

## 不同耕作制度下烟粉虱成虫对 6 种杀虫剂的抗药性比较

张万里<sup>1</sup>, 尹飞<sup>2</sup>, 陈焕瑜<sup>2</sup>, 李振宇<sup>2</sup>, 冯夏<sup>2</sup>, 林庆胜<sup>2\*</sup>

(1. 广东天禾农资股份有限公司, 广东广州 510080; 2. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广东广州 510640)

**摘要** 为明确广州、连州、花都、清远 4 种不同耕作制度下烟粉虱对 6 种常用杀虫剂的抗药性水平, 指导不同种植模式下烟粉虱有效防控。采用琼脂保湿叶片法测定 4 个地区烟粉虱成虫对供试药剂的抗药性水平。结果表明广州、连州、花都、清远 4 个地区烟粉虱对各杀虫剂的抗性水平差异较大, 广州地区烟粉虱对吡虫啉、联苯菊酯及氟啶虫胺胍的抗药性处于中、高等抗性水平, 花都地区烟粉虱对 6 种杀虫剂均未产生抗药性, 连州地区烟粉虱仅对氟啶虫胺胍产生低水平抗药性, 对其他 5 种杀虫剂敏感, 清远地区烟粉虱对吡虫啉产生中等水平抗药性, 对其他杀虫剂均处于敏感水平。不同地区种植模式及用药习惯是影响烟粉虱抗药性产生的重要因素。

**关键词** 烟粉虱; 杀虫剂; 抗药性; 种植模式

中图分类号 S433.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)24-0158-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.24.047



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### The Resistance of *Bemisia tabaci* to Six Pesticides in Different Cropping System

ZHANG Wan-li<sup>1</sup>, YIN Fei<sup>2</sup>, CHEN Huan-yu<sup>2</sup> et al (1. Guangdong Tianhe Agricultural Means of Production Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510080; 2. Institute of Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Guangzhou, Guangdong 510640)

**Abstract** In order to determine the resistance of *Bemisia tabaci* to six commonly used pesticides, the experiment was carried out. The results can guide the effective prevention and control of *Bemisia tabaci* under different planting patterns. The resistance of *Bemisia tabaci* adults to pesticides was tested using agar moisturizing method. The results showed that the resistance of *Bemisia tabaci* was significantly different in different places. The resistance of *Bemisia tabaci* to six pesticides was significant different in Guangzhou, Lianzhou, Huadu and Qingyuan. In Guangzhou, the resistance of *Bemisia tabaci* to imidacloprid was high. The resistance of *Bemisia tabaci* to bifenthrin and sulfoxaflor was moderate. It was sensitive of *Bemisia tabaci* to six pesticides in Huadu. The resistance of *Bemisia tabaci* to sulfoxaflor was low in Lianzhou. They were sensitive to five other pesticides. *Bemisia tabaci* in Qingyuan had moderate resistance to imidacloprid and was sensitive to other five pesticides. The different planting patterns and pesticide application habits are the important factors that affect the resistance of *Bemisia tabaci*.

**Key words** *Bemisia tabaci*; Pesticides; Resistance; Plant patterns

烟粉虱 [*Bemisia tabaci* (Gennadius)] 属半翅目粉虱科小粉虱属, 分布于除南极洲外的全球所有陆地, 属于世界性农业害虫, 同时是世界上具有严重危害性的外来入侵害虫之一<sup>[1]</sup>。该虫自 20 世纪 80 年代以来大发生, 给农作物生产造成巨大的危害, 防控药剂主要包括有机氯、有机磷、拟除虫菊酯、氨基甲酸酯、烟碱类和昆虫生长调节剂等。20 世纪 90 年代, 美国加州首先报道烟粉虱对有机磷类农药产生中等水平抗药性, 之后陆续发现对不同药剂产生抗性的烟粉虱田间抗性种群, 近年烟粉虱的抗药性日益严重, 烟粉虱对有机氯、有机磷、拟除虫菊酯、氨基甲酸酯、烟碱类和昆虫生长调节剂等均产生抗药性<sup>[2-5]</sup>。研究者对其抗药性及抗药性治理措施进行了研究, 多数纵向研究某种杀虫剂的抗药性变化<sup>[6-8]</sup>。由于各地区用药习惯不同, 各地区烟粉虱对不同杀虫剂的抗药性程度不同, 明确各地区烟粉虱对杀虫剂的抗药性情况, 针对性地合理轮换用药, 对有效防控烟粉虱、降低农药使用量、保护现有杀虫剂具有重要意义。笔者横向分析不同地区不同种植模式作物上烟粉虱对杀虫剂的抗药性差异, 探索不同种植模式下烟粉虱防控用药策略, 降低农药使用量, 减缓药剂使用寿命。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试昆虫烟粉虱 (*Bemisia tabaci*) 成虫, 采自

广州、花都、清远和连州甘蓝田。

供试药剂: 5% 吡虫啉乳油 (江苏克胜集团股份有限公司); 0.6% 阿维菌素乳油 (黑龙江省大庆志飞生物化工有限公司); 10% 联苯菊酯乳油 (广东大丰植保科技有限公司); 22% 氟啶虫胺胍悬浮剂 (美国陶氏益农公司); 5% 溴氰虫酰胺 (广东大丰植保科技有限公司); 60 g/L 乙基多杀菌素悬浮剂 (美国陶氏益农公司)。

供试蔬菜: 甘蓝无虫苗。

**1.2 试验方法** 将琼脂用蒸馏水配成 15 g/L。待冷却至 40 ℃ 左右, 用微量移液器吸取 2 mL 液体琼脂, 加入到平底玻璃管底部, 注意不要沾染管壁, 不要产生气泡, 液体琼脂冷却凝固, 管壁蒸汽挥发干净, 室温放置, 待用。

采用倍半稀释法将供试药剂配制成 5 个系列浓度的药液, 将直径 18 mm 的甘蓝叶片圆形叶置于各药液中浸渍 5 s, 取出于室温晾干后, 背面向上粘于琼脂表面, 对照以蒸馏水处理。接入烟粉虱成虫, 用纱布封住管口, 每处理试虫约 30 头, 各处理重复 4 次。将接有试虫的指形管倒置放于养虫室正常饲养, 饲养条件为 L:D = 14:10, 温度 (26±2) ℃, 湿度 (75±5)%, 1 h 后检查接入试虫情况, 若已死亡不计入接入虫数中, 再分别于 24 h 检查试验结果, 计算死亡率<sup>[9-10]</sup>。试验数据用机率值分析法计算不同杀虫剂对烟粉虱成虫的毒力回归方程, 致死中浓度 LC<sub>50</sub> 及置信限。

抗药性比率 (RR) = 田间种群 LC<sub>50</sub>/敏感种群 LC<sub>50</sub>, 抗性水平的划分按照刘凤沂等<sup>[11]</sup>的标准: RR < 3 为敏感; RR

基金项目 公益性(农业)行业科研专项(201303019)。

作者简介 张万里(1981—), 男, 山东诸城人, 农艺师, 硕士, 从事植物保护研究。\* 通信作者, 副研究员, 博士, 从事植物保护研究。

收稿日期 2019-06-28; 修回日期 2019-07-29

在 3.1~5.0 为敏感性下降; RR 在 5.1~10.0 为低水平抗性; RR 在 10.1~40.0 为中等水平抗性; RR 在 40.1~160.0 为高水平抗性; RR>160.0 为极高水平抗性。

## 2 结果与分析

### 2.1 广州地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性

由表 1 可知,

广州地区烟粉虱对吡虫啉产生高抗性,抗性倍数达 52.16 倍,对联苯菊酯及氟啶虫胺腈的抗药性处于中等抗性水平,对溴氰虫酰胺抗药性处于敏感性下降,对其他 2 种杀虫剂抗药性处于敏感水平。

表 1 广州地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性

Table 1 Resistance of *Bemisia tabaci* to six pesticides in Guangzhou

杀虫剂 Pesticide	回归方程 Regression equation	LC <sub>50</sub> mg/L	相关系数(R) Relevant coefficient	95%置信区间 95% confidence interval//mg/L	抗性倍数 Resistance ratio(RR)
吡虫啉 Imidacloprid	$Y=2.3015+1.0153X$	454.84	0.9359	326.55~728.03	52.16
联苯菊酯 Bifenthrin	$Y=2.4946+0.8103X$	1235.67	0.9758	817.84~2433.32	10.47
阿维菌素 Avermectin	$Y=6.6163+0.9874X$	0.02	0.9944	0.01~0.03	0.23
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	$Y=3.3540+1.2149X$	22.64	0.9799	15.88~31.40	3.63
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	$Y=1.8625+1.4678X$	137.28	0.9774	103.24~186.30	14.54
乙基多杀菌素 Spinetoram	$Y=6.0183+1.0463X$	0.11	0.9893	0.06~0.16	0.08

### 2.2 花都地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性

由表 2 可知,花都地区烟粉虱除对乙基多杀菌素敏感性下降以外,对供试

其他 5 种杀虫剂均处于敏感水平,其抗性倍数均小于 1。

表 2 花都地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性

Table 2 Resistance of *Bemisia tabaci* to six pesticides in Huadu

杀虫剂 Pesticide	回归方程 Regression equation	LC <sub>50</sub> mg/L	相关系数(R) Relevant coefficient	95%置信区间 95% confidence interval//mg/L	抗性倍数 Resistance ratio(RR)
吡虫啉 Imidacloprid	$Y=4.4208+1.2637X$	2.87	0.9803	2.06~3.77	0.32
联苯菊酯 Bifenthrin	$Y=3.2004+1.1613X$	35.45	0.9214	11.81~60.30	0.30
阿维菌素 Avermectin	$Y=10.3860+3.1361X$	0.02	0.9880	0.01~0.03	0.23
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	$Y=5.2039+0.8280X$	0.57	0.9561	0.33~0.84	0.09
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	$Y=3.3049+2.1113X$	6.35	0.9902	4.99~8.13	0.67
乙基多杀菌素 Spinetoram	$Y=3.8106+1.5674X$	5.74	0.9930	4.73~7.26	4.16

### 2.3 连州地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性

由表 3 可知,连州地区烟粉虱对吡虫啉和联苯菊酯 2 种杀虫剂表现为敏感性下降,其抗性倍数分别为 4.75 和 3.07,对氟啶虫胺腈表

现为低水平抗性,抗性倍数达 6.36,对阿维菌素、溴氰虫酰胺和乙基多杀菌素均处于敏感水平。

表 3 连州地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性

Table 3 Resistance of *Bemisia tabaci* to six pesticides in Lianzhou

杀虫剂 Pesticide	回归方程 Regression equation	LC <sub>50</sub> mg/L	相关系数(R) Relevant coefficient	95%置信区间 95% confidence interval//mg/L	抗性倍数 Resistance ratio(RR)
吡虫啉 Imidacloprid	$Y=1.184X-1.915$	41.44	0.792	29.39~54.58	4.75
联苯菊酯 Bifenthrin	$Y=1.493X-3.820$	362.35	0.694	281.37~460.96	3.07
阿维菌素 Avermectin	$Y=0.875X+0.835$	0.11	0.723	0.04~0.20	1.38
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	$Y=2.157X-1.612$	5.59	0.972	4.65~6.68	0.90
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	$Y=0.726X-1.291$	60.02	0.871	28.24~107.26	6.36
乙基多杀菌素 Spinetoram	$Y=1.774X+2.982$	0.02	0.977	0.013~0.026	0.01

### 2.4 清远地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性

由表 4 可知,清远地区烟粉虱对吡虫啉的抗药性达中等水平,其抗性倍数为 23.50,对其他 5 种杀虫剂的抗药性均处于敏感水平。

### 2.5 广东 4 个地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的抗药性比较

由图 1 可知,不同地区烟粉虱对 6 种杀虫剂的敏感性不同,以广州地区烟粉虱抗性水平最高,其次是清远地区。广州地区烟粉虱对吡虫啉、联苯菊酯和氟啶虫胺腈 3 种杀虫剂的抗药性处于中高抗性水平,高于其他 3 个地区。

表4 清远地区烟粉虱对6种杀虫剂的抗药性

Table 4 Resistance of *Bemisia tabaci* to six pesticides in Qingyuan

杀虫剂 Pesticide	回归方程 Regression equation	LC <sub>50</sub> mg/L	相关系数(R) Relevant coefficient	95%置信区间 95% confidence interval//mg/L	抗性倍数 Resistance ratio(RR)
吡虫啉 Imidacloprid	$Y=0.747X-1.726$	204.92	0.987	57.30~753.71	23.50
联苯菊酯 Bifenthrin	$Y=1.139X-2.721$	245.17	0.896	164.38~388.93	2.08
阿维菌素 Avermectin	$Y=1.011X-1.709$	0.02	0.989	0.013~0.029	0.23
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	$Y=1.543X-1.125$	5.36	0.986	3.09~7.40	0.86
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	$Y=1.652X-2.049$	17.39	0.998	12.77~22.63	1.85
乙基多杀菌素 Spinetoram	$Y=1.366X+1.409$	0.10	0.832	0.06~0.13	0.07

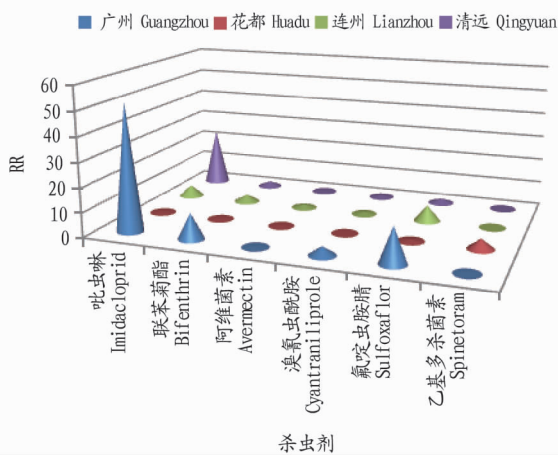


图1 广东4个地区烟粉虱对6种杀虫剂的抗药性比较

Fig.1 The resistance of *Bemisia tabaci* to six insecticides in 4 areas of Guangdong Province

### 3 结论与讨论

烟粉虱是一种杂食性害虫,严重危害十字花科、葫芦科、豆科、茄科等74科600余种作物,可传播15余种病毒和引起40多种植物病害,其发生危害给作物造成极大的经济损失<sup>[12]</sup>。前期防治烟粉虱以化学杀虫剂为主,但由于不规范使用杀虫剂,使得烟粉虱对大部分杀虫剂均产生了抗性,防控难度加大<sup>[13]</sup>。

烟粉虱抗药性的发展与其自身的生物学特性、药剂特性、药剂的选择压力等因素有关,耕作系统和施加在害虫种群上的药剂选择压力对烟粉虱的抗药性有重要影响<sup>[14-17]</sup>。该研究结果表明,广州、花都、连州、清远4个地区烟粉虱对6种药剂的抗性水平表现出明显差异,分析发现抗药性差异与药剂的选择压力关系紧密。广州地区烟粉虱采集地区,菜农施药次数多、施药浓度高,所施药剂以吡虫啉为主。广州地区施药情况与抗药性监测结果相一致。花都地区和连州地区为大面积叶菜种植区,管理规范,用药规律。清远地区试虫采集地作物种类较多,农民在使用药剂防控时,不仅针对一种害虫进行防控,会根据发现的害虫进行整体防治,在用药上会略有差异。

该研究结果表明,广州地区防控烟粉虱应停止使用吡虫

啉,少用联苯菊酯及氟啶虫胺腈,轮换使用溴氰虫酰胺、乙基多杀菌素和阿维菌素。花都地区烟粉虱防控注意降低乙基多杀菌素的使用剂量和频次,轮换使用其他药剂。连州地区防控烟粉虱应注意减少吡虫啉、联苯菊酯和氟啶虫胺腈使用频次和剂量,轮换使用其他药剂。清远地区防控烟粉虱应暂停使用吡虫啉,轮换使用其他药剂,注意周边种植引诱或驱避作物。

### 参考文献

- [1] 任学祥,张晓芳,牛芳.吡蚜酮等对烟粉虱的毒力测定和药效试验[J]. 农药科学与管理,2010,31(1):49-51.
- [2] NAUEN R, DENHOLM L. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: Current status and future prospects [J]. Archives of insect biochemistry and physiology, 2005, 58(4): 200-215.
- [3] FERNÁNDEZ E, GRAVALOS C, HARO P J, et al. Insecticide resistance status of *Bemisia tabaci* Q-biotype in south-eastern Spain [J]. Pest management science, 2009, 65(8): 885-891.
- [4] WANG Z Y, YAN H F, YANG Y H, et al. Biotype and insecticide resistance status of the whitefly *Bemisia tabaci* from China [J]. Pest management science, 2010, 66(12): 1360-1366.
- [5] 邓业成,徐汉虹,雷玲.烟粉虱的化学防治及抗药性[J]. 农药, 2004, 43(1): 10-15.
- [6] 何玉仙,黄健.烟粉虱抗药性的研究进展[J]. 华东昆虫学报, 2005, 14(4): 336-342.
- [7] 徐德进,季英华,顾中言,等.10种杀虫剂对南京地区Q型烟粉虱的室内毒力测定[J]. 江西农业学报, 2011, 23(12): 79-82.
- [8] 沈媛,杜予州,任顺祥,等.江苏地区烟粉虱生物型演替研究初报[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(1): 16-21.
- [9] 宋晓宇,齐淑华,袁会珠,等.杀虫剂对烟粉虱成虫毒力的微量筛选方法[J]. 昆虫知识, 2006, 43(6): 877-879.
- [10] 吴青君,徐宝云,张友军,等.噻虫嗪不同处理方法对烟粉虱的毒力及药效评价[J]. 农药学报, 2003, 5(4): 70-74.
- [11] 刘凤沂,李惠陵,邱建友,等.惠州地区褐飞虱对几种药剂的抗药性监测[J]. 昆虫知识, 2010, 47(5): 991-993.
- [12] DINSDALE A, COOK L, RIGINOS C, et al. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial cytochrome oxidase I to identify species level genetic boundaries [J]. Ann Entomol Soc Am, 2010, 103: 196-208.
- [13] 沈斌斌,任顺祥,吴建辉,等.几种重要药剂对烟粉虱的毒力测定[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(5): 670-673.
- [14] 郑宇,姚凤鸾,丁雪玲,等.烟粉虱对吡虫啉的室内抗性发展动态及其生化机制[J]. 江西农业学报, 2018, 30(1): 70-73.
- [15] 何玉仙,翁启勇,黄建,等.烟粉虱田间种群的抗药性[J]. 应用生态学报, 2007, 18(7): 1578-1582.
- [16] 边海霞,穆常青,郭晓军,等.6种杀虫剂对Q型烟粉虱的田间防治效果及抗性测定[J]. 植物保护, 2011, 37(5): 201-205.
- [17] 闫文茜,王相晶,张友军,等.北京地区蔬菜烟粉虱种群动态及其对烟碱类杀虫剂的抗药性监测[J]. 植物保护, 2012, 38(5): 154-157.