

江苏省疟疾传播媒介控制策略与研究

李菊林, 周华云, 唐建霞, 朱国鼎*, 曹俊

[摘要] 疟疾曾是江苏省流行的重大传染病之一, 中华按蚊和嗜人按蚊是江苏省疟疾传播的主要媒介。经过几十年的积极防治, 江苏省于2019年实现了消除疟疾目标, 而媒介控制策略在全省消除疟疾过程中发挥了重要作用。本文回顾了江苏省主要疟疾传播媒介中华按蚊和嗜人按蚊的历史分布和生态习性以及不同防治阶段媒介控制策略和措施, 并就媒介种类鉴定、品系构建、对疟原虫易感性、对杀虫剂抗性媒介生物学及其防控研究概况进行了阐述。

[关键词] 疟疾; 媒介控制; 中华按蚊; 嗜人按蚊; 杀虫剂抗性; 江苏省

[中图分类号] R531.3 **[文献标识码]** A



朱国鼎, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 现任江苏省寄生虫病防治研究所疟疾室副主任, 全国疟疾防控中青年技术骨干, 兼任国家消除疟疾技术专家组秘书。为江苏省“科教强卫工程”青年医学人才、江苏省“333工程”第三层次培养对象和江苏卫生人才“六个一工程”拔尖人才, 入选江苏省青年科技人才托举工程。近年来, 主持国家和省自然科学基金等多项科研项目; 在国内外期刊发表学术论文30多篇; 获得江苏省科学技术奖二等奖、安徽省科学技术奖二等奖、中华医学科技奖三等奖和江苏医学科技奖一等奖各1项。

Strategies and studies of malaria vector control in Jiangsu Province

LI Ju-Lin, ZHOU Hua-Yun, TANG Jian-Xia, ZHU Guo-Ding*, CAO Jun

Jiangsu Institute of Parasitic Diseases, WHO Collaborating Center for Research and Training on Malaria Elimination, Key Laboratory of National Health Commission on Parasitic Disease Control and Prevention, Jiangsu Provincial Key Laboratory on Parasite and Vector Control Technology, Wuxi 214064, China

* Corresponding author

[Abstract] Malaria was one of the major infectious diseases in Jiangsu Province, where *Anopheles sinensis* and *An. anthropophagus* are main vectors for malaria transmission. Following the concerted efforts for decades, the goal of malaria elimination was achieved in Jiangsu Province in 2019, and the vector control strategy has played a vital role during the progress towards malaria elimination in Jiangsu Province. Hereby, we review the historical distribution and ecological features of *An. sinensis* and *An. anthropophagus* and describe vector control strategies at different stages of malaria control in Jiangsu Province. In addition, the advances in the research of vector biology and control in Jiangsu Province are discussed, including vector identification, strain colonization, susceptibility to malaria parasites and insecticide resistance.

[Key words] Malaria; Vector control; *Anopheles sinensis*; *Anopheles anthropophagus*; Insecticide resistance; Jiangsu Province

疟疾曾是江苏省广泛流行的重大传染病之一。仅中华人民共和国成立以来, 全省就曾发生2次大范围疟疾暴发流行, 高峰年发病人数曾超过1 000万人。在党和各级政府的高度重视下, 经过几代人不懈努力和艰苦防治, 江苏省于2019年成功实现了消除疟疾目标^[1]。在几十年来的疟疾防控历程中, 江苏省制定

和实施了一系列针对疟疾传播媒介中华按蚊和嗜人按蚊的控制策略和措施, 并开展了媒介生物学、对疟原虫易感性、对杀虫剂抗性等系列研究, 为全省控制和消除疟疾发挥了重要作用。本文回顾了江苏省主要传疟媒介历史分布、不同防控阶段媒介控制策略和措施, 以及媒介控制相关研究进展。

[基金项目] 国家自然科学基金(81772230); 江苏省公益类科研院所自主科研项目(BM2018020); 江苏省“科教强卫工程”项目; 江苏省“六个一工程”项目(LGY2018085)

[作者单位] 江苏省寄生虫病防治研究所、WHO消除疟疾研究与培训合作中心、国家卫生健康委员会寄生虫病预防与控制技术重点实验室、江苏省寄生虫与媒介控制技术重点实验室(无锡 214064)

[作者简介] 李菊林, 男, 副主任医师。研究方向: 疟疾防治研究

* 通信作者 E-mail: jipdzhu@hotmail.com; ORCID: 0000-0002-8659-9514

[数字出版日期] 2020-10-26 16:28

[数字出版网址] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1374.R.20201026.1102.003.html>

1 江苏省传疟媒介种类及分布

按蚊是自然传播疟疾的媒介。江苏省先后发现的按蚊有中华按蚊、嗜人按蚊、林氏按蚊、多斑按蚊、微小按蚊、迷走按蚊、潘氏按蚊和八代按蚊等8种,其中有传疟作用的为中华按蚊和嗜人按蚊^[2]。

中华按蚊在江苏省各地均广泛分布,且种群分布区历年变化较小;但嗜人按蚊在全省种群分布变化较大(图1)。1950–1960年代,嗜人按蚊在苏南各县均有分布,而苏北仅分布于阜宁县;1970年代后分布于苏北地区盱眙、金湖等县,而苏南、苏北沿海和徐州地区则未发现^[3];1983年仅分布于盱眙、六合、金湖、泗洪等县^[4];2004年后全省未再发现嗜人按蚊^[5]。

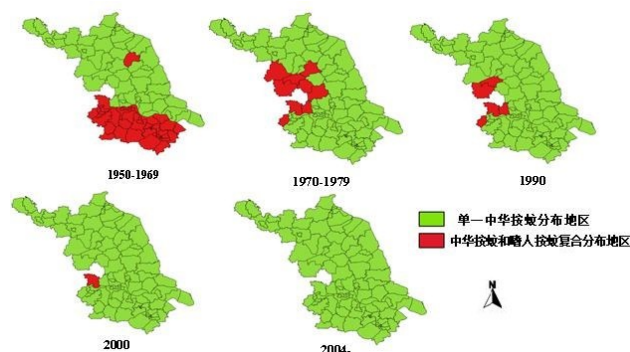


图1 江苏省疟疾传播媒介按蚊分布

2 江苏省媒介按蚊生态习性

2.1 成蚊 中华按蚊为半家栖偏野栖型蚊种,偏吸动物血、兼吸人血;在进入室内吸血后,多选择在室外栖息。嗜人按蚊为家栖型蚊种,对吸食血源有严格选择性,主要吸人血;在进入室内吸血后,多选择在室内栖息,待胃血完全消化后再到室外产卵^[6-7]。中华按蚊于每年5月下旬开始出现,密度高峰为7–9月,10月明显下降;嗜人按蚊6月始现,9月为密度高峰,10月后迅速下降,密度高峰较中华按蚊晚2~3旬,与恶性疟流行季节分布相吻合^[8-9]。中华按蚊以成蚊或幼虫越冬,嗜人按蚊则以卵越冬^[10-11]。调查发现,野外嗜人按蚊雌蚊最长可存活44 d、期望寿命为16.75 d,中华按蚊则分别为51、21.63 d^[12]。周华云等^[13]在盱眙县现场研究显示,根据叮人率、叮人习性、经产蚊比率、生殖营养周期及蚊体内疟原虫孢子增殖时间等推算,当地嗜人按蚊传播疟疾的媒介能量为9.883,是中华按蚊(1.067)的9.26倍。

2.2 幼虫 中华按蚊幼虫多孳生于村庄周围光照较好、水质偏碱(pH值7~8.2)的浅水中。对南京市143处积水调查显示,中华按蚊幼虫主要孳生在距人、畜房舍100~500 m的稻田和沟、塘、洼地等环境,出现

时间为4–12月、以7–8月密度最高^[6]。嗜人按蚊幼虫一般喜遮荫、避风、水质偏酸(pH值5.5~6.0)、流速极缓或不流动水体。张君炎等^[11]在六合县调查了15种类型157处水体,其中在芦苇塘、茭白塘、渗水草沟、田边沟、稻田、番茄草地等6种类型23处水体发现了嗜人按蚊幼虫,这些环境距人畜房舍为30~300 m;幼虫出现时间为5月上旬至9月下旬,以9月上旬密度最高。

3 江苏省不同防控阶段媒介控制策略与措施

3.1 控制暴发流行(1960–1988年)和基本消灭疟疾阶段(1989–2010年) 在中华按蚊单一媒介地区,根据中华按蚊分布广泛、偏野栖、偏吸动物血兼吸人血等特点,主要采用环境整治、化学防治、生物防治、物理防治等综合防治策略。在中华按蚊和嗜人按蚊复合地区,根据嗜人按蚊家栖且主要吸人血等特点,采取以室内滞留喷洒结合菊酯类杀虫剂浸泡蚊帐等化学防治为主的综合防治策略。

3.1.1 环境整治 1956年,江苏省根据中共中央颁布的《1956年到1967年全国农业发展纲要(草案)》精神,制定了本省消灭“四病”(血吸虫病、疟疾、丝虫病、钩虫病)7年规划,在全省开展了“除四害,灭四病,讲卫生,移风易俗,改造国家”的群众运动,采用疏通沟渠、填平污水坑、翻盆倒罐等方式清除按蚊孳生地,并开展消杀越冬蚊和早春蚊活动。1977年,原新沂县炮车、唐店公社采取稻田“干干湿湿、间歇浅灌”控制中华按蚊幼虫孳生实验,结果两地实验田与对照田幼蚊平均密度比例分别为1:4.6和1:6.5^[14]。孙日快等^[15]在原赣榆县班庄乡以同样方法实验观察3年,结果实验田较对照田幼蚊密度低70.61%~85.58%。1980–1984年,原中国预防医学科学院寄生虫病研究所和原徐州市卫生防疫站等在原邳县岱山乡进行综合防控疟疾试点,采取以配销蚊帐、新建房、开后窗、改变露宿习惯、改良环境等减少人蚊接触的措施为主,同时配合休止期全民根治和流行季节预防服药等措施,结果当地疟疾发病率从18.1%下降到了0.23%^[16]。

3.1.2 化学防治 1973年,原铜山县以25%可湿性西维因粉剂(按7.45 g/m²剂量配置制成1:20水悬液)进行室内墙面喷洒,1个月后蚊子半数击倒时间(KT₅₀)<30 min、2个月后为70 min;在旬平均气温为21.68~28.65℃时,灭蚊持效时间为40~50 d^[17]。1974年,原南京医学院等采用25%双硫磷、50%辛硫磷、50%马粒硫磷和西维因等4种杀虫剂(剂量均为150 g/667 m²)进行了稻田杀灭中华按蚊幼虫实验,发

现前3种杀虫剂效果较好,但持效时间仅为4~5 d^[14]。1981–1984年,原扬州市卫生防疫站采用二氯苯醚菊酯(剂量为0.001 2 g/m²)喷洒人房,1 h后按蚊死亡率为100%;采用甲醚菊酯(0.003 35 g/m²)喷洒牛房,0.5 h后中华按蚊全部被击倒;采用三氯杀虫酯(1~3 g/m²)、西维因(8 g/m²)和六六六(2 g/m²)进行室内滞留喷洒,24 h后按蚊死亡率均为100%^[14]。杨仲炎等^[18]在盱眙县和原江浦县采用有机氯类二二三(DDT)胶悬剂(剂量为2.5 g/m²)室内滞留喷洒防制嗜人按蚊,2年后嗜人按蚊占按蚊总数比例由50.20%下降至14.83%、经产蚊比率由73.88%下降至36.80%,恶性疟年发病率由0.87%下降至0.02%,间日疟发病率也大幅下降。随后,张小萍等^[19]在盱眙、六合和原江浦等地实施DDT室内滞留喷洒2年结合药浸蚊帐使用1年试点,结果有效控制了该复合媒介地区恶性疟流行,同时大幅度降低了间日疟发病率。

3.1.3 生物防治 1977年,原南通地区卫生防疫站开展了在稻田放养非洲鲫鱼杀灭中华按蚊幼虫实验,结果实验田幼虫密度下降了82.5%、稻产量增长了6%^[14]。1982年,江苏省寄生虫病防治研究所在原无锡县使用昆虫激素灭幼脲杀灭中华按蚊幼虫实验,结果发现灭幼脲I、II、III号剂型最佳杀虫浓度分别为0.2、0.3、0.4 mg/L,但持效均较短^[20]。1983年,原邗江县卫生防疫站和里下河地区农科所在原邗江县藕王乡水稻田投放苏云金杆菌血清型H-14,发现18.75 mg/L和37.50 mg/L剂量施药后24 h中华按蚊幼虫平均密度较对照组分别下降64.7%和81.7%^[14]。

3.1.4 物理防治 1975年,江苏省寄生虫病防治研究所与原无锡市卫生防疫站采用8 W紫外线灯光诱蚊试验,显示具有一定效果,特别是在农村及蚊媒繁殖高峰季节且置于靠人、畜等血源处效果更显著^[21]。

3.2 消除阶段(2011–2019年) 遵循因地制宜、分类指导,以传染源控制为核心、以监测工作为主导,突出重点的原则,实施“1-3-7”消除疟疾监测与响应策略^[22]。按照该策略要求,所有发现的疟疾病例均应在7 d内完成疫点调查、判定疫点性质;对已存在传播或有传播可能的疫点,在病例居所及周围居民居住环境实施室内滞留喷洒杀虫剂的媒介控制措施。自2011年以来,江苏省累计使用近5 000 kg高效氟氯氰菊酯或氯氟氰菊酯等拟除虫菊酯类杀虫剂用于灭蚊,并通过举办技术培训班和现场工作督导等方法确保媒介控制措施的实施质量,及时切断了可能的媒介传播途径,避免了输入性继发疟疾病例的发生;2019年3月,

江苏省通过了国家消除疟疾考核评估,实现了全省消除疟疾的目标。

4 江苏省媒介控制相关研究

4.1 传疟媒介种类鉴定 江苏省传播疟疾的主要媒介为嗜人按蚊和中华按蚊,两种按蚊同属于赫坎按蚊种团,形态相似且常同域分布,采用传统的形态学分类方法常难以准确鉴别。高琪等^[23]通过对中华按蚊、嗜人按蚊、八代按蚊、雷氏按蚊等4种赫坎按蚊近缘种的核糖体DNA(rDNA)第二内转录间隔区(ITS2)基因特征分析,建立了一种能鉴别上述4种近缘种按蚊的简便PCR鉴别技术,较形态学鉴定方法具有更高的敏感性和特异性。

4.2 媒介品系构建 李菊林等^[24]采用蓝光干扰法驯化建立野外中华按蚊实验室品系用于生态习性等研究。周华云等^[25]筛选建立了溴氰菊酯抗性品系嗜人按蚊用于其抗性研究。Zhu等^[26]筛选建立了基于野外中华按蚊的溴氰菊酯等杀虫剂抗性品系的实验室技术。这些不同按蚊实验室品系的构建,为媒介生态学、杀虫剂抗性等研究提供了技术保障。

4.3 媒介易感性研究 荣永琪等^[27]采用盱眙县马坝地区捕获的中华按蚊和嗜人按蚊子1代成蚊,分别感染间日疟原虫和恶性疟原虫,发现嗜人按蚊对间日疟原虫有较高易感性,且对恶性疟原虫易感性显著高于中华按蚊,从而进一步确认了嗜人按蚊是江苏省恶性疟和间日疟复合地区的高效传播媒介。Zhu等^[28]采用来自安徽省间日疟患者血样分别对野外和实验品系的中华按蚊进行饲血感染实验,发现易感性均较高,且较20世纪有明显提升,认为该易感性变化可能与2000年后黄淮平原大面积间日疟暴发有关^[29]。

4.4 媒介对杀虫剂抗性研究

4.4.1 现场按蚊抗性监测 自1970年代起,江苏省开展了媒介按蚊对杀虫剂抗性的系统监测工作,并发现中华按蚊种群对杀虫剂的抗性普遍呈显著上升趋势。1979年,监测显示中华按蚊对六六六、DDT仍具有较高敏感性^[14];1984年,张炜琪等^[30]在盱眙县监测发现,用DDT喷洒2年和用溴氰菊酯浸泡蚊帐1年乡(镇),当地中华按蚊和嗜人按蚊对DDT抗性已分别达到2级和临界点水平。2000年,周华云等^[31]在江苏省六合等5县(区、市)监测发现,用菊酯类杀虫剂处理蚊帐5年以上的地区,当地中华按蚊对溴氰菊酯和二氯苯醚菊酯均已产生初级抗性;但连续灭蚊5年以下地区的嗜人按蚊对菊酯类杀虫剂仍较敏感。2007年,李菊林等^[32]在江苏省盱眙等4个县(市)调查发现,当地中华按蚊均已对溴氰菊酯产生抗性(R级),

其中盱眙、泗洪、睢宁县中华按蚊已对氟氯氰菊酯产生初步抗性(M级)。2012年,盱眙等7个媒介监测点的中华按蚊对溴氰菊酯、DDT和马拉硫磷等均已产生抗性^[33]。

4.4.2 杀虫剂抗性机理研究 李菊林等^[34-35]通过对构建的嗜人按蚊杀虫剂抗性品系研究发现,其抗性由常染色体遗传所至的多基因控制并表现为不完全显性;不同生长阶段嗜人按蚊对溴氰菊酯的抗性水平随幼虫发育而上升,随成蚊蚊龄增长而下降。曹俊等^[36-38]进一步研究发现,嗜人按蚊对溴氰菊酯的抗性机制可能是解毒酶(主要为多功能氧化酶)活力增强,并进一步扩增得到10个可能与抗性相关的细胞色素P450基因。白亮等^[39]采用建立的TaqMan-MGB和AllGlo探针荧光定量PCR技术,检测我国中部地区中华按蚊击倒抗性(kdr)基因突变基因型和突变频率,显示其kdr基因突变与该地区中华按蚊杀虫剂抗性有一定相关性^[40]。Zhu等^[41]采用转录组测序技术构建了中华按蚊转录本数据库,并筛选出一批中华按蚊微卫星和SNP分子标记物;同时分析了溴氰菊酯杀虫剂抗性和敏感型中华按蚊基因表达差异情况,为后续中华按蚊遗传学和杀虫剂抗性分子功能等研究奠定了基础。

4.4.3 杀虫剂抗性治理 周华云等^[42]采用溴氰菊酯和倍硫磷两种常用杀虫剂诱导对淡色库蚊的抗性研究显示,以混用或轮用方式产生的抗性均较单独使用时低,提示采用混用和轮用方法能延缓媒介对杀虫剂的抗性发展。李菊林等^[43]研究发现,微生物类农药苏云金杆菌以色列变种对按蚊等有较好毒杀效果。许筱红等^[44]观察显示,在稻田投放麦穗鱼后1~25 d,水沟内蚊蛹密度较对照组可下降81.90%~97.53%。相关研究成果为更好的开展杀虫剂抗性治理提供了科学依据。

5 结语

媒介控制作为江苏省不同疟疾控制阶段和消除阶段的重要措施之一,对推动全省疟疾防治进程、顺利实现消除疟疾目标发挥了重要作用。随着国际交往的日益深入,江苏省仍面临境外输入疟疾病例的风险,同时传疟媒介也将长期存在;在生态环境改变和杀虫剂长期使用等多种因素影响下,媒介吸血、栖息等生物学特性也可能随之发生改变。因此,全省需要继续保持高度关注、保证机构和经费投入、定期开展媒介监测,持续开展媒介生物学等相关科学研究和技术创新,为及时制定和调整媒介控制策略与措施提供科学依据,以巩固消除疟疾成果,为建设健康中国做

出更多积极贡献。

【参考文献】

- [1] 周华云. 千年顽疾, 今朝消除——记江苏省消除疟疾历程[J]. 江苏预防医学, 2019, 30(5): 482-483, 489.
- [2] 江苏省卫生防疫站. 灭蚊工作手册[C]. 南京: 江苏省卫生防疫站, 1976: 15, 43-47.
- [3] 张忠正. 金湖县雷氏按蚊调查报告[C]// 江苏医学. 血吸虫病防治专辑. 南京: 江苏医学杂志社, 1979: 145-147.
- [4] 杨仲炎, 朱金寿. 江苏省嗜人按蚊初步调查报告[C]// 赵勇进. 江苏疟疾防治论文选(1984-1990). 无锡: 江苏省寄生虫病防治研究所, 1992: 200-201.
- [5] 王伟明, 周华云, 曹俊, 等. 江苏省疟疾监测点5年纵向监测结果分析[J]. 中国热带医学, 2011, 11(3): 281-282.
- [6] 江苏省卫生防疫站. 江苏省中华按蚊生态习性的调查[C]// 江苏省寄生虫病防治研究所. 江苏疟疾资料选编(1974-1983), 无锡: 江苏省寄生虫病防治研究所, 1984: 1-14.
- [7] 李菊林, 罗国湘. 江苏疟区按蚊嗜血习性调查[C]// 赵勇进. 江苏疟疾防治论文选(1984-1990). 无锡: 江苏省寄生虫病防治研究所, 1992: 173-176.
- [8] 王伟明, 周华云, 刘耀宝, 等. 江苏省不同地区中华按蚊季节消长与夜间活动规律比较[J]. 中国热带医学, 2013, 13(3): 292-295.
- [9] 江苏省嗜人按蚊协作组. 江苏省嗜人按蚊(雷氏按蚊嗜人血亚种)初步调查报告[C]// 江苏省寄生虫病防治研究所. 江苏疟疾资料选编(1974-1983). 无锡: 江苏省寄生虫病防治研究所, 1984: 30-32.
- [10] 淮阴地区南片越冬蚊调查协作组. 金湖县中华按蚊越冬形式和越冬场所调查[C]// 江苏医学. 血吸虫病防治专辑. 南京: 江苏医学杂志社, 1979: 142-145.
- [11] 张君炎, 卞胜宜. 嗜人按蚊幼虫生态习性的初步调查[J]. 江苏寄防, 1987, 2(3): 44-45.
- [12] 周华云, 方洪元, 沈宝祥. 嗜人按蚊和中华按蚊实验种群寿命的比较观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1995, 7(6): 349-351.
- [13] 周华云, 梅火根, 华万全, 等. 嗜人按蚊的分布及其传疟作用[C]// 赵勇进. 江苏疟疾防治论文选(1984-1990). 无锡: 江苏省寄生虫病防治研究所, 1992: 199-200.
- [14] 周晓农. 中国消除疟疾[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2019: 62-82.
- [15] 孙日快, 王大宽, 贾家祥, 等. 稻田湿润灌溉灭蚊研究[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 1989, 7(4): 294-295.
- [16] 刘吟龙, 吴开琛, 贾家祥, 等. 以改良环境减少人蚊接触及控制传染源的综合措施控制黄淮平原疟疾的研究[J]. 寄生虫学与寄生虫病杂志, 1986, 4(4): 245-250.
- [17] 铜山县卫生防疫站. 西维因滞留喷洒灭蚊效果的初步观察[C]// 江苏省寄生虫病防治研究所. 血防科研参考资料. 无锡: 江苏省寄生虫病防治研究所, 1974: 14-15.
- [18] 杨仲炎, 赵勇进, 朱金寿. 江苏省恶性疟的流行及防治情况[C]// 赵勇进. 江苏疟疾防治论文选(1984-1990). 无锡: 江苏省寄生虫病防治研究所, 1992: 3-4.
- [19] 张小萍, 高琪, 吴中兴, 等. 江苏省恶性疟防治研究[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 1996, 9(4): 7-12.

- [20] 方洪元, 沈宝祥. 灭幼脲现场杀灭中华按蚊幼虫药效的观察[C]//江苏省寄生虫病防治研究所. 江苏疟疾资料选编(1974-1983). 无锡:江苏省寄生虫病防治研究所, 1984: 41-43.
- [21] 江苏省血吸虫病防治研究所, 无锡市卫生防疫站, 无锡市郊区卫生防疫站. 紫外线灯光诱蚊的效果观察[C]//江苏省寄生虫病防治研究所. 疟疾资料汇编. 无锡:江苏省寄生虫病防治研究所, 1976: 63-65.
- [22] 王伟明, 周华云, 朱国鼎, 等. 2014年江苏省消除疟疾“1-3-7定点清除”执行情况[J]. 国际医学寄生虫病杂志, 2015, 42(6): 332-336.
- [23] 高琪, 周华云, Cooper RD, 等. 一种简便的赫坎按蚊复合体近缘种按蚊基因鉴别新技术[J]. 中国人兽共患病杂志, 2005, 21(3): 193-196.
- [24] 李菊林, 李学兵, 周华云, 等. 中华按蚊实验室驯化研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2010, 22(5): 485-486.
- [25] 周华云, 高琪, 李菊林, 等. 嗜人按蚊对溴氰菊酯抗性发生发展规律的初步研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2001, 13(6): 337-339.
- [26] Zhu G, Zhou HY, Li JL, et al. The colonization of pyrethroid resistant strain from wild *Anopheles sinensis*, the major Asian malaria vector[J]. Parasit Vectors, 2014, 7: 582.
- [27] 荣永琪, 方洪元, 杨仲炎, 等. 中华按蚊和嗜人按蚊对间日疟原虫和恶性疟原虫易感性的实验研究[J]. 江苏寄防, 1986, 2(3): 1-5.
- [28] Zhu G, Xia H, Zhou H, et al. Susceptibility of *Anopheles sinensis* to *Plasmodium vivax* in malarial outbreak areas of central China[J]. Parasit Vectors, 2013, 6: 176.
- [29] Pan JY, Zhou SS, Zheng X, et al. Vector capacity of *Anopheles sinensis* in malaria outbreak areas of central China[J]. Parasit Vectors, 2012, 5: 136.
- [30] 张炜琪, 李菊林, 沈宝祥, 等. 盱眙县中华和嗜人按蚊二二三敏感性初测[C]//赵勇进. 江苏疟疾防治论文选(1984-1990). 无锡:江苏省寄生虫病防治研究所, 1992: 218-219.
- [31] 周华云, 李菊林, 金小林, 等. 江苏省传疟按蚊对菊酯类杀虫剂抗药性的监测[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2004, 16(3): 199-201.
- [32] 李菊林, 周华云, 曹俊, 等. 江苏部分地区中华按蚊对菊酯类杀虫剂的敏感性调查[J]. 中国媒介生物及控制学杂志, 2009, 20(5): 438-439.
- [33] 李菊林, 周华云, 曹俊, 等. 江苏省疟疾媒介中华按蚊对杀虫剂的敏感性[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(3): 296-300.
- [34] 李菊林, 高琪, 周华云, 等. 嗜人按蚊不同发育阶段溴氰菊酯敏感性分析[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2005, 18(4): 285-286.
- [35] 李菊林, 高琪, 周华云, 等. 嗜人按蚊对溴氰菊酯抗性的遗传分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2003, 15(5): 367-369.
- [36] 曹俊, 高琪, 周华云, 等. 嗜人按蚊溴氰菊酯抗性机理初步研究[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2003, 16(2): 69-70.
- [37] 曹俊, 高琪, 周华云, 等. 嗜人按蚊溴氰菊酯抗性分子机理研究 I 嗜人按蚊 CYP6 基因 cDNA 片段的克隆与序列分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2005, 17(1): 28-33.
- [38] 曹俊, 高琪, 周华云, 等. 嗜人按蚊溴氰菊酯抗性分子机理研究 II 嗜人按蚊 CYP4 基因 cDNA 片段的克隆与序列分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2005, 17(2): 101-106.
- [39] 白亮, 朱国鼎, 唐建霞, 等. TaqManMGB 探针实时荧光定量 PCR 用于中华按蚊 kdr 基因突变检测的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2013, 25(2): 167-171, 176.
- [40] Bai L, Zhu GD, Zhou HY, et al. Development and application of an AllGlo probe-based qPCR assay for detecting knockdown resistance (kdr) mutations in *Anopheles sinensis*[J]. Malar J, 2014, 13: 379.
- [41] Zhu G, Zhong D, Cao J, et al. Transcriptome profiling of pyrethroid resistant and susceptible mosquitoes in the malaria vector, *Anopheles sinensis*[J]. BMC Genomics, 2014, 15(1): 448.
- [42] 周华云, 孙俊, 李菊林, 等. 溴氰菊酯和倍硫磷混用、轮用对淡色库蚊抗性发展的影响[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2001, 14(1): 49-51.
- [43] 李菊林, 朱国鼎, 周华云, 等. 苏云金杆菌以色列变种对伊蚊库蚊和按蚊幼虫毒效的实验观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2014, 26(1): 67-68.
- [44] 许筱红, 张友, 李鹏鹏. 稻田放养麦穗鱼灭蚊效果观察[J]. 热带病与寄生虫学, 2019, 17(3): 172-173.

[收稿日期] 2020-06-05 [编辑] 洪青标

欢迎投稿! 欢迎订阅!