

文章编号:1003-4692(2009)02-0111-03

【论著】

# 白纹伊蚊抗溴氰菊酯品系与敏感品系的生物学特性及室内种群动力学研究

刘洪霞,冷培恩,徐仁权

**【摘要】** 目的 比较白纹伊蚊溴氰菊酯抗性品系和敏感品系的生物学特性及种群变化。方法 实验室内观察2个蚊虫品系的繁殖、发育、吸血等生物学特性,构建实验种群生命表。结果 白纹伊蚊抗溴氰菊酯品系的孵化率、蛹化率以及羽化率分别比敏感品系低16.67%、8.92%和0.44%,除羽化率外,上述指标两者之间差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。抗性品系的吸血率及单雌产雌数均比敏感品系低。前者的净增值率和内禀增值率分别为151.86和0.16,后者的净增值率和内禀增值率分别为177.18和0.20。结论 白纹伊蚊抗性品系已表现出环境适应能力下降和繁殖不利性的影响。

**【关键词】** 白纹伊蚊;生物学特性;净增值率;内禀增值率

中图分类号:R384.1

文献标识码:A

**Study on biological characteristics and population dynamics of deltamethrin-resistance and susceptible strains of *Aedes albopictus* in laboratory** LIU Hong-xia, LENG Pei-en, XU Ren-quan. Shanghai Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China

**【Abstract】** **Objective** To compare biological characteristics and population dynamics of deltamethrin-resistance strain and susceptible strain of *Aedes albopictus* in the laboratory. **Methods** Biological characteristics of two mosquito strains such as reproduction, development and bloodsucking were observed and recorded in the laboratory, and the life tables of them were established. **Results** The hatching rate, pupation rate and emergence rate of resistance strain were lower than that of susceptible strains, decreasing about 16.67%, 8.92%, and 0.44% respectively, and the difference of them were significant ( $P<0.05$ ). The bloodsucking rate and the quantity of female filial generation reproduced by each female of resistance strain were also lower than that of susceptible strain.  $R_0$  and  $r_m$  of resistance strain were 151.86 and 0.16 respectively, however that of susceptible strain were 177.18 and 0.20. **Conclusion** The resistance of *Ae.albopictus* to deltamethrin results in the decrease of adaptability to environment change and the disadvantage of reproduction.

**【Key words】** *Aedes albopictus*; Biological characteristic;  $R_0$ ;  $r_m$

拟除虫菊酯类杀虫剂是一类根据天然除虫菊素化学结构而合成的杀虫剂,具有高效、广谱、低毒、低残留等特点。20世纪70年代以来其广泛应用于农业、卫生、园艺、仓储、畜牧等多种害虫的防治,成为有机合成农药中一类极为重要的杀虫剂。它的出现为一些卫生害虫的控制做出了巨大贡献,在目前和今后相当时期内,仍将是卫生害虫控制的有利武器。但随着该类药物的连续、大量使用,害虫逐渐产生了抗药性,影响药剂的控制效果。据世界卫生组织(WHO)报告,全世界已有140多种媒介昆虫对不同的杀虫剂产生了抗性<sup>[1]</sup>。

白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)是我国登革热部分流行区域的主要传播媒介,主要孳生于小型容器积水中,一般不容易产生抗药性。但由于园林、林业等药剂的

使用,间接导致白纹伊蚊抗药性的产生。通过对上海地区白纹伊蚊溴氰菊酯抗性调查结果来看,部分区、县(虹口、杨浦区等)的白纹伊蚊已经产生中高抗性<sup>[2]</sup>。为明确白纹伊蚊抗性品系与敏感品系生物学特性以及种群动力学参数的差异,本研究利用实验选育的白纹伊蚊抗溴氰菊酯品系和敏感品系,通过建立2个蚊虫品系的生命表,初步研究了2个蚊虫品系的繁殖特性以及种群参数变化,为制订合适的化学防治措施提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 供试蚊虫** 白纹伊蚊敏感品系,本实验室常规饲养至今,未接触任何杀虫剂。白纹伊蚊溴氰菊酯抗性品系选育:以溴氰菊酯野外种群(采自上海市虹口区)为初始种群,按WHO推荐方法(浸渍法)用溴氰菊酯选育,每代幼虫以 $LC_{50}$ 的剂量处理,存活者继续按常规方法饲养至成蚊,以小白鼠供血,产卵。如此每代进行药剂选育,直至抗性倍数达到20倍后备用。

基金项目:上海市公共卫生优秀青年人才培养项目(08GWQ14);上海市公共卫生重点学科项目(08GWZK0101)

作者单位:上海市疾病预防控制中心病媒生物防治科(上海 200336)

作者简介:刘洪霞(1978-),女,主管技师,主要从事媒介生物生态学与抗药性研究。E-mail: hxliu@scdc.sh.cn

**1.2 试剂** 溴氰菊酯(98.2%原药),由中国疾病预防控制中心传染病预防控制所媒介生物控制室提供。丙酮、乙醚为国产分析纯。

### 1.3 方法

**1.3.1 生物学特性观察** 抗性品系和敏感品系白纹伊蚊置于不同饲养室饲养,温度(26±1)℃,相对湿度(60±5)%,光照:黑暗=15:9。各品系成蚊羽化后第4天喂饲小白鼠血,饱血后第3天放产卵纸收集卵。随机选取蚊虫第1次吸血后所产卵粒300粒,放入盛有脱氯自来水的搪瓷碗中饲养,定时观察卵的孵化数、幼虫化蛹数、蛹的羽化数、性比等。实验重复3次。

**1.3.2 吸血行为观察** 分别随机选取2个品系羽化后3 d的雌蚊30只,喂饲小白鼠血,24 h后统计吸血蚊数。实验重复3次。

**1.3.3 种群生命表的构建** 随机选取羽化24 h内的雌雄蚊各50只,放置在30 cm×30 cm×30 cm的饲养笼中,并饲以5%的糖水。第3天以小白鼠喂血,第5天放产卵纸,喂血一般持续3 d,间隔2 d喂1次。每天定时记录两性成蚊各自死亡数及产卵量,更换产卵皿,直至最后1只成蚊死亡<sup>[3]</sup>。实验重复3次。

生命表中 $l_x$ 为 $x$ 年龄时蚊虫的存活率; $m_x$ 为 $x$ 年龄期间平均每雌的产雌数。

### 1.4 统计公式

$$\text{每雌产雌数}(m_x) = N_x \cdot S$$

其中, $N_x$ 是在 $x$ 年龄时每个雌蚊的总生殖数; $S$ 代表性比,当性比为1:1时,取值0.5<sup>[4]</sup>。由于本实验2个品系的雌雄比例为1:1,故亦取0.5。

$$\text{净增殖率}(R_0) = \sum l_x m_x;$$

平均世代周期( $T$ ) =  $\sum l_x m_x x / \sum l_x m_x$ ,其中 $x$ 为年龄,因本实验以3 d为一个年龄组,故取中值。

$$\text{内禀增殖率}(r_m) = \ln R_0 / T$$

$$\text{有限增长率}(\lambda) = \ln^{-1} r_m$$

**1.5 统计学处理** 所有数据有无统计学意义均用Graphpad InStat 3.0 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 白纹伊蚊抗性品系和敏感品系的生物学参数与白纹伊蚊敏感品系相比,抗溴氰菊酯品系的孵化率、**

蛹化率与羽化率分别下降了16.67%、8.92%和0.44%。经统计学处理,除羽化率外,2个品系蚊虫的上述生理指标差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。表明蚊虫产生抗性后,其个体发育仍受到杀虫剂的影响,这种影响与低剂量拟除虫菊酯处理蚊虫的结果一致<sup>[5]</sup>。由于孵化率、蛹化率均下降,抗性品系蚊虫的世代存活率也明显低于敏感品系( $P < 0.05$ ),但2个品系成蚊的雌雄比例差异无统计学意义( $P > 0.05$ )(表1)。

**2.2 溴氰菊酯对2个蚊虫品系吸血行为的影响** 低剂量药剂对成蚊的吸血行为常随着处理虫期的不同而不同。一般来讲处理成蚊,对蚊虫的吸血率影响显著;而处理幼虫,则基本无影响<sup>[6]</sup>。本实验中抗性品系蚊虫的平均吸血率为94.44%,敏感品系为97.78%,2个品系间的吸血率差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),与上述研究结果一致。

**2.3 抗性品系和敏感品系蚊虫的种群动力学参数**  $R_0$ 和 $r_m$ 是评价物种适应能力以及繁殖能力的重要指标。 $R_0$ 反映每一世代种群增殖的倍数, $>1$ 表示种群数量增加。从表2看出,2个品系的 $R_0$ 均 $>1$ ,表示2个种群均处于不同程度的增长,其中抗性品系增殖速度低于敏感品系,这可能是由于抗性蚊虫对环境的适应能力下降。 $r_m$ 是精确测定物种繁殖能力最重要的指标,既决定物种的遗传性,又受环境条件的影响。表中数据也表明抗性品系 $r_m$ 稍有下降,说明抗性蚊虫的繁殖能力受到了药物的影响。但两者差异不明显,这可能是由于蚊虫溴氰菊酯抗性选育程度还不够高,还有待于进一步选育更高抗性的蚊虫进行种群动力学研究。

唐振华等<sup>[7]</sup>在研究抗马拉硫磷淡色库蚊(*Culex pipiens pallens*)不同基因型的内禀增长能力时发现,抗性品系无论是杂合子RS还是纯合子RR,其 $R_0$ 和 $r_m$ 均低于敏感品系,因此认为,抗性等位基因与繁殖不利性有关。本实验结果基本与其结果一致。

**2.4 抗性品系和敏感品系不同年龄组雌蚊的产雌数及生殖力** 图1分别表明了相同饲养条件下,抗性品系与敏感品系蚊虫单雌的产雌数和生殖力。一般情况下,抗性品系的产卵率往往比敏感品系的低,而发育期比敏感品系的长。从图中看出,抗性蚊虫产雌数明显

表1 白纹伊蚊抗性品系和敏感品系的生物学参数

品系	试验卵数(粒)	孵化率(%)	蛹化率(%)	羽化率(%)	世代存活率(%)	性比(♀/♂)
抗性	900	69.44±0.02	78.59±1.50	98.97±0.01	62.22±0.02	1.25±0.12
敏感	900	86.11±0.05	87.51±2.50	99.41±0.01	75.00±0.07	1.13±0.04
P值		0.034	0.013	0.631	0.038	0.324

注:表中数据为3次实验的平均值。

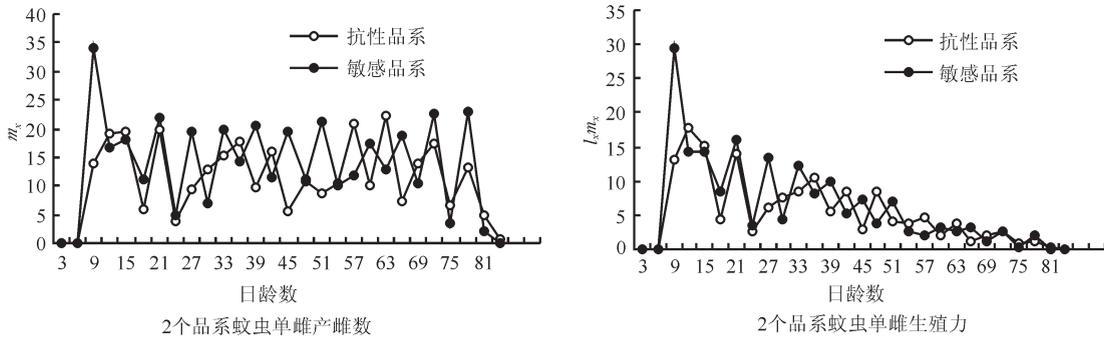


图1 抗性及敏感品系不同年龄组雌蚊的产雌数及生殖力

表2 白纹伊蚊抗性品系和敏感品系的种群参数

品系	$R_0$	$r_m$	$T$	$\lambda$
抗性	151.86 ± 4.45	0.16 ± 0.01	30.15 ± 1.20	1.17 ± 0.01
敏感	177.18 ± 12.71	0.20 ± 0.01	27.61 ± 2.23	1.20 ± 0.01
P值	0.193	0.255	0.399	0.256

注:表中数据为3次实验的平均值。

低于敏感品系蚊虫,其生殖力也略低于敏感品系,与已发表的研究结果基本一致<sup>[7]</sup>。

### 3 讨论

抗药性是蚊虫长期受到杀虫剂的筛选,经过适应和变异等生理过程而形成的,是蚊虫对环境适应的一种反应。一般而言,蚊虫在原杀虫剂的选择压力消除后,由于抗性品系生长发育和繁殖的不利性,抗性个体的比例将逐渐降低,抗性基因频率也随之下降,蚊虫种群将逐步恢复对原有杀虫剂的敏感性,从而在一定程度上延缓抗性的发展。因此,为了延缓或阻止蚊虫抗性的产生,暂停使用或轮换使用杀虫剂,将能有效地提

高灭蚊效果,对于预防和控制蚊媒疾病的发生和流行具有重要的作用。

### 参考文献

- [1] 宋锋林,赵彤言,董言德,等. 淡色库蚊氯菊酯抗性品系和敏感品系的生物学特性[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2005, 23(1): 40-42.
- [2] 刘洪霞,冷培恩,徐仁权,等. 上海地区蚊虫种类对常用杀虫剂的抗性状况及防制对策[J]. 中华卫生杀虫药械, 2009, 14(2): 112-115.
- [3] 赵红刚. 白纹伊蚊武汉株生命表特性的研究[J]. 湖北医学院咸宁分院学报, 1989, 3(4): 12-15.
- [4] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 159-163.
- [5] 叶奕英,许拱祺. 微小按蚊长期接触低剂量溴氰菊酯后生理活动和繁殖特性的动态观察[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 1992, 3(6): 342-344.
- [6] 姚其方. 抗溴氰菊酯白纹伊蚊的生物学特性及实验室种群动力学研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 1995, 6(3): 165-167.
- [7] 唐振华,韩罗珍,张朝远. 抗马拉硫磷淡色库蚊不同基因型的自然内禀增长率及其对抗性演化的影响[J]. 昆虫学报, 1990, 33(4): 385-340.

[收稿日期:2009-01-08]

(上接第101页)

(8)三带喙库蚊是乙脑的主要传播媒介,近年来北京市每年均有散发病例,患者多为儿童,抢救不及时能致人死亡。北京市蚊虫密度监测结果显示:三带喙库蚊种群数量在北京市蚊虫总体数量构成比中约占2%,作为稻田型蚊种,该蚊主要分布于郊区,城区数量较少,因此,从三带喙库蚊的构成数量和危害程度综合分析,将由三带喙库蚊引致的乙脑发生与流行的可能性定为B级,即为很有可能发生。由于乙脑可通过疫苗预防,多年来北京市已形成一套较为行之有效的防控措施,加之种群数量较少,所以,将其结局的严重程度定为2级,属较小危害,而风险水平定为M级,属于中等危险度风险。

### 5 应对措施

(1)进一步加强奥运场馆、奥运村及其周边环境病媒

生物密度监测工作,建立直报系统和应急预警反应机制。

(2)完善管理措施和保障机制,规范奥运会期间病媒生物防制操作与服务规程,组建一支奥运会期间病媒生物防制工作的专业防制队伍、技术队伍和应急队伍。

(3)广泛动员和组织全社会开展病媒生物防制工作,有效清除蚊、蝇等病媒生物孳生地,特别是要重点做好奥运场馆、奥运村及其周边区域的环境卫生。

(4)制定北京2008年奥运会期间病媒生物综合防制(IPM)方案及应急防制预案,实施以环境治理为主的防制对策。

(5)推广适宜各类不同环境和场所的IPM措施与先进技术,提高奥运会病媒生物防制的技术含量和科学水平,确保北京奥运会期间病媒生物防制符合绿色奥运、健康奥运的要求。

[收稿日期:2009-01-20]