氟磺酰胺复配毒饵对红火蚁的田间防治效果*

张 庆[1] 罗礼智[1**] 黄绍宁[2]

(1. 中国农业科学院植物保护研究所植物病虫害生物学国家重点实验室 北京 100193;
2. 深圳市农业科技推广中心 深圳 518040)

Control efficacy of flursulamid mixture to the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. ZHANG Qing[1], LUO Li-Zhi[1**], HUANG Shao-Ning[2] (1. *State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Protection, Chinese Academy of Agricultural Science*, Beijing 100193, China; 2. *Agricultural Technoligy Extension Center of Shenzhen*, Guangdong 518027, China)

Abstract The control efficacy of mixture bait of 0.25% flursulamid and 0.50% insect growth regular (IGR) on the red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren was studied in field in two districts in Shenzhen, Guangdong province. The results in Longgang district showed that a large number of individuals of various castes of the imported fire ant died during day 3 – 15 after the bait application; the control efficacy of flursulamid mixture reached 16.99% and 47.43% on day 7 and 28, respectively, 97.93% after application when the test ended, while the control efficacy of 0.5% flursulamid bait is above 50% within one week. In Bao'an district, the control efficacy is 51.65% on day 28 after application of flursulamid mixture bait and 94.72% when the test ended, while the control efficacy of 0.5% flursulamid bait reached the peak value of 92.88% on day 42 after application. Based on the results from the two districts, we suggest that the mixture bait of 0.25% flursulamid and 0.50% IGR is a comparable fast acting and long lasting product against the imported red fire ant.

Key words *Solenopsis invicta*, flursulamid mixture bait, control efficacy, monitor

摘 要 在深圳市龙岗区和宝安区对氟磺酰胺复配毒饵进行药效评价,试验结果表明,施药后3~15 d,龙岗实验区蚁巢周围均有死亡工蚁陆续出现。第7 d时,0.75%氟磺酰胺复配毒饵防治效果为16.99%,第28 d时防治效果达47.43%,在试验结束的第140 d时防治效果达97.93%;对照药剂0.5%氟磺酰胺毒饵对红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 的防除效果迅速,在第7 d防治效果达50%以上。在宝安实验区,蚁巢的防治效果也随施药后时间的延长而增加,第28 d的防治效果为51.65%,试验结束时防治效果达到94.72%;对照药剂0.5%氟磺酰胺毒饵42 d防治效果达最大值为92.88%。上述结果显示,0.75%氟磺酰胺复配毒饵具有较快压低红火蚁种群密度,持效控制实验区红火蚁种群的特点。

关键词 红火蚁,氟磺酰胺复配,防治效果,监测

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 是最具入侵性和破坏性的外来有害生物之一。自广东、广西、湖南、福建、江西等地区发现红火蚁以来,其对人类健康、生命安全、农业生产、经济发展和生物多样性都产生了严重的影响和威胁[1]。针对红火蚁生物学特性及其杀虫剂剂型的特点,国外专家认为使用毒饵是防治红火蚁的最好方法[2]。在我国灭杀红火蚁的4年中,防治红火蚁的产品主要是照搬国外配方或直接进口国外毒饵。具有自主创新防治红火蚁的产品和技术十分匮乏。因此,在控制红火蚁危害和扩散的同时,筛选研制高效、新型的红火蚁防治产品十分必要。

目前,我国防治红火蚁药剂成分以胃毒剂

* 资助项目:国家攻关专题(2005BA529A06);国家社会公益研究专项(2005DIB5J034)。

**通讯作者,E-mail:lzluo@ippcaas.cn

收稿日期:2009-05-06,修回日期:2009-07-17

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为主,主要有氟磺酰胺[3~5]、多杀霉素[6]、茚虫威[7]、氟虫腈[5,8]等,虽然其防治效果较快,但依我国红火蚁的发生特点和防治方法来看,使用胃毒型毒饵防治的区域,红火蚁在短时期内会再度发生危害即再入侵,应用昆虫生长调节剂类毒饵有长期的控制处理区红火蚁种群的优点,但其对红火蚁工蚁不具毒性,需要工蚁自然死亡才可达到良好防治效果,耗时太长且有不能完全消灭种群的不足[9],为了克服两类药剂的缺点,并发挥各自对红火蚁的作用优势,丰富我国的毒饵的品种,作者结合以往研究,研制出一种既能快速诱杀红火蚁,又能持效控制处理区蚁群的复配毒饵,现将结果报道如下。

1　材料与方法

1.1　试验区

试验区分别位于广东省深圳市龙岗区和宝安区 2 个地区内。龙岗试验区位于三棵松水库果园内的山坡上,一面靠近水库,其余三面位于果园内,主要种植荔枝树,由于缺少管理,果园内杂草丛生,主要植被为狗牙草、芒萁、野菊、马缨丹等,蚁巢主要分布在荔枝树下的杂草中。宝安试验区位于观澜人民公园内,该公园一面靠近河道,一边靠近高速公路,试验区内有苗圃公司,背靠一座小山,以小山上红火蚁密度最高,离小山相对较近的蚁巢密度偏大。公园主要植被为草坪,山上为狗牙草、假花生等。蚁巢的分布十分多种多样,草坪上、灌木丛间、台阶边和路边都有蚁巢分布。

1.2　试验设计及药剂的使用

1.2.1　使用药剂和使用量　第一种供试药剂为 0.75% 氟磺酰胺复配毒饵,由 0.25% 氟磺酰胺和 0.5% 昆虫生长调节剂 D 混合组成,由广西玉林祥和源化工有限公司加工制作。第二种供试药剂为 0.5% 氟磺酰胺毒饵,由广西玉林祥和源化工有限公司提供,2 种毒饵颗粒大小为 1.0 mm 左右,用药量为 20 g/巢。

1.2.2　小区设计　2 个地区的试验地均设 0.75% 氟磺酰胺复配、0.5% 氟磺酰胺和对照共 3 个处理,每个处理设 4 个小区。每个小区有相对独立的蚁巢 15 个以上。小区按自然边界划分,2 个试验地的 3 个处理区彼此相隔较近,且均在发生区内。蚁巢分别用 GPS 定位并用小红旗标记。

1.2.3　药剂施用方法　为了提高施药效率,施药前准备数个 20 g 的杯子以定量撒施毒饵。同时准备好手套和小桶。在天气晴朗的早上或傍晚环状施药于蚁巢周围,如毒饵撒落在杂草灌木上,及时打落以提高红火蚁发现毒饵的机会。

1.3　防治效果评价

防治效果的判别主要根据罗礼智编写的红火蚁田间试验准则(该准则于 2006 年 2 月被农业部农药检定所召开的《防治红火蚁农药管理专题研讨会会议资料》所收录),并参考罗礼智等[3]的方法进行。施药前 1 d 参照最小干扰法用一尖木条轻轻触动蚁巢,如有大量蚂蚁拥出视其为活蚁巢。防治效果主要以蚁巢的存活程度,并伴以诱集红火蚁工蚁数量进行判别。

1.3.1　蚁巢死活的判别　施药后定期调查蚁巢的存活情况并计算防治效果。检查时用一根小木棍或手轻轻拍打蚁巢的表面,在 30 ~ 60 s 间,如果有工蚁出现时则将其定为活蚁巢;而当拍打蚁巢没有工蚁出现时则将其定为死蚁巢。在试验期间或结束后挖开或解剖部分死亡的蚁巢,以进一步确认蚁巢的死活情况。

1.3.2　红火蚁工蚁数量的监测　为了确定防治前后红火蚁工蚁数量的变化,对工蚁个体数量进行了监测。所用的监测物为切成 3 cm × 3 cm × 0.5 cm 形状的火腿肠片(双汇牌,爆炒肠)。使用时将火腿肠片放在直径为 9 cm 的纸盘上并置于试验区的地面上。处理区和对照区各放火腿肠 10 片,每片火腿肠间隔 2 ~ 3 m 左右。火腿肠片的排列呈梅花点分布。放置地面 1 h 后收回火腿肠并装进封口袋内,带回室内进行鉴定和计数。

1.4　防治效果的统计分析

防治效果的计算:防治效果用蚁巢的校正防治效果来表示。其代表的是处理前和处理后,处理区和对照区的活蚁巢数量比。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

蚁巢的防治百分率 = 〖1 - 防治后的活蚁巢数量)/(防治前的活蚁巢数量)〗×100，

蚁巢的校正防治百分率 = 〖1 -(防治前对照区活蚁巢数量 × 防治后处理区活蚁巢数量)/(防治后对照区活蚁巢数量 × 防治前处理区活蚁巢数量)〗×100。

2 组成对数据的校正防治效果差异用 t-测验进行显著性比较，所用的统计软件为 SPSS 11.5 版本。

2 结果分析

2.1 蚁巢的防治效果

深圳市龙岗区的试验结果表明，0.5% 氟磺酰胺毒饵发挥药效迅速，第 7 d 时校正防治效果达 55.96%，显著高于 0.75% 氟磺酰胺复配处理($P<0.05$)。0.75% 氟磺酰胺复配药效的随着时间的延长而逐步发挥(表 1)，第 21 d 后，两药剂之间无显著差异($P>0.05$)，第 42 d 时 0.75% 氟磺酰胺复配校正防治效果达 60.55%，同时期 0.5% 氟磺酰胺毒饵防效达最大值 75.58%。第 70 ~ 140 d，0.75% 氟磺酰胺复配的防治效果要高于 0.5% 氟磺酰胺处理，0.75% 氟磺酰胺复配第 140 d 时校正防治效果达 97.93%，对照区的蚁巢数量也在减少，但减少的幅度较小(表 1)。在试验期间，0.75% 氟磺酰胺复配的 4 个小区内共出现了 5 个新蚁巢，但在试验结束时新增蚁巢均死亡。另外，0.5% 氟磺酰胺试验区在第 42 ~ 112 d 共出现 4 个新蚁巢且试验结束时依然存活。而对照区内共出现了 11 个新蚁巢，而且新蚁巢没有死亡的现象。

表 1 0.75% 氟磺酰胺复配和 0.5% 氟磺酰胺对红火蚁处理区的校正防治效果(%)(广东深圳龙岗，2008 年 11 月)

处理	施药后的天数(d)									
	0	7	14	21	28	42	56	70	112	140
0.75% 氟磺酰胺复配	0a	16.99 ± 16.94a	22.08 ± 17.05a	36.28 ± 18.12a	47.43 ± 23.22a	60.55 ± 19.76a	69.38 ± 20.73a	86.35 ± 18.43a	91.90 ± 11.46a	97.93 ± 4.13a
0.5% 氟磺酰胺	0a	55.96 ± 8.75b	66.12 ± 19.95b	69.00 ± 20.67a	74.62 ± 17.26a	75.58 ± 19.76a	75.12 ± 20.13a	74.65 ± 20.51a	73.66 ± 21.31a	73.13 ± 21.74a
对照	0	1.67 ± 3.33	1.67 ± 3.33	3.33 ± 3.85	8.33 ± 8.39	11.67 ± 11.39	13.33 ± 12.17	15.00 ± 14.78	18.14 ± 11.66	19.61 ± 9.82

注：数据为平均校正防效 ± 标准差。每个处理 4 次重复。在同一列数据中，具有相同字母的 t-测验比较差异不显著(0.05 水平)。(下表同)

在深圳市宝安区的试验结果表明，施药后蚁巢的防治效果也随时间的延长而增加(表 2)。第 7 ~ 42 d，0.5% 氟磺酰胺的校正防治效果显著高于 0.75% 氟磺酰胺复配($P<0.05$)，第 42 d 校正防治效果达最大为 92.88%。0.75% 氟磺酰胺复配施药后 7、14 和 21 d 在蚁巢周围发现死亡的工蚁、幼蚁、有翅蚁及无翅蚁。第 56 ~ 98 d 的校正防治效果与 0.5% 氟磺酰胺无显著差异($P>0.05$)。但第 84、98 d 0.75% 氟磺酰胺复配的校正防治效果分别为 93.40% 和 94.72% 高于对照药剂 0.5% 氟磺酰胺(表 2)。在 0.75% 氟磺酰胺复配 4 个施药的小区中，2 个小区内的蚁巢死亡率达在 100%，另外 2 个小区仅剩下 4 个蚁巢，试验结束时，解剖这 4 个蚁巢发现除少数工蚁外，未发现其他形态的红火蚁个体。而解剖 0.5% 氟磺酰胺处理的各顽固蚁巢均可发现大量工蚁及各形态红火蚁个体。在试验期间，氟磺酰胺复配和氟磺酰胺处理区均未出现新蚁巢，在对照区内，共出现了 3 个新蚁巢。

2.2 工蚁数量的监测

在深圳 2 个地区，应用火腿肠对处理区和对照区进行监测的结果表明(图 1)，在试验伊始，2 个地区在处理区和对照区均诱捕到较多的工蚁数量，但随着处理区药剂发挥作用，处理区诱捕到的工蚁数量均有下降趋势。总体上，在 2 个试验区中，0.5% 氟磺酰胺比 0.75% 氟磺酰胺复配更快的发挥作用，在施药后 7 d 诱

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

捕到的工蚁数量就急剧下降,而 0.75% 氟磺酰胺复配诱集的工蚁则显现出缓慢下降,在一段时间内,将红火蚁种群数量持续控制在较低的水平。

表 2　0.75% 氟磺酰胺复配和 0.5% 氟磺酰胺对红火蚁处理区的校正防治效果(%)
(广东深圳宝安,2008 年 11 月)

处理	施药后的天数(d)								
	0	7	14	21	28	42	56	84	98
0.75% 氟磺酰胺复配	0a	5.00 ± 4.08a	13.48 ± 10.18a	37.66 ± 10.49a	51.65 ± 2.94a	75.39 ± 4.96a	84.40 ± 8.46a	93.40 ± 6.64a	94.72 ± 7.46a
0.5% 氟磺酰胺	0a	17.14 ± 8.63b	57.98 ± 4.16b	82.41 ± 9.43b	87.64 ± 10.83b	92.88 ± 7.27b	92.88 ± 7.27a	92.75 ± 7.40a	92.75 ± 7.40a
对照	0	0	1.79 ± 3.57	1.79 ± 3.57	1.79 ± 3.57	3.45 ± 3.99	3.45 ± 3.99	5.12 ± 3.42	5.12 ± 3.42

在龙岗试验区(图 1),0.75% 氟磺酰胺复配处理 140 d 后处理区诱集红火蚁数量为 10 点平均 3.3 头。此时对照区诱捕到的红火蚁 10 点平均为 323.9 头。在宝安试验区(图 2),0.75% 氟磺酰胺复配处理区初始诱捕到 10 点平均为 468.9 头红火蚁,随后逐渐下降,第 28 ~98 d 稳定在 68.3 ~116.8 头之间。0.5% 氟磺酰胺处理区第 42 d 时诱捕到的工蚁数量最低 8.5 头,之后有上升趋势。在试验结束时对照区诱捕到的 10 点平均工蚁数量为 47.7 头。

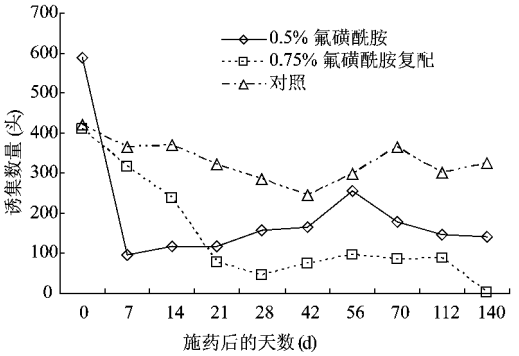

图 1　应用火腿肠在防治区与对照区诱集的红火蚁数量比较(龙岗)
(每点为 10 个诱集点的平均值)

值得注意的是,在宝安试验区内,作者在试验处理前曾经用一种快速药剂处理近 100 m^2 内的 10 个蚁巢,7 d 后 10 个蚁巢全部死亡,但在试验结束的第 98 d 时,该 100 m^2 的区域内新增 9 个蚁巢。0.75% 氟磺酰胺复配处理区的

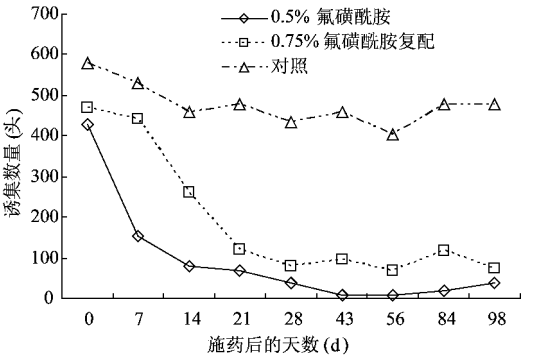

图 2　应用火腿肠在防治区与对照区诱集的红火蚁数量比较(宝安)
(每点为 10 个诱集点的平均值)

诱集点虽发现有红火蚁取食,但是其处理区近 800 m^2 的草坪上未发现有新增蚁巢,从另一个侧面也反映了其复配药剂对处理区的长效控制作用。

3　小结与讨论

试验结果表明,0.75% 氟磺酰胺复配是防治红火蚁的有效药剂,施药后 7 ~14 d 有陆续的工蚁死亡,在被其他工蚁搬出的死蚁堆中并伴有幼蚁,有翅蚁的尸体。

在龙岗试验区第 42、70、140 d 防治效果分别达 60.55%、86.35%、97.93%。宝安试验区第 42 d 防治效果达 75.39%,第 56 d 防治效果达 84.45%,试验结束时第 98 d 达 94.72%。其防治效果稳定、彻底,试验结束时解剖处理区

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

各蚁巢均未发现幼蚁和蚁后，仅残存一些工蚁，如继续观察会随时间的延长，工蚁的陆续自然死亡会使蚁巢彻底灭亡。综合 0.75% 氟磺酰胺复配和 0.5% 氟磺酰胺的防治效果和监测结果，我们可以看出，相对于较快速性的胃毒药剂 0.5% 氟磺酰胺毒饵，0.75% 氟磺酰胺复配表现出了明显的长期控制处理区红火蚁种群的特点。

氟磺酰胺与氟虫胺、伏蚁踪、氟虫晴均属于有机氟类化学杀虫剂。氟磺酰胺属昆虫能量阻断剂，具有触杀和胃毒作用，能抑制昆虫体内细胞中 ATP 酶合成的线粒体，使其不合成能量。氟磺酰胺复配中包含一种具有昆虫生长调节剂作用的杀虫剂，其杀虫谱广。但它的杀虫作用是非神经性的，对多种昆虫有保幼激素活性，可导致杀卵、抑制成虫期的变态和幼虫期的蜕皮，造成幼虫后期或蛹期死亡，并可影响蚁后的产卵量等特点[9,10]。两者复配施用降低了彼此的用量，并毒理机制各异，独立发挥作用，互不影响固有效果，且可通过不同方式作用红火蚁的各虫态，从而达到快速反应降低红火蚁种群密度，又可长期控制处理区免受红火蚁再度入侵危害等特点。

值得注意的是，在龙岗试验区，0.5% 氟磺酰胺毒饵处理区由于杂草茂密，导致地面有一定湿度，上午 11 时施用时，毒饵在 40 min 内便有受潮情况，且撒施的毒饵由于杂草的遮挡不能完全落地被红火蚁有效取食等因素，导致防治效果不太理想，所以在以后应用 0.5% 氟磺酰胺毒饵一定要在干燥的条件下施用才可达到良好的效果。而具昆虫生长调节剂类的毒饵防治红火蚁的试验一般时间较长，有的要进行 1～2 年的试验来考查其对处理区的控制作用，经过作者室内与室外试验虽说明其有优异的防治效果，但由于昆虫生长调节剂杀虫剂对红火蚁的作用效果会受温度等条件的影响，所以其施用的最佳条件还有待于进一步研究。

参 考 文 献

1 罗礼智. 基于控制我国红火蚁危害的几点思考. 植物保护，2005，**31**（2）：5～8.

2 Williams D. F. The development of toxic baits for the control of the imported fire ant. *Flor. Entomol.*，1983，**66**(1)：162～170.

3 罗礼智，覃贵亮，王漫波，等. 应用硫氟磺酰胺毒饵防治红火蚁. 植物保护，2006，**32**(1)：22～27.

4 罗礼智，黄家善，张海翔，等. 氟磺酰胺毒饵使用量对红火蚁防治效果的影响. 植物保护，2007，**33**(1)：82～85.

5 肖明山，袁会珠，罗礼智，等. 硫氟磺酰胺、氟虫腈和苯氧威三种饵剂对红火蚁的防效初探. 农药科学与管理，2006，**7**(1)：10～13.

6 朱均权，赖沛茂，熊忠华，等. 多杀菌素饵剂防治红火蚁田间药效试验初报. 广州农业科学，2006，**27**(8)：63～64.

7 张森泉，李平东，吴赟生，等. 3 种药剂对红火蚁田间防治效果评价. 广东农业科学. 2008，(6)：77～78.

8 庄天勇，田伟金，陈绍平，等. 氟虫腈粉剂冬季防控红火蚁效果评价. 中国植保导刊. 2008，**28**(10)：36～38.

9 Banks W. A.，Milks L. R.，Harlan D. P. The effects of insect growth regulators and their potential as control agents for imported fire ants. *Flor. Entomol.*，1983，**66**（1）：172～181.

10 Banks W. A.，Lofgren C. S.，Plumley J. K. Red imported fire ants: effects of insect growth regulators on caste formation and colony growth and survival. *J. Econ. Ent.*，1978，**71**：75～78.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net