

15 种杀虫剂对红火蚁工蚁的触杀活性研究

黄田福, 熊忠华, 曾鑫年

(农药与化学生物学教育部重点实验室, 华南农业大学 红火蚁研究中心, 广东 广州 510642)

摘要:室内采用药膜法研究了 15 种杀虫剂对红火蚁 *Solenopsis invicta* 工蚁的触杀毒力、瞬时接触毒杀和虫体接触传导毒杀活性。触杀毒力测定结果表明, 红火蚁工蚁对杀虫剂较敏感, 所试 15 种药剂中有 14 种杀虫剂处理 24 h 的 LC_{50} 值低于 $10 \mu\text{g}/\text{mL}$, 其中 9 种的 LC_{50} 值低于 $0.1 \mu\text{g}/\text{mL}$, 仅有阿维菌素的触杀毒力表现较弱, 其处理 48 h 的 LC_{50} 值为 $1\ 045.74 \mu\text{g}/\text{mL}$ 。瞬时接触毒杀活性研究表明: 毒杀活性随药剂浓度的提高而上升, 其中, 辛硫磷在质量浓度 $50 \mu\text{g}/\text{mL}$ 以上时, 10 s 瞬时接触毒杀活性 24 h 后即可达 100%; 氟虫腈、灭多威和毒死蜱也具有良好的瞬时接触毒杀活性。虫体接触传导毒杀活性测定结果表明, 辛硫磷和高效氯氟氰菊酯易于通过虫体传导, 辛硫磷 $50 \mu\text{g}/\text{mL}$ 处理 24 h 后的传毒活性为 93.33%, $100 \mu\text{g}/\text{mL}$ 以上的传毒活性达 100%。

关键词: 红火蚁; 化学防治; 杀虫剂; 触杀毒力

中图分类号: S482.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2007)04-0026-04

Studies on the Contact Toxicity of Insecticides Against the Worker Ants of *Solenopsis invicta*

HUANG Tian-fu, XIONG Zhong-hua, ZENG Xin-nian

(Key Lab of Pesticide and Chemical Biology, Ministry of Education,

Red Imported Fire Ant Research Center, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The contact toxicity, instant contact mortality and body contact mortality of 15 insecticides against worker ants of the red imported fire ant were measured under laboratory conditions. The contact toxicity showed that the worker ants were susceptible to most of the insecticides. Among the tested insecticides, the LC_{50} values of 14 insecticides were lower than $10 \mu\text{g}/\text{mL}$ after 24 h treatment, and those of 9 insecticides were lower than $0.1 \mu\text{g}/\text{mL}$. The contact toxicity of abamectin was relative low with a LC_{50} value of $1\ 045.74 \mu\text{g}/\text{mL}$ after 48 h treatment. Mortalities of workers ants for 10 s instant contact to insecticides exhibited positive dosage dependence. Phoxim caused 100% instant contact mortality to the worker ants at mass concentrations higher than $50 \mu\text{g}/\text{mL}$ after 24 h treatment. Fipronil, methomyl and chlorpirifos showed no significantly difference to phoxin in the instant contact test. The results of the body contact toxicity indicated that phoxin and lambda-cyhalothrin could be easily transferred through ant body. The body contact mortality of phoxin at mass concentration of $50 \mu\text{g}/\text{mL}$ after 24 h treatment was 93.33%, and reached 100% at mass concentration higher than $100 \mu\text{g}/\text{mL}$.

Key words: *Solenopsis invicta*; chemical control; insecticides; contact toxicity

红火蚁 *Solenopsis invicta* 是一种原产于南美洲巴 危害和环境影响, 已经被国际上列为最具入侵性和
拉那河流域的危险性害虫^[1], 能造成重大经济、社会 破坏性的百种外来有害生物之一^[2]。红火蚁的防治

收稿日期: 2007-06-25

作者简介: 黄田福(1981—), 男, 硕士研究生; 通讯作者: 曾鑫年(1960—), 男, 教授, E-mail: zengxn@scau.edu.cn

基金项目: 广东省科技计划重大项目(2005A20401001); 农业部项目(农财发[2005]16号); 广东省红火蚁防控技术项目(粤农保[2005]26号)

方法主要有物理防治、化学防治和生物防治三大类,其中红火蚁化学防治技术是目前研究得最多、最深入,应用最为广泛的一类防治方法。药剂灌巢(mound drench)是及时、快速防治红火蚁的有效方法之一^[3]。迄今,国内对灌巢用杀虫剂的种类尚没有详细的研究,实践上均参照国外报道的氯氰菊酯、毒死蜱、乙酰甲胺磷、二嗪磷等药剂^[4-7]。寻找适合于我国红火蚁发生状况,具有高效、快速触杀活性的杀虫剂是国内灌巢防治红火蚁的基础。本文选择不同类型杀虫剂的代表品种研究杀虫剂对红火蚁工蚁的触杀毒力,为杀虫剂在红火蚁的灌巢防治技术上的应用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试药剂

$w = 90.3\%$ 辛硫磷原药和 $w = 95\%$ 二嗪磷原药,由山东胜邦鲁南农药有限公司提供; $w = 95\%$ 联苯菊酯原药和 $w = 95\%$ 高效氯氰菊酯原药,由江苏省南京市盼丰化工有限公司提供; $w = 90\%$ 氟虫腈原药、 $w = 96\%$ 毒死蜱原药、 $w = 95\%$ 阿维菌素原药、 $w = 92.3\%$ 吡蚜灵原粉、 $w = 85\%$ 三唑磷原药,由广西安泰化工有限公司提供; $w = 95.3\%$ 高效氯氟氰菊酯原药,由江苏常州农药厂提供; $w = 95\%$ 乙酰甲胺磷原药、 $w = 98\%$ 丁硫克百威原药、 $w = 95\%$ 灭多威原药、 $w = 95\%$ 克百威原药、 $w = 95\%$ 异丙威原药,由广东省农业厅农药检定所提供;丙酮(分析纯),市售。

1.2 供试昆虫

供试红火蚁采自广东省东莞市东城区光明农场。参照 Kuriachan 等^[8]的方法,用大塑料桶从田间采回红火蚁蚁群,放置 1~2 d,待蚁群在桶内建立了新的蚁巢后,将自来水缓慢滴入桶内,令红火蚁从蚁巢中自动上移、浮出。将蚁群转入盆口涂以爽身粉的塑料盆(7.0 L)中,在室内(室温 25~30℃,相对湿度 65%~80%)参照吕利华等^[9]的方法进行人工饲养,1 周后取个体大小一致、健康的工蚁供试。

1.3 触杀毒力的测定

采用药膜法,将原药溶于适量丙酮中配成一系列浓度的药剂,移取 1.00 mL 经预试验后的一系列浓度上述药剂的丙酮药液至口径、底径、高分别为 6.6、4.4、6.8 cm 的一次性塑料水杯中,水杯的涂药面积为 72.85 cm²,摇动水杯使药液涂附均匀,待丙酮挥发干后,在杯口涂抹适量爽身粉,每杯中随机挑入至少 40 头试蚁,以吸水小棉球喂水。每浓度设 3

次重复,空白对照为丙酮。观测记录 24、48 h 后的死蚁数,计算死亡率,死亡率 = 死亡虫数/供试总虫数 × 100%。按几率值法和最小二乘法求取毒力回归方程,计算致死中浓度(LC₅₀值)。其他试验数据的统计和分析,均在 SAS V8.0 上进行。

1.4 瞬时接触毒杀活性的测定

瞬时接触毒杀活性是指虫体只短时间(一般数 10 s 内)接触药剂而表现出的药剂致死能力。方法是:将杀虫剂原药用丙酮配制成 200、100、50 和 25 μg/mL 4 个质量浓度,按上述毒力测定方法处理试蚁 10 s 后,立即将试蚁转移到无药塑料杯中,以吸水小棉球保湿。每浓度设 3 个重复,以丙酮处理为对照。于处理后 24 h 观察记录死蚁数,计算死亡率,比较不同浓度下各药剂的毒杀活性。

1.5 虫体接触传导毒杀活性的测定

虫体接触传导毒杀活性的测定参照 Hu 等^[10]对白蚁的传导毒杀活性测定进行设计。方法是:按 1.4 方法处理试虫 40 头(供药蚁),并转入无药塑料杯,同时接入 40 头同一蚁群、未接触药剂的健康工蚁(受药蚁)。以吸水小棉球保湿。每浓度设 3 次重复。于处理后 24 h 观察记录总死蚁数,计算死亡率,比较不同浓度下各药剂的毒杀活性。虫体接触传毒死亡率 = (总死蚁数 - 供药蚁死亡数)/受药蚁数 × 100%,其中,供药蚁死亡数可通过药剂处理试蚁数乘以该浓度药剂处理的死亡率来计算获得。

2 结果与分析

2.1 杀虫剂对红火蚁工蚁的触杀毒力

室内条件下,15 种化学农药对红火蚁工蚁的 24 h 触杀毒力试验结果见表 1。从表 1 中看出,红火蚁工蚁对大多数杀虫剂敏感。在所试的 15 种杀虫剂中有 14 种杀虫剂处理 24 h 的 LC₅₀ 值低于 10 μg/mL,其中 9 种的 LC₅₀ 值低于 0.1 μg/mL,仅有阿维菌素的触杀毒力表现较弱,其处理 48 h 的 LC₅₀ 值为 1 045.74 μg/mL。氨基甲酸酯类杀虫剂中的灭多威、克百威,有机磷类杀虫剂中的辛硫磷、二嗪磷、乙酰甲胺磷,拟除虫菊酯类农药高效氯氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、联苯菊酯,苯基吡啶类氟虫腈对红火蚁工蚁具有极高的触杀活性,其 LC₅₀ 值分别为 0.03、0.03、0.05、0.06、0.09、0.05、0.06、0.06 和 0.07 μg/mL。阿维菌素对红火蚁工蚁的触杀毒力极弱,其在 48 h 的 LC₅₀ 为 1 045.74 μg/mL。

表1 杀虫剂对红火蚁工蚁触杀毒力¹⁾

Tab.1 Contact toxicity of insecticides against worker ants of the red imported fire ant

2006-06

药剂 insecticide	毒力回归方程 regression equation	相关系数 coefficient(<i>r</i>)	LC ₅₀ / ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	LC ₅₀ 95%置信区间 95% fiducial/($\mu\text{g}/\text{mL}$)
丁硫克百威 carbosulfan	$Y=6.3498+1.6369x$	0.9876	0.15	0.12~0.18
灭多威 methomyl	$Y=8.1932+2.0158x$	0.9749	0.03	0.02~0.03
异丙威 isoprocarb	$Y=3.6269+3.7087x$	0.9928	2.35	2.12~9.60
克百威 carbofuran	$Y=7.7905+1.7545x$	0.9912	0.03	0.02~0.03
毒死蜱 chlorpyrifos	$Y=7.1885+2.9494x$	0.9968	0.18	0.16~0.21
三唑磷 Triazophos	$Y=6.8292+2.1184x$	0.9843	0.14	0.12~0.16
乙酰甲胺磷 acephate	$Y=8.3240+3.2482x$	0.9928	0.09	0.09~0.11
辛硫磷 phoxim	$Y=6.9189+1.4834x$	0.9726	0.05	0.04~0.06
二嗪磷 diazinon	$Y=8.2864+2.7276x$	0.9470	0.06	0.05~0.07
高效氯氟菊酯 beta-cypermethrin	$Y=8.7881+2.8846x$	0.9834	0.05	0.04~0.05
高效氯氟菊酯 lambda-cyhalothrin	$Y=7.5840+2.1592x$	0.9535	0.06	0.06~0.07
联苯菊酯 bifenthrin	$Y=8.1330+2.6288x$	0.9938	0.06	0.05~0.07
氟虫腈 fipronil	$Y=8.6997+3.1429x$	0.9711	0.07	0.06~0.08
吡蚜灵 pyridaben	$Y=3.2962+1.8629x$	0.9964	8.21	6.95~9.71
阿维菌素 avermectins	$Y=2.3537+0.8764x$	0.9739	1045.74	742.00~1473.81

1)阿维菌素为处理48 h的结果,其余为处理24 h的结果

2.2 杀虫剂对红火蚁工蚁瞬时接触毒杀活性

红火蚁行动迅速,在接触药剂后能逃离.为了找到红火蚁在短暂接触后却有高活性的药剂,选择具有高触杀毒力的8种药剂进行瞬时接触毒杀活性测定.结果(表2)表明,各药剂的毒杀活性随药剂浓度的提高而上升.辛硫磷在质量浓度50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上时,红火蚁工蚁接触药剂10 s的24 h后死亡率即可达100%,表现出很好的短期接触后的毒杀作用.氟虫腈、灭多威和毒死蜱也具有良好的瞬时接触毒杀活性,在50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 处理时,其瞬时接触毒杀死亡率与辛硫磷的没有显著差异.

2.3 杀虫剂对红火蚁工蚁虫体接触传导毒杀活性

红火蚁是社会性昆虫,具有群聚的习性,这为带药个体将虫体上的药剂传递给其他个体提供了机

会.为了明确具有高触杀毒力杀虫剂的传毒能力,进一步测定了上述8种化学药剂对红火蚁工蚁的虫体接触传导毒杀活性.结果(表3)表明,辛硫磷和高效氯氟菊酯易于通过虫体传导.辛硫磷50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 处理24 h后的传毒死亡率为93.33%,100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上处理的传毒死亡率达100%.

以高质量浓度(200 $\mu\text{g}/\text{mL}$)处理时,辛硫磷、灭多威、毒死蜱、二嗪磷、高效氯氟菊酯、高效氯氟菊酯的虫体接触传导毒杀死亡率分别为100%、100%、98%、92.67%、92.03%、90.02%,没有显著差异,表现出很好的传导毒杀活性.但在低质量浓度处理(25 $\mu\text{g}/\text{mL}$)时,仅有辛硫磷和高效氯氟菊酯表现出较好的传导接触毒杀活性,而二嗪磷、氟虫腈、灭多威、毒死蜱则没有传导毒杀活性.

表2 杀虫剂对红火蚁工蚁瞬时接触毒杀活性¹⁾

Tab.2 Instant contact toxicity of insecticides against worker ants of the red imported fire ant

2006-06

药剂 insecticide	平均死亡率 average mortality/%			
	25 $\mu\text{g}/\text{mL}$	50 $\mu\text{g}/\text{mL}$	100 $\mu\text{g}/\text{mL}$	200 $\mu\text{g}/\text{mL}$
辛硫磷 phoxim	87.50 \pm 7.22 a	100.00 \pm 0.00 a	100.00 \pm 0.00 a	100.00 \pm 0.00 a
二嗪磷 diazinon	12.57 \pm 1.66 d	44.04 \pm 2.72 e	85.41 \pm 8.44 bc	100.00 \pm 0.00 a
氟虫腈 fipronil	88.78 \pm 3.63 a	97.55 \pm 2.45 a	100.00 \pm 0.00 a	100.00 \pm 0.00 a
联苯菊酯 bifenthrin	56.85 \pm 0.56 bc	58.80 \pm 1.28 d	89.94 \pm 1.33 abc	89.73 \pm 3.50 b
高效氯氟菊酯 beta-cypermethrin	39.77 \pm 0.83 c	83.66 \pm 0.67 bc	94.14 \pm 2.90 ab	100.00 \pm 0.00 a
高效氯氟菊酯 lambda-cyhalothrin	70.42 \pm 7.01 ab	73.07 \pm 4.34 c	80.75 \pm 1.03 c	95.83 \pm 2.09 a
灭多威 methomyl	73.30 \pm 5.63 b	87.59 \pm 5.10 abc	100.00 \pm 0.00 a	100.00 \pm 0.00 a
毒死蜱 chlorpyrifos	48.26 \pm 5.95 c	95.83 \pm 4.17 ab	100.00 \pm 0.00 a	100.00 \pm 0.00 a

1)同列数据后带有相同字母者,表示在5%水平上差异不显著(DMRT法, $\bar{x} \pm \text{SE}$)

表3 杀虫剂对红火蚁工蚁的虫体接触传导毒杀活性¹⁾

Tab.3 Body contact toxicity of insecticides against worker ants of the red imported fire ant 2006-06

药剂 insecticide	平均死亡率 average mortality/%			
	25 $\mu\text{g}/\text{mL}$	50 $\mu\text{g}/\text{mL}$	100 $\mu\text{g}/\text{mL}$	200 $\mu\text{g}/\text{mL}$
辛硫磷 phoxim	46.04 \pm 6.84 ab	93.33 \pm 4.06 a	100.00 \pm 0.00 a	100.00 \pm 0.00 a
二嗪磷 diazinon	0 c	66.63 \pm 5.21 b	95.92 \pm 6.36 a	92.67 \pm 3.71 ab
氟虫腈 fipronil	0 c	0 d	21.51 \pm 2.84 d	38.55 \pm 0.59 c
联苯菊酯 bifenthrin	41.37 \pm 10.23 b	52.72 \pm 4.32 bc	52.98 \pm 4.41 c	86.09 \pm 10.08 b
高效氯氟菊酯 beta-cypermethrin	25.91 \pm 6.87 b	45.44 \pm 3.21 c	90.68 \pm 0.75 a	90.02 \pm 2.75 ab
高效氯氟氰菊酯 lambda-cyhalothrin	64.43 \pm 8.63 a	84.61 \pm 3.07 a	94.90 \pm 1.62 a	92.03 \pm 8.52 ab
灭多威 methomyl	0 c	0 d	98.23 \pm 1.00 a	100.00 \pm 0.00 a
毒死蜱 chlorpyrifos	0 c	7.91 \pm 4.84 d	75.28 \pm 6.40 b	98.00 \pm 2.00 ab

1) 同列数据后带有相同字母者,表示在5%水平上差异不显著(DMRT法, $\bar{x} \pm \text{SE}$)

3 讨论与结论

灌巢药剂的选择是影响灌巢技术防治效果的关键因子之一。曾玲等^[1]参考国外有关防治红火蚁触杀型药剂的文献,提出适用于灌巢处理药剂种类主要有氯氰菊酯、联苯菊酯、阿维菌素、氟虫腈、甲萘威、毒死蜱、乙酰甲胺磷等。陈焕瑜等^[11]以能快速击倒为指标测定了8种杀虫剂对红火蚁工蚁的毒力,发现除了硫克百威外所测药剂均有高毒力。本研究发现,红火蚁对大多数杀虫剂敏感,特别是氨基甲酸酯类杀虫剂中的灭多威、克百威,有机磷类杀虫剂中的辛硫磷、二嗪磷、乙酰甲胺磷,拟除虫菊酯类农药高效氯氟菊酯、高效氯氟氰菊酯、联苯菊酯对红火蚁有很好的触杀毒力。但是,生物杀虫剂阿维菌素的触杀毒力非常低,不适于灌巢使用,其原因有待进一步研究。

红火蚁是一种社会性昆虫,个体接触频率非常高,而且红火蚁移动能力强,可以从药剂处理区迅速逃离^[2]。Hu等^[10]对茚虫威在台湾乳白蚁工蚁间的传导毒杀活性进行了研究,发现传导活性随供药蚁的处理剂量,供、受药蚁数量比和受药时间而有变化。当处理剂量相同时,供、受药蚁数量比为1:1时的传导活性显著高于1:4时的活性。本文报道了杀虫剂对红火蚁工蚁的瞬时接触毒杀活性和供、受药蚁数量比为1:1时的虫体接触传导毒性,发现辛硫磷、氟虫腈、灭多威和毒死蜱有很好的瞬时接触毒杀活性,而辛硫磷、灭多威和毒死蜱还同时具有良好的虫体接触传导毒杀活性。这一研究结果对红火蚁灌巢控制应用具有重要的意义,值得深入研究。

本文只是就15种代表性化学杀虫剂对红火蚁工蚁的触杀活性进行了室内研究。由于化学杀虫剂种类繁多,本研究结果对进一步筛选和发现更高效且对环境和人畜(特别是对鱼)等安全的药剂,在方法上有参考作用。同时,需要进一步对红火蚁的卵、蛹、若虫、蚁后的毒力深入研究,为灌巢药剂的确定提供更全面的科学依据。

参考文献:

- [1] 曾玲,陆永跃,陈忠南,等. 红火蚁检测与防治[M]. 广州,广东科技出版社,2005:5
- [2] VINSON S B. Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) spread, biology and impact [J]. American Entomologist, 1997, 43(1): 23-39.
- [3] MORRIL B M. Red imported fire ant control with diazinon and chlorpyrifos drenches [J]. J Georgia Entomol Soc, 1977, 12: 96-100.
- [4] DREES B M, VINSON S B. Comparison of the control monogynous and polygynous forms of the red imported fire ant with a chlorpyrifos mound drench [J]. J Entomol Sci, 1990, 25: 317-324
- [5] BANKS W A, ADAMS C T, LOFGREN C S, et al. Imported fire ant infestation of soybean fields in the southern United States [J]. Florida Entomologist, 1990, 73: 503-504.
- [6] 曾鑫年,熊忠华,郭景,等. 多杀菌素对红火蚁的毒力及传导毒杀作用[J]. 华南农业大学学报, 2006, 27(3): 26-29.
- [7] 高希武,高洪荣. 外来物种红火蚁的化学防治技术[J]. 植物保护, 2005, 30(2): 14-17.
- [8] KURIACHAN I, VINSON S B. A queen is worker attractiveness influences her movement in polygynous colonies of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in response to adverse temperatures [J]. Population Ecology, 2000, 29(5): 943-949.
- [9] 吕利华,冯夏,陈焕瑜,等. 介绍红火蚁的野外采集和实验室饲养的方法[J]. 昆虫知识, 2006, 43(3): 249-251.
- [10] HU Xing-ping, SONG Dun-hun, SCHERER C W. Transfer of indoxacarb among workers of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae): effects of dose, donor, recipient ratio and post-exposure time [J]. Pest Manag Sci, 2005, 61: 1209-1214.
- [11] 陈焕瑜,冯夏,吕利华,等. 防治红火蚁触杀型药剂的筛选[J]. 广东农业科学, 2005(5): 28-30.

【责任编辑 李晓卉】