



郭 秋, 党 芳, 何 瞻, 等. 古桥桠角蚜小蜂与双斑恩蚜小蜂的发育及形态比较[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(5): 80-84.

古桥桠角蚜小蜂与双斑恩蚜小蜂的发育及形态比较

郭 秋, 党 芳, 何 瞻, 任顺祥, 邱宝利

(华南农业大学 农学院/生物防治教育部工程研究中心, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】研究华南地区烟粉虱 *Bemisia tabaci* 2 种优势寄生蜂古桥桠角蚜小蜂 *Eretmocerus furuhashii* 和双斑恩蚜小蜂 *Encarsia bimaculata* 不同发育阶段的形态及个体大小.【方法】利用解剖与显微拍照技术比较了 2 种蚜小蜂的胚后发育过程、个体形态及大小.【结果和结论】2 种蚜小蜂的发育世代均经历卵、1~3 龄幼虫、预蛹、蛹与成虫 7 个发育阶段.在相同条件下,古桥桠角蚜小蜂的世代发育历期(15.9 d)要长于双斑恩蚜小蜂(14.4 d);随着发育龄期的增加,2 种蚜小蜂的体长、体宽、头长与头宽都不断增加,但古桥桠角蚜小蜂各个虫态的体长、体宽、头长及头宽均明显大于双斑恩蚜小蜂.

关键词:烟粉虱; 双斑恩蚜小蜂; 古桥桠角蚜小蜂; 个体发育; 形态; 生物防治
中图分类号:S476.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2015)05-0080-05

A development and morphological comparison between *Eretmocerus furuhashii* and *Encarsia bimaculata*

GUO Qiu, DANG Fang, HE Zhan, REN Shunxiang, QIU Baoli
(College of Agriculture, South China Agricultural University/Engineering Research Center of Biological Control, Ministry of Education, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】To investigate the development and morphology of two dominant parasitoids *Eretmocerus furuhashii* and *Encarsia bimaculata* of *Bemisia tabaci* in South China.【Method】The postembryonal development and ontogeny morphology of two aphelinid parasitoids were investigated by anatomy and microphotograph.【Result and conclusion】Both parasitoid species experienced seven stages in one generation, including egg, 1–3 instar larvae, prepupae, pupae and adults, but the developmental time of *Er. furuhashii* was obviously longer than that *En. bimaculata*. With the developmental time increased, the body length and width and head of length and width of both parasitoids enlarged. In general, the body and head length and the body and head width of *Er. furuhashii* were all significantly larger than those of *En. bimaculata*.

Key words:*Bemisia tabaci*; *Encarsia bimaculata*; *Eretmocerus furuhashii*; individual development; morphology; biological control

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 隶属半翅目 先发现于烟草而被命名为烟粉虱 *Aleyrodes tabaci*
Hemiptera 粉虱科 Aleyrodidae 小粉虱属 *Bemisia*. 因最 (Gennadius, 1889). 最初烟粉虱分布于热带亚热带和

温带的边缘地区,后来随花卉苗木的调运传播到 100 多个国家和地区,危害的寄主植物超过 600 种^[1-2]. 烟粉虱于 1949 年在我国被发现^[3],一直是农业生产中的次要害虫,至 20 世纪 90 年代中期和 21 世纪初,烟粉虱 B 型和 Q 型相继入侵后,因其寄主范围广、繁殖量大、抗药性强、能够传播多种植物病毒病等特性,现已成为农作物最重要的害虫之一,给我国农业生产安全造成了极大威胁.

目前化学防治依然是烟粉虱防治的主要手段之一,但由于烟粉虱体表被有蜡质,且繁殖快、世代重叠严重,极易产生抗药性,化学防治存在很大的困难. 目前烟粉虱对有机磷、菊酯类等农药已产生高度抗性,对其他新型药剂的抗性也逐渐增加. 闫文茜等^[4]研究表明,北京地区的烟粉虱对新型杀虫剂烯啶虫胺已产生高抗性;Rao 等^[5]研究发现,国内多个地区的烟粉虱已对吡虫啉、噻虫嗪、啉虫脒、吡蚜酮等产生了较高度度的抗性. 同时,化学杀虫剂的大量使用还带来了杀伤天敌和环境污染等多重副作用,因此利用天敌昆虫与病原微生物进行生物防治,已成为近年来烟粉虱综合防治技术中的重要措施之一.

烟粉虱的寄生蜂主要有膜翅目 Hymenoptera 蚜小蜂科 Aphelinidae 的恩角蚜小蜂属 *Encarsia* (Föerster) 和桢角蚜小蜂属 *Eremocerus* (Haldeman), 在自然界中对烟粉虱具有良好的控制作用^[6-7]. 寄生蜂的寄主范围、龄期嗜好性、温度对寄生蜂发育存活的影响以及多种天敌联合控害等方面已有大量的研究^[6,8-12]. 然而,由于烟粉虱蚜小蜂个体微小,迄今国内外关于蚜小蜂胚后发育生物学的研究报道尚不多见,在一定程度上限制了人们对蚜小蜂发育生物学的认识及其在害虫生物防治中的应用. 本文以华南地区烟粉虱的 2 种优势天敌——古桥桢角蚜小蜂 *Eremocerus furuhashii* 与双斑恩角蚜小蜂 *Encarsia bimaculata* 为研究对象,在实验室条件下对它们的胚后发育过程进行解剖与观察,对个体大小进行测量比较,以期为进一步了解蚜小蜂的发育生物学提供依据.

1 材料与方法

1.1 材料

用于烟粉虱及蚜小蜂饲养的寄主植物扶桑 *Hibiscus rosa-sinensis* 为生物防治教育部工程研究中心的扦插苗,待其生长至 6~8 片嫩叶时供试验使用.

烟粉虱 B 型种群于 2005 年采自华南农业大学教学实习农场,于寄主扶桑上在生物防治教育部工程研究中心的实验网室内继代繁殖,定期监测其生物型纯度.

古桥桢角蚜小蜂与双斑恩角蚜小蜂分别于 2003 和 2004 年采自广州市岑村的园林植物上,并保存于生物防治教育部工程研究中心的网室内. 试验前采集若干寄生蜂成虫,在实验室内利用叶片笼(高 3.0 cm,直径 3.5 cm)接入已有 3~4 龄烟粉虱若虫的扶桑叶片上寄生繁殖. 试验条件为(26 ± 1) °C, RH 60%~80%, 光周期为 14 h 光:10 h 暗,光照强度 3 000 lx.

昆虫体视镜 (Motic K-400L), 体视镜 (Stereo Discovery V20, Zeiss), 显微镜 (BX51, Olympus).

1.2 蚜小蜂个体发育及形态特征观察

利用叶片笼将 1 头古桥桢角蚜小蜂和双斑恩蚜小蜂雌蜂接入载有 10~20 头烟粉虱 3~4 龄若虫的扶桑叶片上,并标记其寄生的烟粉虱若虫,待其产卵 1 h 后,将蚜小蜂赶走. 每 1 h 取被蚜小蜂寄生过的烟粉虱若虫在解剖镜下解剖,再移到显微镜下观察并拍摄蚜小蜂卵、幼虫的形态,测量蚜小蜂的体长、体宽、头长、头宽等. 根据解剖出的蚜小蜂幼虫体型和大小,判断其发育龄期. 每次试验每种蚜小蜂解剖观察 10 头,试验重复 3 次.

1.3 数据处理

数据分析采用统计 SAS 9.0 分析软件,利用 PROC MEANS 程序计算双斑恩蚜小蜂和古桥桢角蚜小蜂的体长、体宽、头长、头宽的平均值.

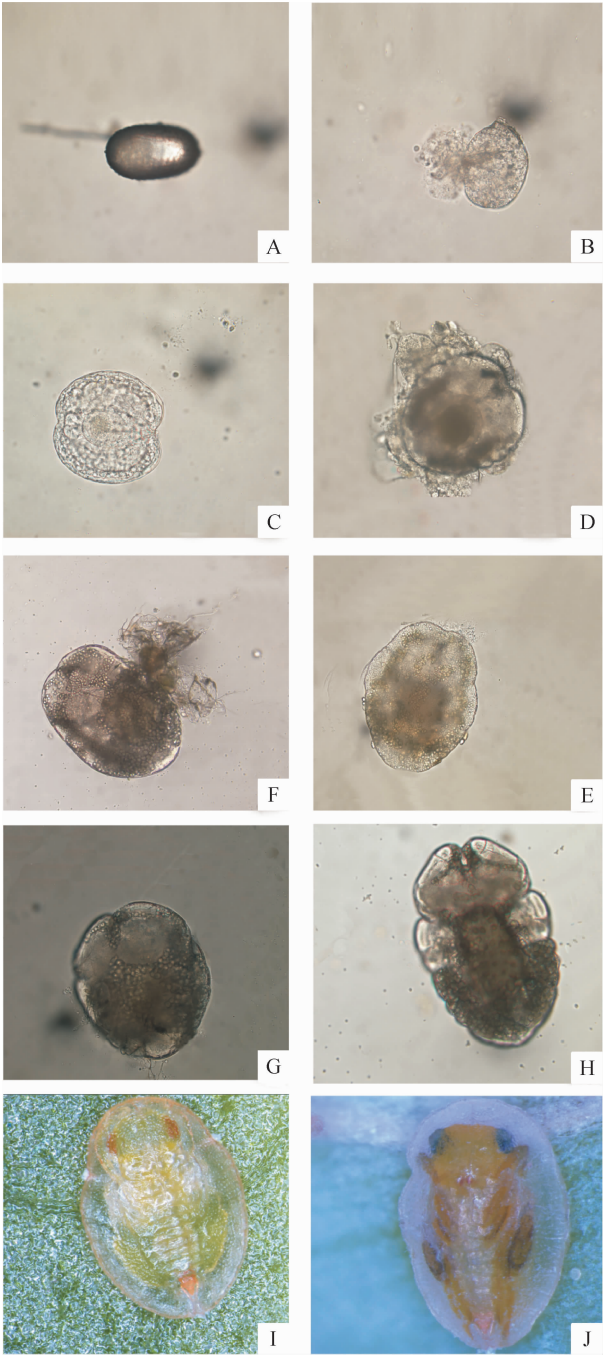
2 结果与分析

2.1 蚜小蜂的个体发育

2.1.1 古桥桢角蚜小蜂个体发育及形态特征 在 (26 ± 1) °C, RH (70 ± 10)% 条件下,古桥桢角蚜小蜂从产卵到成虫羽化的世代发育历期为 (15.9 ± 1.4) d,整个发育过程经过卵、1~3 龄幼虫、预蛹、蛹、成虫 7 个阶段. 古桥桢角蚜小蜂将卵产在烟粉虱若虫体外腹下与叶片之间,整个卵期约 2 d,幼虫孵化后钻入烟粉虱若虫体内. 1~3 龄均需要 3 d,预蛹为淡黄色,预蛹 1 d 后发育成蛹,蛹再经 3~4 d 羽化为成蜂,在两性生殖的情况下雌雄蜂比例约为 1:1,孤雌生殖后代全部为雄性.

古桥桢角蚜小蜂个体发育见图 1. 卵初为圆形,后渐渐变为梨形,1 龄幼虫进入烟粉虱体内后整个被透明围囊包裹,1 龄末期幼虫发育迅速,围囊开始破裂;2 龄幼虫体壁加厚,成球状,依然可以看到围囊的碎片,2 龄末期身体有分节的趋势,但不明显;3 龄幼虫有明显的分化特征,胸部出现发育轮廓,3 龄末期身体分化为胸和腹;预蛹呈黄色,随后颜色不断加深;蛹橘黄色,头、眼、翅鞘和足鞘部分清晰可见,并可见成虫腹面朝上,古桥桢角蚜小蜂的蛹期观察不

到胎粪排出.



A:卵初期,B:卵末期,C:1龄初期,D:1龄末期,E: 2龄初期,F: 2龄末期,G: 3龄初期,H: 3龄末期,I: 预蛹,J: 蛹.

图1 古桥浆角蚜小蜂的个体发育

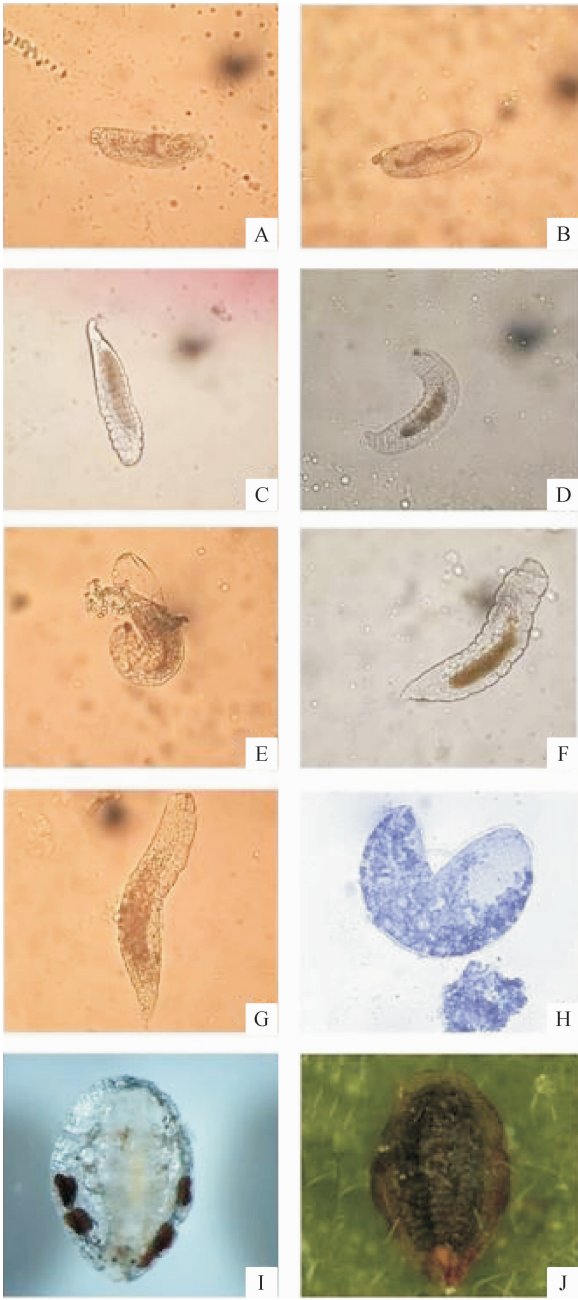
Fig. 1 The ontogeny of *Eretmocerus furuhashii*

2.1.2 双斑恩蚜小蜂个体发育及形态特征 在同样试验条件下,双斑恩蚜小蜂从产卵发育到成虫羽化需要 (14.4 ± 1.5) d,整个发育过程也是经过卵、1~3龄幼虫、预蛹、蛹、成虫7个阶段.与古桥浆角蚜小蜂不同的是,双斑恩蚜小蜂将卵产在烟粉虱若虫体内,卵期约2 d,1龄和2龄幼虫发育各约2.5 d,3龄约3 d,预蛹期1 d,此后经过3~4 d羽化为成蜂,试验观察发现,双斑恩蚜小蜂的生殖方式为两性产

<http://xuebao.scau.edu.cn>

雌,孤雌产雄且雄蜂为自复寄生.

双斑恩蚜小蜂个体发育见图2.初产卵为椭圆形,刚孵化的1龄幼虫身体细长,尾部钝圆,1龄后期身体变粗短,体节明显;2龄幼虫尾部近圆柱形,蜕皮极薄,末期身体粗短弯曲;3龄幼虫初期身体细长,末期身体粗短,成“C”字形,并可以透过烟粉虱体表直观可见;预蛹期以开始有胎粪排出让标志,预蛹期烟粉虱若虫腹部两侧出现深色的胎粪;双斑恩蚜小蜂蛹为黑色,头、眼、翅基、足鞘部分清晰可见.



A:卵初期,B:卵末期,C:1龄初期,D:1龄末期,E: 2龄初期,F: 2龄末期,G: 3龄初期,H: 3龄末期,I: 预蛹,J: 蛹.

图2 双斑恩蚜小蜂的个体发育

Fig. 2 The ontogeny of *Encarsia bimaculata*

2.2 古桥桨角蚜小蜂和双斑恩蚜小蜂个体大小比较

古桥桨角蚜小蜂与双斑恩蚜小蜂各发育阶段的体型数据见表 1. 随着发育龄期的增加,2 种蚜小蜂的体长、体宽、头长与头宽都不断增大,但数据显示古桥桨角蚜小蜂的各个虫态的体长、体宽、头长与头

宽均明显大于双斑恩蚜小蜂. 与古桥桨角蚜小蜂相比,双斑恩蚜小蜂的体型更为狭长. 同时,双斑恩蚜小蜂幼虫在 1 龄时就已经形成头部,而古桥桨角蚜小蜂幼虫在 3 龄时才可以清晰地辨别头部与躯体.

表 1 古桥桨角蚜小蜂和双斑恩蚜小蜂各发育阶段的体型

Tab.1 Body sizes of <i>Eretmocerus furuhashii</i> and <i>Encarsia bimaculata</i> at different developmental stages									μm
发育阶段	体长		体宽		头长		头宽		
	古桥桨角蚜小蜂	双斑恩蚜小蜂	古桥桨角蚜小蜂	双斑恩蚜小蜂	古桥桨角蚜小蜂	双斑恩蚜小蜂	古桥桨角蚜小蜂	双斑恩蚜小蜂	
卵	138.1±5.6	85.5±6.3	110.3±10.5	45.3±4.5					
1 龄幼虫	245.9±16.2	206.9±21.3	205.2±8.7	57.6±12.5		38.6±4.9		43.0±6.6	
2 龄幼虫	340.3±30.8	311.0±29.2	269.2±24.4	80.5±12.8		52.6±5.7		73.3±5.3	
3 龄幼虫	470.4±28.6	441.4±35.3	330.3±11.5	211.4±26.2	72.4±7.5	56.5±7.6	170.3±8.9	121.6±7.4	
预蛹	572.4±28.7	524.6±27.2	368.4±23.2	283.2±26.7	87.6±5.7	78.2±10.5	206.3±15.6	197.3±2.3	
蛹	638.6±13.8	565.3±36.4	406.9±26.4	324.6±18.6	121.4±15.3	108.3±5.7	287.3±23.6	253.6±5.8	
成蜂	633.2±20.5	556.2±35.2	431.8±23.6	340.4±36.2	123.6±20.4	116.0±23.3	319.4±33.2	293.3±15.7	

3 讨论与结论

随着烟粉虱的入侵为害及其抗药性的不断增加,人们对烟粉虱生物防治及以生物防治为主的综合防治越来越重视,对其天敌昆虫资源的调查、采集与利用研究也不断深入,共记录到烟粉虱的寄生蜂 56 种,捕食性天敌 5 种以及 7 种昆虫病原真菌^[6-7]. 在广东地区,烟粉虱的寄生蜂种类包括古桥桨角蚜小蜂、双斑恩蚜小蜂、浅黄恩蚜小蜂 *Encarsia sophia*、日本恩蚜小蜂 *Encarsia japonica* 等 6 种,而古桥桨角蚜小蜂、双斑恩蚜小蜂则是广东地区的优势种类^[7].

不同种类的蚜小蜂,其卵的大小存在差异. 在本研究中,古桥桨角蚜小蜂卵要明显大于双斑恩蚜小蜂的卵,李元喜等^[13]比较了浅黄恩蚜小蜂与丽蚜小蜂 *Encarsia formosa* 卵的大小,发现前者的卵要明显大于后者,而日本恩蚜小蜂与浅黄恩蚜小蜂的卵形态、大小相似^[14]. 另一方面,方美娟^[14]通过对浅黄恩蚜小蜂、日本恩蚜小蜂、桨角蚜小蜂虫体大小的测量发现,在寄生蜂的发育过程中,随着发育龄期的增加,寄生蜂虫体逐渐变宽,3 龄幼虫的体长最长,蛹期长度变短. 然而,在本研究中,双斑恩蚜小蜂和古桥桨角蚜小蜂随着龄期的增加,虫体也逐渐变宽,但蛹期的体长和体宽都是最长;与蛹期相比,羽化后的成蜂体长略微变短,但体宽明显增加. 这种差异可能与寄生蜂的种类有一定关系.

古桥桨角蚜小蜂与双斑恩蚜小蜂虽然都属于蚜小蜂科,都为单生异律 (Solitary heteronomous),且具

有相同的寄主烟粉虱,但 2 种寄生蜂的产卵寄生方式存在差异^[15]. 恩蚜小蜂属于典型的内寄生蜂 (Endo-parasitoid),可以寄生烟粉虱的 1~4 龄若虫,但偏好 3、4 龄高龄若虫,雌蜂将卵产在烟粉虱若虫体内,孵化后幼虫以寄主若虫体内的营养物质为食物来源,取食和发育,最终在寄主若虫 4 龄末期羽化,并导致烟粉虱寄主死亡^[16];桨角蚜小蜂属于“内外兼性寄生蜂” (Ecto-endo-parasitoid)^[17-18],其可以选择烟粉虱的 1~4 龄若虫作为寄主,但偏好 2、3 龄若虫,雌蜂先将卵产在烟粉虱若虫腹部体外与叶片之间(此时未发生寄生行为),待幼虫孵化后再钻入寄主若虫体内,取食寄主营养来完成发育,并在烟粉虱若虫 4 龄末期羽化而出^[9,16,19]. 尽管恩蚜小蜂和桨角蚜小蜂的寄生方式存在明显差异,但要完成个体发育,都要克服寄主免疫、调控寄主发育和营养分配等. 作为内寄生蜂,恩蚜小蜂在产卵的同时,会将一些潜在的寄主免疫抑制和发育调控因子,如萼液、毒液、后期发育成畸形细胞的胚胎浆膜等注入寄主体内,抑制寄主免疫和调控寄主发育. 然而,桨角蚜小蜂以初孵幼虫的形式进入寄主体内,并无携带萼液、毒液、胚胎浆膜等参与寄主免疫抑制与发育调控的生理因子. 至于桨角蚜小蜂幼虫在发育过程中,在缺少了萼液、畸形细胞等免疫调控因子的情况下,如何克服寄主免疫,并调控寄主发育和营养物质的分配与代谢,以满足自身发育的需要,值得进一步深入研究.

区烟粉虱的优势寄生蜂种类^[20],研究其发育过程和形态特征等,不仅可以为了解烟粉虱其他寄生蜂的个体发育提供借鉴与参考,而且对于烟粉虱寄生蜂的规模化繁殖技术研究,推动烟粉虱生物防治具有重要意义。

参考文献:

- [1] SECKER A E, BEDFORD I A, MARKHAM P G, et al. Squash, a reliable field indicator for the presence of B biotype of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* [C]// Anon. Brighton crop protection conference: Pests and diseases. Farnham UK: British Crop Protection Council, 1998: 837-842.
- [2] GELMAN D B, BLACKBURN M B, HU J S. Identification of the molting hormone of the sweet potato (*Bemisia tabaci*) and greenhouse (*Trialeurodes vaporariorum*) whitefly[J]. J Insect Physiol, 2005, 51(1): 47-53.
- [3] 周尧. 中国粉虱记录[J]. 中国昆虫学杂志, 1949, 3(4): 1-18.
- [4] 闫文茜, 王相晶, 张友军, 等. 北京地区蔬菜烟粉虱种群动态及其对烟碱类杀虫剂的抗药性监测[J]. 植物保护, 2012, 38(5): 154-157.
- [5] RAO Qiong, XU Yonghua, LUO Chen, et al. Characterisation of neonicotinoid and pymetrozine resistance in strains of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from China[J]. J Integr Agr, 2012, 11(2): 321-326.
- [6] GERLING D, ALOMARÒ, ARNÒ J. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids[J]. Crop Prot, 2001, 20(9): 779-799.
- [7] LI Shaojian, XUE Xia, AHMED M Z, et al. Host plants and natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in China[J]. Insect Sci, 2011, 18(1): 101-120.
- [8] MCCUTCHEON G S, SIMMONS A M. Relationship between temperature and rate of parasitism by *Eretmocerus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae)[J]. J Agr Urban Entomol, 2001, 18(2): 97-104.
- [9] QIU Baoli, DE BARRO P J, REN Shunxiang. Development, survivorship and reproduction of *Eretmocerus* sp. nr *furuhashii* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on glabrous and non-glabrous host plants[J]. Bull Entomol Res, 2005, 95(4): 313-319.
- [10] QIU Baoli, BARRO P J, REN Shunxiang, et al. Effect of temperature on the life history of *Eretmocerus* sp. nr. *furuhashii*, a parasitoid of *Bemisia tabaci* [J]. BioControl, 2007, 52(6): 733-746.
- [11] 王继红, 罗晨, 刘同先, 等. 烟粉虱生物型对浅黄恩蚜小蜂寄主选择及个体发育的影响[J]. 昆虫学报, 2011, 54(6): 687-693.
- [12] 戴鹏, 阮长春, 臧连生, 等. 海氏桨角蚜小蜂对不同龄期“Q”烟粉虱的取食和寄生反应[J]. 生物安全学报, 2012, 21(1): 9-13.
- [13] 李元喜, 罗晨, 周长青, 等. 烟粉虱两种寄生蜂生物学特性及寄主竞争关系研究[J]. 昆虫学报, 2008, 51(7): 738-744.
- [14] 方美娟. 三种烟粉虱寄生蜂感觉系统及其寄生发育习性的研究[D]. 福州:福建农林大学, 2012.
- [15] 邱宝利. 烟粉虱生态学特性及其寄生蜂的利用研究[D]. 广州:华南农业大学, 2002.
- [16] QIU Baoli, DE BARRO P J, HE Yurong, et al. Suitability of *Bemisia tabaci* instars for the parasitization by *Encarsia bimaculata* and *Eretmocerus* sp. nr. *furuhashii* on glabrous and hirsute host plants[J]. Biocontrol Sci Techn, 2007, 17: 823-839.
- [17] DEVINE G J, WRIGHT D J, DENHOLM I. A parasitic wasp (*Eretmocerus mundus* Mercet) can exploit chemically induced delays in the development rates of its whitefly host (*Bemisia tabaci* Genn.) [J]. Biol Control, 2000, 19(1): 64-75.
- [18] 任顺祥, 邱宝利. 中国粉虱及其持续控制[M]. 广州: 广东科技出版社, 2008.
- [19] GERLING D, ORION T, DELAREA Y. *Eretmocerus* penetration and immature development: A novel approach to overcome host immunity[J]. Arch Insect Biochem, 1990, 13(3/4): 247-253.
- [20] 邱宝利, 任顺祥, 林莉, 等. 广东省烟粉虱蚜小蜂种类及种群动态调查初报[J]. 昆虫知识, 2004, 41(4): 333-335.

【责任编辑 霍 欢】