

# 友恩蚜小蜂生物学特性研究\*

陈瑞屏<sup>1</sup> 林绪平<sup>2</sup> 许少嫦<sup>2</sup> 林明生<sup>1</sup> 陈沐荣<sup>2</sup>  
邱维国<sup>3</sup> 陈静<sup>4</sup> 徐家雄<sup>1</sup> 赵丹阳<sup>1</sup>

(1. 广东省林业科学研究院 广州 510520; 2. 广东省森林病虫害防治与检疫总站;  
3. 信宜市林业局森林病虫害防治与检疫站; 4. 罗定市林业局森林病虫害防治与检疫站)

**摘要** 文章对松突圆蚧 (*Hemiberlesia pitysophila* Takagi) 天敌友恩蚜小蜂 (*Encarsia amicula* Viggiani et Ren) 的生物学特性进行了观察。试验表明,短时间的低温(5℃)对小蜂的活动影响不大,小蜂能恢复正常活动,时间越长,影响越大。低温持续 24 h,小蜂就会死亡。该小蜂一天中在上午 11:00~下午 13:00 及下午 15:00~17:00 有两个出蜂高峰。松突圆蚧蚧壳大小与虫体大小的关系并不紧密,有的蚧虫蚧壳大,虫体并不大。蚧壳大小与友恩蚜小蜂羽化孔大小也没有相关性。观察还发现,友恩蚜小蜂可在自己、同种或异种小蜂产过卵的松突圆蚧上产卵,嗜好孕卵期的雌蚧上产卵。小蜂不寄生雄蚧,寄生范围是二龄以上雌蚧。友恩蚜小蜂的产卵量随体长增长而增加,变化曲线呈生长曲线型。在喂食蜂蜜的条件下,羽化第一天产卵占整个产卵量的 68%,平均产卵率为 65.79%。友恩蚜小蜂自然性比约为 40:1,未经交配的友恩蚜小蜂可以繁殖,其子代均为雌性。小蜂在下午 4:50 左右寄生活动最为频繁。

**关键词** 友恩蚜小蜂 生物学特性 松突圆蚧

**中图分类号:** S763.43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-4427(2009)02-0016-07

## Studies on Biological Characteristics of *Encarsia amicula* Viggiani et Ren

Chen Ruiping<sup>1</sup> Lin Xuping<sup>2</sup> Xu Shaochang<sup>2</sup> Lin Mingsheng<sup>1</sup> Chen Murong<sup>2</sup>  
Qiu Weiguo<sup>3</sup> Chen Jing<sup>4</sup> Xu Jiexiong<sup>1</sup> Zhao Danyang<sup>1</sup>

(1. Guangdong Forest Research Institute, Guangzhou, 510520; 2. Forest Pest Management and Quarantine Station of Guangdong Province; 3. Forest Pest Management and Quarantine Station of Xinyi City;  
4. Forest Pest Management and Quarantine Station of Luoding City)

**Abstract** Biological characteristics of *Encarsia amicula* Viggiani et Ren which as natural enemy of *Hemiberlesia pitysophila* Takagi was observed. The test showed that short-term low temperature (5℃) had little effect on activities of the wasp, whereas the low temperature lasted 24 h, the wasp would dead. *E. amicula* has two fastigiums of emergence in one day: 11:00 am to 13:00 pm and 15:00 pm to 17:00 pm. The testa size of *H. pitysophila* had little relation not only with the body but also with the hole of the eclosion of the wasp. *E. amicula* could lay eggs on *H. pitysophila* which was laid eggs by himself, homogeneity and heterogeneity wasps, and they preferred to laying eggs in the female scale that had been pregnant. *E. amicula* mainly parasitized female scale that were above 2 stages and didn't parasitize male scale. The fecundity of the wasps were positively correlated with the size of body, and the changed curve was growth curve. Under the condition of feeding honey, the fecundity in the first day of eclosion occupies 68% of the total fecundity of one female adult, the average oviposition rate was 65.79%. The ratio of natural sex of *E. amicula* was about 40:1. The wasps without mating could also produce offspring, and the filial generation was all female. The activities of parasitization of *E. amicula* most occurred at about 16:50.

\* 基金/项目:广东省自然科学基金项目(7005504)“友恩蚜小蜂(*Encarsia amicula*)生物学特性研究”,广东省林业局项目(2006-22)“应用友恩蚜小蜂和黄蚜小蜂防治松突圆蚧技术研究”。

**Key words** *Encarsia amicula* Viggiani et Ren, biological characteristic, *Hemiberlesia pitysophila* Takagi

松突圆蚧(*Hemiberlesia pitysophila* Takagi)侵入广东已有二十多年<sup>[1]</sup>,到目前为止,全省18个市级行政区74个县级行政区有松突圆蚧分布,有虫的松林面积达113多万公顷。受害松林材积生长量下降,甚至连片枯死,给广东的经济和生态环境造成巨大损失。由于松突圆蚧躲藏在松针托叶中为害,应用农药防治很难奏效。实践证明,生物防治是控制松突圆蚧严重危害的唯一有效途径。在松突圆蚧疫区,经过二十几年的自然选择,出现了少数本地盾蚧寄生蜂逐步适应松突圆蚧而成为它的主要寄生蜂,其中96.85%为友恩蚜小蜂(*Encarsia amicula*),局部地区的寄生率达到33.3%,对松突圆蚧的严重危害起到了很好的控制作用。为此,广东省有关部门专门制定了地方标准<sup>[2]</sup>指导防治。笔者自2004年以来从事应用友恩蚜小蜂等本地寄生蜂防治松突圆蚧,防治面积超过12.7万公顷,取得了良好的防治效果。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于广东省惠东县大岭镇文布的本土蜂种源地。东经114°65',北纬22°99',海拔约为200 m。林地面积20 hm<sup>2</sup>,树木为13年生马尾松纯林,林下植被较为单一,主要为芒萁(*Dicranopteris dichotoma*),还有少量梅叶冬青(*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、黑面神(*Brevnia fruticosa*)和白茅(*Imperata cylindrica*)。

### 1.2 试验材料

在惠东县大岭镇文布及信宜尚文水库尾,采集13年生带松突圆蚧的马尾松枝条,每把松枝约1.5 kg,于实验室内收蜂,得到供实验所用的友恩蚜小蜂。

### 1.3 试验方法

1.3.1 不同温度对友恩蚜小蜂活动的影响 新收到的小蜂用蜂蜜喂养,试验设置5℃、10℃、15℃和20℃四个温度及一个对照,处理组置冷藏箱内,对照组置室温下进行试验。每处理组设置3个重复,每个重复用2头小蜂。各样本处理5 min,筛选出对小蜂影响较大的温度再进行耐受时间试验。耐受时间设置1,2,4,12,16,24 h共六个时间梯度,观察不同温度对小蜂活动的影响。

1.3.2 羽化时间观察 从尚文水库尾采集松枝,用收蜂笼收蜂,观察小蜂一天中各个时间段羽化出蜂的数量,并做好记录。

1.3.3 小蜂羽化孔和蚧壳大小测量 收集友恩蚜小蜂羽化后留下的寄主50头,用测微尺测量寄生蜂羽化孔和相应的蚧虫寄主蚧壳大小。

1.3.4 雌蜂对松突圆蚧寄生行为观察 选取仅有试验虫态的松枝,放入小指管中,逐头引入雌蜂,观察雌蜂在二次遭遇到蚧虫后的行为反应,雌蜂对某一蚧虫进行产卵刺探后,即取出该蚧虫,并解剖检查寄生情况。

1.3.5 友恩蚜小蜂对寄主的选择性观察 选取仅有雌成蚧的松枝,放入小指管中。蜂蚧比分1:20,1:10,1:5进行试验,接蜂1 d后取出小蜂。并对所有的雌蚧进行解剖,观察每头雌蜂的发育期和寄生情况。

根据虫体颜色及卵巢发育和产卵情况,将雌蚧分6个时期,即卵巢未发育期、卵巢发育期、孕卵期、产卵初期、产卵盛期、产卵后期,观察友恩蚜小蜂最嗜好产卵的雌蚧发育期。

1.3.6 雌蜂大小与怀卵量 试验分成三个重复组,每组从71头新出蜂中选取大小相同的8头蜂进行解剖,对其已成形卵粒进行统计,未成形卵粒未计在内。

1.3.7 友恩蚜小蜂林间自然性比 于不同季节,在林间随机采集一定数量的松枝,带回室内收蜂,统计友恩蚜小蜂在林间的自然性比。

1.3.8 孤雌生殖 用人工盆栽的小松树接虫培养一段时间后再接蜂,接蜂培养15 d后,连盆带苗置于收蜂箱内收蜂。接蜂用的蜂种是前两天收到用蜂蜜喂养的小蜂。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对友恩蚜小蜂活动的影响

2.1.1 不同温度对友恩蚜小蜂活动的影响 四个温度及一个对照各样本处理前都能正常活动,处理后活动和存活时间出现较大差异。其中用5℃处理的,取出时小蜂静止不动,只有足和触角微微晃动,约2 min后足和触角相互摩擦并用足不停摩擦身体,4~5 min后先慢慢移动身体,行动力很弱,慢慢恢复正常活动,平均存活仅为3.5 d。用10℃处理的,取出后即观察到不停摩擦触角和身体,2 min左右开始先缓慢爬动后恢复正常活动,存活时间达到14 d。用15℃处理的,取出时小蜂已在缓慢爬动,同时有摩擦触角和足的现象。0.5 min左右就可以正常行动,存活时间为15 d。用20℃处理的,取出时一只在快速爬动,另一只不停的用足摩擦身体和翅即开始正常活动,存活时间为10 d。在室温下喂养的对照,存活时间达到16 d。方差分析表明,用低温5℃处理的存活时间与其他处理及对照差异显著,10℃、15℃、20℃之间及其与对照无显著差异(见表1)。

表1 温度对友恩蚜小蜂影响方差分析

温度(℃)	T值	差异
5	5.544	***
10	0.655	不显著
15	0.277	不显著
20	2.582	不显著
对照	标准	

注:\*\*\*表示差异在0.01水平上差异显著。

以上试验说明,短时间的低温(5℃)对小蜂的活动影响不大,能恢复正常活动,但对小蜂的寿命有一定影响,其平均存活时间只有3.5 d,远远低于其它温度。温度在10℃以上,小蜂不但能很快恢复正常活动,而且对其寿命也没有显著影响。

2.1.2 低温耐受时间 处理前小蜂都能正常活动,5℃下处理1 h,取出时静止不动,3 min后开始缓慢爬动,触角敲击打探,身体晃动,不平衡,6~7 min后即恢复正常行动,存活时间为7 d。5℃下处理2 h,取出时静止不动,4 min后足和触角相互摩擦,6 min后开始缓慢爬动,10 min后恢复正常行动,存活时间为10 d。5℃下处理4 h,取出15 min后可以缓慢爬动,有摔倒现象然后又静止不动,25 min后展翅和快速爬动,1.5 h后观察到取食,存活时间7.5 d。5℃下处理12 h,取出30 min左右恢复知觉,1 h后开始缓慢爬动,但是行动不灵活不停摩擦,2 h后能正常活动,存活时间3 d。5℃下处理16 h,30 min后开始缓慢爬行,但是爬行很短距离后就停止,受到明显的低温冻害,活动能力一直很弱,存活时间2 d。5℃下处理24 h,小蜂全部死亡。

以上试验说明,在5℃的低温下处理1~2 h,对小蜂虽然有一定影响,但仍然可恢复正常活动。低温下处理4 h,对小蜂的活动能力影响较大,取出后需要较长时间才能恢复正常活动,但其存活时间与处理1~2 h没有显著差异。低温下处理12 h,对小蜂的活动能力影响较大,恢复正常活动所需的时间较长(2 h),而且平均存活寿命显著缩短(3 d)。低温下处理24 h,取出时小蜂已全部死亡。由此可见,友恩蚜小蜂应对低温的能力较差,温度是该小蜂分布范围主要限制因素之一。

### 2.2 羽化时间

友恩蚜小蜂一天中有两个出蜂高峰(见图1),一个在上午11:00~下午13:00,是出蜂主高峰,占全天出蜂量的34.47%;另一个次高峰在下午15:00~17:00,占全天出蜂量的28.41%。两个高峰占到全天出蜂量的62.88%。由图1还可看到,友恩蚜小蜂主要在

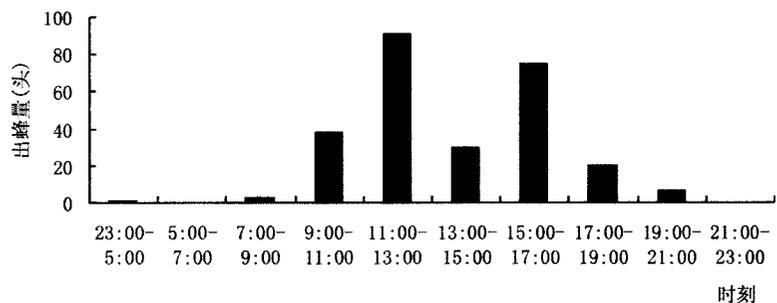


图1 友恩蚜小蜂在各时间段出蜂分布

上午 9:00 ~ 下午 19:00 出蜂, 占全天出蜂量的 96.21%。其原因主要是这个时间段温度相对较高, 光照较强, 有利于小蜂的活动。

对各时段的出蜂量作方差分析, 结果见表 2。以一天中 11:00 ~ 13:00 的出蜂为标准, 除了与 15:00 ~ 17:00 的出蜂无显著差异外, 与 9:00 ~ 11:00 有显著差异, 与其他时段均有极显著差异。由此可知, 友恩蚜小蜂一天中的出蜂时间主要集中在上午 11:00 ~ 下午 13:00 及下午 15:00 ~ 17:00。

表 2 友恩蚜小蜂各时段出蜂差异

因子	23~5时	5~7时	7~9时	9~11时	11~13时	13~15时	15~17时	17~19时	19~21时	21~23时
T 值	4.825	4.894	4.565	2.709	标准	3.717	0.5714	3.76	4.676	4.894
差异	***	***	***	**	—	***	不显著	***	***	***

注: \*\*\*表示差异在 0.01 水平上显著, \*\*表示差异在 0.05 水平上显著。

### 2.3 友恩蚜小蜂羽化孔和蚧壳大小关系

2.3.1 松突圆蚧蚧壳大小与虫体大小 松突圆蚧蚧壳大小与虫体大小的观测结果见表 3。从观测数据可以看出, 蚧虫蚧壳大, 虫体并不大, 蚧壳大小与虫体大小不成比例(相关系数  $\alpha = 0.17$ ), 但蚧壳普遍大虫体 2 倍以上, 最大的达到 7.2 倍, 最小的也达到 1.95 倍。

表 3 松突圆蚧蚧壳大小与虫体大小

编号	蚧壳			虫体		
	L(mm)	W(mm)	S(mm <sup>2</sup> )	L(mm)	W(mm)	S(mm <sup>2</sup> )
1	0.90	0.70	1.98	0.45	0.30	0.42
2	0.75	0.65	1.54	0.50	0.50	0.79
3	0.85	0.70	1.87	0.40	0.40	0.50
4	0.70	0.50	1.11	0.40	0.30	0.38
5	0.90	0.50	1.41	0.40	0.30	0.38
6	0.90	0.60	1.70	0.40	0.30	0.38
7	1.00	0.55	1.73	0.25	0.30	0.24
8	0.75	0.55	0.95	0.30	0.40	0.38
9	0.80	0.70	1.76	0.45	0.50	0.71
10	0.80	0.65	1.63	0.35	0.40	0.44
平均	0.84	0.61	1.60	0.39	0.37	0.44

注: 表中 L 代表长轴, W 代表短轴, S 代表椭圆形面积。

表 4 松突圆蚧蚧壳大小与羽化孔大小

编号	蚧壳			羽化孔			占比例(%)
	L(mm)	W(mm)	S(mm <sup>2</sup> )	L(mm)	W(mm)	S(mm <sup>2</sup> )	
1	0.79	0.58	1.45	0.24	0.16	0.04	2.71
2	0.67	0.57	1.20	0.33	0.21	0.07	5.73
3	0.66	0.47	0.97	0.27	0.13	0.04	3.72
4	0.64	0.46	0.93	0.30	0.19	0.06	6.21
5	0.61	0.43	0.83	0.45	0.27	0.12	14.46
6	0.57	0.43	0.77	0.27	0.16	0.04	5.72
7	0.53	0.42	0.70	0.18	0.14	0.03	3.69
8	0.46	0.42	0.61	0.24	0.16	0.04	6.22
9	0.43	0.34	0.47	0.27	0.21	0.06	12.03
10	0.43	0.29	0.40	0.18	0.24	0.04	10.81

注: 表中 L 代表长轴, W 代表短轴, S 代表椭圆形面积。

2.3.2 羽化孔和蚧壳大小 羽化孔和蚧壳大小的测定结果见表4、图2。

可见蚧壳最大的为  $1.45 \text{ mm}^2$ ，羽化孔为  $0.04 \text{ mm}^2$ ；蚧壳最小的为  $0.40 \text{ mm}^2$ ，而羽化孔也为  $0.04 \text{ mm}^2$ 。羽化孔最大的为  $0.12 \text{ mm}^2$ ，其蚧壳却只有  $0.83 \text{ mm}^2$ 。可见虫体与蚧壳大小并不成正比，虫体大小与蚧壳大小没有相关性( $\alpha = 0.09$ )所致。

从图2中看到，观测的10个样本，蚧壳的大小范围为  $0.4 \sim 1.5 \text{ mm}^2$ ，变幅较大，但羽化孔直径除个别达到  $0.45 \text{ mm}$  以外，其余都保持在  $0.33 \text{ mm}$  以下，说明友恩蚜小蜂的体宽一般都在  $0.45 \text{ mm}$  以下，蚧壳大小与友恩蚜小蜂体宽无明显相关关系。

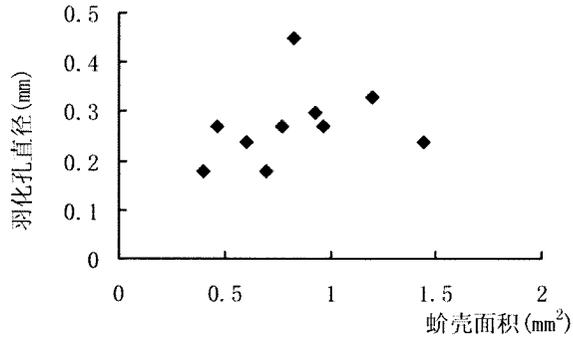


图2 蚧壳大小与友恩蚜小蜂羽化孔关系

## 2.4 雌蜂对松突圆蚧寄生行为

2.4.1 在寄主上的行为观察 观察结果表明：在强光下，友恩蚜小蜂雌蜂在松针上爬行搜索寄主时，两只触角前伸并不停地抖动。当遇到未产过卵的蚧虫时，两只触角立即弯曲成膝状，不停地敲打蚧壳，并在蚧壳上不停地爬来爬去。如果蚧虫合适，小蜂就转身在蚧虫靠近桔红色蚧点位置，选择一合适的地方，后足弯曲前足伸直，将产卵管插入反复试探，如果合适就产卵，不合适就拔出产卵器换位继续探测或继续寻找其它蚧虫。小蜂产卵平均耗时约  $2 \sim 3 \text{ min}$ 。友恩蚜小蜂在产卵时遇到其它小蜂会立即中止产卵，拔出产卵器离开。在探测蚧虫时遇到其它小蜂也会马上跳开且不会立即返回。

2.4.2 寄主选择 观察发现，友恩蚜小蜂并不忌避其它同种小蜂或异种小蜂产过卵的松突圆蚧，甚至自己刚产卵寄生过的蚧虫转回来还会继续产卵。观察还发现两头友恩蚜小蜂可以同时在大蚧虫上产卵和个别蚧虫上有两个羽化孔的现象。

2.4.3 寄生活动时间 友恩蚜小蜂在下午  $16:50$  左右寄生活动最为频繁。

2.4.4 对寄主各虫态寄生行为 友恩蚜小蜂雌蜂对松突圆蚧一龄若虫基本无反应，极少数的 ( $6.7\%$ ) 会用触角去敲打一下。遇到二龄若虫， $43.3\%$  的雌蜂无反应， $56.7\%$  的会用触角去敲打，其中有  $40\%$  的会用产卵管试探一下，看是否适合产卵， $10\%$  的小蜂会产卵。对大龄雄蚧若虫， $76.7\%$  的小蜂无反应，仅有  $6.7\%$  的小蜂会用产卵管试探，没有小蜂产卵 (见表5)。对于松突圆蚧雄成虫，小蜂遇到会跳开。

表5 友恩蚜小蜂对各虫态蚧虫的行为反应

单位:头

蚧虫虫态	观察蜂数	行为反应			
		无反应	触角敲打	产卵管刺探	产卵
一龄	30	28	2	0	0
二龄	30	13	17	12	3
雌成虫	30	5	25	22	18
雄蚧	30	23	7	2	0
雄成虫	30	30	0	0	0

2.4.5 对寄主各发育阶段的选择性 友恩蚜小蜂最嗜好孕卵期雌蚧，即处女蚧，此时的蚧虫尚未交配，营养丰富，最能满足小蜂的发育需要。其次是产卵初期的蚧虫，再次是卵巢发育期的蚧虫，往后依次是产卵盛期、卵巢未发育期和产卵后期的蚧虫。小蜂对产卵后期的蚧虫很少寄生甚至不选择 (见表6)。

从表6还可看到，每头蜂所占有的蚧虫越少，小蜂对孕卵期蚧虫的选择性越高，当每头蜂所拥有的蚧虫由20头减少为5头时，该虫期的寄生率由  $29.5\%$  增加到  $40.8\%$ 。

表6 友恩蚜小蜂对不同发育阶段蚜虫的选择性

组别	接入蜂 蚜比例	寄生检查	雌蚜发育阶段					合计	
			卵巢未发育期	卵巢发育期	孕卵期	产卵初期	产卵盛期		产卵后期
1	1: 20	检查虫数(头)	20	43	44	34	35	24	200
		寄生虫数(头)	1	3	13	5	3	1	26
		寄生率(%)	5	6.98	29.50	14.70	8.57	4.16	13
2	1: 10	检查虫数(头)	16	35	56	42	40	11	200
		寄生虫数(头)	1	7	20	11	6	0	45
		寄生率(%)	6.25	20	35.70	26.19	15	0	22.50
3	1: 5	检查虫数(头)	26	54	49	22	31	18	200
		寄生虫数(头)	2	17	20	8	8	1	56
		寄生率(%)	7.69	31.48	40.80	36.36	25.80	5.56	28

### 2.5 友恩蚜小蜂产卵观察

友恩蚜小蜂产卵均在2~3 d内完成,在喂食蜂蜜的条件下,羽化第一天产卵占整个产卵量的68%,第二天产卵占24%,第三天占8%。在喂清水条件下,羽化第一天产卵占整个产卵量的81.82%,第二天产卵占18.18%。喂食蜂蜜的小蜂存活时间稍长于喂清水的,孕卵量也普遍高于喂清水的。喂食蜂蜜的平均孕卵量为7.6粒,喂食清水的平均为4.6粒,为喂食蜂蜜的60.53%。喂食蜂蜜的平均产卵率为65.79%,喂食清水的平均为47.83%,平均产卵量提高127.27%,产卵率提高17.05%。由此可见,林间蜜源植物丰富的,可以较大地提高小蜂的孕卵量、产卵量和产卵率。因此,在林间种植蜜源植物对放蜂非常有利。

### 2.6 自然性比

友恩蚜小蜂在不同的月份自然性比是不同的,3月份时雌雄比最低,为112: 1,5月份最高,为25: 1。3~6月平均而言,自然性比约为40: 1(见表7)。

表7 2008年友恩蚜小蜂雌雄比调查

月份	雌	雄	雌: 雄
3	336	3	112: 1
4	598	11	54.36: 1
5	475	19	25: 1
6	593	17	34.88: 1
合计	2002	50	40.04: 1

### 2.7 孤雌生殖

观察发现,未经交配的友恩蚜小蜂可以繁殖,其子代均为雌性,最多的子代数量接近小蜂的平均孕卵量(见表8),说明友恩蚜小蜂的卵基本都孕育成为雌性小蜂。

表8 友恩蚜小蜂孤雌生殖观察

编号	接蜂时间	接蜂数量(头)	出蜂时间	子代性别	子代数量(头)
1	2008.12.10	10	2009.1.5	♀	2
2	2008.12.10	10	2009.1.6	♀	3
3	2008.12.10	10	2009.1.6	♀	1
4	2009.1.7	10	2009.2.10~23	♀	69
5	2009.1.7	10	2009.2.23	♀	1

### 3 结论

3.1 短时间的低温(5℃)对小蜂的活动影响不大,都能恢复正常活动,但对小蜂的寿命有一定影响,其平均存活时间只有3.5 d,远远低于其它温度。温度在10℃以上,小蜂不但能很快恢复正常活动,而且对其寿命也没有显著影响。在5℃的低温下处理1~2 h,对小蜂虽然有一定影响,但经过一段时间可恢复正常活动。低温下处理12 h,对小蜂的活动能力影响较大,恢复正常活动所需的时间较长(2 h),而且平均存活寿命显著缩短(3 d)。低温下处理24 h,取出时小蜂已全部死亡。由此可见,友恩蚜小蜂应对低温天气的能力较差,温度是该小蜂分布范围的主要限制因素之一。

3.2 友恩蚜小蜂一天中有两个出蜂高峰,一个在上午的11:00~下午13:00,是出蜂主高峰,占全天出蜂量的34.47%,另一个次高峰在下午15:00~17:00,占全天出蜂量的28.41%。由于温度,光照,小蜂活动等因素限制,友恩蚜小蜂一天中的出蜂时间主要集中在上午11:00~下午13:00及下午15:00~17:00。

3.3 松突圆蚧蚧壳大小与虫体大小的关系并不紧密,有的蚧虫蚧壳大,虫体并不大,但蚧壳普遍大于虫2倍以上,最大的达到7.2倍,最小的也达到1.95倍。蚧壳大小与友恩蚜小蜂羽化孔大小没有相关性。

3.4 在强光下,友恩蚜小蜂雌蜂在松针上爬行搜索寄主时,两只触角前伸并不停地抖动。当遇到寄主时,两只触角立即弯曲成膝状,不停地敲打蚧壳。如果寄主合适,小蜂将产卵管插入反复试探和产卵。小蜂产卵平均耗时约2~3 min。友恩蚜小蜂在产卵时遇到其它小蜂会立即中止产卵,拔出产卵器离开。在探测寄主时遇到其它小蜂也会马上跳开且不会立即返回。小蜂在下午16:50左右寄生活动最为频繁。

3.5 友恩蚜小蜂并不忌避其它同种小蜂或异种小蜂产过卵的松突圆蚧,甚至自己刚产卵寄生过的蚧虫转回来还会继续产卵。两头友恩蚜小蜂可以同时在一个大蚧虫上产卵,个别蚧虫上有两个羽化孔,有可能羽化两头蜂。

3.6 友恩蚜小蜂雌蜂对松突圆蚧一龄若虫基本无反应,遇到二龄若虫,43.3%的雌蜂无反应,10%的小蜂会产卵。小蜂不寄生雄蚧,寄生范围是二龄以上雌蚧。

3.7 友恩蚜小蜂最嗜好孕卵期的雌蚧,即处女蚧,其次是产卵初期的蚧虫,再次是卵巢发育期的蚧虫。小蜂对产卵后期的蚧虫很少产卵甚至不选择。每头蜂所占有的蚧虫越少,小蜂对孕卵期蚧虫的选择性越高。

3.8 友恩蚜小蜂产卵均在2~3 d内完成,在喂食蜂蜜的条件下,90%以上的卵在羽化前两天产出。在喂清水条件下,80%以上的卵在羽化后第一天产出。喂食蜂蜜的小蜂存活时间稍长于喂清水的,孕卵量也普遍高于喂清水的。喂食蜂蜜的平均产卵率为65.79%,喂食清水的平均为47.83%,平均产卵量提高127.27%,产卵率提高17.05%。由此可见,林间蜜源植物丰富的,可以较大地提高小蜂的孕卵量、产卵量和产卵率,对放蜂非常有利。

3.9 友恩蚜小蜂在不同的月份自然性比是不同的,3月份时雌雄比最低,为112:1,5月份最高,为25:1。3~6月平均而言,自然性比约为40:1。

3.10 未经交配的友恩蚜小蜂可以繁殖,其子代均为雌性,最多的子代数量接近小蜂的平均孕卵量,说明友恩蚜小蜂的卵基本都孕育成为雌性小蜂。

### 参考文献

- [1] 包建中,古德祥. 中国生物防治[M]. 太原:山西科学技术出版社,1998:329-338.
- [2] 广东省质量技术监督局. 广东省地方标准 DB44/T 511—2008 松突圆蚧生物防治技术规程[S]. 广东,2008.