

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2014.02.011

高效氯氟氰菊酯和噻虫嗪对红火蚁的室内毒力

谭德龙¹, 陆永跃¹, 李 鑫², 曾 玲¹, 许益鏖^{1*}

¹华南农业大学红火蚁研究中心, 广东 广州 510642; ²先正达(中国)投资有限公司, 上海 200041

摘要:【背景】高效氯氟氰菊酯和噻虫嗪是农业上常用的杀虫剂。【方法】在室内测定了 0.25 g · L⁻¹ 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂和 0.01% 噻虫嗪胶饵对红火蚁的毒力。【结果】高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂对红火蚁有良好的触杀作用, 触杀时间短, 致死量大, 具备毒力传导作用; 噻虫嗪胶饵能通过虫体间交哺传导毒力, 室内防治整巢红火蚁效果可达 93.50% 以上。【结论与意义】这 2 种药剂都具有有效防治红火蚁的潜力。
关键词: 红火蚁; 高效氯氟氰菊酯; 噻虫嗪; 毒力测定

Control efficiency of lambda-cyhalothrin and thiamethoxam against the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae)

De-long TAN¹, Yong-yue LU¹, Xin LI², Ling ZENG¹, Yi-juan XU^{1*}

¹Red Imported Fire Ant Research Center, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China;
²Syngenta (China) Investment Co., Ltd, Shanghai 200041, China

Abstract: 【Background】Lambda-cyhalothrin and thiamethoxam are common agricultural insecticides. 【Method】Virulence of 0.25 g · L⁻¹ lambda-cyhalothrin aqueous capsule suspension and 0.01% thiamethoxam gel bait against *Solenopsis invicta* were tested in laboratory. 【Result】The lambda-cyhalothrin microcapsule suspension showed active contact toxicities on *S. invicta* with a short exposure time, high mortality rate, and effective transduction rate. Thiamethoxam gel bait was successfully transferred between workers and larval ants by feeding worker ants. Under these conditions, up to 93.5% of the colony could be killed in laboratory conditions. 【Conclusion and significance】The results indicated that both insecticides could be used as effective agent for fire ant control.
Key words: *Solenopsis invicta* Buren; lambda-cyhalothrin; thiamethoxam; toxicological test

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 是一种危险的入侵性害虫, 原分布于南美洲 (Vinson, 1997)。2004 年底在我国广东省吴川市发现, 至 2013 年已在广东、广西、福建、湖南、江西、海南、云南、四川以及香港、澳门和台湾等地发生危害 (陆永跃, 2014; 曾玲等, 2005a、2005b)。化学防治是治理红火蚁的主要手段, 有触杀型的粉剂、液剂防治法, 胃毒型的饵剂防治法。

高效氯氟氰菊酯属于中等毒性农药 (张武军, 1994), 具有杀虫谱广、用量少、活性较高、药效迅速、喷洒后耐雨水冲刷等优点, 杀虫机理为触杀、胃毒和趋避, 无内吸作用 (龚勇等, 2013); 可抑制昆虫神经轴突部位的传导, 中毒的害虫神经传导很快受

阻, 发生痉挛、击倒, 继而麻痹死亡 (张子勇等, 2012); 田间广泛用于防治蚜虫 Aphidoidea、菜青虫 *Pieris rapae* L.、叶蝉 Cicadellidae、棉铃虫 *Heliothis armigera* Hübner、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner 等 (崔晓萌, 2012; 付如刚和赵国虎, 2007; 何翠娟等, 2010; 李亚楠等, 2012; 魏勇等, 2010)。噻虫嗪属于烟碱类杀虫剂, 其作用机理为可选择性抑制昆虫神经系统烟酸乙酰胆碱酯酶受体, 进而阻断昆虫中枢神经系统的正常传导, 造成害虫麻痹而死亡; 具有触杀、胃毒、内吸活性, 比吡虫啉具有更高的活性、更好的安全性、更广的杀虫谱、更快的作用速度、更长的持效期, 可有效防治各种蚜虫、叶蝉、飞虱类 Delphacidae、跳甲 Chrysomelidae、潜叶蛾 Phyl-

收稿日期 (Received): 2014-02-10 接受日期 (Accepted): 2014-03-20
基金项目: 广东省高等学校优秀青年教师培养计划 (Yq2013031); 广州市农业植物检疫项目
作者简介: 谭德龙, 男, 硕士。研究方向: 植物检疫与昆虫生态学
* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail: xuyijuan@scau.edu.cn

locnisidae 等害虫(陶贤鉴等,2006)。本研究通过测定高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂和噻虫嗪胶饵对红火蚁的毒力传导作用和室内防治效果,为评价这 2 种药剂对红火蚁的控制作用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

0.25 g · L⁻¹ 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂(商品名为大灭)、0.01% 噻虫嗪胶饵(商品名为欧扑得胶饵)均由瑞士先正达公司生产。

1.2 供试蚁群

红火蚁采集于华南农业大学校园,并在该校红火蚁研究中心实验室用整理箱饲养。蚁群完整,包括蚁后、工蚁、有翅繁殖蚁、幼虫、卵和蛹。在整理箱的内壁四周涂以滑石粉,以防止蚂蚁逃逸。每天提供足量的黄粉虫、蜂蜜和纯净水,饲养 2 d 后进行试验。室内温度(26 ± 2) °C,湿度(50 ± 10)%。

1.3 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂毒力传导试验

按照 1:500、1:1000、1:2000 比例用纯净水稀释高效氯氟氰菊酯。分别用移液管移取 1.2 mL 药液,均匀滴在 $\Phi = 9$ cm 滤纸上,自然晾干后将滤纸放入培养皿中并投入 100 头红火蚁工蚁。当工蚁击倒和死亡的个体数量达到投入工蚁总数的 20% 时,移出活动迟缓或未死亡的工蚁 15 头,投入另一预先铺有 2 层滤纸并放入 100 头工蚁的培养皿。当培养皿内的工蚁击倒和死亡的个体总数达到工蚁总数的 30% 时,再移出活动迟缓、未死亡的工蚁 15 头,投入另一预先铺有 2 层滤纸并放入 100 头工蚁的培养皿,如此重复操作。观察被移出培养皿内工蚁的死亡情况。按试验要求记录工蚁击倒时间和击倒数,当 24 h 后剩余工蚁的死亡率 < 10%,试验结束。每个处理设 5 个重复。

1.4 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂致死数量试验

在 1.3 的原始带药培养皿中,移除死亡红火蚁,不断补充活动红火蚁工蚁,直到表现与空白对照相同,试验结束。统计每个原始带药培养皿中的红火蚁死亡数量。空白对照为无药剂处理。每个处理设 5 个重复。

1.5 0.01% 噻虫嗪胶饵毒力传导试验

0.01% 噻虫嗪胶饵属于毒饵类型,根据红火蚁的取食习性,采用联杯法(曾鑫年等,2006)测定其传导毒杀作用。具体方法:将 140 mm × 100 mm ×

53 mm 的储物箱设计成试验箱,在箱内中间卡入一张泡沫板将箱子隔成左右两室,泡沫板底部剪一矩形(2 cm × 1 cm)孔眼,在孔眼处罩以 60 目的纱网,使两室中的试蚁可以交哺,但不能通过。试验箱涂以适量滑石粉,以防试蚁逃逸;分别标记两室为供药室和受药室。称取毒饵 0.5 g 加入到供药室中,受药室中不放毒饵和食料,两室内都放置一个蘸糖水小棉花球,均随机放入 30 头工蚁,并在受药室中放入 10 头 3 龄幼蚁。另设空白对照,即试验箱里不放置胶饵。试验设 5 个重复。

1.6 噻虫嗪胶饵室内防治效果试验

从田间采集中等大小(蚁丘基部直径为 25 ~ 35 cm)的红火蚁蚁巢,放入 410 mm × 276 mm × 112 mm 整理箱中在室内饲养。用 1:5 蜂蜜水、黄粉虫、纯净水饲养 3 d,再饥饿处理 24 h 后分别取 1、2、4 g 0.01% 噻虫嗪胶饵置于 $\Phi = 9$ cm 滤纸上,并放入整理箱中,采用生工生物 332 秒表和佳能 40D 高速相机观察、记录工蚁发现饵剂时间、5 min 内召集的工蚁数、饵剂被搬运完毕消耗的时间。按照每巢红火蚁中的蚁体死亡率与蚁巢中蚁体存活情况调查防治效果,于施药后 5、10、15、20、25、30 d 各调查 1 次。投药后 48 h 重新饲喂红火蚁。以含 1:5 蜂蜜水棉花球饲养的蚁群作为对照。试验设置 4 个重复。

1.7 统计分析

采用 SPSS 19.0 软件处理数据。用方差分析(DMRT)比较不同处理的差异,用 Bliss 法(黎七雄等,1995)进行 KT_{50} 、 KT_{95} 的回归方程拟合。

校正死亡率(%) = (试验死亡数 - CK 死亡数) / (试验总数 - CK 死亡数) × 100

2 结果与分析

2.1 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂对红火蚁的毒力传导作用

0.25 g · L⁻¹ 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂对红火蚁击倒效果显著,半数击倒时间毒力回归方程见表 1。0.0005、0.00025、0.000125 g · L⁻¹ 药液的 KT_{50} 分别为 3.45、4.54、5.60 min, KT_{95} 分别为 8.42、14.00、15.64 min。击倒后虫体无法移动、丧失攻击能力、痉挛抽搐,1 h 后击倒的红火蚁全部死亡。

0.0005 g · L⁻¹ 药液传毒到第 3 皿时,仍有击倒效果,但击倒率不足以达到传递下一皿的标准,为 15.6% (24 h),传递到第 4 皿则完全没有击倒作用,

表明 $0.0005\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液的传毒效果为 3 级。 $0.00025\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液传毒到第 3 皿时,没有击倒效果,表明 $0.00025\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液的传毒效果为 2 级。 $0.000125\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液传毒至第 2 皿时击倒率为 2.6% (24 h),无法将毒力传递到第 3 皿,表明 $0.000125\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液的传毒效果为 2 级。由此可知, $0.25\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 高效氯氟氰菊酯对红火蚁的防治具

备毒力传导作用。 0.0005 、 0.00025 、 $0.000125\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液由原始皿传毒到第 2 皿的 20% 击倒时间差异显著 ($F = 132.80$, $df = 2$, $P < 0.005$),分别为 7.15、11.53、13.49 min; 0.0005 、 $0.00025\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液由第 2 皿传毒到第 3 皿的 30% 击倒时间分别为 43.53、107.00 min(表 2), $0.000125\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液在 24 h 后击倒率为 2.6%,未能到达 30%,试验终止。

表 1 不同浓度高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂的半数击倒时间(原始皿)

Table 1 Toxicity regression equations of half knock down time of lambda cyhalothrin aqueous capsule suspension at different concentrations (original petri dish)

浓度 Concentration ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	KT_{50} (min)	KT_{50} 95% 置信区间 Confidence interval at 95% of KT_{50} (min)	KT_{95} (min)	KT_{95} 95% 置信区间 Confidence interval at 95% of KT_{95} (min)	P
0.0005	$y = 2.72 + 4.24x$	0.83	3.45	2.57 ~ 4.49	8.42	5.96 ~ 20.84	<0.05
0.00025	$y = 2.79 + 3.36x$	0.88	4.54	3.50 ~ 5.97	14.00	9.22 ~ 40.67	<0.05
0.000125	$y = 2.05 + 4.01x$	0.81	5.60	3.14 ~ 10.47	15.64	9.09 ~ 61.34	<0.05

表 2 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂传毒试验记录

Table 2 Record of toxicity transmission of $0.25\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ lambda cyhalothrin aqueous capsule suspension

皿阶 Petri dish	浓度 Concentration ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	20%/30% 击倒时间 Knock down time (min)	皿阶 Petri dish	浓度 Concentration ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	20%/30% 击倒时间 Knock down time (min)
原始皿 The original petri dish	0.0005	$7.15 \pm 0.61\text{a}$	3 阶皿 The third petri dish	0.0005	*
	0.00025	$11.53 \pm 0.57\text{b}$		0.00025	*
	0.000125	$13.49 \pm 0.50\text{c}$		0.000125	—
	CK	—		CK	—
2 阶皿 The second petri dish	0.0005	$45.53 \pm 2.58\text{a}$	4 阶皿 The fourth petri dish	0.0005	*
	0.00025	$107.00 \pm 8.83\text{b}$		0.000251	—
	0.000125	*		0.000125	—
	CK	—		CK	—

同一阶皿击倒时间数值(平均数±标准误)后相同字母者表示经方差分析(DMRT)在 5% 水平上差异不显著。原始皿传递到第 2 阶皿的条件,工蚁死亡率达到 20%;其他级别阶皿传递到下一级阶皿的条件,工蚁死亡率达到 30%。* 表示试验终止。

Data (meat±SE) in the same row followed by the same letter are not significantly different (DMRT) at level of 0.05. Mortality of workers was 20% for toxicity transmission from the original petri dish to the second order dish. Mortality of workers was 30% for toxicity transmission between other petri dishes. * the end of the experiment.

2.2 高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂对红火蚁的致死数量

1.2 mL $0.0005\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 高效氯氟氰菊酯药液对红火蚁的致死数量为 4176 头,显著高于 0.00025 和 $0.000125\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 药液(2916 和 2682 头) ($F = 41.23$, $df = 2$, $P < 0.05$)。

2.3 噻虫嗪胶饵对红火蚁的传导毒杀作用

处理 1 d 后受药室即有工蚁死亡,死亡率达 31.19%,死亡率随着时间延长而增长,4 d 后达到 100%(图 1)。根据联杯法的设计原理, 0.01% 噻虫嗪胶饵对红火蚁具备传导毒杀作用。

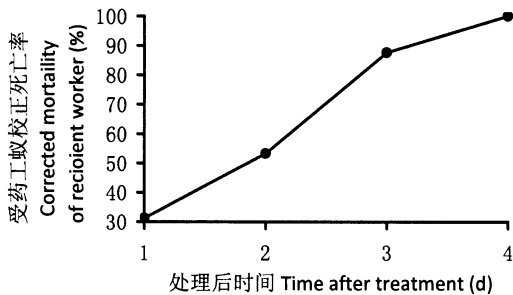


图 1 0.01% 噻虫嗪胶饵对红火蚁的毒力传导作用
Fig.1 Toxicity after transduction of 0.01% thiamethoxam gel bait to red imported fire ant workers

2.4 噻虫嗪胶饵对红火蚁的室内防治效果

0.01% 噻虫嗪胶饵投入红火蚁巢后立即引来红火蚁觅食,药剂处理和对照中工蚁发现饵剂的时间分别为 11.00 和 7.25 s。在 5 min 内招募的工蚁数为 86.75 头,高于对照的 38.25 头,差异显著 ($F = 45.00, df = 1, P < 0.05$),说明诱饵引诱能力明显。在实验室环境下,胶饵在 3 d 后风干硬化,工蚁不再

对其觅食,至此 3 个处理的 0.01% 噻虫嗪胶饵仍未被搬运完毕。

药后 5 d,3 种剂量处理的蚁巢边缘都出现了死亡蚁体。1、2、4 g 处理的单蚁巢全体蚂蚁半数死亡时间为 15 ~ 20 d,30 d 后死亡率分别达 83.75%、93.50%、98.50%,处理间差异显著 ($F = 17.84, df = 2, P < 0.05$,图 2)。

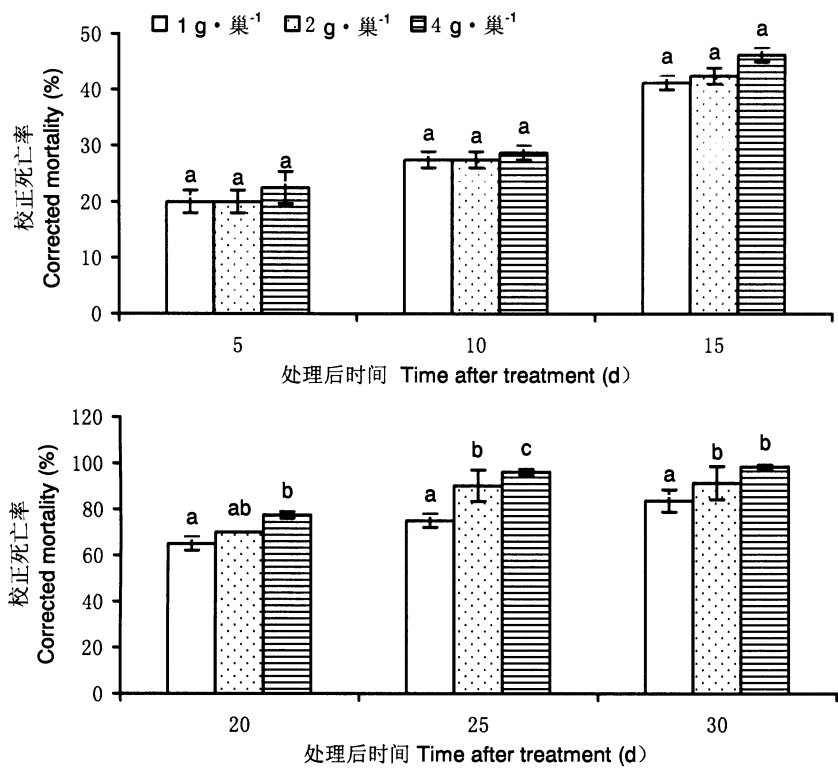


图 2 0.01% 噻虫嗪胶饵对红火蚁的室内防治效果

Fig. 2 Control effect of 0.01% thiamethoxam gel bait on red imported fire ant in laboratory conditions

同个处理时间死亡数值(平均数 ± 标准误)上字母相同者表示经方差分析(DMRT)在 5% 水平上差异不显著。

Data (mean ± SE) in the same treatment time followed by the same letter are not significantly different (DMRT) at level of 0.05.

3 讨论

自红火蚁被发现入侵我国大陆以来,已有许多关于红火蚁化学防治的报道。曾玲等(2005a)最早提出氯氟菊酯、联苯菊酯、阿维菌素、氟虫腈、甲萘威、毒死蜱、乙酰甲胺磷等触杀型药剂适用于防治红火蚁;陈焕瑜等(2006)测试了 9 种杀虫剂的活性,筛选出氟虫腈、溴虫腈、毒死蜱、杀螟丹等作为红火蚁的触杀型药剂;黄田福等(2007)在此基础上研究了 15 种杀虫剂对红火蚁工蚁的触杀活性,其中阐述了高效氯氟菊酯能通过虫体传导毒力,对红火蚁有很好的触杀作用。本研究表明,0.25 g · L⁻¹ 高效氯氟菊酯微囊悬浮剂对红火蚁有着良好的触杀和毒力传导作用,能在短时间内击倒虫体使其

丧失活动能力并快速死亡,致死量大;通过受药虫体与其他虫体的相互接触,能迅速将毒力传导到下一级或下 2 级蚂蚁,触杀范围广。通常一个完整的红火蚁巢虫体数量达 20 ~ 50 万头(曾玲等, 2005a),60 ~ 150 mL 的 500 倍或 70 ~ 200 mL 的 1000 和 2000 倍 0.25 g · L⁻¹ 高效氯氟菊酯微囊悬浮剂稀释药液即可杀灭全部虫体,但考虑到实际应用会产生损耗,应当按实际情况酌情增大用量。

毒饵应用方面,国内外已有使用氟蚁腓、双氧威、阿维菌素、氟虫胺、多杀菌素、苯氧威、氟虫腈、茚虫威、硫磺酰胺、吡丙醚等药剂防治红火蚁的报道(黄俊,2007)。韦昌华等(2008)研究认为,相比吡虫啉、阿维菌素、印楝素,噻虫嗪更适宜作为触杀

剂,而对于其能否作为毒饵还需要进一步论证;黄胜先等(2011)使用 25% 噻虫嗪水分散粒剂制成多种配比的饵剂,对红火蚁工蚁进行了毒力试验,表明噻虫嗪是防治红火蚁较理想的药剂,但考虑到毒力传导效果对防效的重要性(Stringer *et al.*, 1964),认为噻虫嗪是否适合作为防治红火蚁的毒饵药剂还需进一步研究。本研究表明,0.01% 噻虫嗪胶饵具有慢性毒性、不易被蚂蚁排斥、毒杀蚁群彻底、低毒、安全等特点,较之颗粒剂更方便施用且不易污染室内环境,是一种理想的红火蚁毒饵,适合宾馆、餐饮、会所、家庭等室内场所使用。笔者建议0.01% 噻虫嗪胶饵室内防治红火蚁的使用量为 2 g · 巢⁻¹。

参考文献

陈焕瑜, 冯夏, 吕利华, 刘杰, 周小毛, 莫严. 2006. 防治红火蚁触杀型药剂的筛选. 广东农业科学, (5): 28 – 30.

崔晓萌. 2012. 2.5% 高效氯氟氰菊酯微乳剂防治小麦蚜虫药效试验. 安徽农学通报, 18(17): 114 – 115.

付如刚, 赵国虎. 2007. 25 g/L 高效氯氟氰菊酯 EC 防治菜青虫田间药效试验. 湖南农业科学, (4): 138 – 139.

龚勇, 张伟, 李晓鹏, 郭宝元. 2013. 高效氯氟氰菊酯在田间环境中的消解行为研究. 中国科学: 化学, (2): 226 – 233.

何翠娟, 毛明华, 赵胜荣. 2010. 高效氯氟氰菊酯和高效氯氟菊酯对蔬菜蚜虫、美洲斑潜蝇防治效果评价. 世界农药, (2): 36 – 40.

黄俊. 2007. 红火蚁的化学防治与检疫技术研究. 广州: 华南农业大学.

黄胜先, 江世宏, 陈晓琴, 杨茂发, 岳东方. 2011. 4 种毒饵药剂对红火蚁的室内毒力测定. 广东农业科学, (7): 102 – 104.

黄田福, 熊忠华, 曾鑫年. 2007. 15 种杀虫剂对红火蚁工蚁的触杀活性研究. 华南农业大学学报, 28(4): 26 – 29.

黎七雄, 汪晖, 肖清秋, 孔锐. 1995. 半数致死量(LD_{50}) Bliss

(责任编辑:杨郁霞)

