

DOI:10.11937/bfyy.201617027

几种杀虫剂对两种常见樱桃果蝇室内毒力测定和田间药效试验

林清彩^{1,2}, 于毅¹, 尹园园¹, 郑礼¹, 来守国², 翟一凡¹

(1. 山东省农业科学院 植物保护研究所, 山东 济南 250000; 2. 山东农业大学 植物保护学院, 山东 泰安 271018)

摘要:以斑翅果蝇和黑腹果蝇为试虫,采用胃毒触杀联合毒力测定方法分别测定了5种类型共8种杀虫剂对黑腹果蝇及斑翅果蝇实验室种群幼虫和成虫的毒力,田间药效试验测定6种杀虫剂防治果蝇的效果。结果表明:杀虫剂对果蝇幼虫毒力比对成虫毒力强,且斑翅果蝇比黑腹果蝇对杀虫剂更敏感,氨基甲酸酯类杀虫剂茚虫威、烟碱类杀虫剂噻虫嗪、茚虫威和吡虫啉对果蝇的致死作用效果低下,烟碱类杀虫剂啉虫脒对黑腹果蝇致死效应高于斑翅果蝇;菊酯类杀虫剂高效氯氟氰菊酯致死毒力高于菊酯类杀虫剂联苯菊酯,生物制剂多杀霉素和甲维盐致死毒力最强。

关键词:果蝇;杀虫剂;室内毒力;田间药效

中图分类号:S 482.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0114-06

危害樱桃的果蝇主要有3种,分别为黑腹果蝇(*Drosophila melanogaster* Meigen)、斑翅果蝇(*Drosophila suzukii* Matsumura)和海德氏果蝇(*Drosophila hydei* Sturtevant),其中黑腹果蝇和斑翅果蝇为危害甜樱桃的优势种^[1]。斑翅果蝇喜为害将要成熟的樱桃^[2],其产卵器呈锯齿状且有一定硬度,可以轻易刺破果皮,将卵产于完好果实内部,外表上唯一可见的损害仅有微小产卵痕,卵孵化后幼虫蛀食为害,使果实完全软化、变褐以致腐烂。目前已在蓝莓、黑莓、樱桃、草莓、李子、桃子、葡萄、无花果、猕猴桃和梨等水果上发现有斑翅果蝇危害^[3]。在美国、德国、意大利和法国等国家斑翅果蝇对一些软皮水果造成的损失高达100%^[4]。随着杨梅、樱

桃等果树种植业的发展,黑腹果蝇开始在这些果树上严重为害。甘肃天水地区黑腹果蝇为害樱桃果实多以中晚熟品种为主,受害率一般在35%以上,个别品种达到80%以上^[1];四川阿坝地区斑翅果蝇危害造成的虫果率可高达60%^[5],贵阳地区果蝇对杨梅危害造成的虫果率达38%~57%^[6]。目前樱桃果蝇防治技术主要以清园、糖醋液诱杀、树体和果园杂草喷雾防治为主,在春季及果实膨大着色期,选用1%甲维盐 EC 3 000 倍液、25%噻嗪酮 WP 2 000 倍液、1%阿维菌素 RG 3 000 倍液均匀喷施果树并兼顾喷施果园地面^[7-8]。为了减少果品中农药残留量,更好地将现有农药品种应用于田间防治,该试验在室内条件下测定了5种类型8种杀虫剂的毒力,并对其中6种杀虫剂进行田间药效试验,以期合理使用农药防治该虫提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试斑翅果蝇和黑腹果蝇于2011年4月在山东省泰安市大佛寺樱桃园采集,用市场购置的葡萄进行饲

第一作者简介:林清彩(1989-),女,山东临沂人,硕士研究生,研究方向为农业病虫害防治。E-mail:linqingcai@yeah.net.

责任作者:翟一凡(1984-),男,山东聊城人,博士,副研究员,研究方向为昆虫生理生化与分子生物学。E-mail:zyifan@saas.ac.cn.

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2014CQ014)。

收稿日期:2016-04-18

Abstract: With the yew axillary buds as explants, B₅ as basic culture medium, the effect of different combinations of hormone and additives on browning rate in tissue culture of *Taxus* was studied. The results showed that under the hormone concentration of 2,4-D 2.0 mg · L⁻¹ and 6-BA 0.5 mg · L⁻¹, the callus grown well, whose contamination rate was 11.11%, the induction rate of callus was 88.89%, browning degree was lower, and PPO was 8.03 U · g⁻¹ · min⁻¹. Furthermore, by adding the combination of activated carbon and citric acid, the degree of browning reduced significantly, and PPO was 1.40 U · g⁻¹ · min⁻¹.

Keywords: *Taxus chinensis*; callus; induction rate of callus; browning

养,期间未接触任何药剂,用于毒力测定时已饲养 47 代,养虫室内温度(25 ± 1)℃、相对湿度(70 ± 5)%、光周期 16 L:8 D、光照度 10 000 lx。

室内毒力测定供试药剂:氨基甲酸酯类,30%茚虫威水分散粒剂,美国杜邦公司;菊酯类,100 g·L⁻¹联苯菊酯乳油,江苏扬农化工股份有限公司;25 g·L⁻¹高效氯氟氰菊酯乳油(功杀),广东立威化工有限公司;苯甲酰胺类,200 g·L⁻¹氯虫苯甲酰胺悬浮剂(康宽),美国杜邦公司;氯化烟酰类,25%噻虫嗪水分散粒剂,先正达公司;3%啉虫脒微乳剂,河北威远生物化工股份有限公司;生物制剂,25 g·L⁻¹多杀霉素悬浮剂(菜喜),美国陶氏益农公司;2.2%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂(甲维盐),浙江海正化工股份有限公司。

田间试验供试药剂:35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂,美国杜邦公司;2.5%多杀霉素悬浮剂(菜喜),美国陶氏益农公司;5%甲维盐水分散粒剂,浙江海正化工股份有限公司;10%吡虫啉可湿性粉剂,河北贺森化工有限公司;5%氟啉脲乳油(抑太保),陕西上格之路生物科学有限公司;25 g·L⁻¹联苯菊酯乳油,河北国欣诺农生物技术有限公司产品。

1.2 试验方法

1.2.1 8 种杀虫剂对果蝇的室内毒力测定 参考慕卫等^[9]的胃毒触杀联合毒力测定方法。用清水将各供试药剂分别稀释成使用浓度。在直径 10 cm 培养皿底部平铺 1 张中速定性滤纸(杭州特种纸业公司),吸取已配好的相应质量浓度的待测药液 0.4 mL 滴加在滤纸表面,使之正好完全润湿。将切好的大小(长×宽×高)约 2 cm×2 cm×3 mm 的苹果片在不同浓度的待测药液中浸渍,1 min 后取出置于铺有相同药液处理滤纸的培养皿内。成虫饥饿处理 2 h 后用 CO₂ 气体麻醉 5 s 后移入培养皿中;用软毛笔直接挑取 2 龄幼虫到培养皿中。每个浓度处理 25 头,重复 3 次,以清水为对照。处理后置于(25 ± 1)℃、相对湿度(70 ± 5)%、光周期 L16:D8 的光照培养箱中培养,药后 24 h 检查记录试虫死亡情况,以果蝇虫体僵硬或不能正常爬行为死亡标准。

1.2.2 6 种杀虫剂对果蝇的田间药效试验 试验在栖霞市庙后镇楼底村进行,供试大樱桃品种为 10 年生“拉宾斯”(‘Lapins’)。将试验药剂、对照药剂根据方案确定稀释倍数,准确称量后,先用少量水溶解,然后加足所需水量。设置清水对照。施药器械采用苏农 3WH-36 型高压机动喷雾器,喷孔直径 0.8 mm,工作压力 3.5 Pa。在果实膨大期(5 月 25 日)和果实转色期(6 月 5 日)各施药 1 次。每小区选择 3 株成龄果树喷施,以树冠内全部枝梢叶片、果实均匀着药,滴水为止,每处理重复 3 次。在果实成熟期(6 月 15 日)采集果实,用 200 倍盐溶液浸泡 2 h,观察有无果蝇幼虫,统计虫果率及防效。

1.3 数据分析

试验结果采用 POLO 软件进行统计分析,得出致死

中浓度 LC₅₀(mg·L⁻¹)以及 95%置信区间,根据致死中浓度 LC₅₀,以联苯菊酯为标准杀虫剂,分别计算其余 7 种杀虫剂对斑翅果蝇和黑腹果蝇幼虫及成虫的相对毒力指数,并以每种杀虫剂对斑翅果蝇幼虫致死中浓度 LC₅₀ 为标准计算该杀虫剂对其余 3 种虫态的毒力倍数 R_i。

2 结果与分析

2.1 8 种杀虫剂对果蝇毒力测定

由表 1~8 可知,斑翅果蝇幼虫对 8 种杀虫剂最为敏感,以每种杀虫剂对斑翅果蝇幼虫致死中浓度 LC₅₀ 为

表 1 8 种杀虫剂对黑腹果蝇成虫毒力结果

Table 1 Pesticides virulence results of *Drosophila melanogaster* adults

| 杀虫剂 Pesticides | 浓度 Concentration (mg·L ⁻¹) | 校正死亡率 Corrected mortality/% | 毒力回归方程及相关系数(r) Regression equation and relation coefficient |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 250 | 7.42 | $y = -0.4374 + 1.6846x$ $r = 0.992$ |
| | 500 | 20.35 | |
| | 1 000 | 35.61 | |
| | 2 000 | 52.54 | |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 4 000 | 75.32 | $y = -12.6135 + 6.7108x$ $r = 0.993$ |
| | 300 | 11.84 | |
| | 375 | 42.70 | |
| | 500 | 67.81 | |
| 多杀霉素 Spinosad | 600 | 83.07 | $y = -0.8532 + 3.6902x$ $r = 0.991$ |
| | 750 | 94.91 | |
| | 20 | 12.34 | |
| | 30 | 32.19 | |
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 40 | 57.63 | $y = 1.2285 + 1.5887x$ $r = 0.986$ |
| | 60 | 75.31 | |
| | 120 | 95.01 | |
| | 25 | 5.09 | |
| 甲维盐 Emamectin benzoate | 50 | 17.60 | $y = 3.9684 + 1.7689x$ $r = 0.990$ |
| | 250 | 47.70 | |
| | 500 | 67.14 | |
| | 1 000 | 87.16 | |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 0.55 | 8.42 | $y = -0.6596 + 1.7534x$ $r = 0.992$ |
| | 2.2 | 32.19 | |
| | 4.4 | 52.54 | |
| | 6.875 | 67.81 | |
| 噻虫嗪 Thiamethoxam | 13.75 | 85.49 | $y = -2.5074 + 3.2948x$ $r = 0.994$ |
| | 250 | 7.37 | |
| | 500 | 17.93 | |
| | 2 000 | 52.54 | |
| 茚虫威 Indoxacarb | 4 000 | 77.98 | $y = -2.1571 + 3.2142x$ $r = 0.993$ |
| | 8 000 | 87.16 | |
| | 125 | 27.11 | |
| | 208.333 | 52.54 | |
| | 250 | 67.81 | |
| | 312.5 | 77.48 | |
| | 625 | 94.91 | |
| | 75 | 11.84 | |
| | 150 | 42.37 | |
| | 200 | 62.72 | |
| | 300 | 77.98 | |
| | 400 | 88.16 | |

标准计算该杀虫剂对其余 3 种虫态的毒力倍数 R_1 , 所得 R_1 均大于 0, 相对于斑翅果蝇幼虫的毒力, 联苯菊酯对黑腹果蝇成虫、幼虫、斑翅果蝇成虫的毒力指数分别下降 118.548、14.144、10.586 倍, 啉虫脒对黑腹果蝇成虫、幼虫、斑翅果蝇成虫的毒力较斑翅果蝇幼虫分别下降 49.132、8.859、7.986 倍, 说明联苯菊酯和啉虫脒对黑腹果蝇成虫毒力远远低于对黑腹果蝇幼虫、斑翅果蝇成虫和幼虫的毒力。虽然甲维盐和多杀霉素对黑腹果蝇成虫毒力较斑翅果蝇幼虫分别下降 1 276.667 倍和 507.368 倍, 甲维盐对斑翅果蝇成虫的毒力较斑翅果蝇幼虫下降 629.000 倍, 但黑腹果蝇成虫对甲维盐和多杀

霉素的相对毒力指数分别为 0.002 和 0.022, 斑翅果蝇成虫甲维盐相对毒力指数为 0.013, 说明相对于其它几种杀虫剂来说, 甲维盐和多杀霉素比较高效。氯虫苯甲酰胺对黑腹果蝇成虫、幼虫及斑翅果蝇成虫的毒力较斑翅果蝇幼虫分别下降 272.229、6.917、129.512 倍, 说明氯虫苯甲酰胺对果蝇幼虫毒力作用比对成虫作用强。噻虫啉和茚虫威对黑腹果蝇成虫、幼虫及斑翅果蝇成虫的毒力较斑翅果蝇幼虫下降 1.877~15.287 倍, 但是其对斑翅果蝇幼虫的相对毒力指数分别为 1.198 和 2.174, 噻虫啉和茚虫威对果蝇的毒杀作用比较弱。

表 2 8 种杀虫剂对黑腹果蝇成虫毒力分析

| Table 2 Pesticides virulence analysis of <i>Drosophila melanogaster</i> adults | | | | |
|--|--------------------|---|-----------------------------------|----------------|
| 杀虫剂 Pesticides | 斜率±标准差 Slope±SD | 致死中浓度(95%置信区间) LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹) | 相对毒力指数 Relative toxicity index | R ₁ |
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 1.685±0.063 | 1 689.076(1 270.918~2 244.817) | 1.000 | 118.548 |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 6.711±0.018 | 421.353(389.419~455.905) | 0.249 | 49.132 |
| 多杀霉素 Spinosad | 3.690±0.028 | 38.560(33.964~43.779) | 0.022 | 507.368 |
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 1.589±0.066 | 236.589(175.711~318.536) | 0.140 | 189.879 |
| 甲维盐 Emamectin benzoate | 1.769±0.056 | 3.830(2.970~4.939) | 0.002 | 1 276.667 |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 1.753±0.060 | 1 689.727(1 290.036~2 213.254) | 1.000 | 272.229 |
| 噻虫啉 Thiamethoxam | 3.295±0.033 | 189.918(163.435~220.693) | 0.112 | 11.130 |
| 茚虫威 Indoxacarb | 3.214±0.034 | 168.531(144.789~196.165) | 0.100 | 5.442 |

表 3 8 种杀虫剂对黑腹果蝇幼虫毒力结果

| Table 3 Pesticides virulence results of <i>Drosophila melanogaster</i> larvae | | | |
|---|---|-----------------------------------|---|
| 杀虫剂 Pesticides | 浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹) | 校正死亡率 Corrected mortality/% | 毒力回归方程及相关系数(r) Regression equation and relation coefficient |
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 100 | 17.23 | $y = -1.393 + 2.772x$ $r = 0.993$ |
| | 125 | 29.46 | |
| | 250 | 62.17 | |
| | 300 | 70.52 | |
| | 400 | 75.67 | |
| | 500 | 87.33 | |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 9.375 | 5.10 | $y = 2.018 - 0.1586x$ $r = 0.995$ |
| | 18.75 | 20.47 | |
| | 37.5 | 32.73 | |
| | 75 | 47.48 | |
| | 300 | 82.63 | |
| | 600 | 92.49 | |
| 多杀霉素 Spinosad | 0.037 5 | 15.17 | $y = 7.200 - 3 + 2.134x$ $r = 0.991$ |
| | 0.042 9 | 22.35 | |
| | 0.050 0 | 32.68 | |
| | 0.075 0 | 45.04 | |
| | 0.300 0 | 79.65 | |
| | 0.600 0 | 94.91 | |
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 15.625 | 12.17 | $y = 1.749 - 1 + 1.781x$ $r = 0.994$ |
| | 31.25 | 27.44 | |
| | 62.5 | 50.46 | |
| | 125 | 15.72 | |
| | 250 | 82.73 | |
| | 500 | 95.33 | |

表 3(续)

| Table 3(Continued) | | | |
|-------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 杀虫剂 Pesticides | 浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹) | 校正死亡率 Corrected mortality/% | 毒力回归方程及相关系数(r) Regression equation and relation coefficient |
| 甲维盐 Emamectin benzoate | 0.002 7 | 20.26 | $y = 12.457 - 4 + 3.197x$ $r = 0.991$ |
| | 0.003 7 | 32.19 | |
| | 0.005 5 | 57.63 | |
| | 0.007 5 | 74.56 | |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 0.011 0 | 84.73 | $y = 2.197 - 8 + 1.716 - 2x$ $r = 0.987$ |
| | 16.667 | 20.35 | |
| | 25 | 38.95 | |
| | 50 | 57.63 | |
| 噻虫啉 Thiamethoxam | 125 | 76.32 | $y = 1.600 - 0 + 1.439x$ $r = 0.990$ |
| | 250 | 91.58 | |
| | 39.063 | 9.42 | |
| | 78.125 | 27.35 | |
| 茚虫威 Indoxacarb | 156.25 | 42.70 | $y = 2.066 - 2 + 1.663x$ $r = 0.991$ |
| | 312.5 | 57.72 | |
| | 1 250 | 83.07 | |
| | 250 | 92.58 | |
| | 15 | 13.51 | |
| | 30 | 32.86 | |
| | 60 | 52.54 | |
| | 150 | 72.89 | |
| | 300 | 87.16 | |

表 4 杀虫剂对黑腹果蝇幼虫毒力分析

Table 4 Pesticides virulence analysis of *Drosophila melanogaster* larvae

| 杀虫剂 Pesticides | 斜率±标准差 Slope±SD | 致死中浓度(95%置信区间) LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹) | 相对毒力指数 Relative toxicity index | R ₁ |
|----------------------------|--------------------|---|-----------------------------------|----------------|
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 2.772±0.040 | 201.524(168.470~241.063) | 1.000 | 14.144 |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 1.586±0.072 | 75.979(54.974~105.008) | 0.377 | 8.859 |
| 多杀霉素 Spinosad | 2.134±0.053 | 0.093(0.073~0.118) | 4.615E-04 | 1.224 |
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 1.781±0.059 | 66.867(51.223~87.288) | 0.332 | 53.665 |
| 甲维盐 Enamectin benzoate | 3.197±0.034 | 0.005(0.004~0.005) | 2.481E-05 | 1.667 |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 1.716±0.058 | 42.936(33.001~55.861) | 0.213 | 6.917 |
| 噻虫嗪 Thiamethoxam | 1.439±0.072 | 230.482(166.648~318.768) | 1.144 | 13.507 |
| 茚虫威 Indoxacarb | 1.663±0.067 | 58.144(42.880~78.841) | 0.289 | 1.877 |

表 5 杀虫剂对斑翅果蝇成虫毒力结果

Table 5 Pesticides virulence results of *Drosophila suzukii* adults

| 杀虫剂 Pesticides | 浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹) | 校正死亡率 Corrected mortality/% | 毒力回归方程及相关系数(r) Regression equation and relation coefficient |
|-------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 100 | 15.26 | $y = -7.0605 + 5.5362x$ $r = 0.994$ |
| | 125 | 32.19 | |
| | 166.667 | 62.72 | |
| | 200 | 74.56 | |
| | 250 | 88.16 | |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 37.5 | 20.35 | $y = -0.0007 + 2.7243x$ $r = 0.994$ |
| | 50 | 37.28 | |
| | 75 | 57.63 | |
| | 150 | 82.07 | |
| | 300 | 94.91 | |
| 多杀霉素 Spinosad | 0.6 | 11.84 | $y = 4.5311 + 2.6047x$ $r = 0.992$ |
| | 0.8571 | 26.68 | |
| | 1.2 | 42.37 | |
| | 3 | 76.32 | |
| | 6 | 93.16 | |
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 0.3906 | 6.75 | $y = 4.4146 + 1.9704x$ $r = 0.991$ |
| | 0.7813 | 22.02 | |
| | 1.5625 | 42.95 | |
| | 3.125 | 62.30 | |
| | 6.25 | 84.74 | |
| 甲维盐 Enamectin benzoate | 0.733 | 13.51 | $y = 4.2743 + 2.6312x$ $r = 0.994$ |
| | 1.1 | 27.11 | |
| | 1.4667 | 40.70 | |
| | 2.2 | 57.63 | |
| | 4.4 | 83.07 | |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 285.7143 | 15.26 | $y = -0.9580 + 2.0508x$ $r = 0.993$ |
| | 400 | 27.11 | |
| | 666.667 | 47.46 | |
| | 2000 | 77.58 | |
| | 4000 | 92.25 | |
| 噻虫嗪 Thiamethoxam | 125 | 5.09 | $y = -8.8011 + 5.8692x$ $r = 0.991$ |
| | 156.25 | 15.18 | |
| | 208.333 | 47.46 | |
| | 312.5 | 77.65 | |
| | 400 | 91.49 | |
| 茚虫威 Indoxacarb | 150 | 9.42 | $y = -1.1112 + 2.2843x$ $r = 0.990$ |
| | 300 | 32.19 | |
| | 600 | 65.14 | |
| | 1200 | 79.65 | |
| | 3000 | 94.91 | |

表 6 杀虫剂对斑翅果蝇成虫毒力分析

Table 6 Pesticides virulence analysis of *Drosophila suzukii* adults

| 杀虫剂 Pesticides | 斜率±标准差 Slope±SD | 致死中浓度 (95%置信区间) LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹) | 相对毒力指数 Relative toxicity index | R ₁ |
|-------------------------------|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 5.536±0.020 | 150.830 (137.715~165.193) | 1.000 | 10.586 |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 2.724±0.038 | 68.486 (57.720~81.261) | 0.454 | 7.986 |
| 多杀霉素 Spinosad | 2.605±0.040 | 1.514 (1.264~1.812) | 0.010 | 19.921 |
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 1.970±0.052 | 1.982 (1.570~2.503) | 0.013 | 1.591 |
| 甲维盐 Enamectin benzoate | 2.631±0.038 | 1.887 (1.591~2.239) | 0.013 | 629.000 |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 2.051±0.050 | 803.884 (642.627~1005.609) | 5.330 | 129.512 |
| 噻虫嗪 Thiamethoxam | 5.869±0.021 | 224.620 (204.478~246.747) | 1.489 | 13.163 |
| 茚虫威 Indoxacarb | 2.284±0.052 | 473.427 (373.861~599.508) | 3.139 | 15.287 |

表 7 杀虫剂对斑翅果蝇幼虫毒力结果

Table 7 Pesticides virulence results of *Drosophila suzukii* larvae

| 杀虫剂 Pesticides | 浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹) | 校正死亡率 Corrected mortality/% | 毒力回归方程及相关系数(r) Regression equation and relation coefficient |
|--------------------|---|-----------------------------------|---|
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 2 | 10.18 | $y = 3.3542 + 1.4265x$ $r = 0.994$ |
| | 10 | 42.37 | |
| | 20 | 59.30 | |
| | 50 | 79.65 | |
| | 100 | 87.49 | |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 2 | 10.18 | $y = 3.0065 + 2.1359x$ $r = 0.996$ |
| | 3 | 16.93 | |
| | 6 | 37.28 | |
| | 12 | 61.05 | |
| | 20 | 79.65 | |
| 多杀霉素 Spinosad | 30 | 87.16 | $y = 7.9288 + 2.6191x$ $r = 0.991$ |
| | 0.0375 | 18.60 | |
| | 0.05 | 37.28 | |
| | 0.075 | 49.12 | |
| | 0.1 | 64.39 | |
| | 0.15 | 77.98 | |

表 7(续)

Table 7(Continued)

| 杀虫剂 Pesticides | 浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹) | 校正死亡率 Corrected mortality/% | 毒力回归方程及相关系数(r) Regression equation and relation coefficient |
|-------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 0.625 | 32.19 | $y=4.854\ 1+1.529\ 3x$ $r=0.991$ |
| | 1.25 | 47.46 | |
| | 2.5 | 67.81 | |
| | 5 | 81.40 | |
| | 10 | 91.49 | |
| 甲维盐 Emamectin benzoate | 0.000 5 | 10.18 | $y=9.083\ 8+1.634\ 3x$ $r=0.995$ |
| | 0.001 1 | 22.02 | |
| | 0.002 2 | 40.95 | |
| | 0.004 4 | 59.96 | |
| | 0.022 | 91.58 | |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 2.5 | 27.11 | $y=3.845\ 8+1.455\ 7x$ $r=0.992$ |
| | 5 | 44.04 | |
| | 10 | 64.39 | |
| | 20 | 74.56 | |
| | 40 | 88.16 | |
| 噻虫嗪 Thiamethoxam | 16.667 | 44.04 | $y=4.067\ 3+0.757\ 0x$ $r=0.977$ |
| | 25 | 55.96 | |
| | 50 | 66.14 | |
| | 250 | 80.98 | |
| | 2 500 | 93.25 | |
| 茚虫威 Indoxacarb | 7.5 | 12.84 | $y=2.441\ 7+1.715\ 9x$ $r=0.994$ |
| | 15 | 32.19 | |
| | 30 | 47.46 | |
| | 60 | 69.47 | |
| | 300 | 94.91 | |

表 8 杀虫剂对斑翅果蝇幼虫毒力分析

Table 8 Pesticides virulence analysis of
Drosophila suzukii larvae

| 杀虫剂 Pesticides | 斜率±标准差 Slope±SD | 致死中浓度 (95%置信区间) LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹) | 相对毒力指数 Relative toxicity index | R ₁ |
|-------------------------------|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|
| 联苯菊酯 Bifenthrin | 1.427±0.079 | 14.248 (9.980~20.341) | 1.000 | 1.0 |
| 啉虫脒 Acetamiprid | 2.136±0.060 | 8.576 (6.538~11.251) | 0.602 | 1.0 |
| 多杀霉素 Spinosad | 2.619±0.042 | 0.076 (0.063~0.092) | 0.005 | 1.0 |
| 高效氯氟氰菊酯 Cyhalothrin | 1.529±0.073 | 1.246 (0.895~1.734) | 0.087 | 1.0 |
| 甲维盐 Emamectin benzoate | 1.634±0.065 | 0.003 (0.002~0.004) | 2.106E-04 | 1.0 |
| 氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole | 1.456±0.071 | 6.207 (4.509~8.546) | 0.436 | 1.0 |
| 噻虫嗪 Thiamethoxam | 0.757±0.229 | 17.064 (6.063~48.027) | 1.198 | 1.0 |
| 茚虫威 Indoxacarb | 1.716±0.059 | 30.970 (23.684~40.498) | 2.174 | 1.0 |

2.2 几种杀虫剂对果蝇的田间药效试验

由表 9 可知,清水对照组虫果率为 18.50%,而 35% 氯虫苯甲酰胺 7 000 倍和 10 000 倍液及 25 g·L⁻¹ 联苯

菊酯 3 000 倍和 4 000 倍液防治效果高达 91.89%~94.59%;2.5%多杀霉素、5%甲维盐、5%氟啉脲等 3 种杀虫剂对樱桃果蝇具有较好的防效,在 81.08%~89.19%;10%吡虫啉相对其它几种药剂防效较低,其 6 000 倍和 8 000 倍液防效分别为 70.27%和 56.76%。

表 9 几种杀虫剂对果蝇的田间
药效试验结果

Table 9 Field experiments of several pesticides for fruit flies

| 处理 药剂 Pesticides | Treatments 倍数 Dilution | 果数 Fruit number | 虫果数 Insects number | 虫果率 Pest fruit rate/% | 防效 Control effect/% |
|--|------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 35% 氯虫苯甲酰胺 35% Chlorantraniliprole | 7 000 | 200 | 2 | 1.00 | 94.59 |
| | 10 000 | 200 | 3 | 1.50 | 91.89 |
| 2.5% 多杀霉素 2.5% Spinosad | 17 500 | 200 | 6 | 3.00 | 83.78 |
| | 1 000 | 200 | 5 | 2.50 | 86.49 |
| 5% 甲维盐 5% Emamectin benzoate | 1 500 | 200 | 6 | 3.00 | 83.78 |
| | 2 000 | 200 | 6 | 3.00 | 83.78 |
| 10% 吡虫啉 10% Imidacloprid | 6 000 | 200 | 5 | 2.50 | 86.49 |
| | 8 000 | 200 | 5 | 2.50 | 86.49 |
| 5% 氟啉脲 5% Chlorfluazuron | 8 000 | 200 | 5 | 2.50 | 86.49 |
| | 1 000 | 200 | 4 | 2.00 | 89.19 |
| 25 g·L ⁻¹ 联苯菊酯 25 g·L ⁻¹ Bifenthrin | 2 000 | 200 | 5 | 2.50 | 86.49 |
| | 3 000 | 200 | 7 | 3.50 | 81.08 |
| 清水 (CK) Clear water | 4 000 | 200 | 11 | 5.50 | 70.27 |
| | 8 000 | 200 | 16 | 8.00 | 56.76 |
| | 1 000 | 200 | 4 | 2.00 | 89.19 |
| | 2 000 | 200 | 5 | 2.50 | 86.49 |
| | 3 000 | 200 | 3 | 1.50 | 91.89 |
| | 4 000 | 200 | 3 | 1.50 | 91.89 |
| | 5 000 | 200 | 5 | 2.50 | 86.49 |
| | 清水 (CK) | 200 | 37 | 18.50 | |

3 讨论与结论

低龄幼虫缺乏对杀虫剂的解毒机制或解毒机制不健全而中毒死亡,随着昆虫龄期的增长,其对多种杀虫剂的解毒代谢机制逐渐完善而导致毒杀作用下降^[10]。该研究表明,联苯菊酯、啉虫脒、多杀霉素、高效氯氟氰菊酯、甲维盐、氯虫苯甲酰胺、噻虫嗪和茚虫威对成虫致死毒力相对较低,对幼虫致死效应高。田间使用杀虫剂特别是氯虫苯甲酰胺防治果蝇时,应尽量选择在相对敏感的幼虫期。

BRUCK 等^[11] 研究发现,与其它类型的触杀剂相比,新烟碱类杀虫剂的杀成虫功效并不理想,基于小浆果对农药的零耐受性及农药的毒力效果,新烟碱类杀虫剂目前不推荐用于斑翅果蝇的管理;林清彩等^[12] 研究发现,吡虫啉与其它几种药剂相比毒力相对较低。该研究发现,氨基甲酸酯类杀虫剂茚虫威,烟碱类杀虫剂噻虫嗪对果蝇的致死作用效果低下,烟碱类杀虫剂啉虫脒对黑腹果蝇致死效应高于斑翅果蝇。菊酯类杀虫剂高效氯氟氰菊酯致死毒力高于菊酯类杀虫剂联苯菊酯,生物制剂多杀霉素和甲维盐致死毒力最强。

甲胺基阿维菌素苯甲酸盐具有超高效、低毒(制剂近无毒)、无残留、无公害等生物农药的特点,兼备胃毒和触杀作用,极易被作物吸收并渗透过表皮,尤其对鳞翅目、双翅目、蓟马类防效好;多杀霉素是一种广谱性生物农药,能防治水果、坚果和蔬菜上的梨小食心虫、卷叶蛾、蓟马和潜叶蛾等害虫。通过田间试验和室内毒力测定试验可以发现,甲维盐和多杀霉素对斑翅果蝇和黑腹果蝇成虫及幼虫均有非常高效毒杀作用,实际应用时可以在果蝇危害发生初期喷洒这2种杀虫剂,毒杀果蝇成虫及幼虫,降低虫口密度,减少对早熟樱桃等水果的损害,水果收获以后再次施用该杀虫剂杀死成虫以降低翌年发生基数。同时,施用多杀霉素还可以防治水果上的梨小食心虫、卷叶蛾、蓟马和潜叶蛾等其它害虫。

该研究表明,氯虫苯甲酰胺对成虫毒力较弱,对幼虫有较强毒杀作用,可以在果蝇发生初期施用该种杀虫剂毒杀果蝇幼虫。氟啶脲及联苯菊酯均有较高的田间防治效果,但其使用浓度相对较高,综合室内毒力测定试验结果建议,非必要情况下不要轻易使用。田间试验和室内毒力测定试验均发现烟碱类杀虫剂噻虫嗪、茚虫威和吡虫啉对果蝇毒杀作用及防治效果较低。室内毒力试验还发现啉虫脒和高效氯氟氰菊酯对果蝇也有较高的毒杀作用,在实际应用中几种杀虫剂可以混合交替使用,防止果蝇对某一种杀虫剂产生抗性。

参考文献

- [1] 郭建明. 樱桃新害虫黑腹果蝇的生物学特性[J]. 昆虫知识, 2007, 44(5): 743-745.
- [2] LINDE V K, STECK G J, HIBBARD K, et al. First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae), a pest species on commercial fruits from Panama and the United States of America[J]. Florida Entomologist, 2006, 89(3): 402-404.
- [3] DREVES A J, WALTON V, FISHER G. A new pest attacking healthy ripening fruit in Oregon spotted wing *Drosophila*: *Drosophila suzukii* (Matsumura)[EB/OL]. <http://www.researchgate.net>. 2014-08-27.
- [4] 杨普云, 李萍, 李清娥, 等. 警惕斑翅果蝇爆发与为害[J]. 中国植保导刊, 2016, 36(3): 59-60.
- [5] 郭迪金, 蒋辉, 张永华, 等. 黑腹果蝇和伊米果蝇在四川阿坝州发生初报[J]. 植物保护, 2007, 33(1): 134-135.
- [6] 李德友, 左锐, 袁洁, 等. 杨梅果蝇发生危害与食源调查[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(2): 77-78.
- [7] 卢传兵, 廖玉刚, 曲成怀, 等. 樱桃果蝇生物学特性及防控技术研究进展[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(11): 18-21.
- [8] 王利平, 段和, 吴旭, 等. 樱桃斑翅果蝇的发生与防治技术[J]. 中国园艺文摘, 2014(11): 192-193.
- [9] 慕卫, 刘峰, 贾忠明, 等. 杀虫剂对韭菜迟眼蕈蚊毒力与药效相关性研究[J]. 农药学报, 2004, 6(3): 53-55.
- [10] 周超, 王海娜, 李秀环, 等. 氯虫苯甲酰胺和氟虫双酰胺对不同虫态甜菜夜蛾的毒力作用[J]. 植物保护学报, 2011, 38(4): 344-350.
- [11] BRUCK D J, BOLDA M, TANIGOSHI L, et al. Laboratory and field comparisons of insecticides to reduce infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops[J]. Pest Management Science, 2011, 67(11): 1375-1385.
- [12] 林清彩, 翟一凡, 周仙红, 等. 铃木氏果蝇田间种群对6种常用杀虫剂敏感性测定[J]. 山东农业科学, 2015, 47(3): 92-95.

Toxicities Test and Efficacy of Insecticides on Fruit Flies

LIN Qingcai^{1,2}, YU Yi¹, YIN Yuanyuan¹, ZHENG Li¹, LAI Shouguo², ZHAI Yifan¹

(1. Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250000; 2. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: Taking *Drosophila suzukii* and *Drosophila melanogaster* as tested insects, using stomach-tag combination virulent measurement method to test the virulence of five types of pesticides on larvae and adults of *Drosophila melanogaster* and *Drosophila suzukii* laboratory populations, and using the field spraying to test effectiveness of six insecticides on fruit flies. The results showed that virulents of the pesticides tested on fruit fly larvae were stronger than that on the adults, and *Drosophila suzukii* was more sensitive to pesticides. The toxic effects and control effects of carbamate insecticide indoxacarb, neonicotinoid insecticide thiamethoxam, indoxacarb and imidacloprid were lower. Pyrethroid insecticide lambda-cyhalothrin lethal virulence were higher than pyrethroid insecticide bifenthrin, biologics spinosad and emamectin lethal virulence were the strongest.

Keywords: fruit flies; pesticides; toxicity; field efficacy