

## 我国主要蚊种及常用灭蚊剂的应用

马素媛<sup>1,2</sup>, 王英<sup>1</sup>, 艾国平<sup>1\*</sup>

**摘要:** 蚊是许多疾病的重要传播媒介, 随着环境的变化、化学杀虫剂的广泛应用, 蚊对杀虫剂出现了不同的抗药性, 一些已控制蚊媒病出现了死灰复燃的现象, 同时化学杀虫剂污染环境, 环境控制需要长期维护管理, 成本高, 迫切需要开发新的媒介控制措施。现对我国主要传病蚊种、常用化学杀虫剂及抗性、新型生物灭蚊剂的生物学性状及机理、使用情况进行综述, 旨在为我国蚊虫防制提供借鉴。

**关键词:** 蚊; 化学杀虫剂; 生物杀虫剂; 抗药性

中图分类号 R384.1 文献标识码 A 文章编号: 1009-9727(2012)8-1012-05

Major mosquito species and mosquitocide used in China. MA Su-yuan<sup>1,2</sup>, WANG Ying<sup>1</sup>, AI Guo-ping<sup>1</sup>. (1. Institute of Tropical Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, P. R. China)

**Abstract:** Mosquitoes are the important vector to transmit several diseases. Resistance of mosquitoes to insecticide is emerging with the changing of environment and insecticide wide using. Some controlled diseases transmitted by mosquitoes are resurgent as a result. New strategy is emergently required to control mosquitoes because of pollution of chemical insecticide, long time and high cost of environment control maintenance. In this review, we are talking about the major mosquito species in China, common chemical insecticide and resistance, mechanism and use of new biopesticide, to provide reference for mosquito control in our country.

**Key words:** Mosquito; Chemical insecticide; Biopesticide; Resistance

蚊分布很广, 种类很多, 截止 2005 年底全世界已知蚊种为 38 属 3 457 种(包括亚种和变种), 我国截止 2007 年 6 月底蚊类为 21 属 401 种(包括亚种)<sup>[1]</sup>, 其中尖音库蚊复组(*Culex pipiens complex*)、中华按蚊(*Anopheles sinensis*)、三带喙库蚊(*Culex tritaeniorhynchus*)、微小按蚊(*Anopheles minimus*)、雷氏按蚊(*Anopheles lesteri*)、白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)和埃及伊蚊(*Aedes aegypti*)是我国主要媒介蚊虫, 它们能够传播丝虫病、流行性乙型脑炎、西尼罗病毒病、登革热、疟疾等。由于全球气候变暖, 生态环境、大量抗生素和化学杀虫剂的使用等原因, 导致媒介生物大量繁殖和分布区的不断扩大, 蚊媒病的爆发和流行时有发生报道。2008 年全世界报告疟疾病例 2.43 亿例, 据 WHO 推测, 全球每年发生的登革热感染病例超过 1 亿<sup>[2-4]</sup>。据中国卫生部公布我国 2010 年法定报告传染病中经蚊子传播的疟疾 7389 例, 登革热 223 例, 流行性乙型脑炎 2 541 例<sup>[5]</sup>。灭蚊对于控制经蚊传播疾病至关重要, 现在灭蚊的方式主要有针对成虫的化学杀虫剂和杀灭幼虫的生物杀虫剂。化学杀虫剂多年应用后, 许多媒介生物已产生抗药性, 同时化学杀虫剂对环境造成污染, 环境控制需要长期维护管理, 成本高, 迫切需要开发新的媒介控制措施。现对

我国主要传病蚊种、常用化学杀虫剂及抗性、新型生物灭蚊剂的生物学性状及机理、应用情况作一综述。

### 1 我国主要的传病蚊种及其对常用化学杀虫剂的抗药性

**1.1 三带喙库蚊** 三带喙库蚊是流行性乙型脑炎的重要传播媒介, 分布于除青海、新疆和西藏以外的全国各省区, 是云南各地人房和畜房的优势蚊种<sup>[6]</sup>。除可携带乙型脑炎病毒外, 还可携带基孔肯雅病毒、版纳病毒、Kadipiro 病毒、环状病毒、西尼罗河病毒等<sup>[6,7]</sup>。三带喙库蚊主要孳生在牲畜圈周边的稻田等清洁水体中, 由于长期大量使用化学杀虫剂, 导致三带喙库蚊在不同区域产生了不同程度的抗药性。杨维芳等<sup>[8]</sup>使用浸渍法对苏州市三带喙库蚊进行常用杀虫剂抗药性测试显示, 对有机磷类杀虫剂敌敌畏、氨基甲酸酯类杀虫剂残杀威、拟除虫菊酯类杀虫剂溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、氯菊酯和生物烯丙菊酯的 LC<sub>50</sub> 分别为 2.4691、7.7017、0.0424、0.1137、0.2659 和 0.6698 mg/L, 其中三带喙库蚊除对生物烯丙菊酯中抗外, 对其他 5 种杀虫剂均呈高抗, 且对溴氰菊酯、高效氯氰菊酯和氯菊酯的抗性倍数均超过 50 倍, 甚至对溴氰菊酯的抗性倍数超过了 100 倍。我国上海、陕西、台州

基金项目 美国 NIH 重大课题资助项目(U19A1089672)

作者单位 1.第三军医大学热带医学研究所, 重庆 400038; 2. 云南普洱卫生学校, 云南 671000

作者简介: 马素媛(1977-), 女, 彝族, 云南省, 在读硕士研究生, 讲师, 研究方向 蚊媒防治。

\* 通讯作者 E-mail: aigping@yahoo.com

等<sup>[9-11]</sup>多地也报道了三带喙库蚊对敌敌畏、溴氰菊酯均已达到高抗水平,对其它常用化学杀虫剂部分也产生了部分抗性。

1.2 致倦库蚊 / 淡色库蚊 淡色库蚊和致倦库蚊是我国斑氏丝虫病的主要传播媒介,也是导致美国西尼罗病毒流行的传播媒介<sup>[6]</sup>,并携带有基孔肯雅病毒、乙脑病毒<sup>[7]</sup>。致倦库蚊和淡色库蚊在形态、生态习性和传播淋巴丝虫病等方面很近似,两者都被称作“家蚊”,是室内最普通的刺叮吸血蚊虫,骚扰性很大,是城市灭蚊的主要对象之一。但在我国的地理分布上不同,一南一北,以北纬 32°~34° 分界,在分界区可有它们的中间型<sup>[11]</sup>。致倦库蚊在我国南方及东南亚地区广泛分布,云南省除海拔 2 300m 以上地区外均有分布<sup>[6]</sup>。经调查后发现浙江省、合肥市致倦库蚊 / 淡色库蚊常用化学杀虫剂均产生了不同程度的抗性,以二氯苯醚菊酯、高效氯氰菊酯和溴氰菊酯为最高<sup>[12-13]</sup>。北海市致倦库蚊对敌敌畏、溴氰菊酯已产生一定程度的抗性<sup>[14]</sup>。

1.3 白纹伊蚊 白纹伊蚊是登革热的主要传播媒介<sup>[15]</sup>,也是基孔肯雅热的传播媒介<sup>[6,7]</sup>。分布较广,北达辽宁省的沈阳(约北纬 41.8°)西北至陕西省的宝鸡,西南到西藏自治区,但以北纬 31.4° 以南为常见<sup>[11]</sup>;云南全省性分布,是山区、森林地区及河谷地区的优势蚊种<sup>[6]</sup>。它是半家蚊,多孳生在居民点及其周围的容器(如缸、罐、盆、碗、破瓶)和植物容器(如竹筒、树洞)以及石穴等小型积水场所。广东省白纹伊蚊对溴氰菊酯、高效氯氰菊酯均呈低抗药性,部分城市白纹伊蚊对其他化学杀虫剂产生了不同程度抗药性<sup>[16]</sup>;上海地区白纹伊蚊均对敌敌畏产生高抗性,部分区县蚊虫对溴氰菊酯、氯氰菊酯产生高抗性<sup>[9]</sup>。

1.4 中华按蚊 中华按蚊是中国广大平原地区传播疟疾的重要媒介,也是马来丝虫病的重要媒介之一,还携带盖塔病毒、乙脑病毒、版纳病毒、Kadipiro 病毒、环状病毒等<sup>[7]</sup>。该蚊分布除新疆和青海以外的全国各省区<sup>[11]</sup>。中华按蚊对 DDT 的抗性非常普遍,我国 6 个省 32 个地区中仅有 9.4% 对 DDT 呈现敏感,其它地区均表现为不同程度的抗性<sup>[17]</sup>。湖北、江苏省部分地区中华按蚊对溴氰菊酯呈高抗性<sup>[18,19]</sup>。

1.5 其它蚊种 微小按蚊、大劣按蚊等按蚊是传播疟疾的重要媒介,埃及伊蚊是传播登革热的主要媒介<sup>[11]</sup>。1997 年云南报道微小按蚊对 DDT 除元江县中抗外,其他思茅、元阳、大关、路西 4 个地方均为敏感<sup>[17]</sup>。海南省 2008 年报道大劣按蚊对溴氰菊酯和氯氰菊酯均未产生抗药性<sup>[20]</sup>。1993 年海南报道埃及伊蚊对

DDT 有显著抗性<sup>[17]</sup>。

## 2 我国常用生物杀虫剂的生物学性状及杀虫机理

1.1 苏云金杆菌(Bt) 属革兰染色阳性菌,能形成菱形伴孢晶体,其主要成分为蛋白质,是一种次生代谢产物,能形成圆形、椭圆形芽孢,形成芽孢的过程中,在菌体内的一端或两端形成一个或多个形状一致或不同的伴孢晶体(Parasporal crystal)。这种伴孢晶体的主要成分是具有杀虫活性的蛋白质,故又称为杀虫晶体蛋白(Insecticidal Crystal Proteins, ICPs)或  $\delta$ -内毒素(Delta-endotoxin)。条件适宜时,每 3~4h 个体增殖 1 代,繁殖速度较快。1976 年首次发现对蚊虫有很强杀虫活性的苏云金芽孢杆菌以色列亚种(*Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* Bti) 到目前为止全世界共发现苏云金杆菌变种有 32 个,分属 22 个血清型,并不断有新的变种被发现具有灭蚊活性<sup>[21]</sup>。一般认为,晶体蛋白的作用分为溶解、酶解活化、与受体结合、插入、孔洞或离子通道形成 5 个步骤,每个步骤都影响晶体蛋白作用的效果。当蚊虫摄食 Bt 杀虫剂的 ICPs 后,ICPs 在中肠碱性 pH (7.5~8.0)条件下二硫键被打开,在肠道胰蛋白酶的作用下激活形成抗蛋白酶的毒性核心片段,毒性核心蛋白与中肠上皮细胞结合后,通过一系列电生理形成离子通道,依 pH 值的不同,这些通道具有选择性(仅 K 可通过)和非选择性(Na 和阴离子可通过),这种阴离子通道破坏了膜电势,细胞膨胀并裂解,导致中肠坏死,上皮细胞坏死脱落,肠壁受损后,中肠的碱性高渗内含物和毒素进入血腔,血淋巴 pH 值升高而导致昆虫麻痹死亡<sup>[22]</sup>。Bti 产生 6 种主要的杀蚊毒素蛋白 Cry4Aa, Cry4Ba, Cry10Aa, Cry11Aa 和 2 个 Cyt 毒素 Cyt1Aa 和 Cyt2Ba,研究表明在杀蚊效果上这些毒素之间存在协同作用,而且 Cyt 毒素可以减少蚊虫对 Cry 毒素抗性的产生。Cry4Ba 以原毒素形成合成,是一类对伊蚊和按蚊都有较好杀虫效果的蛋白<sup>[22]</sup>。

1.2 球形芽孢杆菌(*Bacillus sphaericus*, Bs) 是一种革兰染色阳性菌,在自然界中广泛分布,属嗜氧的产芽孢杆菌,形成亚末端膨大孢子囊和球形芽孢的好气芽孢杆菌。Bs 菌株有 9 个血清型(H1、H2、H5、H6、H9、H25、H26、H45 和 H48),对蚊幼虫具有不同的毒杀作用。其中高毒力菌株属于血清型 H5a5b、H25 和 H48,如 2362、1593、C3-41、2297 和 IAB881 等,对库蚊、按蚊有很高的毒力,对伊蚊低毒或无毒<sup>[23]</sup>。Bs 对不同蚊幼虫的毒杀作用主要是由其产生的杀蚊毒素实现的。在 Bs 的生长发育过程中能够产生两种不同的毒素蛋白——二元毒素 Bin 和 Mtx 毒素蛋白,二元毒素 Bin 产生于芽孢形成期,存在于所有的高毒

力菌株 Mtx 毒素蛋白合成于细菌的营养体生长阶段,主要存在于低毒力菌株和部分高毒力菌株(2362、IAB59、2297)。大量研究证实二元毒素 Bin 对敏感蚊幼虫作用机制包括:芽胞晶混合物被蚊幼虫摄入,伴胞晶体在中肠碱性 pH 下溶解,释放出 BinA 和 BinB, BinA 和 BinB 原毒素蛋白被中肠蛋白酶激活成毒性多肽,毒性多肽与胃盲囊和中肠上皮细胞结合,改变膜的通透性,引起细胞膨胀或造成肠穿孔,导致幼虫死亡<sup>[24]</sup>。

### 3 我国苏云金杆菌和球形芽孢杆菌使用情况及幼虫抗药性

**3.1 苏云金杆菌(Bt)** 1979 年我国从美国引进该菌株,20 世纪 80 年代,我国灭蚊制剂的剂型都采用乳剂和可湿性粉剂,虽灭蚊幼效果好,但漂浮性能差,针对这些问题,研制了漂浮颗粒剂、块剂和发泡剂<sup>[25]</sup>。易建荣等发现苏云金杆菌悬浮剂对白纹伊蚊 I 一龄初幼虫有 100% 的杀灭效果,而对蛹和即将化蛹的龄末幼虫完全无杀灭效果,积水中的沉积物可影响苏云金杆菌悬浮剂对白纹伊蚊幼虫的杀灭效果,沉积物越多(1/2~2/3),幼虫的杀灭率就越低,苏云金杆菌悬浮剂对南方地区白纹伊蚊阳性小容器积水幼虫有良好的控制效果,持效可达 10d<sup>[26]</sup>。代玉华等用苏云金杆菌 BYH-14 对不同龄期淡色库蚊幼虫的灭杀作用进行了评价,发现龄期越小,灭杀效果越好<sup>[27]</sup>。宁长修等用苏云金杆菌 H-14 处理致倦库蚊后,对残存蚊观察表明成蚊的吸血率和产卵量明显低于对照组,子一代卵的孵化率和幼虫存活率也明显降低<sup>[28]</sup>。代玉华等发现济宁地区不同的孳生环境会影响淡色库蚊幼虫对苏云金杆菌的抗药性,但其抗性不能遗传给后代<sup>[29]</sup>。湖北省的沙市也进行了长期(连续 10 年)的大规模现场应用研究,用乳剂处理大的池塘和水沟等大型孳生地,用颗粒剂处理小型孳生地及城郊的稻田,幼虫密度下降了 51.4%~100.0%,成蚊密度下降了 55.2%~99.0%<sup>[30]</sup>,有效地控制了中华按蚊、致倦库蚊和白纹伊蚊等媒介生物。大量的应用研究结果证明,应用我国自行研制生产的 Bti 制剂大面积防止蚊幼虫有很好的效果,相当于或优于常用化学农药,而且节省费用,是目前最有开发应用价值的微生物灭蚊剂之一<sup>[28]</sup>。

**3.2 球形芽孢杆菌(Bs)** 我国早在 1984 年就开始进行杀蚊 Bs 研究,在 1987 年开始进行实验室和野外小面积的药效评价及大面积的应用实验<sup>[24]</sup>。汤历等用球形芽孢杆菌 BsC3-41 进行了野外灭蚊试验,结果表明该生物杀虫剂对致倦库蚊的毒杀效果最好,对中华按蚊次之,对白纹伊蚊效果较差,24hLC50 值分别为 0.2025、2.5363 和 59.7302  $\mu\text{g/ml}$ <sup>[31]</sup>。BsC3-41 杀蚊

幼乳剂在 2008 年四川省什邡市抗震救灾中进行野外大面积应用,使用 20 吨,应用面积达 66 万  $\text{m}^2$ /次,对蚊幼虫的杀灭率达 83%~95%,持效期长达 15~20d,成蚊密度平均下降 82.6%,具有良好的野外灭蚊幼效果,在避免灾区发生传染病暴发流行、保护环境、控制蚊虫、预防灾区蚊媒疾病发生起到了重要作用<sup>[23]</sup>。袁志明等探讨野外致倦库蚊对 BsC3-41 的抗性,经连续 8 年的生物防制,野外致倦库蚊幼虫对 BsC3-41 的抗性水平高达 24545 倍,但对 BsLP1-G 未表现出抗性<sup>[32]</sup>。广东省东莞和佛山市,河南省洛阳市,吉林省长春市在创建无蚊城市中,选用 BsC3-41 制剂灭蚊幼虫,均使这些城市达到全国爱卫会的技术要求。武汉市应用乳剂和块剂防制致倦库蚊,蚊幼密度下降 74%~100%,并有效控制了成蚊密度,削平了成蚊季节性高峰。据估算,使用 1 吨 Bs 灭蚊剂比化学灭蚊节省 5 000~10 000 元人民币,且不污染环境,是控制库蚊幼虫有效的微生物防制剂<sup>[23]</sup>。

**3.3 球形芽孢杆菌和苏云金杆菌混合制剂** 球形芽孢杆菌和苏云金杆菌以色列亚种均用于灭蚊幼虫,每种菌单独使用,各有其长处和短处,球形芽孢杆菌对库蚊效果好,残效期长,但杀虫谱窄,苏云金杆菌以色列亚种杀虫谱广,但残效期短<sup>[33]</sup>。长期单一使用 Bs 制剂会导致目标蚊幼虫产生抗药性,不同血清型的 Bs 和 Bti 菌株混合使用,有利于阻止或延缓抗性的产生,为了弥补这两种菌单独使用的不足<sup>[23]</sup>。朱文刚等用球形芽孢杆菌和苏云金杆菌以色列亚种双效微生物灭蚊幼制剂灭蚊幼效果,按 5ml/m<sup>2</sup> 加水稀释 10 倍用电动喷雾器均匀喷洒在水面上,观察蚊幼密度,结果该制剂施药后 1~20d,灭蚊幼效果达 100%,施药后 30d 灭蚊幼效果仍达 72.41%,得出投药间隔以 20d 为宜,认为双效微生物制剂灭蚊幼具有速效,持效之作用,是目前理想的现场灭蚊药物<sup>[34]</sup>。

### 4 结束语

我国使用了大量化学、生物杀虫剂后,虫媒传播疾病的发病率不断下降。但是杀虫剂的抗药性的产生也应该引起我们的高度重视。绝大多数人群对杀虫剂不了解,仍在用高抗的 DDT,不仅不能杀灭蚊虫,同时还污染了生态环境。因此,应大力开展宣传教育活动,让人们正确使用杀虫剂。由于生物杀虫剂杀灭的是蚊幼虫,价格相对高昂,未在全国推广使用,若在蚊媒病高发地区大量使用生物杀虫剂灭蚊幼虫,并与成蚊敏感的化学杀虫剂联合使用,将会使我国虫媒病的发病率得到更好的遏制。

参考文献:

- [1] Dong XS. Records of mosquito categories in Yunnan (volume 1)[M]. Yunnan :Yunnan Sci & Technol Press 2010 ,1-394.(In Chinese)  
(董学书. 云南蚊志类 (上卷)[M]. 云南: 云南科技出版社, 2010 ,1-394)
- [2] Deng TF ,Mo JC. Global warming and mosquito borne diseases [J]. Chin J Vector Biol & Control 2010 21(2) :176-177.(In Chinese)  
(邓天福, 莫建初. 全球变暖与蚊媒疾病[J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2010 21(2) :176-177.)
- [3] Zhang HL. A public health problem on emerging and re-emerging arboviral diseases [J]. Chin J Vector Biol & Control 2011 22(2) : 101-120.(In Chinese)  
(张海林. 新发和再肆虐虫媒病毒是当前面临的重要公共卫生问题[J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2011 22(2) :101-120.)
- [4] Chen HY ,Ma HM ,Liu MB et al. Emerging and re-emerging vector-borne diseases present status and strategies [J]. Int J Med Parasit Dis 2011 38(1) 39-42.(In Chinese)  
(陈海婴, 马红梅, 刘明斌, 等. 新发和重现虫媒病 流行现状及应对策略[J]. 国际医学寄生虫病杂志 2011 38(1) 39-42.)
- [5] China Centers for Disease Control and Prevention. General epidemic situation of notifiable diseases in 2010 and January 2011, announced by the ministry of health [OL]. [http://www.chinacdc.cn/tjsj/fdcbbg/201104/t20110421\\_42213.htm](http://www.chinacdc.cn/tjsj/fdcbbg/201104/t20110421_42213.htm) 2011-04-21/2011-2-10. (In Chinese)  
(中国疾病预防控制中心网站. 卫生部公布 2011 年 1 月及 2010 年度全国法定传染病疫情概况 [OL]. [http://www.chinacdc.cn/tjsj/fdcbbg/201104/t20110421\\_42213.htm](http://www.chinacdc.cn/tjsj/fdcbbg/201104/t20110421_42213.htm) 2011-04-21/2011-2-10.)
- [6] Dong XS. The mosquito fauna of Yunnan China(Volume Two)[M]. Yunnan :Yunnan Sci & Technol Press 2010 ,1-750.(In Chinese)  
(董学书. 云南蚊志类 (下卷)[M]. 云南: 云南科技出版社, 2010 ,1-750)
- [7] Feng Y ,Zhang HL ,Liang GD. Newly arbovirus isolated from arthropod in China [J]. Chin J Vector Biol & Control 2009 20(2) :178-181. (In Chinese)  
(冯云, 张海林, 梁国栋. 我国从节肢动物中新分离的虫媒病毒[J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2009 20(2) :178-181.)
- [8] Yang WF ,Chu HL ,Liu DP et al. Resistance of Culex tritaeniorhynchus to commonly used pesticides in Suzhou . Chin J Vector Biol & Control 2011 22(1) 33-34.(In Chinese)  
(杨维芳, 褚宏亮, 刘大鹏, 等. 苏州市三带喙库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 2011 22 (1) 33-34.)
- [9] Liu HX ,Leng PE ,Xu RQ et al . Resistibility of mosquitoes to frequently-used insecticides in Shanghai and its coping strategies [J]. Chin J Hygienic Insect & Equip 2009 2 :112-115.(In Chinese)  
(刘洪霞, 冷培恩, 徐仁权, 等. 上海地区蚊虫对常用杀虫剂的抗性 及防治对策[J]. 中华卫生杀虫药械 2009 2 :112-115.)
- [10] Sun YX ,Yue YJ ,She JJ et al . Resistance of Culex tritaeniorhynchus to several traditional insecticides in high incidence areas of Japanese encephalitis in Shanxi Province[J]. Chin J Vector Biol & Control 2009 20(4) 313-316.(In Chinese)  
(孙养信, 岳永杰, 余建军, 等. 陕西省流行性乙型脑炎高发区三 带喙库蚊的抗药性研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志 , 2009 20(4) 313-316.)
- [11] Lu BL. Literature review on mosquito-borne researches in China over the past 50 years [J]. Chin J Vector Biol Control ,1999 ,10 (3) :161-165.(In Chinese)  
(陆宝麟. 50 年来我国蚊媒研究进展[J]. 中国媒介生物学及控制 杂志 ,1999 ,10(3) :161-165.)
- [12] Ren ZY ,Zhu J ,Yang TC . Resistance investigation of Culex pipiens pallens/quinqfasciatus to five pesticides and control strategy in Zhejiang Province [J]. Chin J Vector Biol & Control 2006 ,17(4) : 277-278.(In Chinese)  
(任樟尧, 朱江, 杨天赐. 浙江省淡色/致倦库蚊不同地理株对 5 种 常用杀虫剂的抗性调查及防制对策 [J]. 中国媒介生物学及控制 杂志 2006 ,17(4) 277-278.)
- [13] Zhang JL ,Wu MS ,Chen JM . Resistance investigation of Culex pipiens pallens to five pesticides and its control strategy in Hefei city [J]. Chin J Vector Biol & Control 2008 ,19 (5) :400-401.(In Chinese)  
(张家林, 吴明生, 陈建明. 合肥市淡色库蚊对 5 种常用杀虫剂的 抗药性及防制对策研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志 , 2008 ,19(5) :400-401.)
- [14] Lin SY ,Kong QX ,Shen ZY . A monitoring survey on the resistibility of Culex quinquefasciatus toward 5 types of insecticides in Beihai City [J]. J Med Pest Control 2011 4 :366-367.(In Chinese)  
(林寿远, 孔庆鑫, 沈智勇. 北海市致倦库蚊对 5 种杀虫剂的抗 药性监测[J]. 医学动物防制 2011 4 :366-367.)
- [15] Lin LH ,Fang MY ,Chen CH et al . Study on vectorial capacity spreading Dengue virus by mosquitoes [J]. Chin J Vector Biol & Control 2000 ,11(3) :173-175.(In Chinese)  
(林立辉, 方美玉, 陈翠华, 等. 白纹伊蚊传播登革病毒的媒介效 能研究 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2000 ,11 (3) :173- 175.)
- [16] Cai SW ,Lin LF ,Duan JH et al . Resistance of Aedes albopictus to insecticides and it's resistance management in Guangdong province [J]. Chin J Vector Biol & Control 2006 ,17(4) 274-276.(In Chinese)  
(蔡松武, 林立丰, 段金花, 等. 广东省白纹伊蚊抗药性现状与抗 性治理对策[J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2006 ,17(4) 274- 276.)
- [17] Liu SL ,Cui F ,Yan SG et al . Investigation on the resistance of vector mosquitoes to organochlorines and carbamates in China [J]. Chin J Vector Biol & Control 2011 22(1) 82-85.(In Chinese)  
(刘斯璐, 崔峰, 燕帅国, 等. 中国媒介蚊虫对有机氯类和氨基甲 酸酯类杀虫剂的抗性调查 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志 , 2011 22(1) 82-85)
- [18] Yu PH ,Hu LQ ,Liu JY et al . The field investigation on the resistance of Anopheles in Jingshan ,Anlu and Xiaochang of Hubei province [J]. Chin J Vector Biol & Control 2008 ,19 (6) 500- 502.(In Chinese)  
(余品红, 胡乐群, 刘井元, 等. 湖北省三县(市)媒介按蚊抗药性 的现场调查[J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2008 ,19(6) 500- 502.)
- [19] Li JL ,Zhou HY ,Cao J et al . Sensitivity of Anopheles sinensis to insecticides in Jiangsu Province [J]. Chin J Schisto Control , 2011 23(3) 296-300.(In Chinese)  
(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.)
- [20] Zeng LH ,Sun DW ,Zhao W et al . Resistance of (下转第 1019 页)

- release assay in young Contacts of active tuberculosis cases [J]. East Mediterr Health J 2011 Sep ;17(9) :714-8.
- [15] Abu-Taleb AM ,El-Sokkary RH .Interferon- $\gamma$  release assay for detection of latent tuberculosis infection in casual and close contacts of tuberculosis [J]. East Mediterr Health J 2011 Oct ;17 (10) :749-53.
- [16] Fujiyama R ,Higuchi J et al . Comparison of conventional tuberculin skin test and QFT-2G a new method for diagnosis of tuberculosis infection with the use of the contact score [J]. Kekkaku 2011 Nov ;86(11) :869-77.
- [17] Komukai J ,Matsumoto K ,Comparative performance of tuberculin skin test and QuantiFERON TB-gold in contact investigations for tuberculosis[J]. Kekkaku 2011 Nov ;86(11) :847-56.
- [18] Taki-Eddin L ,Monem F . Utility of an interferon- $\gamma$  release assay as a potential diagnostic aid for active pulmonary tuberculosis [J]. Infect Dev Ctries 2012 Jan 12 ;6(1) :67-72.
- 收稿日期 2012-03-28 编辑 崔宜庆
- 
- (上接第 1015 页)
- Culex pipiens quinquefasciatus and Anopheles dirus to pyrethroid in Hainan province [J]. Chin J Vector Biol & Control 2008 ,19 (6) :505-506.(In Chinese)
- (曾林海,孙定炜,赵伟,等. 致倦库蚊及大劣按蚊对拟除虫菊酯类杀虫剂的抗药性测定 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2008 ,19(6) :505-506.)
- [21] Wu HS . Discovery and application of Bacillus thuringiensis [J]. Bull Biol 2003 ;38(3) :15-16.(In Chinese)
- (吴洪生. 苏云金杆菌的发现和应.生物学通报[J]. 2003 ;38 (3) :15-16.)
- [22] Zhang LL ,Guan Y ,Zhang QL et al . Overview on mosquitocide mechanism of Bacillus mucilaginosus[J]. Chin J Vector Biol and Control 2008 ,19(4) :377-388.(In Chinese)
- (张灵玲,关怡,张群林,等. 苏云金芽孢杆菌杀蚊机制研究概况 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2008 ,19(4) :377-388.)
- [23] Xiong WH ,Hu XM ,Yuan ZM. Application of Bacillus sphaericus in mosquito and vector control [J]. Chin J Vector Biol & Control , 2010 ,21(1) :1-4.(In Chinese)
- (熊武辉,胡晓敏,袁志明. 球形芽孢杆菌在病媒蚊控制中的应用[J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2010 ,21(1) :1-4.)
- [24] El . Bendary M. Bacillus thuringiensis and Bacillus sphaericus biopesticides production [J]. J Basic Microbiol 2006 ;46(2) :158-170.
- [25] Zhang JB ,Yu ZN . Development of microorganism for preventing vector insects [J]. Chinese Journal of Vector Biology and Control , 2007 ,18(1) :69-72.(In Chinese)
- (张吉斌,喻子牛. 微生物防制媒介昆虫进展[J]. 中国媒介生物学及控制杂志 2007 ,18(1) :69-72.)
- [26] Yi JR ,Lin LF . Test on Bactivec against Aedes albopictus larvae of different ages and the affecting elements [J]. Chin J Hygienic Insect & Equip 2003 ;9(2) :15-18.(In Chinese)
- (易建荣,林立丰. 苏云金杆菌悬浮剂杀灭白纹伊蚊不同龄期幼虫实验及其影响因素分析[J]. 中华卫生杀虫药械 2003 ;9(2) :15-18.)
- [27] Dai YH ,Cheng P ,Liu LJ et al . Test on BTH-14 against Culex pipiens pallens larvae of different ages [J]. Chin J Hygienic Insect & Equip 2011 ,17(1) :29-30.(In Chinese)
- (代玉华,程鹏,刘丽娟,等. 苏云金杆菌对不同龄期淡色库蚊幼虫的灭杀作用[J]. 中华卫生杀虫药械 2011 ,17(1) :29-30.)
- [28] Ning CX ,Yao CQ ,Shi YE . A preliminary study assessing the impacts of Bacillus thuringiensis H-14 on Culex quinquefasciatus' growth and oviposition [J]. J Med Pest Control ,1991 ,7(2) :86-87.(In Chinese)
- (宁长修,姚超群,石佑恩. 苏云金杆菌 H-14 处理对致倦库蚊发育及产卵影响的初步研究 [J]. 医学动物防治 ,1991 ,7 (2) :86-87.)
- [29] Dai YH ,Huang XD ,Liu LJ et al . A Research on Resistibility of Pale library mosquito larvae to Bacillus thuringiensis in Ji Ning [J]. Acta Parasitol et Medica Entomologica Sinica 2011 ,18 (2) :99-102.(In Chinese)
- (代玉华,黄晓丹,刘丽娟,等. 济宁地区淡色库蚊幼虫对苏云金杆菌的抗性水平研究[J]. 寄生虫与医学昆虫学报 2011 ,18(2) :99-102.)
- [30] Zhang JB . Applied researches on microorganic mosquitocides in China [J]. Chin J Parasitic Dis Control 2002 ,15(3) :190-191. (In Chinese)
- (张吉斌. 国内微生物灭蚊剂的应用研究 [J]. 中国寄生虫病防治杂志 2002 ;15(3) :190-191.)
- [31] Tang L ,Zheng CG ,Lu XJ et al . A study on insecticidal effect of BsC3-4 mosquito larvicide [J]. Natural Enemies of Insects , 2004 ;26: 183-187.(In Chinese)
- (汤历,郑常格,陆小军,等. BsC3-4 杀蚊幼剂对蚊幼虫毒杀效果研究[J]. 昆虫天敌 2004 ;26 :183-187.)
- [32] Yuan ZM ,Cai QX ,Zhang YM et al . High- Level Resistance to Bacillus sphaericus C3-41 in Field- Collected Culex quinquefasciatus [J]. Chin J Vector Biol & Control ,1999 ,2 :105-107.(In Chinese)
- (袁志明,蔡全信,张用梅,等. 野外致倦库蚊对球形芽孢杆菌 C3-41 的抗性 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志 ,1999 ,2 :105-107.)
- [33] Sun CX. Developments in mosquito larvicide [J]. Chin J Hygienic Insect & Equipments 2010 ,16(3) :217-219.(In Chinese)
- (孙晨熹. 杀蚊幼剂研究进展 [J]. 中华卫生杀虫药械 2010;16 (3) :217-219.)
- [34] Zhu WG ,Zhao JJ ,Fu H . Observational field study on effectiveness of double-effect microbial agents for eradicating mosquito larvae [J]. Hygienic Insect & Equip 2011 ,17(1) :54-55.(In Chinese)
- (朱文刚,赵俊君,付辉. 双效微生物制剂现场灭蚊幼效果观察 [J]. 中华卫生杀虫药械 2011 ,17(1) :54-55.)
- 收稿日期 2012-05-19 编辑 崔宜庆