

◆ 药效与应用 ◆

噻虫胺和高效氯氟氰菊酯对瓜蚜的毒力 活性及田间防效

张妍, 徐丹丹, 王少丽*

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要:瓜蚜(*Aphis gossypii*)是一种重大农作物害虫,发生普遍且为害严重。通过室内毒力测定及田间药效试验评价噻虫胺、高效氯氟氰菊酯及其混剂对瓜蚜的杀虫活性。室内毒力测定结果表明,噻虫胺及其与高效氯氟氰菊酯的2种不同剂型混剂对瓜蚜48 h的 LC_{50} 值分别为2.674 mg/L、1.411 mg/L和4.119 mg/L,其毒力活性显著高于高效氯氟氰菊酯(LC_{50} 值为42.748 mg/L)。田间药效试验结果表明,噻虫胺、高效氯氟氰菊酯及其二者的2种混剂对瓜蚜表现出优良防效,药后7 d的防效均高于83%。因此,噻虫胺、高效氯氟氰菊酯及其二者组成的混剂可用于田间瓜蚜的化学防控。

关键词:噻虫胺;高效氯氟氰菊酯;瓜蚜;毒力活性;田间防效

中图分类号:S 436.421.2⁺¹ 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2021.03.009

Toxicity Activity and Field Control Effect of Clothianidin and λ -Cyhalothrin on *Aphis gossypii*

ZHANG Yan, XU Dandan, WANG Shaoli*

(Institute of vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: *Aphis gossypii*, an important agricultural insect, occurs widely and causes severe damage on many host plants. The toxicity activities of clothianidin, λ -cyhalothrin and their two mixed agents were evaluated using bioassay and the field control effect. From the bioassay experiment, clothianidin and the two mixed agents with λ -cyhalothrin were proved to have high toxicities on *A. gossypii* after treatment for 48 h with LC_{50} values of 2.674 mg/L, 1.411 mg/L and 4.119 mg/L, respectively, as was significantly higher than λ -cyhalothrin with LC_{50} values of 42.748 mg/L. In the field trials, the four tested insecticides all exhibited higher control efficacies, with more than 83% after insecticides spray for 7 d. It is concluded that clothianidin, λ -cyhalothrin and their two mixed agents could be adopted for the chemical control of *A. gossypii* in the field.

Key words: clothianidin; λ -cyhalothrin; *Aphis gossypii*; toxicity activity; control effect

瓜蚜(*Aphis gossypii*)又称“棉蚜”,是一种可以危害多种作物的重要农业害虫。蚜虫在我国瓜类种植产区普遍发生,其主要聚集在蔬菜叶背和嫩茎上吸取植物汁液,致使被害植株生长迟缓、叶片卷曲变黄甚至枯萎死亡,同时还可以分泌蜜露导致霉菌滋生、传播植物病毒,造成极大经济损失^[1]。由于该虫发育周期较短,繁殖能力强,世代重叠严重,仅凭自然因素难以控制其田间种群增长^[2]。目前化学药

剂是瓜蚜防控的主要手段,但随着施药次数的增加及不科学的田间施用,导致蚜虫田间种群抗药性问题日趋严重。

目前,应用于瓜蚜防治的化学试剂主要以新烟碱类药剂和拟除虫菊酯类药剂为主。新烟碱类杀虫剂是继有机磷、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯之后的第4类杀虫剂。2012年噻虫胺作为第2代新型烟碱类杀虫剂在我国正式登记,作用于昆虫神经系统突触后

收稿日期:2020-03-07

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0200500),财政部和农业农村部“国家现代农业产业技术体系(CARS-25)蔬菜有害生物控制与优质栽培北京市重点实验室和中国农业科学院科技创新工程(CAAS-ASTIP-IVFCAAS)

作者简介:张妍(1997—),女,北京人,硕士研究生,研究方向为蔬菜害虫抗药性及其治理。E-mail: zhangyanvob@163.com

通信作者:王少丽(1975—),女,博士,研究员,主要从事蔬菜害虫综合治理研究。E-mail: wangshaoli@caas.cn, http://www.cnki.net

膜的烟碱性乙酰胆碱受体,到2018年噻虫胺系列复配产品增至百种,其具有的触杀、胃毒作用和卓越的内吸性对多数重要刺吸式口器害虫都有很高的防效^[3-4]。拟除虫菊酯类杀虫剂是以天然除虫菊素为先导物合成的化合物,该类药剂通过降低昆虫解毒代谢能力达到杀虫效果^[5]。但随年限延长、施药频率增加,局部地区的田间瓜蚜种群对化学药剂产生了不同程度的抗药性,祝菁等^[6]连续3年对华东、华北、西北3个地区5个省的棉蚜进行生物测定,发现棉蚜对吡虫啉、高效氯氟氰菊酯的抗性水平均呈逐年增高趋势,其中对吡虫啉产生2 000倍以上抗性;王欢欢等^[7]对山东地区瓜蚜进行11种不同化学药剂毒力测定,研究发现均存在不同程度的抗药性。目前,由于针对抗性蚜虫防控的化学药剂较少,并且抗药性的选择压力不断增加,给瓜蚜的防治带来极大困难。

为了筛选针对田间瓜蚜的高效药剂,本研究开展了噻虫胺和高效氯氟氰菊酯及其混剂对瓜蚜的室内毒力测定及田间药效试验,以期能筛选出防控瓜蚜的高效低风险的化学药剂或适合田间桶混施用的药剂,为瓜蚜的田间化学防控提供直接的科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试蚜虫:瓜蚜田间种群于2019年9月采集于北京昌平区南口试验基地的黄瓜作物上。瓜蚜采集后在温度 $26 \pm 3^\circ\text{C}$ 的温室内黄瓜苗上饲养1代后进行室内毒力测定。寄主植物为黄瓜,育苗后置于洁净、无虫的温室内生长至2片真叶期备用。

供试药剂均为制剂。50%噻虫胺水分散粒剂WG,日本住友化学公司;5%高效氯氟氰菊酯微乳剂,东莞市瑞德丰生物科技有限公司;25%噻虫胺·高效氯氟氰菊酯SE和25%噻虫胺·高效氯氟氰菊酯CS的制剂样品,北京明德立达农业科技有限公司。

供试仪器:奥林巴斯显微镜(SZX7),北京中北博创生物技术有限公司。

1.2 不同药剂对瓜蚜的室内毒力测定

不同药剂对瓜蚜的毒力测定方法采用琼脂浸叶法^[8]。每种药剂用蒸馏水稀释成7个浓度梯度,以蒸馏水作清水对照。用直径2.5 cm的打孔器将新鲜、洁净、无农药污染的黄瓜叶片打成圆形小叶碟,将

其浸于稀释好的不同浓度的待测药液或清水对照中,10 s后取出置于室温内晾干至叶片表面无游离水,将其叶背向上平铺于塑料皿(直径为2.5 cm),塑料皿中铺有一层0.2%琼脂,以防止叶碟失水过快。每个浓度处理设置4次重复。

用零号毛笔小心挑取健康无翅成蚜20头置于带药叶碟上,先用双层卫生纸覆盖,再盖上带孔的培养皿盖子封住培养皿,防止瓜蚜逃逸,随后将带虫培养皿放置于温度为 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、光周期为16 h:8 h(L:D)和相对湿度为75%的人工气候箱内培养,48 h后分别在体视显微镜下(SZX7)检查并记录每片叶碟上的成蚜的死亡数和存活数,死亡标准为用零号毛笔轻触虫体若仅有1只足动或完全不动视为死亡。以对照组死亡率小于10%为有效试验。

1.3 不同药剂对瓜蚜的田间防效

药剂对瓜蚜的田间药效试验在北京昌平区南口试验基地中塑料大棚内进行,作物为黄瓜。秋季黄瓜于7月中旬播种,8月初定植,田间进行常规肥水管理等农事操作,植株长势相对一致,施药时植株上蚜虫发生程度属于中等。于2019年9月12日下午17时采用小型农用喷雾器进行喷雾,施药当天为晴天。试验共设4种药剂处理:噻虫胺、高效氯氟氰菊酯及其混剂的2种不同剂型,均稀释为3 000倍液后进行田间喷雾,同时设置清水空白对照。各杀虫剂现配现用,每处理重复4次,小区面积为 20 m^2 ,各处理随机区组排列,同时设清水对照等共5个处理。施药前调查黄瓜植株的瓜蚜基数,施药后1、3、7 d分别调查记录不同处理的残留存活的瓜蚜数量。调查时每小区内随机标记并调查40株,每株上标记并调查10片叶片上的蚜虫数量,每10株作为一个处理。

1.4 数据分析

瓜蚜室内生物测定所得数据采用Polo Plus 2.0软件进行分析,获得各处理对瓜蚜的斜率及其标准误、致死中浓度 LC_{50} 值及其95%置信区间、卡方值及自由度等。

田间防效记录数据采用DPS专业版数据处理软件(3.01版本),依据药前基数和药后各天存活虫数,按式(1)、(2)分别计算各处理区和对照区的虫口减退率和防效,处理间防效差异显著性测定采用Fisher LSD法。

$$\text{虫口减退率}/\% = \frac{\text{药前虫口基数} - \text{药后存活幼虫数}}{\text{药前虫口基数}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{防效}/\% = \frac{\text{处理区虫口减退率} - \text{空白对照区虫口减退率}}{100 - \text{空白对照区虫口减退率}} \times 100 \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 不同药剂对瓜蚜的室内毒力

新型杀虫剂噻虫胺对瓜蚜的毒力(LC₅₀值为2.674 mg/L)显著高于高效氟氯氰菊酯杀虫剂对瓜蚜的毒力(LC₅₀值为42.748 mg/L) 2种单剂的增效混

剂25%噻虫胺·高效氟氯氰菊酯不同剂型对瓜蚜的毒力也存在显著差异。其中,25%噻虫胺·高效氟氯氰菊酯CS对瓜蚜的致死中浓度LC₅₀值为1.411 mg/L,显著高于二者混剂的SE剂型。2种增效混剂的毒力效果表明噻虫胺与高效氟氯氰菊酯搭配后,不同剂型均对瓜蚜显示出较高毒力(表1)。

表1 不同药剂对瓜蚜的室内毒力测定

药剂	Slope ± SE	LC ₅₀ 值/(mg·L ⁻¹)及95%置信区间	χ ² (df)
噻虫胺	1.086 ± 0.108	2.674(1.654-4.187) bc	6.344 8(5)
高效氟氯氰菊酯	0.587 ± 0.135	42.748(23.257-134.899) a	1.489(4)
噻虫胺·高效氟氯氰菊酯SE	1.222 ± 0.212	4.119(2.706-6.664) b	1.652(3)
噻虫胺·高效氟氯氰菊酯CS	1.253 ± 0.140	1.411(0.954-1.940) c	4.442(5)

注:表中同列95%置信区间不重叠的标注不同小写字母,表示差异显著。

2.2 不同药剂对瓜蚜的田间防效

通过不同药剂对瓜蚜的田间防效试验(表2)可以看出,噻虫胺和高效氟氯氰菊酯这2种单剂及其增效混剂的2种剂型在3 000倍液时,对瓜蚜均有优良的防效。药后1 d,高效氟氯氰菊酯对瓜蚜的速效性高于其他各药剂处理,这种速效性可能与拟除虫菊酯类杀虫剂直接扰乱昆虫神经正常生理快速达到杀虫效果有关。该单剂防效与噻虫胺·高效氟氯氰菊酯SE的防效无显著差异,药后3 d,噻虫胺高效

氟氯氰菊酯CS对瓜蚜的相对防效(73.49%)低于噻虫胺、高效氟氯氰菊酯、噻虫胺·高效氟氯氰菊酯SE处理的相对防效(其他3个处理均高于80%),而噻虫胺·高效氟氯氰菊酯SE的防效最高,但4个处理间差异不显著,这表明相同单剂组成的混剂会因剂型不同药效产生差异。随时间延长,药后7 d,所有处理的防效均处于上升趋势且高于83%,各处理间不存在显著差异,其中噻虫胺·高效氟氯氰菊酯SE防效最高,超过90%,防效优良。

表2 不同药剂对瓜蚜的田间防效

处理	药前基数	药后1 d		药后3 d		药后7 d	
		虫口数量	相对防效/%	虫口数量	相对防效/%	虫口数量	相对防效/%
噻虫胺	154.25	126.83	20.55% b	48.92	80.43% a	43.25	87.72% a
高效氟氯氰菊酯	50.75	29.20	54.29% a	17.17	81.12% a	12.17	88.86% a
噻虫胺·高效氟氯氰菊酯CS	69.67	69.67	31.21% ab	35.92	73.49% a	23.08	83.33% a
噻虫胺·高效氟氯氰菊酯SE	52.83	22.92	53.55 a	10.17	86.76 a	7.42	92.35 a
空白对照	26.75	23.50		36.00		48.00	

注:药前基数和虫口数量以“头/株”计算,表中同列不同小写字母表示在P<0.05水平差异显著。

3 结果与讨论

瓜蚜是黄瓜、西瓜、甜瓜等瓜类作物生长过程中的重要害虫,给作物的产量和品质带来严重影响。近年来田间局部地区瓜蚜对化学药剂的抗性不断增加,使得防控工作更为艰难。柳建伟等^[9]采用滤纸药膜法发现新疆地区棉蚜对有机磷类杀虫剂的抗性倍数达900倍以上,即敏感性极低;陈金翠等^[1]采用蚜虫喷雾法对瓜蚜进行室内毒力测定,发现测试瓜蚜对乙基多杀菌素SC敏感度明显下降,48 h后LC₅₀值达2 225.63 mg/L。笔者通过室内毒力测定试验中发现,烟碱类杀虫剂噻虫胺对瓜蚜的致死中浓度LC₅₀值是2.674 mg/L,说明高药剂对田间瓜蚜具有

较高毒力,这与王欢欢等^[7]采用叶片带虫浸渍法对瓜蚜进行毒力测定的结果接近。研究表明,处理48 h后噻虫胺对瓜蚜的LC₅₀值为3.14 mg/L,而高效氟氯氰菊酯对瓜蚜的LC₅₀值比噻虫胺高至少20倍,说明瓜蚜其对该药剂的室内毒力反应不敏感,这也与王欢欢等研究结果一致^[7]。

本试验中,虽然高效氟氯氰菊酯单剂对瓜蚜的室内生测反应不敏感,LC₅₀值为42.748 mg/L,但田间试验中,施药后3 d和7 d后的田间防效均超过80%,其复配制剂的防效也在83%以上,说明室内毒力测定数据不能完全反映杀虫剂的田间防效结果,需要二者结合进行综合判定。高德良等^[10]对瓜蚜进行田间防效测定,发现高效氟氯氰菊酯的持效性差,与

本文结果略有差异,但可以肯定的是,该菊酯类药剂的速效性高于其他处理,生产上可以与持效期长的其他药剂配合使用,以达到更高防效。例如,本文测试发现噻虫胺、高效氯氟氰菊酯这2种单剂及其混配制剂均可对田间瓜蚜产生优良防效,防效均为83%以上(表2),二者配合施用能够延长菊酯类药剂的持效期,表明噻虫胺与高效氯氟氰菊酯也可于田间进行桶混施用。目前已有商品制剂25%氯氟·噻虫胺微囊悬浮-悬浮剂,登记用于防控甘蓝作物上的粉虱、蓟马等害虫^[11],也有研究者将二者的复配剂用于防控韭菜迟眼蕈蚊并取得良好效果^[12]。本研究中在瓜蚜的化学防控同样取得了优异效果,进一步表明噻虫胺与高效氯氟氰菊酯混合具有更广的防效谱。

复配制剂可提升对靶标生物的防控效果,原因之一是复配时采用适宜的增效比例。本文中4个药剂处理在试验期间均未发现其对作物药害的现象,推测在测试剂量下对作物是安全可靠的。不同混配制剂对有益生物的毒性表现不一致,丁悦等^[13]采用药膜法对比不同混剂对蜜蜂的毒性试验,发现噻虫胺·吡蚜酮复配剂的毒性低于噻虫胺单剂,而噻虫胺醚菊酯复配剂的毒性则高于噻虫胺单剂。以往研究表明,部分增效混剂不仅可对害虫防效显著,还可有效延缓害虫抗性的产生。除了农业害虫,含有烟碱类(吡虫啉、噻虫嗪、啶虫脒等)和菊酯类杀虫剂(高效氯氟氰菊酯、联苯菊酯等)的混剂也可对臭虫(*Cimex lectularius*)、冈比亚按蚊(*Anopheles gambiae*)等卫生害虫起到更优的防效,并且可改善靶标生物对拟除虫菊酯类杀虫剂产生的抗性^[14-15],但联苯菊酯对瓜蚜的田间防效明显低于常见的烟碱类杀虫剂^[16]。同时,相同2种药剂配制的混剂因剂型不同而防效不同,这可能是由于农药的化学结构、理化性质和作用机理不同造成的差异^[17],而噻虫胺·高效氯氟氰菊酯SE效果明显高于其余3个处理,说明噻虫胺·高效氯氟氰菊酯SE田间防控效果更优,但不同药剂及其混剂在田间施用不同时间及不同频次后,对农产品的安全性等相关问题需进一步关注和研究。

综合不同药剂及其复配制剂对瓜蚜室内毒力和田间防效试验结果,新型烟碱类杀虫剂噻虫胺、高效氯氟氰菊酯及其二者的混剂均对防治蚜虫表现出优良防控效果,可用于田间瓜蚜的化学防控。

参考文献

(1) 陈金翠,王泽华,余桂华,等. 6种农药对瓜蚜的毒力测定及田间药效[J]. 植物保护, 2016, 42(5): 230-233.

- [2] 庞保平,周晓榕,陈静,等. 温室瓜蚜种群动态的研究[J]. 昆虫知识, 2005, 42(5): 515-518
- [3] MATSUDA K, BUCKINGHAM S D, KLEIER D, et al. Neonicotinoids: insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors [J]. Trends in Pharmacological Sciences, 2001, 22(11): 573-580.
- [4] 王建军,韩召军,王萌长. 新烟碱类杀虫剂毒理学研究进展[J]. 植物保护学报, 2001, 28(2): 178-182.
- [5] 梁彦,张帅,邵振润,等. 棉蚜抗药性及其化学防治[J]. 植物保护, 2013, 39(5): 70-80.
- [6] 祝菁,李晨歌,沈雅楠,等. 苹果绵蚜田间种群的抗性监测[J]. 农药学报, 2016, 18(4): 447-452.
- [7] 王欢欢,张春姣,刘梦铭,等. 氟啶虫胺胍等11种杀虫剂对瓜蚜的毒力及协同增效作用[J]. 农药学报, 2019, 21(2): 181-186.
- [8] XU D D, HE Y Y, ZHANG Y J, et al. Status of pesticide resistance and associated mutations in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, in China[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2018, 150: 89-96.
- [9] 柳建伟,张东海,陈晋忠,等. 棉蚜对12种杀虫剂的敏感性测定[J]. 农药, 2012, 51(8): 613-615.
- [10] 高德良,庄占兴,宋化稳,等. 氟啶虫胺胍等7种杀虫剂对西瓜蚜虫防效比较[J]. 长江蔬菜, 2019(14): 65-67.
- [11] 陶晔,苑士涛,范凡,等. 25%噻虫胺·高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂防治温室白粉虱的田间药效试验[J]. 河北农业科学, 2014, 18(4): 40-42.
- [12] 庄占兴,胡尊纪,范金勇,等. 噻虫胺与高效氯氟氰菊酯复配防治韭菜迟眼蕈蚊幼虫配方筛选与田间应用效果[J]. 农药, 2017, 56(3): 228-230.
- [13] 丁悦,刘敏,严海娟,等. 噻虫胺及其混配制剂对意大利蜜蜂和玉米螟赤眼蜂的急性毒性[J]. 昆虫学报, 2015, 58(9): 1030-1036.
- [14] WANG C L, SINGH N, COOPER R. Field study of the comparative efficacy of three pyrethroid/neonicotinoid mixture products for the control of the Common Bed Bug, *Cimex lectularius*[J]. Insects, 2015, 6(1):197-205.
- [15] NGUFOR C, FONGNIKIN A, ROWLAND M, et al. Indoor residual spraying with a mixture of clothianidin (a neonicotinoid insecticide) and deltamethrin provides improved control and long residual activity against pyrethroid resistant *Anopheles gambiae* sl in Southern Benin[J]. PLoS ONE, 2017, 12(12): e0189575.
- [16] 王少丽,张友军,徐宝云. 北京地区西瓜蚜虫的发生规律及药剂防治研究[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(10): 44-46.
- [17] WANG H Y, YANG Y, SU J Y, et al. Assessment of the impact of insecticides on *Anagrus nilaparvatae* (Pang et Wang) (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of the rice planthopper, *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae)[J]. Crop Protection, 2008, 27(3/5): 514-522.