寄主植物对桉树枝瘿姬小蜂生物学特性的影响*

朱方丽[1] 韩鹏飞[1] 任顺祥[1]** 彭正强[2] 万方浩[3]

(1. 华南农业大学资源昆虫学系 教育部生物防治工程研究中心 广州 510640;
2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所 海南省热带农业有害生物检测监控重点实验室 儋州 571737;
3. 中国农业科学院植物保护研究所 植物病虫害生物学国家重点实验室 北京 100081)

摘 要 桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle 是桉属(*Eucalyptus*)植物的重要枝叶害虫。自 2007 年在我国发现以来,对广西、海南及广东地区的桉树种植已造成严重危害。本文在野外调查的基础上,研究了海南和广东地区共 5 种桉树上桉树枝瘿姬小蜂的虫体大小、寿命及怀卵量。结果表明,桉树品种能够显著影响桉树枝瘿姬小蜂的虫体大小;用 40% 蜂蜜水进行补充营养时,不同寄主植物上桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命差异显著,而桉树枝瘿姬小蜂雄虫在不同寄主间无显著性差异;不同寄主植物上桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的怀卵量不同,并且随着日龄的延长,其怀卵量呈现上升的趋势。

关键词 桉树枝瘿姬小蜂,寄主植物,虫体大小,寿命,怀卵量

Effect of host plants on adult biology of *Leptocybe invasa*

ZHU Fang-Li[1] HAN Peng-Fei[1] REN Shun-Xiang[1]** PENG Zheng-Qiang[2] WAN Fang-Hao[3]

(1. Department of Entomology, South China Agricultural University, Engineering Research Center of Biological Control, Ministry of Education, Guangzhou 510640, China;
2. Environment and Plant Protection Institute, CATAS, Key Laboratory for Baleful Biology Detection and Monitor of Tropical Agriculture of Hainan Province, Danzhou 571737, China;
3. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, The State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Beijing 100081, China)

Abstract The blue gum chalcid, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, is a serious pest of *Eucalyptus* spp. This pest was described as a new genus and species in 2004. It was first recorded in Guangxi Province in 2007, after which it spread to Hainan and Guangdong Province. This paper describes the adult biology of *L. invasa* on different host plants. There are significant differences in the body size of *L. invasa* on different hosts and the lifespan of female, but not male, wasps provided with 40% honey-water solution was significantly different to that of the control. The number of fertile eggs of female wasps on different hosts was also different, and tended to increase with increasing lifespan.

Key words *Leptocybe invasa*, host plant, insect body, longevity, number of impregnated eggs

桉树是桃金娘科(Myrtaceae)桉树属(*Eucalyptus*)植物的总称。它具有速生、丰产优质、用途广泛、适应性强、萌芽力强、繁殖容易、轮伐期短、利用效率高、经济价值高等特点,是世界著名的速生树种。桉树于 19 世纪引入我国,在我国华南及西南地区大面积种植,是重要的速生丰产林及园林绿化树种(赵丹阳等,2008),目前其种植面积超过 170 万 hm^2,估计 2010 年将接近 250 万 hm^2(于福科等,2009)。

桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle 是桉属植物的重要枝叶害虫,属膜翅目 Hymenoptera,姬小蜂科 Eulophidae,于 2004 年确定为新属新种(Mendel *et al.*, 2004)。桉树枝瘿姬小蜂起源于澳大利亚,2000 年于中东地区及地中海沿岸国家首次记述(Mendel *et al.*, 2004; Fatih, 2006)。现已在地中海地区广泛定殖(Arzone and

* 资助项目:广东省林业科技创新专项资金项目(2010KJCX015-01)、国家重点基础研究发展计划("973"计划)项目(2009CB119203)。
** 通讯作者,E-mail: rensxcn@yahoo.com.cn
收稿日期:2010-11-12,接受日期:2011-01-31

Alma，2000; Viggiani *et al.*，2000; Aytar，2003; Pujade-Villar and Riba-Flinch，2004; Ramadan，2004; Dogǎnlar，2005)，并迅速扩散至亚洲、非洲、欧洲以及北美洲等地区的 26 个国家(Almatni and Mayhoob，2005; Branco *et al.*，2006; CABI，2007; Nyeko *et al.*，2007)。该害虫已成为国际上高度重视的桉树危险性害虫。2007 年，在我国广西壮族自治区东兴县首次发现桉树枝瘿姬小蜂，迄今已扩散到广西、海南、广东 3 个省(区)(唐超等，2008)，先后被桂、琼、粤、闵 4 个省(区)列为补充检疫对象。

桉树枝瘿姬小蜂危害桉属树木的嫩枝，在嫩茎、叶柄、叶脉处产生虫瘿。严重侵染可导致叶、枝变形，树木生长迟缓，在新植桉林和苗圃地危害严重。虫口密度高时可致叶片枯萎凋落、枝干布满虫瘿导致畸形、影响生长，危害特别严重时可导致植株死亡。在以色列，由于该虫的危害已经停止种植赤桉(Mendel *et al.*，2004)。

不同的桉树品种由于形态特征和生理生化性质的不同，受桉树枝瘿姬小蜂的危害程度也不同。国内外已有不少关于桉树品种对桉树枝瘿姬小蜂的抗性研究报道(Mendel *et al.*，2004; 唐超等，2008; 赵丹阳等，2008)。根据唐超等(2008)的调查发现，桉树枝瘿姬小蜂在海南地区主要危害尾赤桉(*E. urophylla* × *E. camadulensi*)、尾叶桉(*E. urophylla*)以及隆缘桉(*E. emserta*)。本文选取了海南和广东两省共 5 种易感桉树品系，研究了不同桉树品种上桉树枝瘿姬小蜂的虫体大小、怀卵量以及寿命，为应用抗性品种防治桉树枝瘿姬小蜂的研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试寄主植物 供试桉树分别为生长在海南地区的尾赤桉(*E. urophylla* × *E. camadulensi*)、尾叶桉(*E. urophylla*)以及隆缘桉(*E. emserta*)，广东地区生长的隆缘桉(*E. emserta*)和小果灰桉(*E. propinqua*)。

1.1.2 供试昆虫 在广东和海南地区进行调查时，从野外采集不同桉树上被桉树枝瘿姬小蜂为害的桉树枝条，放入事先用昆虫针扎孔通气的封口袋内(60 cm × 40 cm)，放置在室温(26 ± 2) ℃条件下，收集羽化 12 h 内的桉树枝瘿姬小蜂用作试验。

1.1.3 蜂蜜 试验中使用的蜂蜜为广州市宝生园有限公司生产的百花蜜。

1.2 试验方法

1.2.1 虫体大小 将不同桉树品种上羽化的桉树枝瘿姬小蜂放入 95% 的酒精内。在体视镜(30 倍)下分别测量虫体的长、宽和后足胫节的长度(mm)。桉树枝瘿姬小蜂雌虫和雄虫各测定 30 头。

1.2.2 蜂蜜水浓度的筛选 收集尾赤桉上羽化的桉树枝瘿姬小蜂雌成虫，每 10 头雌成虫放入一支玻璃试管(15 mm × 95 mm)中饲养，设置 3 次重复，每天观察 2 次并记录活虫的数量，直至全部死亡。蜂蜜水浓度的设置为清水、5%、10%、20%、30%、40% 和 50%。

1.2.3 寿命 在玻璃试管中放入 5 种不同桉树上羽化的桉树枝瘿姬小蜂，分别喂以清水和 40% 的蜂蜜水。在尾赤桉(*E. urophylla* × *E. camadulensi*)上羽化的桉树枝瘿姬小蜂设 5 个食物处理，分别为无食物、清水、40% 的蜂蜜水、*E. urophylla* 嫩叶以及 *E. urophylla* 嫩叶 + 40% 的蜂蜜水。以上每个处理均设 3 次重复。每天 2 次观察记录姬小蜂的存活数量，直至全部死亡。

1.2.4 怀卵量 收集不同桉树上羽化的桉树枝瘿姬小蜂雌成虫，每 10 头雌成虫放入一支玻璃试管(15 mm × 95 mm)中，用 40% 的蜂蜜水作为食料进行饲养。在桉树枝瘿姬小蜂雌成虫羽化后的第 1 天、第 3 天、第 5 天、第 7 天及第 9 天，分别取 30 头活虫放入生理盐水内，在体视镜下解剖，并记录怀卵量。

1.3 试验条件与数据分析

试验在温度可控的室温内进行，温度为(26 ± 2) ℃，RH 70% ~ 80%。采用 SAS 9 软件分析数据，不同处理的多重比较采用 Duncan's 分析，图表在 Excel 中制作。

2 结果与分析

2.1 桉树品种对桉树枝瘿姬小蜂虫体大小的影响

不同桉树上桉树枝瘿姬小蜂的虫体大小见表 1。试验结果表明，寄主植物显著影响桉树枝瘿姬小蜂的虫体大小，除姬小蜂雄成虫体宽外，不同品

种间的其他参数均差异显著。生长在海南隆缘桉上的桉树枝瘿姬小蜂体型最大,雌成虫的体长、体宽和后足胫节长分别为(1.49 ±0.03) mm、(0.40 ±0.01) mm 和(0.32 ±0.02) mm;雄成虫的体长、体宽和后足胫节长分别为(1.26 ±0.02) mm、(0.33 ±0.01) mm 和(0.25 ±0.00) mm,除雄成虫的体宽外,其他参数均显著大于其他品种。总体上来讲,生长在广东隆缘桉上的桉树枝瘿姬小蜂成虫体型最小,其雌雄成虫的体长、体宽和后足胫节长分别为(1.03 ±0.03) mm、(0.27 ±0.01) mm、(0.22 ±0.00) mm 和(0.99 ±0.01) mm、(0.25 ±0.01) mm、(0.20 ±0.01) mm。分析生长在海南和广东两个地区隆缘桉上的桉树枝瘿姬小蜂虫体发现,海南地区桉树枝瘿姬小蜂的体长、体宽和后足胫节长均大于广东地区的桉树枝瘿姬小蜂。

表 1　不同桉树上桉树枝瘿姬小蜂的虫体大小

Table 1　The length, width and hind tibia length of *Leptocybe invasa* on five *Eucalyptus* spp.

品种 Species		雌虫 Female			雄虫 Male		
		体长 Length	体宽 Width	胫节长 Hind tibia length	体长 Length	体宽 Width	胫节长 Hind tibia length
海南 Hainan	尾赤桉 (*E. urophylla* × *E. camadulensi*)	1.19 ±0.03bc	0.32 ±0.01b	0.24 ±0.00b	1.07 ±0.02b	0.37 ±0.10a	0.22 ±0.00b
	隆缘桉 (*E. emserta*)	1.49 ±0.03a	0.40 ±0.01a	0.32 ±0.02a	1.26 ±0.02a	0.33 ±0.01a	0.25 ±0.00a
	尾叶桉 (*E. urophylla*)	1.27 ±0.01b	0.33 ±0.00b	0.21 ±0.01c	1.09 ±0.02b	0.29 ±0.00a	0.20 ±0.01c
广东 Guangdong	小果灰桉 (*E. propinqua*)	1.14 ±0.01c	0.32 ±0.00b	0.25 ±0.00b	1.02 ±0.01c	0.27 ±0.00a	0.21 ±0.01bc
	隆缘桉 (*E. emserta*)	1.03 ±0.03d	0.27 ±0.01c	0.22 ±0.00bc	0.99 ±0.01c	0.25 ±0.01a	0.20 ±0.01c
	MS	0.0897	0.0060	0.0054	0.0322	0.0064	0.0012
	F, *df*	43.39, 4	40.75, 4	24.37, 4	50.51, 4	1.08, 4	13.05, 4
	P	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.4286	0.0014

注: 同一列中凡具有不同字母者,表示在 0.05 水平上差异显著(DMRT 法)。下表同。

Data followed by different letters in the same column indicate significantly different by Duncan's multiple range at 0.05 level. The same below.

桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的体长与体宽间,体长和后足胫节间,以及体宽和后足胫节间均存在显著的正相关($R_{体长:体宽}$ = 0.9794, $R_{体长:后足胫节长}$ = 0.8479, $R_{体宽:后足胫节长}$ = 0.8414);雄成虫的体长与后足胫节间存在显著的相关性($R_{体长:后足胫节长}$ = 0.8862),而体长与体宽间,以及体宽和后足胫节间不存在显著的相关性($R_{体长:体宽}$ = 0.5357, $R_{体宽:后足胫节长}$ = 0.6107)。

2.2　蜂蜜水浓度的筛选

蜂蜜水浓度对尾赤桉上桉树枝瘿姬小蜂雌成虫寿命的影响见图 1。试验结果表明,雌成虫在不同蜂蜜水浓度处理下的寿命存在显著差异。清水和 5% 蜂蜜水间无显著性差异,雌成虫的寿命分别为 2.70 和 2.98 d;随着蜂蜜水浓度的增加,雌成虫的寿命呈现延长趋势,当蜂蜜水浓度达到 50% 时,雌成虫的寿命不再延长,其寿命(10.27 d)与 40% 蜂蜜水处理下的寿命(10.62 d)间无显著性差异。

2.3　桉树品种对桉树枝瘿姬小蜂寿命的影响

不同桉树上桉树枝瘿姬小蜂寿命见表 2。由表 2 可以看出,不同桉树上姬小蜂雌成虫的寿命存在显著差异。用清水饲喂时,在尾赤桉羽化的桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命最长,为 2.70 d,在广东隆缘桉和小果灰桉上羽化的雌成虫寿命最短,为 1.50 和 1.47 d。用 40% 蜂蜜水饲喂时,在尾赤桉和广东隆缘桉上的寿命分别最长和最短,为 10.67 和 2.86 d。经 *t* 检验可知,补充营养(40% 蜂蜜水)显著延长了桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命。

桉树枝瘿姬小蜂雄成虫的寿命受桉树品种的影响不大,用清水饲喂时,其寿命均短于 2 d。经 *t* 检验可知,用 40% 蜂蜜水补充营养,可以显著延长桉树枝瘿姬小蜂雄成虫的寿命,其寿命在 5 种桉树品种上延长了 2 ~ 3 d。

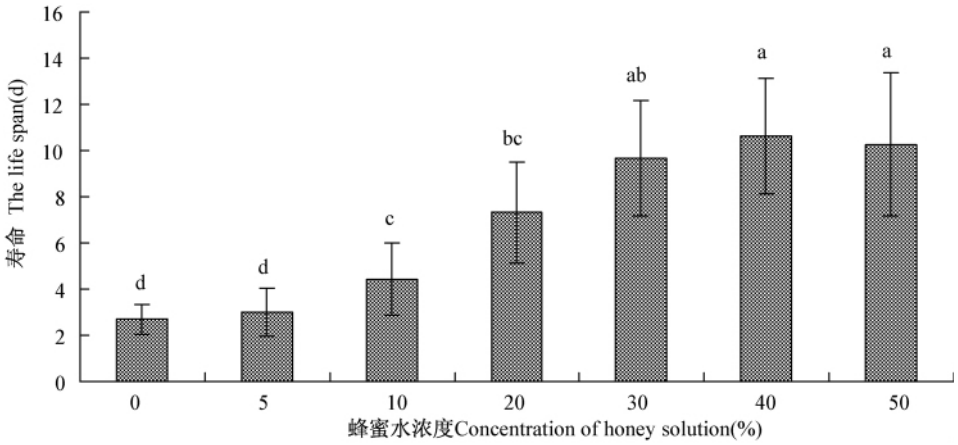

图 1 不同浓度蜂蜜水对桉树枝瘿姬小蜂雌成虫寿命的影响

Fig. 1 Effect of life span of adult female of *Leptocybe invase* under different concentrations of honey solution

注: 不同字母表示在 0.05 水平上差异显著(DMRT 法) 。

Bars with different letters represent significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range.

表 2 不同桉树上桉树枝瘿姬小蜂的寿命

Table 2 The life span of *Leptocybe invasa* on five *Eucalyptus* spp.

	品种 Species	雌成虫 Female		雄成虫 Male	
		清水 Water	40% 蜂蜜水 Honey solution	清水 Water	40% 蜂蜜水 Honey solution
海南品种 Hainan	尾赤桉 (*E. urophylla* × *E. camadulensi*)	2.70 ± 0.39a	10.67 ± 1.67a	1.99 ± 0.14a	4.76 ± 0.33a
	隆缘桉 (*E. emserta*)	1.63 ± 0.19b	5.85 ± 0.33b	1.60 ± 0.10ab	3.48 ± 0.24a
	尾叶桉 (*E. urophylla*)	2.07 ± 0.12ab	4.75 ± 0.23bc	1.87 ± 0.12a	3.39 ± 0.22a
广东品种 Guangdong	小果灰桉 (*E. propinqua*)	1.47 ± 0.07b	4.63 ± 0.26bc	1.26 ± 0.10b	3.75 ± 0.83a
	隆缘桉 (*E. emserta*)	1.50 ± 0.10b	2.86 ± 0.10c	1.19 ± 0.09b	3.48 ± 0.44a
	MS	0.81	26.14	0.39	0.97
	F, *df*	5.38, 4	14.72, 4	8.44, 4	1.18, 4
	P	0.0211	0.0009	0.0057	0.3898

桉树枝瘿姬小蜂雌雄成虫的寿命与虫体大小间无显著相关性(雌成虫体长、体宽及后足胫节长与寿命的 *R* 值分别为 0.2302, 0.2590 和 0.1656; 雄成虫体长、体宽及后足胫节长与寿命的 *R* 值分别为 −0.1619, 0.7256 和 0.1047) 。

2.4 不同食物对桉树枝瘿姬小蜂存活模式的影响

尾赤桉上不同食物对桉树枝瘿姬小蜂雌成虫存活曲线的影响见图 2。从图 2 可知, 不同的食物能够显著影响桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命。饲喂清水、嫩叶, 或者无食物时, 桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命较短, 均短于 5 d。饲喂嫩叶 + 40% 蜂蜜水或 40% 蜂蜜水时, 桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命分别显著延长至 10 和 17 d, 补充营养能够显著延长雌成虫的寿命。

2.5 桉树品种对桉树枝瘿姬小蜂雌成虫怀卵量的影响

不同桉树上桉树枝瘿姬小蜂的怀卵量见图 3。在海南的 3 种桉树品种上, 随着桉树枝瘿姬小蜂雌成虫日龄的延长, 怀卵量逐渐增加; 但在广东的

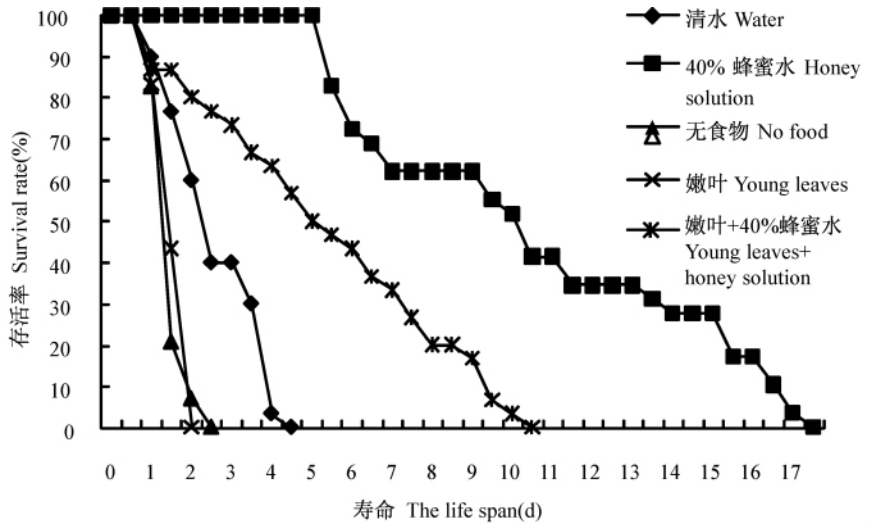

图 2　尾赤桉上枝瘿姬小蜂雌成虫饲喂不同食物时的存活曲线

Fig. 2　Survival patterns of *Leptocybe invasa* from *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus camadulensi* as related to food possibilities

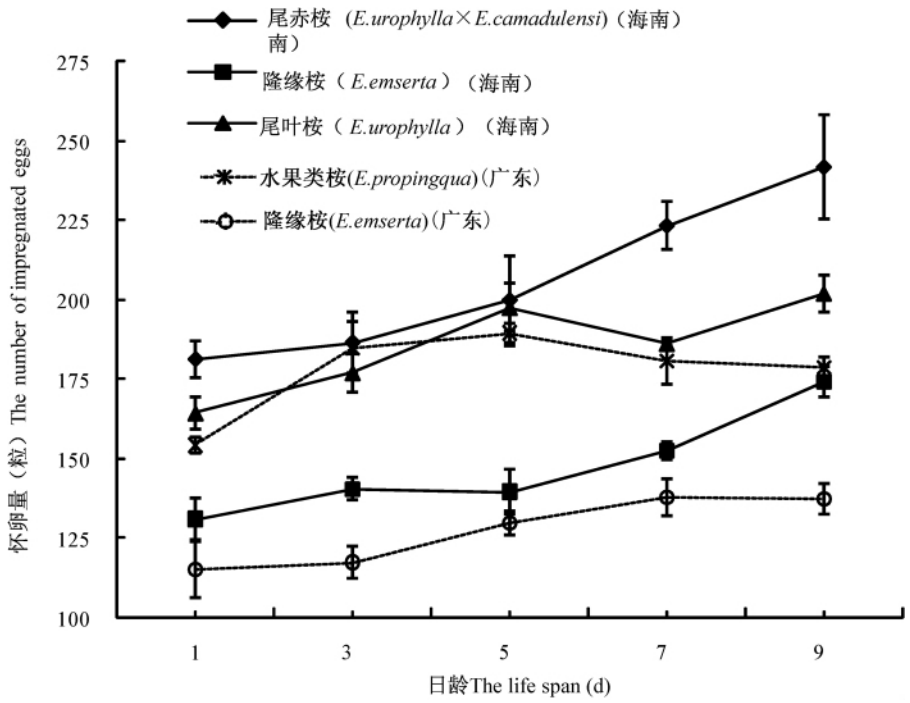

图 3　不同桉树品种上桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的怀卵量

Fig. 3　The number of impregnated eggs on five *Eucalyptus* spp.

2 个桉树品种上，桉树枝瘿姬小蜂雌成虫日龄大于 5 d 后，怀卵量趋于稳定。在广东和海南地区的小叶桉上，日龄 1 d 的雌成虫的怀卵量间不存在显著性差异（$F = 16.10$，$df = 4$，$P = 0.0007$），分别为 114.97 粒和 130.90 粒，日龄 9 d 的怀卵量间差异显著（$F = 27.40$，$df = 4$，$P = 0.0001$），分别为 137.13 粒和 174.17 粒。

分析桉树枝瘿姬小蜂雌成虫体长、体宽、后足胫节与怀卵量间的相关性发现，怀卵量与虫体参数间不存在显著相关性，R 值分别为 0.0533，

0.0823 和 -0.2584。

3 结论与讨论

寄主植物能够显著影响桉树枝瘿姬小蜂雌雄成虫的虫体大小。5 种寄主桉树中,生长在海南隆缘桉上的雌成虫(体长 = (1.49 ± 0.03) mm,体宽 = (0.40 ± 0.01) mm,后足胫节长 = (0.32 ± 0.02) mm)个体最大,在广东隆缘桉上的雄成虫(体长 = (0.99 ± 0.01) mm,体宽 = (0.25 ± 0.01) mm,后足胫节长 = (0.20 ± 0.01) mm)个体最小。不同地区同种寄主(隆缘桉)上的桉树枝瘿姬小蜂的个体大小差异明显,海南地区的姬小蜂体型显著大于广东地区,这说明不同地区之间,气候条件也可能是影响虫体大小的因素之一。Protasov 等(2007)对桉树致瘿蜂 *Ophelimus maskelli* 的研究发现,桉树致瘿蜂后胫节长度与体躯长度之间存在明显的正相关关系($R^2 = 0.7855$),这与本文的研究结果一致。桉树枝瘿姬小蜂雌雄成虫的体长与后足胫节间均存在显著的正相关($R_{雌成虫} = 0.8479$, $R_{雄成虫} = 0.8862$)。

寄主植物显著影响桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命,而对雄成虫的寿命影响不大。用清水饲喂时,桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的寿命在尾赤桉(2.70 ± 0.39 d)上最长,在广东隆缘桉(1.50 ± 0.10 d)和小果灰桉(1.50 ± 0.10 d)上最短。用 40% 的蜂蜜水饲喂时,雌成虫的寿命在尾赤桉最长(10.67 ± 1.67) d,在广东隆缘桉上最短(2.86 ± 0.10) d。饲喂蜂蜜水能够显著延长雌雄成虫的寿命。这与前人的研究结果一致,即补充营养能显著延长桉树叶瘿蜂 *Ophelimus eucalypti*、刺桐姬小蜂 *Quadrastichus erythrinae* Kim 以及枹栎象 *Curculio haroldi* Faust 成虫的寿命(Withers *et al.*, 2000; 耿晓红,2008; 高旭等,2009; 赵丹阳等,2009)。在自然条件下,桉树枝瘿姬小蜂可以通过取食寄主植物上的花粉、花蜜或植物渗出物延长寿命。

尾赤桉上羽化的桉树枝瘿姬小蜂雌成虫,第 1 天的平均怀卵量为 181.0 粒,随着雌成虫日龄的增加,怀卵量呈现上升的趋势,第 9 天时,其平均怀卵量达到 241.5 粒。其它桉树品种上羽化的桉树枝瘿姬小蜂雌成虫,其第 1 天平均怀卵量均大于 129.7 粒。赵丹阳等(2008)研究了不同食料对尾赤桉上羽化的桉树枝瘿姬小蜂雌成虫怀卵量的影响,发现不同食物处理对桉树枝瘿姬小蜂的怀卵量无明显影响,在饲喂 50% 蜂蜜水下,其平均最大怀卵量为 71.6 粒。这与本研究的结果不一致。

不同寄主植物为桉树枝瘿姬小蜂生长发育提供的营养等存在差异,导致了雌虫体内怀卵量的不同。不同寄主植物上雌成虫怀卵量由多到少顺次为:尾赤桉 > 尾叶桉 > 小果灰桉 > 海南隆缘桉 > 广东隆缘桉。分析广东和海南 2 个地区桉树枝瘿姬小蜂的怀卵量发现,海南地区 3 个品种上的雌成虫怀卵量随成虫日龄的增加逐渐增大,而广东地区 2 个品种上雌成虫的怀卵量随着成虫日龄的增加开始时呈现上升的趋势,但当日龄达到 5 d 以后,其怀卵量趋于稳定。造成这种差异的原因除寄主植物本身的影响外,也可能与气候有关,这还有待进一步研究。

参考文献(References)

Almatni W, Mayhoob M, 2005. Eucalyptus gall-wasp *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Eulophidae: Hymenoptera), a new insect in the Mediterranean region and Syria. *Arab and Near East Plant Protection Newsletter*, *FAO*, 40: 38.

Arzone A, Alma AA, 2000. Eulofide galligeno dell´Eucalipto in Italia. *Iformatore Fitopatologico*, 50(12): 43—46.

Aytar F, 2003. Natural biology, distribution and control method of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hym., Eulophidae), *Eucalyptus* gall wasp in Turkey. *DOA Dergisi* (*J. DOA*), 9: 47—66.

Branco M, Valente MC, Franco JC, Mendel Z, 2006. Survey of *Eucalyptus* gall wasps (Hymenoptera: Eulophidae) in Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32(2): 199—202.

CABI, 2007. *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle. Distribution Maps of Pests. 698.

Dogǎnlar O, 2005. Occurrence of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, 2004 (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophidae) on *Eucalyptus camaldulensis* in Turkey, with description of the male sex. *Zoology in the Middle East*, 35: 112—114.

Fatih A, 2006. Natural history, distribution and hosts of *Eucalyptus* gall wasps in Turkey. Poster prester presentation, Ⅷth European Congress of Entomology. Izmir, Turkey. 17—22.

高旭,曹林,肖治术,潘红春,2009. 补充营养对枹栎象成虫寿命的影响. 昆虫知识,46(5): 718—722.

耿晓红,2008. 刺桐姬小蜂生物学和生态学特性研究. 硕士学位论文. 福州: 福建农林大学.

Mendel Z, Protasov A, Fisher N, La Salle J, 2004.

Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. *Australin Journal of Entomology*, 43: 101—113.

Nyeko P, Mutitu EK, Day R, 2007. Farmer' knowledge, perceptions and management of the gall-forming wasp, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Eucalyptus* species in Uganda. *International Journal of Pest Management*, 53(2): 111—119.

Protasov A, La Salle J, Blumberg D, Brand D, Saphir N, Assael F, Fisher N, Mendel Z, 2007. Biology, revised taxonomy and impact on host plants of *Ophelimus maskelli*, an invasive gall inducer on *Eucalyptus* spp. in the Mediterranean Area. *Entomology*, 35(1): 50—76.

Pujade-Villar J, Riba-Flinch J, 2004. Dos especies Australianas de eulofidos, muyñda inas para *Eucalyptus* spp., introducidas en el nordeste Ibérico (Hymenoptera: Eulophidae). *Boletin de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 35: 299—301.

Ramadan HM, 2004. Morphological characteristics and distribution of *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae) a gall wasp of *Eucalyptus* new for Egypt Alexandria. *Journal of Agricultural Reserch*, 49: 59—63.

唐超,王小君,万方浩,任顺祥,彭正强,2008. **桉树枝瘿姬小蜂入侵海南省**. **昆虫知识**, 45(6): 967—971.

Viggiani G, Laudonia S, Bernardo U, 2000. The increase of insect pests in *Eucalyptus*. *Informatore-Agrario*, 58(12): 86—87.

Withers TM, Raman A, Berry JA, 2000. Host range and biology of *Ophelimus eucalypti* (Gahan) (Hym.: Eulophidae), a pest of New Zealand eucalypts. *New Zealand Plant Protection*, 53: 339—344.

于福科,黄新会,王克勤,段昌群,2009. **桉树人工林生态退化与恢复研究进展**. **中国生态农业学报,**17(2): 393—398.

赵丹阳,徐家雄,林明生,邱焕秀,钟镇奎,陈沐荣,黄木养,陈瑞屏,2008. **桉树枝瘿姬小蜂危害后桉树损失量测定**. **广东林业科技,**24(6): 58—60.

赵丹阳,徐家雄,邱焕秀,林明生,陈沐荣,方天松,黄木养,邱芝章,钟镇奎,陈瑞屏,2009. **不同食料对桉树枝瘿姬小蜂雌成虫发育历期和怀卵量的影响**. **广东林业科技,**25(3): 16—19.

环(1997)在对中蜂 *Apis cerana cerana* 的形态解剖一文中提到前胃的前端有胃嘴,呈"X"形结构,由4个三角唇瓣组成。Serrão(2001,2005,2007)分别对蜜蜂科的94种和遂蜂科的13种前胃结构进行了比较研究。Blatt 和 Roces(2002)研究了蜜蜂前胃对食物质量和数量的控制。蒋学建(2005)在川硬皮肿腿蜂 *Scleroderma sichuanensis* 雌蜂成虫的消化系统中对其前胃进行了简单描述。Bution 等(2010)对蚁类的前胃结构进行了研究。

虽然许多学者对蜜蜂前胃的形态结构进行了研究,但主要着重于前胃的结构、过滤作用以及对花粉粒进入胃的作用过程。本文采用光镜和扫描电镜对意大利工蜂 *Apis mellifera ligustica* L. 的前胃瓣的形态结构进行解剖观察,对其结构尺寸进行了测量,从理论上进一步估测前胃开口的最大孔径,以及前胃瓣上毛状结构的种类、形态、分布特点等,并分析前胃的各种结构在履行其功能时所起的作用。本文不仅探讨了意大利工蜂前胃的结构和功能,同时也为昆虫形态学和昆虫分类学提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　实验材料

意大利工蜂由山西省农业科学研究院园艺研究所蜂场提供。

1.2　方法

随机选取10只意大利工蜂,在XTL-Ⅱ型照相体视显微镜下解剖,取其前胃,并在OlympusMVX10解剖镜下观察照相;再取10只意大利工蜂,将其前胃剪开用0.2 mol/L磷酸盐缓冲液冲洗,洗去消化道内容物,用2.5%戊二醛固定2 h,锇酸固定1 h,经乙醇梯度脱水,叔丁醇置换,冰冻干燥,镀金,S-570扫描电镜观察拍照。

2　结果与分析

2.1　光学显微镜下的结构

意大利工蜂的前胃包括前胃瓣(proventricular fold,Pf)和前胃管(stomodeal valve,Sv)两部分(图1),前胃瓣,位于中肠(midgut,Mg)的前端,其头部伸入蜜囊(crop,Cr)中,呈球形(图版Ⅰ:1),直径约0.6~0.7 mm;前胃管插入中场约为5 mm,其直径约为0.01~0.02 m(10~20 μm),该管较为柔软(图1)。俯视,前胃瓣的前端由4个瓣组成,合拢呈"+"字形,张开后可看的每瓣的前端为三角形(图版Ⅰ:2),其边缘为棕黄色的毛状结构(hair)(图版Ⅰ:2,3,4)。解剖并将其展开,可看到4个相同的"矢"形结构(arrow frame)并行排列(图版Ⅰ:3)。每个瓣片长约0.8 mm(图2),箭头

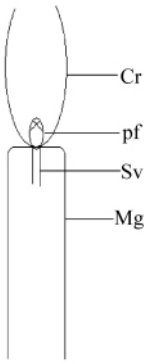

图1　意大利工蜂前胃示意图

Fig.1　The sketch map of proventriculus

Cr: 蜜囊(crop);Pf: 前胃瓣(provent-ricular fold);Sv: 前胃管(stomodeal valve);Mg: 中肠(midgut)

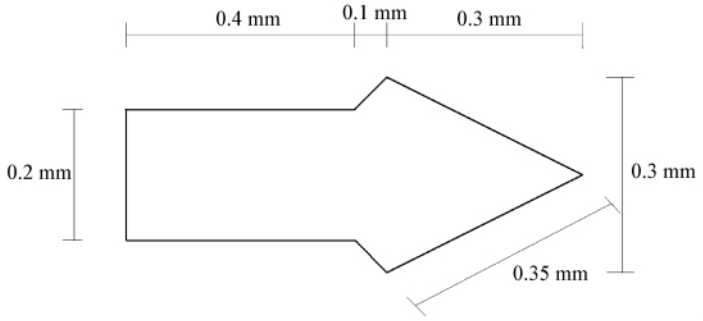

图2　意大利工蜂前胃瓣片示意图

Fig.2　The sketch map of the lip