

刺桐姬小蜂生物学特性研究

焦 懿*, 陈志麟, 余道坚, 康 林, 杨伟东, 陈枝楠, 陈小英

(深圳检验检疫局动植物检验检疫技术中心, 广东深圳 518010)

摘要:刺桐姬小蜂 *Quadrastichus erythrinae* Kim 是新近发现的重要检疫性有害生物, 在新加坡、毛里求斯、留尼汪、中国台湾、美国夏威夷和中国大陆深圳对刺桐属植物造成严重危害。本文结合田间观察和室内实验对刺桐姬小蜂生物学特性进行了较为系统的研究。结果表明: 刺桐姬小蜂成虫活动与温度、光照密切相关。补充营养能显著延长雌成虫寿命, 但对雄成虫寿命无影响。成虫性比随环境温度变化而变化。该虫的平均怀卵量为 275.8 粒, 30℃ 时成虫的产卵量和产卵率最高, 分别为 203.63 粒和 73.83%。发育起点温度和世代有效积温分别为 13.37℃ 和 458.27 日·度。温度与发育历期呈显著的负相关 ($r^{**} = -0.9161$)。

关键词:刺桐姬小蜂; 刺桐属植物; 发育起点温度; 发育历期; 生活习性

中图分类号: Q968 **文献标识码:** A **文章编号:** 0454-6296(2007)01-0046-05

Bionomics of the erythrina gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim (Hymenoptera: Eulophidae)

JIAO Yi*, CHEN Zhi-Lin, YU Dao-Jian, KANG Lin, YANG Wei-Dong, CHEN Zhi-Nan, CHEN Xiao-Ying
(The Technic Center of Animal and Plant Inspection and Quarantine, Shenzhen Inspection and Quarantine Bureau, Shenzhen, Guangdong 518010, China)

Abstract: The erythrina gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim, is an important quarantine pest. It has caused severe damage in Singapore, Mauritius, Reunion, American Hawaii, Chinese Taiwan, and recently in Chinese continental Shenzhen. The bionomics of the erythrina gall wasp was systematically observed and studied both in field and in the laboratory. The results indicated that adult activity, longevity, mating and oviposition of the wasp were related significantly to temperature and light, in which they were living. The female longevity was prolonged by supplementary nutrition, but the male not. The sex ratio also changed with environmental temperature. The average number of eggs born per female were 275.8. The fecundity and the oviposition rate, highest at 30℃, were 203.63 eggs and 73.83%, respectively. The thermal threshold and the effective accumulated temperature for the development were 13.37℃ and 458.27 degree-days respectively. The developmental duration was interrelated negatively with temperature ($r^{**} = -0.9161$).

Key words: Erythrina gall wasp; coral tree; thermal threshold; developmental duration; behavior

刺桐姬小蜂 *Quadrastichus erythrinae* Kim 属膜翅目(Hymenoptera)姬小蜂科(Eulophidae)胯姬小蜂属 *Quadrastichus* (焦懿等, 2006), 是一种重要的致瘿昆虫, 目前已知分布于新加坡、毛里求斯、留尼汪(Kim *et al.*, 2004), 中国台湾(Yang *et al.*, 2004)和美国夏威夷(Ronald *et al.*, 2005)等地。该虫专门为害刺桐属 *Erythrina* spp. 植物。雌虫产卵于寄主新叶、叶柄、嫩枝或幼芽表皮组织内, 幼虫孵出后取食叶肉组

织, 引起叶肉组织畸变, 受害部位逐渐膨大, 形成虫瘿(黄蓬英等, 2005; 吴伟坚等, 2006)。刺桐姬小蜂在中国大陆过去未见有分布报道, 2005 年 7 月, 广东省深圳地区首次发现其为害杂色刺桐 *Erythrina variegata*, 进一步调查证明在深圳栽培的 4 种刺桐, 即杂色刺桐、金脉刺桐 *Erythrina variegata* var. *orientalis*、鸡冠刺桐 *Erythrina cristagalli* 和龙牙花 *Erythrina corallodendron* 均受其严重为害。由于该虫

基金项目: 国家质量监督检验检疫局资助项目(2006IK228)

作者简介: 焦懿, 男, 1963 年生, 云南罗平人, 博士, 主要从事检疫性害虫研究工作, E-mail: jiaoyi111@yahoo.com.cn

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: jiaoyi111@yahoo.com.cn

收稿日期 Received: 2006-03-02; 接受日期 Accepted: 2006-11-05

的发生和为害十分严重且防治困难,国家有关部门对这一疫情高度重视。2005 年 8 月 29 日,农业部、国家林业局和国家质检总局联合发布疫情公报(第 538 号),将刺桐姬小蜂列为中华人民共和国进境植物检疫性有害生物和全国林业检疫性有害生物(焦懿等,2006)。刺桐姬小蜂是国际上 2004 年才发表的新种昆虫(Kim *et al.*, 2004),对该虫的研究文献较少,仅有的几篇文献主要是对该虫分类和形态进行描述,很少涉及到生物学特性研究方面的内容。作者于近期对该虫生物学特性进行了较为系统的研究,现将结果整理如下。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用寄主树为盆栽杂色刺桐苗,供试刺桐姬小蜂从深圳地区杂色刺桐树虫瘿内获得。

1.2 试验方法

1.2.1 羽化、出蜂与性比：田间采集即将羽化的刺桐姬小蜂蛹,带回室内,装入 30 cm×27 cm 密封袋内,将袋口封严,并用解剖针将密封袋刺若干小孔,以利通气。每 2 h 观察 1 次,统计羽化出的寄生蜂雌雄个体数量。同时更换新袋继续饲养,依此类推。

1.2.2 成虫活动习性与寿命观察：在室内和田间同时进行。田间观察不同天气以及相同天气情况下不同时间刺桐姬小蜂成虫在寄主树上的活动情况；室内观察成虫在不同光照下的活动情况及趋光性、雌雄虫活动差异等生物学特性,并在显微镜下解剖雌成虫,统计其怀卵量。成虫寿命观察在人工气候箱中进行,温度误差范围为±0.5℃。

1.2.3 成虫的交配与产卵观察：室内选取干燥、清洁的培养皿(Φ=11 cm),皿底放入 1 张相同直径的滤纸,在滤纸上均匀铺一薄层脱脂棉,用滴管滴入数滴蒸馏水保湿,脱脂棉上再盖一张滤纸,将未被产卵的供试刺桐叶片平放于滤纸上,然后将未交配过的供试雌雄虫配对,接入培养皿内,盖上培养皿,并用胶布封住皿口,以防成虫逃逸。仔细观察雌雄虫相互追逐、交配、产卵等习性,产卵结束后将供试雌虫取出,解剖并统计其体内未产出的剩余卵量。

1.2.4 卵、幼虫和蛹的形态观察：解剖刺桐姬小蜂雌成虫和虫瘿,用解剖针小心取出雌成虫体内的卵和虫瘿内的各龄幼虫和蛹,将其分别置于实体显微镜和光学显微镜下仔细观察各虫态的形态特征并测量其体长和最大体宽。每一个虫态测量 20 头虫。

1.2.5 发育历期研究：将经产卵的盆栽寄主植物置于不同温度下栽培,观察各种温度处理下刺桐姬小蜂的发育情况,并计算其发育起点温度和有效积温。计算公式如下：

$$C = [\sum V^2 \sum T - \sum V \sum VT] / [n \sum V^2 - (\sum V)^2]$$
$$K = [n \sum VT - \sum V \sum T] / [n \sum V^2 - (\sum V)^2]$$

式中 C ：发育起点温度； K ：有效积温； T ：发育平均温度； V ：发育速率； n ：处理数。

2 结果与分析

2.1 成虫的生物学特性

2.1.1 羽化、出蜂及性比：刺桐姬小蜂成虫羽化后,用上颚在瘿室表面咬 1 个直径 0.38~0.46 mm 的羽化孔,成虫需在虫瘿内静伏 1~2 min,然后将触角伸出羽化孔,感觉外界环境。当外界环境适合时,成虫即爬出羽化孔。若外界温度较低,则静伏时间相应延长。当环境温度低于 10℃ 时,虫瘿内的成熟蛹不能羽化为成虫,已羽化的成虫也不会爬出虫瘿。该虫白天夜间均能羽化和出蜂,但白天出蜂显著高于夜间,占全天的 76.50%。8~12 时出蜂最多,占全天的 44.1%,16~20 时次之,占 27.82%。

刺桐姬小蜂性比随环境温度变化而改变,2005 年 7 月~2006 年 2 月所收集到的刺桐姬小蜂成虫雌雄虫统计结果表明,性比随季节变化很大,7~10 月雌虫比例较低,其性比为 0.62~0.76:1;11 月后雌虫比例逐步增高,至 1 月性比最高,达 2.88:1;2 月后性比又有所下降(表 1)。

表 1 不同月份刺桐姬小蜂成虫的雌雄性比变化

Table 1 Sex ratio variations of the erythrina gall wasp adults in different months

收虫日期(日/月) Date (day/month)	雌虫数 Female number	雄虫数 Male number	性比 Sex ratio
25/7	149	213	0.70:1
15/8	147	237	0.62:1
11/9	229	325	0.70:1
5/10	259	339	0.76:1
2/11	336	361	0.93:1
28/11	309	271	1.14:1
22/12	95	67	1.42:1
17/1	72	25	2.88:1
15/2	121	73	1.66:1

2.1.2 活动与寿命：刺桐姬小蜂羽化并爬出虫瘿后,经常在寄主植物叶片、嫩枝等部位来回爬行。晴天活动强于阴天,主要在叶片背面等阴凉处活动；

阴天活动较弱,以在叶片正面活动较多;雨天躲在树皮缝等雨水淋不到的地方,不活动。在一天中,以上午和下午活动较多,12-16 时温度较高,活动反而减少。

刺桐姬小蜂成虫有明显的趋光性,将成虫装于指形管中,无论管底或管口对光,成虫都会很快朝光强的方向活动。成虫活动与光照强度显著相关,当光照较强时,成虫活动较快;当光照较弱时,其活动亦减弱。在相同光照条件下,雄虫明显比雌虫活跃。该虫飞行能力不强,主要借助风力进行扩散。遇惊扰时,以跳跃方式逃避。

刺桐姬小蜂成虫寿命较短,在 5℃、10℃、15℃、20℃、25℃、30℃ 和 35℃ 试验条件下,其雌雄虫的平均寿命分别为 5.23、15.63、13.87、8.20、4.27、2.73、1.47 天和 4.03、12.80、9.70、6.07、3.23、2.37、1.37 天。0℃ 和 40℃ 处理下成虫不能存活。在养虫管中加入蜜液作补充营养,在 5℃、10℃、15℃、20℃、25℃、30℃ 和 35℃ 试验条件下,其雌成虫的平均寿命分别延长至 6.90、17.57、14.83、10.03、5.77、3.87 和 1.93 天。补充营养对雄成虫寿命无影响。在相同试验条件下,雌成虫的寿命显著高于雄成虫(表 2)。

表 2 温度与补充营养对刺桐姬小蜂成虫寿命的影响

Table 2 Effects of temperature and supplementary nutrition on the longevity of the erythrina gall wasp adults

温度(℃) Temperature	未加蜜液时成虫寿命(d) Longevity of adults not fed with honey				加蜜液时成虫寿命(d) Longevity of adults fed with honey			
	雌虫 Female		雄虫 Male		雌虫 Female		雄虫 Male	
	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3~7	5.23 ± 0.99	2~6	4.03 ± 0.94	4~10	6.90 ± 1.16	2~5	4.20 ± 0.93
10	12~18	15.63 ± 1.31	10~15	12.80 ± 1.14	14~20	17.57 ± 1.24	11~14	13.10 ± 0.97
15	11~17	13.87 ± 1.12	7~13	9.70 ± 1.35	11~18	14.83 ± 1.27	7~15	10.10 ± 1.44
20	6~10	8.20 ± 1.07	4~8	6.07 ± 1.00	7~13	10.03 ± 1.30	4~8	6.23 ± 1.04
25	2~6	4.27 ± 0.96	2~4	3.23 ± 0.82	4~9	5.77 ± 1.08	2~5	3.57 ± 0.92
30	2~4	2.73 ± 0.79	1~3	2.37 ± 0.78	3~5	3.87 ± 0.79	1~3	2.47 ± 0.82
35	1~2	1.47 ± 0.71	1~2	1.37 ± 0.69	1~3	1.93 ± 0.76	1~2	1.33 ± 0.69
40	0	0	0	0	0	0	0	0

2.1.3 成虫的交配与产卵：刺桐姬小蜂成虫羽化不久即能交配。交配前,雄蜂不断抖动双翅,追逐雌蜂。一旦追上雌蜂,即以触角叩击雌蜂触角进行交流,并迅速爬到雌蜂背上,前足抱住雌蜂进行交配。由于雌蜂不断爬行,雄蜂容易被甩下,交配常常不成功。只有当雌蜂不动时,交配才能顺利完成。在主要繁殖季节,由于雄蜂数量明显多于雌蜂,交配竞争激烈。在实验过程中,曾观察到 4 头雄蜂同时爬到雌蜂背上的现象。但不管有多少头雄蜂爬到雌蜂背上,最终只有 1 头雄蜂能与雌蜂正常交配。雌雄蜂交配时间较短,一般在 1~2 min 内完成交配。雌雄蜂一生均可交配数次。

第一次交配后第二天开始产卵。产卵主要在晴天和多云天气的白天进行,阴天很少产卵,雨天和夜间未观察到产卵。产卵前雌蜂在寄主表面不断爬行,用触角寻找适合产卵的部位。找到产卵部位后,雌蜂即用产卵器刺破寄主表皮,将卵产于寄主表皮下。卵单产,在 1 个地方只产 1 粒卵。卵产下后,将产卵管从寄主组织内拔出,重新寻找适合产卵的地

方再产卵。成虫在寄主表面爬行,寻找适合产卵的部位需花费较多时间,但产卵很快,从产卵器刺入寄主表皮到产卵完成一般不到 0.5 min。卵多产于幼嫩未展开的新叶、嫩芽、嫩枝、叶柄等植株幼嫩部位或生长点。最近作者又观察到,该虫也可产卵于寄主植物的花蕾和幼果表皮内。

2.1.4 成虫的怀卵量与产卵量：30 头雌蜂解剖结果表明,刺桐姬小蜂雌虫的平均怀卵量为 275.8 粒,其产卵量和产卵率与温度密切相关,15℃、20℃、25℃、30℃ 和 35℃ 饲养条件下平均每雌产卵量分别为 40.23、156.10、187.37、203.63 和 56.43 粒,产卵率分别为 14.59%、56.60%、67.94%、73.83% 和 20.46%,25℃ 和 30℃ 时成虫的产卵量和产卵率较高。10℃ 和 40℃ 条件下未观察到雌虫产卵。说明温度过高或过低对该虫产卵不利。雌虫产卵天数随温度升高而缩短,15℃、20℃、25℃、30℃ 和 35℃ 条件下雌虫的平均产卵天数分别为 10.1 天、6.38 天、3.64 天、2.67 天和 1.22 天(表 3)。

表 3 刺桐姬小蜂在不同温度下的产卵情况
Table 3 Oviposition of the erythrina gall wasp at different temperatures

温度(℃) Temperature	产卵量(粒) Fecundity (eggs)		产卵率(%) Oviposition rate		产卵期(d) Oviposition duration	
	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE
10	0	0	0	0	0	0
15	8 ~ 91	40.23 ± 4.61	3.99 ~ 32.99	14.59 ± 2.78	6 ~ 15	10.11 ± 1.23
20	92 ~ 208	156.10 ± 5.14	33.36 ~ 75.24	56.60 ± 3.09	4 ~ 9	6.38 ± 1.06
25	119 ~ 245	187.37 ± 5.50	43.15 ~ 88.83	67.94 ± 3.31	2 ~ 6	3.65 ± 0.75
30	143 ~ 247	203.63 ± 5.32	51.85 ~ 89.56	73.83 ± 3.20	2 ~ 4	2.67 ± 0.58
35	18 ~ 105	56.43 ± 4.66	6.53 ~ 38.07	20.46 ± 2.80	1 ~ 2	1.22 ± 0.33
40	0	0	0	0	0	0

2.2 卵、幼虫和蛹的发育

2.2.1 卵、幼虫和蛹的形态特征：刺桐姬小蜂卵为乳白色,由卵体、卵柄和卵柄后端膨大部 3 部分组成。卵体呈长卵圆形,其长 × 最大体宽为 81.7 ~ 89.9 μm × 40.9 ~ 43.3 μm,卵柄略呈弓形弯曲,其长 × 宽为 226.3 ~ 254.9 μm × 16.3 ~ 18.8 μm,卵柄末端略膨大,称为膨大部,其长 × 最大宽为 27.8 ~ 31.0 μm × 20.4 ~ 22.9 μm。产于寄主组织内的卵,其膨大部变细,成为呼吸管。

幼虫蛆型,乳白色,体略透明,大龄幼虫因肠道内食物的颜色常呈绿色。幼虫共 5 龄,龄期由脱皮壳确定。各龄幼虫的体长 × 最大体宽分别为：1 龄 98 ~ 112 μm × 37 ~ 48 μm、2 龄 317 ~ 385 μm × 107 ~ 138 μm、3 龄 492 ~ 624 μm × 194 ~ 228 μm、4 龄 784 ~ 826 μm × 278 ~ 362 μm、5 龄 895 ~ 1 052 μm × 385 ~ 432 μm。

蛹为离蛹,刚化蛹时乳白色,之后颜色逐渐加深,近羽化时体色与成虫相近。蛹体长 × 最大体宽为：雌蛹 1 328 ~ 1 605 μm × 336 ~ 363 μm、雄蛹 986 ~ 1 207 μm × 298 ~ 326 μm。

2.2.2 发育与致瘿：产于寄主组织内的刺桐姬小蜂卵,经 2 ~ 4 天孵化为 1 龄幼虫。1 龄幼虫呼吸管未脱落,仍以呼吸管进行呼吸,2 龄后呼吸管脱落,通过寄主植物的气孔与外界进行气体交换。幼虫孵出后,即取食周围寄主组织,开始形成小窝,随着幼虫取食和发育,虫窝也不断扩大。受害部位的幼嫩组织受到伤害,刺激周围组织不断增生而形成肿大的瘤状虫瘿。用解剖刀将虫瘿表皮切开,可见皮下有褐色斑。虫瘿形状各异,一般在叶片上形成的虫瘿,多呈瘤状突起,形状略呈圆球形,每 1 虫瘿内只有 1 头幼虫。在嫩枝、叶柄、嫩芽、幼果及花蕾上形成的虫瘿,往往由多头幼虫共同为害形成,受害部位大面积肿大,形成不规则肿块,每 1 肿块内有多个瘿

室,但每 1 瘿室内只有 1 头幼虫。虽然虫瘿的形状变化较大,但瘿室的形状均呈长椭圆形。至化蛹时,瘿室的长 × 最大宽为 1 732 ~ 1 847 μm × 462 ~ 527 μm。老熟幼虫在瘿室内化蛹。蛹不吃不动。经 8 ~ 10 天羽化为成虫。被刺桐姬小蜂寄生的刺桐属植物,由于植株内大量营养物质被取食,导致受害植株发育不良,生长缓慢,受害叶片、嫩芽、花蕾和幼果大量脱落,受害嫩枝干枯,严重时引起植株大量死亡。

2.2.3 发育起点温度与发育历期：刺桐姬小蜂的发育起点温度为 14.18℃,世代有效积温为 458.27 日·度。卵、幼虫和蛹的发育起点温度和有效积温分别为 14.18℃、9.01℃、13.37℃ 和 32.51 日·度、287.80 日·度、141.89 日·度。深圳地区冬季温度较高,该虫无明显的越冬习性,冬季仍能正常发育,全年野外均能见到羽化出来的寄生蜂成虫。各代发育历期依同期气温高低而异,18℃、21℃、24℃、27℃ 和 30℃ 实验条件下,刺桐姬小蜂世代平均发育历期分别为 74.60 天、45.10 天、34.35 天、29.25 天和 25.45 天。温度与发育历期呈显著的负相关 ($r^{**} = -0.9161$) (表 4)。

3 讨论

刺桐属植物原产亚洲热带,花大而鲜艳,具有很高的观赏价值,是重要的园林绿化树种,在我国有广泛种植(傅立国, 2001)。刺桐姬小蜂是一种重要的致瘿昆虫,在发生地为害十分严重。在我国台湾,2003 年首次在台南县发现刺桐姬小蜂严重为害刺桐属植物,之后该虫迅速扩散至全岛,对大量栽植作为行道树的刺桐属植物造成重大危害(Yang *et al.*, 2004)。在新加坡、毛里求斯、留尼汪、美国夏威夷等地同样造成严重为害(Kim *et al.*, 2004; Ronald *et al.*, 2005)。鉴于该虫对刺桐属植物危害的严重性

表 4 刺桐姬小蜂在不同温度下的发育历期 (d)

Table 4 Developmental duration (d) of the erythrina gall wasp at different temperatures

温度 (°C) Temperature	卵 Egg		幼虫 Larva		蛹 Pupa		世代 Generation	
	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE	变幅 Var.	平均 ± 标准误 Mean ± SE
18	6 ~ 9	7.30 ± 0.88	31 ~ 42	36.65 ± 1.74	25 ~ 35	30.65 ± 1.53	62 ~ 86	74.60 ± 2.08
21	4 ~ 7	5.85 ± 1.03	17 ~ 23	20.05 ± 1.34	17 ~ 22	19.20 ± 1.26	32 ~ 45	45.10 ± 1.48
24	2 ~ 4	2.90 ± 0.84	16 ~ 21	18.30 ± 1.16	11 ~ 15	13.15 ± 0.95	26 ~ 37	34.35 ± 1.43
27	2 ~ 3	2.55 ± 0.71	15 ~ 21	16.85 ± 1.25	8 ~ 12	9.85 ± 1.03	24 ~ 34	29.25 ± 1.42
30	2 ~ 3	2.15 ± 0.60	13 ~ 16	14.40 ± 1.01	7 ~ 10	8.90 ± 1.02	21 ~ 29	25.45 ± 1.33

和目前分布区域较为局限的特点,我国已将该虫列为中华人民共和国进境植物检疫性有害生物和全国林业检疫性有害生物(焦懿等, 2006)。

生物入侵是当前敏感而又十分棘手的问题,我国加入 WTO 后,国际贸易日益增多,各种病虫害传入我国的机率也大幅增加。刺桐姬小蜂在台湾造成的危害已经引起民众和有关部门的高度关注,认为是继红火蚁 *Solenopsis invicta* 之后传入台湾的又一大害虫。由于刺桐姬小蜂是国际上 2004 年才定名的新种昆虫,对该虫的研究报道目前还较少,加上它具有个体小、生活场所隐蔽、生活历期短、种群数量大、传播速度快等特点,导致该虫的检疫处理与田间防治极为困难。本文对刺桐姬小蜂生物学特性的系统研究,为该虫的预测预报和防治策略制定提供了理论指导。

参 考 文 献 (References)

Fu LG, 2001. Chinese Higher Plant (Vol. 7). Qingdao :Qingdao Publishing House. 195 – 197. [傅立国, 2001. 中国高等植物(第七卷). 青岛 :青岛出版社. 195 – 197]

Huang PY, Fang YW, Huang J, Lin SM, Wang HY, 2005. A new invasive

alien species, *Quadrastichus erythrinae*, in mainland of China. *Entomological Knowledge*, 42(6) : 731 – 734. [黄蓬英, 方言炜, 黄健, 林石明, 王宏毅, 2005. 中国大陆一新外来入侵种——刺桐姬小蜂. 昆虫知识, 42(6) : 731 – 734]

Jiao Y, Chen ZL, Yu DJ, Kang L, Yang WD, 2006. A new record genus and new record species of Eulophidae (Hymenoptera) in continental China. *Entomotaxonomia*, 28(1) : 69 – 73. [焦懿, 陈志麟, 余道坚, 康林, 杨伟东, 2006. 姬小蜂科中国大陆一新记录属一新记录种. 昆虫分类学报, 28(1) : 69 – 73]

Kim IK, Delvare G, La Salle J, 2004. A new species of *Quadrastichus* (Hymenoptera : Eulophidae) : A gall-inducing pest on *Erythrina* spp. (Fabaceae). *Journal of Hymenoptera Research*, 13(2) : 243 – 249.

Ronald AH, Dick MT, Nagamine WT, Suh TH, 2005. *Erythrina* Gall Wasp. State of Hawaii Department of Agriculture New Pest Advisory. No. 05 – 03.

Wu WJ, Liang QC, Li ZW, 2006. The occurrence and its control of a new invasive pest, erythrina gall wasp. *China Plant Protection*, 26(2) : 38 – 39. [吴伟坚, 梁琼超, 李志伟, 2006. 新入侵害虫刺桐姬小蜂的发生与防治技术. 中国植保导刊, 26(2) : 38 – 39]

Yang MM, Tung GS, La Salle J, Wu ML, 2004. Outbreak of erythrina gall wasp on *Erythrina* spp. (Fabaceae) in Taiwan. *Plant Prot. Bull.*, 46 : 391 – 396.

(责任编辑 : 袁德成)