surveillance in Australia - the current situation and unique features[J]. *Vet Ital*, 2004, 40(3):47-50.
- [15] BELBIS G, ZIENTARA S, BRÁARD E, et al.

- Bluetongue virus: From BTV-1 to BTV-27[J]. *Adv Virus Res*, 2017, 99:161-197.
- [16] BUMBAROV V, GOLENDER N, JENCKEL M, et al. Characterization of bluetongue virus serotype 28[J]. *Transbound Emerg Dis*, 2020, 67(1):171-182.
- [17] YANG H, GU W X, LI Z H, et al. Novel putative bluetongue virus serotype 29 isolated from inapparently infected goat in Xinjiang of China[J/OL]. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2020, doi:10.1111/tbed.13927.
- [18] PURSE B V, MELLOR P S, ROGERS D J, et al. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe[J]. *Nat Rev Microbiol*, 2005, 3(2):171-181.
- [19] SAEGERMAN C, BERKVEN S D, MELLOR P S. Bluetongue epidemiology in the European Union[J]. *Emerg Infect Dis*, 2008, 14(4):539-544.
- [20] ZIENTARA S, SAILLEAU C, DAUPHIN G, et al. Identification of bluetongue virus serotype 2 (Corsican strain) by reverse-transcriptase PCR reaction analysis of segment 2 of the genome[J]. *Vet Rec*, 2002, 150(19):598-601.
- [21] DAL POZZO F, SAEGERMAN C, THIRY E. Bovine infection with bluetongue virus with special emphasis on European serotype 8[J]. *Vet J*, 2009, 182(2):142-151.
- [22] VÖGTLIN A, HOFMANN M A, NENNIGER C, et al. Long-term infection of goats with bluetongue virus serotype 25[J]. *Vet Microbiol*, 2013, 166(1-2):165-173.
- [23] JENCKEL M, BRÉARD E, SCHULZ C, et al. Complete coding genome sequence of putative novel bluetongue virus serotype 27[J]. *Genome Announc*, 2015, 3(2):e00016-15.
- [24] OSTLUND E N. NVSL update to the bluetongue and related orbiviruses committee[C]//Proceedings of the 113th Annual Meeting of the US Animal Health Association. San Diego, CA, 2010.
- [25] MACLACHLAN N J. Global implications of the recent emergence of bluetongue virus in Europe[J]. *Vet Clin North Am:Food Anim Pract*, 2010, 26(1):163-171.
- [26] RAO P P, HEGDE N R, REDDY Y N, et al. Epidemiology of bluetongue in India[J]. *Transbound Emerg Dis*, 2016, 63(2):e151-e164.
- [27] MAAN S, MAAN N S, NOMIKOU K, et al. Complete genome characterisation of a novel 26th bluetongue virus serotype from Kuwait[J]. *PLoS One*, 2011, 6(10):e26147.
- [28] BUMBAROV V, GOLENDER N, ERSTER O, et al. Detection and isolation of bluetongue virus from commercial vaccine batches[J]. *Vaccine*, 2016, 34(28):3317-3323.
- [29] 李朝君, 刘际彬, 茹亚光, 等. 我国北方五省(区)绵羊四种主要传染病的血清学调查[J]. *中国畜禽传染病*, 1998, 20(1):48-49.
- LI C J, LIU J B, RU Y G, et al. Serological investigations of four kinds of major infectious disease of sheep in the partial region of the northern China [J]. *Chinese Journal of Animal and Poultry Infectious Diseases*, 1998, 20(1):48-49. (in Chinese)
- [30] KIRKLAND P, ELLIS T, MELVILLE L, et al. Australian national arbovirus monitoring program - a model for studying bluetongue epidemiology in China [C]//Proceedings of the First Southeast Asia and Pacific Regional Bluetongue Symposium. Kunming, China: ACIAR, 1995:95-99.
- [31] LIU F, LI J M, ZENG F L, et al. Prevalence and risk factors of brucellosis, chlamydiosis, and bluetongue among sika deer in Jilin province in China [J]. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2018, 18(4):226-230.
- [32] 梁督军, 林治涌, 张志珍. 牛羊蓝舌病血清学调查[J]. *中国兽医科技*, 1992, 22(3):16-17.
- LIANG D J, LIN Z Y, ZHANG Z Z. Serological investigation of bluetongue in cattle and sheep[J]. *Chinese Veterinary Science*, 1992, 22(3):16-17. (in Chinese)
- [33] 白俊英, 裴天云, 卞启华, 等. 牛蓝舌病的血清学调查[J]. *中国兽医科技*, 1991, 21(5):16-17.
- BAI J Y, PEI T Y, BIAN Q H, et al. Serological investigation of bovine bluetongue [J]. *Chinese Veterinary Science*, 1991, 21(5):16-17. (in Chinese)
- [34] 贺晓龙. 青海省牛羊蓝舌病血清学调查[J]. *中国动物检疫*, 2011, 28(3):62-63.
- HE X L. Serological investigation of bluetongue disease in bovine and ovine in Qinghai province[J]. *China Animal Health Inspection*, 2011, 28(3):62-63. (in Chinese)
- [35] 汪溪念, 赵国源. 浙江省牛羊蓝舌病血清学调查[J]. *动物检疫*, 1990(4):26-27.

- WANG X N, ZHAO G Y. Serological investigation of bovine and sheep bluetongue in Zhejiang province [J]. *Dongwu Jianyi*, 1990(4):26-27. (in Chinese)
- [36] TING L J, LEE M S, HUANG T S, et al. Identification of bluetongue virus in goats in Taiwan [M]. *Vet Rec*, 2005, 156(2):52.
- [37] 邓中清, 段金荣, 杜念国. 绵羊蓝舌病血清学调查 [J]. *湖北畜牧兽医*, 1991(3):27-28.
DENG Z Q, DUAN J R, DU N G. Serological investigation of sheep bluetongue [J]. *Hubei Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 1991(3):27-28. (in Chinese)
- [38] 吕敏娜, 林丽琴, 陈琴琴, 等. 广东地区蓝舌病流行病学初步研究 [J]. *中国预防兽医学报*, 2015, 37(7):499-501.
LV M N, LIN L Q, CHEN Q L, et al. A preliminary study of the epidemiology of bluetongue disease in Guangdong [J]. *Chinese Journal of Preventive Veterinary Medicine*, 2015, 37(7):499-501. (in Chinese)
- [39] LI J K, LI K, SHAHZAD M, et al. Seroprevalence of *Bluetongue virus* in domestic yaks (*Bos grunniens*) in Tibetan regions of China based on circulating antibodies [J]. *Trop Anim Health Prod*, 2015, 47(6):1221-1223.
- [40] 王 慧, 覃 岚, 尹 鑫, 等. 2012 年贵州羊蓝舌病血清流行病学调查及影响因素分析 [J]. *中国动物检疫*, 2013, 30(11):52-56.
WANG H, QIN L, YIN X, et al. The serological survey and influencing factors analysis of sheep bluetongue in Guizhou province in 2012 [J]. *China Animal Health Inspection*, 2013, 30(11):52-56. (in Chinese)
- [41] 樊玉珍, 孙玉霞. 蓝舌病血清流行病学调查 [J]. *云南畜牧兽医*, 1991(3):83, 86.
FAN Y Z, SUN Y X. Seroepidemiological investigation of bluetongue [J]. *Yunnan Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 1991(3):83, 86. (in Chinese)
- [42] 王 玉, 谷文喜, 石保新, 等. 2012 年新疆蓝舌病血清学调查及区间分布 [J]. *中国动物检疫*, 2014, 31(5):52-55.
WANG Y, GU W X, SHI B X, et al. Serological survey and analysis of bluetongue in Xingjian area in 2012 [J]. *China Animal Health Inspection*, 2014, 31(5):52-55. (in Chinese)
- [43] ZHANG N, LI Z, ZHANG F, et al. Studies on bluetongue disease in the People's Republic of China [J]. *Vet Ital*, 2004, 40(3):51-56.
- [44] ZHANG N, MACLACHLAN N J, BONNEAU K R, et al. Identification of seven serotypes of bluetongue virus from the People's Republic of China [J]. *Vet Rec*, 1999, 145(15):427-429.
- [45] 李占鸿, 肖 雷, 孟锦昕, 等. 中国蓝舌病病毒血清 5 型毒株的分离与鉴定 [J]. *中国兽医科学*, 2019, 49(1):36-43.
LI Z H, XIAO L, MENG J X, et al. Isolation and identification of bluetongue virus serotype 5 strain in China [J]. *Chinese Veterinary Science*, 2019, 49(1):36-43. (in Chinese)
- [46] 吕敏娜, 杨 恒, 孙铭飞, 等. 蓝舌病病毒 7 型毒株的分离与分子鉴定 [J]. *畜牧兽医学报*, 2017, 48(7):1281-1287.
LV M N, YANG H, SUN M F, et al. Isolation and identification of bluetongue virus serotype 7 field isolate [J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2017, 48(7):1281-1287. (in Chinese)
- [47] 肖 雷, 孟锦昕, 李 楠, 等. 云南省师宗县蓝舌病病毒的分离及鉴定 [J]. *中国动物传染病学报*, 2014, 22(4):1-6.
XIAO L, MENG J X, LI N, et al. Isolation and identification of bluetongue virus in 2012 in Shizong county of Yunnan province [J]. *Chinese Journal of Animal Infectious Diseases*, 2014, 22(4):1-6. (in Chinese)
- [48] 马洪超, 普淑英, 杨承谕, 等. 蓝舌病病毒甘肃分离株的定型研究 [J]. *中国动物检疫*, 1995, 12(4):5-6.
MA H C, PU S Y, YANG C Y, et al. Isolation and serotyping of bluetongue virus strain from Gansu province [J]. *China Animal Health Inspection*, 1995, 12(4):5-6. (in Chinese)
- [49] 曹 雨, 张莹辉, 赵 炜, 等. 蓝舌病毒 14 型的分离与鉴定 [J]. *中国兽医科学*, 2019, 49(7):855-860.
CAO Y, ZHANG Y H, ZHAO W, et al. Isolation and identification of bluetongue virus serotype 14 [J]. *Chinese Veterinary Science*, 2019, 49(7):855-860. (in Chinese)
- [50] 孔德会, 牛宝生, 牛永福, 等. 动物蓝舌病监控系统的建立及其流行病学研究 [J]. *云南畜牧兽医*, 2001(4):9-10.
KONG D H, NIU B S, NIU Y F, et al. Establishment of monitoring system of animal's bluetongue disease and its epidemiology investigation [J]. *Yunnan Journal of Animal Science and*

- Veterinary Medicine*, 2001(4):9-10. (in Chinese)
- [51] 周家富, 周文忠, 毕朝安, 等. 玉溪地区动物蓝舌病流行病学调查及监控技术的研究[J]. 云南畜牧兽医, 2001(1):5-6.
ZHOU J F, ZHOU W Z, BI C A, et al. Research of sentinel technology and epidemiology investigatin of animal bluetongue disease in Yuxi area[J]. *Yunnan Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2001(1):5-6. (in Chinese)
- [52] 程建国, 刘俊, 解玉琴, 等. 蓝舌病病毒内蒙古分离株的特性研究[J]. 中国动物传染病学报, 2013, 21(1):23-28.
CHENG J G, LIU J, XIE Y Q, et al. Characterization of Inner Mongolia strain of bluetongue virus[J]. *Chinese Journal of Animal Infectious Diseases*, 2013, 21(1):23-28. (in Chinese)
- [53] QIN S M, YANG H, ZHANG Y X, et al. Full genome sequence of the first bluetongue virus serotype 21 (BTV-21) isolated from China: evidence for genetic reassortment between BTV-21 and bluetongue virus serotype 16 (BTV-16)[J]. *Arch Virol*, 2018, 163(5):1379-1382.
- [54] YANG H, XIAO L, WANG J, et al. Phylogenetic characterization genome segment 2 of *Bluetongue virus* strains belonging to serotypes 5, 7 and 24 isolated for the first time in China during 2012 to 2014[J]. *Transbound Emerg Dis*, 2017, 64(4):1317-1321.
- [55] MAYO C, MCDERMOTT E, KOPANKE J, et al. Ecological dynamics impacting bluetongue virus transmission in North America[J]. *Front Vet Sci*, 2020, 7:186.
- [56] TOUSSAINT J F, VANDENBUSSCHE F, MAST J, et al. Bluetongue in Northern Europe[J]. *Vet Rec*, 2006, 159(10):327.
- [57] GAO X, WANG H B, QIN H Y, et al. Influence of climate variations on the epidemiology of bluetongue in sheep in Mainland China[J]. *Small Ruminant Res*, 2017, 146:23-27.
- [58] VAN DER SLUIJS M T W, DE SMIT A J, MOORMANN R J M. Vector independent transmission of the vector-borne bluetongue virus[J]. *Crit Rev Microbiol*, 2016, 42(1):57-64.
- [59] FLANAGAN M, JOHNSON S. The effects of vaccination of Merino ewes with an attenuated Australian bluetongue virus serotype 23 at different stages of gestation[J]. *Aust Vet J*, 1995, 72(12):455-457.

(编辑 白永平)