

浙江省温州市家蝇对 5 种常用杀虫剂的抗药性调查

邓泽静, 倪朝荣, 李万仓, 陈珞洛, 朱子福, 倪庆翔, 林献丹
温州市疾病预防控制中心消毒与病媒生物防治所, 浙江 温州 325000

摘要: **目的** 了解温州市家蝇对 5 种常用杀虫剂的抗药性水平, 为科学合理使用杀虫剂, 制定针对性的防控措施提供科学依据。 **方法** 2017 年 5—10 月, 在温州市各监测点采集家蝇成虫, 带回实验室培育, 采用微量点滴法检测家蝇对氯菊酯、溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、敌敌畏和残杀威 5 种杀虫剂的半数致死剂量(LD₅₀)。 **结果** 氯菊酯、溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、敌敌畏和残杀威的 LD₅₀ 分别为 0.425 3、0.262 6、3.281 8、9.667 9 和 >48 μg/只; 与敏感品系 LD₅₀ 相比, 抗性倍数分别为 39.38、291.78、911.61、213.42 和 >161.45 倍。 **结论** 调查点家蝇对常用杀虫剂均产生高抗, 且近年抗性增长明显, 应加强杀虫剂使用的科学管理和技术指导。

关键词: 家蝇; 微量点滴法; 抗药性

中图分类号: R384.2; S481+.4 文献标志码: A 文章编号: 1003-8280(2019)03-0334-03

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.03.025

An investigation of resistance of *Musca domestica* to five common insecticides in Wenzhou, Zhejiang

DENG Ze-jing, NI Chao-rong, LI Wan-cang, CHEN Luo-luo, ZHU Zi-fu, NI Qing-xiang, LIN Xian-dan

Wenzhou Center for Disease Control and Prevention, Wenzhou 325000, Zhejiang Province, China

Corresponding author: LIN Xian-dan, Email: cidalin@126.com

Supported by the Wenzhou Public Welfare Science and Technology Plan Project (No. Y20170668) and Wenzhou Medical and Health Scientific Research Project (No. 2018A07)

Abstract: Objective To investigate the resistance of *Musca domestica* to five common insecticides in Wenzhou, China, and to provide a basis for scientific and rational use of insecticides and development of targeted prevention and control measures. **Methods** From May to October, 2017, *M. domestica* adults were collected from each monitoring site in Wenzhou and were then brought to the insectary for breeding. The micro-drip method was used to determine the median lethal dose (LD₅₀) of permethrin, deltamethrin, beta-cypermethrin, dichlorvos, and propoxur for *M. domestica*. **Results** The LD₅₀ of permethrin, deltamethrin, beta-cypermethrin, dichlorvos, and propoxur was 0.425 3, 0.262 6, 3.281 8, 9.667 9, and >48 μg/♀, respectively. Compared with the LD₅₀ of sensitive lines, the resistance ratios were 39.38, 291.78, 911.61, 213.42, and >161.45 times, respectively. **Conclusion** *Musca domestica* in the monitoring sites has developed a high level of resistance to common insecticides, and there has been a significant increase in resistance in recent years. Therefore, scientific management and technical guidance for the use of insecticides should be strengthened.

Key words: *Musca domestica*; Micro-drip method; Insecticide resistance

温州市地处东南沿海, 属亚热带海洋季风气候, 适宜蝇类孳生繁殖, 近 3 年来监测发现家蝇(*Musca domestica*)为温州市蝇类的优势种。家蝇可以传播多种病原体, 是重要的病媒生物, 目前已经证实能传播原虫约 30 种, 病毒约 20 种^[1], 成为霍乱、痢疾和其他感染性腹泻病等肠道传染病传播和流行的重要影响因素^[2]。长期以来, 使用化学杀虫剂控制家蝇密度是防治的重要手段^[3]。但因杀虫剂的长期、大量使用, 家

蝇对多种杀虫剂已产生不同程度的抗药性^[4-8]。为了解温州市家蝇的抗药性现状, 2017 年对温州市家蝇进行了 5 种常用杀虫剂的抗药性调查, 现报道如下。

1 材料与方法

1.1 杀虫剂及试剂 92% 高效氯氰菊酯、99% 氯菊酯、95.95% 溴氰菊酯、95.56% 残杀威, 均由中国疾病预防控制中心传染病预防控制所提供; 99% 敌敌畏

基金项目: 温州市公益性科技计划项目(Y20170668); 温州市医药卫生科学研究项目(2018A07)

作者简介: 邓泽静, 女, 副主任医师, 主要从事传染病控制和病媒生物防治工作, Email: 363693088@qq.com

通信作者: 林献丹, Email: cidalin@126.com

网络出版时间: 2019-04-23 16:07 网络出版地址: <http://navi.cnki.net/knavi/JournalDetail?pcode=CJFD&pykm=ZMSK>

和丙酮分别购自武汉易泰科技有限公司和浙江中星化工试剂有限公司。

1.2 实验器材 0.3 μl 微量点滴器、移液器(量程为 0~100 μl 、0~1 000 μl)、移液管(刻度为 1、5 和 10 ml)、分析天平(型号 AL204 1/10 000)、青霉素瓶(2、3 ml)、培养皿和养蝇笼等。

1.3 试虫来源 采用笼诱、挥网法,采取多点采样方式,2003、2011、2014 和 2017 年 4 个年度均于温州市相同经纬度和监测点的禽类养殖场、养猪场等采集野外家蝇成虫共 1 050 只。采集地点 120°29'38"~121°01'3"E,28°03'96"~28°14'98"N,带回实验室经鉴定后培育繁殖 1~2 代,选用羽化后 3~5 d 健康、活泼雌蝇作为试虫,试虫体质量为 18~20 mg/只。

1.4 饲养及测定条件 温度(26±1)℃,相对湿度 65%~70%。

1.5 测定方法 采用点滴法^[9],测定成蝇半数致死剂量(LD₅₀)。用丙酮将原药按等比设置 5~7 个浓度,通过预实验得到 10%~90% 死亡率浓度范围。将家蝇用 CO₂ 麻醉后,挑选健康雌蝇 30 只背朝上排列于玻璃平皿中,用微量点滴器于中胸背板点滴药液 0.3 μl ,按浓度由低至高的顺序完成梯度实验,点滴后移入放有 1:1 白糖和奶粉混合饲料的洁净烧杯内,以脱脂棉供葡萄糖水,正常饲养 24 h 后,

观察并记录死亡虫数(试虫死亡判断标准:以完全不动或腹部上翻、抽搐,不能爬行视为死亡)。每个浓度实验重复 3 次,对照组以丙酮处理。对照组死亡率>20%时,为无效测试,需要重新进行实验,若对照组死亡率<5%无需校正,对照组死亡率在 5%~20%之间用 Abbott 公式校正。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 13.0 软件计算 LD₅₀ 及其 95% 置信区间(95%CI),敏感品系和现场种群 95%CI 不重叠。 χ^2 检验用于检验毒力回归方程的拟合优度, $P>0.15$ 为方程拟合优度良好。

抗性倍数=测定种群 LD₅₀值/敏感品系 LD₅₀值

1.7 抗性判定标准 抗性级别采用《全国家蝇抗性级别(暂定)标准》中的规定,抗性倍数≤2 为敏感水平,2<抗性倍数≤10 为低抗水平,10<抗性倍数≤20 为中抗水平,抗性倍数>20 为高抗水平^[10]。

2 结果

2.1 家蝇对常见杀虫剂的抗药性 野外家蝇种群对氯菊酯、溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、敌敌畏及残杀威的 LD₅₀ 分别为 0.425 3、0.262 6、3.281 8、9.667 9 和 >48 μg /只,与敏感品系比较,抗性倍数分别为 39.38、291.78、911.61、213.42 和 >161.45 倍。家蝇对 5 种杀虫剂均产生高抗,见表 1。

表 1 温州市家蝇对 5 种杀虫剂抗药性生物测定结果

杀虫剂	敏感品系		现场种群				抗性倍数
	LD ₅₀ 及95%CI(μg/只)	LD ₅₀ 及95%CI(μg/只)	毒力回归方程 (y=a+bx)	χ ² 值	df	P值	
氯菊酯	0.010 8(0.009 2~0.012 7)	0.425 3(0.348 8~0.518 5)	0.501 0+0.586 0x	6.211	5	0.286	39.38
溴氰菊酯	0.000 9(0.000 8~0.001 1)	0.262 6(0.214 8~0.318 7)	0.789 9+0.590 7x	4.981	5	0.418	291.78
高效氯氰菊酯	0.003 6(0.003 0~0.004 3)	3.281 8(2.761 7~3.891 5)	-0.845 2+0.711 2x	7.272	5	0.201	911.61
敌敌畏	0.045 3(0.037 1~0.057 7)	9.667 9(8.132 8~11.545 9)	-1.550 6+0.691 3x	5.327	4	0.255	213.42
残杀威	0.297 3(0.249 3~0.354 3)	>48	-	-	-	-	>161.45

注:敏感品系 LD₅₀来自浙江省疾病预防控制中心;-.表示无相关数据

2.2 家蝇对常用杀虫剂抗性变化趋势 2017 年监测显示,温州市家蝇对 5 种杀虫剂抗药性均达历史最高水平。2014 年溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、敌敌畏抗性水平与 2003、2011 年比较均呈下降趋势;但本次监测抗药性已升至高抗水平,明显高于历年数据。氯菊酯有所波动,2017 年明显高于历年水平。

2014 年残杀威抗药性首次监测处于低抗水平,本次调查显示残杀威 1:320 mg/ml 浓度即出现结晶现象,1:160 mg/ml 浓度 LD₅₀ 为 >48 μg /只,抗性倍数为 >161.45 倍,处于高抗水平。2017 年环比增长最大的是高效氯氰菊酯,增长 152.36 倍;其次是敌敌畏增长 55.60 倍;氯菊酯增长 2.72 倍,见表 2。

表 2 温州市家蝇现场种群对 5 种杀虫剂抗药性变化趋势

杀虫剂	2003 年			2011 年			2014 年			2017 年		
	LD ₅₀ (μg /只)	抗性 倍数		LD ₅₀ (μg /只)	抗性 倍数	环比 增长	LD ₅₀ (μg /只)	抗性 倍数	环比 增长	LD ₅₀ (μg /只)	抗性 倍数	环比 增长
氯菊酯	0.121 7	11.27		0.157 1	14.55	0.29	0.114 4	10.59	-0.27	0.425 3	39.38	2.72
溴氰菊酯	0.048 8	54.22		0.012 7	14.11	-0.74	0.007 2	8.00	-0.43	0.262 6	291.78	35.47
高效氯氰菊酯	0.103 0	28.61		0.038 9	10.81	-0.62	0.021 4	5.94	-0.45	3.281 8	911.61	152.36
敌敌畏	1.575 6	34.78		0.261 6	5.78	-0.83	0.170 8	3.77	-0.35	9.667 9	213.42	55.60
残杀威	-	-		-	-	-	1.063 4	3.58	-	>48	>161.45	>44.14

注:现场种群 LD₅₀ 2003 和 2011 年数据来自浙江省疾病预防控制中心^[11-12],2014 年数据来自温州市疾病预防控制中心;-.表示无相关数据

3 讨 论

本次抗药性监测选用的 5 种常用杀虫剂均为温州市创建卫生城市及常规外环境灭蝇中的常用杀虫剂。2017 年监测发现温州市家蝇对该 5 种杀虫剂均处于高抗水平,与国内其他地区报道一致^[13-19],远高于本地历年监测水平,总体抗药性增长明显。根据杀虫剂使用调查显示,抗药性增长中出现高抗的原因可能与调查地区化学防治频繁,大面积、长期、集中地滞留喷洒以及未采取规范的轮换使用措施等有关,尤其是高效氯氰菊酯、氯菊酯、溴氰菊酯等拟除虫菊酯类杀虫剂因具有高效、广谱、低毒和低残留等优点^[20],多年来作为创卫工作中灭蝇的首选杀虫剂,被广泛大剂量使用,从而增加了选择压力。敌敌畏虽然在 20 世纪 90 年代就被限制在室内使用,但在外环境、林业和农业中仍有使用,过于依赖化学防治会导致家蝇种群抗性提高。

一些学者认为家蝇抗药性衰减比较缓慢,且在一定时期内难以消失^[19],因此提倡在家蝇防治中尽量减少杀虫剂的使用,主张环境治理为主,化学防治为辅的综合防控措施。对杀虫剂采取混用、轮用、交替使用,使用增效剂,改进施药方式等手段复合治理。根据抗性监测结果选择敏感性的杀虫剂,对高抗性杀虫剂可根据其抗性衰退规律确定限制或停止使用期限,或选择新一代杀虫剂如新烟碱类杀虫剂^[21]。加强与农林部门的沟通协作,建立协同管理机制。同时,在家蝇的长期防治过程中,也存在基因突变的可能^[22],因此应适时开展抗药性监测,研究家蝇对常用杀虫剂的抗药性动态变化规律,根据抗性水平和发展趋势,为杀虫剂的合理使用提供科学依据。

志谢 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的孟凤霞研究员在实验过程及文章撰写中给予指导,特此志谢

参考文献

- [1] 赵奇,郭祥树,唐振强,等.家蝇抗药性的研究进展[J].中华卫生杀虫药械,2012,18(6):528-530,532.
- [2] 汪诚信,刘起勇,姜志宽,等.有害生物治理[M].北京:化学工业出版社,2005:337-339.
- [3] 李今越,刘起勇,张静,等.天津市家蝇对常用杀虫剂抗药性调查及趋势分析[J].中国媒介生物学及控制杂志,2014,25(4):326-329. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2014.04.011.
- [4] 邓同锋.商丘市区卫生杀虫剂使用状况及蚊蝇抗药性研究[J].中华卫生杀虫药械,2014,20(3):264-266.
- [5] 罗直智,姜辉,王晶,等.扬州城区家蝇对常用化学杀虫剂抗药性 15 年前后变化研究[J].医学动物防制,2013,29(4):412,416.
- [6] 刘维,彭渤,郭建华,等.吉林省不同地区家蝇对 3 种杀虫剂的抗药性调查[J].中国卫生工程学,2016,15(5):473-475.
- [7] 李树双,刘振荣,项东,等.河北省唐山市家蝇抗性水平调查[J].医学动物防制,2017,33(2):207-208.
- [8] 徐正龙,李凯,张超,等.2012 年张家港市家蝇对杀虫剂的抗药性调查[J].中华卫生杀虫药械,2014,20(1):71-72.
- [9] 中华人民共和国卫生部. GB/T 26350—2010 蝇类抗药性检测方法 家蝇生物测定法[S].北京:中国标准出版社,2011.
- [10] Zhang K, Zhang W, Zhang S, et al. Susceptibility of *Sogatella furcifera* and *Laodelphax striatellus* (Hemiptera: Delphacidae) to six insecticides in China[J]. J Econ Entomol, 2014, 107(5): 1916-1922. DOI:10.1603/EC14156.
- [11] 俞小林,汤永康,朱江,等.浙江省家蝇抗性调查及防治对策的研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2003,14(4):282-284. DOI:10.3969/j.issn.1003-4692.2003.04.014.
- [12] 侯娟,龚震宇,凌锋,等.2011 年浙江省蝇类种群、密度及家蝇抗药性研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2012,23(6):539-541.
- [13] 侯娟,王金娜,郭颂,等.浙江省 2017 年家蝇抗药性监测结果分析[J].中国媒介生物学及控制杂志,2018,29(4):348-350. DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2018.04.006.
- [14] 陈晓敏,吴丽群,包继永,等.武汉市不同生境家蝇对 5 种常用化学杀虫剂的抗药性调查[J].中国媒介生物学及控制杂志,2018,29(5):470-472. DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2018.05.012.
- [15] 耿晓飞,李超,高志鹏,等.北京市怀柔区 2014 和 2016 年家蝇对常用化学杀虫剂的抗药性调查[J].中国媒介生物学及控制杂志,2018,29(4):388-390. DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2018.04.017.
- [16] 赵奇,高丽君,张玉勤,等.河南省开封和安阳市 2012—2016 年家蝇对常用化学杀虫剂的抗药性调查[J].中国媒介生物学及控制杂志,2018,29(5):518-520. DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2018.05.026.
- [17] 赵杨,许明,王伟娜.天津市东丽区家蝇对 4 种杀虫剂抗药性趋势调查研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2018,29(5):518-520,529. DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2018.05.027.
- [18] 叶刚,黄志光,胡俊,等.克拉玛依市家蝇对 5 种杀虫剂的抗药性调查[J].中国媒介生物学及控制杂志,2015,26(5):532-533. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2015.05.029.
- [19] 韩晓莉,马丽华,黄钢,等.2012—2016 年河北省家蝇对不同类型杀虫剂的抗药性趋势分析[J].中国媒介生物学及控制杂志,2017,28(4):364-367. DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2017.04.015.
- [20] 王欣,庞松涛,陈保忠,等.西安市德国小蠊对 6 种常用杀虫剂的抗药性监测[J].中华卫生杀虫药械,2016,22(4):355-357.
- [21] Tomizawa M, Casida JE. Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors [J]. Ann Rev Entomol, 2003, 48: 339-364. DOI:10.1146/annurev.ento.48.091801.112731.
- [22] 朱昌亮.媒介生物抗药性机制研究主要进展[J].中华卫生杀虫药械,2016,22(4):313-316.

收稿日期:2018-12-21 (编辑:卢亮平)