

6种农药对瓜蚜的毒力测定及田间药效

陈金翠¹, 王泽华¹, 金桂华¹, 孙艳艳², 张涛³, 魏书军¹, 官亚军^{1*}

(1. 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097; 2. 北京市通州区植物保护站, 北京 101101; 3. 北京市植物保护站, 北京 100029)

摘要 为了筛选防治西瓜瓜蚜的有效药剂,用6种药剂进行了室内毒力测定和田间药效试验。结果表明,1.8%阿维菌素 EC 对瓜蚜的毒力最高,60 g/L 乙基多杀菌素 SC 毒力最低,48 h LC₅₀分别为 0.38 mg/L 和 2 225.63 mg/L。6种药剂毒力大小依次为阿维菌素>溴氰虫酰胺>氟啶虫胺胍>啶虫脒>吡虫啉>乙基多杀菌素。田间试验结果表明,1.8%阿维菌素 EC 3 000 倍、10%溴氰虫酰胺 OD 2 000 倍、22%氟啶虫胺胍 SC 4 000 倍对瓜蚜速效性及持效性均较好,3~14 d 防效均达到 90%以上,防效差异不显著;20%啶虫脒 WP 3 000 倍和 10%吡虫啉 WP 3 000 倍速效性及持效性均较差,1 d 防效分别为 31.31%和 6.66%,14 d 防效分别为 57.39%和 47.80%;60 g/L 乙基多杀菌素 SC 1 000 倍防效最差,药后 14 d 的最高防效仅为 34.70%。推荐田间轮换使用阿维菌素、溴氰虫酰胺、氟啶虫胺胍防治瓜蚜。

关键词 药剂; 瓜蚜; 毒力; 生物测定; 田间防治效果

中图分类号: S 436.421, S 482.3 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.05.042

Toxicity and field control efficacy of six pesticides against the melon aphid *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

Chen Jincui¹, Wang Zehua¹, Jin Guihua¹, Sun Yanyan², Zhang Tao³, Wei Shujun¹, Gong Yajun¹

(1. Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100097, China; 2. Plant Protection Station of Tongzhou District, Beijing 101101, China; 3. Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China)

Abstract In order to select effective insecticides for the melon aphid *Aphis gossypii*, toxicity bioassay and field tests of six pesticides on this aphid were conducted. The toxicity test results showed that abamectin 1.8% EC had the highest toxicity, with a LC₅₀ value of 0.38 mg/L after 48 h. Spinetoram 60 g/L SC showed the lowest toxicity, with a LC₅₀ value of 2 225.63 mg/L after 48 h. The order of the toxicity of the six pesticides from high to low was abamectin, cyantraniliprole, sulfoxaflor, acetamiprid, imidacloprid and spinetoram. The field efficacy experiments showed that 3 000 times dilution of abamectin 1.8% EC, 2 000 times dilution of cyantraniliprole 10% OD and 4 000 times dilution of sulfoxaflor 22% SC had best control efficacy and persistent effect to the melon aphids. The control efficacies of them were all above 90% after application for 3—14 d, and there were no significant differences among them. 3 000 times dilution of acetamiprid 20% WP and 3 000 times dilution of imidacloprid 10% WP had poor control efficacy and persistent effect, with control efficacies of 31.31%, 6.66% after 1 d, and 57.39%, 47.80% after 14 d, respectively. The control efficacy of the 1 000 times dilution of spinetoram 60 g/L SC was the worst, with a highest value of 34.70% after 14 d. We recommend the rotation of sulfoxaflor, cyantraniliprole and acetamiprid for control of the melon aphid in fields.

Key words pesticide; *Aphis gossypii*; toxicity; bioassay; field control efficacy

瓜蚜(*Aphis gossypii* Glover)又称棉蚜,属半翅目蚜科,是一种世界性的杂食害虫,主要通过取食植物汁液和传播病毒病造成危害。瓜蚜寄主范围广泛,据记载有 116 科 900 多种,其中对棉花、瓜类蔬

收稿日期: 2015-10-29 修订日期: 2015-12-07

基金项目: 北京市农林科学院科技创新能力建设专项(KJ CX20140403, KJ CX20150406);北京市农业科技项目(20140105)

* 通信作者 E-mail: gongyajun200303@163.com

菜的为害最为严重^[1]。该虫以成蚜和若蚜在寄主植物叶背和嫩茎上取食汁液,导致被害叶片卷缩,瓜苗萎焉,老叶受害变黄,提前枯落。同时瓜蚜为害时不但排出大量蜜露,引发煤污病,还传播病毒病等多种病害。由于该虫发育历期短,生殖力高,世代重叠严重,特别是在适宜的温室环境条件下,该蚜大量繁殖导致天敌等自然控制因素难以控制其种群增长^[2]。目前对瓜蚜的防治主要依靠化学农药,但由于长期单一使用同一类杀虫药剂以及不科学的施药习惯,导致该虫产生不同程度的抗药性^[3-7]。而正确选择和使用药剂是延缓害虫抗药性发展的重要措施。笔者选用常用药剂 10%吡虫啉 WP、20%啶虫脒 WP、1.8%阿维菌素 EC 及近几年研发投入市场的新型杀虫剂 22%氟啶虫胺脒 SC、60 g/L 乙基多杀菌素 SC、10%溴氰虫酰胺 OD,共 6 种药剂进行西瓜上瓜蚜的室内毒力测定及田间药效试验,以期筛选高效、安全的药剂,更好地控制田间瓜蚜提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试药剂

室内毒力测定与田间药效试验均采用制剂测定,分别是 1.8%阿维菌素乳油(abamectin,河北威远生化农药有限公司)、60 g/L 乙基多杀菌素悬浮剂(spinetoram,美国陶氏益农公司)、10%吡虫啉可湿性粉剂(imidacloprid,河北威远生化农药有限公司)、20%啶虫脒可湿性粉剂(acetamiprid,深圳诺普信农化股份有限公司)、10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂(cyantraniliprole,美国杜邦公司)、22%氟啶虫胺脒悬浮剂(sulfoxaflor,美国陶氏益农公司)。

1.2 供试虫源

试虫瓜蚜(*A. gossypii*)采自北京市大兴区榆垓千亩园基地温室西瓜上,开展试验前未使用过任何化学药剂,选用个体大小一致的无翅成蚜为供试虫源。

1.3 试验方法

1.3.1 室内毒力测定

室内毒力测定参照 FAO(联合国粮农组织)推荐的蚜虫喷雾法进行^[8]。在预试验的基础上,将各药剂用含 0.1% Triton X-100 纯净水按等比配制成 7 个系列浓度梯度。将田间种植的没有接触过药剂的黄瓜叶片打成直径 5.5 cm 的圆片,然后将叶片正面朝下贴于直径为 5.5 cm 的培养皿内。用毛笔小

心将采集的健康无翅成蚜接到叶片上,每皿 20 头,然后在 Potter 喷雾塔(Burkard Manufacturing Co. Ltd.)下精确喷雾,每次喷雾量为 3 mL,喷雾压力为 68.9 kPa,每次药液喷完后沉降 30 s,用保鲜膜封好,在膜上用昆虫针扎 15~20 个小孔,每浓度设 4 次重复^[9-11]。放入温度 25℃、光照为 L//D=16 h//8 h 恒温培养箱内饲养,分别于 24 h 和 48 h 后在解剖镜下检查死亡情况,以足、触角颤动者为活虫,对难以判断死活的蚜虫用昆虫针轻触虫体,无任何反应者视为死亡,统计蚜虫的死亡数。

1.3.2 田间药效试验

试验在北京市大兴区榆垓千亩园基地温室西瓜上进行,供试西瓜品种为‘京秀’。西瓜于 6 月下旬育苗,7 月中旬定植,株行距为 60 cm×100 cm,定植前用鸡粪作底肥,定植后除了浇水外未施用过任何化肥和农药,施药时瓜蚜为害比较严重且分布不均匀,于 2015 年 8 月 15 日上午施药,天气晴。

试验共设 7 种处理,选用各药剂的田间推荐剂量进行,具体如下:1.8%阿维菌素乳油 3 000 倍液、60 g/L 乙基多杀菌素悬浮剂 1 000 倍液、10%吡虫啉可湿性粉剂 3 000 倍液、20%啶虫脒可湿性粉剂 3 000 倍液、10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂 2 000 倍液、22%氟啶虫胺脒悬浮剂 4 000 倍液和清水对照。每种处理重复 4 次,共设 28 个小区,小区面积约 30 m²,随机区组排列,采用西班牙生产的没得比背负式电动喷雾器整株均匀喷雾,药液量为 675 kg/hm²。

调查方法采用随机取样,每小区标记 10 株,每株标记一片复叶,施药前调查叶片上的蚜虫数,由于药后 1 d 在田间难以辨别瓜蚜死活,因此随机采集各处理区带虫叶片带回实验室在解剖镜下观察蚜虫死亡情况,药后 3、7 和 14 d 分别调查各处理小区标记叶片上残留活虫数。

1.4 数据分析

毒力测定试验用 DPS 12.01 统计软件计算毒力回归方程、致死中浓度(LC₅₀)及其 95%置信区间,进行方差分析和回归分析。田间药效试验根据统计结果计算虫口减退率和防效,用 Duncan 氏新复极差测验法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定结果

试验结果表明,6 种农药对瓜蚜的毒力均随浓度

的提高及作用时间的延长而增加,供试 6 种药剂中瓜蚜对 1.8%阿维菌素 EC 敏感性最高,其 24 h 和 48 h 的 LC_{50} 分别为 0.40 mg/L 和 0.38 mg/L;其次是 10%溴氰虫酰胺 OD 和 22%的氟啶虫胺胍 SC,24 h 的 LC_{50} 分别为 69.75 mg/L 和 197.81 mg/L,48 h 的 LC_{50} 分别为 43.81 mg/L 和 48.18 mg/L,二者对瓜蚜的毒力水平相当。10%吡虫啉 WP 和 20%啶虫脒 WP 处理的部分蚜虫均已开始产仔,24 h 的 LC_{50} 分别为 7 980.78 mg/L

和 412.01 mg/L,48 h 的 LC_{50} 分别为 453.65 mg/L 和 254.99 mg/L,二者 48 h 的 LC_{50} 相差 1.78 倍。瓜蚜对 60 g/L 乙基多杀菌素 SC 的敏感性最差,48 h 的 LC_{50} 高达 2 225.63 mg/L,测试浓度为 1 000 mg/L 时,大多数蚜虫已开始产仔,且若蚜发育正常(表 1)。

因此,6 种药剂对瓜蚜的毒力排序为:阿维菌素 > 溴氰虫酰胺 > 氟啶虫胺胍 > 啶虫脒 > 吡虫啉 > 乙基多杀菌素。

表 1 6 种药剂对瓜蚜室内毒力测定结果¹⁾

Table 1 Toxicity of six pesticides against *Aphis gossypii*

供试药剂 Pesticide	调查时间/h Exposure time	LC_{50} (95%置信限)/mg·L ⁻¹ LC_{50} (95% confidence interval)	斜率±标准误差 Slope±SE	相关系数 Correlation coefficient	相对毒力 Relative toxicity
60 g/L 乙基多杀菌素 SC Spinetoram 60 g/L SC	24	33 079.75(3 023.85~129 547.78)	2.74±0.23	0.831 8	1.00
	48	2 225.63(878.94~26 685.37)	0.88±0.36	0.947 4	1.00
10%吡虫啉 WP Imidacloprid 10% WP	24	7 980.78(1 329.31~28 868.84)	0.42±0.18	0.974 9	4.14
	48	453.65(128.02~5 433.01)	0.32±0.13	0.987 4	4.91
20%啶虫脒 WP Acetamiprid 20% WP	24	412.01(246.69~924.15)	0.78±0.11	0.960 7	80.29
	48	254.99(137.07~831.65)	0.61±0.15	0.916 0	8.73
22%氟啶虫胺胍 SC Sulfoxaflor 22% SC	24	197.81(173.50~231.44)	2.77±0.23	0.983 9	167.24
	48	48.18(34.89~61.17)	1.84±0.19	0.990 0	46.19
10%溴氰虫酰胺 OD Cyantraniliprole 10% OD	24	69.75(40.73~205.17)	1.43±0.14	0.902 8	474.26
	48	43.81(32.69~57.45)	1.34±0.19	0.967 8	50.80
1.8%阿维菌素 EC Abamectin 1.8% EC	24	0.40(0.33~0.48)	2.18±0.23	0.979 1	82 226.57
	48	0.38(0.29~0.46)	1.86±0.22	0.941 9	5 927.08

1) 以具有最大 LC_{50} 的药剂的相对毒力为 1,其他药剂的相对毒力是用最大的 LC_{50} 除以该药剂的 LC_{50} 所得。

The relative toxicity was set to one for the pesticide with the highest LC_{50} , while the relative toxicity of other pesticides was calculated by comparison with the highest LC_{50} .

2.2 田间药效试验结果分析

田间试验结果(表 2)表明,22%氟啶虫胺胍 SC、10%溴氰虫酰胺 OD 和 1.8%阿维菌素 EC 的速效性和持效性最好,药后 1 d 的防效达 84.16%~87.87%,7 d 的防效达 93.53%~96.59%,14 d 的防效达 92.20%~95.05%,且防效间没有显著差异。20%啶

虫脒 WP 和 10%吡虫啉 WP 速效性和持效性均显著低于上述 3 种药剂,药后 1 d 防效分别为 31.31%和 6.66%,7 d 防效分别为 58.85%和 41.21%,14 d 防效分别为 57.39%和 47.80%,药后 7 d 二者防效呈显著差异($P<0.01$)。在所有供试药剂中 60 g/L 乙基多杀菌素 SC 防效最低,药后 14 d 的防效仅为 34.70%。

表 2 6 种药剂对瓜蚜田间药效试验结果¹⁾

Table 2 Field control efficacy of six pesticides against *Aphis gossypii*

供试药剂 Pesticide	稀释 倍数 Dilution ratio	药后 1 d One day after application			田间 虫口 基数 number in field	药后 3 d Three days after application		药后 7 d Seven days after application		药后 14 d Fourteen days after application	
		总虫 数/头 No. of observed insects	活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy		活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy	活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy	活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy
22%氟啶虫胺胍 SC Sulfoxaflor 22% SC	4 000	248	39	84.16 aA	4 247	708	94.87 aA	265	96.59 aA	186	95.05 aA
10%溴氰虫酰胺 OD Cyantraniliprole 10% OD	2 000	209	29	86.02 aA	3 975	672	94.80 aA	265	96.23 aA	192	94.54 aA
1.8%阿维菌素 EC Abamectin 1.8% EC	3 000	191	23	87.87 aA	4 451	1 389	90.40 aA	516	93.53 aA	307	92.20 aA

续表 2 Table 2(Continued)

供试药剂 Pesticide	稀释 倍数 Dilution ratio	药后 1 d One day after application			田间 虫口 基数 Base number in field	药后 3 d Three days after application		药后 7 d Seven days after application		药后 14 d Fourteen days after application	
		总虫 数/头 No. of observed insects	活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy		活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy	活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy	活虫 数/头 No. of live insects	防效/% Control efficacy
20%啉虫脒 WP Acetamiprid 20% WP	3 000	198	135	31.31 bcBC	2 402	2 534	67.54 bB	1 769	58.85 bB	906	57.39 bB
10%吡虫啉 WP Imidacloprid 10% WP	3 000	177	164	6.66 cC	2 419	2 728	65.30 bB	2 545	41.21 cC	1 118	47.80 bB
60 g/L 乙基多杀菌素 SC Spinetoram 60 g/L SC	1 000	145	59	59.01 bB	1 430	1 630	64.92 bB	1 478	42.22 cC	826	34.70 cC
对照 CK	272	2	—	—	2 024	6 577	—	3 622	—	1 791	—

1) 同列数据后不同大写字母表示在 1%水平上差异显著,不同小写字母表示在 5%水平上差异显著。(药后 1 天试验结果系采虫回室内判断)。Different capital letters in the same column indicate significant difference at 0.01 level, Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. (The insects collected from the treated field were used for the assay of the first day results in lab.)

3 结论与讨论

瓜蚜是西瓜生产中的主要害虫,在我国华北、华中和华南地区的西瓜田内普遍发生,为害严重。烟碱类杀虫剂一直被广泛用于防治各类蚜虫,相关报道较多。2011 年王少丽等^[12]对防治西瓜蚜虫的几种药剂进行了研究,结果显示阿维菌素 LC_{50} 为 0.072 mg/L,啉虫脒 LC_{50} 为 0.45 mg/L,吡虫啉 LC_{50} 为 2.81 mg/L,三者药后 14 d 田间防效均达 90%以上。2012 年宫亚军等^[13]对黄瓜瓜蚜毒力测定及田间防效研究结果显示,阿维菌素对瓜蚜 LC_{50} 为 8.272 8 mg/L,啉虫脒 LC_{50} 为 29.292 7 mg/L,吡虫啉 LC_{50} 为 46.048 7 mg/L,瓜蚜对三种药剂均很敏感,药后 14 d 田间防效均达 94%以上。与前人的研究结果相比,本试验中吡虫啉和啉虫脒对田间瓜蚜的毒性均大幅度降低,说明随着吡虫啉和啉虫脒的大量使用,该地区瓜蚜已产生较高的抗性。尽管本试验中阿维菌素对瓜蚜的室内毒力水平仍较高,但田间防效低于氟啉虫脒和溴氰虫酰胺,这可能与阿维菌素的商品制剂有效成分含量相对低,使用浓度低有关。

氟啉虫脒为美国陶氏益农公司研制的第一个磺酰亚胺(sulfoximine)类农用杀虫剂,其杀虫谱与新烟碱类杀虫剂有所不同,对新烟碱类产生抗性的刺吸性昆虫对该药很敏感,是用于蚜虫抗性治理的一个新药剂^[14]。赵冰梅等^[15]研究了 50%氟啉虫脒水分散粒剂等几种药剂对棉蚜田间药效,结果显示对棉蚜具有较好的防治效果,其中、高剂量处理即 25、35 g/hm² 处理的防效极显著优于其他药剂处

理,有效控蚜期达 14 d 以上,优于其他几种药剂。

溴氰虫酰胺是杜邦公司开发的苯甲酰胺类杀虫剂,通过激活靶害虫的鱼尼丁受体防治害虫^[16],本试验中对瓜蚜的防效介于氟啉虫脒与阿维菌素之间,其速效性与持效性均较好,药后 14 d 防效达 94.54%。

瓜蚜是典型的 r 对策害虫,其发育历期短,生殖力强,世代重叠,对药剂的抗性发展速度较快。本研究的室内毒力测定与田间防效结果表明,应避免使用已经对其产生抗性的吡虫啉及啉虫脒,推荐选用 22%氟啉虫脒 SC、10%溴氰虫酰胺 OD 和 1.8%阿维菌素 EC,尤其对抗性较高的瓜蚜种群及难以防治的伏蚜,更要注意轮换用药,避免连续单一使用一种药剂,以延长农药使用寿命,延缓抗药性的发展。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 庞保平,周晓榕,陈静,等. 温室瓜蚜种群动态的研究[J]. 应用昆虫学报, 2005, 42(5): 515-518.
- [3] 李菁,韩召军. 棉蚜对吡虫啉抗性的初步研究[J]. 农药学报, 2007, 9(3): 257-262.
- [4] Ahmad M, Arif M I. Susceptibility of Pakistani populations of cotton aphid *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) to endosulfan, organophosphorus and carbamate insecticides[J]. Crop Protection, 2008, 27(3-5): 523-531.
- [5] Wang Kaiyun, Guo Qinglong, Xia Xiaoming, et al. Resistance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) to selected insecticides on cotton from five cotton production regions in Shandong, China [J]. Journal of Pesticide Science, 2007, 32(4): 372-378.

剂 4.5% 高效氯氰菊酯乳油 (60 mL/667m²) 无显著差异。20% 呋虫胺可溶粒剂不同用药量处理间百穗幼虫量和有虫穗率也无显著差异。试验结果表明,

20% 呋虫胺可溶粒剂 20、25 和 30 g/667m² 的用量均可用于小麦穗期麦红吸浆虫的防治, 保护穗期不受侵害。

表 1 20% 呋虫胺可溶粒剂对穗期麦红吸浆虫的防治效果¹⁾

Table 1 Control efficacy of 20% dinotefuran SG against *Sitodiplosis mosellana* during the wheat heading stage

药剂名称 Pesticide	用量 Dosage	百穗幼虫量/头 Larva no. per 100 ears	有虫穗率/% Percentage of infected ears	防治效果/% Control efficacy
20% 呋虫胺 SG	20 g/667m ²	(17.30±6.57)b	(8.0±2.31)b	92.93
20% Dinotefuran SG	25 g/667m ²	(24.30±6.06)b	(10.0±1.15)b	90.07
	30 g/667m ²	(17.00±7.51)b	(7.7±3.18)b	93.06
4.5% 高效氯氰菊酯 EC	60 mL/667m ²	(3.30±1.76)b	(2.0±1.15)b	98.64
4.5% beta-Cypermethrin EC				
清水对照 CK		(196.30±59.48)a	(32.7±5.70)a	—

1) 表中所列数据为平均值±标准误, 同一列中具有不同字母的为经 Duncan 多重比较差异显著 ($P < 0.05$)。

Data in the table are mean ± SE. Data followed by different letters in the same column are significantly different at 0.05 level.

3 结论与讨论

吸浆虫穗期防治的药效筛选试验的核心在于成虫监测和抽穗期 (抽穗 70% 至扬花前) 喷雾施药。本试验在麦红吸浆虫防治达标田 (每小方土壤中 5 头以上的幼虫/圆茧), 从孕穗初期开始用黄色粘板监测成虫的发生量, 避免了手扒麦垄观察成虫或网捕方法的人为因素误差, 在小麦从孕穗到扬花期间简便直观地监测了成虫发生动态, 为穗期防治提供决策。试验结果表明, 20% 呋虫胺可溶粒剂可以用于吸浆虫的穗期防治。本试验结果为穗期吸浆虫田间药效试验和药剂筛选提供了一套合理的方法, 也为未来制定相关的药效试验准则提供了科学依据。

参考文献

[1] 袁锋, 花保祯, 仵均祥, 等. 小麦吸浆虫成灾规律与控制[M].

北京: 科学出版社, 2003.

[2] 武予清, 苗进, 段云, 等. 麦红吸浆虫的研究与防治[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

[3] 段云, 蒋月丽, 苗进, 等. 麦红吸浆虫在我国的发生、危害及防治[J]. 昆虫学报, 2013, 56(11): 1359-1366.

[4] 张克斌, 郭予元, 李光博, 等. 小麦吸浆虫及其综合治理[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1990.

[5] 陈巨莲, 倪汉祥. 小麦吸浆虫的研究进展[J]. 昆虫知识, 1998, 35(4): 240-243.

[6] 武予清, 段爱菊, 张自启, 等. 小麦抽穗期与麦红吸浆虫成虫发生期的同步性及其受害程度[J]. 生态学报, 2015, 35(11): 3548-3554.

[7] 倪汉祥, 丁建红, 郭予元. 小麦红吸浆虫种群动态及综合治理技术体系成果研究回顾与展望[M]// 成卓敏. 植物保护科技创新与发展. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008.

[8] 武予清, 赵文新, 蒋月丽, 等. 小麦红吸浆虫成虫的黄色粘板监测[J]. 植物保护学报, 2009, 36(4): 381-385.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 233 页)

[6] 张学涛, 柳建伟, 李芬, 等. 新疆地区棉蚜对不同杀虫剂敏感度水平测定[J]. 植物保护, 2012, 38(2): 163-166.

[7] 王娜, 郎志飞, 贺康, 等. 河北邢台和江苏南京地区棉蚜对丁硫克百威和吡虫啉的抗性[J]. 中国农业科学, 2013, 46(16): 3377-3383.

[8] Busvine J R. Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides [R]. FAO Plant Production Paper 21, 1980.

[9] Bernardi D, Botton M, Da Cunha U S, et al. Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry [J]. Pest Management Science, 2013, 69(1): 75-80.

[10] 林荣华, 姜辉, 刘亮, 等. Potter 喷雾塔用药量指标的初步探索[J]. 农药科学与管理, 2004, 25(3): 19-21.

[11] 程东美, 张志祥. 几种药剂对小菜蛾室内毒力及田间药效研究[J]. 植物医生, 2002, 15(6): 29-30.

[12] 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.

[13] 宫亚军, 石宝才, 康总江, 等. 7 种农药对瓜蚜的室内毒力测定[J]. 农药, 2012, 51(4): 310-311.

[14] 叶莹. 新颖杀虫剂 sulfoxaflo 的生物特性[J]. 世界农药, 2011, 33(4): 19-24.

[15] 赵冰梅, 马江锋, 何卫疆, 等. 50% 氟啶虫胺腈 WG 对棉蚜的田间防治效果[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(6): 56-58.

[16] 杨桂秋, 黄琦, 陈霖, 等. 新型杀虫剂溴虱虫酰胺研究概述[J]. 世界农药, 2012, 36(6): 19-21.

(责任编辑: 杨明丽)