

# 台州市蚊、蝇、蜚蠊对 7 种化学杀虫剂 抗性调查

任樟尧, 王小兵, 任炜韬, 霍天雄, 包海婷

浙江绿岛科技有限公司技术部, 浙江 三门 317100

**摘要:** 目的 了解台州市致倦库蚊、家蝇、德国小蠊对 7 种化学杀虫剂的抗性现状, 为科学合理使用化学杀虫剂, 指导病媒生物防制工作深入开展提供依据。方法 浸渍法, 测定 4 龄期蚊幼虫半数致死浓度; 点滴法, 测定家蝇半数致死剂量; 药膜法, 测定德国小蠊半数击倒时间。结果 致倦库蚊自然种群对溴氰菊酯、氯菊酯、高效氯氰菊酯、敌敌畏、仲丁威抗性倍数依次为 9.0、6.8、5.6、4.8、2.7 倍; 家蝇自然种群对溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、氯氰菊酯、氯菊酯、敌敌畏、胺菊酯的抗性倍数依次为 31.9、24.8、15.6、9.5、9.2、4.4 倍; 德国小蠊自然种群对高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、氯菊酯、残杀威的抗性倍数依次为 5.1、3.5、3.2、2.8 倍。结论 致倦库蚊、家蝇、德国小蠊自然种群对 7 种化学杀虫剂存在不同程度的抗药性。

**关键词:** 致倦库蚊; 家蝇; 德国小蠊; 抗药性

中图分类号: R384; S482.3; S481\*.4 文献标志码: A 文章编号: 1003-4692(2013)02-0172-03

## Study on resistance of mosquitoes, flies, and cockroaches to 7 chemical insecticides in Taizhou city, China

REN Zhang-yao, WANG Xiao-bing, REN Wei-tao, HUO Tian-xiong, BAO Hai-ting

Zhejiang Lvdao Technology Co., Ltd, Sanmen 317100, Zhejiang Province, China

**Abstract: Objective** To investigate the resistance of natural populations of *Culex pipiens quinquefasciatus*, *Musca domestica*, and *Blattella germanica* to 7 chemical insecticides in Taizhou city, China and to provide a basis for vector control using suitable insecticides. **Methods** The soaking method was used to determine the median lethal concentration (LC<sub>50</sub>) for the 4th larval instar of *Cx. pipiens quinquefasciatus*; the droplet method was used to determine the median lethal dose (LD<sub>50</sub>) for *M. domestica*; the residual film method was used to determine the median knockdown time (KT<sub>50</sub>) for *B. germanica*. **Results** The resistance ratios of natural population of *Cx. pipiens quinquefasciatus* to deltamethrin, permethrin, beta-cypermethrin, dichlorvos, and fenobucarb were 9.0, 6.8, 5.6, 4.8, and 2.7, respectively; the resistance ratios of natural population of *M. domestica* to deltamethrin, beta-cypermethrin, cypermethrin, permethrin, dichlorvos, and tetramethrin were 31.9, 24.8, 15.6, 9.5, 9.2, and 4.4, respectively; the resistance ratios of natural population of *B. germanica* to beta-cypermethrin, deltamethrin, permethrin, and propoxur were 5.1, 3.5, 3.2, and 2.8, respectively. **Conclusion** In Taizhou, the natural populations of *Cx. pipiens quinquefasciatus*, *M. domestica*, and *B. germanica* are resistant to 7 chemical insecticides at different levels.

**Key words:** *Culex pipiens quinquefasciatus*; *Musca domestica*; *Blattella germanica*; Insecticide resistance

蚊、蝇、蜚蠊在适宜的环境中, 繁殖快、数量大、密度高, 严重扰乱居民的日常生活, 更是传播多种疾病的重要媒介。目前在诸多控制措施中, 化学防治仍是主要措施之一。由于长期、大量地使用化学杀虫剂, 致使靶标生物对某些化学杀虫剂产生抗药性, 防治效果明显下降。为了解台州市蚊、蝇、蜚蠊抗性动态, 在该市区采集自然种群对 7 种化学杀虫剂进行抗性调查, 现将结果报告如下。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

##### 1.1.1 杀虫剂 98.0% 溴氰菊酯、95.2% 高效氯氰菊

作者简介: 任樟尧(1952-), 男, 副主任医师, 从事病媒生物控制工作。

Email: ldren@ludaocn.com

酯、91.3% 氯氰菊酯、90.2% 氯菊酯、95.8% 残杀威、95.0% 仲丁威、96.0% 敌敌畏, 均由中国疾病预防控制中心传染病预防控制所提供。溶剂为丙酮(分析纯)。

1.1.2 试虫 致倦库蚊(*Culex pipiens quinquefasciatus*)、家蝇(*Musca domestica*)、德国小蠊(*Blattella germanica*) 分别采集于台州市区室外环境、垃圾中转站、农贸市场、宾馆、饭店、食品加工等不同场所。致倦库蚊卵块和幼虫, 实验室培育 1~2 代的 4 龄期幼虫; 家蝇成蝇, 实验室培育 1 代羽化后 3~6 d 的雌性成蝇; 德国小蠊成虫和若虫, 实验室培育 1~2 周, 选择肢体完整健壮

的成虫。  
1.1.3 对照试虫 引自浙江省疾病预防控制中心病媒生物防制所实验室长期饲养不接触杀虫剂的敏感品系作为对照。

## 1.2 实验方法

1.2.1 环境条件 测试室温度(26±1)℃,相对湿度(70±5)%。

1.2.2 致倦库蚊 采用药液浸渍法<sup>[1]</sup>(WHO 推荐方法),测定 4 龄期幼虫半数致死浓度(LC<sub>50</sub>)。浓度的确定,根据文献报道<sup>[2-3]</sup>和以往实践中测定的 LC<sub>50</sub> 值作参考,选择致死量为初始的最高浓度点。将每种化学杀虫剂原药用丙酮逐步配制成等差或等倍的 5~7 个浓度组(现配现用)。取 500 ml 容器若干只,每个容器内加入定量的脱氯水,然后按设计浓度用移液器分别注入药液,搅拌均匀,每个浓度点投放试虫 20 条,作用 24 h,检查试虫死亡数,实验重复 5 次。对照组选用丙酮液取代上述化学杀虫剂,以相同的浓度、方法、步骤,同步进行实验观察,当对照组试虫死亡率≥20%时,实验重做。

1.2.3 家蝇 采用点滴法<sup>[4]</sup>(WHO 推荐方法),测定家蝇成蝇半数致死剂量(LD<sub>50</sub>)。浓度的确定,根据文献报道<sup>[3,5-7]</sup>和以往实践中测定的 LD<sub>50</sub> 值作参考,选择致死剂量为初始的最高浓度点。将每种化学杀虫剂原药用丙酮逐步配制成等差或等倍的 5~7 个浓度组(现配现用)。将供试家蝇用乙醚麻醉后,挑选 30 只雌性成蝇置于平皿中,用微量进样器将药液按低浓度到高浓度的顺序,点滴于家蝇中胸背板(1 μl/只),然后将试虫移入清洁的养虫笼内正常饲养,作用 24 h,检查试虫死亡数,实验重复 3 次。对照组用同剂量的丙酮液按上述方法进行处理,当对照组试虫死亡率≥20%时,实验重做。

1.2.4 德国小蠊 采用三角烧瓶药膜法<sup>[2]</sup> ①药膜瓶制备:将化学杀虫剂原药用丙酮液逐一稀释成浓度为 0.05% 稀释液,待药剂充分溶解后,取洁净的 500 ml 三角烧瓶若干只,吸取稀释液 2.5 ml,分别加入三角烧瓶中,将其倾斜,缓慢转动,使稀释液均匀沾布在瓶的内壁,置于自然环境中,待丙酮挥发干燥后形成一层薄膜,每种化学杀虫剂制备药膜瓶 3 只。药膜瓶制作完毕须在丙酮挥发后 24 h 内进行实验。设同剂量丙酮液作对照,制作方法同上。②实验步骤:实验时先在药膜瓶瓶颈处涂布一圈薄的凡士林,防止蜚蠊逃逸。取肢体完整健壮成虫 10 只,投入药膜瓶中,用纱布封口,计时观察,每隔一定时间记录试虫击倒数,直至 2 h。然后将试虫移入洁净的养虫缸内正常饲养,作用 72 h,观察试虫死亡数。实验重复 3 次。对照组实验同步进行,当对照组试虫死亡率≥20%时,实验重做。

1.3 死亡判断标准 致倦库蚊:以探针触之虫体不动者为死亡。家蝇:腹部上翻,六足抽搐,用探针触之不能翻身爬行者判为死亡。德国小蠊:虫体仰翻、六足抽搐、不能爬行为击倒标准。

1.4 抗性分级 蚊、蝇:抗性倍数(R/S)>20 为高抗,>10~20 为中抗,2~10 为低抗。蜚蠊:抗性系数(R/S)<5 为低度抗性;5≤抗性系数≤10 为中度抗性;抗性系数>10 为高度抗性。

1.5 统计学处理 采用 DPS 统计分析软件(生物测定)对实验所得数据进行计算,分别求出 LC<sub>50</sub>、LD<sub>50</sub> 和 KT<sub>50</sub>,用配对 *t* 检验对测定结果进行分析处理。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 致倦库蚊自然种群对 5 种化学杀虫剂的抗性测定 以溴氰菊酯抗性最高,抗性倍数为 9.0 倍,氯菊酯、高效氯氰菊酯、敌敌畏、仲丁威的抗性倍数在 2.7~6.8 倍之间(表 1)。自然种群与正常品系抗性测定结果进行比较,经配对 *t* 检验,差异无统计学意义(*t*=1.667,*P*=0.171)。

表 1 浙江省台州市致倦库蚊自然种群对 5 种化学杀虫剂抗性测定结果

| 测试药物   | LC <sub>50</sub> (mg/L) |          | 抗性倍数 |
|--------|-------------------------|----------|------|
|        | 正常品系                    | 自然种群     |      |
| 敌敌畏    | 0.153                   | 0.738    | 4.8  |
| 仲丁威    | 0.237                   | 0.643    | 2.7  |
| 氯菊酯    | 0.002 8                 | 0.019 0  | 6.8  |
| 溴氰菊酯   | 0.000 12                | 0.001 08 | 9.0  |
| 高效氯氰菊酯 | 0.002 5                 | 0.014 0  | 5.6  |

2.2 家蝇自然种群对 6 种化学杀虫剂的抗性测定 溴氰菊酯和高效氯氰菊酯处于高抗水平,抗性倍数分别为 31.9 和 24.8 倍,其次为氯氰菊酯,抗性倍数为 15.6 倍;胺菊酯抗性最低,抗性倍数为 4.4 倍,处于低抗水平(表 2)。自然种群与正常品系抗性测定结果进行比较,经配对 *t* 检验,差异无统计学意义(*t*=2.238,*P*=0.075)。

表 2 浙江省台州市家蝇自然种群对 6 种化学杀虫剂抗性测定结果

| 测试药物   | LD <sub>50</sub> (μg/只) |        | 抗性倍数 |
|--------|-------------------------|--------|------|
|        | 正常品系                    | 自然种群   |      |
| 敌敌畏    | 0.0605                  | 0.5568 | 9.2  |
| 氯氰菊酯   | 0.0130                  | 0.2024 | 15.6 |
| 胺菊酯    | 0.2132                  | 0.9423 | 4.4  |
| 氯菊酯    | 0.0090                  | 0.0851 | 9.5  |
| 溴氰菊酯   | 0.0007                  | 0.0223 | 31.9 |
| 高效氯氰菊酯 | 0.0025                  | 0.0620 | 24.8 |

2.3 德国小蠊自然种群对 4 种化学杀虫剂的抗性测定 高效氯氰菊酯处于中抗水平,抗性倍数为 5.1 倍,溴氰菊酯、氯菊酯、残杀威抗性在 2.8~3.5 倍之间,处于低抗水平(表 3)。自然种群与正常品系抗性测定结果进行比较,经配对 *t* 检验,差异有统计学意义(*t*=8.847,*P*=0.003)。

表3 浙江省台州市德国小蠊自然种群对4种化学杀虫剂抗性测定结果

| 测试药物   | KT <sub>50</sub> (min) |       | 抗性倍数 |
|--------|------------------------|-------|------|
|        | 正常品系                   | 自然种群  |      |
| 残杀威    | 6.85                   | 19.23 | 2.8  |
| 氯菊酯    | 4.52                   | 14.53 | 3.2  |
| 溴氰菊酯   | 5.06                   | 17.83 | 3.5  |
| 高效氯氰菊酯 | 4.15                   | 21.25 | 5.1  |

### 3 讨论

3.1 自然种群对7种化学杀虫剂存在不同程度的抗性 本次抗性测定以正常品系作基数,与采集于野外的3种不同自然种群对7种化学杀虫剂的抗性进行比较测定。结果显示,致倦库蚊、家蝇、德国小蠊自然种群对拟除虫菊酯类杀虫剂的抗性明显高于有机磷类和氨基甲酸酯类杀虫剂;3种不同自然种群对7种化学杀虫剂均存在不同程度的抗性。

3.2 抗药性的产生与化学杀虫剂使用频率有关 致倦库蚊自然种群对5种化学杀虫剂的抗性除溴氰菊酯接近于中抗水平外,其他均处于低抗水平;家蝇自然种群对6种化学杀虫剂的抗性,溴氰菊酯和高效氯氰菊酯已处于高抗水平,氯氰菊酯处于中抗水平;德国小蠊自然种群对高效氯氰菊酯处于中抗水平。由于拟除虫菊酯类化学杀虫剂具有毒性低,使用安全,低残留,对靶标生物杀灭效果好等特点,台州市近年来多选用拟除虫菊酯类化学杀虫剂用于防治蚊、蝇、蜚蠊等病媒生物,且用药量大、使用频率高;其次为有机磷类杀虫剂,而氨基甲酸酯类杀虫剂应用很少,其抗性倍数基本接近于正常品系。由此可见,抗性发生程度与化学杀虫剂的用药量、使用频率等密切相关。

3.3 加强监测、合理用药,有效控制抗药性的快速发展 目前在防治病媒生物工作中,拟除虫菊酯类化学杀虫剂使用频率高、用药量大,可能是导致此类化学杀虫剂抗性迅速发展的主要原因之一;其次据有关文献报道,靶标生物对拟除虫菊酯类化学杀虫剂存在交互抗性<sup>[8]</sup>。因此,为合理使用化学杀虫剂,提出以下几点建议:①靶标生物对化学杀虫剂产生抗性,不是短时间内发生的,有一个生理适应过程。在化学杀虫剂的作用下,促使靶标生物从生理生化机制方面发生变化,行为上发生改变等,从而导致靶标生物对化学杀虫剂产生抗药能力。因此,定期开展蚊、蝇、蜚蠊对各类化学杀虫剂的抗性监测十分必要,可间隔2~3年进行一次,做好早期抗性预测,及时掌握抗性动态,对抗性治

理对策的研究具有重要意义。②病媒生物对化学杀虫剂的抗性是可逆的,当靶标生物对某些化学杀虫剂产生比较高的抗性时,将该药物停止使用若干年后,抗性可逐渐消失<sup>[9]</sup>。为此,应加强化学杀虫剂现场防制效果评估,在选用化学杀虫剂时,可通过实验论证与现场相结合,筛选化学杀虫剂新品种、新剂型,选择敏感度高的化学杀虫剂进行合理配伍和交替使用<sup>[3]</sup>;对已产生高抗或处于中抗水平的化学杀虫剂,应停用或控制使用。③加强化学杀虫剂应用技术指导。目前病媒生物现场防制工作,虽然注重采取综合性防制措施,但在环境治理的基础上,化学防治仍是经常应用的一种重要手段。如果不注意化学杀虫剂的选择和使用方法不当,会导致抗性迅速发展。为此,有关部门应定期组织相关成员,通过不同形式的专业技术培训,提高科学管理水平,合理选用化学杀虫剂的种类、剂型,正确掌握使用方法和用药剂量,杜绝滥用和无计划的使用化学杀虫剂。④采取综合性防制措施,坚持长效管理。在防制工作中必须从其生态特性、环境因素、社会因素等出发,坚持综合治理的原则。注重环境治理,彻底清除和减少各类孳生场所,结合化学防治、物理防治、生物防治等综合性措施。加强组织机构建设,建立健全监测网络,定期监测,及时掌握病媒生物动态信息,有计划、有步骤地开展病媒生物防制工作,将其密度控制在不足为害的水平。

### 参考文献

- [1] 刘维德,刘金发.蚊幼虫抗药性测定技术[C].北京:中国蚊类抗药性调查汇编,1984:134-137.
- [2] 任樟尧,邱再平,杨天赐,等.临海市蚊、蝇、蜚蠊对7种杀虫剂的抗性调查[J].中国媒介生物学及控制杂志,2008,19(3):206-208.
- [3] 何粟海,金永富,任樟尧.舟山市淡色库蚊和家蝇对6种杀虫剂的抗性调查[J].中国媒介生物学及控制杂志,2010,21(3):243-245.
- [4] 龚坤元.害虫的抗药性及其防治论文汇编[C].北京:天则出版社,1992:293-297.
- [5] 俞小林,汤永康,朱江,等.浙江省家蝇抗性调查及防制对策的研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2003,14(4):282-284.
- [6] 邱丽华,倪晓平,孔庆鑫,等.杭州市家蝇抗性水平调查与分析[J].中国媒介生物学及控制杂志,2008,19(2):118-120.
- [7] 冷培恩,周毅彬,徐劲秋.上海地区蝇类抗药性现状及防制对策[J].中华卫生杀虫药械,2004,10(3):142-147.
- [8] 邱立红,张文吉.不同抗性水平家蝇对有机磷、拟除虫菊酯等药剂的交互抗性研究[J].中国农业大学学报,1994,4(3):86-92.
- [9] 任樟尧,杨天赐.淡色库蚊种团对3种杀虫剂的敏感度测定[J].中华卫生杀虫药械,2006,12(6):476-477.

收稿日期:2012-12-29