

doi:10.3969/j.issn.1005-0507.2025.02.006 中图分类号: R384.1

2022—2024 年山东省滕州市红荷湿地蚊虫生态学及病原学监测

马西稳¹ 神艳¹ 张士本³ 刘言² 蔡彤^{2*} 王学军^{2*}

(1. 滕州市疾病预防控制中心, 山东滕州 277500; 2. 山东省疾病预防控制中心, 济南 250014; 3. 滕州市滨湖镇卫生院, 山东滕州 277500)

摘要 目的 对山东省滕州市红荷湿地蚊虫种类、季节消长及病毒携带状况进行调查, 以便更好地应对当地蚊媒防治工作。**方法** 在红荷湿地不同观景景区设置 7 个监测点, 2022—2024 年每年 4—11 月每月采用诱蚊灯法开展生态学监测, 于 2023 年 6—9 月采用巢氏 PCR 法对 3 000 只常型曼蚊进行黄病毒检测。**结果** 2022—2024 年, 滕州市红荷湿地共布放诱蚊灯 153 台夜, 捕获雌蚊 20 336 只, 平均蚊密度为 132.92 只/(灯·夜), 经鉴定为 6 属 19 种, 在中国大陆鉴定到 *Lutzia chiangmaiensis* 蚊, 在鲁南地区报道近黑按蚊、稻富库蚊和东乡伊蚊。优势蚊种为常型曼蚊 15 345 只 (75.46%), 其次为三带喙库蚊 1 824 只 (8.97%)、黄色轱蚊 1 408 只 (6.92%) 和中华按蚊 1 026 只 (5.05%)。不同蚊种季节变化趋势有差异性, 6—9 月为成蚊总体活动高峰期, 黄色轱蚊、中华按蚊、常型曼蚊和三带喙库蚊活动高峰分别为 6、6、7 和 8 月; 淡色库蚊密度始终较低, 且于 10 月份才呈现上升趋势。3 000 只常型曼蚊病毒检测结果为阴性。**结论** 滕州市红荷湿地蚊虫种类丰富, 密度较高, 提示 5—9 月有乙脑和疟疾等传播风险, 应及时开展滕州红荷湿地蚊媒综合防制措施。

关键词 蚊密度; 种群构成; 季节消长; 病毒携带; 监测

ECOLOGICAL AND ETIOLOGICAL SURVEILLANCE OF MOSQUITOES IN THE HONGHE WETLAND OF TENGZHOU CITY, SHANDONG PROVINCE FROM 2022 TO 2024

MA Xi-wen¹ SHEN Yan¹ ZHANG Shi-ben³ LIU Yan² CAI Tong^{2*} WANG Xue-jun^{2*}

(1. Tengzhou Municipal Center for Disease Control and Prevention, Tengzhou 277500, Shandong, China;
2. Shandong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Ji' nan 250014, Shandong, China;
3. Tengzhou Binhu Town Health Center, Tengzhou 277500, Shandong, China)

Abstract Objective To investigate the species composition, seasonal variation, and virus-carrying status of mosquitoes in the Honghe Wetland of Tengzhou City to better control local mosquito vectors. **Methods** Seven surveillance sites were established in different scenic spots of the wetland, and ecological monitoring was carried out monthly from April to November each year using the light-trapping method. From June to September 2023, a total of 3 000 *Mansonia uniformis* mosquitoes were tested for flaviviruses using the nested PCR method. **Results** From 2022 to 2024, a total of 153 mosquito trap lamp · nights were deployed in the Honghe Wetland, and 20 336 female mosquitoes were captured, with an average density of 132.92 mosquitoes/lamp · night. The mosquitoes were identified as belonging to 19 species across 6 genera. Among them, *Lutzia chiangmaiensis* was identified for the first time in mainland China, and similarly for *Anopheles pullu*, *Culex inatomii*, and *Aedes togoi* in southern Shandong Province. The dominant species was *Ma. uniformis* (15 345, 75.46%), followed by *Culex tritaeniorhynchus* (1 824, 8.97%), *Coquillettidia ochracea* (1 408, 6.92%), and *Anopheles sinensis* (1 026, 5.05%). The peak period of adult mosquito activity was from June to September. The seasonal variations

收稿日期: 2025-01-10; 修回日期: 2025-06-06
* 通信作者: E-mail: 王学军 bmfzs@126.com; 蔡彤 caitong1996@sina.com

in the density of the different mosquito species differed, with the peak periods of *Cq. ochracea*, *An. sinensis*, *Ma. uniformis*, and *Cx. tritaeniorhynchus* being in June, June, July, and August, respectively. The density of *Cx. pipiens pallens* was consistently low, showing an upward trend in October only. The 3 000 *Ma. uniformis* mosquitoes were negative for the three viruses tested. **Conclusions** The mosquitoes in the Honghe Wetland of Tengzhou City are rich in species composition and high in density. Because of a possible risk of transmission of Japanese encephalitis and malaria in the period between May and September, comprehensive mosquito control measures need to be strengthened in the Honghe Wetland of Tengzhou City.

Keywords Density; Population composition; Seasonal decline; Virus carriage; Monitoring

蚊虫具有刺叮吸血的习性, 不仅骚扰人们的正常生活, 还是登革热、疟疾、流行性乙型脑炎(乙脑)、淋巴丝虫病、黄热病等多种疾病的传播媒介(刘起勇, 2019)。随着全球气候的变化, 全球化、城市化的深入发展, 蚊媒传染病的扩散范围进一步增大, 根据世界卫生组织(WHO)统计, 全球每年约有 3.9 亿人感染登革热(李晋涛, 2019), 2021 年约有 2.47 亿人感染疟疾(WHO, 2022)。滕州红荷湿地位于山东省滕州市, 是华北地区淡水湖泊湿地生态系统的重要组成部分, 是南水北调东线进入山东的重要咽喉, 也是交通枢纽和旅游胜地。该湿地以红荷景观和生物多样性著称, 为蚊虫繁殖提供了理想环境。随着生态保护战略的推进, 滕州红荷湿地成为南北候鸟迁徙的重要中转站。蚊虫多样性调查对评估湿地健康状况和公共卫生风险预警至关重要。北方湿地蚊虫研究数据不足, 滕州红荷湿地的调查将为疾病防控提供数据支持。生态保护与人类健康协同发展的目标要求科学评估蚊虫多样性, 以平衡生态旅游发展与公共健康。为掌握湿地蚊虫种群信息、密度消长规律及病毒携带状况, 更好地预防与控制滕州红荷湿地蚊媒及其传染病的流行, 于 2022—2024 年开展滕州市红荷湿地蚊虫监测工作, 旨在完善北方湿地蚊虫多样性及病原体数据库, 为蚊虫防控策略、旅游开发规划及应急响应措施提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 蚊虫生态学监测

1.1.1 数据来源 数据来源于滕州市红荷湿地 2022—2024 年病媒生物监测数据。

1.1.2 监测点 滕州市红荷湿地 4 个不同地理方位 7 个不同观景区作为调查点。分别选择景区荷花园、水生植物园、游客乘船码头和湖中心盘龙岛 4 个景点, 共设置 7 处监测点。

1.1.3 监测方法 根据《全国病媒生物监测实施方案》和《山东省病媒生物监测实施方案》要求开展。采用“功夫小帅”诱蚊灯, 每个监测点在室外选择避光避风处悬挂诱蚊灯 1 台, 诱蚊灯光源离地 1.5 m, 日落前 1 h 接通电源, 开启诱蚊灯直至次日日出后 1 h。收灯先密闭收集器后, 再关闭电源, 将集蚊袋取出, 用低温冷藏箱带回实验室, 冰箱冷冻处死, 雌雄分别计数并分类鉴定。

1.1.4 监测频次 每年 4—11 月, 每月监测 1 次, 捕蚊同时记录温度、湿度、风速等环境气候因素。

1.1.5 密度计算公式 根据监测方案及《病媒生物密度监测方法 蚊虫》(GB/T23797—2020), 成蚊密度计算公式为: 蚊密度 [只/(灯·夜)] =
$$\frac{\text{捕获雌蚊数(只)}}{\text{布放灯数(灯)} \times \text{诱蚊夜数(夜)}}$$

1.2 蚊种鉴定

采用形态学鉴定与分子生物学鉴定相结合的方法。形态学鉴定参照《中国动物志 昆虫纲 第八卷 双翅目 蚊科》(陆宝麟等, 1997)。对于形态学鉴定无法确认的可疑标本送至山东省消毒与病媒防制所进行基于蚊虫线粒体 CO I 基因分子生物学鉴定。

1.3 成蚊病毒携带状况调查

1.3.1 标本采集 2022 年 6—8 月, 病原学采样点的设置与生态学调查点相同, 即采集蚊虫来源于生态学监测点。7 个监测点用诱蚊灯于日落前 1 h 接通电源, 开启诱蚊灯直至次日日出后 1 h 收集蚊虫, 监测对象为雌性成蚊。

1.3.2 标本保存及运输 监测点采集的蚊虫用低温冷藏箱运输至实验室, 放在冷冻的冰排上面进行生态学鉴定, 每管 20—30 只, 立即于 -80 ℃ 超低温冰箱保存。其中优势蚊种常型曼蚊 3 000 只, 用装有冰块的低低温冷藏箱运送至山东省消毒与病媒生物防制所进行病毒检测。

1.3.3 病毒检测 (1) 核酸提取 标本核酸提取采用磁珠法组织总 RNA 提取试剂盒 (Bioteke), 具体操作为: 向每个样本管加入 3 粒 3 mm 的研磨珠和 500 μ L 试剂盒自带的裂解液进行组织匀浆; 将匀浆液进行剧烈震荡混匀, 室温条件下孵育 5 min 后于管中加入 0.1 mL 氯仿, 盖紧管盖, 剧烈震荡 15 s 后室温孵育 3 min; 于 4 min 剧烈震荡至离心 10 μ in, 取 200 μ L 上清转移到试剂盒的深孔板 1 中, 并加入等量的无水乙醇和 10 μ L 磁珠; 按照试剂盒说明书在全自动核酸提取仪 (Bioteke) 上进行程序设置, 程序结束后将提取的核酸转移至 RNase free 离心管中。(2) 标本核酸检测 标本核酸检测按照《全国病媒生物病原学监测方案 (试行)》(中国疾病预防控制中心, 2020) 进行, 检测病原种类为黄病毒属。扩增引物采用方案中引物, 由北京六合华大基因科技有限公司合成, 扩增试剂为: TaKaRa Taq Version 2.0 plus dye (TaKaRa), 扩增体系为: Premix Taq 12.5 μ L, Primer F 和 R 引物各 1 μ L, 模板 2 μ L, 无菌水补至体积为 25 μ L。第 1 轮 PCR 扩增程序: 95 $^{\circ}$ C 2 min; 95 $^{\circ}$ C 1 min, 52 $^{\circ}$ C 30 s, 72 $^{\circ}$ C 10 s, 反应 30 个循环; 72 $^{\circ}$ C 5 min。第 2 轮 PCR 扩增程序: 95 $^{\circ}$ C 1 min; 95 $^{\circ}$ C 30 s, 54 $^{\circ}$ C 30 s, 72 $^{\circ}$ C 45 s, 反应 30 个循环; 72 $^{\circ}$ C 5 min。扩增完成后将产物置于全自动毛细电泳仪 (QIAGEN) 进行电泳, 若出现目的条带 215 bp, 则将扩增产物送至北京六合华大基因科技有限公司进行测序, 测序完成后将序列在 NCBI-BLAST 上进行比对, 确认阳性病原体种类, 若无目的条带则判为检测结果阴性。

1.4 统计分析

采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析, 感染率和蚊虫构成比的比较采用 χ^2 检验, 蚊密度采用单因素方差分析, 方差不齐时采用 Welch 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义, 构成比两两比较采用 Bonferroni 调整检验水准, $\alpha' = 0.005$ 。

2 结果

2.1 成蚊生态学监测

2.1.1 不同年份成蚊密度及种群构成 2022—2024 年, 滕州市湿地 7 个监测点共布放诱蚊灯 153 台夜, 捕获雌蚊 20 336 只, 平均蚊密度为

132.92 只/ (灯·夜), 2022 年蚊密度相对较高 (受新冠疫情影响, 10—11 月份未开展监测), 不同年份蚊密度差异无统计学意义 ($F_{(2,19)} = 0.053, P = 0.949$) (表 1)。捕获的蚊虫经鉴定共有 6 属 19 种, 其中库蚊属种类最多, 为 11 种 (表 2), 并首次在中国大陆鉴定到 *Lutzia chiangmaiensis* 蚊, 首次在鲁南地区报道近黑按蚊 *Anopheles pullu*、稻富库蚊 *Culex inatomii* 和东乡伊蚊 *Aedes togoi*。所捕获的 20 336 只成蚊中, 常型曼蚊 15 345 只 (75.46%)、三带喙库蚊 1 824 只 (8.97%)、黄色柯蚊 1 408 只 (6.92%)、中华按蚊 1 026 只 (5.05%), 淡色库蚊 375 只 (1.84%) (表 1), 其他种类合计 358 只 (1.76%)。常型曼蚊、三带喙库蚊、中华按蚊和黄色柯蚊为当地的优势蚊种, 四者占捕蚊总数的 96.40%; 淡色库蚊密度较低, 占 1.84% (表 1)。常型曼蚊是红荷湿地最主要蚊种。

2.1.2 成蚊密度季节消长趋势 2022—2024 年, 滕州红荷湿地蚊密度季节消长总体呈单峰型, 4 月份开始出现蚊虫, 5—6 月蚊密度呈现快速上升趋势, 7 月达最高峰, 9 月蚊密度回落, 10 月迅速下降 (图 1)。不同蚊虫种群密度比较发现 (以淡色库蚊为参照), 中华按蚊和黄色柯蚊 6—7 月份即达到活动高峰, 7 月份常型曼蚊又超过中华按蚊和黄色柯蚊成为最主要蚊种, 三带喙库蚊在 8 月迅速上升, 淡色库蚊密度始终较低, 并在其他蚊种密度下降时, 才呈现上升趋势 (图 1)。不同月份蚊密度差异有统计学意义 ($F_{(7,14)} = 87.905, P < 0.001$)。不同年份蚊密度高峰时间差异不大 (图 2)。

2.2 成蚊病毒携带状况

采用巢氏 PCR 法对 3 000 只常型曼蚊进行黄病毒检测, 结果均为阴性。

3 讨论

监测结果显示 2022—2024 年滕州红荷湿地平均蚊密度远高于全国平均密度 (2018、2019 年分别为 9.54 和 9.81 只/ (灯·夜)) (郭玉红, 2019; 赵宁, 2020), 本次调查种类比 2020 年 (王海洋, 2020) 多了近黑按蚊、骚扰阿蚊、伪杂鳞库蚊、稻富库蚊、*Lutzia chiangmaiensis* 和东乡伊蚊等 6 个蚊种, 但缺少马来库蚊、仁川伊蚊和背点伊蚊 3 个蚊种, 蚊虫种类或与监测方法

表 1 滕州市红荷湿地 2022—2024 年成蚊密度及种群构成

Table 1 Species composition and population density of adult mosquitoes in Honghe Wetland of Tengzhou City from 2022 to 2024

年份 Year	布灯数 (台夜) No. of lamps (lamp · night)	捕获雌蚊 数 (只) No. of captured female mosquitoes (individuals)	密度 (只/ (灯 · 夜)) Density (individuals/ lamp · night)	捕获雌蚊数及构成比					
				Number of captured female mosquitoes and constituent ratio (individuals, %)					
				常型曼蚊 <i>M. uniformiss</i>	三带喙库蚊 <i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	中华按蚊 <i>An. sinensis</i>	黄色柯蚊 <i>Coquillettidia ochracea</i>	淡色库蚊 <i>Cx. pipiens pallens</i>	其他蚊种 Other
2022	39	5 928	152. 00	4 629, 78. 09%	586, 9. 89%	284, 4. 79%	315, 5. 31%	39, 0. 66%	75, 1. 27%
2023	59	6 734	114. 14	4 904, 72. 82%	608, 9. 03%	319, 4. 74%	545, 8. 09%	173, 2. 57%	185, 2. 75%
2024	55	7 674	139. 53	5 812, 75. 74%	630, 8. 21%	423, 5. 51%	548, 7. 14%	163, 2. 12%	98, 1. 28%
合计 Total	153	20 336	132. 92	15 345, 75. 46%	1 824, 8. 97%	1 026, 5. 05%	1 408, 6. 92%	375, 1. 84%	358, 1. 76%

表 2 滕州红荷湿地现场蚊虫分布情况

Table 2 Mosquito species surveyed in the Honghe Wetland in Tengzhou

属 Genus	蚊种 Mosquito species	中国大陆首次报道 First report in Chinese Mainland	鲁西南首次报道 First report in Southwest Shandong
库蚊属 <i>Culex</i>	淡色库蚊 <i>Culex pipiens pallens</i>		
	三带喙库蚊 <i>Culex tritaeniorhynchus</i>		
	二带喙库蚊 <i>Culex bitaeniorhynchus</i>		
	贪食库蚊 <i>Culex (Lutzia) halifaxia</i>		
	褐尾库蚊 <i>Culex (Lutzia) fuscans</i>		
	凶小库蚊 <i>Culex modestus</i>		
	迷走库蚊 <i>Culex vagans</i>		
	小拟态库蚊 <i>Culex mimulus</i>		
	伪杂鳞库蚊 <i>Culex pseudovishnui</i>		
	稻富库蚊 <i>Culex inatomii</i>		*
伊蚊属 <i>Aedes</i>	<i>Culex (Lutzia) chiangmaiensis</i>	*	
	白纹伊蚊 <i>Aedes albopictus</i>		
	刺扰伊蚊 <i>Aedes vexans</i>		
	东乡伊蚊 <i>Aedes togoi</i>		*
曼蚊属 <i>Mansonia</i>	常型曼蚊 <i>Mansonia uniformiss</i>		
按蚊属 <i>Anopheles</i>	中华按蚊 <i>Anopheles sinensis</i>		
	近黑按蚊 <i>Anopheles pullu</i>		*
柯蚊属 <i>Coquillettidia</i>	黄色柯蚊 <i>Coquillettidia ochracea</i>		
阿蚊属 <i>Armigeres</i>	骚扰阿蚊 <i>Armigeres subalbatus</i>		

表 3 2022—2024 年滕州市红荷湿地成蚊季节消长情况

Table 3 Seasonal fluctuation of adult mosquitoes in the Honghe Wetland of Tengzhou City from 2022 to 2024

年份 Year	月份 Month						
	4	5	6	7	8	9	10
2022	0. 60	41. 00	165. 00	364. 86	196. 33	107. 29	—
2023	0. 29	75. 58	145. 00	366. 50	190. 43	175. 83	23. 86
2024	1. 33	61. 00	205. 71	408. 00	238. 00	142. 14	29. 43

有一定关系，诱蚊灯捕法可能偏向吸引趋光性强的蚊种，而对非趋光性的蚊种捕获效率低。也有可能与该湿地加大对外交流有关。其中，*Lutzia chiangmaiensis* 为中国大陆首次报道，近黑按蚊、稻富库蚊和东乡伊蚊首次在鲁南地区报道。*Lutzia chiangmaiensis* 经过形态学（Phanitchakun *et al.*，2019）与分子生物学双重确认，排除误

判的可能。*Lutzia chiangmaiensis* 这一中国大陆此前未记录的蚊种出现在山东内陆湿地的现象，有可能是蚊卵、幼虫及成蚊通过水生动植物贸易、集装箱积水等国际货物运输途径入侵进入。提示全球变暖、湿地开发、农业活动或水质变化可能创造了适合该蚊种的新生境，使原本局限于热带/亚热带的蚊种向高纬度扩展，促使其从隐蔽的小种群发展为可被观测的群体。湿地以常型曼蚊、黄色柯蚊、中华按蚊和三带喙库蚊为优势种，均为单峰型，但 4 类蚊虫季节消长具有不一致性（图 1），这或与监测点地表水源丰富性、大面积芦苇和荷花覆盖以及蚊种生活习性差异有关。常型曼蚊幼虫偏好在荷塘等水生植物周围繁殖，尤其是附着在芦苇上最为普遍；黄色柯蚊幼

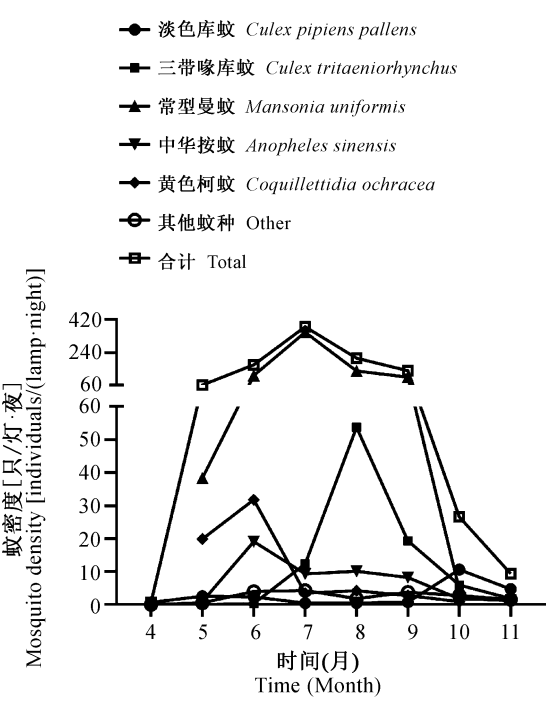


图 1 滕州市红荷湿地 2022—2024 年不同蚊种密度季节消长

Fig. 1 Seasonal fluctuation of the density of different mosquito species in Honghe Wetland of Tengzhou City from 2022 to 2024

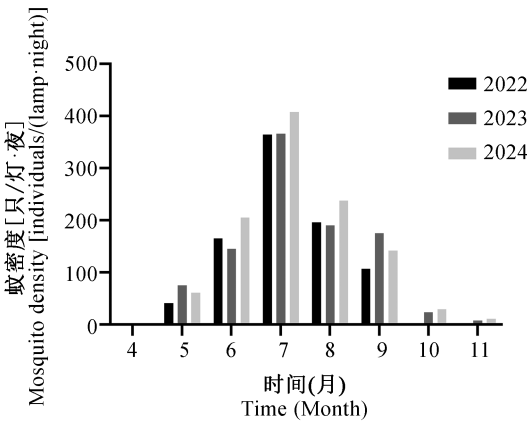


图 2 2022—2024 年滕州市红荷湿地不同年份蚊密度季节消长

Fig. 2 Seasonal fluctuation of the population density of overall mosquitoes in the Honghe Wetland of Tengzhou City from 2022 to 2024

虫则主要在芦苇塘中繁殖；中华按蚊幼虫主要孳生在稻田、秧田、苇塘和莲塘等，其最适宜水温是 28℃（陆宝麟等，1997）。7 月份温度升高、雨水增多以及大面积芦苇和荷花迅速生长，喜好净水的三带喙库蚊迅速达到活动高峰（寇景轩等，2015）。而淡色库蚊密度低于滕州市区同期

监测结果，并且其活动高峰与其他优势蚊种并不重叠，具体原因尚需进一步研究。蚊虫种类繁多，显示了当地蚊虫生态系统多样性，提示水体状况和植被差异对孳生的蚊种、数量有显著的影响（曲健，2013），同时提示蚊密度及蚊种构成可能受监测环境条件及监测点位选择的影响。湿地每年自 4 月开始监测至 11 月均有蚊类活动，持续时间长，不同年度蚊密度高峰时间与全国媒介蚊虫监测显示的各类蚊虫活动高峰一致（赵宁等，2020），表明夏季依然是蚊类防制的重点时期。各年蚊密度差异不显著，提示湿地蚊类防制力度还需进一步加强。

蚊媒传染病在全球范围内一直是公共卫生的重要挑战。在东南亚地区，常型曼蚊是马来丝虫病和新几内亚班氏丝虫病的主要传播媒介（陆宝麟，1997）。三带喙库蚊的密度与乙脑的发病率之间存在显著的正相关关系（Mansfield，2017）。中国曾是乙脑的高发区域，但近 20 年来，得益于疫苗的开发和普及以及经济条件的改善，乙脑的发病率和死亡率已显著降低（司晓熙等，2023）。然而，随着旅游业的繁荣和人员流动的增加，输入性乙脑的风险也相应提高。同样不可忽视的是，中华按蚊作为疟疾的主要传播媒介（李伟等，2015），在中国历史上曾引发疟疾的大规模流行。数据显示，中国的疟疾病发率从 1970 年的 2 961/10 万大幅下降至 2014 年的 0.1/10 万，这一成就令人瞩目（司晓熙等，2023）。2021 年，中国更是获得了世界卫生组织（WHO）的疟疾消除认证，滕州市也成功消除了本地疟疾。尽管如此，仍有输入性疟疾病例出现，这表明在流行季节，输入性疟疾病例可能会引发本地疫情的再传播风险。因此，准确识别疟疾病例的来源，无论是输入性还是本土病例，并及时采取防控措施，显得尤为关键。此外，黄色柯蚊作为一种数量迅速增长的蚊种（田华等，2016），体内曾检出乙脑病毒核酸阳性（Shi *et al.*，2019），提示其作为乙脑传播媒介的可能性，已成为当地公共卫生的又一威胁。这些蚊虫在当地密度较高，加之湿地周边人口密集和旅游人数众多，若不实施有效的防控措施，蚊媒传染病的传播风险将持续存在。

常型曼蚊病毒检测结果为阴性，或与诱蚊灯诱捕法导致死蚊长时间暴露在收集容器中可能腐败，或样本保存前停留时间过长（如未及时冷

冻) 等因素有关, 导致病原体降解。下一步应增加对中华按蚊、黄色轱蚊和三带喙库蚊等优势蚊种的病原学监测。

通过监测基本掌握了滕州红荷湿地蚊种分布及其密度消长规律、掌握部分病原携带状况, 发现湿地在媒介蚊虫防制工作中存在孳生地清理力度不足等薄弱环节, 今后需进一步完善监测网络, 提升公众对蚊媒传染病的认识, 并采取有效的防控措施, 是降低蚊媒传染病传播风险的关键, 严防输入性或本地蚊媒传染病的传播流行, 打造健康安全的旅游胜地。

致谢 感谢张定老师对蚊形态学技术的指导。

参考文献 References

Chinese Center for Disease Control and Prevention. National vector etiology surveillance program (Trial) [Z]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2020. [中国疾病预防控制中心. 全国病媒生物病原学监测方案(试行) [Z]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2020].

Guo YH, Wu HX, Liu XB *et al.* National vector surveillance report on mosquitoes in China, 2018 [J]. *Chin J Vector Biol & Control*, 2019, 30 (2): 128–133. [郭玉红, 吴海霞, 刘小波, 等. 2018 年全国媒介蚊虫监测报告 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2019, 30 (2): 128–133.].

Kou JX, Wang HW, Zhang BG *et al.* Investigation of mosquito species and breeding sources of mosquito larvae in rice paddies in southwest area of Shandong province [J]. *Chin J Vector Biol & Control*, 2015, 26 (3): 259–261. [寇景轩, 王怀位, 张本光, 等. 鲁西南稻田区蚊虫种类及幼虫孳生情况调查 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2015, 26 (3): 259–261.].

Li JT. Advances in prevention and control for dengue fever [J]. *J Third Mil Med Univ*, 2019, 41 (19): 1 902–1 907. [李晋涛. 登革热防治研究进展 [J]. 第三军医大学学报, 2019, 41 (19): 1 902–1 907.].

Li W, Xing LL, Guo XX *et al.* Investigation of relationship between distribution of river systems, density of Anopheline vector and malaria incidence in Shanxian county of Shandong province [J]. *China Trop Med*, 2015, 15 (8): 932–935. [李伟, 邢玲玲, 郭秀霞, 等. 山东省单县水系分布、媒介按蚊密度与疟疾发病关系的研究 [J]. 中国热带医学, 2015, 15 (8): 932–935.].

Liu QY. Epidemic profile of vector-borne diseases and vector control strategies in the new era [J]. *Chin J Vector Biol & Control*, 2019, 30 (1): 1–6, 11. [刘起勇. 新时代媒介生物传染病形势及防控对策 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2019, 30 (1): 1–6, 11.].

Lu BL. Zoology of China: Insecta, Volume 8, Diptera, Mosquito Family (Part 1, 2) [M]. Beijing: Science Press, 1997: 460–461. [陆宝麟 主编. 中国动物志: 昆虫纲, 第 8 卷, 双翅目, 蚊科 (上, 下) [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 1–884.].

Mansfield KL, Hernández-Triana LM, Banyard AC *et al.* Japanese encephalitis virus infection, diagnosis and control in domestic animals [J]. *Vet Microbiol*, 2017, 201: 85–92.

Phanitchakun T, Namgay R, Miyagi I *et al.* Morphological and molecular evidence for a new species of Lutzia (Diptera: Culicidae: Culicini) from Thailand [J]. *Acta Trop*, 2019, 191: 77–86.

Qu J, Liu DH, Yuan QD *et al.* Investigation on the mosquito population density and seasonal fluctuation in Dongying city [J]. *Chin J Hyg Insect & Equip*, 2013, 19 (6): 504–507. [曲健, 刘东华, 袁勤德, 等. 东营市蚊虫种群密度监测及季节消长调查研究 [J]. 中华卫生杀虫药械, 2013, 19 (6): 504–507.].

Shi Q, Song X, Lyu Y *et al.* Potential risks associated with Japanese Encephalitis prevalence in Shandong Province, China [J]. *Vector Borne Zoon Dis*, 2019, 19 (8): 640–645.

Si XX, Li XY, Zheng AH. Research progress on mosquito-borne diseases and vector mosquitoes [J]. *Chin J Appl Entomol*, 2023, 60 (1): 1–12. [司晓熙, 李晓叶, 郑爱华. 中国蚊传疾病及其媒介物蚊类研究进展 [J]. 应用昆虫学报, 2023, 60 (1): 1–12.].

Tian H, Guo XX, Yang PP *et al.* Seasonal fluctuation of mosquitoes and insecticide resistance of *Culex pipiens pallens* in Taibai Lake area of Jinan City [J]. *Chin J Hyg Insect & Equip*, 2016, 30 (3): 250–252. [田华, 郭秀霞, 杨培培, 等. 济宁太白湖湿地蚊虫种群消长规律及淡色库蚊抗药性调查 [J]. 中华卫生杀虫药械, 2016, 30 (3): 250–252.].

Wang HY, Guo XX, Yang QL *et al.* Investigation on the distribution of mosquitoes and the insecticide resistance of *Culex pipiens pallens* in the wetlands of southwest Shandong Province [J]. *Chin J Hyg Insect & Equip*, 2020, 26 (5): 423–426. [王海洋, 郭秀霞, 杨秋兰, 等. 鲁西南湿地蚊虫分布及淡色库蚊抗药性调查 [J]. 中华卫生杀虫药械, 2020, 26 (5): 423–426.].

World Health Organization. World malaria report 2022 [R]. Geneva: WHO Press, 2022: 21. [世界卫生组织. 2022 年世界疟疾报告 [R]. 日内瓦: 世界卫生组织出版社, 2022: 21. <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2022>].

Zhao N, Guo YH, Wu HX *et al.* National vector surveillance report on mosquitoes in China, 2018 [J]. *Chin J Vector Biol & Control*, 2020, 31 (4): 395–400. [赵宁, 郭玉红, 吴海霞, 等. 2019 年全国媒介蚊虫监测报告 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2020, 31 (4): 395–400.].