

DOI: 10.3969/j.issn.2095-3704.2012.04.004

烯啶虫胺对烟粉虱的使用技术 及抗性风险评估研究

胡荣利^{1,2}, 朱伟³, 祝树德^{1*}

(1. 扬州大学 园艺与植物保护学院, 江苏 扬州 225009; 2. 扬州市植保植检站, 江苏 扬州 225002;
3. 宝应县植保植检站, 江苏 扬州 225002)

摘要: 采用室内生物活性测定法系统测定了烯啶虫胺对烟粉虱不同虫态的毒力、成虫持效性、抗性风险评估和不同施药方法田间药效试验。结果表明, 烯啶虫胺对烟粉虱低龄若虫和高龄若虫均表现出较高毒力, 对成虫也有一定毒力, 而对卵效果较差。烯啶虫胺水剂 100 mg/L 处理时对烟粉虱成虫 1~15 d 的校正死亡率在 80.18%~92.13% 之间, 随着时间的延长, 烯啶虫胺对烟粉虱的防效降低。烯啶虫胺喷雾和灌根方法效果较好, 从速效性来说, 喷雾好于灌根, 从持效性来说, 灌根优于喷雾, 两种方法均显著高于单叶施药和涂茎法。经过 8 代 6 次选育, 烟粉虱对烯啶虫胺抗性发展缓慢, 与选育前相比敏感性降低 2.653 倍, 烟粉虱对烯啶虫胺的抗性现实遗传力为 0.102 5, 在 50%~90% 的筛选压力下, 要获得 10 倍抗性, 需要 9~21 代, 表明烟粉虱对烯啶虫胺有产生抗性的风险。

关键词: 烟粉虱; 烯啶虫胺; 生物活性测定; 使用技术; 风险评估

中图分类号: S482.3 文献标志码: A 文章编号: 2095-3704 (2012) 04-0359-07

Studies of Application Techniques and Risk Assessment of *Bemisia Tabaci* (Gennadius) Resistance to Nitenpyram

HU Rong-li^{1,2}, ZHU Wei³, ZHU Shu-de^{1*}

(1. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;
2. Plant Protection Station of Yangzhou City, Yangzhou 225002, China;
3. Plant Protection Station of Baoyin County, Yangzhou 225002, China)

Abstract: Laboratory bioassay was used to test the control virulence, resistance risk assessment, different application methods of nitenpyram against *Bemisia tabaci*. The results showed that the insecticide was highly toxic to young and old *Bemisia tabaci* nymph, and was also effective to the adults, but had poor effects to the egg. The corrected mortality of nitenpyram at 100 mg/L to *Bemisia tabaci* could reach by 80.18%~92.13%. The efficiency of nitenpyram with spray and irrigating method were significantly higher than the single leaf spraying and stem brushing. The resistant of *B. tabaci* to nitenpyram was slow after 8th generation breeding and the sensitivity reduced 2.653 times. The insect would require reproducing 9 to 21 generations for 10-fold resistance to

收稿日期: 2012-10-20

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK2006067)

作者简介: 胡荣利, 男, 江苏扬州人, 博士生, 主要从事农业害虫防控与技术推广应用研究, E-mail: yzzbz@yahoo.com.cn;
通信作者: 祝树德, 教授, E-mail: zsdinsect@yahoo.com.cn.

nitentpyram under the selecting pressure of 50%~90% mortality. It showed that the *B. tabaci* had risk of resistant to nitentpyram.

Key words: *Bemisia tabaci*; nitentpyram; biological activity; application techniques; risk assessment

烟粉虱 [*Bemisia tabaci* (Gennadius)] 属同翅目 (Homoptera), 粉虱科 (Aleyrodidae), 小粉虱属 (*Bemisia*)。该虫可为害棉花、蔬菜和园林花卉等植物, 并且能传播双生病毒。它造成的全球每年经济损失超过 3 亿美元^[1-2]。烟粉虱目前已入侵并扩张到我国大部分地区, 在许多地区为害严重, 甚至暴发成灾^[3-5]。江苏省于 2001 年 3 月在扬州市仪征县的一品红上首次发现烟粉虱, 目前已在江苏省 13 个市均发现该虫危害, 并在棉花和蔬菜上暴发成灾^[6-8]。

烟粉虱对蔬菜等寄主作物的为害表现在 3 个方面: 1 是直接刺吸植物汁液, 造成植株衰弱、干枯; 2 是若虫和成虫分泌蜜露, 诱发煤污病; 3 是传播病毒病。由于广大农民对烟粉虱的发生特点不甚了解, 且其食性杂、寄主多、体被蜡质、世代重叠, 对其的防治技术还未掌握, 错过了防治的最佳时机。由于长期、大量、片面使用单一化学农药, 导致烟粉虱抗药性种群的迅速形成和发展^[9]。

虽然一些农业防治措施和物理防治措施对预防和控制田间烟粉虱虫源基数很有效, 生物防治烟粉虱也得到了应用, 但是防治烟粉虱的主要方法还是化学防治。烯啶虫胺 (Nitenpyram) 是继吡虫啉之后开发的一种新型烟碱亚胺类杀虫剂, 可广泛用于水稻、果树、蔬菜和茶叶等农业和园艺上防止蚜虫、稻飞虱、烟粉虱、叶蝉、蓟马等多重害虫, 具有超高效、广谱、用量少、毒性低、药效持久、对作物无药害、使用安全等优点, 是近年来国内新推广的一种替代高毒有机磷农药的新品种, 在我国有广阔的开发前景^[10]。但烯啶虫胺最近才开始在我国登记, 对其的试验报道很少, 本试验通过室内活性测定和田间药效试验, 对烯啶虫胺对烟粉虱的使用技术及抗性现实遗传力进行研究, 旨为该药剂的推广应用及烟粉虱综合治理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试药剂: 10% 烯啶虫胺水剂 (连云港立本农药化工有限公司提供)。

供试昆虫: 烟粉虱 [*Bemisia tabaci* (Gennadius)]

成虫, 扬州地区自然发生种群。

供试作物: 甘蓝菜 (京丰一号)。

1.2 试验方法

若虫准备: 选择晴朗的天气将无虫苗放在饲养烟粉虱的温室内, 约 2 h 后取出, 仔细吹去叶片上及落在营养钵土表的成虫, 然后将载卵苗放在温度为 25 °C、光照 L:D=12:12 的人工气候箱内, 8~9 d 左右卵发育至 1 龄和 2 龄后待用。

成虫准备: 选择新羽化 24 h 内的烟粉虱成虫待用。

1.2.1 烯啶虫胺对烟粉虱各虫态的毒力测定

1.2.1.1 对烟粉虱成虫毒力测定 采用琼脂保湿浸叶法。测定方法参照 Cahill 等并加以改进^[11-13]。药剂设 5 个浓度, 即 6.25 mL/L (16 000 倍液), 12.5 mL/L (8 000 倍液), 25 mL/L (4 000 倍液), 50 mL/L (2 000 倍液) 和 100 mL/L (1 000 倍液)。将叶片于不同浓度药液中浸 10 s, 于室温下晾干, 用打孔器将上述处理后的甘蓝叶片打取直径约为 40 mm 的圆片, 背面向上置于铺有质量分数 1.3% 琼脂胶 (琼脂主要起保湿作用, 且 1.3% 的琼脂浓度下烟粉虱存活率最高), 直径 40 mm, 高 20 mm 的培养皿中。接成虫的操作方法为: 用开口较大的透明塑料盒收集羽化 24 h 内的烟粉虱, 盖上盖, 用镊子夹取沾有乙醚的棉球在塑料盒内晃动约 30 s, 将试虫麻醉, 选择个体相当的试虫 (不分雌、雄) 转移到装有圆叶片的培养皿内, 每皿 25 头左右, 用扎孔保鲜膜封口, 待试虫苏醒后将培养皿倒置, 放在 L:D=16:8, T=(26±1) °C, RH=75% 的人工气候箱中, 每处理 4 次重复, 48 h 后, 在双目显微镜下检查烟粉虱成虫死亡情况。用解剖针轻轻触动虫体, 不动者视为死亡。

1.2.1.2 对烟粉虱若虫毒力测定 采用叶片浸渍法。参照 Horowitz 等^[14]和 Cahill^[11-13]的方法并加以改进。把长势一致的甘蓝苗放入养虫笼中, 烟粉虱成虫产卵 24 h 后赶走成虫, 再把有卵的植株转移到无虫笼中。根据邱宝利等^[15]报道的烟粉虱若虫各龄期发育历期, 在产卵后第 7 d (1 龄), 13 d (3 龄) 分别在解剖镜下标记 40~50 头若虫, 方法与卵毒力

试验相同, 处理 3 d 后在解剖镜下分别检查低龄和高龄若虫死亡情况, 凡虫体干瘪、颜色变枯黄者视为死亡^[16]。每处理重复 4 次。

1.2.1.3 对烟粉虱卵毒力测定 采用浸卵法^[17]。药剂浓度同上。把长势一致的甘蓝苗放入养虫笼(100 cm×80 cm×60 cm)中, 烟粉虱成虫产卵 24 h 后, 将甘蓝顶端嫩叶用于试验。在解剖镜下每叶标记 30~40 粒卵。将叶片放入系列浓度药液中浸泡 10 s, 取出室内晾干, 再用清水润湿的脱脂棉(以不滴水为准)包住叶柄放在 90 mm 的玻璃培养皿中(以琼脂保湿)。再将培养皿放入人工气候箱中, 7 d 后在解剖镜下检查各处理的孵化卵数, 计算死亡率。每个处理重复 4 次。

1.2.2 对烟粉虱各个虫态室内防效计算 根据对烟粉虱各个虫态室内生测试验数据进行整理, 计算出烯啶虫胺对烟粉虱各个虫态的校正死亡率。据此, 确定烯啶虫胺对烟粉虱各个虫态的室内防效。

1.2.3 烯啶虫胺对烟粉虱成虫持效性测定 药剂设 3 个浓度, 即 12.5 mL/L(8 000 倍液), 25 mL/L(4 000 倍液)和 50 mL/L(2 000 倍液)。将所需浓度药液均匀喷洒在无虫卵的甘蓝上, 于药后 1, 24, 72, 168, 340 和 360 h 分别采摘叶片于室内做成虫生物活性测定, 测定方法见 1.2.1.1, 于接成虫后 24 h, 48 h 和 72 h 后检查死亡情况, 计算 48 h 校正死亡率, 并以此作为持效期的毒力测定指标。

1.2.4 不同施药方法对烟粉虱的防治效果 药剂处理及田间试验设计: 试验于 2008 年 7 月 10 日在扬州大学农场试验田进行, 甘蓝长至每株 5~6 片叶子时进行处理, 试验设 2 000 倍、4 000 倍、8 000 倍三个浓度。采用 4 种施药方法, 即喷雾、灌根、单叶浸药、涂茎; 另外每个浓度设一个空白对照, 共 15 个处理, 每处理重复 3 次。

施药及调查分析方法: 喷雾法用小型手动喷雾器, 全株均匀喷雾; 灌根处理用量杯沿根茎部灌药液 100 mL/株; 单叶浸药法选择长势较好的叶片在药液中浸 5 s; 涂茎处理系用毛笔蘸取药液环绕主茎均匀涂抹。定点 10 株调查, 并设保护行。施药前先调查烟粉虱成虫基数, 施药后 1, 3, 7, 14 d 分别调查活成虫数, 与空白对照相比用 DPS 软件计算校正防治效果及各处理间防效的差异显著性。

1.2.5 烯啶虫胺抗性风险评估 (1) 供试虫源及饲养。敏感 B 型烟粉虱于 2006 年采自扬州市沙头镇,

室内不接触任何药剂饲养 2 年以上作为相对敏感品系, 并以此品系进行烯啶虫胺抗性选育。(2) 毒力测定。采用琼脂保湿浸叶法^[11-13]。用烯啶虫胺不同浓度稀释液浸甘蓝叶片 10 s, 取出叶片在白纸上晾干(约 40 min~1 h), 放入直径为 40 mm, 高为 20 mm 的培养皿中, 每个处理接新羽化的烟粉虱成虫 25 头左右(乙醚麻醉), 每处理重复 4 次, 接虫 48 h 检查结果。根据 Probit 机率值分析法, 用计算机求出毒力回归方程, LC₅₀ 等值。(3) 抗性汰选。群体饲养的烟粉虱, 当若虫进入伪蛹时, 根据上一代毒力测定结果, 配制杀死种群 70% 的剂量, 用手持喷雾器将药液均匀喷洒于新更换的 5~6 片叶菜苗上。将有伪蛹的叶片摘下, 让其自然羽化, 置于养虫笼内隔离饲养。每代进行一次毒力测定, 以比较抗性增长倍数。若因选择压力较大, 种群数量较少时, 间隔一代再用药剂处理, 以使种群保持较大数量。

(4) 现实遗传力(h^2)的估算。根据 Tabashnik 的方法^[18], 现实遗传力 $h^2=R/S$, 其中, 选择反应 R 表示筛选子代与筛选前整个亲代间的平均表现型差异, 由筛选前后的 LC₅₀、筛选的代数 n 决定, 计算公式为: $R=[\log(\text{终 LC}_{50})-\log(\text{始 LC}_{50})]/n$; 选择差异 S 表示筛选的亲本与整个亲本代间的平均表现型差异, 计算公式为 $S=i\delta p$, 由药剂筛选后平均每代成活率 P 、筛选前后毒力回归线的斜率决定。式中选择强度 i 根据公式 $i=1.583-0.0193336P+0.0000428P^2+3.65194/P(10<P<80)(P=100-\text{平均校正死亡率})$ 计算而得, 表现型标准差 δp 是筛选各代毒力回归线的斜率的平均值的倒数。(5) 抗性风险评估。根据 $R=(\text{筛选第 } n \text{ 代后 LC}_{50} \text{ 的对数值}-\text{筛选前亲代 LC}_{50} \text{ 的对数值})/n$, 可得 $R=\log(\text{终 LC}_{50}/\text{初 LC}_{50})/n$, 当用药剂筛选产生 10 倍抗性(即 $\text{终 LC}_{50}/\text{初 LC}_{50}=10$) 时, 所需筛选代数 $G=1/R=1/(h^2S)$ 。由于抗性发展速率与选择强度相关, 可根据现实遗传力 h^2 和选择差异 S 预测不同选择强度条件下(即烯啶虫胺对烟粉虱杀死率分别为 50%, 60%, 70%, 80%, 90% 和 99% 的情况下), 抗性增加 10 倍所需的代数。

2 结果与分析

2.1 烯啶虫胺对烟粉虱各虫态的毒力

烯啶虫胺对烟粉虱各个虫态的毒力测定结果见表 1。从表 1 可以看出, 烯啶虫胺对烟粉虱 1 龄若虫的毒力最高, LC₅₀ 为 6.373 mg/L; 其次是对烟粉虱 3

龄若虫，对烟粉虱成虫也有较高的毒力，对卵的毒力不高。说明烯啶虫胺防治烟粉虱低龄若虫效果最

理想，对高龄若虫也有较好的效果，对成虫效果下降，对卵最差。

表 1 烯啶虫胺对烟粉虱各虫态的毒力

虫态	相关系数 <i>R</i>	回归方程	LC50/(mg·L ⁻¹) (95%置信区间)
成虫	0.991 4	$y=3.525\ 3+1.292\ 8x$	13.826(11.020-21.712)
卵	0.997 9	$y=2.738\ 8+0.819\ 5x$	574.597(145.371-902.326)
1龄若虫	0.989 8	$y=4.046\ 2+1.185\ 9x$	6.373(4.619-10.008)
3龄若虫	0.992 7	$y=4.229\ 2+0.786\ 8x$	9.541(6.751-14.983)

2.2 烯啶虫胺对烟粉虱各个虫态的室内药效

烯啶虫胺对烟粉虱各个虫态的防治效果见表2。从表2可以看出，烯啶虫胺对烟粉虱若虫效果最好，对成虫也有一定的效果，并随着浓度的增加而提高，特别是若虫，差异显著，对卵的效果较差，这与毒力测定结果基本一致。对烟粉虱1龄若虫，使用100 mL/L时其校正死亡率为93.22%，50 mL/L时其校正

死亡率为88.68%；对烟粉虱3龄若虫，使用100 mL/L时时其校正死亡率为90.16%，50 mL/L时其校正死亡率为88.47%；对烟粉虱成虫，100 mL/L时其校正死亡率为70.06%，50 mL/L时其校正死亡率为60.24%；防治最差的是烟粉虱的卵，100 mL/L时其校正死亡率仅为27.33%。

表 2 不同浓度烯啶虫胺对烟粉虱各个虫态的效果

浓度 (mL·L ⁻¹)	校正死亡率/%			
	成虫	1龄若虫	3龄若虫	卵
100	70.06±2.73 a	93.22±1.66 a	90.16±3.02 a	27.33±2.67 a
50	60.24±1.84 a	88.68±3.49 ab	86.47±3.34 ab	19.47±1.75 b
25	54.58±2.52 b	76.00±3.31 c	73.18±3.33 c	12.84±4.37 c
12.5	45.85±2.34 b	52.81±2.43 d	59.93±3.11 cd	8.73±2.12 c

注：表中同行数据后有不同英文字母者表示在 5%水平上差异显著。下表同。

2.3 烯啶虫胺对烟粉虱成虫持效性

烯啶虫胺对烟粉虱成虫防治效果的持效性结果见表3。从表3可以看出：用10%烯啶虫胺水剂100 mg/L处理，药后1~360 h接虫，对烟粉虱成虫的校正死亡率在80.18%~92.13%；药剂浓度为50 mg/L时，药后1~72 h，接虫的校正死亡率在84%以上，72 h后有所降低；药液浓度为25 mg/L时，药后1~72 h，接虫的校正死亡率仍在76%以上。药后360 h，100 mg/L防治烟粉虱的校正死亡率仍可达80.18%，表明烯啶虫胺有很长的持效性，持效性可达360 h以上。但是，随着用药浓度的降低，烯啶虫胺对烟粉虱成虫的校正死亡率降低幅度开始增大。

中喷雾和灌根方法对烟粉虱的防效显著高于涂茎和单叶施药法，可能是因为后二者施药方法叶片着药量较少，难以达到有效防治剂量，但 50 mL/L 涂茎和单叶施药处理 1 d 和 3 d 的校正防效仍达到 48% 以上，说明烯啶虫胺的确具有较强的内吸传导作用，且有一定的横向传导能力。比较喷雾和灌根处理，定量灌根 3 个浓度处理的速效性比喷雾相对要差一点，持效性比喷雾要好，但除药后 7 d，12.50 mL/L 灌根处理防效显著高于喷雾外，差异都不显著。灌根处理药后 7 d 的校正防效均达到 88% 以上，持效性可达 14 d 以上。灌根相对喷雾而言较费工时，但其持效性好。在实际应用中，可在定植前进行灌根处理，对苗期烟粉虱危害有良好控制作用，而在作物快速生长期和害虫种群数量较大时，采用喷雾防治则是最佳选择。

2.4 烯啶虫胺不同施药方法防治烟粉虱药效评价

采用不同的施药方法，进行了烯啶虫胺对烟粉虱成虫的田间药效评价。表 4 显示，4 种施药方法

表3 10%烯啶虫胺水剂对烟粉虱的持效期

质量浓度/(mL·L ⁻¹)	校正死亡率/%					
	1 h	24 h	72 h	168 h	240 h	360 h
100.00	92.13±	91.16±	89.75±	86.35±	84.50±	80.18±
	3.08 a	2.02 a	1.17 a	1.41 a	1.36 a	4.19 a
50.00	88.47±	87.40±	84.53±	79.15±	71.09±	59.09±
	2.38 a	3.27 ab	3.12 ab	2.70 a	0.92 b	2.93 b
25.00	82.27±	81.01±	76.91±	61.44±	52.17±	41.30±
	1.92 a	3.59 b	4.22 b	1.79 b	2.49 c	4.53 c
12.50	64.52±	64.07±	55.08±	48.43±	39.56±	29.28±
	4.90 b	3.07 c	4.01 c	3.64 c	3.01 d	4.06 d
6.25	46.11±	44.52±	38.81±	24.97±	19.10±	11.03±
	2.84 c	2.35 d	2.55 d	3.88 d	2.90 e	2.46 e

表4 烯啶虫胺不同处理方法对烟粉虱的药效

质量浓度/(mg·L ⁻¹)	处理 方法	虫口 基数/ 头	药后 1 d		药后 3 d		药后 7 d		药后 14 d	
			活虫数/ 头	死亡率/ %	活虫数/ 头	死亡率/ %	活虫数/ 头	死亡率/ %	活虫数/ 头	死亡率/ %
50.00 (2 000)	喷雾	35	4	90.86 a	4	93.26 a	19	81.03 a	23	73.12 a
	灌根	29	5	86.21 a	6	87.79 b	9	89.15 a	15	78.84 a
	单叶浸药	50	32	48.80 b	35	58.69 c	87	39.18 b	85	30.45 b
	涂茎	27	16	52.59 b	20	56.28 c	44	43.04 b	41	37.88 b
	CK	36	45		61		103		88	
25.00 (4 000)	喷雾	42	8	85.84 a	10	86.97 a	36	78.39 b	57	69.25 b
	灌根	27	7	80.72 a	4	91.89 a	11	89.73 a	28	76.50 a
	单叶浸药	24	17	47.33 b	21	52.12 b	64	32.75 c	79	25.42 c
	涂茎	35	24	49.01 b	37	42.16 b	86	38.04 c	107	30.74 c
	CK	29	39		53		115		128	
12.50 (8 000)	喷雾	24	8	80.70 a	8	82.54 a	36	71.71 a	39	59.98 a
	灌根	29	11	78.04 a	7	87.36 a	17	88.95 a	28	76.22 a
	单叶浸药	37	39	38.98 b	49	30.63 b	151	23.04 b	119	20.79 b
	涂茎	28	29	40.04 b	36	32.65 b	108	27.27 b	87	23.48 b
	CK	33	57		63		175		134	

2.5 烯啶虫胺抗性风险评估

2.5.1 烯啶虫胺抗性烟粉虱品系选育 烯啶虫胺对烟粉虱的抗性汰选结果见表 5。在选育前烯啶虫胺对烟粉虱 LC₅₀ 为 9.035 mg/L, 经过 3 代抗性选育, LC₅₀ 为 10.726 mg/L, 敏感性没有显著变化。停筛 1 代(由于成虫量减少, 未能筛选)后继续选育 4 代, 烟粉虱对烯啶虫胺敏感性仅下降 2.653 倍, 表明烟粉虱对烯啶虫胺抗性发展速度相对较慢。

2.2 烯啶虫胺对烟粉虱抗性现实遗传力

按照 Tabashnik 和 Mc Gaughey^[18] 改进的分析方法^[18], 根据筛选前后的 LC₅₀、筛选各代毒力回归线的斜率和选择强度, 估算出烟粉虱对烯啶虫胺的抗性现实遗传力为 0.102 5 (表 6)。

2.3 烟粉虱对烯啶虫胺抗性发展速率预测

根据估算的烟粉虱对烯啶虫胺的抗性现实遗传力 h^2 为 0.102 5, 假设筛选过程中平均斜率为 1.254 9, 即 $\delta p = 0.796 872$, 当烯啶虫胺对烟粉虱的死亡率分别为 50%、60%、70%、80%、90%、99% 时, 对

抗性提高10倍所需的代数分别进行了预测,从图1可以看出,烟粉虱的抗药性发展速率随着烯啶虫胺

的杀死率(即选择压力)的提高而加快。当杀死率为50%~90%时,抗性上升10倍需要9~21代。

表5 烯啶虫胺对烟粉虱抗性汰选筛选

筛选世代	毒力回归线	LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹) (95%置信区间)	抗性倍数
F0	y=1.530 0x+3.537 5	9.035(7.339-14.188)	1
F1	y=1.603 0x +3.416 4	9.726(7.404-15.273)	1.076
F2	y=1.622 1x +3.323 8	10.798(8.376-16.957)	1.195
F3	y=1.723 9x +3.223 6	10.726(8.313-16.844)	1.187
F4	—	—	—
F5	y=1.257 4x +3.502 3	15.526(12.295-24.381)	1.718
F6	y=1.410 6x +3.315 7	15.632(12.321-24.548)	1.73
F7	y=1.278 3x +3.390 7	18.155(14.460-28.510)	2.009
F8	y=1.298 2x +3.209 0	23.969(19.126-37.640)	2.653

表6 烟粉虱对烯啶虫胺抗性现实遗传力

筛选代数	平均选择反应			平均选择差异					现实遗传力 h ²
	始 LC ₅₀ log _b	终 LC ₅₀ log _e	选择反应 R	存活率 P	选择强度 i	平均斜率	标准差 δp	选择差异 S	
7	9.035	23.96 9	0.079 2	39.96 7	0.970 0	1.254 9	0.796 9	0.773 0	0.102 5

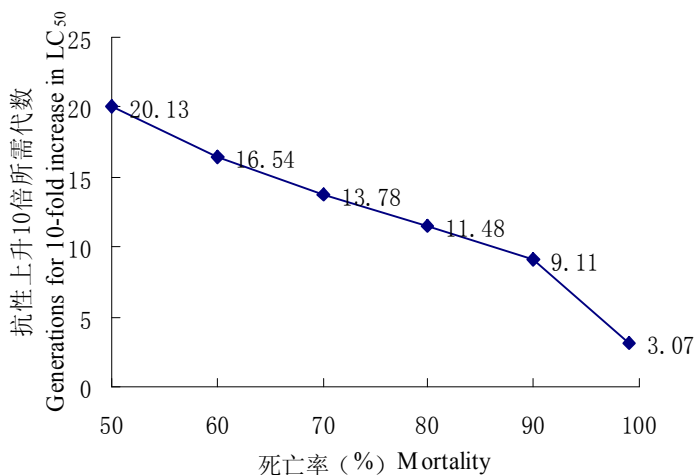


图1 不同选择压力下烟粉虱对烯啶虫胺抗性发展速度

3 讨论

新烟碱类杀虫剂是过去30年最重要的新合成药剂,也是目前防治粉虱、飞虱、蚜虫等刺吸危害害虫最有效的一类药剂。烯啶虫胺对烟粉虱低龄若虫和成虫的防治效果较好,防治适期应选择在低龄若虫期或成虫暴发期进行防治,田间使用剂量推荐使用2 000倍进行防治。

烯啶虫胺应用方式多样,可作为叶面喷雾、土

壤处理剂等。在我国,这类杀虫剂的使用方法较单一,仍以喷雾为主,其内吸活性的特点未得到充分发挥。本研究结果表明,除常规喷雾外,灌根施药的持续效果更长,苗期使用效果更佳,且可以更有效地保护天敌。在生产中可以根据需要选择使用不同的施药方式,以期达到最佳防治效果,获得最优生态和经济效益。为降低农本,提高防效,延缓一种新开发的农药抗药性的产生,有必要创制新型多功能农药复配剂以适应生产实际需要。

抗性发展是农药使用中最关心的问题之一。许多药剂在刚开发时都具有广阔的应用前景,但是在推广应用过程中会由于抗性的产生,使这些农药的防效大大降低,不得不限制或停止使用。我们对烟粉虱敏感品系进行6代筛选后,得到一个低水平抗性品系,其抗性现实遗传力 h^2 计算结果表明烟粉虱对烯啶虫胺的抗性现实遗传力较低,说明烟粉虱对烯啶虫胺的抗性风险较低。但是在筛选过程中,抗性仍然有不停上升的趋势,存在一定的抗性风险。

对该药剂的高效使用研究技术,包括不同防治对象不同生育期的剂量,防治适期,用药次数,防治指标等,与蔬菜其它病虫害防治措施组配综合防治方案和无公害防治配套技术的建立有待继续研究。同时,田间用药时应该合理使用,控制用药次数,以保护这一优良杀虫剂资源。

参考文献:

- [1] World conservation union. Bemisia tabaci (insect): ISSG's global invasive species database[EB/OL]. [2006-06-20]. <http://www.issg.org/database/species/ecology>.
- [2] White J. Silverleafwhitefly extend range[J]. California Agri, 1998, 52: 6-7.
- [3] 张世泽, 万方浩, 花保桢, 等. 烟粉虱的生物防治[J]. 中国生物防治, 2004, 20(1): 57-60.
- [4] 王冬生, 匡开源, 张穗, 等. 上海温室番茄黄化曲叶病毒病的发生与防治[J]. 长江蔬菜, 2006, 10: 25-26.
- [5] 吴永汉, 张纯胃, 许方程, 等. 温州地区番茄曲叶病毒病的发生与防治[J]. 中国蔬菜, 2007, 5: 57-58.
- [6] 罗晨, 张芝利. 烟粉虱 Bemisia tabaci(Gennadius)研究概述[J]. 北京农业科学, 2000, (增刊): 4-13.
- [7] 周福才, 杜予州, 任顺祥. 我国棉田烟粉虱的发生为害及控制[J]. 中国植保导刊, 2005, 25(1): 8-11.
- [8] 周福才, 杜予州, 孙伟, 等. 江苏省烟粉虱寄主植物调查及其危害评价[J]. 扬州大学学报, 2003, 24(1): 96-100.
- [9] 邓业成, 徐汉虹. 烟粉虱的化学防治及抗药性[J]. 农药, 2004, 43(1): 10-15.
- [10] 孙慧, 杨春河. 新型杀虫剂烯啶虫胺[J]. 精细与专用化学品, 2009(11): 16-17.
- [11] Cahill M, Byrne F J. Pyrethroid and organophosphate resistance in the tobacco whitefly Bemisia tabaci[J]. Bulletin of Entomological Research, 1995, 85: 181-187.
- [12] Cahill M, Gorman K, Day S, Denholm I, et al. Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in Bemisia tabaci(Homoptera: Aleyrodidae)[J]. Bull Entomol Res, 1996, 86: 343-349.
- [13] Cahill M, Jarvis W, Gorman K, et al. Resolution of baseline responses and documentation of resistance to buprofezinin Bemisia tabaci(Homoptera:Aleyrodidae)[J]. Bulletin of Entomological Research, 1996, 86(2): 117-122.
- [14] Horowitz A R, Ishaaya I. Managing resistance to insect growth regulators in sweetpotato whitefly(Homoptera: Aleyrodidae)[J]. J Econ. Entomol, 1994, 87(4): 866-871.
- [15] 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[J]. 生态学报, 2003, 23(6): 1206-1211.
- [16] Kumar P, Poehling H M, Borgemeister C. Effects of different application method of azadirachtin against sweet whitefly Bemisia tabaci(Gennadius)(Hom,Aleyrodidae) on tomato[J]. Journal of Applied Entomology, 2005, 129(9/10): 489-497.
- [17] XU X L, Gu Z Y, Han L J, Yang Y. Study on the toxicity and the effectiveness of chlorfenapyr to Spodoptera exigua[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2003, 5(3): 85-88.
- [18] Tabashnik B E, Mc Gaughey W H. Resistance risk assessment for single and multiple insecticides: responses of Indian meal moth (Lepidoptera:Pyralidae) to Bacillus thuringiensis[J]. Journal of Economic Entomology, 1994, 87(4): 834-841.