

扶桑绵粉蚧寄生性天敌班氏跳小蜂生物学研究*

黄玲^{1**} 刘慧² 肖铁光^{1***} 周社文³

(1. 湖南农业大学生物安全技术学院 长沙 410128; 2. 全国农业技术推广总站 北京 100125;
3. 湖南省植保植检站 长沙 410005)

摘要 本文对扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley 的重要天敌班氏跳小蜂 *Aenasius bambawalei* Hayat (膜翅目:跳小蜂科)的雌雄形态特征、发育起点温度和有效积温、在长沙地区的理论发生代数进行了研究。结果表明:班氏跳小蜂是扶桑绵粉蚧若虫-成虫期寄生蜂;在 28℃ 下,班氏跳小蜂一代的历期为 17.8 d;成虫、卵、幼虫和蛹的发育起点温度分别为:14.42、15.29、14.89、15.18℃,发生一代的发育起点温度为 14.62℃;成虫、卵、幼虫和蛹的有效积温分别为 87.92、9.74、68.41、75.84 日·度,发生一代的有效积温为 249.92 日·度;由此预测班氏跳小蜂在长沙地区一年可发生 9 代。

关键词 班氏跳小蜂, 扶桑绵粉蚧, 发育起点温度, 有效积温

Biology of *Aenasius bambawalei*

HUANG Ling^{1**} LIU Hui² XIAO Tie-Guang^{1***} ZHOU She-Wen³

(1. Biological & Safety Institute of Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
2. National Agricultural Technology Center, Beijing 100125, China;
3. Plant Protection & Quarantine Station Hunan, Changsha 410005, China)

Abstract This paper reports the results of a preliminary study on the morphological and biological characteristics, developmental threshold temperature of each life-stage, developmental threshold temperature, effective accumulated temperature and generation occurrence time of *Aenasius bambawalei* Hayat (Hymenoptera: Encyrtidae), in Chasha, China. The results show that the developmental duration of *A. bambawalei* is reduced to 17.8 d at 28°C. Developmental threshold temperatures of adults, eggs, larvae and pupae were 14.42, 15.29, 14.89 and 15.18°C, respectively. The effective accumulated temperature of adults, eggs, larvae and pupae was 87.92, 9.74, 68.41 and 75.84 day-degrees, respectively. Nine generations occurred in Chasha annually. These results provide a theoretical basis for the use of *A. bambawalei* as a biological control for *Phenacoccus solenopsis* Tinsley.

Key words *Aenasius bambawalei*, *Phenacoccus solenopsis*, developmental threshold temperature, effective accumulated temperature

2008 年在广东发现的新检疫性害虫——扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Tinsley, 1898; Cockerell, 1902) (半翅目:粉蚧科)给我国的棉花带来巨大的经济损失。据报道,扶桑绵粉蚧的寄主在巴基斯坦就有 18 科 55 种之多 (Abbas *et al.*, 2005),而且扶桑绵粉蚧繁殖量大,单头雌性成虫平均产卵在 600~700 粒,种群迅速增长,世代重叠严重。但在巴基斯坦和印度,很少有天敌

可以控制该虫 (王厚振等, 1999; Hodgson *et al.*, 2008)。扶桑绵粉蚧寄生蜂是中国新记录种 (陈华燕等, 2010),对扶桑绵粉蚧有控防作用,经 Hayat (2009) 鉴定该种寄生蜂为班氏跳小蜂 *Aenasius bambawalei* Hayat。目前国内外有关班氏跳小蜂的报道较少。

本文研究了班氏跳小蜂的生物学特性,旨在充分利用该天敌优势种,有效控制扶桑绵粉蚧

* 资助项目:农业部农技中心“扶桑绵粉蚧检测及防控技术研究”项目。

** E-mail: huangling_er@163.com

*** 通讯作者, E-mail: tieguang@21cn.com

收稿日期: 2011-04-14, 接受日期: 2011-05-20

的危害,为我国经济作物的生产安全提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验条件:中兴伟业光照培养箱 5 台;韶光人工智能培养箱 5 台;Laica application v3.6 显微镜;湘农杂棉 68 F₂ 代。

试验材料:班氏跳小蜂来源于湖南农业大学试验基地的苍耳植株上,用蜂蜜饲养,并寄生扶桑绵粉蚧得以保存虫源——班氏跳小蜂。

1.2 方法

1.2.1 形态特征 采用 Laica application v3.6 显微照相系统对班氏跳小蜂的雌雄形态特征进行比较分析。

1.2.2 生物学特性 试验设定 4 组温区(18 ± 1)℃、(22 ± 1)℃、(25 ± 1)℃、(28 ± 1)℃,观察记录班氏跳小蜂不同虫态的发育历期。

1.2.3 对扶桑绵粉蚧龄期的寄生选择 取不同虫态(卵、若虫、成虫)扶桑绵粉蚧 50 头,每组接入交配后待产卵的班氏跳小蜂 3 头,每日将新产下的扶桑绵粉蚧卵、1 龄若虫挑出,将卵、1 龄若虫接在其它干净的棉苗上,与其母体所在株对应饲养。在设定温度为(22 ± 1)℃,RH 75% 的光照培养箱中进行。

1.2.4 发育起点温度及有效积温 利用班氏跳小蜂各虫态的发育历期,应用直接法(李典漠和王莽莽,1986)计算寄生蜂各虫态的发育起点温度和有效积温。根据李典漠和王莽莽(1986)提出以算得的理论有效积温和实验得到的有效积温的误差极小为目标的目标函数,用极值理论直接求得发育起点温度,试验利用班氏跳小蜂各虫态的历期,运用李典漠和王莽莽(1986)的直接法计算班氏跳小蜂的发育起点温度和有效积温:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n T_i D_i^2 - \bar{D} \sum_{i=1}^n T_i D_i}{\sum_{i=1}^n D_i^2 - n(\bar{D})^2} \quad (1.1)$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n T_i D_i - C \sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (1.2)$$

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (1.3)$$

式中:C:发育起点温度;K:有效积温;T:温度;D:发育天数。

1.2.5 班氏跳小蜂理论发生代数 根据班氏跳小蜂完成一代所需发育起点温度和有效积温,计算湖南省长沙地区班氏跳小蜂一年理论发生的代数,其公式为:

$$\text{班氏跳小蜂理论代数} = \frac{\text{当地全年有效积温(总 } K)}{\text{完成一个世代所需的有效积温}} \quad (1.4)$$

1.3 数据处理和统计分析方法

利用统计软件 DPS 数据处理软件对各实验内容所得数据进行统计分析,获得平均值及标准误。对不同处理间的差异进行单因素方差分析(One Way ANOVA)和 Duncan 氏多重比较(P < 0.05)。

2 结果与分析

2.1 形态特征

班氏跳小蜂的雌雄在形态上有一定差异,主要表现在触角结构和个体大小方面。试验采用 Laica application v3.6 显微照相系统,(目镜:10×,物镜:2.0×)。

雌虫(图 1):头长 0.176 mm,宽 0.213 mm,体黑色有金属光泽,前胸背板有蓝色闪光,触角基节黑色,柄节红褐色,梗节部分黄褐色,棒节深褐色,触角柄节、梗节较细,鞭节显著膨大,前胸背板长 0.087 mm,宽 0.192 mm,中胸盾片、三角片为黑色倒三角形;腹长 0.107 mm,宽 0.198 mm;足黑色,胫节、跗节黄色。中足和后足胫节有距,其中中足距长 0.040 mm,后足距较短,足跗节 5 节,具有跗爪。前后翅膜质,翅有金属光泽,翅脉极为简洁,前翅长 0.335 mm,后翅长 0.232 mm,产卵器不突出或微突出。

雄虫(图 2):体黑色有金属光泽,头长 0.158 mm,宽 0.178 mm,胸、腹背板有蓝色闪光,前胸背板长 0.113 mm,宽 0.186 mm,触角黑色,足黑色,胫节、跗节黄色。触角深棕色至黑色,柄节腹面有白色条纹,梗节细长,鞭节十分发达,长大;中胸盾片为黑色倒三角形;腹长 0.080 mm,宽 0.155 mm;中足和后足胫节有距,其中中足距长 0.038 mm,后足胫节距较短,足跗节 1 节或 5 节,分节不明显。具有跗爪。前翅长 0.304 mm,后翅长 0.203 mm。前后翅膜质,翅透明,翅脉简单。



图 1 雌虫

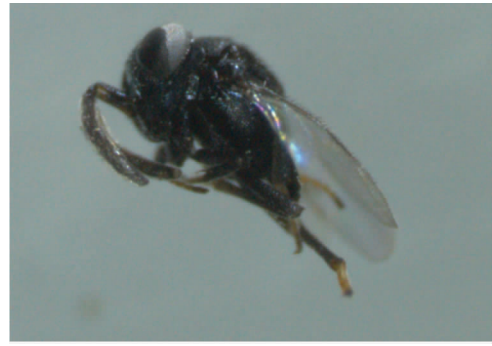
Fig. 1 Female *Aenasius bambawalei*

图 2 雄虫

Fig. 2 Male *Aenasius bambawalei*

2.2 发育历期

在 4 种不同温度条件下,观察记录班氏跳小蜂从卵—幼虫—蛹—成虫各虫态的历期(表 1)。结果表明:随着温度的升高,班氏跳小蜂各虫态的历期均呈下降的趋势。在 18℃ 条件下,班氏跳小蜂发生一代的历期最长,可达到 70.8 d,这就有利于保存寄生蜂种源;28℃ 条件下,班氏跳小蜂发生一代历期最短。

2.3 发育起点温度与有效积温

班氏跳小蜂发育起点温度与有效积温测定结果(表 2)表明:班氏跳小蜂完成一代所需的发育起点温度为 14.62℃,完成一代的有效积温为 249.92 日·度;班氏跳小蜂成虫期的发育起点温度最低,为 14.42℃,卵期完成发育所需的有效积温最低为 9.74 日·度。

表 1 不同温度条件下班氏跳小蜂发育历期(长沙,2010)

Table 1 Developmental period of *Aenasius bambawalei* under different temperatures (Changsha, 2010)

不同温度(℃)	卵期(d)	幼虫期(d)	蛹期(d)	成虫期(d)	一代历期(d)
Temperature	Egg stage	Larval stage	Pupal stage	Adult stage	Generation stage
18	3.3 ± 0.58a	21.0 ± 3.00a	25.5 ± 3.00a	21.0 ± 1.15a	70.8 ± 1.73a
22	1.6 ± 0.58b	10.7 ± 1.53b	12.8 ± 1.16b	14.0 ± 2.00b	38.0 ± 2.00b
25	1.2 ± 0.58b	5.3 ± 0.58c	7.5 ± 0.58c	9.3 ± 0.58c	23.3 ± 0.58c
28	0.6 ± 0.29b	6.0 ± 1.00c	5.5 ± 0.58c	5.3 ± 0.58d	17.8 ± 2.25d

注:表中数据为平均数 ± 标准误,每列数据后标有不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Date are mean ± SE, and followed by different letters in the same column indicate significantly different at 0.05 level.

表 2 班氏跳小蜂发育起点温度与有效积温(长沙,2010)

Table 2 Development zero and effective accumulated temperature of *Aenasius bambawalei* (Changsha, 2010)

发育阶段	卵期	幼虫期	蛹期	成虫期	一代
Developmental stage	Egg stage	Larval stage	Pupal stage	Adult stage	Generation stage
发育起点(℃)					
Developmental threshold temperature	15.29 ± 0.69	14.89 ± 1.13	15.18 ± 0.75	14.42 ± 0.77	14.62 ± 1.23
有效积温(日·度)					
Effective accumulated temperature	9.74 ± 0.52	68.41 ± 2.32	75.84 ± 1.95	87.92 ± 2.76	249.92 ± 3.79

注:表中数据为平均数 ± 标准误。

Date are mean ± SE.

2.4 班氏跳小蜂理论发生代数

据测定班氏跳小蜂完成一个世代的发育起点温度为 14.62℃, 计算将 1—12 月各月高于 14.62℃ 的温度之和, 即当地全年有效积温(总

K), 完成一个世代所需有效积温为 249.92 日·度, 按照(1.4)式, 即可计算班氏跳小蜂的理论一年发生的代数。由表 3 的结果可知: 长沙地区在一般年份班氏跳小蜂每年可发生 9 代。

表 3 长沙月平均气温及班氏跳小蜂理论发生代数

Table 3 Mean monthly temperatures of Chasha and generations occurrence of *Aenasius bambawalei*

年份 Year	1 月 Jan.	2 月 Feb.	3 月 Mar.	4 月 Apr.	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 Aug.	9 月 Sep.	10 月 Oct.	11 月 Nov.	12 月 Dec.	总 K Total	发生代数 Generation
2004	5.1	11.2	12.5	20.6	22.7	25.6	29.4	27.3	24.6	18.4	14.2	7.4	2027.12	8.11
2005	3.3	3.6	11.2	20.8	22.9	27.5	30.4	27.3	24.8	18.4	15.4	6.9	2156.72	8.63
2006	5.3	6.2	12.5	19.9	23.6	27.0	30.1	29.5	24.0	21.3	14.7	7.8	2240.22	8.96
2007	5.2	12.0	13.0	17.7	25.8	26.6	30.8	29.6	23.5	19.3	13.4	8.4	2175.82	8.71
2008	2.3	5.5	15.2	18.9	24.6	26.8	30.1	28.7	25.5	19.9	13.5	9.2	2227.60	8.91

注: 数据出自 2004 年—2008 年《中国统计年鉴》。

Data are from China Statistic Yearbook 2004—2008.

3 小结

害虫生物防治技术是当今“可持续发展战略”中不可或缺的技术之一。加强寄生蜂生物学特性的研究并加以利用, 对将来生防技术的提高和变革具有重要的意义。目前, 国内针对该中国新纪录种——班氏跳小蜂 *Aenasius bambawalei* Hayat 的研究尚少, 仅有关扶桑绵粉蚧寄生蜂优势种 *Aenasius bambawalei* Hayat 记述(陈华燕等, 2010), 本文在此基础上, 对班氏跳小蜂的生物学特性进行了初步的研究, 结果显示: 班氏跳小蜂是若虫—成虫期寄生蜂, 它主要寄生扶桑绵粉蚧的 2 龄若虫(♀)、3 龄若虫以及雌成虫, 对雄虫预蛹、蛹及成虫无寄生行为。班氏跳小蜂寻找寄主的能力很强, 触角上密集的感受器(嗅觉感受器、化学感受器和机械感受器等)对寄主的辨别及定位起着关键的作用。试验提供了班氏跳小蜂各虫态的发育历期, 随着温度的升高, 一代发育历期呈下降的趋势。其中, 18℃ 条件下, 班氏跳小蜂成虫期最长, 为 21 d, 有利于试验虫源的保存。在 28℃ 条件下, 虽然一代历期较短, 有利于及时有效地防治扶桑绵粉蚧, 但寄生蜂成虫期仅为 5 d, 这就大大降低了对扶桑绵粉蚧的防治作用。25℃ 条件释放班氏跳小蜂, 取得的效果较佳。试验还研究了在长沙地区班氏跳小蜂的理论发生代数, 一年可发生 9 代。发生一代的发育起点温度为 14.62℃, 有效积温为 249.92 日·度, 积极利用班氏跳小蜂对扶桑

绵粉蚧进行防治, 可为我国的棉花等经济作物的生产提供保障。

致谢: 衷心感谢戈峰教授为本文提出的宝贵修改建议; 本文统计分析得到浙江大学唐启义教授的修改, 谨此鸣谢!

参考文献(References)

- Abbas G, Arif MJ, Saeed S, 2005. Systematic status of a new species of the genus *Phenacoccus*, a serious pest of cotton, *Gossypium hirsutum*, in Pakistan. *Pakistan Entomol.*, 27(1):80—84.
- 陈华燕, 曹润欣, 许再福, 2010. 扶桑绵粉蚧寄生蜂优势种 *Aenasius bambawalei* Hayat 记述. *环境昆虫学报*, 32(2): 280—282.
- Cockerell TDA, 1902. Two new mealy-bugs from New Mexico. *Can. Entomol.*, 34(2):315—316.
- Hayat M, 2009. Description of a new species of *Aenasius* Walker (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoid of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Homoptera: Pseudococcidae) in India. *Biosystematica*, (1):21—25.
- Hodgson C, Abbas G, Arief MJ, Saeed S, 2008. *Phenacoccus solenopsis* an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa*, 1913:1—35.
- 李典谟, 王莽莽, 1986. 快速估计发育起点及有效积温法的研究. *昆虫知识*, 16(4):184—187.
- Tinsley JD, 1898. An ants' nest coccid from New Mexico. *Can. Entomol.*, 30(2):47—48.
- 王厚振, 华尧楠, 牟吉元, 1999. 棉铃虫预测预报与综合治理. 北京: 中国农业出版社. 49—51.