

合编, 1996), 在广东省的中亚热带地段, 即该省的最北部, 冬季最低气温可降到 $3 \sim 5^{\circ}\text{C}$, 该地带每年从 10 月至次年 3 月为冷空气活跃期, 其中 1 月为最冷期, 低温霜冻最为严重。广东地区 7 月的最高气温达 34°C 以上, 极端高温曾达 42°C ; 极端高温不少于 35°C 的天数, 7 月份平均为 13.3 d, 8 月份平均为 12.8 d。由此可知广东省冬夏季温度变化幅度很大, 因此, 安婀珍蝶在野外能否顺利越冬越夏还需深入研究。

致谢 在论文的实验设计方面得到 庞雄飞 院士的大力帮助。论文的大部分实验在广东省昆虫所及深圳碧岭生态村进行, 导师曾玲、梁广文教授, 李丽英、韩诗畴、彭统序、刘文惠研究员, 李开煌副研究员, 沈淑平老师给予了悉心的指导和关怀, 陈巧贤老师、罗莉芬、邵婉婷、李志刚同学给予了热情关心和帮助; 本论文还得到在印度尼西亚工作的 Desmier 博士的悉心指导和热情关怀帮助, 他曾多次从印度尼西亚把艳婀珍蝶和安婀珍蝶的卵及幼虫寄到广东省昆虫

研究所, 为我们提供了有关该蝶的大量研究资料; 该蝶的中文名称由华南农业大学王敏博士命名; 在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 李丽英, 彭统序, 刘文惠, 韩诗畴, 李开煌, 等. 昆虫天敌, 2002 24(2): 49~52.
- 2 李志刚, 韩诗畴, 郭明昉, 李丽英. 昆虫知识, 2003, 40(6): 561~564.
- 3 李志刚, 韩诗畴, 郭明昉, 罗莉芬, 刘文惠, 等. 中国生物防治, 2004, 20(3): 170~173.
- 4 李志刚, 韩诗畴, 郭明昉, 李丽英, 彭统序, 等. 昆虫知识, 2005 42(4): 429~430.
- 5 邵婉婷. 华南农业大学硕士学位论文. 2003.
- 6 李东风编. SAS 系统与 S 语言. 北京: 人民邮电出版社. 2006.
- 7 庞雄飞. 害虫种群的生态控制——种群生灭过程控制研究方法. 北京: 高等教育出版社. 2002.
- 7 王如松. 生态学报, 1982, 2(1): 47~57.
- 9 古德就, 余明恩, 张维球. 华南农业大学学报, 1995, 16(1): 58~63.
- 10 李典谟, 王莽莽. 昆虫知识, 1988, 23(4): 184~187.
- 11 李超. 生态学报, 1995, 5(2): 157~163.

双斑恩蚜小蜂的生殖方式及其在烟粉虱体内的发育^{*}

钱明惠^{1, 2} 任顺祥^{1**} 邱宝利¹

(1. 华南农业大学昆虫学系 广州 510642; 2. 广东省林业科学研究院 广州 510520)

The reproductive model and development of *Encarsia bimaculata* in *Bemisia tabaci*. QIAN Ming-Hui^{1, 2}, REN Shun-Xiang^{1**}, QIU Bao-Li¹ (1 Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642 China; 2. Department of Forestry Protection, Guangdong Forestry Research Institute, Guangzhou 510520, China)

Abstract The embryo development of *Encarsia bimaculata* was observed for the first time. Results showed that the fertilized eggs developed into primary parasitoid females, while unfertilized eggs developed into autoparasitoid males. The female, from egg to adult, took (13.1 ± 2.5) d at $(25 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ and $70\% \pm 10\%$ RH. The stage of egg was (1.98 ± 0.38) d, the first instar larva was (0.95 ± 0.33) d, the second instar was (2.48 ± 0.40) d, the third instar was (3.46 ± 0.43) d and the pre-pupa and the pupa spent (0.95 ± 0.20) d and (4.88 ± 0.80) d respectively.

Key words *Encarsia bimaculata*, reproductive model, development, *Bemisia tabaci*

^{*} 国家基金项目项目(30270901); 广东省自然科学基金项目(04020604)。

^{**}通讯作者, E-mail: qmingh@yahoo.com.cn

收稿日期: 2006-05-31, 修回日期: 2006-09-29

摘要 首次对双斑恩蚜小蜂 *Encarsia bimaculata* Heraty *et* Polaszek 雌蜂的胚胎发育全过程进行连续观测和数码摄像, 明确了双斑恩蚜小蜂的生殖方式是两性产雌, 雌蜂为初寄生蜂, 孤雌产雄且雄蜂为自复寄生。雌蜂在温度 $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$, 相对湿度 $70\% \pm 10\%$ 条件下, 从卵到成虫的发育历期为 $(13.1 \pm 2.5) \text{ d}$ 卵期 $(1.98 \pm 0.38) \text{ d}$ 幼虫 1 龄 $(0.95 \pm 0.33) \text{ d}$ 2 龄 $(2.48 \pm 0.40) \text{ d}$ 3 龄 $(3.46 \pm 0.43) \text{ d}$ 预蛹 $(0.95 \pm 0.20) \text{ d}$, 蛹 $(4.88 \pm 0.80) \text{ d}$ 。

关键词 双斑恩蚜小蜂, 生殖方式, 发育, 烟粉虱

双斑恩蚜小蜂 *Encarsia bimaculata* Heraty *et* Polaszek 于 2000 年被首次描述, 属膜翅目 Hymenoptera, 蚜小蜂科 Aphelinidae, 是重要农业害虫烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 的主要寄生性天敌之一^[1]。*Encarsia* 属是具有重要经济意义的属, 对其生物学的已有研究主要集中在蚜小蜂从卵到成虫的整个生命周期、存活率、雌蜂寿命、产卵量等研究^[1~3], 也个别涉及到蚜小蜂的不完整的胚胎发育^[4]、胚后发育^[7,8]。国内还研究了丽蚜小蜂的个体发育, 但丽蚜小蜂幼虫期分龄、各龄幼虫的发育历期和形态特征没有研究^[9]。作者研究了双斑恩蚜小蜂生殖方式、雌蜂的胚胎发育和胚后发育, 并对各发育阶段进行了形态特征的测量。

1 材料与方法

烟粉虱为本实验室多代繁殖的种群, 寄主植物为扶桑 (*Hibiscus rosa-sinensis* L.)。养虫笼规格 $60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$, 笼内光照周期 14 : 10 (L : D), 温度 $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$, 相对湿度 $70\% \pm 10\%$ 。

1.1 双斑恩蚜小蜂的生殖方式

扶桑苗每片叶接入 10 对烟粉虱, 产卵 12 h 后将烟粉虱移出。在烟粉虱的 2 龄末 3 龄初若虫期接入双斑恩蚜小蜂, 用刺了气孔的塑料自封袋套住有蚜小蜂的叶片, 叶脉处用棉花缠绕以免蚜小蜂逃出, 待子代蚜小蜂羽化后在解剖镜下逐一鉴定其性别。

实验分以下 3 个处理, 每处理设 15 个重复。

处理 A: 每片叶接入 1 对蚜小蜂;

处理 B: 每片叶接入一头未交配雌蜂;

处理 C: 待初寄生蜂发育到 2 龄时每片叶接入 1 头未交配的雌蜂。

为了确保单独接入的雌蜂未交配, 在网室采摘带有双斑恩蚜小蜂黑蛹的植物叶片, 剪下有 1 头黑蛹的叶片单独放入 5 cm 直径的小培养皿中, 在培养皿内放一点棉花, 每天加水保湿, 培养皿用刺了气孔的保鲜膜盖严并用橡皮圈扎口, 待蚜小蜂成蜂羽化出来后用吸管将 1 头雌蜂移入有烟粉虱或有初寄生蜂的叶片。处理 C 有初寄生蜂的叶片是在烟粉虱的 2 龄末 3 龄初若虫期时接入过量的双斑恩蚜小蜂, 待蚜小蜂产卵 1 d 后将蚜小蜂成蜂全部移出获得。处理 C 要每天及时移去初寄生蜂先羽化出来的成蜂。

1.2 双斑恩蚜小蜂雌蜂的胚胎发育

将养虫笼中洗刷干净的扶桑苗每片叶接入 30 对烟粉虱成虫, 产卵 6 h 后将烟粉虱成虫移出。在烟粉虱的 2 龄末 3 龄初若虫期时接入过量的双斑恩蚜小蜂成蜂, 待其产卵 1 h 后将蚜小蜂成蜂赶出, 然后每 1 h 取被蚜小蜂寄生的烟粉虱在 Leica-MZ-125 解剖镜下解剖。再移到 Olympus-BX51 显微镜下观察, 最后用联机数码相机拍照记录下蚜小蜂的胚胎发育, 直到蚜小蜂胚胎孵化成 1 龄幼虫。

每次只剪下 1/10 的待解剖叶片, 如 1 次剪下太多, 时间长了叶片易干枯卷曲, 影响叶片上烟粉虱体内的寄生蜂的发育和生存, 叶太干了从叶片上挑取烟粉虱的时候还容易将烟粉虱挑破, 损坏寄生蜂的完整。剪下后先在解剖镜下找到叶片上有产卵孔的烟粉虱, 然后在洁净的载玻片上滴 1 滴双蒸水, 用微型解剖针, 将有产卵孔的烟粉虱完整地挑入水滴中, 用 1 根解剖

针压住烟粉虱的亚缘区,用另一根解剖针从烟粉虱的背盘区靠近亚缘区的位置将烟粉虱小心的挑破并将背盘区轻轻掀起,烟粉虱体内的发育早期的寄生蜂就会随着烟粉虱的体液一起溢出到双蒸水中;随着寄生蜂的长大,烟粉虱体内体液减少,寄生蜂与烟粉虱体壁的距离也缩小,发育到蛹期,寄生蜂几乎充满烟粉虱体腔,这时要非常小心的剥去整个烟粉虱的体壁,露出烟粉虱体内的寄生蜂。

1.3 双斑恩蚜小蜂雌蜂的胚后发育

方法似 1.2,不同的是接入蚜小蜂 12 h 后将蜂移出,每隔 12 h 解剖记录蚜小蜂幼虫的发育。拍照后用 CoolSNAP-Pro Version 4.1 配套软件对双斑恩蚜小蜂发育各阶段进行测量,用此软件将测量后的数据导入 EXCEL 软件进行数据统计。

2 结果与分析

2.1 双斑恩蚜小蜂的生殖方式

双斑恩蚜小蜂两性生殖(处理 A)的子代成蜂均为雌蜂,每对产子代蜂(8.7±2.3)头,孤雌生殖直接寄生烟粉虱(处理 B)没有产生子代蜂,孤雌生殖寄生双斑恩蚜小蜂初寄生蜂(处理 C)的子代成蜂均为雄蜂,每雌蜂产子代蜂(4.2±1.1)头(表 1)。

表 1 不同生殖方式产子代成蜂数量及性比

	子代成蜂数量(头)及性比		
	处理 A	处理 B	处理 C
雌成蜂	8.7±2.3	0	0
雄成蜂	0	0	4.2±1.1
雌雄百分比	100%雌		100%雄

实验结果表明:双斑恩蚜小蜂的生殖方式是两性产雌,雌蜂为初寄生蜂,孤雌产雄且雄蜂为自复寄生(图 1~3 见封底彩插图版 III 图 1)。自复寄生是重寄生的一种类型,指寄生昆虫在寄主体内又被同种昆虫寄生的现象^[19]。双斑恩蚜小蜂雄蜂自复寄生的寄主为双斑恩蚜小蜂的初寄生蜂的幼虫(图 1),将卵产在初寄生蜂体表(图 2)。

2.2 双斑恩蚜小蜂雌蜂的发育

2.2.1 双斑恩蚜小蜂雌蜂的胚胎发育:双斑恩蚜小蜂雌蜂的卵经(1.98±0.38) d 即 48 h 左右孵化。新产入烟粉虱体内 0~6 h 的双斑恩蚜小蜂雌蜂的胚胎与其雌性卵巢中的成熟卵形态很相似,长椭圆形,一端稍尖,但另一端有一小柄,可以观察到明显的核的变化,拍摄到了 1 核,2 核,4 核,8 核的发育时期(图 3:A~D);6~9 h 的胚胎可以观察到明显的分层(图 3:E);9~12 h 的胚胎可以观察到 3 个胚层(图 3:F),最外一层是胚外膜。

12~24 h 的胚胎个体稍增大,可以看到深色代谢物(图 3:G);24~36 h 的胚胎的外层有明显皱褶,为形成体节做准备(图 3:H);36~48 h 的胚胎体表的横纹(体节)更加清晰,体内的深色代谢物更加明显(图 3:I);孵化过程中,卵的体积明显增大,孵化前胚胎沿着卵的纵轴方向左右摇摆,并伴随着上颚有力的活动,孵化后薄薄的卵壳随着破裂。1 头烟粉虱若虫体内通常被寄生 1 粒卵,但也有 2 粒卵的,最多时有 3 粒卵。

2.2.2 双斑恩蚜小蜂雌蜂的胚后发育:双斑恩蚜小蜂整个发育过程经卵、1~3 龄幼虫、预蛹、蛹最后羽化为成蜂,在温度(25±1)℃,相对湿度 70%±10% 条件下,雌蜂从卵到成虫历期(14.71±1.60) d,1 龄幼虫期只有 1 d,2 龄期(2~3) d,3 龄期(3~4) d,预蛹只 1 d 就变黑成黑蛹,黑蛹经(4~6) d 羽化为雌蜂。各虫态发育历期(每龄期统计 30 头)结果见表 2。

表 2 双斑恩蚜小蜂雌蜂各虫态发育历期

发育历期(d)	时间(d)
卵	1.98±0.38
1 龄	0.95±0.33
2 龄	2.48±0.40
3 龄	3.46±0.43
预蛹	0.95±0.20
蛹	4.88±0.80
卵—成虫	14.71±1.60

双斑恩蚜小蜂胚胎发育 48 h 左右解剖到 1 龄幼虫,1 头烟粉虱若虫体内大多数只有 1 头蚜小蜂 1 龄幼虫,但偶尔也解剖到有 2 头蚜小

蜂 1 龄幼虫的。1 龄幼虫身长 $(182.3 \pm 25.3) \mu\text{m}$, 刚孵化的 1 龄幼虫身体细长, 尾部钝圆, 不断扭动身体, 非常活跃, 体内有深色代谢物(图 4 见封底彩插图版 IV, 图 4: a); 1 龄后期身体变得粗短, 活动也较缓慢, 可以清楚地看到幼虫的 13 体节(图 4: b)。

虽然 1 头烟粉虱若虫中解剖到过 2 头蚜小蜂 1 龄幼虫, 但没有在同 1 头烟粉虱若虫体内解剖到超过 1 头的蚜小蜂 2 龄幼虫, 说明即使有 2 头蚜小蜂 1 龄幼虫同时寄生也只有 1 头能发育到 2 龄, 所以双斑恩蚜小蜂还是属于单寄生蜂。双斑恩蚜小蜂 1 龄幼虫期为 $(0.95 \pm 0.33) \text{ d}$ 。2 龄幼虫体长 $(339.3 \pm 34.5) \mu\text{m}$, 尾部近圆柱型, 没有 1 龄幼虫那么活跃, 体节非常清楚, 体内代谢物也明显增多, 蜕皮极薄, 无色透明, 但清晰可见(图 4: c), 2 龄幼虫末期身体粗短, 弯曲, 可以清楚的看到还包裹在身上即将要脱去的蜕皮(图 4: d), 开始蜕皮后在尾部可以看到正在蜕下的皮(图 4: e), 蜕皮结束时可以看到刚蜕下的皮完整地粘在尾部(图 4: f)。双斑恩蚜小蜂 2 龄幼虫期 $(2.48 \pm 0.40) \text{ d}$ 。

烟粉虱体内的 3 龄寄生蜂幼虫解剖前可以直接在解剖镜下看到, 即从双斑恩蚜小蜂发育到 3 龄后不通过解剖就可以判断烟粉虱有没有被蚜小蜂寄生成功, 而这时的烟粉虱若虫均已经发育为 3.4 龄的高龄若虫。蚜小蜂 3 龄幼虫

体长 $(577.3 \pm 67.2) \mu\text{m}$, 初期体细长, 蠕动缓慢, 体节清楚, 体内代谢物更多, 尾部收缩成圆柱型(图 4: g); 3 龄末幼虫粗短, 弯曲成“C”字型(图 4: h)。

蚜小蜂整个幼虫阶段后肠与中肠不相连通^[1], 它们把代谢物留在自己体内以免污染生存环境, 向体外排泄是蚜小蜂进入预蛹阶段的标志, 双斑恩蚜小蜂也是如此。3 龄幼虫期 $(3.46 \pm 0.43) \text{ d}$, 3 龄末幼虫停止取食, 腹面朝下, 在尾部开口, 将滞留在体内的胎粪缓缓排出, 整个排泄过程持续 10~20 min(图 4: i); 排泄完成后蚜小蜂预蛹乳黄色, 体长 $(541.1 \pm 69.9) \mu\text{m}$, 腹末端也明显更尖, 寄主烟粉虱腹部两侧出现深色胎粪(图 4: j)。预蛹经过只 $(0.95 \pm 0.20) \text{ d}$ 变成蛹, 蛹为离蛹, 黑色, 包裹在黑蛹外面的烟粉虱只剩一层空壳(图 4: k)。黑蛹位于中间, 头和胸部之间的缢缩明显, 体长 $(541.1 \pm 69.9) \mu\text{m}$, 头长 $(112.7 \pm 5.0) \mu\text{m}$, 几乎充满烟粉虱, 解剖出来的黑蛹体壁平滑, 有光泽, 头、眼、翅鞘、足鞘都清晰可见(图 4: l), 黑蛹经 $(4.88 \pm 0.80) \text{ d}$ 羽化为雌性成蜂。

2.2.3 双斑恩蚜小蜂雌蜂发育各阶段的测量: 用 CoolSNAP-Pro Version 4.1 配套软件对双斑恩蚜小蜂发育各阶段进行测量, 每个阶段统计 30 头个体, 结果见表 3。

表 3 双斑恩蚜小蜂雌蜂各发育阶段测量结果 $(M \pm SE, \mu\text{m})$

发育阶段	体长	体宽	头长	头宽
0~24 h 胚胎	120.6±5.9	43.2±5.3	—	—
24~48 h 胚胎	166.4±20.1	53.5±11.0	—	—
1 龄幼虫	182.3±25.3	46.5±7.9	22.1±6.0	34.7±9.1
2 龄幼虫	339.3±34.5	92.0±23.5	32.5±6.1	56.1±14.1
3 龄幼虫	577.3±67.2	192.7±18.1	39.7±12.7	111.4±17.3
预蛹	541.1±69.9	214.3±8.4	40.4±14.5	110.2±18.1
蛹	640.2±8.6	287.5±19.9	112.7±5.0	241.3±5.27
成蜂	514.2±114.4	245.9±46.7	137.2±14.9	229.5±14.2

3 讨论

Antony 对双斑恩蚜小蜂的生殖方式和发育

做了研究, 但没有报道此蜂的胚胎发育^[8]。目前也没有见到其它蚜小蜂胚胎发育的报道, 本研究首次对双斑恩蚜小蜂的胚胎发育进行了连续观察, 拍摄了每个胚胎发育阶段的照片。

双斑恩蚜小蜂是异律发育(heteronomous),即雌雄峰有不同的生殖方式和发育规律。其生殖方式是两性生殖产雌,雌蜂为初寄生蜂;孤雌生殖产雄且雄蜂为自复寄生,卵产在初寄生蜂的体表。这结果与 Antony 于 2004 发表的结果一致^[8]。

双斑恩蚜小蜂整个发育过程经卵、1~3 龄幼虫、预蛹、蛹最后羽化为成蜂,雌蜂从卵到成虫历期为(14.71±1.60) d, Antony 等结果是在 25~30℃,相对湿度 70%~75%条件下,雌蜂从卵到成虫历期为(12.70±2.10) d,因为 Antony 实验温度更高,所以发育历期更短^[8]。

在双斑恩蚜小蜂的胚胎发育中发现了胚外膜(extraembryonic membrane)的存在。据 Pedata 等报道,胚外膜可能直接参与了寄主免疫的抑制作用,恩蚜小蜂属中的 *Encarsia berlesei* 和 *Encarsia citrina* 2 个种在孵化时,可以从胚外膜上释放出畸形细胞,后者的作用是抑制寄主的免疫功能^[9]。有报道 *Encarsia partenopea*、*Encarsia coniugata* 和 *Encarsia berlesei* 3 种蚜小蜂不会形成胚外膜,它们早期的雌性胚胎发生非常相似,极体保留了好几个时期后才退化,然而伯恩蚜小蜂 *Encarsia pergandiella* 的极体不溶解,而是发育成一个绕胚的多倍体层,这个胚外层被称为滋养羊膜(trophamnion),它可能具有营养摄入或寄主免疫抑制功能。在某些情况下,滋养羊膜可能只与雌性发育有关而与雄性无关,异养的 *Encarsia porteri* 中,一层未知起源的细胞膜包围着发育中的雌性胚,而雄性则没有^[12]。

虽然在 1 头烟粉虱若虫中解剖到过 2 头蚜小蜂的 1 龄幼虫或 3 个胚胎,但没有在同 1 头烟粉虱若虫体内解剖到超过 1 头蚜小蜂的 2 龄

幼虫,说明即使有多头蚜小蜂同时寄生也只有 1 头能发育到 2 龄。这是竞争的结果,胜负取决于寄生蜂的竞争能力,先发育的寄生蜂会改变寄主的血淋巴成分,改变后的血淋巴就会阻止其它寄生蜂个体的发育^[13]。

Antony 认为蚜小蜂排泄到烟粉虱的胎粪数量可以作为区分雌雄蛹的依据,雌蜂蛹 1 对胎粪,雄蜂蛹因为是自复寄生,再排出 1 对胎粪,所以有 2 对胎粪^[8]。但本研究结果显示蚜小蜂雌蜂排泄胎粪时胎粪大多数都不聚集在一起,而是会分成大小不一的多个胎粪,即雌蜂会出现 2 对或 2 对以上胎粪,而且有时虫体两侧的胎粪数量会不同(图 4: k),所以蚜小蜂排泄出的胎粪数量难以作为区分雌雄蛹的依据。

参 考 文 献

1 邱宝利,任顺祥,吴建辉. 昆虫知识, 2005, 42(1): 64~67.

2 Headrick D. H., Bellows T. S., Perring T. M. *Entomol. Soc. Ame.*, 1999, **28**: 300~306.

3 Dornell D. M., Hunter M. S. *J. Insect Physiol.*, 2002 **48**: 487~494.

4 Gerling D., Rottenberg O., Bellows T. S. *Biol. Contr.*, 2004, **31**: 199~210.

5 Viscaret M. M., López S. N. *Biol. Contr.*, 2004, **30**: 236~241.

6 Pedata P. A., Garonna A. P., Zabatta A., Zeppa P., Romani R., et al. *J. Insect Physiol.*, 2003 **49**: 1 063~1 071.

7 Antony B., Palaniswami M. S., Henneberry T. J. *Environ. Entomol.*, 2003, **32**: 384~391.

8 Antony B., Palaniswami M. S., Kirk A. A., Henneberry T. J. *Biol. Contr.*, 2004 **30**: 546~555.

9 张桂芬,付守三. 河北农业大学学报, 1989, 12(2): 50~54.

10 昆虫学名词审定委员会. 昆虫学名词. 北京: 科学出版社, 2000. 238.

11 黄建. 中国蚜小蜂科分类. 重庆: 重庆出版社, 1994. 348.

12 Hunter M. S., Woolley J. B. *Ann. Rev. Entomol.*, 2001, **46**: 251~290.

13 Vinson S. B., Hegazi E. M. *J. Insect Physiol.*, 1998, **44**: 703~712.

超基因帮蝴蝶“变脸”

就像是伪装的大师,为了警告猎食者,一些无毒的蝴蝶往往会模拟有毒蝴蝶翅膀上的图案。但它们究竟是如何模仿得惟妙惟肖呢?

据美国《科学》杂志在线报道,研究人员曾推测,发生在模仿者身上的单独且不相干的突变使得他仝的图案与自己有毒的表亲非常类似。然而一项新的研究却表明,所有的蝴蝶都拥有一个“超基因”区域——这是昆虫用于合成各种成分的一系列几乎完全一样的基因,从而使它们能够任意变换翅膀的颜色。在此基础上,即便是最远的“表亲”也能够相互模拟。

图版Ⅲ 钱明惠等：双斑恩蚜小蜂的生殖方式及其在烟粉虱体内的发育（正文见 P397）

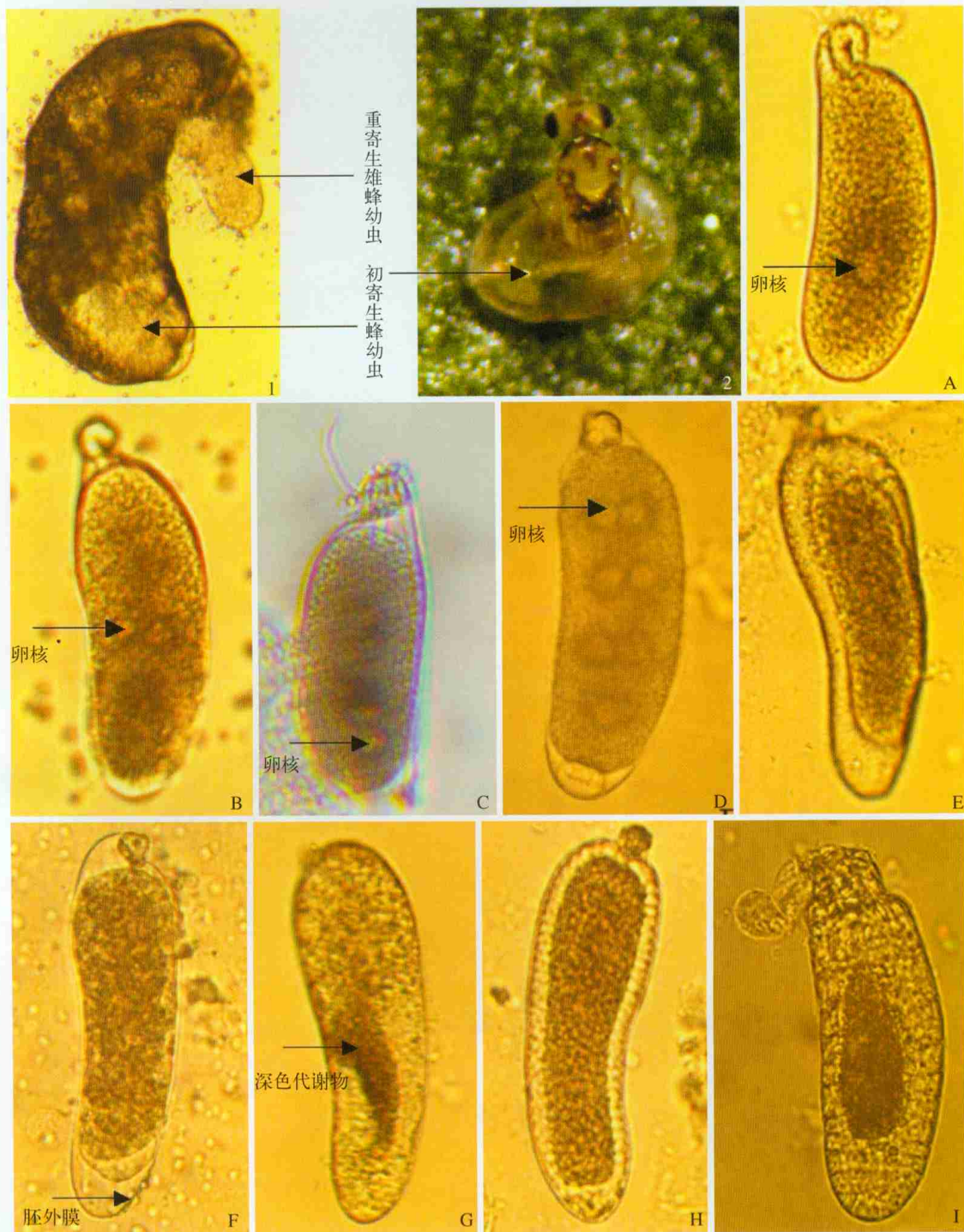


图 1. 烟粉虱体内的幼蜂

图 2. 正在产卵的孤雌重寄生

图3 (A~I). 双斑恩蚜小蜂的胚胎发育: A~D. 0~6 h胚胎 (A. 1核胚胎, B. 2核胚胎, C. 4核胚胎, D. 8核胚胎) E. 6~9 h胚胎(2胚层) F. 9~12 h胚胎(3胚层) G. 12~24 h胚胎 H. 24~36 h胚胎 I. 36~48 h胚胎

图版IV 钱明惠等：双斑恩蚜小蜂的生殖方式及其在烟粉虱体内的发育（正文见 P397）



图4 (a~l). 双斑恩蚜小蜂的胚后发育: a. 1龄幼虫初期 b. 1龄幼虫末期 c. 2龄幼虫初期 d~f. 2龄末3龄初期 (d. 即将蜕皮 e. 正在蜕皮 f. 蜕皮结束) g. 3龄幼虫初期 h. 3龄幼虫末期 (C形) i. 3龄幼虫末期 j. 烟粉虱体内的蚜小蜂预蛹 k. 烟粉虱体内的蚜小蜂蛹 l. 蛹

图版V 王余勇等：胸窗萤的生殖习性(正文见 P415)

A. 竞争行为 B. 交配

