

# 密褐褶孔菌 *Gloeophyllum trabeum* 对几种 杀虫剂跟踪反应及对水坝白蚁诱杀效果的影响

李少南<sup>1\*</sup> 虞云龙<sup>1</sup> 张大羽<sup>1</sup> 樊德方<sup>1</sup> 赫 键<sup>2</sup> 袁根荣<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310029)

(<sup>2</sup> 浙江省水利厅, 杭州 310009)

(<sup>3</sup> 浙江省龙游县周公畈水库管理处, 龙游 324404)

**摘 要** 测定了毒死蜱、氰戊菊酯、阿维菌素和氟虫腈等4种杀虫剂与不同饵料混合后对家白蚁 *Coptotermes formosanus* 和黄肢散白蚁 *Reticulitermes flaviceps* 的口服毒性。在此基础上比较了各种饵料及由它们配成的毒饵对黄肢散白蚁的引诱力。结果表明,白蚁对甘蔗粉的喜好程度远超过对淀粉和松木粉。而受密褐褶孔菌 *Gloeophyllum trabeum* 侵染的甘蔗粉对白蚁的引诱力又远超过未受侵染的甘蔗粉。4种杀虫剂中除氰戊菊酯外,另3种与受侵染甘蔗粉制成的毒饵均能够在不损失杀白蚁活性的同时保留其对白蚁的引诱力。其中毒死蜱毒饵在为期30 d的水坝白蚁诱杀防治中取得最高(66.7%)的防治效果。

**关键词** 密褐褶孔菌; 白蚁; 杀虫剂; 毒饵

60年代以来,人们陆续发现白蚁对多种天然和人工合成产物呈跟踪反应,这些物质被称为“跟踪信息素”。它们按来源大致可分为三类:即人工合成化合物、白蚁自身合成的激素类物质以及从白蚁取食场所的腐木中提取的化学物质。密褐褶孔菌 *Gloeophyllum trabeum* (Pers. ex Fr.) 是一种能导致木材腐败的担子菌。Esenther 等<sup>[1]</sup>最早发现从该菌侵染的腐木中提取的物质对黄肢散白蚁 *Reticulitermes flaviceps* 显示跟踪活性。后来的研究陆续表明,密褐褶孔菌提取物对散白蚁、家白蚁、黑翅土白蚁等均显示跟踪活性<sup>[2]</sup>。80年代以来,密褐褶孔菌在白蚁毒饵配制和诱杀防治中得到应用<sup>[3~5]</sup>。

白蚁以高纤维材料为食,对林木、房屋建筑、水库堤坝等具有很大危害。白蚁在水库堤坝内筑巢而导致漏水甚至溃堤,其后果是灾难性的。防治水库白蚁的方法有多种,其中诱杀法最易为人们所接受。但目前用于配制毒饵的有机氯杀虫剂由于残效期长和潜在致癌性,已在世界各国遭到禁用,急需寻找替代药剂。本项研究的目的是弄清不同化学药剂与毒饵中其它组份,特别是与跟踪活性物质的相互关系,明确最佳药剂及其田间使用浓度,为研制具有理想诱杀效果的毒饵奠定基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

40% 毒死蜱(chlorpyrifos)乳油(浙江新安化工集团股份有限公司); 20% 氰戊菊酯(fenvalerate)乳油(南京第一农药厂产品); 95% 阿维菌素(abamectin)原粉(含B<sub>1a</sub> 91.8%); 5% 氟虫腈(fipronil)悬浮剂(法国罗纳·普朗克公司产品)。

□\* 通讯联系人

浙江省水利厅重点科研项目



配制毒饵所用的淀粉为制药用的工业淀粉,使用时加工成片剂;松木粉和甘蔗粉分别由木材厂和糖厂废料加工而成。

密褐褶孔菌 *Gloeophyllum trabeum* (Pers ex Fr.) 菌种由中国林科院木材所提供,使用前经马铃薯培养基培养复壮。将含水量达到 65% 的甘蔗粉放入 200 mL 锥形瓶内,经高压灭菌后接入菌种,在 28℃ 下培养,直至甘蔗粉上长满白色的菌丝为止。将培养物取出,烘干备用。

### 1.2 毒性试验

以家白蚁 *Coptotermes formosanus* 和黄肢散白蚁 *Reticulitermes flaviceps* 为试虫,在直径为 10 cm 的培养皿中测试。每个培养皿中接 30 头白蚁,培养皿底部垫有干净细砂,加水湿润。将药剂与饵料混合,制成不同浓度的毒饵,供白蚁取食。每个浓度设 3 次重复,对照加不含药剂的饵料。每隔 24 h 观察一次,记录死亡率。连续观察 6~7 d。

### 1.3 趋性实验

以黄肢散白蚁为试虫,在自制检测器(图 1)中进行测试。检测器为一高 6 cm 的圆形塑料盒(A),有内、外两圈。内圈(A<sub>1</sub>)直径 10 cm,外圈(A<sub>2</sub>)直径 25 cm。内圈壁上的垂直方向插有两根内径 0.5 cm、向相反方向延伸并穿出外壁的玻璃管(B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>)。两只玻璃管外端口通过两段约 10 cm 长的乳胶管(C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>)分别与两只 500 mL 吸滤瓶(D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>)的侧臂相连。测试开始时,将 10 只白蚁放入内圈,将饵料或毒饵投入吸滤瓶,盖上检测器的盖子(E)。整个装置置于 27℃ 避光恒温培养箱内,24 d 后记录掉入吸滤瓶中的白蚁。然后更换 10 只白蚁,做第二次观察。连续测试 10 次。测试项目如下:

- (1) 淀粉、松木粉和甘蔗粉之间的相互比较(测试各种饵料的适口性)
- (2) 发酵甘蔗粉与普通甘蔗粉的比较(测试菌的效力)
- (3) 发酵甘蔗粉+ 药剂与发酵甘蔗粉的比较(测试药剂对趋性的影响)
- (4) 发酵甘蔗粉+ 药剂与普通甘蔗粉的比较(目的同上)

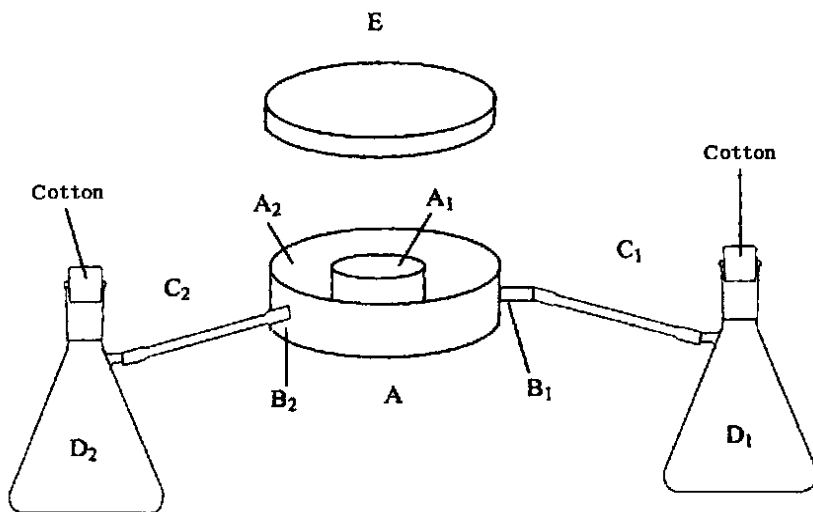


Fig. 1 Diagram of trail-following detector of termite

### 1.4 发酵毒饵对水坝白蚁的田间控制效果

试验在浙江省龙游县周公畈水库进行。经勘察, 该水库大坝两端白蚁活动比较频繁, 以其中的一端作为施药区, 另一端为对照区, 两区域长各为 30m。施药区使用毒死蜱与发酵甘蔗粉配制浓度为 5 000 mg/kg 的毒饵, 选择晴朗天气, 将装满毒饵的药盒放于草堆底部, 两药盒之间相距 3m, 共设 40 个观察点。对照区内同样设 40 个观察点, 但不放药。每 7 d 进行一次田间检查, 记录药盒内及周围有无白蚁活动。若毒饵被吃尽或受潮霉变时需及时更换药盒。当天气渐冷, 白蚁转入地下时停止试验。

## 2 结果与分析

### 2.1 毒性

毒死蜱和氰戊菊酯与 3 种基质混合后对家白蚁的毒性分别见表 1 和表 2。从表中可以看出, 在同样的药剂浓度下, 以淀粉作基质的毒饵毒性远远高出松木粉和甘蔗粉的。这可能是由于淀粉颗粒较细, 易于在白蚁身体上附着, 从而发挥触杀作用的缘故。值得注意的是, 氰戊菊酯对白蚁的毒性并非随药剂浓度增加而增加, 高浓度下白蚁的死亡率反而降低, 其原因可能是氰戊菊酯对白蚁有忌避作用, 使白蚁在高浓度下减少取食, 从而避免了死亡, 可见氰戊菊酯不宜配制毒饵。

Table 1 Mortality (%) of *Coptotermes formosanus* caused by 3 kinds of chlorpyrifos baits

Time	Concentration of chlorpyrifos/mg · kg <sup>-1</sup>									
	Pinewood meal				Sugarcane meal				Starch	
	CK	500	1000	5000	CK	500	1000	5000	CK	500
1 <sup>st</sup> day	0.00	0.00	2.22	63.3	0.00	1.67	2.22	37.8	0.00	42.2
4 <sup>th</sup> day	0.00	3.33	4.44	97.8	0.00	3.33	4.44	92.2	0.00	100
7 <sup>th</sup> day	0.00	6.67	12.2	100	0.00	6.67	6.67	100	0.00	100

Table 2 Mortality (%) of *Coptotermes formosanus* caused by 3 kinds of fenvalerate baits

Time	Concentration of fenvalerate/mg · kg <sup>-1</sup>																			
	Pinewood meal						Sugarcane meal						Starch							
	CK	10	50	500	1000	5000	CK	10	50	100	500	1000	5000	CK	1	10	50	100	500	1000
1 <sup>st</sup> day	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	10	5	0
4 <sup>th</sup> day	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	10	10	0
7 <sup>th</sup> day							0	0	0	0	0	15	0	0	0	5	10	10	0	

氟虫腈和阿维菌素对黄肢散白蚁的毒性见表 3、表 4。从表中数据计算出两种农药 140 h (6 d) 的 LC<sub>50</sub> 分别为 1.64 和 1.39 mg/kg, 两者相差不大。

### 2.2 趋性

针对散白蚁的各项测试结果见表 5。由于测试装置中的白蚁和待测物不发生直接接触, 因

此测定的纯粹是嗅觉反应。

测试 1 和测试 2 的结果显示,甘蔗粉对白蚁的吸引力明显高于淀粉和松木粉。因此,虽然用淀粉配制的毒饵毒杀效果较好但白蚁可能并不喜爱,这一点应引起药剂生产者注意。

Table 3 Mortality (%) of *Reticulitermes flaviceps* caused by fipronil dispersed with decayed sugarcane

Time	Concentration/mg · kg <sup>-1</sup>					
	CK	0.625	1.25	2.50	5.00	10.0
1 <sup>st</sup> day	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 <sup>th</sup> day	0	3.33	3.33	36.7	60.0	90.0
7 <sup>th</sup> day	0	6.67	46.7	96.7	96.7	100

Table 4 Mortality (%) of *Reticulitermes flaviceps* caused by abamectin dispersed with decayed sugarcane

Time	Concentration/mg · kg <sup>-1</sup>						
	CK	0.625	1.25	2.50	5.00	10.0	20.0
1 <sup>st</sup> day	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 <sup>th</sup> day	0	26.7	33.3	50.0	46.7	56.7	100
6 <sup>th</sup> day	0	36.7	50.0	66.7	80.0	83.3	100

Table 5 Trace-following responses of *Reticulitermes flaviceps* to different toxic baits and their diluent

No.	Starch	Pinewood meal	Sugarcane meal	Decayed sugarcane meal	chlorpyrifos + decayed sugarcane meal <sup>2)</sup>	fenvalerate + decayed sugarcane meal <sup>3)</sup>	fipronil+ decayed sugarcane meal <sup>4)</sup>	abamectin+ decayed sugarcane meal <sup>5)</sup>
test 1	4.0 ± 5.2 a		96 ± 5.2 b					
test 2		7.0 ± 6.7 a	93 ± 6.7 b					
test 3			2.0 ± 4.2 a	98 ± 4.2 b				
test 4				42 ± 4.5 a	58 ± 4.5 b			
test 5				84 ± 5.5 b		16 ± 5.5 a		
test 6				45 ± 9.7 a			55 ± 9.7 b	
test 7				53 ± 11 a				47 ± 11 a
test 8			4.0 ± 7.0 a				96 ± 7.0 b	
test 9			14 ± 7.0 a					86 ± 7.0 b

Note: <sup>1)</sup> Each test has 10 replications. The values are expressed as Mean ± SD of the percentage of visiting. The values marked by the same letter are the same statistically (Student's *t* test, *P* = 0.05).

<sup>2)</sup> 5.000 mg/kg <sup>3)</sup> 2.000 mg/kg <sup>4)</sup> 10 mg/kg <sup>5)</sup> 40 mg/kg

测试 3 的结果表明, 经密褐褶孔菌繁殖侵染后的甘蔗粉对白蚁的吸引力明显高于普通甘蔗粉。说明密褐褶孔菌或其分泌物中的确含有吸引白蚁的物质, 且该物质具有挥发性, 白蚁可以通过嗅觉感知。O hm ura 等<sup>[6]</sup>的研究证明, 该引诱物与一种广泛存在于鼻白蚁中的跟踪外激素(Z, Z, E)-3, 6, 8-十二碳三烯-1-醇是同一类物质。

测试 4 表明发酵甘蔗粉与毒死蜱混合制成毒饵后对白蚁的引诱力非但没有降低, 反而有所提高; 测试 5 表明发酵甘蔗粉与氰戊菊酯混合后对白蚁的引诱力显著下降。这与表 2 的毒性测定结果相吻合。

可以肯定, 阿维菌素和氟虫腈与发酵甘蔗粉配成的毒饵对白蚁的吸引力均超过了普通甘蔗粉(测试 8、9)。与不含药剂的发酵甘蔗粉相比, 吸引力也没有明显下降, 对于氟虫腈来说, 甚至强于不含药剂的发酵甘蔗粉(测试 6、7)。这后一点与毒死蜱毒饵有相似之处, 但原因有待进一步研究。造成白蚁对阿维菌素毒饵的趋性不如氟虫腈毒饵的原因可能有两个: 一是阿维菌素本身有微弱的忌避作用; 二是阿维菌素使用浓度过高, 以LC<sub>50</sub>为衡量标准, 毒饵中阿维菌素的使用浓度是LC<sub>50</sub>的 28.8 倍, 而氟虫腈的使用浓度是LC<sub>50</sub>的 6.1 倍。由于浓度过高而导致毒饵吸引力下降的例子在其它药剂中也有报道<sup>[7]</sup>。

总之, 毒性和趋性实验表明, 除氰戊菊酯外, 另外 3 种农药与发酵甘蔗粉制成的毒饵均能够在不损失杀白蚁活性的同时保留其对白蚁的吸引力。

### 2.3 发酵毒饵对水坝白蚁的控制效果

水坝上白蚁的优势种群为黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus*。毒饵对水坝白蚁的控制效果见表 6, 从中可以看出, 10 月 24 日施药区和对照区白蚁发生率相同, 从 10 月 30 日、11 月 6 日、11 月 13 日至 11 月 20 日, 施药区白蚁发生率比对照区分别下降 11%、50%、67% 和 60%。可见水坝表面放置毒饵对白蚁的控制效果较明显。由于 11 月 20 日以后天气转冷, 地表白蚁活动稀少, 故停止了观察。

Table 6 Frequency of appearance of termite on dam in Longyou in the fall 1999

Month/Date	10/3	10/9	10/17	10/24	10/30	11/6	11/13	11/20
Dosed plot	5	12	11	16	16	9	6	6
Undosed plot	13	15	16	16	18	18	18	15

Note: Data represents the frequency of appearance of 40 sites

致谢: 浙江大学植保系 95 级章金铭、96 级郜翔同学参加部分室内工作, 龙游县周公畈水库方志宏先生参与田间调查, 谨此一并致谢!

### 参 考 文 献

1 Esenther G R. , Allen T. C. , Casida J. E. et al. Science, 1961, 134: 50  
 2 杜桐源, 罗钧泽, 汤敏玲等. 昆虫学报, 1982, 25(2): 172~ 177

- 3 罗钧泽, 何复梅, 吕筠等 昆虫天敌, 1988, 10(4): 214~ 221
- 4 Robinson W. H. . In: Jones S. C. , Wildey K. B. ed. . Proceeding of the 1st International Conference on Insect Pests in the Urban Environment, 1993: 199~ 206
- 5 Rust M. K. , Haagsma K. , Nyugen J. . *Sociobiology*, 1996, 28(3): 275~ 286
- 6 Ohmura W. , Tokoro M. , Tsunoda K. *et al.* . Sonderdruck aus: Material und Organism s, 29 Bd 1995 Heft 2: 133~ 146
- 7 罗钧泽, 何复梅, 吕筠等 昆虫天敌, 1988, 10(4): 205~ 213

## **Effect of Brown-rot Fungi, *Gloeophyllum trabeum*, on Trail-following Responses to Several Insecticides and on Field Efficacy for Dam Termite Control**

Li Shaonan<sup>1\*</sup> Yu Yunlong<sup>1</sup> Zhang Dayu<sup>1</sup> Fan Defang<sup>1</sup> He Jian<sup>2</sup> Yuan Genrong<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang Province, Hangzhou 310009)

(<sup>2</sup>Bureau of Water Conservancy of Zhejiang Province, Hangzhou 310009)

(<sup>3</sup>Reservoir Management Department of Longyou County, Longyou 324404, Zhejiang Province)

**Abstract** Oral toxicity of 4 insecticides, chlorpyrifos, fenvalerate, abamectin and fipronil to two termites, *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flaviceps*, was tested using different baits material. Trail-following activity of the toxic baits to *R. flaviceps* was evaluated. The oral test showed that sugarcane was more attractive bait than that of starch and pinewood. Sugarcane bait decayed by *Gloeophyllum trabeum* was more attractive than the fresh one. Three of the 4 insecticides tested (except fenvalerate) maintained their attraction to the termites without losing the toxicity. A 30-day field-tests with chlorpyrifos bait gave a 66.7% rate of a termite population control on a dam.

**Key words** *Gloeophyllum trabeum*; Termites; Insecticides; Toxic bait