



李梓豪, 付建涛, 张志祥. 雷公藤乙醇提取物及其饵剂对红火蚁的毒杀活性[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(5): 75-79.

# 雷公藤乙醇提取物及其饵剂对红火蚁的毒杀活性

李梓豪, 付建涛, 张志祥

(天然农药与化学生物学教育部重点实验室/华南农业大学农学院, 广东 广州 510642)

**摘要:**【目的】研究雷公藤根皮提取物及其毒饵对红火蚁 *Solenopsis invicta* 工蚁的致死作用及活动能力的影响.【方法】乙醇提取雷公藤 *Tripterygium wilfordii* 根皮物质并制备雷公藤提取物毒饵, 水试管法测定其对红火蚁的毒杀活性.【结果和结论】在室内条件下, 雷公藤提取物质量浓度 0.023 9、0.047 8、0.239 0 和 0.478 0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  处理 10 d 后工蚁死亡率分别为 6.67%、30.00%、56.67% 和 70.00%, 明显高于对照(3.33%). 0(对照)、0.047 8、0.095 6 和 0.239 0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  提取物饵剂处理 10 d 后小型工蚁死亡率分别为 6.67%、26.67%、40.00% 和 20.00%, 大型工蚁死亡率与对照组无显著差别, 0(对照)、0.047 8 与 0.095 6  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  提取物饵剂处理 10 d 后红火蚁攻击率分别为 90.00%、66.67% 和 70.00%, 抓附率分别为 83.33%、60.00% 和 56.67%, 爬杆率分别为 93.33%、73.33% 和 73.33%. 表明雷公藤根皮提取物及其毒饵在室内条件下对红火蚁具有较好的毒杀活性, 抑制了红火蚁的活动能力, 有望成为防治红火蚁的新药剂.

**关键词:** 红火蚁; 雷公藤; 乙醇提取法; 毒饵; 杀虫活性

中图分类号: S481

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2015)05-0075-05

## Toxic activity of *Tripterygium wilfordii* ethanol extract and its bait against *Solenopsis invicta*

LI Zihao, FU Jiantao, ZHANG Zhixiang

(Key Laboratory of Natural Pesticide and Chemical Biology, Ministry of Education/ College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:**【Objective】To study the toxic activity of root bark extract of *Tripterygium wilfordii* and its bait against *Solenopsis invicta* worker ants.【Method】The active substance was extracted by ethanol from the root bark of *T. wilfordii* and the bait was prepared. Toxic activities of *T. wilfordii* ethanol extract and its bait to red imported fire ants were obtained by water tube method.【Result and conclusion】After 10 days of treatment, the workers mortality were 6.67%, 30.00%, 56.67% and 70.00% at the extract concentration of 0.023 9, 0.047 8, 0.239 0 and 0.478 0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  respectively, which were significantly higher than that of the mortality of control. The results tested by bait method showed that, unlike the large ant workers, the mortality of small workers was seriously affected by the concentration of the extracts. Treated by 0.0478 and 0.095 6  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  bait for 10 days, the workers attack rates were 90.00%, 66.67% and 70.00%, grasping rates were 83.33%, 60.00% and 56.67%, climbing rates were 93.33%, 73.33% and 73.33% respectively. The root bark extract of *T. wilfordii* and bait have good insecticidal activity against red imported fire ants under indoor conditions, which can inhibit the activity ability of red imported fire ants. *T. wilfordii* is expected to become a new chemical agent to control red imported fire ants.

收稿日期: 2014-07-19 优先出版时间: 2015-07-27

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.s.20150727.1455.026.html>

作者简介: 李梓豪(1992—), 男, 硕士研究生, E-mail: gyyzlizhao@126.com; 通信作者: 张志祥(1974—), 男, 教授, 博士, E-mail: zdsys@scau.edu.cn

基金项目: 广东省联合培养研究生示范基地人才培养项目; 广东省-教育部产学研结合项目(2006D90204003)

**Key words:** *Solenopsis invicta*; *Tripterygium wilfordii*; ethanol extraction method; bait; insecticidal activity

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 原产于南美洲巴拉那河流域<sup>[1]</sup>,是膜翅目蚁科家蚁亚科火蚁属的一种土栖蚁类<sup>[2]</sup>.红火蚁攻击性强、食性杂、繁殖快,对人类健康、动物、农牧业、经济及公共安全都造成了极大的危害<sup>[3]</sup>,被认为是世界上最重要的100种入侵生物之一<sup>[4]</sup>.2003—2005年红火蚁先后入侵我国台湾、广东、广西、湖南、香港和澳门等地<sup>[5-6]</sup>.

目前防治红火蚁的主要方法有检疫、物理、化学药剂和生物防治等<sup>[7]</sup>.由于红火蚁具有叮咬伤害人类的特殊性,化学防治更容易在实际生活中推广应用,其中毒饵法被认为是最具有价值的<sup>[8]</sup>.国内对红火蚁防治的化学药剂使用较多的是毒死蜱、硫氟磺酰胺、苯氧威、丁硫克百威、阿维菌素、吡虫啉、锐劲特、氟虫胺、茚虫威、氟蚁腓、多杀菌素、噻虫嗪、高效氯氰菊酯、虫螨腈、啉虫脒、吡虫啉、苏云金杆菌等<sup>[9-11]</sup>,多为速杀性药剂,不利于发挥饵剂毒性慢、在蚁群内传播广等优点,也不利于延缓红火蚁的抗药性.

应用雷公藤 *Tripterygium wilfordii* Hook. f. 提取物防治红火蚁的相关研究鲜见报道.笔者进行了雷公藤提取物对红火蚁的生物活性研究.雷公藤为卫矛科雷公藤属植物,相关研究表明其提取物对小菜蛾、粘虫和家蝇等具有显著的毒杀活性<sup>[12-14]</sup>.本文通过对雷公藤根皮物质的提取,制备了有效成分为雷公藤根皮提取物的饵剂,测定了雷公藤提取物及其饵剂对红火蚁的毒杀活性及爬杆、抓附和攻击能力等指标,为应用雷公藤提取物控制红火蚁提供参考.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

雷公藤采集于华南农业大学杀虫植物标本园,采集时去除茎叶保留根部.

供试红火蚁于2014年5月采自华南农业大学校园内.采集方法参照 Kuriachan 等<sup>[15]</sup>的方法,放于养虫室内人工饲养2周后供试.

### 1.2 方法

1.2.1 雷公藤提取方法 将采集的雷公藤用水冲洗干净后把根皮切下,晾干后放入粉碎机粉碎.称取20 g 粉碎物于200 mL 三角瓶中,加入100 mL 95% ( $\varphi$ )乙醇溶液,70 °C 水浴1 h,重复3次.合并提取液,用旋转蒸发仪蒸干,得到雷公藤根皮提取物0.956 0 g,加入10 mL 丙酮溶解提取物,其质量浓度为95.60 g · L<sup>-1</sup>.

1.2.2 雷公藤根皮提取物饵剂制备方法 以玉米粉、大豆油和鱼粉等为原材料,制备饵料(颗粒大小为1 300 ~ 1 500  $\mu\text{m}$ )<sup>[16-17]</sup>.用丙酮稀释提取物,空白对照用等量丙酮处理,少量多次均匀喷洒在饵料中,边喷洒边搅拌均匀,待饵料中丙酮挥发后,置于4 °C 冰箱备用.饵料中含上述雷公藤根皮提取物的质量浓度分别为0.047 8、0.095 6、0.239 0 g · L<sup>-1</sup>.

1.2.3 雷公藤根皮提取物对红火蚁毒杀活性的测定 用水试管喂毒法<sup>[18]</sup>进行了雷公藤根皮提取物对红火蚁的毒杀活性测定.50 mL 容量瓶配制雷公藤根皮提取物0.023 9、0.047 8、0.239 0 和0.478 0 g · L<sup>-1</sup>质量浓度梯度溶液,空白对照加入等量丙酮.将配好的溶液加入小试管(直径0.5 cm、长1.5 cm)中.在干燥的玻璃杯杯口至以下5 cm 的杯壁抹1层滑石粉.1 d 后,每个杯子接入30 头工蚁(大小随机),饥饿处理3 h 后,把水试管分别放入对应编号的杯子,以适量火腿肠喂食(每天更换新的火腿肠).每个处理设3 个重复.处理完毕后,将试虫置于养虫室,温度24 ~ 26 °C,湿度60% ~ 80%.处理后1、3、5、7、10 和15 d 调查结果,计算死亡率.

1.2.4 雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁毒杀活性的测定 在干燥的玻璃杯杯口至以下5 cm 的杯壁抹1层滑石粉.1 d 后,往每个杯子接入30 头工蚁,以水试管供水,饥饿处理3 h 后,把配制好的饵料分别放入对应编号的杯子,试验设置空白对照、0.047 8、0.095 6、0.239 0 g · L<sup>-1</sup>共4 个处理,每个处理3 个重复.处理完毕后,将试验用虫置于养虫室,温度24 ~ 26 °C,湿度60% ~ 80%.处理后1、3、5、7、10 和15 d 调查结果,计算死亡率.

1.2.5 雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁攻击能力的影响 方法参考文献<sup>[19]</sup>,在干燥的玻璃杯杯口至以下5 cm 的杯壁抹1层滑石粉.1 d 后,往每个杯子接入10 头工蚁(大小随机),以水试管供水,饥饿处理3 h 后把配制好的饵料分别放入对应编号的杯子.试验设置空白对照、0.047 8 和0.095 6 g · L<sup>-1</sup>共3 个处理,每个处理3 个重复.分别于药后1、3、5、7、10 d 进行调查.用细小的铁丝反复挑逗红火蚁,若红火蚁咬住铁丝且轻提不掉落,则认为其具有攻击能力.

1.2.6 雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁抓附能力的影响 红火蚁处理方法同“1.2.5”.调查方法<sup>[20]</sup>:把红火蚁挑到塑料杯里,轻微震动塑料杯使红火蚁在杯底分散开,翻转塑料杯,使杯口垂直向下,3 s 后

记录未掉落在白纸上的工蚁数.

1.2.7 雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁爬杆能力的影响 红火蚁处理方法同“1.2.5”. 调查方法:把红火蚁挑到细长光滑笔直的竹杆上,刺激红火蚁使其迅速爬动,若红火蚁能顺着竹杆往上爬则认为其具有爬杆能力,记录数据.

## 2 结果与分析

### 2.1 提取物对红火蚁的毒杀活性

水试管法测定了雷公藤根皮提取物对红火蚁的毒杀活性.从图1可以看出,在试验浓度下,雷公藤提取物对红火蚁具有明显的毒杀活性,毒杀活性随着浓度升高和时间延长有一定的提高.对照处理后1~10 d,红火蚁死亡率为0~3.33%;0.023 9 g·L<sup>-1</sup>对红火蚁毒杀活性不佳;0.047 8与0.239 0 g·L<sup>-1</sup>处理1~5 d后,死亡率低于20.00%,处理后10 d死亡率分别达到30.00%和56.67%;0.478 0 g·L<sup>-1</sup>处理后1~10 d,死亡率为16.67%~68.89%,与对照组死亡率均有显著差异.

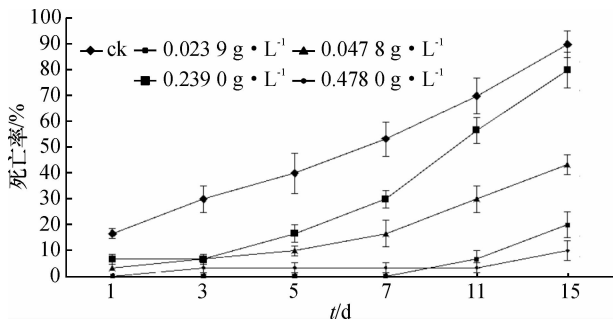


图1 雷公藤根皮提取物对红火蚁的毒杀活性

Fig.1 Toxic activities of *Tripterygium wilfordii* root bark extract to red imported fire ant

### 2.2 提取物饵剂对红火蚁的毒杀活性测定

雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁的毒杀活性结果见图2.从图2a可以看出,在试验质量浓度下,雷公藤提取物饵剂对小型红火蚁具有明显的毒杀活性,毒杀活性随着时间延长而提高,其中以0.047 8与0.095 6 g·L<sup>-1</sup>效果最佳.对照处理后1~10 d,红火蚁死亡率为0~6.67%;0.047 8与0.095 6 g·L<sup>-1</sup>处理后1~5 d后,死亡率低于20.00%,处理后10 d死亡率分别达到26.67%和40.00%;0.239 0 g·L<sup>-1</sup>处理后1~10 d,死亡率为0~20.00%,死亡率与对照组死亡率均有显著差异.从图2b可以得出,在试验质量浓度下,雷公藤提取物饵剂对大型红火蚁毒杀活性不佳,毒杀活性随着饵剂质量浓度增大和时间延长有较小的提高.对照、0.047 8、0.095 6和0.239 0 g·L<sup>-1</sup>处理15 d后,红火蚁死亡率分别

为10.00%、13.33%、16.67%和20.00%.

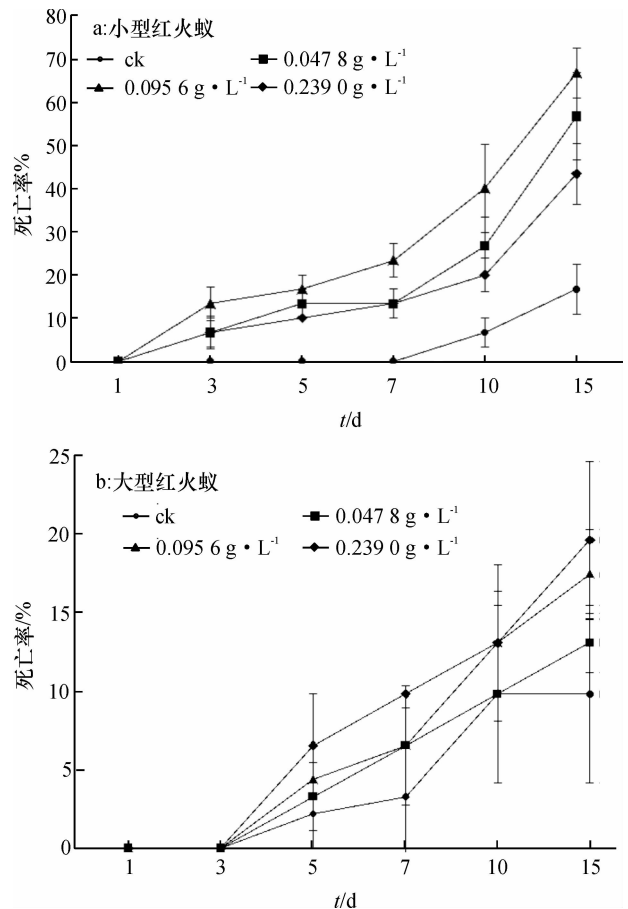


图2 雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁的毒杀活性

Fig.2 Toxic activities of *Tripterygium wilfordii* root bark extract bait to red imported fire ant

### 2.3 饵剂对红火蚁攻击能力的影响

在试验浓度下,雷公藤根皮提取物饵剂可降低红火蚁的攻击能力(图3),随着时间的延长表现更为明显.对照处理1~10 d,红火蚁攻击率下降不明显,为90.00%~100.00%;0.047 8与0.095 6 g·L<sup>-1</sup>处理后,红火蚁攻击率随着时间的延长与对照处理有着更为明显的差异,处理10 d后,攻击率分别下降至66.67%与70.00%.

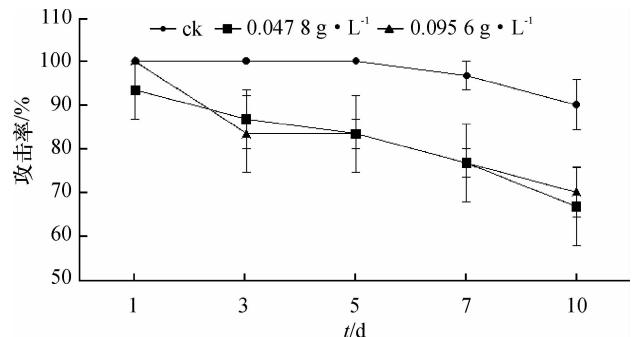


图3 雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁的攻击影响

Fig.3 Effects of *Tripterygium wilfordii* root bark extract bait on the attack ability of red imported fire ant

## 2.4 饵剂对红火蚁抓附能力的影响

在试验浓度下,雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁的抓附能力具有显著降低作用(图4),且这种作用随着时间的延长表现更为明显.对照处理1~10 d,红火蚁抓附率下降不明显,为83.33%~90.00%;0.047 8与0.095 6  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理后红火蚁抓附率下降明显,处理10 d后,抓附率分别下降至60.00%与56.67%.

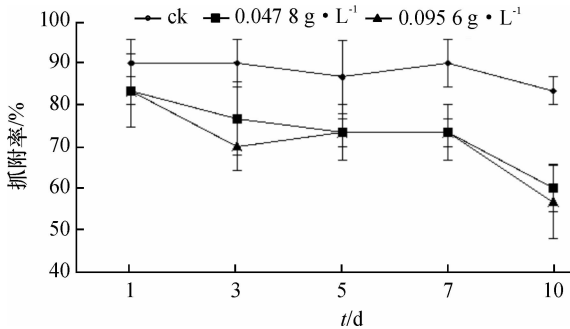


图4 雷公藤提取物饵剂对红火蚁的抓附能力影响

Fig. 4 Effects of *Tripterygium wilfordii* root bark extract bait on the grasp ability of red imported fire ant

## 2.5 饵剂对红火蚁爬杆能力的影响

在试验浓度下,雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁的爬杆能力具有较为显著的降低作用(图5).对照处理1~10 d,红火蚁爬杆率下降不明显,为93.33%~100.00%;0.047 8与0.095 6  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理后红火蚁爬杆率下降明显,处理10 d后,爬杆率下降至73.33%.

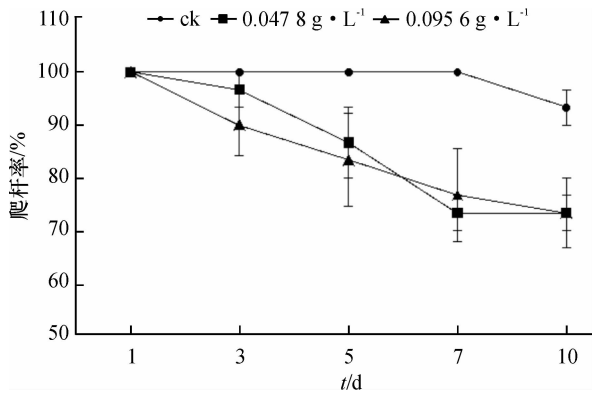


图5 雷公藤根皮提取物饵剂对红火蚁的爬杆能力影响

Fig. 5 Effects of *Tripterygium wilfordii* root bark extract bait on the climbing ability of red imported fire ant

## 3 讨论与结论

雷公藤自然资源丰富,人工栽培也已获得成功并大面积推广,为规模化生产应用提供了可能<sup>[21]</sup>.雷公藤在医药上取用部分仅为根心,弃之不用的根皮部分用于开发植物杀虫剂,既能发展多样性药剂,又

能充分利用资源.雷公藤杀虫谱广,作用方式复杂,作用机理特殊,在环境安全性方面具有独到优势<sup>[22-23]</sup>.另外,雷公藤具有多样化的杀虫成分,Beroza等<sup>[24]</sup>从雷公藤根皮中分离出5种有杀虫活性的生物碱,不利于靶标害虫抗性形成.

本文研究了雷公藤根皮提取物及其毒饵对红火蚁的影响.试验结果表明雷公藤根皮提取物及其毒饵在室内条件下对红火蚁具有起效慢的特点,相对速效杀虫成分而言,能更好地发挥饵剂毒性慢、在蚁巢内传播广等优点,对防止红火蚁蚁群迁巢扩散危害存在积极作用.在一般情况下,使用速效杀虫成分后,部分接触到药的工蚁迅速死亡,蚁群间传毒不彻底,未受毒蚁群在面对种群内工蚁大量死亡时会舍弃旧巢另建新巢<sup>[25]</sup>,从而使种群保存或扩散危害.0.239 0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的雷公藤根皮提取物对红火蚁的活性是在3 d后才表现显著,给了蚁群个体间充分传毒的时间.另外,雷公藤根皮提取物对红火蚁的活动能力,如爬杆、攻击、抓附能力等存在显著影响,对于红火蚁防治具有参考价值.红火蚁野外生活环境复杂,如地面凹凸不平,存在食物竞争对手等,而红火蚁抓附攻击能力等的下降必然会导致工蚁回巢率降低,从而影响蚁群的食物供应,使蚁群生活质量下降.

另外,本文使用乙醇溶液提取雷公藤根皮物质,提取成本低,方法简单,可操作性强,可为快捷高效开发植物源农药防治红火蚁提供新的参考.

### 参考文献:

- [1] ALLEN C R, LUTZ R S, DAMARAIS S. Red imported fire ant impacts on northern bobwhite populations [J]. *Ecol Appl*, 1995, 5(3): 632-638.
- [2] 曾玲,陆永跃,何晓芳,等.入侵中国大陆的红火蚁的鉴定及发生为害调查[J]. *昆虫知识*, 2005, 42(2): 144-148.
- [3] 刘晓燕,吕利华,冯夏,等.红火蚁生物防治研究进展[J]. *广东农业科学*, 2006, 33(5): 18-23.
- [4] 杨伟东,余道坚,陈志舜.红火蚁对农业生态环境和社会、经济的影响[J]. *植物保护*, 2005, 31(5): 75-78.
- [5] 杜予州,顾杰,郭建波,等.入侵害虫红火蚁在中国的适生性分布研究[J]. *中国农业科学*, 2007, 40(1): 99-106.
- [6] 刘娜,程东美,徐汉虹,等.光活化成分 $\alpha$ -三联噻吩对红火蚁的致死作用及其行为的影响[J]. *中国农业科学*, 2011, 44(23): 4815-4822.
- [7] 潘运方.红火蚁对水利水电工程的危害及其防治对策[J]. *广东水利水电*, 2013(9): 1-7.

- [8] 刘杰,吕利华,冯夏,等. 美国红火蚁防治饵剂的研制应用与启示[J]. 广东农业科学, 2006, 33(5): 12-17.
- [9] 蒋冬荣. 中国红火蚁研究进展[J]. 广西植保, 2008, 21(3): 20-22.
- [10] 黄志巧. 4种饵剂防治红火蚁药效试验评价[J]. 广西植保, 2014, 27(1): 26-27.
- [11] 王磊,李慎磊,王琳,等. 11种杀虫剂对草皮中红火蚁的检疫除害效果[J]. 植物检疫, 2011, 25(6): 13-16.
- [12] 周琳,马志卿,冯俊涛,等. 雷公藤总生物碱对粘虫生长发育及几种代谢酶系的影响[J]. 昆虫学报, 2008, 51(11): 1151-1156.
- [13] 李琰,陈培,杨钰琪,等. 雷公藤组培产物的杀虫杀菌活性研究[J]. 西北植物学报, 2012, 32(10): 2116-2121.
- [14] MA Z Q, LI Y J, WU L P, et al. Isolation and insecticidal activity of sesquiterpenes alkaloids from *Tripterygium wilfordii* Hook f. [J]. Ind Crop Prod, 2014, 52: 642-648.
- [15] KURIACHAN I, VINSON S B. A queen's worker attractiveness influences her movement in polygynous colonies of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in response to adverse temperatures [J]. Environ Entomol, 2000, 29(5): 943-949.
- [16] NEFF R, PUCKETT R T, GOLD R E. Particle size and bait preference of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) [J]. Sociobiology, 2011, 58(2): 473-487.
- [17] KAFLE L, SHIH C. Determining the most effective concentration of cypermethrin and the appropriate carrier particle size for fire ant (Hymenoptera: Formicidae) bait [J]. Pest Manag Sci, 2012, 68(3): 394-398.
- [18] ZHANG Z X, ZHOU Y, SONG X N, et al. Insecticidal activity of the whole grass extract of *Typha angustifolia* and its active component against *Solenopsis invicta* [J]. Sociobiology, 2013, 60(4): 362-366.
- [19] GIBBONS L, SIMBERLOFF D. Interaction of hybrid imported fire ants (*Solenopsis invicta* × *S. richteri*) with native ants at baits in southeastern Tennessee [J]. South-east Nat, 2005, 4(2): 303-320.
- [20] LI W S, ZHOU Y, LI H, et al. Insecticidal effect of volatile compounds from fresh plant materials of *Tephrosia vogelii* against *Solenopsis invicta* workers [J]. Sociobiology, 2014, 61(1): 28-34.
- [21] 陈列忠,王开金,陈建明,等. 雷公藤植物源农药的制备工艺及优化[J]. 现代农药, 2006, 5(1): 26-28.
- [22] 邓文龙. 雷公藤中毒及毒副反应报告研究[J]. 中药药理与临床, 2001, 17(3): 42-47.
- [23] 周小慧,廉玉利,王元清. 雷公藤生物碱杀虫作用研究进展[J]. 经济林研究, 2011, 29(2): 124-129.
- [24] BEROZA M, BOTTFER G T. The insecticidal value of *Tripterygium wilfordii* [J]. J Econ Entomol, 1954, 47(1): 188-199.
- [25] 莫让瑜,黄求应,雷朝亮. 挖巢、水灌巢和杀虫剂灌巢对红火蚁迁巢的影响[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(1): 20-22.

【责任编辑 霍欢】