



谷世伟, 曾 玲, 梁广文. 华南地区瓜实蝇田间种群的抗药性监测[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(4): 76-80.

华南地区瓜实蝇田间种群的抗药性监测

谷世伟, 曾 玲, 梁广文
(华南农业大学 农学院, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】明确华南地区瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* 对常用杀虫剂的抗药性, 为我国瓜实蝇的防治提供科学依据。【方法】于 2013 年 6—10 月采集了广州、湛江、茂名、清远、南宁、长沙、无锡等地瓜实蝇田间种群, 并用药膜法监测了其敌百虫、氯氟氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、阿维菌素、多杀霉素的抗性。【结果和结论】所监测地区中, 广州和无锡种群对敌百虫抗性倍数为 2.03 和 2.14, 湛江种群对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐抗性倍数为 2.69, 仍处于敏感水平, 其余地区种群对 6 种药剂均达到了低水平或中等水平抗性。

关键词:瓜实蝇; 田间种群; 抗药性; 药膜法
中图分类号:S481 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2015)04-0076-05

Monitoring for insecticide resistance of melon fly populations in the field of Southern China

GU Shiwei, ZENG Ling, LIANG Guangwen
(College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】To identify the insecticide resistance of melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, to the commonly used pesticides, and to provide a scientific basis for prevention and resistance management of melon fly populations. 【Method】The melon fly populations were collected from Guangzhou, Zhanjiang, Maoming, Qingyuan, Nanning, Changsha, Wuxi from June to October in 2013. The insecticide resistances of melon fly to six different types of pesticides (trichlorphon, cyhalothrin, cypermethrin, emamectin benzoate, abamectin, spinosad) were tested with residual film method. 【Result and conclusion】The insecticide resistance ratios of melon fly population from Guangzhou and Wuxi to trichlorphon were 2.03 and 2.14 respectively. The resistance ratio of population from Zhanjiang to emamectin benzoate was 2.69. The above resistance ratios indicate that these populations are still susceptible. The populations collected from other areas show low-level or intermediate-level resistance to those six types of insecticides.

Key words:melon fly; field population; insecticide resistance; residual film method

瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* 是一种世界性检疫害虫, 属双翅目实蝇科果实蝇属, 可为害多种蔬菜和水果, 其中甜瓜 *Cucumis melo*、南瓜 *Cucurbita moschata*、辣椒 *Capsicum annuum* L.、苦瓜 *Momordica charantia* Linn. 等受害最为严重。瓜实蝇最早发现于马来西亚地区, 至今已广泛分布在热带亚热带和温带的 30 多个国家和地区^[1-2], 在我国主要分布于江苏、福建、海南、广东、广西、湖南、台湾等地^[3]。近年

来,蔬菜种植面积逐年扩大,全年栽培的蔬菜和水果品种繁多,各品种的成熟期不一致等,为瓜实蝇的种群生长发育提供了丰富的食料,使得瓜实蝇的危害也在逐年加重,已对我国南方地区的果蔬种植与生产造成了较大的威胁^[4-6].

瓜实蝇对作物的危害主要是雌成虫产卵于果实内,卵孵化后幼虫在果实内钻蛀取食果肉,幼虫发育成熟后即钻出果实跳落到地面化蛹,待蛹羽化后继续为害果实.化学防治仍是目前防治瓜实蝇最常用的方法,常用的防治药剂有阿维菌素、敌百虫、辛硫磷、氯氰菊酯等^[7],由于实蝇主要是以幼虫在果实内取食为害,农药很难直接接触到幼虫,所以化学防治效果有限^[8].杀虫剂的多次、大量使用将不可避免地使瓜实蝇产生抗药性.据报道,台湾地区瓜实蝇田间种群已对部分有机磷类杀虫剂产生低水平抗性,对氯氰菊酯产生了中等水平抗性^[9].为进一步了解瓜实蝇田间种群对常用杀虫剂的抗性水平,笔者于2013年6—10月采集了广州、湛江、茂名、清远、南宁、长沙、无锡等地的瓜实蝇田间种群,测定了其对敌百虫、氯氟氰菊酯等药剂的抗性水平,以期对瓜实蝇的防治和科学合理用药提供指导.

1 材料与方法

1.1 材料

对照种群:瓜实蝇相对敏感品系(SS)采自广东省农业科学院大丰科研基地苦瓜田,在实验室内不接触任何药剂用人工饲料饲养至第24代供试.

供试种群:2013年6—10月采集于广东省广州市、湛江市、茂名市、清远市以及广西南宁市、湖南省长沙市、江苏省无锡市的受害苦瓜或丝瓜,带回实验室内挑出幼虫,用人工饲料饲养至F1代供试.

饲养条件:温度25~28℃,光照周期为14 h 光:10 h 暗,相对湿度>60%.

药剂:92% (w) 敌百虫晶体,由江苏南通江山农药化工股份有限公司提供;95% (w) 高效氯氟氰菊酯原粉,由广东立威化工有限公司提供;96.9% (w) 氯氟氰菊酯原粉、95% (w) 多杀霉素原粉由惠州中迅化工有限公司提供;71.28% (w) 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐原粉(甲维盐),由广东省农药检定所提供;95.4% (w) 阿维菌素原粉,由深圳瑞德丰有限公司提供.

1.2 试验方法

采用药膜法,将供试药剂用丙酮配制成10 g·L⁻¹的母液,密封保存在-20℃冰箱内,试验时用丙酮稀释成5~6个浓度,取5 mL 药液加入到250

mL 的洁净三角瓶中,转动三角瓶,使药液在瓶壁上形成均匀的药膜,弃去剩余药液,待丙酮完全挥发后,引入羽化3~5 d 的瓜实蝇成虫,并放入粘有10% (φ) 蜜糖水的棉球,然后用纱布封住瓶口,倒置于25~28℃的空调室内.

以丙酮处理为对照,每处理15头瓜实蝇成虫,重复4次,敌百虫、氯氟氰菊酯、高效氯氟氰菊酯处理组24 h 后检查死亡率,阿维菌素、甲维盐、多杀霉素处理组48 h 后检查死亡率,触动虫体后30 s 内不见其活动即视为死亡,对照组死亡率小于10% 视为有效试验.

1.3 数据处理

使用DPS 统计软件处理数据^[10],计算各种药剂的毒力回归方程、致死中浓度(LC₅₀)及95% 置信区间、相关系数等.抗性倍数按以下公式计算,以相对敏感品系(SS)的LC₅₀为参照,抗性水平划分标准参考潘志萍等^[11]的方法:抗性倍数<3 为敏感水平;3~10 为低水平抗性;10.1~40 为中等水平抗性;40.1~160 为高水平抗性;>160 为极高水平抗性.

抗性倍数 = $\frac{\text{供试种群的 } LC_{50}}{\text{敏感品系的 } LC_{50}}$

用采集于广东省农业科学院大丰科研基地苦瓜田内的瓜实蝇种群,在实验室内不接触任何药剂用人工饲料饲养至第24代进行生物测定所得的毒力曲线作为相对敏感基线.

2 结果与分析

2.1 瓜实蝇成虫对敌百虫的抗药性监测

瓜实蝇对敌百虫的抗药性监测结果见表1,监测结果表明:总体来看,瓜实蝇种群对敌百虫的抗性水平较低,各地区种群对敌百虫的抗性水平差异较大.其中广州和无锡种群仍处于敏感水平,其抗性倍数分别为2.03 和2.14;湛江种群对敌百虫的抗性最高,抗性倍数为10.38,达到了中等水平抗性;其余4个地区瓜实蝇种群对敌百虫的抗性都处于低水平抗性,抗性倍数由高到低依次为:南宁8.47、茂名4.67、长沙4.40、清远3.79.

2.2 瓜实蝇成虫对氯氟氰菊酯的抗药性监测

瓜实蝇对氯氟氰菊酯的抗性监测结果见表2,各地区瓜实蝇种群对氯氟氰菊酯的抗性均处于低水平抗性,各地区种群抗性倍数差异不大,抗性倍数为4.94~9.22,抗性最高的为湛江种群,抗性倍数为9.22,其次为茂名种群,抗性倍数为9.03,其他地区种群抗性由高到低依次为南宁7.43、长沙6.68、无锡6.54、清远5.58、广州4.94.

表 1 瓜实蝇对敌百虫的抗药性监测结果

Tab. 1 Results of insecticide resistance of the melon fly adults to trichlorophon

种群	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ ²⁾ /(mg·L ⁻¹)	相关系数	抗性倍数
广州	$y = 3.60 + 1.64x$	7.18(5.47 ~ 10.43)	0.977 4	2.03
湛江	$y = 2.23 + 1.77x$	36.75(28.16 ~ 54.43)	0.972 1	10.38
茂名	$y = 3.14 + 1.53x$	16.53(12.21 ~ 25.88)	0.984 7	4.67
清远	$y = 2.71 + 2.02x$	13.41(10.68 ~ 18.03)	0.977 0	3.79
南宁	$y = 2.42 + 1.74x$	29.98(23.44 ~ 41.64)	0.966 3	8.47
长沙	$y = 3.11 + 1.59x$	15.56(11.68 ~ 23.49)	0.973 0	4.40
无锡	$y = 3.50 + 1.70x$	7.59(5.88 ~ 9.73)	0.977 1	2.14
相对敏感品系	$y = 3.52 + 2.70x$	3.54(3.01 ~ 4.19)	0.955 5	1.00

1) x : 药剂浓度的对数值, y : 死亡率; 2) 括号内为范围值, 置信限为 95%.

表 2 瓜实蝇对氯氟氰菊酯的抗药性监测结果

Tab. 2 Results of insecticide resistance of the melon fly adults to cyhalothrin

种群	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ ²⁾ /(mg·L ⁻¹)	相关系数	抗性倍数
广州	$y = 2.87 + 1.90x$	13.20(10.56 ~ 17.15)	0.985 5	4.94
湛江	$y = 1.40 + 2.59x$	24.61(20.67 ~ 30.15)	0.961 3	9.22
茂名	$y = 1.92 + 2.23x$	24.10(19.86 ~ 30.14)	0.962 7	9.03
清远	$y = 2.67 + 1.98x$	14.91(11.68 ~ 18.45)	0.971 5	5.58
南宁	$y = 2.45 + 1.96x$	19.84(15.97 ~ 24.82)	0.946 1	7.43
长沙	$y = 2.91 + 1.67x$	17.83(13.76 ~ 22.88)	0.945 3	6.68
无锡	$y = 2.54 + 1.98x$	17.47(13.81 ~ 23.86)	0.963 6	6.54
相对敏感品系	$y = 3.73 + 2.96x$	2.67(2.32 ~ 3.10)	0.944 3	1.00

1) x : 药剂浓度的对数值, y : 死亡率; 2) 括号内为范围值, 置信限为 95%.

2.3 瓜实蝇成虫对高效氯氟菊酯的抗药性监测

瓜实蝇种群对高效氯氟菊酯的抗性监测结果见表 3, 所监测地区的瓜实蝇种群对高效氯氟菊酯的抗性水平相对较高, 抗性倍数为 7.19 ~ 16.55, 大部分地区种群都处于中等水平抗性, 其中抗性最

高的为南宁种群, 抗性倍数为 16.55, 抗性倍数最低的为广州种群抗性倍数为 7.19. 其他地区种群抗性由高到低依次为: 长沙 13.36、茂名 11.67、湛江 10.44、清远 10.08、无锡 7.24.

表 3 瓜实蝇对高效氯氟菊酯的抗药性监测结果

Tab. 3 Results of insecticide resistance of the melon fly adults to beta cypermethrin

种群	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ ²⁾ /(mg·L ⁻¹)	相关系数	抗性倍数
广州	$y = 2.74 + 1.90x$	15.60(12.07 ~ 19.51)	0.983 3	7.19
湛江	$y = 2.22 + 2.05x$	22.66(18.45 ~ 28.52)	0.956 0	10.44
茂名	$y = 1.98 + 2.15x$	25.32(20.03 ~ 30.75)	0.959 1	11.67
清远	$y = 2.16 + 2.12x$	21.87(17.80 ~ 27.16)	0.973 6	10.08
南宁	$y = 1.16 + 2.47x$	35.92(30.24 ~ 43.18)	0.957 6	16.55
长沙	$y = 1.55 + 2.36x$	28.99(23.84 ~ 34.66)	0.952 4	13.36
无锡	$y = 2.69 + 1.93x$	15.70(12.32 ~ 19.49)	0.960 1	7.24
相对敏感品系	$y = 4.27 + 2.17x$	2.17(1.79 ~ 2.76)	0.953 4	1.00

1) x : 药剂浓度的对数值, y : 死亡率; 2) 括号内为范围值, 置信限为 95%.

2.4 瓜实蝇成虫对甲维盐的抗药性监测

所监测的 7 个地区种群的瓜实蝇成虫对甲维盐仍较为敏感(表 4), 抗性倍数最高的是南宁种群, 抗性倍数为 10.59, 达到了中等抗性水平; 抗性最低的

是湛江种群, 抗性倍数为 2.69, 对甲维盐处于敏感水平. 其他地区瓜实蝇种群都为低水平抗性, 抗性倍数由高到低依次为广州 8.06、无锡 7.66、茂名 6.63、长沙 4.69、清远 3.28.

表4 瓜实蝇对甲维盐的抗药性监测结果

Tab.4 Results of insecticide resistance of the melon fly adults toemamectin to benzoate

种群	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ ²⁾ /(mg·L ⁻¹)	相关系数	抗性倍数
广州	y = 4.11 + 2.16x	2.58(2.11 ~ 3.26)	0.980 0	8.06
湛江	y = 5.17 + 2.68x	0.86(0.72 ~ 1.03)	0.915 8	2.69
茂名	y = 4.33 + 2.05x	2.12(1.71 ~ 2.64)	0.981 0	6.63
清远	y = 4.94 + 2.94x	1.05(0.89 ~ 1.22)	0.913 4	3.28
南宁	y = 3.86 + 2.15x	3.39(2.75 ~ 4.13)	0.961 9	10.59
长沙	y = 4.67 + 1.85x	1.50(1.19 ~ 2.01)	0.952 7	4.69
无锡	y = 4.16 + 2.15x	2.45(2.00 ~ 3.07)	0.976 6	7.66
相对敏感品系	y = 5.85 + 1.73x	0.32(0.21 ~ 0.42)	0.973 3	1.00

1) x:药剂浓度的对数值,y:死亡率;2)括号内为范围值,置信限为95%.

2.5 瓜实蝇成虫对阿维菌素的抗药性监测

监测结果显示(表5),所监测7个地区的瓜实蝇种群对阿维菌素均产生了一定的抗药性,抗性水平均为低水平抗性.对阿维菌素抗性最高的是南宁种

群,抗性倍数为9.64,抗性最低的是广州种群,抗性倍数为6.53.其他地区种群抗性倍数由高到低依次为茂名9.60、南宁8.91、湛江8.47、长沙7.04、无锡6.68.

表5 瓜实蝇对阿维菌素的抗药性监测结果

Tab.5 Results of insecticide resistance of the melon fly adults to abamectin

种群	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ ²⁾ /(mg·L ⁻¹)	相关系数	抗性倍数
广州	y = 3.51 + 3.06x	3.07(2.68 ~ 3.62)	0.919 0	6.53
湛江	y = 3.36 + 2.74x	3.98(3.40 ~ 4.77)	0.927 9	8.47
茂名	y = 3.57 + 2.19x	4.51(3.71 ~ 5.61)	0.948 1	9.60
清远	y = 3.65 + 2.05x	4.53(3.69 ~ 5.70)	0.952 9	9.64
南宁	y = 3.59 + 2.27x	4.19(3.46 ~ 5.13)	0.965 2	8.91
长沙	y = 3.11 + 3.62x	3.31(2.93 ~ 3.89)	0.933 2	7.04
无锡	y = 3.08 + 3.87x	3.14(2.80 ~ 3.62)	0.924 1	6.68
相对敏感品系	y = 5.76 + 2.35x	0.47(0.38 ~ 0.57)	0.977 8	1.00

1) x:药剂浓度的对数值,y:死亡率;2)括号内为范围值,置信限为95%.

2.6 瓜实蝇成虫对多杀霉素的抗药性监测

瓜实蝇田间种群对多杀霉素的抗性监测结果见表6,所监测的7个地区瓜实蝇种群对多杀霉素的抗性均处于低水平抗性,其中抗性水平最高的是湛江

种群,其抗性倍数为7.26,抗性水平最低的是广州种群,抗性倍数为3.92,其他地区抗性倍数由高到低依次为长沙7.13、南宁6.85、清远4.64、茂名4.26、无锡3.92.

表6 瓜实蝇对多杀霉素的抗药性监测结果

Tab.6 Results of insecticide resistance of the melon fly adults to tospinosad

种群	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ ²⁾ /(mg·L ⁻¹)	相关系数	抗性倍数
广州	y = 4.68 + 1.95x	1.47(1.14 ~ 1.82)	0.973 5	3.77
湛江	y = 3.97 + 2.27x	2.83(2.32 ~ 3.63)	0.966 9	7.26
茂名	y = 4.54 + 2.10x	1.66(1.33 ~ 2.04)	0.970 4	4.26
清远	y = 4.43 + 2.19x	1.81(1.48 ~ 2.21)	0.973 1	4.64
南宁	y = 4.09 + 2.14x	2.67(2.18 ~ 3.43)	0.957 1	6.85
长沙	y = 3.98 + 2.29x	2.78(2.28 ~ 3.55)	0.954 4	7.13
无锡	y = 4.66 + 1.86x	1.53(1.18 ~ 1.91)	0.955 3	3.92
相对敏感品系	y = 5.66 + 0.29x	0.39(0.27 ~ 0.51)	0.964 7	1.00

1) x:药剂浓度的对数值,y:死亡率;2)括号内为范围值,置信限为95%.

3 讨论与结论

近年来,瓜实蝇的为害日趋严重,给农业生产造成了巨大的经济损失,部分地区种群已对常用药剂产生了抗性.害虫抗药性的监测不但能够提供害虫抗性的预警信息,明确害虫抗药性发展的趋势,还能确定抗性发展缓慢的杀虫剂类型,是进行抗性治理的基础^[12],具有重要的意义.

对广州、湛江、南宁、无锡等地的瓜实蝇种群抗性监测结果表明,所监测的大部分地区瓜实蝇种群对有机磷类、拟除虫菊酯类和抗生素类杀虫剂已产生了不同程度的抗药性,大部分地区为低水平抗性,其中有5个地区的瓜实蝇种群对高效氯氰菊酯产生了中等水平抗性,对其他5种药剂均为低水平抗性.这种现象可能是防治过程中高效氯氰菊酯的使用比较频繁且用量大等因素导致的.对抗生素类杀虫剂的抗性普遍较低,可能是因为甲维盐、多杀霉素等药剂属于新型农药,田间使用时间相对较短,另外,抗生素类杀虫剂对瓜实蝇毒力普遍较高,用量较少,但如果长时间连续使用依然面临着抗性增长的风险.整体来看,不同地区瓜实蝇对同种药剂的抗性水平不同,这与不同地区的不同种植结构、用药习惯、防治方法、环境气候等因素有关.

所监测的7个地区瓜实蝇种群对6种常用药剂均产生了不同程度的抗性,这提醒我们在瓜实蝇的防治工作中,应科学合理地用药.同一种药剂不能连续多次使用,应多种药剂轮换使用或添加增效剂,以提高药效并延缓抗药性的产生;大力推广套袋、使用性诱剂、选育抗性品种、释放天敌和不育雄虫等防治方法,同时应及时深埋受害落果,加强田间管理,将物理防治、生物防治、化学防治等方法结合起来,逐步减少化学农药的使用量,以达到更好地防治瓜实蝇的效果.

参考文献:

- [1] HU J, ZHANG J L, NARDI F, et al. Population genetic structure of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), from China and Southeast Asia[J]. *Genetica*, 2008, 134(3): 319-324.
- [2] RONALD F L M, JAYMA L, MATIN K. *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) [J]. *Crop Knowledge Master*, 2007(4): 1-5.
- [3] 李伟丰,龚秀泽,黄永成,等.广西实蝇的种类及发生动态[J].西南大学学报:自然科学版,2008,30(2):124-128.
- [4] 王红梅,贺申魁.桂林地区瓜实蝇大量发生原因与防治对策[J].长江蔬菜,2008(4):35-36.
- [5] 邓亚评,邱泉.广西实蝇发生与监测调查[J].广西园艺,2008,19(1):22-24.
- [6] 郑洁红,方加龙,郑龙.瓜实蝇生物学特性及综合防治技术[J].吉林蔬菜,2007(4):33-34.
- [7] 梁广勤,梁帆,赵菊鹏,等.中国实蝇检疫研究概况[J].环境昆虫学报,2008,30(4):361-369.
- [8] DHILLON M K, SINGH R, NARESH J S. The melon fruit fly (*Bactrocera cucurbitae*): A review of its biology and management[J]. *J Insect Sci*, 2005, 5(1): 1-16.
- [9] HSU J C, FENG H T. Susceptibility of melon fly (*Bactrocera cucurbitae*) and oriental fruit fly (*B. dorsalis*) to insecticides in Taiwan[J]. *Plant Prot Bull*, 2002, 44(4): 303-314.
- [10] 唐启义,冯明光. DPS 数据处理系统:实验设计、统计分析 & 数据挖掘[M].北京:科学出版社,2007.
- [11] 潘志萍,曾玲,陆永跃.华南地区桔小实蝇对几种农药的抗药性研究[J].华南农业大学学报,2005,26(4): 23-26.
- [12] 冷欣夫,唐振华,王荫长,等.杀虫剂分子毒理学及昆虫抗药性[M].北京:中国农业出版社,1996.

【责任编辑 霍 欢】