

19种防治棉叶螨药剂室内毒力测定及安全性评价

袁会珠¹, 黄雄英^{1,3}, 曹坳程¹, 张永军¹, 陈小霞¹, 齐淑华¹, 朱文达²

(1. 中国农业科学院植物保护研究所农业部农药化学与应用技术重点开放实验室, 北京 100094;

2. 湖北省农业科学院植物保护研究所, 武汉 430064; 3. 湖南农业大学生物安全科技学院, 长沙 410128)

摘要:室内毒力测定结果表明:阿维菌素对棉叶螨活性最高,啮螨酯、哒螨灵、甲氨基阿维菌素、四螨嗪次之;其它药剂对棉叶螨杀螨活性依次为多杀菌素、甲氰菊酯、浏阳霉素、联苯菊酯、倍硫磷、三氯杀螨醇、双甲脒、噻螨酮、克螨特、毒死蜱、啉硫磷、氯氟氰菊酯、对硫磷和伏杀硫磷。哒螨灵、阿维菌素、四螨嗪和啮螨酯对棉叶螨有极高选择性;浏阳霉素、多杀菌素、甲氨基阿维菌素、噻螨酮、克螨特、三氯杀螨醇、双甲脒、倍硫磷和甲氰菊酯次之;啉硫磷、氯氟氰菊酯、对硫磷和伏杀硫磷则无选择性。阿维菌素和甲氨基阿维菌素对中红侧沟茧蜂影响最小。

关键词:棉叶螨;毒力;选择性比值;中红侧沟茧蜂

中图分类号:S435.622 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2006)06-0342-05

Toxicities of 19 Acaricides to *Tetranychus cinnabarinus* and Their Safety Evaluations

YUAN Hui-zhu¹, HUANG Xiong-ying^{1,3}, CAO Ao-cheng¹, ZHANG Yong-jun¹, CHEN Xiao-xia¹, QI Shu-hua¹, ZHU Wen-da²

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agriculture Science, Beijing 100094, China; 2. Institute of Plant Protection, Hubei Agriculture Science, Wuhan 430064, China; 3. College of Bio-safety and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: *Tetranychus cinnabarinus* was one of the important pests of cotton in China. The damage of *Tetranychus cinnabarinus* to cotton plant was becoming serious as Bt cotton planted area increased in recent years. The management was commonly done based on repetitive application of acaricides. Some farmers used to apply high toxic acaricides, like organophosphate insecticides, or dicofol for *Tetranychus cinnabarinus* control. For environment safety and operators' health, high toxic insecticides would be banned in China sooner or later. Dicofol was also limited to be produced and applied because its intermediate DDT belonging to persistent organic pollutants (POPs). Screening alternative acaricides to high toxic organophosphate insecticides and dicofol for *Tetranychus cinnabarinus* was important for cotton production. Nineteen acaricides were evaluated in laboratory by slide-dip method against *Tetranychus cinnabarinus* occurred naturally in the suburb of Wuhan, Hubei Province in the summer of 2005. The results showed that the LC₅₀ of abamectin to *Tetranychus cinnabarinus* was 0.0012 mg · L⁻¹, with the best activity and should be applied for *Tetranychus cinnabarinus* control in cotton field as the first choice. The LC₅₀ of fenproximate, pyridaben, emamectin and clofentezine to *Tetranychus cinnabarinus* were all below 1 mg · L⁻¹, showed excellent toxicities and all can be applied for red spider control. The LC₅₀ of spinosad, fenpropathrin and liuyangmycin were all below 20 mg · L⁻¹, with better toxicities. The LC₅₀ of bifenthrin, fenthion, dicofol and amitraz were all below 50 mg · L⁻¹, and with good toxicities. Chloropyrifos, quinalphos, cyhalothrin, parathion and phosalone showed normal toxicities to *Tetranychus cinnabarinus*, and the LC₅₀ were all above 100 mg · L⁻¹. The analysis

收稿日期:2006-03-10 作者简介:袁会珠(1967-),男,博士,研究员, yuanhuizhu@mail.china.com

基金项目:农业部财政项目—高毒农药替代试验示范(2005)

of the vertebrate selectivity ratio (VSR) of different acaricides showed that pyridaben, abamectin, clofentezine and fenproximate had very high selectivity against *Tetranychus cinnabarinus*. Liuyangmycin, spinosad and emamectin had high selectivity. Hexythiazox, propargite, dicofol, amitraz, fenithion and fenpropathrin had better selectivity, and quinalphos, cyhalothrin, parathion and phosalone showed no selectivity to *Tetranychus cinnabarinus*. The influence of different acaricides against the natural enemy, microplitis mediator in the cotton field, were also studied and the results showed that abamectin, emamectine had the least effect. Based on the toxicity bioassay, relative toxicity index and VSR and its safety evaluation to natural enemy of this study, abamectin, emamectine, fenproximate, pyridaben, clofentezine, spinosad, fenpropathrin, bifenthrin, liuyangmycin and amitraz could apply for *Tetranychus cinnabarinus* control as alternatives to dicofol and high toxic organophosphate insecticides.

Key words: *Tetranychus cinnabarinus*; toxicity; selectivity ratio; microplitis mediator

棉叶螨 (*Tetranychus cinnabarinus*) 具有食性杂、繁殖强、传播快等特点, 为害猖獗, 在棉叶背面吸食汁液, 轻者棉苗停止生长, 蕾铃脱落, 后期早衰; 重者叶片发红、干枯脱落。化学防治是目前防治棉叶螨的重要手段, 我国主要采用杀螨剂三氯杀螨醇^[1] 或高毒有机磷杀虫剂兼治棉叶螨^[2]。由于三氯杀螨醇不易分解、残留量高, 我国早已禁止在蔬菜和茶叶上使用, 根据持续性有机污染物 (POPs) 公约要求, 生产三氯杀螨醇的中间体 DDT 被列入名单, 要求逐步禁止生产使用, 因此, 三氯杀螨醇终将被替代^[3]。为保障用户和环境安全, 国家决定于 2007 年 1 月 1 日禁止甲胺磷、对硫磷等高毒农药的使用^[4]。因此, 研究筛选不同药剂对棉叶螨的毒力, 评价不同药剂的选择毒性及其对棉田天敌的安全性, 不仅对于棉田杀虫杀螨剂的合理使用具有指导意义, 还对于研究高毒杀虫杀螨剂和三氯杀螨醇的替代药剂具有参考价值。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

97.0% 阿维菌素原药和 92.0% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐原药 (河北威远生物化工股份有限公司), 97.1% 哒螨灵原药 (江苏扬州农药厂), 95.0% 甲氰菊酯原药 (江苏丹阳农药化工有限公司), 95.0% 毒死蜱原药和 70.0% 啶硫磷原药 (江苏宝灵化工有限公司), 95.8% 伏杀硫磷原药 (江苏江阴凯江农化有限公司), 90.0% 倍硫磷原药 (浙江台州市黄岩永宁农药化工有限公司), 97.9% 联苯菊酯原药、92.3% 克螨特原药和 98% 氯氟氰菊酯原粉 (江苏常隆化工有限公司), 97.5% 四螨嗪原药 (石家庄市绿丰化工有限公司), 97.1% 噻螨酮原药 (江苏克胜集团), 96.0% 啶螨酯原药 (日本农药株式会社提供), 98.0% 双

甲脒原药 (河北新兴化工有限公司), 95.0% 浏阳霉素原药 (湖南生物药厂), 90.4% 多杀菌素原药 (陶氏益农公司), 90% 三氯杀螨醇原药 (江苏如东农药厂), 94% 对硫磷原油 (湖北沙隆达有限公司)

1.2 不同药剂对棉叶螨毒力测定

1.2.1 供试害螨。于 2005 年夏天采自湖北省武汉市汉南区自然种群, 采集前 15 d 在棉田没有使用杀虫剂和杀螨剂的记录, 采集的棉叶螨在湖北省农业科学院植物保护研究所饲养并进行生物测定。

1.2.2 试验方法。采用联合国粮农组织 (FAO) 推荐的玻片浸渍法: 将原药用二甲基甲酰胺溶解, 配成 1% 母液, 母液再用含 0.05% 曲拉通的水溶液稀释成 7 个系列测定浓度。将 2.5 cm 宽的双面胶带横粘在载玻片的一端, 长度与玻片宽度相同, 用 0 号毛笔挑起健壮均匀的雌成螨, 将其背部粘在胶带上, 每块胶带粘螨 40 头, 分为 4 行, 每行 10 头, 放入清洁无毒的培养皿里, 保湿, 加盖后置于室温下, 2 h 后在双目解剖镜下检查有无死亡和异常者, 剔除死亡和异常者; 将载玻片粘有雌螨的一端浸入待测药液中, 5 s 后取出, 吸去螨体周围的药液。将处理后的载螨玻片放在培养皿内, 置于室温下。24 h 和 48 h 后分别在双目解剖镜下检查死亡情况。

死亡判断标准:以解剖针轻触螨体, 无任何反应者为死亡。计算各处理棉叶螨死亡率, 用 Abbott 公式对处理组死亡率进行校正; 对照组死亡率超过 20% 时, 试验重做。用 POLO 软件求出毒力回归方程、 LC_{50} 值及其 95% 置信限和 LC_{90} 值。

1.3 不同药剂对棉叶螨毒力比较以及对哺乳动物选择毒性比值

1.3.1 相对毒力指数^[5]。选择常用高毒有机磷杀虫剂对硫磷对棉叶螨的 LC_{50} 值为标准, 用其它药剂的 LC_{50} 值作为除数计算, 具体计算方法见公

式(1):

$$\text{相对毒力指数}(T) = \frac{\text{对硫磷的 } LC_{50}}{\text{其它药剂的 } LC_{50}} \times 100 \quad (1)$$

1.3.2 脊椎动物选择性比值^[6]。以脊椎动物选择性比值(也称安全因子,简称 VSR)作为标准来判断各药剂的选择毒性,其计算方法见公式(2):

$$VSR = \frac{\text{农药对鼠急性经口 } LD_{50}}{\text{农药对棉叶螨的 } LC_{50}} \quad (2)$$

VSR = 1~10,表明药剂对棉叶螨有一定程度的选择性;VSR = 10~100,表明药剂多数对棉叶螨具有较高的选择性;VSR = 100~1000,表明药剂对棉叶螨具有显著的选择性;VSR > 1000,表明药剂对棉叶螨具有极高选择性。

1.3 药剂对棉田天敌-中红侧沟茧蜂的影响

1.3.1 供试天敌。中红侧沟茧蜂(中国农业科学院植物保护研究所昆虫研究室饲养)。

1.3.2 试验测定方法。将供试药剂用丙酮稀释成系列浓度,取适量药剂加入 2 cm 直径的玻璃管中,使其均匀涂布在玻璃管壁上,自然风干后,加

入中红侧沟茧蜂,1 min 后将中红侧沟茧蜂转移到干净的玻璃管中,之后移入(25±1)℃的养虫间内。每处理测试雌、雄蜂各 10 头,重复 3 次。24 h 后检查各处理死亡虫数。用 POLO 软件求出各药剂对中红侧沟茧蜂雄蜂的毒力回归方程和 LC₅₀值。

2 结果分析

2.1 不同药剂对棉叶螨的毒力测定

从表 1 可以看出,对棉叶螨毒力最高的药剂为阿维菌素,LC₅₀只有 0.0012 mg·L⁻¹,对棉叶螨表现出超高效作用;啞螨酯、啞螨灵、甲氨基阿维菌素和四螨嗪 4 种药剂都表现出了非常好的杀螨活性,其对棉叶螨的 LC₅₀在 1 mg·L⁻¹以下;多杀菌素、甲氰菊酯、浏阳霉素、联苯菊酯和倍硫磷 5 种药剂对棉叶螨的 LC₅₀在 25 mg·L⁻¹以下,小于三氯杀螨醇的 LC₅₀值。以上 10 种药剂对棉叶螨的生物活性均高于三氯杀螨醇。

表 1 棉叶螨防治药剂的毒力测定

Table 1 Toxicities of 19 acaricides to *Tetranychus cinnabarinus* by slide-dip method

药剂	毒性	毒力回归方程	LC ₅₀ 及置信限/(mg·L ⁻¹)	LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)
阿维菌素	高毒	y=0.7172x+7.0916	0.0012(0.0004~0.0017)	0.0065
啞螨酯	中等毒	y=1.0679x+6.0103	0.113(0.068~0.187)	1.801
啞螨灵	低毒	y=0.7616x+5.6741	0.1303(0.071~0.322)	6.3073
甲氨基阿维菌素	中等毒	y=0.7449x+5.5139	0.1499(0.0678~0.3254)	7.8378
四螨嗪	低毒	y=0.3558x+5.0209	0.8733(0.5432~1.7428)	3457.69
多杀菌素	低毒	y=1.342x+4.087	4.79(2.403~9.536)	43.26
甲氰菊酯	中等毒	y=0.8116x+4.3333	6.63(2.541~17.281)	252.53
浏阳霉素	低毒	y=1.0169x+3.7538	16.81(8.840~31.964)	307.28
联苯菊酯	中等毒	y=2.0624x+2.2736	20.99(6.39~68.88)	87.61
倍硫磷	中等毒	y=1.2434x+3.3518	21.17(14.89~30.33)	1583.0
三氯杀螨醇	低毒	y=1.6127x+2.7345	25.40(21.48~26.62)	157.94
双甲脒	中等毒	y=0.9474x+3.4271	45.73(29.384~71.177)	1034.38
啞螨酮	低毒	y=0.8088x+3.5587	60.52(32.291~113.433)	2335.43
克螨特	低毒	y=0.8812x+3.3828	68.43(35.403~132.654)	1956.89
毒死蜱	中等毒	y=1.6032x+1.7883	100.75(76.458~132.749)	636.27
啞硫磷	中等毒	y=1.2042x+2.3579	156.34(105.23~232.27)	1818.60
氯氟氰菊酯	中等毒	y=1.6971x+0.9771	238.21(194.17~298.02)	1332.55
对硫磷	高毒	y=2.1406x-0.6395	431.04(318.29~618.28)	1708.07
伏杀硫磷	中等毒	y=0.6118x+3.2703	671.79(537.28~894.29)	83065.01

有机磷类杀虫剂中,对棉叶螨毒力最高的药剂为倍硫磷,LC₅₀为 21.17 mg·L⁻¹,其次为毒死蜱、啞硫磷,分别为 100.75 mg·L⁻¹和 156.34 mg·L⁻¹,而对硫磷的 LC₅₀只有 431.04 mg·L⁻¹。

生物源杀螨剂对棉叶螨有非常好的杀灭效果,阿维菌素、多杀菌素和浏阳霉素对棉叶螨的 LC₅₀分别是 0.0012 mg·L⁻¹、4.79 mg·L⁻¹和 16.81 mg·L⁻¹。

2.2 不同药剂对棉叶螨毒力比较以及对哺乳动物选择毒性比值

从表 2 可以看出,以对硫磷为标准药剂,阿维菌素的相对毒力指数高达 359200,说明其对棉叶螨的生物活性是对硫磷的 359200 倍;啞螨酯、啞螨灵和甲氨基阿维菌素的相对毒力指数均大于 2000;四螨嗪、多杀菌素、甲氰菊酯、浏阳霉素、联苯菊酯和倍硫磷的相对毒力指数在 20 以上。

不同药剂对脊椎动物的选择毒性比值(VSR)以哒螨灵为最高,其值为 10360.71,其次为阿维菌素(8333.33,后面药剂括号内数据均为 VSR)、四螨嗪(5954.43)、唑螨酯(4247.79),以上 4 种药剂的 VSR>1000,表明对棉叶螨具有极高的选择性;浏阳霉素(892.33)、多杀菌素(789.77)和甲氨基阿维菌素(507.00)对棉叶螨具有显著的选择

性;噻螨酮(82.62)、克螨特(32.15)、三氯杀螨醇(31.85)、双甲脒(14.21)、倍硫磷(11.81)和甲氰菊酯(10.65)对棉叶螨具有较高的选择性;其它药剂对棉叶螨的选择性则较差,特别是对硫磷(0.01)、伏杀硫磷(0.18)和氯氟氰菊酯(0.33)和啶硫磷(0.45)对棉叶螨的 VSR 均小于 1,说明无选择性。

表 2 不同药剂对棉叶螨的相对毒力指数和脊椎动物选择性比值

Table 2 Relative toxicity index and vertebrate selectivity ratio of 19 acaricides to *Tetranychus cinnabarinus*

药剂	简要说明	大鼠急性经口 ^[7] LD ₅₀ /(mg·kg ⁻¹)	对棉叶螨的毒力		椎动物选 择性比值 (VSR)
			LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	相对毒力 指数(T)	
阿维菌素	大环内酯类杀虫杀螨剂	10	0.0012	359200.0	8333.33
唑螨酯	苯氧基吡唑类杀螨剂	480	0.113	3814.5	4247.79
哒螨灵	哒螨类杀虫杀螨剂	1350	0.1303	3308.1	10360.71
甲氨基阿维 菌素	大环内酯类杀虫杀螨剂	76	0.1499	2875.5	507.00
四螨嗪	螨类生长抑制剂	>5200	0.8733	493.6	>5954.43
多杀菌素	大环内酯类杀虫杀螨剂	3783	4.79	90.0	789.77
甲氰菊酯	拟除虫菊酯杀虫杀螨剂	70.6	6.63	65.0	10.65
浏阳霉素	杀螨农用抗生素	>15000	16.81	25.6	>892.33
联苯菊酯	拟除虫菊酯杀虫杀螨剂	54.5	20.99	20.5	2.60
倍硫磷	有机磷类杀虫杀螨剂	250	21.17	20.4	11.81
三氯杀螨醇	有机氯类杀螨剂	809	25.40	17.0	31.85
双甲脒	脒类杀虫杀螨剂	650	45.73	9.4	14.21
噻螨酮	噻唑烷酮类杀螨剂	>5000	60.52	7.1	>82.62
克螨特	有机硫杀螨剂	2200	68.43	6.3	32.15
毒死蜱	有机磷类杀虫杀螨剂	163	100.75	4.3	1.62
啶硫磷	有机磷类杀虫杀螨剂	71	156.34	2.8	0.45
氯氟氰菊酯	菊酯类杀虫剂	79	238.21	1.8	0.33
对硫磷	有机磷类杀虫杀螨剂	3	431.04	1.0	0.01
伏杀硫磷	有机磷类杀虫杀螨剂	120	671.79	0.6	0.18

表 3 药剂对中红侧沟茧蜂雄蜂的影响

Table 3 Influence of some acaricides to *microplitis mediator*

药剂	对中红侧沟茧蜂雄蜂的影响			对棉叶螨 LC ₅₀ / (mg·L ⁻¹)
	回归方程式	r	LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	
阿维菌素	y=0.9828x+2.6401	0.9295	251.83	0.0012
甲氨基阿维菌素	y=0.8789x+3.4646	0.9739	55.85	0.1499
多杀菌素	y=0.7444x+4.2039	0.9951	11.73	4.79
氯氟氰菊酯	y=0.4659x+4.4692	0.9030	13.78	238.21
丙溴磷	y=0.7444x+4.1982	0.9951	11.94	
毒死蜱	实验浓度内全部死亡			

2.3 不同药剂对中红侧沟茧蜂的影响评估

从表 3 可以看出,毒死蜱各浓度处理均造成 100%的中红侧沟茧蜂死亡,对中红侧沟茧蜂雄蜂的影响最大;多杀菌素、丙溴磷对中红侧沟茧蜂雄蜂的影响较大,其次是氯氟氰菊酯;甲氨基阿维菌素和阿维菌素对中红侧沟茧蜂雄蜂的影响较小。

3 分析与讨论

随着转基因抗虫棉种植面积的扩大,棉叶螨的危害呈加重趋势^[8]。本研究表明有机磷杀螨剂中,对棉叶螨毒力最高的药剂为倍硫磷,其次为毒死蜱、啶硫磷。这些有机磷杀虫杀螨剂对棉叶螨的毒力小于阿维菌素、多杀菌素等微生物源杀虫杀螨剂,也小于唑螨酯、哒螨灵、四螨

嗪等杀螨剂。以上结果说明用以上药剂替代有机磷杀虫杀螨剂防治棉叶螨是可行的。拟除虫菊酯类农药主要是作为杀虫剂防治鳞翅目、鞘翅目等害虫,但有些拟除虫菊酯农药具有兼杀叶螨的作用,可作为杀虫杀螨剂,如甲氰菊酯、氯氟氰菊酯(功夫菊酯)、联苯菊酯等。本研究表明,菊酯类杀虫杀螨剂中,以甲氰菊酯对棉叶螨的毒力为最高,其次是联苯菊酯,氯氟氰菊酯对棉叶螨的毒力最小。以上结果说明,若采用菊酯类杀虫杀螨剂防治棉叶螨,建议采用甲氰菊酯和联苯菊酯。

生物源杀虫杀螨剂对棉叶螨有非常好的杀灭效果,阿维菌素、多杀菌素和浏阳霉素对棉叶螨的毒力均高于常用药剂三氯杀螨醇。阿维菌素是一种大环内酯类化合物,对植食性螨类有特效,具有触杀和胃毒作用,有微弱的内吸性。虽然阿维菌素为高毒农药,但由于其对棉叶螨超高效,其对棉叶螨的相对毒力指数(与对硫磷相比)高达359200,田间有效成分用量远低于常用有机磷杀虫剂,对棉叶螨有非常高的选择性,阿维菌素为防治棉叶螨最理想的药剂。浏阳霉素具有大四环内酯类结构,是生物发酵而成,低毒,对棉叶螨有良好的触杀作用,对螨卵也有一定的抑制作用,是一种防治棉叶螨比较理想的农用抗生素杀螨剂。

唑螨酯是1991年发现和开发的杀螨剂,又名霸螨灵,具有吡唑类结构,对害螨的全生育期有效,特别是对幼螨和若螨活性更强,有快速击倒作用,并有优良的持效性,是防治棉叶螨的理想药剂。再加上其与三氯杀螨醇无交互抗性,是替代三氯杀螨醇的优良药剂。哒螨灵(又名达螨酮、扫螨净),是一种低毒杀螨剂,1990年开始在农业中应用,对若螨和成螨不同的生育期均有效,有速效击倒作用,并有很好的持效性。该品种在国内生产企业较多,并已广泛应用,从本研究测定结果看,哒螨灵对棉叶螨高效,杀螨活性仅次于阿维菌素、唑螨酯,远高于三氯杀螨醇、甲氰菊酯、联苯菊酯、倍硫磷等药剂;并且其高效安全,可以作为防治棉叶螨的主要药剂。

双甲脒又名螨克,属脒类杀螨剂,对成螨、若螨都有较好的防效,双甲脒在我国生产厂家较多。本项研究测定表明,其杀螨活性远低于阿维菌素、

唑螨酯、哒螨灵、多杀菌素、甲氨基阿维菌素、浏阳霉素、甲氰菊酯和联苯菊酯等药剂,但高于毒死蜱、啶硫磷、氯氟氰菊酯,再加上其对叶螨的各个生育阶段的虫态都有效,在防治棉叶螨中有其一定的地位。

克螨特(丙炔螨特)和噻螨酮(尼索朗)为专用杀螨剂,本实验结果显示,这两种药剂的杀螨活性远低于阿维菌素、唑螨酯、哒螨灵、多杀菌素、甲氨基阿维菌素、浏阳霉素、甲氰菊酯、联苯菊酯、倍硫磷、三氯杀螨醇和双甲脒等药剂,这可能与棉叶螨对这两种杀螨剂抗药性程度高有关。

综合本项实验研究,从对棉叶螨的毒力大小、相对毒力指数、脊椎动物选择性比值以及对棉田天敌安全性评价等多方面考虑,阿维菌素、甲氨基阿维菌素、唑螨酯、哒螨灵、四螨嗪、多杀菌素、甲氰菊酯、联苯菊酯、浏阳霉素、双甲脒等药剂可以作为棉叶螨防治药剂,可以替代三氯杀螨醇和有机磷杀虫杀螨剂。

致谢:北京农学院2006届大学毕业生马炳超同学参加部分工作。

参考文献:

- [1] 高艾兰,宋贤利. 40%三氯杀螨醇乳油防治棉叶螨田间药效试验[J]. 陕西农业科学,2003(3):22-23.
- [2] 欧晓明,盛书祥,余淑英,等. 氧乐果与三氯杀螨醇混剂对棉蚜和棉红蜘蛛的增效作用研究[J]. 江西农业学报,1996,8(2):138-143.
- [3] 林雁,张锡良,黄晓光. 中国 POPs 项目的初步计划[J]. 中华卫生杀虫药械,2005,11(1):56-58.
- [4] 农业部农药检定所. 关于撤销甲胺磷等5种高毒农药产品登记的通知[J]. 农药科学与管理,2004(5):1.
- [5] 韩熹莱. 中国农业百科全书·农药卷[M]. 北京:农业出版社,1993.
- [6] 华南农学院. 植物化学保护(第二版)[M]. 北京:农业出版社,1992.
- [7] TOMLIN C D S. The Pesticide Manual (Thirteenth Edition)[M]. BCPC Publication, UK, 2003
- [8] 崔金杰,夏敬源. 麦套夏播转 Bt 基因棉田主要害虫及其天敌的发生规律[A]. 植物保护 21 世纪展望[M]. 北京:中国科学技术出版社,1998:554-560.
- [8] 王宁,薛振祥. 杀螨剂的进展与展望[J]. 现代农药,2005(4):1-8.