

## ·抗药性监测·

# 广东省深圳市德国小蠊对常用杀虫剂的抗药性分析

胡静<sup>1</sup>, 刘阳<sup>2</sup>, 张韶华<sup>2</sup>, 秦彦珉<sup>2</sup>, 梁焯南<sup>2</sup>

1. 南华大学公共卫生学院,湖南衡阳 425000; 2. 深圳市疾病预防控制中心,广东深圳 518055

**摘要:** 目的 掌握深圳市10个行政区的德国小蠊对常用杀虫剂的抗药性情况,了解抗性动态和发展规律,为蜚蠊的药物防制及制定有效的防控方案提供科学依据。方法 采用全国蟑螂防治学组制定的《蟑螂抗药性监测方案(试行)》规定的药膜法,取0.05%的药液2.5 ml置于500 ml透明广口瓶内,滚动广口瓶形成均匀药膜,放入德国小蠊雄性成虫,每隔一定时间观察和记录试虫的击倒情况,使用SPSS 24.0软件计算德国小蠊半数击倒时间( $KT_{50}$ )。结果 高效氯氰菊酯在龙岗区为高抗,抗性倍数为11.34倍,在宝安、光明和福田区为中抗,抗性倍数分别为8.79、8.77和8.07倍,其他地区均为低抗;氯菊酯在福田、龙华、宝安、龙岗和罗湖区为高抗,抗性倍数分别为22.26、13.99、14.28、13.01和10.01倍,在坪山区为中抗,抗性倍数为5.51倍,其他地区均为低抗;溴氰菊酯在宝安、龙岗和龙华区为中抗,抗性倍数分别为7.00、6.39和6.02倍,其他地区均为低抗;氯氰菊酯在宝安区为高抗,抗性倍数为19.65倍,在福田区为中抗,抗性倍数为9.42倍,其他地区均为低抗。而各行政区对毒死蜱、乙酰甲胺磷和残杀威均为低抗性。结论 深圳市德国小蠊对拟除虫菊酯类杀虫剂产生了不同程度的抗性,建议对中、高抗性的药物进行停用或限制使用,换用低抗性的毒死蜱、乙酰甲胺磷、残杀威等药物;同时应采取综合防治措施,控制和延缓德国小蠊抗药性的产生和发展。

**关键词:** 德国小蠊; 杀虫剂; 抗药性

中图分类号: R384.9; S481+.4 文献标识码: A 文章编号: 1003-8280(2021)01-0070-04

DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2021.01.014

## An analysis of resistance of *Blattella germanica* to commonly used insecticides in Shenzhen, China

HU Jing<sup>1</sup>, LIU Yang<sup>2</sup>, ZHANG Shao-hua<sup>2</sup>, QIN Yan-min<sup>2</sup>, LIANG Zhuo-nan<sup>2</sup>

1. School of Public Health, Nanhua University, Hengyang, Hunan 425000, China; 2. Shenzhen Center for Disease Control and Prevention, Shenzhen, Guangdong 518055, China

Corresponding author: ZHANG Shao-hua, E-mail: zhshh999@tom.com

**Abstract: Objective** To investigate the resistance of *Blattella germanica* to commonly used insecticides in ten districts of Shenzhen, China and the dynamic development rules of such insecticide resistance, and to provide a scientific basis for the drug control of cockroaches and the formulation of effective prevention and control programs. **Methods** According to the residual film method in Cockroach insecticide resistance monitoring program (On trial) formulated by National Study Group of Cockroach Prevention and Control, 2.5 ml of 0.05% insecticide solution was placed into a 500 ml transparent wide-mouth bottle, and the wide-mouth bottle was rolled to form a uniform drug membrane. The male adults of *B. germanica* were put into the bottle, and the knockdown of the test insects was observed and recorded at a certain interval. SPSS 24.0 software was used to calculate median knockdown time. **Results** Beta-cypermethrin showed high resistance in Longgang district, with a resistance ratio of 11.34, medium resistance in Bao'an, Guangming, and Futian districts, with resistance ratios of 8.79, 8.77, and 8.07, respectively, and low resistance in the other districts. Permethrin showed high resistance in Futian, Longhua, Bao'an, Longgang, and Luohu districts, with resistance ratios of 22.26, 13.99, 14.28, 13.01, and 10.01, respectively, medium resistance in Pingshan district, with a resistance ratio of 5.51, and low resistance in the other districts. Deltamethrin showed medium resistance in Bao'an, Longgang, and Longhua districts, with resistance ratios of 7.00, 6.39, and 6.02, respectively, and low resistance in the other districts. Cypermethrin showed high resistance in Bao'an district, with a resistance ratio of 19.65, medium resistance in Futian district, with a resistance ratio of 9.42, and low resistance in the other districts. Chlorpyrifos, acephate, and propoxur showed low resistance in all districts. **Conclusion** Varying degrees of resistance to pyrethroid insecticides are observed in *B. germanica* in

作者简介:胡静,女,本科在读,E-mail:3492545387@qq.com;刘阳,男,主管技师,主要从事媒介生物防制及研究工作,E-mail:zsuinsect@163.com

通信作者:张韶华, E-mail:zhshh999@tom.com

胡静、刘阳为共同第一作者

Shenzhen. It is suggested to stop or restrict the use of insecticides with medium and high resistance and to use chlorpyrifos, acephate, and propoxur with low resistance. At the same time, comprehensive control measures should be taken to control and delay the development and progression of insecticide resistance in *B. germanica*.

**Key words:** *Blattella germanica*; Insecticide; Insecticide resistance

蜚蠊为重要卫生害虫,呈世界性分布,危害严重。它不仅骚扰人类的正常生活,直接损害物品,传播多种疾病,也是哮喘和过敏的重要诱发因素<sup>[1]</sup>。根据深圳市近年来的监测结果,德国小蠊(*Blattella germanica*)目前已成为优势种,占捕获总数的96.87%<sup>[2]</sup>,分布广泛,德国小蠊已成为蜚蠊防治的重点目标。目前对于蜚蠊的防治大多采取综合治理,其中化学防治仍是蜚蠊防治的一项重要手段。随着蜚蠊危害的日益严重,化学杀虫剂的使用也愈加频繁,蜚蠊的抗药性也随之发生。德国小蠊的卵鞘含卵粒多,孵化期、若虫期短,且雌虫携带卵鞘时间长,胚胎发育得到了保护,孵化率高,种群更替迅速,更容易产生抗药性。因此,确定蜚蠊抗药性的发生、发展和抗性水平,对制定化学防制策略、提高防制效果至关重要。进行抗药性检测是测定蜚蠊抗药性的频率和强度,了解蜚蠊对常用杀虫剂的敏感程度和抗性发展规律,可为制定防制方案和合理用药提供科学依据,从而阻止和延缓抗药性的产生和发展,有效提高防制效果和控制蜚蠊密度<sup>[3]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 试虫 敏感品系德国小蠊,由广东省疾病预防控制中心(CDC)提供;现场种群德国小蠊,在深圳10个行政区(南山、宝安、光明、龙岗、福田、盐田、罗湖、龙华、坪山和大鹏区)的农贸市场、餐饮店等场所捕获,送深圳市CDC昆虫饲养室饲养。试虫饲养1代,取羽化后2~3周龄健康雄性成虫作为试虫进行抗性测定。

1.1.2 原药 95.00% 高效氯氰菊酯、90.00% 氯菊酯、96.85% 溴氰菊酯、99.30% 氯氰菊酯、96.30% 乙酰甲胺磷、97.00% 残杀威和97.00% 毒死蜱均由中 国CDC传染病预防控制所提供;稀释溶液使用丙酮(分析纯,东莞市东江化学试剂有限公司,批号:20160413)。

1.2 方法 采用全国蟑螂防治学组制定的《蟑螂抗药性监测方案(试行)》规定的药膜法。原药制备为1.0%的母液,用丙酮先稀释成0.1%的药液,再稀释成0.05%的药液。取0.05%的药液2.5 ml置于500 ml透明广口瓶内,快速滚动广口瓶,使瓶底与瓶壁均匀地涂上药膜,待丙酮挥发后24 h内进行测试,

在广口瓶的瓶口内侧处均匀的涂抹石蜡油和凡士林的等量混合物,防止其逃逸。每次将10只德国小蠊雄性成虫放入瓶中,用纱布封口,并每隔一定时间观察和记录试虫的击倒情况,实验重复2~3次。以观察时虫体仰翻、六足抽搐、不能爬行为击倒标准。对照组用2.5 ml丙酮,操作同前。实验室环境温度(26±1)℃,湿度(60±5)%。

1.3 数据处理 按照文献[4]的方法,使用SPSS 24.0软件计算德国小蠊对每种杀虫剂的半数击倒时间( $KT_{50}$ )、 $KT_{95}$ 及其95%可信区间(95%CI)和抗性倍数。抗性倍数(R/S)=现场种群 $KT_{50}$ /敏感品系 $KT_{50}$ 。抗性判断标准:抗性倍数<5为低度抗性;5≤抗性倍数≤10为中度抗性;抗性倍数>10为高度抗性。

## 2 结 果

本次利用药膜法对深圳市10个行政区的德国小蠊同时进行常用杀虫剂的抗药性分析属首次,德国小蠊对7种常用杀虫剂的抗性测试结果见表1。结果显示,不同行政区的蜚蠊种群对拟除虫菊酯类杀虫剂(高效氯氰菊酯、氯菊酯、溴氰菊酯、氯氰菊酯)的抗性有所差异。高效氯氰菊酯在1个区为高抗,3个区为中抗,6个区为低抗,其中抗性最高的为龙岗区,抗性倍数为11.34倍;氯菊酯在5个区为高抗,1个区为中抗,其他4个区均为低抗,其中福田区抗性最高,抗性倍数为22.26倍;溴氰菊酯在3个区为中抗,其他7个区均为低抗,其中宝安区抗性最高,抗性倍数为7.00倍;氯氰菊酯在宝安区为高抗,抗性倍数为19.65倍,在福田区为中抗,抗性倍数为9.42倍,其他8个区均为低抗。而各行政区对有机磷类杀虫剂(毒死蜱、乙酰甲胺磷)均为低抗性,毒死蜱的抗性倍数范围在0.79~2.11倍之间;乙酰甲胺磷的抗性倍数范围在0.91~3.00倍;氨基甲酸酯类杀虫剂(残杀威)在各行政区也均为低抗性,抗性倍数范围在1.06~4.11倍之间。

## 3 讨 论

德国小蠊在媒介生物中是典型的入侵生物,因其具有繁殖率高、适应性强、传播速度快的特点,已经成为目前分布最广、治理最难的蜚蠊种类之一,危害日益严重<sup>[5]</sup>。德国小蠊是目前深圳市的蜚蠊优势种,针对其抗性的研究可以为杀虫剂的使用以及蜚

表1 广东省深圳市各行政区德国小蠊对7种杀虫剂的抗性测定结果

Table 1 Resistance of *Blattella germanica* to 7 insecticides in different districts of Shenzhen in Guangdong province, China

杀虫剂	蜚蠊种群	KT <sub>50</sub> 及其95%CI(min)	KT <sub>95</sub> 及其95%CI(min)	毒力回归方程(y=a+bx)	抗性倍数	抗性级别
高效氯氰菊酯	南山	4.08(0.67~5.63)	11.38(7.84~160.50)	-2.26+1.60x	1.10	低抗
	宝安	32.71(23.00~42.74)	132.75(90.16~282.07)	-4.10+2.70x	8.79	中抗
	光明	32.62(24.66~41.95)	73.93(53.59~170.35)	-7.01+4.63x	8.77	中抗
	龙岗	42.20(34.31~51.26)	87.41(67.96~143.76)	-8.45+5.02x	11.34	高抗
	福田	30.05(22.88~38.73)	99.81(69.65~192.46)	-4.66+3.16x	8.08	中抗
	盐田	13.66(10.32~16.31)	31.84(24.23~66.22)	-5.08+1.94x	3.67	低抗
	罗湖	13.41(12.06~15.14)	20.56(17.37~31.98)	-10.00+3.85x	3.60	低抗
	龙华	18.34(14.82~22.81)	48.59(34.92~99.51)	-4.91+1.69x	4.93	低抗
	坪山	8.66(5.86~10.93)	20.68(15.46~42.82)	-4.08+1.89x	2.33	低抗
	大鹏	17.80(14.83~21.38)	36.46(28.58~58.16)	-6.61+2.29x	4.78	低抗
	敏感	3.72(1.88~5.72)	16.85(9.32~141.89)	-1.43+2.51x	-	
氯菊酯	南山	22.61(10.66~35.43)	255.13(152.68~648.64)	-2.12+1.56x	2.96	低抗
	宝安	108.96(86.23~146.93)	332.86(216.83~927.43)	-6.91+3.39x	14.28	高抗
	光明	31.96(15.24~49.77)	132.47(78.85~492.82)	-4.01+2.66x	4.19	低抗
	龙岗	99.23(79.09~121.32)	278.19(206.06~491.18)	-7.34+3.67x	13.01	高抗
	福田	169.88(140.10~205.83)	422.73(310.09~865.56)	-9.27+4.15x	22.26	高抗
	盐田	31.21(20.34~48.99)	299.39(150.17~1 070.83)	-2.50+0.73x	4.09	低抗
	罗湖	76.37(57.53~96.93)	274.39(193.96~512.92)	-5.58+1.29x	10.01	高抗
	龙华	106.76(75.36~156.55)	774.98(420.73~2 451.03)	-3.88+0.66x	13.99	高抗
	坪山	42.02(32.98~53.87)	146.83(100.62~294.47)	-4.91+1.32x	5.51	中抗
	大鹏	29.12(25.96~32.75)	48.87(41.08~70.22)	-10.71+3.18x	3.82	低抗
	敏感	7.63(6.97~8.15)	10.49(9.51~13.48)	-10.49+5.16x	-	
溴氰菊酯	南山	11.17(9.08~13.63)	21.97(16.88~43.20)	-5.86+2.43x	1.78	低抗
	宝安	43.98(30.84~58.68)	231.24(146.15~568.53)	-3.75+2.28x	7.00	中抗
	光明	12.97(10.30~16.36)	27.09(20.17~57.02)	-5.73+2.23x	2.07	低抗
	龙岗	40.12(29.11~52.71)	207.42(143.10~306.88)	-3.70+2.31x	6.39	中抗
	福田	25.85(21.07~31.51)	50.69(39.36~88.88)	-7.94+5.62x	4.12	低抗
	盐田	13.94(11.49~18.77)	26.14(19.22~64.64)	-6.90+2.62x	2.22	低抗
	罗湖	16.42(12.32~20.62)	37.04(27.95~66.35)	-5.66+2.02x	2.61	低抗
	龙华	37.83(19.25~89.52)	340.12(125.45~7 356.20)	-2.72+0.75x	6.02	中抗
	坪山	11.29(8.02~15.18)	39.70(25.91~104.05)	-3.17+1.31x	1.80	低抗
	大鹏	18.27(14.55~23.51)	61.31(41.11~139.72)	-3.95+1.36x	2.91	低抗
	敏感	6.28(4.43~9.34)	18.77(11.69~67.24)	-2.76+3.46x	-	
氯氰菊酯	南山	10.71(8.16~12.91)	22.03(17.04~44.38)	-5.41+2.28x	1.78	低抗
	宝安	118.27(86.62~196.00)	610.89(306.68~4 048.58)	-4.78+2.31x	19.65	高抗
	光明	14.62(12.12~16.52)	22.92(19.63~33.40)	-9.81+3.66x	2.43	低抗
	龙岗	25.14(19.87~32.36)	64.93(46.19~131.15)	-5.59+3.99x	4.18	低抗
	福田	56.70(41.15~75.13)	349.80(227.61~704.81)	-3.65+2.08x	9.42	中抗
	盐田	7.05(3.42~11.71)	84.12(38.62~552.39)	-1.30+0.66x	1.17	低抗
	罗湖	18.17(14.18~22.33)	35.52(27.82~58.36)	-7.12+2.46x	3.02	低抗
	龙华	28.21(19.50~34.48)	55.84(41.96~239.28)	-8.05+1.96x	4.69	低抗
	坪山	8.52(5.30~12.26)	40.61(23.13~205.51)	-2.26+1.05x	1.42	低抗
	大鹏	15.14(12.18~18.20)	33.84(25.32~75.43)	-5.56+2.05x	2.50	低抗
	敏感	6.02(4.49~8.02)	12.02(8.77~28.87)	-4.26+5.47x	-	
毒死蜱	南山	121.39(104.10~138.40)	195.40(164.86~284.79)	-16.58+7.96x	1.75	低抗
	宝安	146.05(134.46~158.41)	193.25(173.66~249.27)	-29.28+13.53x	2.11	低抗
	光明	93.35(79.58~100.06)	113.18(104.31~164.56)	-38.73+19.66x	1.35	低抗
	龙岗	140.79(122.21~231.35)	206.47(163.55~1 962.76)	-21.25+9.89x	2.03	低抗
	福田	126.57(109.41~141.02)	184.34(161.15~251.12)	-21.18+10.07x	1.82	低抗
	盐田	93.00(87.24~98.65)	117.95(108.12~147.69)	-31.37+6.92x	1.34	低抗
	罗湖	71.27(66.20~76.80)	103.30(91.87~130.66)	-18.91+4.43x	1.03	低抗
	龙华	56.68(47.68~60.42)	73.15(66.60~113.30)	-26.03+6.45x	0.82	低抗
	坪山	91.51(72.71~114.88)	243.47(176.35~461.52)	-7.59+1.68x	1.32	低抗
	大鹏	55.03(51.95~57.06)	63.65(60.04~82.30)	-45.32+11.31x	0.79	低抗
	敏感	69.36(56.93~79.11)	131.41(110.30~187.13)	-10.91+2.57x	-	
乙酰甲胺磷	南山	72.78(56.98~91.94)	162.67(121.29~296.52)	-8.77+4.71x	1.05	低抗
	宝安	120.48(106.80~131.68)	167.58(149.11~222.98)	-23.88+11.48x	1.74	低抗
	光明	121.48(110.75~132.08)	169.57(151.25~216.53)	-23.67+11.36x	1.76	低抗
	龙岗	157.62(137.21~177.73)	260.84(221.56~362.46)	-16.52+7.52x	2.28	低抗
	福田	207.52(192.81~222.94)	289.38(261.33~348.68)	-26.39+4.95x	3.00	低抗
	盐田	109.88(100.22~121.62)	165.78(143.66~221.86)	-18.80+4.00x	1.59	低抗
	罗湖	116.54(99.68~132.78)	181.25(153.12~279.28)	-17.72+3.72x	1.68	低抗
	龙华	84.80(75.12~93.77)	132.80(114.46~186.72)	-16.28+3.67x	1.23	低抗
	坪山	62.75(48.26~79.46)	170.37(116.88~530.80)	-6.82+1.65x	0.91	低抗
	大鹏	114.10(100.01~125.46)	145.54(131.15~189.65)	-32.02+15.56x	1.65	低抗
	敏感	69.19(55.70~75.41)	96.37(85.86~149.72)	-21.04+4.97x	-	
残杀威	南山	15.85(13.90~18.06)	18.83(17.22~26.08)	-11.21+4.06x	1.06	低抗
	宝安	61.40(47.01~75.40)	152.12(115.99~257.67)	-7.47+4.18x	4.11	低抗
	光明	22.86(20.87~28.33)	18.29(16.76~19.77)	-21.42+7.37x	1.53	低抗
	龙岗	35.80(28.65~42.26)	81.20(63.42~139.29)	-7.19+2.01x	2.40	低抗
	福田	32.12(17.50~44.57)	123.8(76.34~645.97)	-4.23+1.22x	2.15	低抗
	盐田	23.69(21.41~25.38)	33.06(29.64~44.13)	-15.62+4.94x	1.59	低抗
	罗湖	28.03(24.94~30.77)	41.21(36.38~53.40)	-14.23+4.27x	1.88	低抗
	龙华	22.00(16.16~25.74)	43.33(34.95~79.96)	-7.50+2.43x	1.47	低抗
	坪山	41.67(33.95~49.97)	99.18(74.25~196.30)	-7.07+1.90x	2.79	低抗
	大鹏	50.28(40.00~60.44)	91.44(72.81~158.64)	-10.77+6.33x	3.37	低抗
	敏感	14.93(13.40~15.91)	1.17(1.13~1.20)	-19.15+7.08x	-	

蠊的防制提供合理的科学依据。

张守刚等<sup>[6]</sup>在南京市蜚蠊抗药性分析中指出,2011—2015年德国小蠊对拟除虫菊酯类杀虫剂抗性呈上升趋势,对有机磷类杀虫剂抗性基本维持不变,乙酰甲胺磷抗性倍数一直维持在低度抗性,毒死蜱属中度抗性。德国小蠊对氨基甲酸酯类杀虫剂残杀威一直为敏感。龙再浩等<sup>[7]</sup>在对宁波口岸德国小蠊的抗性分析中显示,德国小蠊对氯菊酯、高效氯氰菊酯、苯氰菊酯和溴氰菊酯产生了中度抗性,对乙酰甲胺磷和残杀威产生低度抗性。徐正龙等<sup>[8]</sup>发现张家港市城区德国小蠊对溴氰菊酯、高效氯氰菊酯已产生低度抗性,对乙酰甲胺磷和残杀威的抗性仍较低,较为敏感。苏庆盛等<sup>[9]</sup>在对深圳市德国小蠊抗药性调查中显示,高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、双硫磷和仲丁威已产生高抗性,对残杀威为低抗性。钟积成等<sup>[10]</sup>在深圳市大鹏新区的德国小蠊抗药性监测结果显示,德国小蠊对溴氰菊酯产生了高抗,对乙酰甲胺磷、氯菊酯产生了中抗,对β-氯氰菊酯、残杀威、毒死蜱均为低抗。

深圳市10个行政区的蜚蠊种群对拟除虫菊酯类杀虫剂(高效氯氰菊酯、氯菊酯、溴氰菊酯、氯氰菊酯)的抗性不同,对有机磷类杀虫剂(毒死蜱、乙酰甲胺磷)均为低抗性,而对氨基甲酸酯类杀虫剂(残杀威)不仅在各区均为低抗,且其 $KT_{50}$ 及 $KT_{95}$ 值在大多数地区相对毒死蜱、乙酰甲胺磷低很多,击倒速度更快。关于深圳市德国小蠊对杀虫剂的抗药性水平,毒死蜱、乙酰甲胺磷和残杀威与其他城市报道基本一致均为低抗性<sup>[7-9]</sup>,而对于拟除虫菊酯类杀虫剂抗性不一,说明深圳市防治蜚蠊时不适宜继续单独使用菊酯类杀虫剂,需要调整杀虫剂的类别。由于深圳市各个行政区蜚蠊对常用杀虫剂的抗药性不同,应该有针对性地选择适合本地区的杀虫剂。本次实验结果与深圳市报道的其他德国小蠊抗药性研究存在一定差异<sup>[9-10]</sup>,其原因:一是采集时间不同,随着时间的推移,抗药性不免产生变化;二是存在一定实验误差,药膜法对拟除虫菊酯类杀虫剂灵敏度较差<sup>[3]</sup>,但其具有简便、实用的优点,许多学者包括世界卫生组织仍主张用药膜法检测蜚蠊抗药性,药膜法可以初步确定蜚蠊对杀虫剂是否产生抗药性,以及判断抗性程度和趋势是否可以在该地区使用该杀虫剂。

监测结果表明,氯菊酯相对其他拟除虫菊酯类药物产生抗性更高,在5个区均产生了高抗,并且氯菊酯的 $KT_{50}$ 与其他拟除虫菊酯类药物相差不大,但 $KT_{95}$ 却高很多,在10个区的氯菊酯抗药性实验中,有6个区的德国小蠊直至24 h仍存活1~2只,个别

德国小蠊对于氯菊酯产生的抗性非常高。对氨基甲酸酯类杀虫剂(残杀威)的监测结果显示,德国小蠊会集中在一个时间段击倒,不会分散击倒,甚至出现1 min内击倒2~3只的情况,故 $KT_{95}$ 值相对于其他杀虫剂低很多。除此之外,用敌敌畏进行抗药性研究分析中发现,在对6个区的研究结果中仅有2个区于24 h内出现试虫被击倒,其他区包括敏感品系的蜚蠊在48 h内均无击倒,由此可见,德国小蠊对敌敌畏抗性极高,故不建议在实际应用中采用敌敌畏杀灭蜚蠊。

目前对蜚蠊的防制主要采用环境、化学、物理以及生物方法等综合防治,化学杀虫剂多年来一直被广泛应用于蜚蠊防制。根据本次深圳市各行政区德国小蠊的抗药性分析结果,在化学防治中建议停止单独使用高抗性的拟除虫菊酯类药物,谨慎使用中抗性杀虫剂,改用抗性较低、相对敏感的部分拟除虫菊酯类药物、毒死蜱、乙酰甲胺磷和残杀威。值得注意的是,拟除虫菊酯类药物虽然抗性高,但 $KT_{50}$ 值相对于其他杀虫剂低很多,具有快速击倒的优点。在使用化学方法防制蜚蠊时,应综合考虑 $KT_{50}$ 、 $KT_{95}$ 以及抗性级别,选择敏感和低度抗性药物,并采用轮换用药,以降低蜚蠊的抗药性。在实际工作中应当充分考虑防制种群的生态特点,避免单一大剂量使用同一种杀虫剂,并规范用药方式,针对性用药、交替用药、适量用药,因地制宜的对蜚蠊采取综合性防制措施,把种群数量控制到不足为害的水平,以达到除害灭病的目的。

利益冲突 无

## 参考文献

- [1] Haverinen-Shaughnessy U, Khan S, Boulafentis J, et al. Effects of educational efforts in tribal homes and schools to reduce asthma triggers, symptoms and missed school days [J]. Int J Hyg Environ Health, 2020, 228:113513. DOI: 10.1016/j.ijheh.2020.113513.
- [2] 林良强,张韶华,张燕娜,等.深圳市病媒生物监测分析[J].中华卫生杀虫药械,2018,24(2):154-157. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2018.02.012.  
Lin LQ, Zhang SH, Zhang YN, et al. Survey on main medical vectors in Shenzhen city [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2018, 24 (2):154-157. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2018.02.012.
- [3] 孙俊,褚宏亮,杨维芳,等.我国蟑螂抗药性现状与检测方法的研究[J].中华卫生杀虫药械,2011,17(1):12-17. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2011.01.005.  
Sun J, Chu HL, Yang WF, et al. Current situation and testing method of cockroach resistance in China [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2011, 17(1): 12-17. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2011. 01.005.

(下转第77页)