

12种杀虫剂对烟草甲的室内防治效果

唐兴贵¹, 班国相¹, 罗倩茜¹, 姚峰¹, 江彤², 李章海³, 黄衍章^{2*}

(1. 贵州省黔南州烟草公司, 都匀 558000; 2. 安徽农业大学植物保护学院, 合肥 230036;

3. 中国科学技术大学烟草与健康研究中心, 合肥 230051)

摘要: 烟草甲是烟叶储藏期的一种重要害虫, 危害大且难于防治。采用微量喷雾法研究 12 种杀虫剂对烟草甲成虫和幼虫的室内防治效果。结果表明, 12 种杀虫剂以高效氯氟氰菊酯的综合防治效果最好, 溴氰菊酯次之。高效氯氟氰菊酯以 10 mg·kg⁻¹ 浓度处理饲喂试虫, 4 d 后成虫的校正死亡率为 85.7%, 6 d 后幼虫的校正死亡率为 80.2%, 对 3 龄幼虫的种群抑制率为 85.1%。滤纸载药触杀试验结果表明, 高效氯氟氰菊酯以 0.65 μg·cm⁻² 处理烟草甲成虫, 3 d 后试虫的校正死亡率为 87.8%, 显著高于溴氰菊酯。高效氯氟氰菊酯可作为一种较好的储烟防护剂用于防治烟草甲。

关键词: 烟草甲; 高效氯氟氰菊酯; 防治效果

中图分类号: S482.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2015)02-0252-05

Control effects of twelve insecticides against *Lasioderma serricorne* (Fabricius) indoors

TANG Xinggu¹, BAN Guoxiang¹, LUO Qianqian¹, YAO Feng¹, JIANG Tong², LI Zhanghai³, HUANG Yanzhang²

(1. Qiannan Tobacco Company, Duyun 558000; 2. School of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

3. Research Centre of Tobacco and Health, University of Science and Technology of China, Hefei 230051)

Abstract: Tobacco beetle is a key pest of stored tobacco. It causes great damage to the stored tobacco and is difficult to control at present. The control effects of twelve insecticides against *Lasioderma serricorne* (Fabricius) were studied under laboratory conditions using the direct micro-spray and the pesticide-film filter method. The results showed that cyhalothrin performed the best integrated control effect on *L. serricorne*, followed by deltamethrin in all twelve insecticides. After fed with cyhalothrin at 10 mg·kg⁻¹, the corrected mortality to adult pest was 85.7% after 4 days, the corrected mortality to larvae was 80.2% after 6 days, and the population inhibition rate to third instar larvae was 85.1% in the end. The result of the pesticide-film filter showed that the corrected mortality of adults was 87.8% after treated with cyhalothrin at 0.65 μg·cm⁻² for 3 days, which was significantly higher than that of deltamethrin. Cyhalothrin showed a promising result as an effective insecticide for the control of tobacco beetles.

Key words: *Lasioderma serricorne* (Fabricius); cyhalothrin; control effect

烟草是我国的一种重要经济作物, 在我国广大西南地区农村脱贫致富方面具有重要的促进作用。烟草在烤后储藏及卷烟加工过程中如若保管不当, 常会因贮烟害虫的为害而造成较大的经济损失。据国内烟草行业估计, 全国每年因虫害造成的烟叶损失率约为 1.64%, 烟叶损失总量约 3.115 万 t^[1]。烟草甲 *Lasioderma serricorne* (Fabricius) 是一种世界性的储烟害虫, 属鞘翅目 Coleoptera 窃蠹科 Anobiidae,

其幼虫和成虫均可危害烤烟。烟草甲不仅蛀食烟叶造成孔洞, 致使烟叶成丝率下降, 而且其取食后排泄的粪便及遗留的蛋白性虫尸异物也会严重影响烟叶品质, 对卷烟产品信誉构成潜在威胁^[2]。

目前, 烟草甲防治手段形式多样, 主要方法包括清洁防治、物理防治、生物防治及化学防治^[3-11]。由于化学防治简便易行, 经济可靠, 因此当前仍为国内外烟草行业控制烟草甲等储烟害虫的主要手

收稿日期: 2014-11-20

基金项目: 贵州省黔南州科技项目, 黔南科技发(2013)34 号和黔南科技发(2011)30 号共同资助。

作者简介: 唐兴贵, 农艺师。E-mail: tangxgui@163.com

* 通信作者: 黄衍章, 博士, 副教授。E-mail: 99305771@qq.com

段。化学防护剂兼具胃毒触杀和空间杀虫作用, 在烟仓清洁消毒时配合使用可有效消灭环境虫源, 降低烟仓害虫侵染概率^[12]。当仓库密封条件较差而不能整仓熏蒸时, 采用分垛熏蒸配合喷施防护剂则可对储烟害虫起到较好的控制效果, 而当监测到有虫害发生但尚未达到熏蒸标准时, 采用防护剂也可有效控制空间虫源^[13]。本试验研究了 12 种杀虫剂对烟草甲的室内防治效果, 以期寻找出高效低毒的储烟防护剂, 为储烟领域科学有效地开展烟草甲综合防治提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 供试虫源

烟草甲虫源来自贵州省都匀市烟叶营销中心仓库, 在安徽农业大学植物保护学院昆虫学实验室采用半碎的小麦饲养, 饲养条件为恒温恒湿 (T: 28℃±0.5℃, RH: 80%±5%)。试验取 5~7 d 日龄的烟草甲成虫和 3 龄幼虫供试。

1.2 供试药剂

25 g·L⁻¹ 溴氰菊酯乳油 (拜耳作物 (中国) 有限公司); 20% 甲氰菊酯乳油 (山东大成农药股份有限公司); 4.5% 高效氯氰菊酯微乳剂 (安徽丰乐农化有限公司); 25 g·L⁻¹ 联苯菊酯乳油 (济南中科绿色生物工程有限公司); 25 g·L⁻¹ 高效氯氟氰菊酯乳油 (常州市农林药业有限公司); 5% 阿维菌素乳油 (泰安市宝丰农药厂); 2.5% 甲氨基阿维菌素乳油 (钟祥市第二化工厂); 3% 氟虫腈乳油 (威海韩孚生化药业有限公司); 10% 吡虫啉可湿性粉剂 (南京红太阳股份有限公司); 200 g·L⁻¹ 虫酰肼悬浮剂 (天津市绿亨化工有限公司); 200 g·L⁻¹ 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 (美国杜邦公司); 90% 敌百虫原药 (江苏安邦电化有限公司)。

1.3 生物测定方法

1.3.1 对幼虫的综合防效 将供试药剂分别用水稀释 1000 倍, 再将稀释液倒入微量喷雾器内。用电子天平准确称取 2 g 烟叶 (含水量为 16%~18%), 并将烟叶单层均匀平铺在一干净培养皿内, 然后对其均匀喷雾 4 次 (每次喷液量为 0.2 mL), 待烟叶表面水分挥发干后, 将烟叶装入 100 mL 玻璃瓶内。每瓶接入 20 头 3 龄幼虫, 瓶口用白色棉布密封。每处理重复 5 次, 并设清水对照。将各处理放入人工气候箱内 (T: 28℃±0.5℃, RH: 80%±5%), 处理 2、4 和 6 d 后打开棉布, 调查幼虫死亡数, 计算死亡率和校正死亡率:

$$\text{死亡率}(\%) = (\text{死亡虫数} / \text{供试虫数}) \times 100$$

$$\text{校正死亡率}(\%) = (\text{处理死亡率} - \text{对照死亡率}) / (100 - \text{对照死亡率}) \times 100$$

调查幼虫死亡率后, 将存活的幼虫继续放入原处理瓶内继续饲养, 待化蛹羽化后调查成虫数量, 计算种群抑制率:

$$\text{种群抑制率}(\%) = (\text{对照成虫数} - \text{处理成虫数}) / \text{对照成虫数} \times 100$$

1.3.2 对成虫的综合防效 测试方法同 1.3.1。将各处理放入生物测定室内 (T: 28℃±0.5℃, RH: 80%±5%), 处理 1、2 和 4 d 后打开棉布, 分别调查记载成虫死亡数, 计算死亡率和校正死亡率。计算公式同上。

1.3.3 触杀效果测定 采用滤纸载药法。将药液用水稀释成不同的浓度 (500 倍、1000 倍和 2000 倍) 后, 用移液枪分别移取 0.5 mL 滴入到直径为 7 cm 滤纸上, 再将滤纸平铺在直径为 7 cm 的培养皿上。每皿接入 20 头烟草甲成虫, 1 d 后将试虫取出放入干净的 5 mL 指形管内。指形管有一小孔透气并放入少许烟叶。每处理重复 5 次, 对照组用清水处理。将各处理放入生物测定室内 (T: 28℃±0.5℃, RH: 80%±5%), 并分别在指形管内处理 1、2 和 3 d 后将试虫倒入干净的培养皿内, 调查成虫死亡数, 计算死亡率和校正死亡率。计算公式同上。

1.4 统计分析

采用 DPS-V3.01 数据处理软件进行方差分析。将试验调查计算所得校正死亡率和种群抑制率进行反正弦平方根转换后, 用 LSD 法进行多重比较, 数据后无相同小写字母表示处理间存在显著差异 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 12 种杀虫剂对烟草甲幼虫的综合防效

从表 1 可以看出, 12 种杀虫剂随着处理时间的延长, 幼虫的死亡率逐渐增大。12 种药剂各处理 2 d 后以高效氯氰菊酯的效果最为显著, 其次为溴氰菊酯。处理 4 d 后, 以高效氯氰菊酯、联苯菊酯、溴氰菊酯和高效氯氟氰菊酯的效果较好。处理 6 d 后, 高效氯氟氰菊酯的综合防效最为显著, 其对烟草甲幼虫的校正死亡率为 80.2%, 其次为溴氰菊酯和阿维菌素, 对试虫的校正死亡率分别为 71.4% 和 69.2%。12 种供试药剂以虫酰肼、甲氰菊酯、吡虫啉、甲氨基阿维菌素、敌百虫和氯虫苯甲酰胺的效果较差, 6 d 后试虫的校正死亡率均低于 30.0%。

另从 12 种药剂对烟草甲 3 龄幼虫的种群抑制效果可知, 高效氯氟氰菊酯、溴氰菊酯和阿维菌素的

抑制效果较好,其种群抑制率分别为 85.1%、71.3% 和 65.5%,而虫酰肼和氯虫苯甲酰胺的抑制效果较差,其抑制率分别为 18.4%和 21.8%,均低于 30.0%。

供试的 12 种药剂以高效氯氟氰菊酯对烟草甲幼虫的抑制作用最好,其种群抑制率显著高于另外 11 种药剂。

表 1 12 种杀虫剂对烟草甲幼虫的综合防效(1000 倍)

Table 1 Integrated control effects of twelve pesticides on the larvae of tobacco beetle (1000×)

处理药剂 Treatment	浓度/mg·kg ⁻¹ Concentration	死亡率/% Mortality			校正死亡率/%±标准差 Corrected Mortality ± standard deviation			成虫羽 化数/头 Adult emergence number	种群抑制率/% ±标准差 Population inhibition rate ± standard deviation
		2 d	4 d	6 d	2 d	4 d	6 d		
溴氰菊酯 Deltamethrin	10	34.0	42.0	74.0	32.0±7.9 ^b	37.6±3.6 ^{ab}	71.4±6.4 ^{ab}	5.0	71.3±5.9 ^b
高效氯氟氰菊酯 Beta-cypermethrin	15	48.0	51.0	57.0	46.4±3.4 ^a	47.3±5.1 ^a	52.7±3.6 ^{cd}	7.0	59.8±4.7 ^{cd}
甲氰菊酯 Fenpropathrin	80	5.0	23.0	24.0	3.3±7.8 ^{fg}	17.2±4.9 ^{de}	16.5±3.5 ^{fg}	10.2	41.4±2.8 ^f
联苯菊酯 Bifenthrin	10	25.0	44.0	66.0	22.7±4.9 ^{bc}	39.8±4.1 ^{ab}	62.6±10.2 ^{bc}	8.0	54.0±5.3 ^{de}
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	10	27.0	41.0	82.0	24.7±3.9 ^b	36.6±4.2 ^{ab}	80.2±7.2 ^a	2.6	85.1±2.6 ^a
阿维菌素 Abamectin	20	6.0	36.0	72.0	3.7±6.5 ^{efg}	31.2±2.8 ^{bc}	69.2±8.6 ^{ab}	6.0	65.5±3.5 ^{bc}
甲氨基阿维菌素 Emamectin benzoate	10	17.0	23.0	35.0	14.4±4.9 ^{cd}	17.2±4.9 ^{de}	28.6±7.5 ^{ef}	10.0	42.5±5.3 ^f
氟虫腈 Fipronil	12	11.0	31.0	51.0	8.2±5.0 ^{de}	25.8±8.4 ^{cd}	46.2±4.1 ^d	9.4	46.0±3.8 ^{ef}
吡虫啉 Imidacloprid	40	6.0	20.0	33.0	4.3±9.2 ^{efg}	14.0±7.7 ^{ef}	26.4±6.4 ^{ef}	9.4	46.0±6.1 ^{ef}
虫酰肼 Tebufenozide	80	4.0	8.0	19.0	2.3±6.6 ^g	1.9±5.6 ^g	11.0±4.2 ^g	14.2	18.4±7.9 ^g
氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole	80	9.0	13.0	36.0	6.2±5.3 ^{efg}	6.5±5.3 ^f	29.7±4.5 ^e	13.6	21.8±3.7 ^g
敌百虫 Dipterex	360	10.0	22.0	35.0	7.2±4.4 ^{def}	16.1±8.0 ^{de}	28.6±7.0 ^{ef}	10.2	41.4±6.6 ^f
CK	-	3.0	7.0	9.0	-	-	-	17.4	-

表 2 12 种杀虫剂对烟草甲成虫的综合防效(1000 倍)

Table 2 Integrated control effects of twelve pesticides on the adults of tobacco beetle (1000×)

处理药剂 Treatment	浓度/mg·kg ⁻¹ Concentration	死亡率/% Mortality			校正死亡率/%±标准差 Corrected mortality ±standard deviation		
		1 d	2 d	4 d	1 d	2 d	4 d
溴氰菊酯 Deltamethrin	10	30.0	35.0	63.0	29.3±3.8 ^a	34.3±2.2 ^a	62.2±4.6 ^b
高效氯氟氰菊酯 Beta-cypermethrin	15	9.0	12.0	30.0	8.1±4.5 ^d	11.1±5.4 ^c	28.6±5.4 ^c
甲氰菊酯 Fenpropathrin	80	11.0	16.0	30.0	10.1±4.3 ^{cd}	15.2±3.5 ^{bc}	28.6±4.3 ^c
联苯菊酯 Bifenthrin	10	22.0	36.0	56.0	21.2±4.0 ^b	35.4±4.6 ^a	55.1±6.3 ^b
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	10	33.0	39.0	86.0	32.3±3.6 ^a	38.4±3.9 ^a	85.7±3.4 ^a
阿维菌素 Abamectin	20	13.0	17.0	20.0	12.1±3.8 ^{cd}	16.2±4.5 ^{bc}	18.4±4.7 ^d
甲氨基阿维菌素 Emamectin Benzoate	10	10.0	13.0	17.0	9.1±5.9 ^d	12.1±3.8 ^{bc}	15.3±3.8 ^d
氟虫腈 Fipronil	12	3.0	5.0	22.0	2.6±8.2 ^e	4.2±6.4 ^d	20.4±7.0 ^{cd}
吡虫啉 Imidacloprid	40	16.0	20.0	25.0	15.2±3.5 ^{bc}	19.2±4.7 ^b	23.5±4.3 ^{cd}
虫酰肼 Tebufenozide	80	1.0	2.0	3.0	0.0±0.0 ^f	1.6±6.3 ^d	1.8±5.5 ^e
氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole	80	1.0	3.0	6.0	0.0±0.0 ^f	2.4±6.3 ^d	4.5±6.7 ^e
敌百虫 Dipterex	360	1.0	4.0	5.0	0.0±0.0 ^f	3.4±7.8 ^d	3.5±5.9 ^e
CK	-	1.0	1.0	2.0	-	-	-

2.2 12 种杀虫剂对烟草甲成虫的综合防效

将 12 种药剂分别用 1000 倍稀释液对烟叶进行

喷雾处理,以此研究对烟草甲成虫的综合防效。从表 2 可知,12 种药剂以高效氯氟氰菊酯、溴氰菊酯

和联苯菊酯的效果最为显著, 其中高效氯氟氰菊酯 $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 处理烟草甲成虫 1、2 和 4 d 后的校正死亡率依次为 32.3%、38.4%和 85.7%, 均高于其他 11 种处理药剂, 其中 4 d 后的校正死亡率显著高于其

他各药剂处理。溴氰菊酯的防治效果也相对较好, 其处理 4 d 后试虫的校正死亡率为 62.2%。12 种药剂以虫酰肼、氯虫苯甲酰胺、敌百虫的效果最差, 其 4 d 后校正死亡率均低于 10.0%。

表 3 优选杀虫剂对烟草甲成虫的触杀效果

Table 3 Contact toxicity of selected pesticides on the adults of tobacco beetle

处理药剂 Treatment	浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ Concentration	死亡率/% Mortality			校正死亡率/ $\%\pm$ 标准差 Corrected mortality \pm standard deviation		
		1 d	2 d	3 d	1 d	2 d	3 d
溴氰菊酯 Deltamethrin	0.65	25.0	35.0	62.0	25.0 \pm 3.3 ^a	35.0 \pm 3.0 ^b	61.2 \pm 4.5 ^b
	0.32	10.0	12.0	23.0	10.0 \pm 4.9 ^{bc}	12.0 \pm 2.4 ^d	21.4 \pm 4.2 ^{cd}
	0.16	7.0	10.0	17.0	7.0 \pm 3.0 ^c	10.0 \pm 4.9 ^d	15.3 \pm 4.7 ^d
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	0.65	33.0	60.0	88.0	33.0 \pm 4.7 ^a	60.0 \pm 5.9 ^a	87.8 \pm 2.4 ^a
	0.32	15.3	27.0	61.0	15.3 \pm 4.1 ^b	27.0 \pm 1.8 ^c	60.2 \pm 3.3 ^b
	0.16	7.0	12.0	26.0	7.0 \pm 3.0 ^c	12.0 \pm 2.4 ^d	24.5 \pm 5.8 ^c
CK	-	0.0	0.0	2.0	-	-	-

2.3 优选杀虫剂对烟草甲成虫的触杀效果

在利用 12 种药剂对烟草甲成虫进行综合防治效果测试后, 选取效果较好的高效氯氟氰菊酯和溴氰菊酯 2 种药剂进行触杀效果试验, 测试结果见表 3。从表 3 可以看出, 高效氯氟氰菊酯和溴氰菊酯以 $0.32 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ 处理试虫 3 d 后, 烟草甲成虫的校正死亡率分别为 60.2%和 21.4%, 触杀效果尚不明显。当浓度增大为 $0.65 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ 时处理 3 d, 高效氯氟氰菊酯和溴氰菊酯对成虫的触杀校正死亡率分别为 87.8%和 61.2%, 由此表明高效氯氟氰菊酯对烟草甲成虫的触杀效果较好。

3 讨论

迄今为止, 在各类贮烟害虫防治方法中, 物理防治因成本过高在我国尚难以大范围推广, 生物防治则因技术要求高、效果缓慢且不稳定, 在应用中也很受局限, 至此我国当前的贮烟害虫治理环节仍以清洁防治和化学防治为主。随着化学杀虫剂的长期大量使用, 贮烟主要害虫种群抗药性和药剂残留问题日益突出, 许多化学药剂的防治效果也逐年下降^[14]。此外化学熏蒸防治方面, 磷化氢由于易燃易爆、腐蚀性强、残渣处理难及抗药性等问题在应用时也存在一定局限^[15-17], 敌敌畏则因渗透性较弱也只能用作空仓消毒处理。因此, 如何提高现有化学杀虫剂的应用潜力, 寻找具有优良杀虫效果的化学防护剂在贮烟害虫防治领域仍具有重要经济意义。

烟草甲是烟叶储藏期的一种重要害虫, 如若防治不当常可造成较大的经济损失。本试验结果表明, 供试的 12 种杀虫剂以高效氯氟氰菊酯的综合防治

效果最好, 高效氯氟氰菊酯可作为一种较好的储烟防护剂用于防治烟草甲。杨叶昆等研究了 6 种拟除虫菊酯类杀虫剂 (1.5%顺式氯氰菊酯, 10%高效氯氟氰菊酯, 5%氟氯氰菊酯, 2.5%高效氟氯氰菊酯, 2.5%溴氰菊酯, 10%氯菊酯和 0.14%丙烯菊酯复配剂) 对烟草甲幼虫的防治效果, 结果表明 10%高效氯氟氰菊酯的效果最为显著^[18]。本研究表明溴氰菊酯的效果整体优于高效氯氟氰菊酯, 这可能与烟草甲对高效氯氟氰菊酯产生了一定的抗药性有关。

化学防护剂不仅在烟仓害虫防治方面具有重要作用, 而且在卷烟车间空间杀虫消毒方面也被广泛使用。随着我国目前储烟设施的逐步改善, 对于库存烟叶已有较好的办法控制烟草甲等害虫危害, 但在卷烟生产环节由于工序繁多, 设备复杂, 不宜采用仓储环境中对烟草甲具有较好杀灭效果的熏蒸方式, 因此采用化学防护手段防治卷烟车间害虫则更具现实意义。由于受试验手段的局限, 本研究结果尚不能完全反应各药剂在实仓环境条件下的防治效果, 因此对几种效果较好的药剂应进一步在实仓环境中开展防效研究, 以期为实仓害虫综合治理提供指导依据。

参考文献:

- [1] 宋纪真, 冯大成. 全国贮烟害虫危害程度的调查报告[J]. 烟草科技, 1995(4): 26-30.
- [2] 任广伟, 张连涛. 烟仓害虫的发生与防治[J]. 烟草科技, 2003(2): 45-47.
- [3] 陈云堂, 郭东权, 吕晓华, 等. 电子束处理烟草甲末龄幼虫的辐照效应[J]. 核农学报, 2010, 24(4): 757-760.

- [4] 奚家勤, 宋纪真, 尹启生, 等. 微波对烟草甲的杀虫效果[J]. 烟草科技, 2007(11): 70-73.
- [5] 王秀芳, 任广伟, 周显升, 等. 3 低温对不同虫态烟草甲的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(S): 287-289.
- [6] Childs D P, Overby J E. Mortality of the cigarette beetle in high-carbon dioxide atmospheres [J]. Econ Ent, 1983(76): 544-546.
- [7] Gunasekaran N, Rajendran S. Toxicity of dioxide to drug-store beetle *Stegobium paniceum* and cigarette beetle *Lasioderma serricorne* [J]. Journal of Stored Products Research, 2005, 41: 83- 294.
- [8] 邹晓, 罗力, 张晓敏, 等. 性引诱剂与白僵菌联合使用防治烟草甲虫效果[J]. 植物保护, 2010, 36(4): 178-190.
- [9] Buchelos C T H, Trematerra P. Monitoring of stored tobacco insect pests by means of pheromones the case of *Ephestia elutella* (Hübner) and *Lasioderma serricorne* Fabricius in South Europe [J]. Anz Schädlingskde Pflanzenschutz Umweltschutz, 1998, 71: 113-116.
- [10] 王秀芳, 任广伟, 王新伟, 等. 植物精油对烟草甲触杀、熏蒸和驱避作用研究[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(2): 67-70.
- [11] 安靖靖, 李为争, 原国辉, 等. 烟草甲对 20 种植物材料及其提取物的选择反应[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(2): 186-190.
- [12] 周汉平, 宋纪真, 齐凌峰, 等. 3 种防护剂对烟草甲和烟草粉虱的防治效果[J]. 烟草科技, 2008(6): 59-61.
- [13] 汤朝起, 张俊, 陆益敏. 烟草甲和烟草粉虱的防治研究[J]. 中国烟草科学, 2000(4): 46-48.
- [14] Rajendran S, Narasimhan K S. Phosphine resistance in the cigarette beetle *Lasioderma serricorne* (Cileoptera: Anobiidae) and overcoming control failures during fumigation of stored tobacco [J]. Inter J Pest Manage, 1994, 87(3): 546-550.
- [15] 程新胜, 魏重生, 高海霞. 不同虫态的烟草甲对磷化氢的敏感性及其电导率的测定[J]. 中国烟草科学, 2004(1): 46-48.
- [16] 丁碧军. 如何提高磷化铝熏杀烟仓害虫的效果[J]. 烟草科技, 1999, 34: 34-35.
- [17] 彭智伟, 文礼章, 彭涛. 磷化氢对烟草甲幼虫和卵杀虫效果实验[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(11): 201-202.
- [18] 杨叶昆, 杨明权, 牟定荣, 等. 拟除虫菊酯类杀虫剂对烟草甲幼虫的药效研究[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(S1): 47-50.