

8种杀虫剂对竹林金针虫的室内毒力测定

宋洋, 王鹏, 王浩杰, 舒金平*

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

关键词: 杀虫剂; 金针虫; LC_{50} ; 室内毒力

中图分类号: S763.3 文献标识码: A

Toxicity of 8 Pesticides to Bamboo Shoot Wireworms (Coleoptera: Elateridae)

SONG Yang, WANG Peng, WANG Hao-jie, SHU Jin-ping

(Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400 Zhejiang China)

Abstract Wireworm is one of the most important soil pests that damage bamboo shoots and it is very difficult to control. In order to find the pesticides with high efficiency against bamboo shoot wireworm and low toxicity to the environment, the toxicities of 8 pesticides against wireworm were tested. Results showed that the order of the toxicities to bamboo shoot wireworm of the 8 insecticides from high to low was Fipronil > Phoxime + Carbendazim > Phoxime > Chbpyrifins > Imidacloprid II > Bt > *Beauveria bassiana* > defatted seed cake of *Canella oleifera*. The medium lethal concentration (LC_{50}) of fipronil was $0.0141 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (soil), and fipronil could be used for wireworm control.

Key words insecticides; wireworm; LC_{50} ; toxicity

金针虫是鞘翅目 (Coleoptera) 叩甲科 (Elateridae) 昆虫幼虫的通称, 是一类重要的地下害虫, 在世界各地广为分布^[1-3]; 金针虫食性杂, 危害农作物、林木、果树、中药材及牧草等^[4]。在中国, 金针虫从南到北分布很广, 在北方地区对小麦 (*Triticum aestivum* L.)、玉米 (*Zea mays* L.)、人参 (*Panax ginseng* C. A. Mey.) 等经济作物危害严重^[5]; 在南方地区, 是竹林笋期最为重要的害虫之一^[6]。金针虫生活史长, 在地下活动, 危害时间久, 隐蔽性强, 且活动深度随着外界环境的变化而变化, 其防治和监测一直是植保工作的难点。

目前, 国内外就金针虫的防治技术开展了大量

研究, 主要是化学农药防治^[1, 7-8]。当前, 由于竹林经营方式的改变及呋喃丹等高毒高残留防治药剂的禁用, 致使金针虫在我国南方地区竹林内爆发成灾^[6], 造成重大的经济损失; 而对竹林金针虫生物学及防治学的研究罕见报道, 竹农无法获取金针虫防治技术和可用于金针虫防治的替代农药种类等信息, 使用违禁药剂进行竹林金针虫防治的事件时有发生, 给竹林食品和生态环境安全造成了重大威胁。随着我国对食品及生态安全的日益重视, 对化学药剂的高效性、安全性、施药方法科学性的要求也越高, 为了寻找高效低毒的竹林金针虫防治药剂, 作者就 8 种杀虫剂对金针虫进行了室内毒力测定。

收稿日期: 2008-12-24

基金项目: 国家林业局“948”引进项目 (2007-4-22); 国家“十一五”科技支撑项目专题 (2006BAD19B0105, 2006BAD08A1104); 浙江省科技计划重点项目 (2005C22074)

作者简介: 宋洋 (1982—), 男, 河北衡水人, 硕士研究生, 从事森林有害生物综合治理技术研究。

* 通讯作者: shu_jinping@yahoo.com.cn

1 材料与方 法

1.1 试验材料

- (1) 供试药剂: 详见表 1。
- (2) 供试虫源: 供试的金针虫种类为筛胸梳爪

叩甲 (*Melanotus cribricollis* (Fallenmann)) 幼虫, 采自浙江省德清县早园竹 (*Phyllostachys praecox* C. D. Chu et C. S. Chao) 林中, 选取 6 龄幼虫, 体色、大小基本一致的健康虫体进行室内毒力测定试验。

表 1 供试药剂

编号	药剂名称及主要成分	剂型	生产厂家	试验浓度 / (g·kg ⁻¹)
1	白僵菌 (<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.)	粉剂	湖北当阳市森林病虫害防治检疫站	0.5 1.0 2.0 4.0 8.0
2	苏云金杆菌 (<i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner)	粉剂	山东鲁抗生物农药有限责任公司	0.5 1.0 2.0 4.0 8.0
3	油茶饼	粉末	自制	25 50 100 200 300
4	3% 毒死蜱	颗粒剂	浙江绍兴天诺农化有限公司	0.5 1.0 2.0 4.0 8.0
5	菌虫净地虎 (3% 辛硫磷 + 多菌灵)	颗粒剂	山东富先达农药有限公司	0.5 1.0 2.0 4.0 8.0
6	3% 辛硫磷	颗粒剂	杭州长河农化有限公司	0.5 1.0 2.0 4.0 8.0
7	10% 吡虫啉 II	粉剂	浙江海正化工股份有限公司	0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
8	0.1% 氟虫腈	粉剂	上海盛农化工科技有限公司	0.5 1.0 2.0 4.0 8.0

注: 试验浓度指每 kg 无菌土壤中各试验药剂的使用量。

1.2 试验方法

采用拌土法^[9]进行金针虫毒力测定。利用小桶 (上 $\varnothing = 15$ cm, 下 $\varnothing = 10$ cm, $H = 13$ cm) 作容器, 将质地均匀的竹林地土壤过 60 目不锈钢筛, 去除石块等异物, 随后进行高温消毒, 每个小桶内装无菌土 1 kg 再加 10 g 已经发芽的小麦作食物。小桶内土壤中加入杀虫剂, 搅拌均匀后加入一定量的水, 使土壤湿度保持在 15% ~ 18%, 各种药剂及每个处理的梯度浓度见表 1, 用清水做对照, 每一梯度浓度设 3 个重复, 每个重复 5 头金针虫。每 48 h 观察金针虫的死亡情况 (腐烂死亡、僵直死亡和被真菌寄生死亡), 观察 14 d 并计算死亡率。如果清水对照死亡率高于 20% 视为无效实验。利用 Excel 软件计算进

行毒力测定的毒力回归方程、致死中浓度 (LC_{50})、相关系数 r 值等^[10]。

2 结果与分析

8 种供试杀虫剂对金针虫的毒力测定结果见表 2 其中, 以 0.1% 氟虫腈对金针虫的毒力最高, LC_{50} 为 0.0141 g·kg⁻¹, 其次为 3% 辛硫磷 + 多菌灵 (菌虫净地虎) 和 3% 辛硫磷, 再次为 3% 毒死蜱, 对金针虫毒力最低的为油茶饼, LC_{50} 为 59.01215 g·kg⁻¹。8 种供试杀虫剂对金针虫的毒力顺序分别为: 0.1% 氟虫腈 > 3% 辛硫磷 + 多菌灵 > 3% 辛硫磷 > 3% 毒死蜱 > 10% 吡虫啉 II > 苏云金杆菌 > 白僵菌 > 油茶饼。

表 2 8 种杀虫剂对金针虫的毒力测定结果

编号	供试药剂	毒力回归方程	LC_{50} / (g·kg ⁻¹)	LC_{95} / (g·kg ⁻¹)	相关系数 (r)
1	白僵菌	$y = 3.4338 + 0.9051x$	53.7538	3.529.45	0.9480
2	苏云金杆菌	$y = 3.5328 + 0.9346x$	37.1372	2.136.71	0.9663
3	油茶饼	$y = 3.6348 + 0.2861x$	59.012.15	3.3×10^{10}	0.6570
4	3% 毒死蜱	$y = 5.7039 + 0.7830x$	0.1262	15.9110	0.9658
5	3% 辛硫磷 + 多菌灵	$y = 5.8719 + 0.4756x$	0.0147	42.2095	0.8678
6	3% 辛硫磷	$y = 6.1018 + 0.6133x$	0.0160	7.6804	0.8924
7	10% 吡虫啉 II	$y = 5.6664 + 0.8767x$	0.1737	13.0614	0.8391
8	0.1% 氟虫腈	$y = 5.9243 + 0.4992x$	0.0141	27.7472	0.9280

注: LC_{50} , LC_{95} 为每 kg 无菌土壤中各试验药剂的相应致死浓度。

3 讨论

金针虫是一类世界性的地下害虫。化学防治是主要的防治方法之一, 而农药对环境及食品安全的影响已成为社会关注的焦点, 因此筛选高效低毒的化学

及生物药剂就显得非常重要。20 世纪 50 年代中期, 英美等国家使用高毒高残留的有机氯类农药, 此类农药虽达到满意的控制效果, 但有效成分在土壤中不易分解, 对土壤环境造成严重的污染。随着对新型农药的不断开发和利用, 本世纪初氟氯氰酯、吡虫啉及

氟虫腓等新型农药被用于金针虫的防治^[9-10]。

8种杀虫剂对竹林金针虫的毒力测定表明, 氟虫腓等新型苯基吡唑类杀虫剂防治地下害虫效果最佳, 辛硫磷、毒死蜱等有机磷类农药对地下害虫有较好控制作用, 这与 Vemon Herk^[11-12] 及 Herk Vernon^[13] 等的研究结果相一致^[11-13]。试验还发现, 烟碱类农药, 如吡虫啉等对地下害虫也有一定控制作用, 但效果相对较差。苏云金杆菌和白僵菌等常用的生物农药对金针虫的寄生率不高, 这可能与土壤环境不适宜寄生菌生存及扩散、金针虫表皮几丁质厚实坚硬而使苏云金杆菌和白僵菌难以侵入等因素有关。油茶饼富含油茶皂苷等抗菌杀虫类物质, 对稻纹枯病菌 (*Rhizoctonia solani* Kuhn) 等有一定的控制作用, 但利用油茶饼杀虫的报道较少^[14], 试验结果也表明, 油茶饼对金针虫的防治效果较差。此外, 对 2 种乳油状杀虫剂 (8% 氯氰菊酯和 0.5% 依维菌素) 对金针虫的毒力也进行了测定, 结果表明: 依维菌素和菊酯类乳油农药对金针虫有一定的控制作用, 但效果较差。

由于土壤环境的复杂性及金针虫具有垂直活动的特性, 化学及生物药剂在土壤中易分解或难以接触到金针虫, 致使防治效果不佳。室内试验表明, 辛硫磷、毒死蜱等有机磷类农药对地下害虫有较好控制作用, 但作者在竹林田间试验表明二者的防治效果不理想 (尚未发表)。这可能是由于竹林中需保护竹鞭, 不能翻地施药, 只能在竹林施肥期浅施, 而此时金针虫的活动深度下移, 药剂施入后金针虫很难接触到杀虫剂, 致使其防治效果不佳。可见选择最佳的施药方法及施药时间是控制金针虫的关键。

金针虫对土壤中 CO₂ 源有明显的趋向作用^[7], 基于此原理, 应用农药胞衣种子及发芽种子诱杀成为当前防治金针虫的重要手段^[15-16]。在竹林地中, 可利用氟虫腓对植物种子进行处理, 制作成种子诱饵, 在金针虫活动高峰期植于竹林地内, 可以对竹林金针虫起到很好的防治效果; 另外, 利用氟虫腓溶液对竹林中留养的种笋进行灌根处理, 可以防止金针虫的危害, 从而达到保护笋种的效果。

竹林生态系统结构复杂, 与常规的农田生态系统差别显著, 一些在农业生产中可应用的金针虫防治方法, 如作物轮作、水淹等方法在竹林经营中无法应用, 因而探索适合竹林金针虫防治的技术方法还需要做大量的研究工作。本试验通过室内实验证明氟虫腓对金针虫具有很好的防治效果, 但在林间应

用的方法和技术仍需要进一步深入研究。

参考文献:

- [1] Chalkin R B, Jansson R K, Seal D R, *et al*. Ecology and management of sweet potato insects [J]. *Annual Review of Entomology*, 1990, 13: 157-180
- [2] Kudryatsev I, Siinde K, Ismailov V, *et al*. Determination of distribution of harmful click beetle species (Coleoptera: Elateridae) by synthetic sex pheromones [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1993, 19 (8): 1607-1611
- [3] Vemon R S, Toth M. Evaluation of pheromones and a new trap for monitoring *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* in the Fraser Valley of British Columbia [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2007, 33 (2): 345-351
- [4] 江世宏, 王书杰. 中国经济叩甲图志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 9-11
- [5] 张丽坤, 张屢鸿. 中国东北地区危害人参的金针虫种类研究 [J]. *东北农业大学学报*, 1994, 25 (4): 332-336
- [6] 徐天森, 王浩杰. 中国竹子主要害虫 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 26-28
- [7] Parker W E, Howard J J. The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to U. K. [J]. *Agricultural and Forest Entomology*, 2001, 3(2): 85-98
- [8] Shanjiah N B, Pereira R, Straw R A, *et al*. Control of wireworms in potato [J]. *Arthropod Management Tests*, 1999, 24: 164-165
- [9] 张宗炳. 杀虫药剂的毒力测定 [M]. 北京: 科学出版社, 1988: 327-338
- [10] 张志祥, 徐汉虹, 程东美. EXCEL 在毒力回归计算中的应用 [J]. *昆虫知识*, 2002, 39 (1): 67-70
- [11] Van Herk W G, Vemon R S, Toth J H, *et al*. Mortality of a wireworm, *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae), after topical application of various insecticides [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2008, 101(2): 375-383
- [12] Van Herk W G, Vemon R S, Roiberg B D. Repellency of a wireworm, *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae), on exposure to synthetic insecticides in a soilless bioassay [J]. *Environmental Entomology*, 2008, 37(2): 534-545
- [13] Vemon R S, Van Herk W G, Toth J H, *et al*. Transitional sublethal and lethal effects of insecticides after dermal exposures to five economic species of wireworms (Coleoptera: Elateridae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2008, 101(2): 365-374
- [14] 邱松山. 油茶枯饼中三萜皂苷结构及抗氧化活性的初步研究 [D]. 天津: 天津科技大学, 2006
- [15] Van Herk W G, Vemon R S. Mobility and recovery of the pacific coast wireworm, *Limous amarus* following contact with tefluthrin treated wheat seeds [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2007, 125: 111-117
- [16] Vemon R S. Aggregation and mortality of *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae) at insecticide treated trap crops of wheat [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2005, 98(6): 1999-2005