

山东省东平湖地区淡色库蚊对常用杀虫剂的抗药性调查

黄晓丹¹, 赵久旭², 寇景轩¹, 刘宏美¹, 程鹏¹, 公茂庆¹

1 山东省医学科学院, 山东省寄生虫病防治研究所, 山东 济宁 272033; 2 济宁市卫生学校

摘要: **目的** 了解山东省东平湖淡色库蚊对常用 5 种化学杀虫剂的抗性状况, 为合理有效地进行蚊虫化学防治提供依据。**方法** 采用 WHO 生物测定方法, 测定 2010—2011 年淡色库蚊敏感品系和现场种群对 5 种杀虫剂的抗性及其增效系数。**结果** 现场淡色库蚊种群对氯氰菊酯、残杀威、溴氰菊酯、三氯杀虫酯、DDVP 的抗性指数, 2010 年分别为 106.40、4.30、110.75、0.60 和 4.09 倍, 2011 年分别为 94.30、2.70、112.33、0.61 和 2.91 倍。DDVP+三氯杀虫酯、残杀威+三氯杀虫酯复配增效系数分别为 164.39~171.08 和 188.28~221.84。**结论** 山东省东平湖淡色库蚊对 5 种常用化学杀虫剂均产生不同程度的抗药性, 应采取多种杀虫剂复配和增效剂与杀虫剂合用措施, 以克服或延缓蚊虫抗药性的产生和发展。

关键词: 淡色库蚊; 杀虫剂抗性; 复配; 东平湖

中图分类号: R384.1; S481.4; S482.3 文献标志码: A 文章编号: 1003-4692(2013)05-0406-03

DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2013.05.007

Resistance of *Culex pipiens pallens* to common insecticides in Dongping Lake area of Shandong province, China

HUANG Xiao-dan¹, ZHAO Jiu-xu², KOU Jing-xuan¹, LIU Hong-mei¹, CHENG Peng¹, GONG Mao-qing¹

1 Shandong Academy of Medical Sciences, Shandong Institute of Parasitic Diseases, Jining 272033, Shandong Province, China; 2 Jining Health School

Corresponding author: GONG Mao-qing, Email: maoqing@yahoo.com

Supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 81271877)

Abstract: Objective To investigate the resistance of *Culex pipiens pallens* to five commonly used chemical insecticides in Dongping Lake area of Shandong province, China and to provide a basis for proper and efficient chemical control of mosquitoes. **Methods** From 2010 to 2011, the WHO bioassay was used to determine the susceptibility of field populations of *Cx. pipiens pallens* to five insecticides, and the coefficients of synergism between insecticides were calculated. **Results** Among the field populations of *Cx. pipiens pallens*, the resistance ratios for cypermethrin, propoxur, deltamethrin, acetofenate, and DDVP were 106.40, 4.30, 110.75, 0.60, and 4.09, respectively, in 2010 and were 94.30, 2.70, 112.33, 0.61, and 2.91, respectively, in 2011. The coefficients of synergism between DDVP and acetofenate and between propoxur and acetofenate were 164.39~171.08 and 188.28~221.84, respectively. **Conclusion** *Cx. pipiens pallens* in Dongping Lake area of Shandong province shows different degrees of resistance to five commonly used chemical insecticides. Therefore, insecticide mixture, as well as joint use of insecticides and synergistic agents, should be employed to prevent or delay the emergence and development of insecticide resistance in mosquitoes.

Key words: *Culex pipiens pallens*; Insecticide resistance; Mixture; Dongping Lake

东平湖是山东省第二大淡水湖, 总面积 626 km², 常年水面 124.3 km²。西近京杭大运河, 东连大汶河, 北通黄河, 素有“小洞庭”之称。近年来, 随着旅游的快速发展, 污水增加, 使得全湖环境更适宜蚊虫孳生。大量广泛地使用杀虫剂, 使当地蚊虫产生了不同程度的抗药性。为掌握东平湖优势蚊种淡色库蚊 (*Culex pipiens pallens*) 对 5 种常用杀虫剂的抗药性发展趋势,

科学合理地使用化学杀虫剂, 2010—2011 年对东平湖地区淡色库蚊进行了杀虫剂抗药性测定, 并在监测点开展现场治理方法的实验研究, 以期合理地利用杀虫剂资源, 延缓蚊虫抗性的发展。

1 材料与方法

1.1 测试药剂及来源 氯氰菊酯(95%原油)、残杀威(96%原粉)、溴氰菊酯(98%原粉)、三氯杀虫酯(90%原粉)、DDVP(93%原油), 均购自德国 Dr. Ehrenstorfer 公司。

1.2 供试蚊虫 现场供试蚊虫采自东平湖的淡色库

基金项目: 国家自然科学基金(81271877)

作者简介: 黄晓丹(1984-), 女, 硕士, 主要从事病原生物学研究。

Email: hd19840502@126.com

通讯作者: 公茂庆, Email: maoqing@yahoo.com

蚊幼虫,于水体中用采集网采集,在实验室养至 4 龄初。敏感品系(S)蚊虫系山东省寄生虫病防治研究所养蚊室常规饲养的淡色库蚊。

1.3 生物测试法 按照 WHO 生物测试法^[1],分别测试敏感品系以及现场淡色库蚊 4 龄初幼虫对氯氰菊酯、残杀威、溴氰菊酯、三氯杀虫酯、DDVP 5 种杀虫剂的敏感性,测试重复 2 次,并计算出半数致死浓度(LC₅₀)及其 95% 置信区间(95%CI)、回归方程、抗性指数。

1.4 共毒系数的计算 毒力测试方法:DDVP 与三氯杀虫酯、DDVP 与残杀威、残杀威与三氯杀虫酯复配分别为 1:1、1:2、1:3 三个配比,各种组合各设 2 组,重复 2 次。

2 结果

2.1 2010 年现场蚊虫抗药性测试 东平湖地区淡色库蚊及敏感品系对 5 种常用杀虫剂均有不同程度的抗药性(表 1)。

表 1 2010 年山东省东平湖淡色库蚊对 5 种杀虫剂的敏感性
Table 1 Susceptibility of *Cx. pipiens pallens* in Dongping Lake to 5 insecticides in 2010

杀虫剂	LC ₅₀ 及其 95%CI (mg/L)	回归方程 (y=a+bx)	抗性系数
DDVP(mg/L)	0.45(0.42~0.64)	6.0728+3.1145x	4.09
敏感品系	0.11(0.05~0.14)	7.2198+2.1750x	1.00
残杀威(mg/L)	0.43(0.35~0.49)	7.3124+6.2877x	4.30
敏感品系	0.10(0.06~0.17)	7.6650+2.9986x	1.00
三氯杀虫酯(μg/L)	12.79(10.48~15.62)	2.6153+2.1543x	0.60
敏感品系	21.32(13.10~28.44)	5.3560+0.5256x	1.00
氯氰菊酯(μg/L)	21.28(17.23~23.27)	2.4695+1.9057x	106.40
敏感品系	0.20(0.10~0.37)	7.6256+2.8696x	1.00
溴氰菊酯(μg/L)	13.29(10.95~16.12)	2.2271+2.4682x	110.75
敏感品系	0.12(0.08~0.17)	7.0360+2.2141x	1.00

2.2 2011 年现场蚊虫抗药性测试 东平湖地区 2010—2011 年淡色库蚊对 5 种常用杀虫剂的抗性总体平稳,除对溴氰菊酯的抗药性水平有所升高外(抗性指数从 110.75 倍升高到 112.33 倍),对氯氰菊酯(抗性指数从 106.40 倍降至 94.30 倍)、残杀威(抗性指数从 4.30 倍降至 2.70 倍)和 DDVP(抗性指数从 4.09 倍降至 2.91 倍)的抗药性水平有所下降;对三氯杀虫酯的抗药性基本未变。

表 2 2011 年山东省东平湖淡色库蚊对 5 种杀虫剂的敏感性
Table 2 Susceptibility of *Cx. pipiens pallens* in Dongping Lake to 5 insecticides in 2011

杀虫剂	LC ₅₀ 及其 95%CI (mg/L)	回归方程 (y=a+bx)	抗性系数
DDVP(mg/L)	0.32(0.27~0.41)	6.4992+4.5129x	2.91
残杀威(mg/L)	0.27(0.23~0.39)	7.8012+7.5491x	2.70
三氯杀虫酯(μg/L)	13.00(10.88~16.64)	2.5719+2.1506x	0.61
氯氰菊酯(μg/L)	18.86(15.19~23.24)	2.5721+1.9057x	94.30
溴氰菊酯(μg/L)	13.48(11.02~16.50)	2.5341+2.1825x	112.33

东平湖地区的淡色库蚊对于氯氰菊酯、溴氰菊酯的抗药性属于高抗性(抗性指数分别为 94.30、112.33 倍),对三氯杀虫酯抗药性最低,抗性指数为 0.61 倍。

2.3 杀虫剂复配杀灭作用 共毒系数是衡量杀虫剂混剂是否有增效作用的指数,当其超过 100 时为增效作用。从表 3 数据可看出,DDVP 与三氯杀虫酯、残杀威与三氯杀虫酯混用的增效作用较大,尤以后者为甚。

表 3 山东省东平湖淡色库蚊幼虫对杀虫剂混剂的敏感性
Table 3 Susceptibility of *Cx. pipiens pallens* larvae in Dongping Lake to insecticide mixtures

杀虫剂+复配药物	LC ₅₀ (mg/L)	回归方程 (y=a+bx)	共毒系数
DDVP+三氯杀虫酯 1:1	0.21	6.7725+2.6252x	166.98
1:2	0.20	6.9293+2.7245x	171.08
1:3	0.19	7.0836+2.8492x	164.39
DDVP+残杀威 1:1	0.65	6.0391+5.4845x	109.58
1:2	0.58	6.1020+4.6445x	105.04
1:3	0.54	6.1912+4.6416x	105.02
残杀威+三氯杀虫酯 1:1	0.17	7.4398+3.1729x	188.28
1:2	0.14	7.5051+2.9127x	209.56
1:3	0.12	9.3618+4.8186x	221.84

3 讨论

WHO 关于媒介抗性治理的策略是将媒介昆虫的抗药性监测作为媒介及所传疾病控制规划的重要方法,要求科学合理地使用杀虫剂,减缓抗药性的压力,并采取适当方法,控制或降低已经产生的抗药性水平。本实验室根据东平湖现场蚊虫抗性监测情况,采用杀虫剂轮换及多种杀虫剂复配等方法,以达到蚊虫抗药性的治理。

从现场蚊虫抗性测试结果来看,与 2010 年相比,2011 年淡色库蚊对 5 种常用杀虫剂的抗性总体平稳,氯氰菊酯(抗性指数从 106.40 倍降至 94.30 倍)、残杀威(抗性指数从 4.30 倍降至 2.70 倍)和 DDVP(抗性指数从 4.09 倍降至 2.91 倍)的抗药性水平有所下降。追溯到 2005 年,东平湖所属的泰安市室内现场淡色库蚊对 DDVP 的抗性指数为 8.53 倍,对残杀威为 3.46 倍,对三氯杀虫酯为 1.14 倍^[2]。说明实际工作中,对杀虫剂的合理应用效果明显。

近年来,山东省根据不同类型杀虫剂的抗性机制,采用复配杀虫剂或者增效剂与杀虫剂复配,避免多年来使用单一类型的杀虫剂,蚊虫的抗药性增加趋缓甚至对多数杀虫剂抗性降低,取得较好效果。使用复配杀虫剂,利用不同杀虫剂抗药机制不同,减缓抗药性的产生。蚊虫对拟除虫菊酯类杀虫剂(溴氰菊酯和氯氰菊酯)抗药性产生的主要原因是蚊虫细胞色素 P450 活性增强和靶标抗性增强^[3]。长期大量使用使蚊虫神经

轴突钠离子通道突变,从而对拟除虫菊酯类杀虫剂产生抗药性^[4]。DDVP 属于有机磷类杀虫剂,其抗药性机制主要是蚊虫体内乙酰胆碱酯酶的敏感性降低^[5]。尽管它们之间存在一定的交互抗性,但混用后延缓抗性发展的效果明显^[6-9]。

使用杀虫剂与增效剂复配,也可以使蚊虫抗药性产生延缓。将杀虫剂与不同的增效剂(S₁、MGK₂₆₄)混用,选择效力较强的配方推广使用,可起到增效、减轻污染、降低成本、克服抗药性种群、延缓抗药性的产生等作用。在既往的研究中也有类似的报道,如:使用氯氰菊酯与 MGK₂₆₄ 复配,现场蚊虫在 1:1、1:3、1:5 比例时的增效系数分别为 2.89、3.92、4.61^[10],大大提高了杀虫效果。DDVP + S₁ 复配增效系数为 3.10~6.17, DDVP + MGK₂₆₄ 的增效系数为 1.08~1.90。残杀威 + S₁ 增效系数为 3.98~7.74,残杀威 + MGK₂₆₄ 增效系数为 1.63~2.37^[11]。

控制单一杀虫剂的使用,尽量使用多种杀虫剂复配和增效剂与杀虫剂合用,提高杀虫效果,降低蚊虫对杀虫剂抗性的产生已经逐渐显现其效果。只要继续大力推广,并且及时掌握蚊虫对杀虫剂抗性情况,及时更换药品,蚊虫对杀虫剂抗药性问题可以控制并降低。

参考文献

[1] Narahashi. Neuronal in channels as the target sites of insecticides [J]. Pharmacol Toxicol, 1996, 79(1): 1-14.

- [2] 江洪涛,王怀位,甄天民,等. 山东省部分地区淡色库蚊对常用杀虫剂混用的敏感性检测[J]. 寄生虫病与感染性疾病, 2005, 3(2): 59-61.
- [3] 程鹏,曹银光,公茂庆. 细胞色素 P450 介导的昆虫抗药性研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2009, 4(1): 62-65.
- [4] Martinez-Torres D, Chandre F, Williamson MS, et al. Molecular characterization of pyrethroid knockdown resistance (*kdr*) in the major malaria vector *Anopheles gambiae* s.s [J]. Insect Mol Biol, 1998, 7(2): 179-184.
- [5] Weill M, Fort P, Berthomieu A, et al. A novel acetylcholinesterase gene in mosquitoes codes for the insecticide target and is non-homologous to the ace gene in *Drosophila* [J]. Proc R Soc, 2002, 269(1504): 2007-2016.
- [6] 李士根,王霄,谭文彬,等. 冰冻储存对淡色库蚊非特异性酯酶活性的影响[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2009, 20(3): 187-188.
- [7] 李士根,王兆杰,全芯,等. 山东省淡色库蚊对化学杀虫剂的抗性及其防治对策[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2010, 21(5): 434-436.
- [8] 李士根. 3种抗性品系淡色库蚊对5种杀虫剂的交互抗性[J]. 中国热带医学, 2009, 9(5): 803-804.
- [9] 王新国,王怀位,甄天民,等. 山东省淡色库蚊抗药性及现场治理方法的研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2004, 15(1): 25-26.
- [10] 殷允洪,程鹏,王海防. 杀虫剂与增效剂复配杀灭现场淡色库蚊幼虫的效果观察[J]. 寄生虫病与感染性疾病, 2010, 8(4): 192-194.
- [11] 程鹏,杨秋兰,王怀位,等. 杀虫剂与增效剂复配杀灭山东省滨湖区淡色库蚊效果观察[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2011, 22(4): 338-340.

收稿日期: 2013-07-01

·读者·作者·编者·

欢迎订阅 2014 年《中国媒介生物学及控制杂志》

《中国媒介生物学及控制杂志》是由中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会主管、中国疾病预防控制中心主办的国家级专业期刊。本刊为中国科技核心期刊(国家科技部中国科技论文统计源期刊)、RCCSE 中国核心学术期刊。已被美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ, VINITI)、波兰哥白尼索引(IC)数据库、中国科学引文数据库(CSCD)、中国学术期刊综合评价数据库、中国核心期刊(遴选)数据库、中国全文数据库等国内外 10 多家著名数据库收录。辟有述评、专家论坛、论著、调查研究、综述、经验交流、PCO 专栏等栏目。刊载内容:(1)媒介生物(鼠类、蚊类、蝇类、蜚蠊、蚤类、蜱类等)的分类学、生物学、生态学等;(2)媒介生物的监测与控制技术,媒介生物的控制药剂与器械;(3)媒介生物传染病的媒介效能、病原检测技术及预防控制技术等;(4)卫生杀虫的新技术、新方法、新成果、新产品、新信息等。适合于疾病控制、爱国卫生、植保、林保、草原保护、交通部门、灭鼠和卫生杀虫药械生产厂家及科研单位、大专院校、临床医院等各个层次专业人员的需要。热诚欢迎广大专业人员订阅,欢迎投稿。对基金项目资助的稿件给予优先录用。

本刊为国际标准 A4 开本, 80 页, 双月刊(逢双月 20 日出版)。刊号: CN 13-1142/R, ISSN 1003-4692。每期定价 10 元, 全年 60 元(含邮费; 如需挂号, 每本挂号费 3 元, 全年 78 元)。需要订阅的读者请到当地邮局订阅(邮发代号: 18-265)或与本刊编辑部联系。亦可从网上直接填写订阅回执, 电子邮件发至本刊编辑部, 杂志款请从银行或邮局汇出。

地址: 北京市昌平区昌百路 155 号传染病所(邮编: 102206), 《中国媒介生物学及控制杂志》编辑部。

电话/传真: 010-58900731 Email: bingmei@icdc.cn http://www.bmsw.net.cn