

梁巧丽, 陆永跃, 梁广文. 应用3种方法评价4种新氯化烟碱类杀虫剂对棉花粉蚧的毒力[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(4): 61-66.

应用3种方法评价4种新氯化烟碱类杀虫剂 对棉花粉蚧的毒力

梁巧丽, 陆永跃, 梁广文

(华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】探讨棉花粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley 的化学防治, 筛选高效的防治药剂。【方法】采用浸叶法、浸渍法和药膜法评价吡虫啉、啶虫脒、噻虫嗪和烯啶虫胺4种新氯化烟碱类杀虫剂对棉花粉蚧3龄若虫的毒力。【结果和结论】40 mg·L⁻¹ 噻虫嗪处理24和48 h后3龄若虫的死亡率: 浸叶法为90.0%、98.8%, 浸渍法为98.9%、100.0%, 药膜法为85.8%、85.8%。应用浸叶法测得的4种杀虫剂对3龄若虫的相对毒力为噻虫嗪>啶虫脒>烯啶虫胺>吡虫啉, 浸渍法依次为噻虫嗪>吡虫啉>啶虫脒>烯啶虫胺, 药膜法依次为噻虫嗪>啶虫脒>吡虫啉>烯啶虫胺。3种方法测定结果均显示噻虫嗪对棉花粉蚧有相对较高的毒力。3种毒力测定方法中, 就吡虫啉而言以浸渍法测定的毒力最高, 药膜法次之, 浸叶法最低; 啶虫脒以浸渍法和药膜法相近, 浸叶法较低; 噻虫嗪浸渍法较高, 药膜法和浸叶法较低; 烯啶虫胺3种方法测定的毒力相近。浸渍法较好地反映了新氯化烟碱类杀虫剂对粉蚧的触杀、通过内吸而导致的胃毒等综合作用。

关键词: 棉花粉蚧; 吡虫啉; 啶虫脒; 噻虫嗪; 烯啶虫胺; 毒力

中图分类号: S481.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-411X(2014)04-0061-06

Toxicities of 4 neonicotinoid insecticides to *Phenacoccus solenopsis* by 3 bioassay methods

LIANG Qiaoli, LU Yongyue, LIANG Guangwen

(College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】To study the chemical control of cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley and to screen its efficient pesticides. 【Method】The toxicities of 4 neonicotinoid insecticides (imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, nitenpyram) to *P. solenopsis* were determined by three methods: leaf dipping, nymph and leaf dipping, and the residual film method under the laboratory conditions. 【Result and conclusion】The results showed that the mortalities of the 3rd instar mealybug nymphs treated with 40 mg·L⁻¹ thiamethoxam after 24 and 48 h were 90.0% and 98.8% by using leaf dipping method, 98.9% and 100.0% by using nymph and leaf dipping method, 85.8% and 85.8% by using the residual film method. Relative toxicities of four insecticides from high to low to *P. solenopsis* 3rd instar nymphs through leaf dipping method were thiamethoxam, acetamiprid, nitenpyram, and imidacloprid. Relative toxicities from high to low tested by nymph and leaf dipping method were thiamethoxam, imidacloprid, acetamiprid, nitenpyram, and those for the residual film method were thiamethoxam, acetamiprid, imidacloprid, and nitenpyram. Thiamethoxam was proved to be the most efficient to *P. solenopsis* among these four insecticides. The relative toxicity of imidacloprid was the highest by nymph and leaf dipping method; the secondary was residual film method, and the lowest was leaf dipping method. For acetamiprid, the relative toxicities to the mealybug by the nymph and leaf dipping method and the residual film method were similar,

while the relative toxicity of leaf dipping method was lower. The toxicity of thiamethoxam to the mealybug with the nymph and leaf dipping method was higher, and those were lower with leaf dipping method and the residual film method. The same results for nitenpyram were presented with the above bioassay methods. Nymph and leaf dipping method was proved to give the comprehensive toxicity of contact effect and stomach poisonous effect for neonicotinoid insecticides in a better way.

Key words: *Phenacoccus solenopsis*; imidacloprid; acetamiprid; thiamethoxam; nitenpyram; toxicity

棉花粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley 最早发现于美国一种热带火蚁巢中,直到1991年才有侵染棉花的记载^[1-2].已有研究显示,棉花粉蚧繁殖能力强,在短时间内种群数量能迅速增长并暴发成灾,在世界范围内具有广泛的潜在发生区域^[3-5].该虫以36~40头的小种群规模即可成功入侵棉花田,虫量达每株200头及以上可造成严重危害^[6-7].并且该虫在形态和生物学上表现出明显可塑性,种以下可能包含1个以上隐存谱系,通过这种强的可塑性可在恶劣的环境条件下生存^[8-9].

目前,对该虫的防治主要是化学防治.吡虫啉和噻虫嗪对其具有较好的田间防治效果,吡虫啉、啶虫脒和噻虫胺都对其表现出相对较高的毒力^[10-13].在害虫防治中,新烟碱类杀虫剂可采用叶面喷雾、涂茎、灌根、种子和土壤处理等施用方式^[14],这与该类杀虫剂具有胃毒、触杀和内吸等多种作用方式有关,并且该类杀虫剂对哺乳动物、水生生物低毒,在土壤中稳定性较好^[15].为明确新烟碱类杀虫剂对棉花粉蚧的毒力,寻找合适的使用方法,本研究采用浸叶法、浸渍法和药膜法测定了4种新烟碱类杀虫剂对棉花粉蚧的毒力,以期为田间应用该类杀虫剂防治棉花粉蚧提供依据.

1 材料与方法

1.1 试验材料

试虫为以棉花 *Gossypium* spp. (皖棉38) 为寄主饲养获得的棉花粉蚧健康的3龄若虫.待培育的棉花株高30 cm后接入棉花粉蚧成虫,置于120 cm × 60 cm × 80 cm 养虫笼中饲养.棉花生长期间不使用任何药剂防治病虫害,出现蚜虫、红蜘蛛、粉虱等其他害虫危害时,使用毛刷等工具人工除虫.

供试药剂吡虫啉($w = 96.5\%$,江苏丰山集团有限公司),啶虫脒($w = 96.1\%$,深圳沃科生物工程有限公司),噻虫嗪($w = 96.0\%$,河南省春光农化有限公司),烯啶虫胺($w = 95.0\%$,广东大丰植保科技有限公司).

1.2 毒力测定方法

1.2.1 药剂配制 用分析天平称量1 000 mg的吡虫啉原药,加1~2 mL丙酮溶解,用 φ 为0.1%的吐温80水溶液,配成10 000 mg · L⁻¹的药剂母液100 mL.根据预试验结果,用清水按等比梯度稀释成5~

7个质量浓度.浸叶法测定毒力试验中设置的质量浓度分别为20、40、80、160、320、640、1 280 mg · L⁻¹,浸渍法和药膜法中配制的质量浓度分别为2.5、5、10、20、40、80、160 mg · L⁻¹,空白对照为 φ 为0.1%的吐温80水溶液.其他药剂的配制方法同上.啶虫脒质量浓度分别为0.4、2、10、50、250、500 mg · L⁻¹,噻虫嗪质量浓度分别为1.25、2.5、5、10、20、40、80 mg · L⁻¹,烯啶虫胺的质量浓度分别为5、10、20、40、80、160、320 mg · L⁻¹.

1.2.2 浸叶法 把棉花叶片用清水浸泡1~3 h后清洗干净,用纱布吸去水分并在室温下晾干,剪成面积为30~40 cm²的小片.将小片放入已经配制好的药液中浸渍30 s后取出,在吸水纸上晾干(30 min)后移入铺有湿润滤纸的培养皿(直径90 mm × 高15 mm)中,用零号毛笔挑入20~25头生长健康、大小基本一致的3龄粉蚧,以保鲜膜封口,并在膜上用针扎30~50个小孔.将处理后的粉蚧置于温度(27 ± 1) °C、相对湿度为(60 ± 10)%、光周期为14 h光:10 h暗的人工气候箱中饲养、观察,24和48 h后检查棉花粉蚧的死亡虫数,死亡判定标准^[16]是用毛笔轻触虫体不动、足不能动.试验重复4次.

1.2.3 浸渍法 棉花叶片的处理同浸叶法.把处理好的叶片放入已经铺有湿润滤纸的培养皿中,用零号毛笔挑入25~30头生长健康、大小基本一致的3龄粉蚧,用保鲜膜封口,并在膜上用针扎30~50个小孔.8~24 h后待粉蚧已经固定在叶片上用镊子夹住带粉蚧的叶片浸入药液中10 s,取出后用吸水纸吸去叶片上的药液,稍加晾干后再移入铺有湿润滤纸的培养皿中,用带有小孔的保鲜膜封口,然后置于温度(27 ± 1) °C、相对湿度为(60 ± 10)%、光周期为14 h光:10 h暗的人工气候箱中饲养、观察、记录粉蚧死亡数量.试验重复4次.

1.2.4 药膜法 用移液枪吸取5 mL药液加入标记有相应浓度的锥形瓶(100 mL)内,滚动使药液均匀分布于锥形瓶内壁,形成药膜;另外取一个锥形瓶加入5 mL φ 为0.1%的吐温80水溶液,滚动使水溶液在锥形瓶内壁形成一个膜,作为对照.16~24 h后向锥形瓶中接入20~25头3龄粉蚧,待粉蚧在瓶中爬行2 h后移入铺有湿润滤纸的培养皿中,然后置于温度(27 ± 1) °C、相对湿度为(60 ± 10)%、光周期为14

h光:10 h暗的人工气候箱中饲养、观察、记录粉蚧死亡数量. 试验重复4次.

1.3 毒力计算方法

药剂对粉蚧的毒力回归方程、致死中浓度 LC_{50} 及其 95% 置信度、相关系数等参数采用 Excel 计算^[17]. 不同药剂处理后棉花粉蚧死亡率差异显著性分析采用 SPSS 19.0 软件.

校正死亡率 = $\frac{\text{对照组生存率} - \text{处理组生存率}}{\text{对照组生存率}} \times 100\%$.

相对毒力指数^[18] = 供试药剂对棉花粉蚧最大的 LC_{50} 值/供试药剂对棉花粉蚧的 LC_{50} 值.

2 结果与分析

2.1 吡虫啉处理后棉花粉蚧3龄若虫的死亡率

以浸叶法、浸渍法和药膜法使用吡虫啉处理 24 和 48 h 后,棉花粉蚧 3 龄若虫的死亡率均随着质量浓度升高而逐渐增大(表1). 同一生测方法处理后

表1 吡虫啉不同质量浓度、不同方法处理后棉花粉蚧3龄若虫的死亡率¹⁾

Tab. 1 Mortality of the 3rd instar nymph of *Phenacoccus so-*
lenopsis after treated by different concentrations of
imidacloprid and different methods

处理方法	$\rho/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	校正死亡率/%	
		24 h	48 h
浸叶法	20	7.44 ± 11.92eB	20.71 ± 10.07eA
	40	38.23 ± 6.16dB	51.71 ± 8.61dA
	80	44.81 ± 6.56dA	55.54 ± 7.15cdA
	160	49.95 ± 5.08dA	63.80 ± 10.26cA
	320	66.67 ± 4.71cB	76.55 ± 2.37bA
	640	81.25 ± 12.50bA	87.50 ± 8.66bA
浸渍法	1 280	96.25 ± 7.50aA	100.00 ± 0.00aA
	2.5	13.95 ± 6.41eA	19.38 ± 5.72eA
	5	15.73 ± 9.05eA	17.91 ± 12.68eA
	10	37.21 ± 7.82dA	37.21 ± 7.82dA
	20	55.51 ± 8.71cA	61.24 ± 10.68cA
	40	73.44 ± 4.72bA	81.17 ± 7.60bA
药膜法	80	91.25 ± 4.79aB	97.50 ± 2.89aA
	160	100.00 ± 0.00aA	100.00 ± 0.00aA
	2.5	15.92 ± 4.56fA	17.06 ± 4.37eA
	5	29.36 ± 8.34eA	29.36 ± 8.34eA
	10	45.43 ± 8.29dA	46.68 ± 7.54dA
	20	61.01 ± 14.20cA	61.01 ± 14.20cA
	40	70.87 ± 7.92bcA	73.37 ± 9.05bcA
	80	81.95 ± 8.14bA	81.95 ± 8.14bA
	160	96.25 ± 4.79aA	97.50 ± 5.00aA

1) 表中数据为 $\bar{x} \pm \text{SE}$,同一处理方法同列数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一处理时间不同处理质量浓度下差异不显著,同行数据凡具有一个相同大写字母者表示同一处理质量浓度不同处理时间差异不显著($P>0.05$,LSD 法).

棉花粉蚧 24、48 h 之间死亡率基本稳定. 同一质量浓度不同测定方法比较,总体来说以浸叶法处理后死亡率较低,浸渍法和药膜法处理死亡率较高.

2.2 啶虫脒处理后棉花粉蚧3龄若虫的死亡率

采用不同方法使用啶虫脒处理后,棉花粉蚧 3 龄若虫同样表现出质量浓度 - 死亡率正相关规律(表2). 3 种方法处理后不同时间长度死亡率基本没有变化. 3 种方法不同时间处理对死亡率基本没有影响. 使用不同方法测定啶虫脒同一质量浓度的毒力时浸渍法、药膜法 24 h 死亡率较高,浸叶法的较低,浓度为 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时死亡率分别为 71.76%、76.48%、59.94%,而这 3 种方法之间 48 h 死亡率无明显差异.

表2 啶虫脒不同质量浓度、不同方法处理后棉花粉蚧3龄若虫的死亡率¹⁾

Tab. 2 Mortality of the 3rd instar nymph of *Phenacoccus so-*
lenopsis after being treated by different concentra-
tions of acetamiprid and different methods

处理方法	$\rho/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	校正死亡率/%	
		24 h	48 h
浸叶法	0.4	0.00 ± 0.00eA	1.00 ± 2.00dA
	2	2.27 ± 4.55dA	3.36 ± 4.34dA
	10	3.52 ± 2.36dA	8.20 ± 5.05dA
	50	59.94 ± 13.49cB	71.02 ± 11.04cA
	250	83.89 ± 13.96bA	89.11 ± 10.76bA
	500	98.81 ± 2.38aA	100.00 ± 0.00aA
浸渍法	0.4	1.00 ± 2.24dA	1.00 ± 2.24dA
	2	5.53 ± 4.43dA	5.53 ± 4.43dA
	10	19.97 ± 8.44cA	19.27 ± 8.11cA
	50	71.76 ± 14.41bA	76.86 ± 17.49bA
	250	97.97 ± 2.22aA	98.67 ± 2.07aA
药膜法	0.4	2.08 ± 4.17dA	2.08 ± 4.17eA
	2	15.09 ± 11.16dA	18.09 ± 6.30dA
	10	51.20 ± 13.19cA	51.20 ± 13.19cA
	50	76.48 ± 9.52bA	76.48 ± 9.52bA
	250	98.81 ± 2.38aA	98.81 ± 2.38aA

1) 表中数据为 $\bar{x} \pm \text{SE}$,同一处理方法同列数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一处理时间不同处理质量浓度下差异不显著,同行数据凡具有一个相同大写字母者表示同一处理质量浓度不同处理时间差异不显著($P>0.05$,LSD 法).

2.3 噻虫嗪处理后棉花粉蚧3龄若虫的死亡率

噻虫嗪处理后棉花粉蚧的死亡率无论是浓度效应,还是处理时间、测定方法之间所呈现的变化动态、差异等规律与吡虫啉、啶虫脒毒力作用规律均相近,即棉花粉蚧 3 龄若虫同样表现出质量浓度 - 死

亡率正相关规律(表 3). 在较低质量浓度时,浸渍法 24 h 表现出较强的作用, 2.5 mg · L⁻¹处理棉花粉蚧死亡率为 48.35%, 5 mg · L⁻¹时棉花粉蚧死亡率达到 70.66%, 药膜法、浸叶法分别为 43.70%、38.75%, 48 h 浸渍法棉花粉蚧死亡率升至 74.93%, 浸叶法、药膜法分别为 58.75%、43.70%.

表 3 噻虫嗪不同质量浓度、不同方法处理后棉花粉蚧 3 龄若虫的死亡率¹⁾

Tab. 3 Mortality of the 3rd instar nymph of *Phenacoccus solenopsis* after being treated by different concentrations of thiamethoxam and different methods

处理方法	$\rho/$ (mg · L ⁻¹)	校正死亡率/%	
		24 h	48 h
浸叶法	1.25	19.29 ± 7.57eA	23.84 ± 1.58dA
	2.5	24.43 ± 17.15deA	39.16 ± 31.53cdA
	5	38.75 ± 11.09cdB	58.75 ± 19.31bcA
	10	52.41 ± 19.63bcA	74.92 ± 15.62bA
	20	69.79 ± 10.56bA	77.06 ± 4.73abA
	40	90.00 ± 4.08aB	98.75 ± 2.50aA
浸渍法	80	98.81 ± 2.38aA	100.00 ± 0.00aA
	1.25	14.21 ± 6.15dA	21.35 ± 18.28dA
	2.5	48.35 ± 14.28cA	59.26 ± 18.27cA
	5	70.66 ± 8.16bA	74.93 ± 9.92bcA
	10	73.36 ± 7.77bA	79.32 ± 13.69bcA
	20	88.99 ± 10.35aA	93.81 ± 9.48abA
药膜法	40	98.86 ± 2.27aA	100.00 ± 0.00aA
	1.25	4.89 ± 4.09dA	7.16 ± 5.94eA
	2.5	8.96 ± 3.29dA	10.21 ± 1.97eA
	5	43.70 ± 6.00cA	43.70 ± 6.00dA
	10	54.70 ± 16.98cA	59.58 ± 20.48bcA
	20	73.07 ± 12.55bA	73.07 ± 12.55bA
	40	85.81 ± 8.13abA	85.81 ± 8.13abA
	80	95.06 ± 4.08aA	98.81 ± 2.38aA

1) 表中数据为 $\bar{x} \pm SE$, 同一处理方法同列数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一处理时间不同处理质量浓度下差异不显著, 同行数据凡具有一个相同大写字母者表示同一处理质量浓度不同处理时间差异不显著 ($P > 0.05$, LSD 法).

2.4 烯啶虫胺处理后棉花粉蚧 3 龄若虫的死亡率

对于烯啶虫胺来讲,其质量浓度、处理时间、测定方法所获得的棉花粉蚧死亡率变化规律与以上 3 种药剂相近(表 4),即棉花粉蚧 3 龄若虫同样表现出质量浓度 - 死亡率正相关规律.

2.5 浸叶法测定 4 种杀虫剂对棉花粉蚧 3 龄若虫的 LC₅₀

由表 5 可知,采用浸叶法测定 4 种药剂对棉花

表 4 烯啶虫胺不同质量浓度、不同方法处理后棉花粉蚧 3 龄若虫的死亡率¹⁾

Tab. 4 Mortality of the 3rd instar nymph of *Phenacoccus solenopsis* after being treated by different concentrations of nitenpyram and different methods

处理方法	$\rho/$ (mg · L ⁻¹)	校正死亡率/%	
		24 h	48 h
浸叶法	10	9.70 ± 8.83dA	18.27 ± 16.29dA
	20	21.82 ± 5.47cdA	28.07 ± 6.26cdA
	40	34.59 ± 17.42bcA	42.77 ± 19.54bcA
	80	49.52 ± 18.19bA	54.77 ± 20.97bA
	160	75.83 ± 20.21aA	90.83 ± 6.87aA
	320	96.31 ± 4.77aA	100.00 ± 0.00aA
浸渍法	10	5.76 ± 4.54dA	7.98 ± 4.27dA
	20	33.14 ± 8.86cA	43.32 ± 9.07cA
	40	45.71 ± 13.26cA	49.46 ± 13.84cA
	80	75.29 ± 8.53bB	80.90 ± 10.51bA
	160	94.74 ± 10.53aA	97.37 ± 5.26aA
	320	100.00 ± 0.00aA	100.00 ± 0.00aA
药膜法	10	15.95 ± 11.60dA	17.04 ± 12.99dA
	20	41.07 ± 25.21cA	42.32 ± 24.93cA
	40	49.33 ± 14.89bcA	49.33 ± 14.89bcA
	80	65.50 ± 10.45bA	65.50 ± 10.45bA
	160	88.75 ± 7.50aA	91.25 ± 4.79aA
	320	95.12 ± 4.08aA	98.81 ± 2.38aA

1) 表中数据为 $\bar{x} \pm SE$, 同一处理方法同列数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一处理时间不同处理质量浓度下差异不显著, 同行数据凡具有一个相同大写字母者表示同一处理质量浓度不同处理时间差异不显著 ($P > 0.05$, LSD 法).

粉蚧毒力时, LC₅₀ 由小到大均依次为噻虫嗪、啶虫脒、烯啶虫胺和吡虫啉,噻虫嗪、吡虫啉处理 48 h 的 LC₅₀明显小于 24 h 的,啶虫脒和烯啶虫胺 24 和 48 h 的 LC₅₀变化不大.

2.6 浸渍法测定 4 种杀虫剂对棉花粉蚧 3 龄若虫的 LC₅₀

采用浸渍法测定毒力,处理 24、48 h 对棉花粉蚧的 LC₅₀ 由小到大均依次为噻虫嗪、吡虫啉、啶虫脒、烯啶虫胺(表 6),分别为 3.44、14.08、18.03、38.55 和 2.61、11.41、15.58、32.02 mg · L⁻¹,且 2 个处理时间 LC₅₀ 基本一致,处理时间对毒力无影响.

2.7 药膜法测定 4 种杀虫剂对棉花粉蚧 3 龄若虫的 LC₅₀

应用药膜法测定毒力所获得的 LC₅₀ 值与以上 2 种方法有所不同,处理 24、48 h 噻虫嗪、啶虫脒 LC₅₀ 值均较小,吡虫啉较大,烯啶虫胺最大(表 7).

表5 浸叶法测定4种杀虫剂对棉花粉蚧3龄若虫的LC₅₀

Tab.5 LC₅₀ of four insecticides on *Phenacoccus solenopsis* 3rd instar with leaf dipping method

药剂名称	t/h	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	95%置信限/(mg·L ⁻¹)	相关系数
吡虫啉	24	$Y = 1.86 + 1.50X$	122.95	96.19 ~ 157.16	0.96
	48	$Y = 2.42 + 1.42X$	65.81	51.37 ~ 84.30	0.96
啶虫脒	24	$Y = 2.04 + 1.79X$	45.48	36.43 ~ 56.77	0.97
	48	$Y = 2.38 + 1.72X$	33.54	26.63 ~ 42.23	0.98
噻虫嗪	24	$Y = 3.64 + 1.67X$	6.46	5.11 ~ 8.17	0.97
	48	$Y = 4.01 + 1.72X$	3.76	3.02 ~ 4.69	0.97
烯啶虫胺	24	$Y = 1.66 + 1.91X$	56.61	44.98 ~ 71.25	0.98
	48	$Y = 1.82 + 2.01X$	37.91	30.51 ~ 47.12	0.97

1) Y:死亡率,X:药剂浓度的对数值.

表6 浸渍法测定4种杀虫剂对棉花粉蚧3龄若虫的LC₅₀

Tab.6 LC₅₀ of four insecticides on *Phenacoccus solenopsis* 3rd instar with nymph and leaf dipping method

药剂名称	t/h	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	95%置信限/(mg·L ⁻¹)	相关系数
吡虫啉	24	$Y = 2.87 + 1.85X$	14.08	11.38 ~ 17.41	0.98
	48	$Y = 2.96 + 1.93X$	11.41	9.25 ~ 14.07	0.98
啶虫脒	24	$Y = 3.06 + 1.54X$	18.03	13.71 ~ 23.70	0.98
	48	$Y = 3.04 + 1.65X$	15.58	12.00 ~ 20.24	0.98
噻虫嗪	24	$Y = 3.94 + 1.97X$	3.44	2.84 ~ 4.18	0.98
	48	$Y = 4.23 + 1.86X$	2.61	2.12 ~ 3.20	0.98
烯啶虫胺	24	$Y = 1.02 + 2.51X$	38.55	33.83 ~ 43.93	0.99
	48	$Y = 1.12 + 2.58X$	32.02	28.03 ~ 36.57	0.98

1) Y:死亡率,X:药剂浓度的对数值.

表7 药膜法测定4种杀虫剂对棉花粉蚧3龄若虫的LC₅₀

Tab.7 LC₅₀ of four insecticides on *Phenacoccus solenopsis* 3rd instar with residual film method

药剂名称	t/h	毒力回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	95%置信限/(mg·L ⁻¹)	相关系数
吡虫啉	24	$Y = 3.43 + 1.41X$	12.94	10.04 ~ 16.69	0.99
	48	$Y = 3.41 + 1.47X$	12.22	9.55 ~ 15.63	0.98
啶虫脒	24	$Y = 3.52 + 1.48X$	10.10	7.91 ~ 12.88	0.99
	48	$Y = 3.56 + 1.46X$	9.67	7.58 ~ 12.34	0.99
噻虫嗪	24	$Y = 3.19 + 1.85X$	9.51	7.72 ~ 11.71	0.99
	48	$Y = 3.21 + 1.97X$	8.09	6.62 ~ 9.88	0.98
烯啶虫胺	24	$Y = 2.36 + 1.70X$	35.67	28.22 ~ 45.07	0.99
	48	$Y = 1.99 + 1.99X$	32.61	26.44 ~ 40.23	0.98

1) Y:死亡率,X:药剂浓度的对数值.

2.8 4种药剂对棉花粉蚧3龄若虫的相对毒力指数

表8表明,浸叶法和浸渍法测定均以噻虫嗪的相对毒力最高,24h相对毒力指数分别为19.03、

11.21,48 h 分别为 17.5、12.27. 浸叶法中啶虫脒、烯啶虫胺相对毒力相近,吡虫啉相对毒力最低,浸渍法中吡虫啉和啶虫脒相对毒力相近,烯啶虫胺相对毒力最低. 药膜法中,以烯啶虫胺相对毒力最低,其他3种药剂相对毒力较高,且变化不大.

3 讨论与结论

本研究采用浸叶法、浸渍法和药膜法测定了吡虫啉、啶虫脒、噻虫嗪、烯啶虫胺4种药剂对棉花粉蚧的毒力,获得了详细的毒力作用结果. 3种测定方法、2个处理时间棉花粉蚧3龄若虫的死亡率均表现为明显的质量浓度剂量效应. 同一种测定方法同一

表8 4种药剂对棉花粉蚧3龄若虫的相对毒力指数
Tab.8 Index of relative toxicity of four insecticides on *Phenacoccus solenopsis* 3rd instar

药剂名称	浸叶法		浸渍法		药膜法	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
吡虫啉	1.00	1.00	2.74	2.81	2.76	2.67
啶虫脒	2.70	1.96	2.14	2.06	3.53	3.37
噻虫嗪	19.03	17.50	11.21	12.27	3.75	4.03
烯啶虫胺	2.17	1.74	1.00	1.00	1.00	1.00

药剂不同质量浓度,棉花粉蚧死亡率变化显著.大部分情况下不同处理时间对毒力无明显影响,不同的测定方法对同一种药剂所获得的毒力是不同的.试验结果为该药剂防治棉花粉蚧提供了依据.

浸叶法中,棉花粉蚧在叶片上取食,测定的是叶片表面残留药剂的触杀毒力和内吸到叶片汁液中药剂的胃毒毒力的综合作用.浸渍法中,由于棉花粉蚧虫体和棉花叶片均浸入药液中10 s,所以此方法测定获得的是3个方面的作用:虫体上药剂的触杀毒力、叶片表面药剂的触杀毒力和内吸到叶片汁液中药剂的胃毒毒力;药膜法测定中经过2 h接触药膜后棉花粉蚧被转移到无药剂的棉花叶片上,主要测定的是药剂触杀毒力.可能是由于虫体上覆盖药剂的触杀毒力,本文中浸渍法测得的毒力一般高于浸叶法.因此,在进行特定杀虫剂对害虫毒力测定时,应根据药剂毒力作用方式来选择相应的毒力测定方法,才能获得更准确的毒力数据.本研究中使用浸叶法和浸渍法测得的噻虫嗪毒力(内吸和触杀综合毒力)明显高于另外3种药剂,而药膜法测得的噻虫嗪、啶虫脒和吡虫啉的相对毒力差异不明显(触杀毒力),可以推断噻虫嗪对棉花粉蚧具有较高的内吸毒力.不同处理时间后4种杀虫剂对棉花粉蚧3龄若虫的相对毒力顺序一致,浸叶法为噻虫嗪>啶虫脒>烯啶虫胺>吡虫啉,浸渍法为噻虫嗪>吡虫啉>啶虫脒>烯啶虫胺,药膜法为噻虫嗪>啶虫脒>吡虫啉>烯啶虫胺.无论是采用哪一种方法进行测定,在这4种烟碱类杀虫剂中噻虫嗪的相对毒力都是最高的.对西花蓟马的相对毒力顺序为噻虫嗪>啶虫脒>烯啶虫胺>吡虫啉^[19],与本研究中的浸叶法测得的相对毒力顺序一致.在灰飞虱对几种杀虫剂的抗性和敏感性研究中,噻虫嗪的相对毒力也是这4种杀虫剂中最大的^[16].这表明本研究选取的4种新烟碱类杀虫剂中,噻虫嗪对刺吸式害虫具有相对较高的毒力,可能是田间防治棉花粉蚧较好的药剂.

参考文献:

- [1] TINSLEY J D. Notes on coccidae with descriptions of new species[J]. Can Entomol, 1898, 30(12): 317-320.
- [2] FUCHS T W, STEWART J W, MINZENMAYER R, et al. First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cultivated cotton in the United States[J]. Southwest Entomol, 1991, 16(3): 215-221.
- [3] NIKAM N D, PATEL B H, KORAT D M. Biology of invasive mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton[J]. Karnataka J Agri Sci, 2010, 23(4): 649-651.
- [4] FAND B B, GAUTAM R D, CHANDER SUBHASH S, et al. Life table analysis of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) under laboratory conditions[J]. J Entomol Res, 2010, 34(2): 175-179.
- [5] WANG Yanping, WATSON G W, ZHANG Runzhi. The potential distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia[J]. Agric Forest Entomol, 2010, 12(4): 403-416.
- [6] 关鑫,曾玲,陆永跃. 广州地区自然条件下扶桑绵粉蚧入侵定殖能力研究[J]. 生物安全学报, 2011, 20(3): 192-197.
- [7] 孙峰,陆永跃. 新入侵害虫扶桑绵粉蚧严重危害棉花[J]. 中国棉花, 2011, 38(2): 19-20.
- [8] KARAR H. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation[J]. Zootaxa, 1913: 1-35.
- [9] CHU Dong, LIU Guoxia, FU Haibin, et al. Phylogenetic analysis of mt CO I reveals the cryptic lineages in *Phenacoccus solenopsis* complex (Hemiptera: Pseudococcidae)[J]. Acta Entomol Sin, 2009, 52(11): 1261-1265.
- [10] MAMOON-UR-RASHID M, KHALID M K K. Toxic and residual activities of selected insecticides and neem oil against cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Pseudococcidae) under laboratory and field conditions[J]. Pak Entomol, 2011, 33(2): 151-155.
- [11] DHAWAN A K, KAMALDEEP S, RAVINDER S. Evaluation of different chemicals for the management of mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley on Bt cotton[J]. J Cotton Res Dev, 2009, 23(2): 289-294.
- [12] 胡学难,马骏,周健勇,等. 6种化学农药及其复配对扶桑绵粉蚧的室内毒力测定[J]. 植物检疫, 2010, 24(3): 26-28.
- [13] DHAWAN A K, SARIKA S, KAMALDEEP S. Evaluation of novel and conventional insecticides for management of mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in Punjab[J]. Pestic Res J, 2008, 20(2): 214-216.
- [14] 莫建初,程家安. 新烟碱类杀虫剂抗药性研究进展[J]. 植物保护学报, 2003, 30(1): 91-96.
- [15] 唐振华,陶黎明,李忠. 害虫对新烟碱类杀虫剂的抗药性及其治理策略[J]. 农药学学报, 2006, 8(3): 195-202.
- [16] 马崇勇,高聪芬,韦华杰,等. 灰飞虱对几类杀虫剂的抗性和敏感性[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(5): 555-558.
- [17] 张志祥,徐汉虹,程东美. EXCEL在毒力回归计算中的应用[J]. 昆虫知识, 2002, 39(1): 67-70.
- [18] 覃振强,吴建辉,林莉,等. 杀虫剂对新菠萝灰粉蚧的室内毒力测定[J]. 植物检疫, 2012, 26(1): 32-35.
- [19] 单彩慧,王鸣华,范加勤,等. 西花蓟马防治药剂的室内筛选[J]. 农药, 2010, 49(10): 768-770.

【责任编辑 霍欢】