

哒螨灵对三种害虫的毒力比较及其应用潜力评价

任学祥¹ 王开运^{1*} 左鸣² 肖昌海³ 杨焕青³

(1. 山东农业大学植物保护学院, 泰安 271018; 2. 山东泰安出入境检验检疫局, 泰安 271000;

3. 山东省联合农药工业有限公司, 济南 250100)

摘要: 为明确杀螨剂哒螨灵对 B 型烟粉虱、水稻灰飞虱和黄曲条跳甲等 3 种害虫的毒力和扩大其使用范围, 采用玻管药膜法测定了哒螨灵等药剂对 B 型烟粉虱和水稻灰飞虱成虫的毒力, 用浸渍法测定了哒螨灵等对 B 型烟粉虱若虫和黄曲条跳甲的毒力。结果显示, 哒螨灵对烟粉虱成虫和水稻灰飞虱成虫的毒力最高, 触杀 LC_{50} 分别为 0.952 mg/L 和 0.252 mg/L; 哒螨灵对 B 型烟粉虱若虫的触杀 LC_{50} 为 43.148 mg/L, 其毒力较啶虫脒和吡虫啉低, 与烯啶虫胺毒力相当, 但较吡丙醚毒力高近 1 倍; 哒螨灵对黄曲条跳甲的 LC_{50} 为 195.123 mg/L, 其毒力低于毒死蜱, 但高于啶虫脒和吡虫啉。表明哒螨灵不仅对 B 型烟粉虱和水稻灰飞虱成虫毒力高, 对烟粉虱若虫和黄曲条跳甲的毒力也较高, 有进一步开发应用的潜力。

关键词: 哒螨灵; B 型烟粉虱; 水稻灰飞虱; 黄曲条跳甲; 毒力

The toxicity comparison and application evaluation of pyridaben to three insect pest

Ren Xuexiang¹ Wang Kaiyun^{1*} Zuo Yiming² Xiao Changhai³ Yang Huanqing³

(1. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong Province, China;

2. Import and Export Inspection and Quarantine Bureau of Tai'an, Tai'an 271000, Shandong Province,

China; 3. Shandong United Pesticide Industry, Jinan 250100, Shandong Province, China)

Abstract In order to extend the application scope of pyridaben, the toxicity of pyridaben to *Bemisia tabaci* biotype B, *Laodelphax striatellus* and *Phyllotreta striolata* were detected using the residual film and immersion methods. The results showed that pyridaben had higher toxicity than the other pesticides to adults of *B. tabaci* biotype B and *P. striolata* with LC_{50} 0.952 mg/L and 0.252 mg/L, respectively. The LC_{50} of pyridaben to nymphs of *B. tabaci* biotype B was 43.148 mg/L, the toxicity of which was lower than those of acetamiprid and imidacloprid as high as nitenpyram, but higher than pyriproxyfen nearly one time. The LC_{50} of pyridaben to *L. striatellus* was 195.123 mg/L, which was lower than that of chlorpyrifos, but was higher than those of acetamiprid and imidacloprid. The results showed that pyridaben had high toxicity to adults of *B. tabaci* biotype B and *L. striatellus*, to nymphs of *B. tabaci* and *P. striolata* as well. The results indicated that pyridaben was worthy to be further studied and developed.

Key words pyridaben; *Bemisia tabaci* biotype B; *Phyllotreta striolata*; *Laodelphax striatellus*; toxicity

B 型烟粉虱 *Bemisia tabaci* biotype B、水稻灰飞虱 *Phyllotreta striolata* 和黄曲条跳甲 *Laodelphax striatellus* 均为刺吸式害虫, 是我国蔬菜和水稻上的主要害虫, 近年来危害日益加重, 其中 B 型烟粉虱被

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(200903033)

作者简介: 任学祥, 男, 1986 年生, 硕士研究生, 研究方向为农药毒理与害虫抗药性, email: rxxiangl@sina.com

* 通讯作者(Author for correspondence), email: kywang@sdau.edu.cn

收稿日期: 2010-05-28

冠以“超级害虫”称号,除刺吸危害外,还可传播大量植物病毒^[1-2],给农业生产带来了很大损失。目前控制这些害虫主要依靠化学防治,而杀虫剂的频繁、大量及盲目使用,导致烟粉虱、水稻灰飞虱和黄曲条跳甲等抗药性增强,给化学防治带来更大困难^[3-5]。农业生产中迫切需要高效、安全、低毒和对环境友好的轮换和替代药剂。

随着人们对生态环境和农产品安全性的日益重视,开发新农药的难度不断增大,其原因是传统的杀虫剂靶标准以发现更敏感的药剂品种,针对新的靶标又很难发现高活性的先导化合物。目前,烟粉虱和水稻灰飞虱危害严重,且抗药性发展较快^[6-8],因而控制其危害的药剂品种越来越少。从现有非杀虫剂中筛选控制烟粉虱和水稻灰飞虱等的药剂,可以缓解杀虫剂不足的压力。

哒螨灵 (pyridaben) 1985年由日本日产化学公司开发,化学名称为 2-特丁基-5-(4-特丁基苄硫基)-4-氯哒嗪-3(2H)-酮^[9]。该药剂是一种高效广谱杀螨剂,触杀性强,无内吸、传导和熏蒸作用,对叶螨 *Tetranychida*、全爪螨 *Panonychus*、小爪螨 *Oligonychus* 等植食性害螨以及对叶螨的整个生育期均具有很好的防治效果^[10],且速效性好、持效期长,对人、畜、天敌安全,并与其它常用药剂无交互抗性^[11],是目前国内外较好的杀螨剂^[12-13]。

本实验室前期研究发现,哒螨灵不仅对棉蚜 *Aphis gossypii* Glöber 有较高的毒力,而且抗吡虫啉棉蚜对该药有显著的负交互抗性现象^[14],表明哒螨灵是良好的杀虫杀螨剂。为明确该药剂的开发应用价值,本试验测定了哒螨灵等药剂对 B 型烟粉虱、水稻灰飞虱和黄曲条跳甲的毒力,旨在扩大哒螨灵的杀虫谱,为其作为先导化合物进一步合成新的杀虫杀螨剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试虫:烟粉虱采自山东农业大学园艺实验站甘蓝田,经西葫芦银叶反应^[15]鉴定为 B 型,在温室内用番茄苗在笼罩条件下连续饲养后进行药剂测定;水稻灰飞虱采自济宁市任城区喻屯镇城南张村水稻田,室内稳定 48 h 后进行药剂测定;黄曲条跳甲采自福建省福州市新店镇涧田村甘蓝田,在福建农林大学农药学系实验室内笼罩条件下以白菜苗连续饲养 72 h 后进行药剂测定。

供试药剂: 98% 哒螨灵 (pyridaben) 原粉、97.3% 啶虫脒 (acetanipril) 原粉、95.4% 吡虫啉 (imidacloprid) 原粉、15% 哒螨灵 EC, 山东省联合农药工业有限公司; 95.2% 灭多威 (methomyl) 原粉、96% 毒死蜱 (chlorpyrifos) 原粉, 山东华阳科技股份有限公司; 95.2% 啶虫脒 (acetanipril) 原粉, 农业部农药检定所提供; 96.7% 联苯菊酯 (bifenthrin) 原粉, 南京新天地化工有限公司; 95.0% 烯啶虫胺 (nitenpyran) 原粉, 山东京蓬药业有限公司; 97% 吡丙醚 (pyriproxyfen) 原粉, 上海生农生化制品有限公司; 85% 丁硫克百威 (carbosulfan) 原油, 湖北沙隆达 (荆州) 农药化工有限公司; 5% 吡虫啉 EC、5% 啶虫脒 EC、10% 烯啶虫胺 EC、20% 吡丙醚 EC 及 20% 氰戊菊酯 (fenvalerate) EC 由实验室配置, 溶剂为丙酮, 乳化剂为吐温-80。

1.2 毒力测定

1.2.1 对 B 型烟粉虱和水稻灰飞虱成虫的毒力测定

采用玻管药膜法^[16]。将原药用丙酮稀释成系列浓度,用 0.5 mL 移液管准确量取药液 0.5 mL, 加入容量为 20 mL 的玻璃试管中 (标准试管), 将之平放于实验台上并不断滚动, 使丙酮挥发, 药剂在玻管内壁形成药膜, 以仅加入丙酮成膜的玻璃管作对照, 每浓度重复 4 次。B 型烟粉虱: 哒螨灵 0.1、0.5、1.0、2.0、4.0 mg/L; 啶虫脒 2.5、10、20、50 mg/L; 吡虫啉 5、10、25、50、100 mg/L; 烯啶虫胺 5、10、25、50、100 mg/L。灰飞虱: 哒螨灵 0.1、0.2、0.5、1.0、2.0 mg/L; 吡虫啉 1、2、5、10、20 mg/L; 啶虫脒 2.5、10、20、50 mg/L。每管内接入发育一致的成虫 30 头, 管口用细纱网封住且朝下倾斜 35° 放置, 处理后 5 h 检查死、活虫数。

1.2.2 对 B 型烟粉虱若虫的毒力测定

采用浸虫浸叶法^[17]。在无虫笼中接入烟粉虱成虫让其在长势一致的番茄苗上产卵, 24 h 后驱走成虫, 并把有卵的植株转移到无虫笼中。根据邱宝利等^[18]报道的番茄上烟粉虱若虫各龄期发育历期, 第 10~12 天 (2 至 3 龄) 分别在解剖镜下标记 70~100 头若虫, 剔除多余若虫。将带若虫的番茄叶片放入水稀释的系列浓度药液中, 浸渍 10 s, 处理后叶柄用脱脂棉加水保湿, 放于培养皿中, 置 28 ± 1 °C、相对湿度 80%、光照时间 L:D = 14:10 h 的光照培养箱中。哒螨灵 10、20、40、80、100 mg/L; 啶虫脒 2.5、10、20、40 mg/L; 吡虫啉 2.5、10、20、40 mg/L; 烯啶虫胺 10、20、40、80、100 mg/L。96 h 后检查死、活

虫数, 虫体干瘪、颜色变枯黄者视为死亡。每浓度重复 4 次, 以清水处理为对照。

1.2.3 对黄曲条跳甲毒力测定

参照国际抗性行动委员会推出的浸叶法^[19], 将药剂用水稀释成 5 个浓度: 哒螨灵 50、100、200、400、500 mg/L; 毒死蜱 10、20、40、80、100 mg/L; 啶虫脒 50、100、200、400、500 mg/L; 吡虫啉 50、100、200、400、500 mg/L。将无污染的小白菜叶片浸入药液中略加摇动浸渍 5 s, 取出风干后放入 500 mL 罐头瓶, 每瓶 5 叶片, 每个罐头瓶中接入黄曲条跳甲 30 头, 瓶口用纱布封口, 每浓度重复 3 次, 将试虫置于 28 ± 1 °C、相对湿度 80%、光照时间 L:D = 14:10 h 的光照培养箱中, 48 h 后检查死、活虫数。

1.3 数据处理

用 SPSS 13.0 统计软件求毒力回归式及 LC_{50}

等, 用 Duncan 氏新复极差法检验数据, 比较在 0.05 水平上的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 7种不同药剂对 B 型烟粉虱的触杀毒力

2.1.1 对 B 型烟粉虱成虫的触杀毒力

哒螨灵对 B 型烟粉虱成虫的 LC_{50} 为 0.952 mg/L, 触杀毒力很高; 啶虫脒、吡虫啉、灭多威和烯啶虫胺对 B 型烟粉虱成虫的 LC_{50} 分别为 11.543、17.136、28.310 和 31.406 mg/L, 与哒螨灵相比, 相对毒力指数分别为 12.13、18.00、29.74 和 32.99, 均显著小于哒螨灵; 丁硫克百威和毒死蜱对 B 型烟粉虱成虫的 LC_{50} 分别为 4.094 和 159.615 mg/L, 相对毒力指数分别为 4.30 和 167.66, 其中丁硫克百威的毒力仅次于哒螨灵, 而毒死蜱的毒力最低 (表 1)。

表 1 7 种不同药剂对 B 型烟粉虱成虫的毒力

Table 1 Toxicity of seven insecticides to the adults of *Bemisia tabaci* biotype B

药剂 Pesticide	斜率 Slope (Mean ± SE)	LC_{50} (95% FL) (mg/L)	相对毒力指数 (R) Index of relative toxicity
哒螨灵 Pyriaben	1.100 ± 0.102	0.952 (0.786 ~ 1.150) a	1.00
丁硫克百威 Carbosulfan	2.315 ± 0.218	4.094 (3.392 ~ 4.632) b	4.30
啶虫脒 Acetamiprid	1.088 ± 0.135	11.543 (8.558 ~ 14.596) c	12.13
吡虫啉 Imidacloprid	1.396 ± 0.211	17.136 (10.825 ~ 23.552) d	18.00
灭多威 Methomyl	1.819 ± 0.144	28.310 (18.335 ~ 34.572) e	29.74
烯啶虫胺 Nitenpyram	2.684 ± 0.152	31.406 (12.280 ~ 50.683) e	32.99
毒死蜱 Chlorpyrifos	3.829 ± 0.220	159.615 (134.937 ~ 178.411) f	167.66

注: 数据后不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。Note: Different letters indicate the significant differences at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

2.1.2 对 B 型烟粉虱若虫的触杀毒力

哒螨灵对烟粉虱若虫的 LC_{50} 为 43.148 mg/L, 显著高于啶虫脒和吡虫啉的 13.427 mg/L 和 14.396 mg/L; 与烯啶虫胺的 42.332 mg/L 相比, 毒力接近; 灭多威、吡丙醚和毒死蜱的 LC_{50} 分别为 54.090、82.707 和 248.447 mg/L, 较哒螨灵的毒力低 (表 2)。

2.2 7种不同药剂对水稻灰飞虱成虫的触杀毒力

哒螨灵对水稻灰飞虱成虫的 LC_{50} 为 0.252 mg/L, 毒力很高; 吡虫啉、茚虫威、毒死蜱、啶虫脒、灭多威和联苯菊酯的 LC_{50} 分别为 5.567、8.409、12.628、15.638、17.683 和 31.069 mg/L, 与哒螨灵相比, 其相对毒力指数分别为 22.09、33.37、50.11、62.06、70.17 和 123.29, 毒力均远低于哒螨灵 (表 3)。

2.3 5种不同药剂对黄曲条跳甲成虫的触杀毒力

哒螨灵对黄曲条跳甲成虫的 LC_{50} 值为 195.123

mg/L, 较毒死蜱的毒力低, 但高于啶虫脒、吡虫啉和氰戊菊酯的 LC_{50} 值 268.034、320.442 和 1380.214 mg/L (表 4)。

3 讨论

农药新品种的创制经费投入大、研发周期长、风险高, 研究扩大现有药剂使用范围、延长其使用寿命, 对于减少新药剂的研发投资、充分利用现有农药品种资源具有现实意义。目前, 已有一些非杀虫剂具有杀虫杀螨活性的报道, 如代森锌对柑桔锈螨 *Phyllocoptruta oleivora* 有效, 稻瘟净能防治黑尾叶蝉 *Nephotettix bipunctatus*^[20], 丙环唑对斜纹夜蛾 *Prodenia litura* 幼虫有较好的毒杀活性^[21]等。此外, 天然产物中也有一些药剂具有杀虫、杀菌活性, 如硫磺、苦参碱等^[20]。由此说明, 现有农药品种的实际作用

表 2 7种药剂对 B型烟粉虱若虫的毒力

Table 2 Toxicity of seven insecticides to the nymphs of *Bemisia tabaci* biotype B

药剂 Pesticide	斜率 Slope (Mean ± SE)	LC ₅₀ (95% FL) (mg/L)	相对毒力指数 (IR) Index of relative toxicity
啶虫脒 Aceetamiprid	1.119 ± 0.139	13.427 (10.270~19.161) a	0.31
吡虫啉 Imidacloprid	0.657 ± 0.082	14.396 (10.012~23.780) a	0.33
烯啶虫胺 Nitenpyram	0.677 ± 0.071	42.332 (30.038~54.120) b	0.98
哒螨灵 Pyridaben	1.000 ± 0.066	43.148 (40.673~46.884) b	1.00
灭多威 Methomyl	0.693 ± 0.025	54.090 (50.098~61.745) c	1.25
吡丙醚 Pyriproxyfen	0.984 ± 0.017	82.707 (70.428~91.207) d	1.92
毒死蜱 Chlorpyrifos	1.022 ± 0.056	248.447 (168.444~301.126) e	5.76

注: 数据后不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。Note: Different letters indicate the significant differences at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

表 3 7种药剂对水稻灰飞虱成虫的毒力

Table 3 Toxicity of seven insecticides to the adults of *Laodelphax striatellus*

药剂 Pesticide	斜率 Slope (Mean ± SE)	LC ₅₀ (95% FL) (mg/L)	相对毒力指数 (IR) Index of relative toxicity
哒螨灵 Pyridaben	2.400 ± 0.503	0.252 (0.175~0.315) a	1.00
吡虫啉 Imidacloprid	0.700 ± 0.076	5.567 (3.498~7.719) b	22.09
茚虫威 Indoxacarb	1.004 ± 0.054	8.409 (5.670~12.272) c	33.37
毒死蜱 Chlorpyrifos	1.395 ± 0.128	12.628 (8.571~14.554) d	50.11
啶虫脒 Aceetamiprid	0.954 ± 0.104	15.638 (10.255~18.341) e	62.06
灭多威 Methomyl	1.475 ± 0.163	17.683 (12.603~24.166) e	70.17
联苯菊酯 Bifenthrin	1.210 ± 0.154	31.069 (26.693~44.078) f	123.29

注: 数据后不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。Note: Different letters indicate the significant differences at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

表 4 5种药剂对黄曲条跳甲成虫的毒力

Table 4 Toxicity of five insecticides to the adults of *Phyllotreta striolata*

药剂 Pesticide	斜率 Slope (Mean ± SE)	LC ₅₀ (95% FL) (mg/L)	相对毒力指数 (IR) Index of relative toxicity
毒死蜱 Chlorpyrifos	1.596 ± 0.284	53.808 (32.257~75.410) a	0.28
哒螨灵 Pyridaben	1.299 ± 0.155	195.123 (175.124~235.913) b	1.00
啶虫脒 Aceetamiprid	1.037 ± 0.054	268.034 (212.269~339.941) c	1.37
吡虫啉 Imidacloprid	0.913 ± 0.028	320.442 (219.234~361.192) c	5.96
氟戊菊酯 Fenvalerate	0.872 ± 0.016	1380.214 (948.434~1567.365) d	25.65

注: 数据后不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。Note: Different letters indicate the significant differences at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

范围尚未被完全开发, 农药品种资源的利用潜力仍较大。

药膜法和浸渍法是检测害虫抗药性的主要方法, 测得的结果代表药剂的触杀活性和一定的胃毒活性, 哒螨灵有很强的触杀活性, 无内吸及熏蒸活性, 因此, 药膜法和浸渍法均可用于检测哒螨灵的触杀毒力。哒螨灵为哒嗪酮类化合物, 属低毒农药^[22], 是国内外应用最广泛的杀虫杀螨剂, 在我国

长期用于防治各种叶螨。本研究发现哒螨灵对 2 种同翅目害虫 B 型烟粉虱和水稻灰飞虱成虫均具有优异的触杀毒力, 比新烟碱类药剂吡虫啉、啶虫脒和烯啶虫胺的毒力高 1~2 个数量级, 但对 B 型烟粉虱若虫却没有显示出良好的触杀效果; 而新烟碱类药剂吡虫啉、啶虫脒和烯啶虫胺虽对成虫的毒力显著低于哒螨灵, 却对 B 型烟粉虱若虫显示出较高的毒力。在同翅目害虫的防治中, 如将哒螨灵与新烟碱

类药剂混用,对成虫和若虫可能均有良好的防治效果。有关哒螨灵与新烟碱类药剂混用的增效作用、混用配比及其使用剂量,还需进一步研究。

黄曲条跳甲一直是我国南方蔬菜上的重要害虫,近年来在华东沿海菜区的发生呈上升趋势,在山东半岛局部地区蔬菜上发生也较为严重。目前用于防治黄曲条跳甲的药剂主要是毒死蜱等触杀性较强的药剂,其它药剂难以达到良好的防治效果^[23]。山东是我国主要蔬菜产品出口基地,蔬菜出口贸易中对毒死蜱的残留量要求十分苛刻^[24],毒死蜱的使用已受到限制。本研究结果表明,哒螨灵对黄曲条跳甲成虫有较高毒力,是替代毒死蜱的良好药剂,这与刘晓亮等^[25]的研究结果相一致。毒死蜱不仅对黄曲条跳甲成虫毒力高,对其幼虫毒力也较高^[26],因而在田间有效控制期较长。本试验仅明确哒螨灵对黄曲条跳甲成虫的毒力较高,但对其幼虫的毒力和田间有效控制期等还需进一步探讨。

参考文献 (References)

- [1] 纠敏,周雪平,刘树生. B型烟粉虱携带传播烟草茎病毒的能力. 植物保护学报, 2006 33(2): 168-172
- [2] 冯兰香,杨宇红,谢丙炎,等. 警惕烟粉虱大暴发导致新的蔬菜病毒病流行. 中国蔬菜, 2001(2): 34-35
- [3] D itrich V, Emst G H, Ruesch O, et al. Resistant mechanism in sweetpotato whitefly (*Hemiptera: Aleyrodidae*) populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*, 1990 83: 1665-1670
- [4] 彭永强,高聪芬,马崇勇,等. 灰飞虱对氟虫腈抗性风险评估、遗传分析及杀虫剂敏感性研究. 中国水稻科学, 2009, 23(6): 645-652
- [5] 王文祥,钟国华,刘红梅,等. 鱼藤酮与氟虫腈混用增效对黄曲条跳甲的控制作用. 植物保护学报, 2006 33(3): 307-312
- [6] Roditakis E, Roditakis N E, Tsagarakou A. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (*Hemiptera: Aleyrodidae*) populations from Crete. *Pest Management Science*, 2005 61 (6): 577-582
- [7] 马德英, Denholm J Goman K, 等. 新疆 B型烟粉虱对不同杀虫剂的抗性与分析. 植物保护学报, 2007 34 (3): 311-315
- [8] 马崇勇,高聪芬,沈晋良,等. 灰飞虱对几类杀虫剂的抗性和敏感性. 中国水稻科学, 2007, 21(5): 555-558
- [9] 李蓓,杨仁斌,余佳荣. 哒螨灵的残留分析方法研究进展. 农业环境科学学报, 2007 26(B10): 662-667
- [10] 郭宝元,郭聪,陈锦辉,等. 哒螨灵在苹果和土壤上残留以及降解行为研究. 中国科学 B辑: 化学, 2009 39(8): 850-856
- [11] 农业部农药检定所. 新编农药手册(续集). 北京: 中国农业出版社, 1998
- [12] 胡绍海,胡卫军,胡卫东,等. 复方茶皂素对哒螨灵杀灭桔全爪螨的增效作用. 植物保护学报, 1997, 24(1): 65-69
- [13] Shipp J L, Wang K, Ferguson G. Residual toxicity of avermectin b1 and pyridaben to eight commercially produced beneficial arthropod species used for control of greenhouse pests. *Biological Control* 2000 17: 125-131
- [14] 杨焕青,王开运,史晓斌,等. 哒螨灵对抗吡虫啉棉蚜种群的负交互抗性及其生物学特性的影响. 植物保护学报, 2010 37 (1): 55-61
- [15] Behke J A, Paine T D, Nuessly G S. Comparative biology, morphometrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (*Hemiptera: Aleyrodidae*) on cotton and poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America* 1991, 84 (4): 407-411
- [16] Jr Plapp F W, Bull D L. Toxicity and selectivity of some insecticides to *Chrysopa carnea*, a predator of a tobacco budworm. *Environmental Entomology*, 1978 7(3): 431-433
- [17] Cahill M, Byrne F J, Goman K, et al. Pyrethroid and organophosphate resistance in the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (*Hemiptera: Aleyrodidae*). *Bulletin of Entomological Research*, 1995 85 181-187
- [18] 邱宝利,任顺祥,林莉,等. 不同寄主植物对烟粉虱发育和繁殖的影响. 生态学报, 2003, 23(6): 1206-1211
- [19] RAC. Proposed insecticide / acaricide susceptibility test. EP-PO Bulletin, 1990 20 388-404
- [20] 张敏恒. 农药商品手册. 沈阳: 沈阳出版社, 1999
- [21] 赵海珍,张志祥,廖美德,等. 杀菌剂丙环唑对斜纹夜蛾的生物活性. 植物保护学报, 2006 33(3): 323-327
- [22] 徐汉虹. 植物化学保护学. 北京: 中国农业出版社, 2007
- [23] 傅建炜,周剑锋,林泽燕. 黄曲条跳甲药剂敏感性监测方法的比较. 植物保护, 2005, 31(2): 63-67
- [24] 王开运. 解读日本毒死蜱最大残留限量(MRL). 中国植保导刊, 2007 27(6): 38-39
- [25] 刘晓亮,黄超福,曾东强,等. 丙溴磷与哒螨灵对黄曲条跳甲毒力最佳配比的筛选. 广西植保, 2010, 23(2): 31-34
- [26] 姚士桐,郑永利,陈国祥. 黄曲条跳甲幼虫灾变规律研究初报. 浙江农业科学, 2008 (3): 353-354