

## 茶皂素对联苯菊酯防治白蚁增效作用的研究

杨云秋<sup>1</sup>, 王 众<sup>2</sup>, 黄中山<sup>2</sup>, 何基伍<sup>2</sup>, 龙雁华<sup>3\*</sup>

(1. 安徽农业大学茶叶生物化学与生物技术重点实验室, 合肥 230036; 2. 安徽省蚌埠市白蚁防治研究所, 蚌埠 233000; 3. 安徽农业大学生命科学学院, 合肥 230036)

**摘 要:** 为考察茶皂素联合联苯菊酯对白蚁进行灭治是否具有增效作用, 采用浸纸法分别测定茶皂素、联苯菊酯及不同比例、浓度的混剂作用于圆唇散白蚁的毒力活性。结果表明, 单独使用茶皂素处理白蚁, 毒杀效果不明显; 单独用联苯菊酯处理白蚁, 具有较强的毒杀效果,  $LC_{50}$  为  $7.038 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; 而将联苯菊酯和茶皂素按不同比例混合作用于白蚁, 其增效作用明显, 混剂的毒杀作用明显高于茶皂素或联苯菊酯的单独处理。当混剂按 5:5 配比时, 其  $LC_{50}$  为  $2.144 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 共毒系数达到最大, 为 328.26。可见茶皂素对联苯菊酯防治白蚁有明显的增效作用。

**关键词:** 茶皂素; 联苯菊酯; 白蚁; 增效作用

中图分类号: S482.91

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2015)02-0248-04

## Synergistic effect of tea saponin on bifenthrin against termite

YANG Yunqiu<sup>1</sup>, WANG Zhong<sup>2</sup>, HUANG Zhongshan<sup>2</sup>, HE Jiwu<sup>2</sup>, LONG Yanhua<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Tea Biochemistry & Biotechnology, Ministry of Education and Ministry of Agriculture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Institute of Termite Control of Bengbu, Bengbu 233000;

3. School of Life Sciences, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

**Abstract:** In order to investigate the synergistic effect of tea saponin on bifenthrin for termite control, the toxicity of tea saponin, bifenthrin, and their mixtures in different ratios to *Reticulitermes Labralis* was tested using the method of filter paper containing chemicals. The results showed that the toxicity of tea saponin to termites was inapparent, while bifenthrin showed a high toxicity to termites with the  $LC_{50}$  values of  $7.038 \text{ mg/L}$ . The mixtures of bifenthrin and tea saponin showed a significantly higher synergistic control activity of termites than tea saponin or bifenthrin alone. The co-toxicity coefficient (CTC) reached the maximum of 328.26 when the ratio of tea saponin to bifenthrin was 5:5. The results showed a significant synergistic action of tea saponin on bifenthrin in control of termites.

**Key words:** tea saponin; bifenthrin ; termite; synergism

白蚁是一类危害性极强的社会性昆虫。目前全世界已发现白蚁 3000 多种, 我国已知 480 多种, 其中危害房屋建筑的白蚁种类有 70 余种<sup>[1]</sup>, 每年造成经济损失约 20~25 亿元。目前, 采用混有杀虫剂的土壤构筑毒土屏障是防止白蚁入侵危害的最主要手段<sup>[2]</sup>, 而联苯菊酯、毒死蜱等药剂则被推荐为城市房屋白蚁预防性处理的首选药剂<sup>[3]</sup>。为了达到较好防治效果, 白蚁防治剂农药在土壤中的施药浓度极高。以联苯菊酯为例, 每公顷使用联苯菊酯有效

成分达  $495 \text{ kg}^{[4]}$ , 对土壤环境构成了潜在威胁。因此, 其环境安全性评价成为人们的关注焦点。如何寻找一种增效剂在保障建筑物免遭白蚁危害的同时还可以降低药剂用量, 是解决这一问题的出路之一。

茶皂素又名茶皂甙, 是从山茶科植物种子中提取的一类结构为齐墩果烷型五环三萜类皂甙的混合物<sup>[5-6]</sup>, 它的基本结构由皂甙元、糖体和有机酸 3 部分构成。茶皂素广泛存在于自然界 90 多科 500 多属的植物中<sup>[7]</sup>。从茶树的根、叶和种子中已分离鉴定

收稿日期: 2014-09-11

基金项目: 国家自然科学基金 (31300426) 和安徽省省级自然科学基金项目 (KJ2013A121) 共同资助。

作者简介: 杨云秋, 博士, 讲师。E-mail: yyq\_lyh@ahau.edu.cn

\* 通信作者: 龙雁华, 博士, 副教授。E-mail: my669@sina.com

出 10 多种茶皂甙的单体; 同时, 研究结果发现茶皂甙具有抗菌、抗病毒、消炎、抗氧化等多种生物学活性<sup>[8-10]</sup>, 是一种性能良好的天然非离子表面活性剂。在农药使用中加入茶皂素, 能明显改善农药药液的理化性质, 提高药剂在生物或植物体表的附着力, 从而有助于农药药效的充分发挥, 起到对农药的增效作用<sup>[11-13]</sup>, 降低对环境毒性, 从而减少环境的污染。也有将茶皂素直接作为生物农药进行应用的报道<sup>[13]</sup>。目前, 茶皂素应用于白蚁防治方面还未有报道。本试验主要测定了茶皂素防治白蚁效果及茶皂素对联苯菊酯防治白蚁的增效作用, 为其在白蚁防治领域推广应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试昆虫: 圆唇散白蚁 (*Reticulitermes Labralis* Hsia et Fan), 在室内饲养 1 周, 选取健康工蚁作为试验材料。

试验材料: 联苯菊酯原药 (由安徽农业大学农药残留检测中心提供, 纯度 95%), 茶皂素 (由安徽农业大学茶叶生物化学与生物技术重点实验室提供, 纯度 90%)。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 联苯菊酯、茶皂素对白蚁的毒力活性测定**  
将联苯菊酯、茶皂素按有效成分用纯水分别配制浓度不同的若干浓度, 取 1.2 mL 药液均匀地滴在置于培养皿内的滤纸 (直径: 90 mm) 上, 以滴加蒸馏水的滤纸为对照, 在室温下自然晾干后在滤纸上滴加 1.0 mL 蒸馏水, 然后在培养皿内投入 30 只健康工蚁。培养皿进行遮光处理, 实验环境温度为 (26±2) °C, 每组浓度重复 3 次。用细毛笔触碰虫体无反应确定虫死亡。定时观察、记录白蚁击倒数和死亡数, 求毒力回归方程及  $LC_{50}$  值<sup>[14]</sup>。

**1.2.2 茶皂素对联苯菊酯防治白蚁毒力增效测定**  
根据上述实验结果, 将配制好的联苯菊酯母液 (2000 mg·L<sup>-1</sup>) 和茶皂素母液 (2000 mg·L<sup>-1</sup>) 按 10: 0、9: 1、7: 3、6: 4、5: 5、4: 6 和 3: 7 的比例配成共 6 个系列的混合溶液。将每个系列分别稀释成 500、800、1000 和 1400 倍浓度梯度。每个浓度梯度分别进行毒力增效实验, 每组浓度重复 3 次, 方法同上。定时观察、记录白蚁击倒数和死亡数。计算校正死亡率及  $LC_{50}$ , 求出毒力回归方程和共毒系数。

### 1.2.3 计算公式

死亡率 = 虫数 / 试验前总虫数

校正死亡率 = (处理组死亡率 - 对照组死亡率) / (1 - 对照组死亡率)

率) / (1 - 对照组死亡率)

共毒系数 (CTC) = (联苯菊酯纯品的  $LC_{50}$  / 联苯菊酯纯品与茶皂素混用的  $LC_{50}$ ) × 100

CTC 值显著小于 100 为拮抗作用, 显著大于 100 为增效作用, 在 100 左右时为相加作用。

**1.2.4 试验数据统计处理方法** 试验数据用 Excel 和 SPSS 进行统计和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 联苯菊酯对白蚁的毒力

图 1 和图 2 为联苯菊酯纯品和茶皂素处理 12 h 后对白蚁的毒力测定结果。从图中可以看出, 2 种药剂对白蚁都有生物活性, 且随药剂浓度的增加, 白蚁死亡率逐渐增加, 相关系数的绝对值接近 1, 说明毒力回归方程的 2 个变量相关密切, 但 2 种药剂毒力相差很大, 联苯菊酯对白蚁的致死中浓度  $LC_{50}$  为 7.038 mg·L<sup>-1</sup>, 表现出较强的毒力。而茶皂素  $LC_{50}$  达到 424.897 mg·L<sup>-1</sup>, 毒力较低, 单独使用茶皂素防治白蚁不理想。

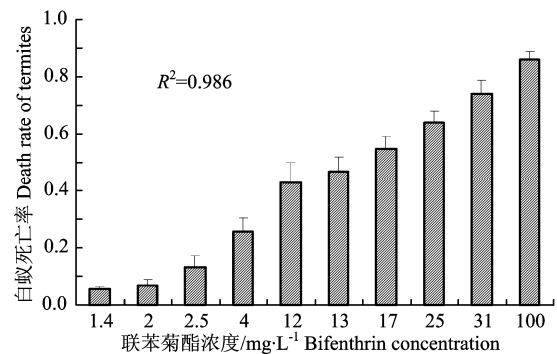


图 1 联苯菊酯不同浓度处理白蚁死亡率

Figure 1 Death rate of termites under different concentrations of bifenthrin

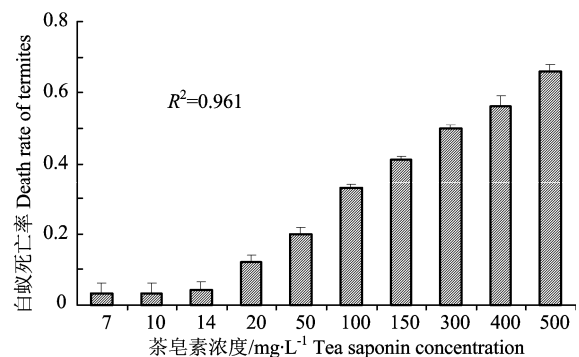


图 2 茶皂素纯品不同浓度处理白蚁死亡率

Figure 2 Death rate of termites under different concentrations of tea saponin

## 2.2 联苯菊酯和茶皂素按各种比例混合的药剂对白蚁的毒力

从表1可以看出,在不同时间段(6h、12h)监测联苯菊酯和茶皂素按各种比例混配处理的校正

死亡率都明显高于联苯菊酯和茶皂素单独处理的校正死亡率,茶皂素对联苯菊酯防治白蚁有明显的增效作用。

表1 联苯菊酯和茶皂素按不同比例混配对白蚁致死率测定  
Table 1 Fatality rate determination of joint action of mixtures of tea saponin and bifenthrin

联苯菊酯:茶皂素 Bifenthrin / tea saponin	稀释倍数 Dilution ratio	测定结果 Determination result			
		6 h		12 h	
		死亡率 Mortality	校正死亡率 Corrected mortality	死亡率 Mortality	校正死亡率 Corrected mortality
10:0	500	0.233±0.012	0.224±0.008	0.256±0.012	0.231±0.011
	800	0.056±0.009	0.046±0.012	0.133±0.011	0.103±0.010
	1000	0.022±0.006	0.011±0.006	0.067±0.007	0.035±0.006
	1400	0.022±0.005	0.011±0.005	0.056±0.006	0.024±0.005
9:1	500	0.489±0.011	0.483±0.012	0.256±0.012	0.576±0.011
	800	0.156±0.008	0.147±0.012	0.133±0.010	0.163±0.009
	1000	0.111±0.010	0.101±0.009	0.067±0.007	0.118±0.006
	1400	0.100±0.005	0.09±0.004	0.056±0.005	0.129±0.004
7:3	500	0.400±0.002	0.393±0.001	0.556±0.015	0.542±0.014
	800	0.122±0.009	0.112±0.008	0.244±0.010	0.221±0.009
	1000	0.111±0.012	0.101±0.011	0.211±0.009	0.187±0.008
	1400	0.033±0.015	0.022±0.014	0.111±0.008	0.084±0.007
6:4	500	0.322±0.013	0.314±0.012	0.422±0.014	0.404±0.013
	800	0.300±0.012	0.292±0.011	0.367±0.013	0.347±0.012
	1000	0.233±0.007	0.224±0.006	0.3±0.009	0.278±0.008
	1400	0.122±0.006	0.112±0.005	0.133±0.004	0.106±0.003

联苯菊酯:茶皂素 Bifenthrin / tea saponin	稀释倍数 Dilution ratio	测定结果 Determination result			
		6 h		12 h	
		死亡率 Mortality	校正死亡率 Corrected mortality	死亡率 Mortality	校正死亡率 Corrected mortality
5:5	500	0.267±0.009	0.259±0.008	0.533±0.012	0.519±0.011
	800	0.389±0.012	0.382±0.011	0.500±0.014	0.485±0.013
	1000	0.200±0.003	0.191±0.002	0.489±0.010	0.473±0.009
	1400	0.067±0.004	0.057±0.003	0.133±0.009	0.106±0.008
4:6	500	0.244±0.012	0.224±0.011	0.367±0.008	0.347±0.007
	800	0.222±0.017	0.046±0.016	0.344±0.010	0.324±0.009
	1000	0.100±0.007	0.011±0.006	0.156±0.007	0.13±0.006
	1400	0.011±0.002	0.011±0.001	0.056±0.004	0.027±0.003
3:7	500	0.333±0.012	0.326±0.011	0.444±0.009	0.427±0.008
	800	0.144±0.009	0.134±0.008	0.189±0.008	0.164±0.007
	1000	0.033±0.007	0.022±0.006	0.067±0.004	0.038±0.003
	1400	0.033±0.006	0.022±0.005	0.056±0.006	0.027±0.005
0:10	500	0.011±0.005	0.000±0.004	0.056±0.010	0.027±0.009
	800	0.011±0.004	0.000±0.003	0.044±0.011	0.014±0.010
	1000	0.000±0.000	-0.011±0.001	0.033±0.008	0.000±0.007
	1400	0.022±0.004	0.011±0.003	0.033±0.004	0.000±0.003
ck		0.011±0.001	-	0.033±0.001	-

### 2.3 毒力回归方程及相关测定结果

将表 1 的实验数据通过软件处理, 得到茶皂素等药剂及其混剂的毒力回归方程、相关系数、 $LC_{50}$  及共毒系数见表 2。由表 2 可以看出, 不同药剂处理白蚁 12 h 的结果中, 联苯菊酯和茶皂素在 9: 1、

7: 3、6: 4、4: 6 和 3: 7 的比例下混配的共毒系数分别为 210.88、205.31、290.71、257.90 和 211.48, 均表现出明显的增效作用, 而当联苯菊酯和茶皂素的比例为 5:5 时, 共毒系数达到最大值, 为 328.26。

表 2 两组药剂混剂对白蚁毒力测定结果

Table 2 The toxicity determination of joint action of tea saponin(TS) and bifenthrin against termites

处理	毒力回归方程	相关系数	药后 12 h/mg·L <sup>-1</sup>	共毒系数
联苯菊酯 Bifenthrin :	$y=1.326+11.424x$	0.986	7.038	--
茶皂素(TS)	$y=16.448+816.897x$	0.961	424.897	--
9: 1	$y=1.205+4.265x$	0.939	3.3375	210.88
7: 3	$y=0.943+4.897x$	0.991	3.428	205.31
6: 4	$y=0.748+3.346x$	0.709	2.421	290.71
5: 5	$y=0.603+3.082x$	0.984	2.144	328.26
4: 6	$y=0.248+4.962x$	0.864	2.729	257.90
3: 7	$y=1.145+4.366x$	0.982	3.328	211.48

### 3 讨论

试验结果表明, 茶皂素单独作为农药防治白蚁药效比较低, 需要很大的剂量才能达到一定的防治效果。而茶皂素加入联苯菊酯中对白蚁的毒力测定结果显示茶皂素对联苯菊酯有明显的增效作用, 不同的混合比例都可起到增效作用。这在很大程度上可降低联苯菊酯的使用量, 从而减少对环境的残留和污染。茶皂素能起到增效作用是因为茶皂素是一种性能良好的天然非离子表面活性剂<sup>[15]</sup>, 加入茶皂素后能显著改善联苯菊酯水溶液的表面张力, 降低其在白蚁体表的接触角, 从而增加了白蚁的受药量, 减少了药剂的损失, 提高了药效。

在一些化学农药中适量添加茶皂素可以明显提高化学农药对白蚁的毒力作用。本实验中, 茶皂素和联苯菊酯混剂(5: 5)增效作用最明显, 可达 3.29 倍。这样, 为达到同样的防治效果, 在使用中可降低联苯菊酯原药有效成分用量 69.5%, 这对减少农药的用量具有十分重要的理论指导意义。混剂配方的筛选中, 室内毒力测定是其中不可缺少的一个环节, 但在实际应用中仍然会有一些因素影响混剂的效果, 研究结果所得出的混配合理配方仅仅是以散白蚁工蚁为试虫得出, 而此配方对其他种类的白蚁的增效作用仍需进一步研究。

### 参考文献:

[1] Basu N, & Rastogi R. Triterpenoid saponins and saponins[J]. *Phytochemistry*, 1967(6): 1249-1270.  
 [2] Kawaguchi M, Kato T, Kamada S, et al. Three-month oral repeated administration toxicity study of seed saponins of *Thea sinensis* L.(*Ryokucha saponin*) in rats[J]. *Food and*

*Chemical Toxicology*, 1994, 32(5): 431-442.

- [3] Lu Y, Umeda T, Yagi A, et al. Triterpenoid saponins from the roots of tea plant (*Camellia sinensis* var. *assamica*) [J]. *Phytochemistry*, 2000, 53(8): 941-946.  
 [4] Sagesaka Y, Uemura T, Suzuki Y, et al. Antimicrobial and anti-inflammatory actions of tea-leaf saponin[J]. *Yakugaku Zasshi*, 1996, 116(3): 238-243.  
 [5] Yamauchi Y, Keiko A, Minoru T. Development of a simple preparation method for tea-seed saponins and investigation on their antiyeast activity[J]. *JARQ*, 2001, 35(3): 185-188.  
 [6] 邓天福, 莫建初. 常规白蚁预防药物对黄胸散白蚁的毒杀效果[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2010, 21(4): 321-323.  
 [7] 邓望喜. 城市昆虫学[M]. 北京: 农业出版社, 1990.  
 [8] 郝卫宁, 曾勇, 胡美英, 等. 茶皂素在农药领域的应用研究进展[J]. *农药*, 2010(2): 90-93.  
 [9] 侯如燕, 宛晓春, 文汉. 茶皂素的化学结构及生物活性研究进展(综述) [J]. *安徽农业大学学报*, 2005, 32(3): 369-372.  
 [10] 胡婕伦, 聂少平, 龚毅, 等. 响应曲面法优化茶皂素提取工艺的研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(18): 106-109.  
 [11] 李小鹰, 王以燕. 我国白蚁防治及药剂应用的现状和发展[J]. *中华卫生杀虫药械*, 2003 9(1): 47-51.  
 [12] 李运涛, 贾斌. 茶皂素的提取工艺及其在洗涤剂中的应用[J]. *茶叶科学*, 2006, 26(3): 199-203.  
 [13] 石镐守山, 上田阳. 茶皂素的提取工艺及性质研究[J]. *日本药学杂志*, 1952, 72(11): 1525-1525.  
 [14] 孙立峰, 吴慧明, 朱国念. 毒死蜱和联苯菊酯在白蚁防治初始土壤化学屏障中的分布[J]. *浙江农业科学*, 2009(1): 176-180.  
 [15] 邹文娟. 三种不同剂型联苯菊酯对栖北散白蚁 (*Reticulitermes speratus* Kollbe) 和台湾乳白蚁 (*Coptotermes formosanus* Shiraki) 的药效研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.