

DOI:10.13350/j.cjpb.230415

• “一带一路”专题研究 •

中缅边境耿马县登革热媒介伊蚊重要生态习性 及抗药性调查

杨耀翔^{1,2}, 林祖锐², 娜安², 郑宇婷^{1,2*}

(1. 昆明医科大学公共卫生学院, 云南昆明 650504; 2. 云南省热带传染病国际联合实验室, 云南省虫媒传染病防控重点实验室、云南省虫媒传染病防控关键技术创新团队、云南省寄生虫病防治所)

【摘要】 **目的** 了解中缅边境耿马县登革热媒介伊蚊季节消长及抗性水平, 为制定当地登革热媒介防控措施提供参考。 **方法** 采用布雷图指数法调查伊蚊幼虫种群密度, 采用成蚊接触法检测伊蚊成蚊对常用杀虫剂抗性, 采用 Excel 2010 和 SPSS20.0 整理分析耿马县伊蚊密度及其常用杀虫剂抗药性数据。 **结果** 耿马县全年均有伊蚊活动, 7~10 月属于高峰期, 每月平均 BI 为 16.67; 积水容器中水桶构成比较高(44.03%, 2351/5340), 且在阳性容器中水桶阳性数量最高(35.66%, 199/558), 埃及伊蚊、白纹伊蚊和混合孳生构成比分别为 91.76%、6.63%、1.61%; 埃及伊蚊对溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、氯菊酯死亡率分别为 47.57%、34.74%、13.04%, 杀螟硫磷、马拉硫磷均为 100%, 残杀威死亡率为 89.29%; 白纹伊蚊对残杀威和杀螟硫磷死亡率均为 100%, 对高效氯氰菊酯 88.88%, 对高效氯氟菊酯为 30.64%。 **结论** 中缅边境耿马县伊蚊密度相对较高, 且埃及伊蚊为优势蚊种, 伊蚊对拟除虫菊酯类杀虫剂均产生不同程度的抗性, 但对有机磷类杀虫剂敏感, 建议相关部门加强伊蚊种群密度及其常见杀虫剂抗药性监测。

【关键词】 埃及伊蚊; 白纹伊蚊; 布雷图指数; 杀虫剂抗性; 中缅边境

【中图分类号】 R384.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2023)04-0447-04

[Journal of Pathogen Biology. 2023 Apr;18(4):447-450.]

Surveillances of the important ecological habits and insecticides resistance to dengue vector *Aedes* mosquito in Gengma County, China-Myanmar border

YANG Yao-xiang^{1,2}, LIN Zu-rui², NA An², ZHENG Yu-ting^{1,2} (1. Kunming Medical University, Kunming 650504, China; 2 Yunnan International Joint Laboratory of Tropical Infectious Diseases, Yunnan Provincial Key Laboratory of Vector-borne Diseases Control and Research, Yunnan Innovative Team of Key Techniques for Vector Borne Disease Control and Prevention(Developing), Yunnan Institute of Parasitic Diseases)*

【Abstract】 **Objective** To understand the seasonal fluctuation and insecticide resistance level of *Aedes* mosquito, the vector of dengue fever in Gengma County, China-Myanmar border, providing the evidences for dengue vectors control measurements. **Methods** Breteau index was used to reveal the larval population density of *Aedes* mosquito, and resistances of *Aedes* to common insecticides was detected by the contact method, data was analyzed by Excel 2010 and SPSS20.0. **Results** *Aedes* were active all year round in Gengma County, and the peak periods were from July to October, the average monthly BI was 16.67; the proportion of water bucket was the highest(44.03%, 2351/5340) in all containers and the proportion of water bucket was the highest in the positive containers (35.66%, 199/558); The proportions of *A. aegypti*, *A. albopictus* and mixed species were 91.76%, 6.63% and 1.61%. The mortality rate of *A. aegypti* to deltamethrin, beta-cypermethrin and permethrin were 47.57%, 34.74% and 13.04% respectively, while the mortality rates of fenitrothion and malathion were 100% and the mortality rate of propoxur was 89.29%; The mortality rate of *A. albopictus* to propoxur, fenitrothion, lambda-cyhalothrin and beta-cypermethrin were 100%, 100%, 88.88% and 30.64% respectively. **Conclusion** The density of *A. aegypti* is relatively high in Gengma County, China-Burma border, as well as the dominant mosquito species; Both *A. aegypti* and *albopictus* were resistance to pyrethroids in different levels, but sensitive to organophosphorus. It is suggested that relevant departments should strengthen the monitoring of dengue vector population density and resistance to common insecticides. It is suggested that the monitors of population density of *Aedes* mosquito and their resistant situations to common insecticides should be enhanced by the local department.

【Key words】 *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; breteau index; insecticide resistance; China-Myanmar border

* **【通讯作者】** 郑宇婷, E-mail: zhengyuting921@163.com

【作者简介】 杨耀翔(1998. 7-)男, 云南昆明人, 本科, 主要从事媒介控制研究工作。E-mail: 1294455634@qq.com

近年来全球登革热发病率大幅增长,约有 50% 人口处于登革热感染风险区^[1]。我国登革热发生范围也逐渐扩大,主要集中在我国广东、云南、广西、福建、浙江等省^[2]。2013-2019 年,云南省登革热疫情较高,主要发生在景洪、瑞丽、勐腊和耿马等中缅边境地区^[3]。由于目前登革热缺乏特效治疗药物和疫苗产品进行预防或控制,媒介控制方法仍属登革热防控最有效的控制措施,如杀虫剂(拟除虫菊酯类、有机磷类等)控制媒介伊蚊密度的方法,但大量或不规范使用杀虫剂,容易产生杀虫剂抗药性^[4-5]。为了解中缅边境登革热媒介伊蚊季节消长及其对常用杀虫剂的抗药性情况,2020-2021 年昆明医科大学对中缅边境耿马县媒介伊蚊种群密度、孳生习性及其对常用杀虫剂抗药性开展了调查。

材料与方 法

1 现场观察点

选取中缅边境耿马县孟定镇城区和口岸居民区作为现场监测点,采用 GPS 采集观察点海拔、经纬度等基本信息(表 1、图 1)。

表 1 耿马县 2 个现场监测点基本信息
Table 1 The basic information of two field monitoring sites in Gengma county

观察点 Observation point	海拔 Altitude	经度 Longitude	纬度 Latitude
孟定镇城区	504 m	E99°4'21"	N23°33'13"
清水河口岸居民区	446 m	E98°50'8"	N23°28'54"



图 1 耿马县 2 个现场监测点位置示意图
Fig. 1 The location diagram of two field monitoring sites in Gengma county

2 媒介伊蚊密度

按照《登革热媒介伊蚊监测指南》的方法采用布雷图指数调查伊蚊种群密度,即 1~4 月和 12 月每月监测一次,5~11 月份每月监测两次,且每个监测点调查户数≥50 户,对室内外的所有容器内的幼虫进行登记,捕捞带回实验室鉴定种类,并采用布雷图指数(BI)进行密度统计^[6]。

3 杀虫剂抗性检测

采集的白纹伊蚊和埃及伊蚊幼虫带回实验室饲养繁殖至子一代,然后对 F1 代 3~5 日龄且未吸血的雌成蚊进行杀虫剂抗性检测试验。其中,白纹伊蚊采用

0.05% 残杀威、0.07% 高效氯氟氰菊酯、0.08% 高效氯氟菊酯、0.20% 杀螟硫磷等杀虫剂进行检测;埃及伊蚊采用 0.03% 残杀威、0.03% 溴氰菊酯、0.40% 氯菊酯、0.25% 杀螟硫磷、1.5% 马拉硫磷、0.04% 高效氯氟菊酯等杀虫剂进行检测;药膜由中国疾病预防控制中心传染病预防控制所提供。杀虫剂抗性检测方法参照国标成蚊接触法检测^[7],其中测试条件为温度(25±1)℃,相对湿度 60%~80%;当测试蚊虫死亡率>98% 为敏感群体(S),死亡率 80%~98% 为可疑抗性群体(M),死亡率<80% 为抗性群体(R)。

4 统计学分析

采用 Excel 2010 和 SPSS20.0 的进行数据整理和处理,率的比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1 种群密度特征

共调查居民 3 350 户,全年均有伊蚊分布,阳性 476 户,平均 BI=16.67,5~12 月份 BI>5,高于登革热散发临界值^[8],其中 8 月为伊蚊活动高峰(BI=29.33)(图 2)。

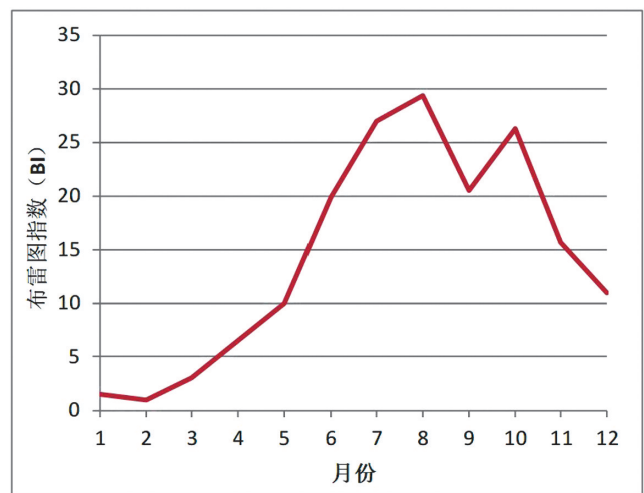


图 2 耿马县孟定镇伊蚊季节消长趋势
Fig. 2 Seasonal fluctuation trend of Aedes in Mengding Town, Gengma County

共调查容器 5 340 个,阳性容器 558 个,阳性率为 10.45%,孳生容器的阳性率有统计学意义($\chi^2=121$, $P<0.05$)。其中调查容器中水桶数量最高(44.03%, 2351/5340),埃及伊蚊和白纹伊蚊在水桶中孳生的阳性容器构成比较高,分别为 35.94%(184/512)和 35.14%(13/37)。558 个阳性容器中,埃及伊蚊单独孳生比例 91.76%(512/558),白纹伊蚊为 6.63%(37/558),两者伊蚊混合孳生 1.61%(9/558)(表 2)。

表 2 耿马县孟定镇不同孳生容器伊蚊孳生情况
Table 2 *Aedes* mosquito breeding situations in different containers in Mengding Town, Gengma Country

容器类型 Container type	容器数 No.	埃及伊蚊 <i>Ae. aegypti</i>		白纹伊蚊 <i>Ae. albopictus</i>		混合孳生 Co-exist		合计 Total	
		阳性数 No. positive	阳性容器 构成比(%) Positive composition ratio	阳性数 No. positive	阳性容器 构成比(%) Positive composition ratio	阳性数 No. positive	阳性容器 构成比(%) Positive composition ratio	阳性数 No. positive	阳性容器 构成比(%) Positive composition ratio
水池缸	32	9	1.76	0	0	1	11.11	10	1.79
花瓶	891	57	11.13	6	16.22	0	0.00	63	11.29
轮胎	300	68	13.28	7	18.92	4	44.44	79	14.16
水桶	2351	184	35.94	13	35.14	2	22.22	199	35.66
废弃瓦罐	357	45	8.79	3	8.11	1	11.11	49	8.78
其它	1409	149	29.10	8	21.62	1	11.11	158	28.32
合计 Total	5340	512	100.00	37	100	9	100.00	558	100.00

2 埃及伊蚊对 6 种杀虫剂的抗药性

埃及伊蚊对 0.03% 溴氰菊酯、0.04% 高效氯氟菊酯、0.40% 氯菊酯死亡率分别是 47.57% (49/103)、34.74% (33/95)、13.04% (12/92), 均为抗性(R); 对 0.03% 残杀威死亡率为 89.29% (75/84), 为可疑抗性

(M), 对 0.25% 杀螟硫磷和 1.5% 马拉硫磷死亡率均为 100.00% (103/103, 81/81), 为敏感(S)。KT₅₀ 在 28.80~1750.75 之间, 最小为马拉硫磷(29.80 min) (表 3)。

表 3 云南省耿马县登革热媒介伊蚊对常用杀虫剂抗药性监测情况
Table 3 Surveillance results of insecticide resistance of adult *Aedes* to commonly used insecticides in Gengma County, Yunnan

杀虫剂 Insecticide	蚊种 Mosquito species	浓度(%) Concentration	试虫数 No. test	死虫数 No. dead	击倒率(%) Knockdown rate	KT ₅₀ Min	死亡率(%) Mortality	抗性级别 The resistance level
残杀威	白纹伊蚊	0.05	67	67	100.00	16.50	100.00	敏感(S)
	埃及伊蚊	0.03	84	75	94.05	31.16	89.29	可疑抗性(M)
杀螟硫磷	白纹伊蚊	0.20	68	68	27.94	156.12	100.00	敏感(S)
	埃及伊蚊	0.25	103	103	10.00	373.19	100.00	敏感(S)
马拉硫磷	埃及伊蚊	1.50	81	81	100.00	29.80	100.00	敏感(S)
氯菊酯	埃及伊蚊	0.40	92	12	4.35	1750.75	13.04	抗性(R)
溴氰菊酯	埃及伊蚊	0.03	103	49	26.21	103.92	47.57	抗性(R)
高效氯氟菊酯	白纹伊蚊	0.08	62	19	91.93	25.67	30.65	抗性(R)
	埃及伊蚊	0.04	95	33	15.79	179.22	34.74	抗性(R)
高效氯氟菊酯	白纹伊蚊	0.07	72	64	90.27	34.76	88.89	可疑抗性(M)

3 白纹伊蚊对 4 种杀虫剂的抗药性

白纹伊蚊对 0.08% 的高效氯氟菊酯死亡率为 30.65% (19/62), 为抗性(R), 对 0.07% 高效氯氟菊酯死亡率为 88.89% (64/72) 为可疑抗性(M), 对 0.05% 残杀威和 0.20% 杀螟硫磷死亡率均为 100% (67/67, 68/68), 属敏感(S)。KT₅₀ 在 16.50~156.12 之间, 最小为残杀威(16.50 min) (表 3)。

讨 论

耿马县全年均有登革热媒介伊蚊孳生, 其中 5 月份开始增长, 7~10 月达到高峰, 10 月开始下降, 与当地温度和降水量 6~10 月较高密切相关^[9]; 与范建华等^[10]在西双版纳州观察登革热媒介种群密度, 发现当地伊蚊密度 5~6 月开始上升, 7~10 月达到高峰结果相似; 与刘永华等^[11]报道的德宏州观察登革热媒介伊蚊种群密度 6 月开始上升, 6~10 月达到高峰, 10 月份

逐渐下降的趋势基本相同。

此外, 本调查中发现耿马县积水容器以水桶为主(44.03%, 2351/5340), 与许海兵等^[12]在澜沧县调查发现积水容器以水桶为主(18.65%, 11162/59859)基本相似; 同时调查还发现埃及伊蚊孳生的阳性容器中水桶的构成比最高(36.15%, 184/509), 与 2018 年马天有等^[13]在景洪调查发现埃及伊蚊主要孳生在水桶和花瓶中(均为 32.14%, 9/28), 以及 2016-2017 年李春敏等^[14]在瑞丽调查中发现埃及伊蚊主要孳生在水桶中(24.15%, 163/675)的结果基本相似, 提示中缅边境埃及伊蚊水桶可能为其主要孳生容器。2017 年李华昌等^[15]在耿马县孟定镇调查发现埃及伊蚊和白纹伊蚊的阳性容器构成比分别为 86.76%、13.24%, 未发现两者伊蚊混合孳生情况, 但本次调查发现, 埃及伊蚊、白纹伊蚊以及混合孳生的构成比分别为 91.76%、6.63%、1.61%, 埃及伊蚊孳生的构成比有增高趋势,

与2017-2020年间西双版纳州埃及伊蚊孳生的构成比由18.37%升至43.33%和瑞丽市埃及伊蚊孳生的构成比由16.28%升至42.85%的趋势相似^[16]。这一现象与雷州半岛原以埃及伊蚊为优势蚊种,现在却以白纹伊蚊为优势种有所差异^[17],可能与云南埃及伊蚊属于外来物种具有较强的适应环境能力有关^[18];是否云南埃及伊蚊孳生竞争力高于白纹伊蚊,有待于进一步调查。

本研究中,耿马县埃及伊蚊对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯产生了抗药性,与郑宇婷等^[21-22]在中老边境地区勐腊和中缅边境地区瑞丽埃及伊蚊对拟除虫菊酯类杀虫剂高效氯氰菊酯产生抗性(死亡率分别为1.16%和4.55%)的结果基本相似。此外,耿马埃及伊蚊对0.03%残杀威产生可疑抗性,与景洪、勐腊的检测结果相似(死亡率分别为96.67%、97.84%)^[21-22];但与2016年王建羽等^[23]在耿马采用接触法检测埃及伊蚊成蚊对0.1%残杀威(死亡率100%,敏感)检测结果不同,可能与二者使用的残杀威剂量不同有关。对于白纹伊蚊杀虫剂抗性,耿马县白纹伊蚊对0.08%高效氯氰菊酯产生了抗药性,与2017年兰学梅等^[22]在瑞丽采用白纹伊蚊对3%高效氯氰菊酯产生可疑抗性(死亡率89.13%)基本相似,也与郑宇婷等^[21]在澜沧对0.4%高效氯氰菊酯检测结果产生抗药性相似(死亡率77.88%),说明中缅边境白纹伊蚊对高效氯氰菊酯类均产生了抗性;至于有机磷杀螟硫磷、马拉硫磷,氨基甲酸酯类残杀威类杀虫剂,与以往耿马、瑞丽、澜沧白纹伊蚊检测结果基本相似,均较敏感(死亡率均为100%),并且作用速度快,击倒力强,因此KT₅₀值偏低。因此,建议中缅边境相关部门应加强埃及伊蚊和白纹伊蚊杀虫剂抗性监测,合理使用杀虫剂,防止杀虫剂抗性程度恶化。

【参考文献】

[1] 孟凤霞,王义冠,冯磊,等. 我国登革热疫情防控与媒介伊蚊的综合治理 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2015,26(1):4-10.
[2] 戴安,舒云,刘平华,等. 登革热流行现状及诊疗进展 [J]. 现代临床医学,2022,48(1):69-72.
[3] 魏春,郭小连,杨锐,等. 云南省2013-2020年登革热流行及聚集特征分析 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2021,32(6):720-743.
[4] 赵春春,朱彩英,贾清臣,等. 2017-2018年我国不同区域白纹伊蚊对常用杀虫剂的抗药性 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2020,31(2):126-132.
[5] 邱星辉. 白纹伊蚊抗药性分子机制研究进展 [J]. 寄生虫与医学

昆虫学报,2019,26(3):194-198.
[6] 董学书,周红宁,龚正达. 云南蚊类志(上下卷) [M]. 昆明:云南科技出版社,2010:127-129,110-227,259-262,30-485.
[7] 中华人民共和国卫生部. GB/T 26347-2010 蚊虫抗药性检测方法生物测定法 [S]. 北京:中国标准出版社,2011.
[8] 李晓宁,罗雷,肖新才,等. 广州市登革热散发和暴发布雷图指数临界值分析 [J]. 中华流行病学杂志,2014,35(7):821-824.
[9] 李雯,毛芳芳,吴昊林,等. 滇西南热区珠芽魔芋仿生环境利用模式研究-以耿马县勐撒镇撒马坝珠芽魔芋种植基地为例 [J]. 绿色科技,2016(21):35-37.
[10] 范建华,高阳,朱进,等. 云南省西双版纳州2006-2020年登革热流行特征及媒介伊蚊监测分析 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2022,33(4):245-304.
[11] 刘永华,尹小雄,张海林,等. 云南省德宏州2013-2019年登革热流行特征及媒介伊蚊监测分析 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2021,32(4):173-180.
[12] 许海兵,杨华智,黄燕,等. 云南省普洱市澜沧县2014-2018年登革热媒介监测分析 [J]. 中国热带病医学,2019,19(10):977-987.
[13] 马天有,周克梅,兰学梅,等. 云南省景洪市登革热媒介伊蚊冬季习性调查 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2019,30(2):201-213.
[14] 李春敏,董学书,杨明东. 云南省埃及伊蚊地理分布与季节消长 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2018,29(4):394-399.
[15] 李华昌,施靖,孙晓东. 云南省临沧市2017年居民区伊蚊分布调查 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2019,30(4):472-480.
[16] 王戈,张恒端,高剑,等. 云南省边境地区埃及伊蚊和白纹伊蚊孳生特征调查 [J]. 寄生虫与医学昆虫学报,2021,28(3):159-164.
[17] 陈宗晶,邢烽,张丽菊,等. 广东省雷州市埃及伊蚊和白纹伊蚊分布现状调查 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2018,29(6):46-49.
[18] 石清明,赵彤言. 云南省登革热媒介埃及伊蚊入侵扩散现状 [J]. 寄生虫与医学昆虫学报,2016,23(3):175-179.
[19] 蔡烈烈,王爱民,许炳芬,等. 雷州半岛埃及伊蚊的分布、生态、密度与季节消长研究 [J]. 中国国境卫生检疫杂志,2007,30(6):361-370.
[20] 陈宗晶,秦冰,白安颖,等. 广东省雷州市乌石镇埃及伊蚊与广东省各地白纹伊蚊种间竞争实验研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2020,31(8):486-489.
[21] 郑宇婷,杨春梅,杨明东,等. 云南边境地区登革热媒介伊蚊生态学及抗药性监测 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2022,33(2):38-43.
[22] 兰学梅,郑宇婷,董朝良,等. 云南省瑞丽市埃及伊蚊和白纹伊蚊对常用杀虫剂的抗药性调查 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2017,28(6):572-575.
[23] 王建羽,兰学梅,杨锐,等. 云南省耿马县埃及伊蚊对6种常用卫生杀虫剂的抗药性研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2017,28(5):444-446.

【收稿日期】 2022-10-18 【修回日期】 2023-01-06