

六盘山翠金小蜂生物学特性的研究^{*}

夏固成^{1**} 孙 普³ 夏固萍³ 余治家¹ 程晓福¹ 曹川键² 宝 山²

(1. 固原市六盘山林业局 固原 756401; 2. 宁夏森林病虫害防治检疫总站 银川 750004;

3. 宁夏大学土木与水利工程学院 银川 750021)

摘 要 六盘山翠金小蜂 *Tritneptis* sp. 是华北落叶松人工林主要食叶害虫落叶松红腹叶蜂 *Pristiphora erichsonii* Hartig 茧期的体外复寄生性天敌。对该蜂的生物学特性研究表明,该蜂在宁夏六盘山 1 年 2 代,以幼虫在寄主茧内越冬,翌年 4 月中旬开始活动取食,5 月中旬开始化蛹,成蜂从 6 月中旬开始羽化,每头虫茧平均出蜂 6.14 头,雌雄比 1.79:1,雌蜂 6 月下旬开始产卵,一只雌蜂一生可在 12.2 头寄主虫茧上产卵,第 1 代寄生蜂幼虫 7 月上旬开始孵化并吸食寄主营养发育,7 月下旬开始化蛹,8 月上旬开始羽化并交尾、产卵寄生。该蜂体型较大,对寄主跟随性强,无重寄生天敌,自然寄生率 7.3%~33.6%,是一种优良天敌寄生蜂。

关键词 六盘山翠金小蜂,形态特征,生活史,生活习性,落叶松红腹叶蜂

Biological characteristics of *Tritneptis* sp.

XIA Gu-Cheng^{1**} SUN Pu³ XIA Gu-Ping³ YU Zhi-Jia¹

CHENG Xiao-Fu¹ CAO Chuan-Jian² BAO Shan²

(1. Liupanshan Forestry of Guyuan City, Guyuan 756401, China; 2. Forest Pest Control and Quarantine Station of Ningxia Province, Yinchuan 750004, China; 3. Ningxia University, College of Civil and Hydraulic Engineering, Yinchuan 750021, China)

Abstract The Liupanshan Tsui Nasonia (*Tritneptis* sp.) is a species complex of parasitic wasps that are the main natural enemy of the red belly larch sawfly (*Pristiphora erichsonii* Hartig), a major leaf-eating pest in commercial larch forests. These wasps have one generation per year at Liupanshan with mature larvae overwintering in the host cocoon. Pupation takes place in late April of the following year and ends in late June. From the middle of June wasps start "feathering"; the average number of wasps per cocoon was 6.14, and the male to female sex ratio in late January was 1.79:1.7. Oviposition took place from late June to late August with females laying, on average, 12.2 eggs on the host cocoon. Wasp larvae begin to hatch in mid-August and mature in late October. The relatively large size of this parasitoid, its close adaptation to its host and its natural parasitism rate of 7.3%–33.6% make it a particularly effective parasitic wasp.

Key words *Tritneptis* sp., morphology, life history, habits, *Pristiphora erichsonii*

落叶松红腹叶蜂 *Pristiphora erichsonii* Hartig 是华北落叶松 (*Larix principis rupprechtii* Mayr.) 人工林的主要食叶害虫之一(周嘉熹, 1994), 多年来, 该虫在宁夏六盘山国家级自然保护区经常猖獗危害, 从 1998 年至今, 累计发生 5.24 万 hm^2 , 在大发生年份, 虫口密度最高可达到 11 000 头/株以上, 危害严重的区域树叶被食光, 甚至出现了林木死亡现象。国内对落叶松红腹叶蜂的防治以化学

农药为主, 不仅污染环境, 杀伤天敌, 而且也使该害虫产生了抗药性(严静君, 1992)。国外文献报道, 落叶松红腹叶蜂的寄生性天敌有 33 属 40 种, 其中寄生蜂 26 属 33 种(Drooz, 1960, 1985; Clausen, 1978)。作者在进行天敌调查时, 发现了六盘山翠金小蜂 (*Tritneptis* sp.), 该蜂属膜翅目 (Hymenoptera) 金小蜂科 (Pteromalidae) 翠金小蜂属 (*Tritneptis*), 对落叶松红腹叶蜂虫茧自然寄生率

^{*} 资助项目: 宁夏自然科学基金 (NZ1130)、2011 年中央财政林业科技推广示范资金项目“宁夏六盘山华北落叶松人工林近自然化改造技术推广示范”。

^{**} 通讯作者, E-mail: xiagucheng@126.com

收稿日期: 2010-12-26, 接受日期: 2011-03-14

最高可达 33.6%, 是其优势寄生蜂, 对降低害虫越冬基数起到重要作用。关于寄生落叶松红腹叶蜂的翠金小蜂属的种类国内外报道很少, 仅见赵京芬(2001)、姚艳霞(2005)报道了寄生于落叶松红腹叶蜂的叶蜂翠金小蜂, 并记述了其形态特征。2009—2010 年作者对六盘山翠金小蜂进行了生物学特性的研究, 旨在为规模化人工繁殖提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 寄主害虫、寄主植物及供试虫源

参照段立清等(2002), 焦懿和赵苹(2002)及王玲玲等(2008)的方法, 从华北落叶松人工林中采集落叶松红腹叶蜂卵梢, 带回实验室后, 用小刀剖开枝条取出卵, 放在培养皿内饲养, 待幼虫孵出后, 将幼虫移入饲养箱内, 每天供新鲜的华北落叶松针叶饲养。六盘山翠金小蜂通过饲养被寄生的寄主虫茧获得。寄主幼虫结茧后进行寄生蜂接种试验。

1.2 形态特征观察

在 Motic 双目解剖镜下观察六盘山翠金小蜂各虫态的发育特征, 记录各虫态发育历期, 直至其羽化。

1.3 生活史调查

参照陈艳和叶强(2002), 宋丽群等(2005)及张伟和李孟楼(2010)的方法, 将接种寄生蜂后的寄主虫茧置于人工气候培养箱(温度为 24℃, 相对湿度为 50%, 每天光照 14 h)饲养, 设 4 次重复。每日 10:00—11:00, 解剖观察并记录六盘山翠金小蜂的发育情况及相应时期被寄生寄主的发育情况。同时在林间调查自然状态下的六盘山翠金小蜂生长发育情况, 综合分析年发育世代数。

1.4 生活习性调查

1.4.1 羽化、交配及产卵行为观察 参照颜学武等(2008)的方法, 取被寄生的寄主虫茧 30 头, 放在玻璃缸内, 每日 6:00—22:00 每 2 h 观察 1 次, 记录六盘山翠金小蜂的羽化、交配行为以及各时间段的羽化出蜂数, 连续观察 5 d。然后将 1 头已交配的雌蜂引入放有 1 头寄主虫茧的指形管中, 观察雌蜂寻找寄主及其产卵的行为。每日观察 10 头雌蜂, 连续观察 3 d。

1.4.2 被自然寄生的寄主中羽化出蜂 参照朱

晓锋等(2006)的方法, 于 2009 年 4 月 18 日、2010 年 4 月 15 日在华北落叶松人工林枯枝落叶层下采集被寄生的寄主虫茧 127 头并带回实验室饲养, 每指形管放 1 头, 每日观察并记录其羽化出的雌雄蜂数及羽化孔数。

1.4.3 成蜂寿命的观察 参照曹瑛等(2000)及徐维红等(2003)的方法, 将新“羽化”的成蜂每 20 头置于一指形管内, 管口塞脱脂棉, 5 只指形管为 1 组, 每组分别喂 10% 蜂蜜、10% 蔗糖、10% 葡萄糖和水(滴于脱脂棉上), 以不喂做对照。上述 5 组处理, 分别放在 20、15 和 4℃ 的培养箱内饲养, 观察成蜂寿命, 每日 8:00、14:00、20:00 各记录 1 次死亡情况。

2 结果与分析

2.1 形态特征

2.1.1 成虫 雌: 体长 2.1~2.7 mm。体黑色, 略带绿色金属光泽, 腹部褐色。触角柄节、梗节与环节褐黄色, 索节暗黄褐色, 棒节色浅; 足基节暗绿色, 余黄褐色; 翅透明, 翅脉黄褐色。

头具网状刻纹, 宽于胸。背面观宽为长的 1.9 倍。POL 为 OOL 的 1.44 倍。上颊长为复眼横宽的 0.55 倍。单眼呈钝三角形排列。正面观头宽为高的 0.64 倍。颞眼距为复眼高的 0.56 倍。触角着生位凸出。下脸具脊纹, 唇基前缘中央平截, 表面具凹陷。触角窝浅, 触角位于复眼下缘连线下方, 柄节圆柱形, 端部不达中单眼, 梗节与鞭节长度之和为头宽的 0.9 倍, 梗节长为宽的 2.3 倍, 二环节横宽, 各索节大致等长, 均横宽, 由基至端各节逐渐略变宽, 末索节宽约为长的 1.5 倍, 棒节约与末 3 索节等长。

胸部具刻纹。长为宽的 1.56 倍。前胸盾片前缘具弱脊, 宽为中央的 3.7 倍。中胸宽大于长。小盾片长宽大致相等。并胸腹节长不及小盾片之半, 具中脊及侧褶脊。侧胛脉密生长柔毛。胸侧板具网状刻纹, 唯中胸后侧片上区部分光滑。前翅前缘及外缘上半部无缘毛, 其余具毛, 缘脉与亚缘脉间有间断, 缘脉为痣脉的 2.3 倍, 痣后脉略长于痣脉。

腹部扁平, 长椭圆形, 表面光滑, 长为宽的 2 倍, 显著宽于胸部, 长为头胸长度之和的 1.26 倍。产卵器鞘微露出(图 1:A~E)。

雄: 体长 1.9~2.1 mm。体绿色, 触角柄节与

鞭节褐黄色,梗节色深。触角柄节不膨大,长为宽的2.8倍,各索节均横宽。腹长于胸(图1:F~J)。

2.1.2 幼虫 呈纺锤形,中间粗两端细。初龄幼虫体分节明显,透明无色,透过体壁可清晰看到消化道,消化道桔红色。中龄幼虫和老龄幼虫乳白

色(图1:K)。

2.1.3 蛹 裸蛹,长1.5 mm,宽0.8 mm。初期乳白色,各部分组织、器官分化不明显;中期胸部背板和腹部为桔黄色,其余部分透明无色;蛹后期呈黑褐色或黑色,明显出现头、胸、腹3节(图1:L)。



图1 六盘山翠金小蜂形态特征

Fig.1 Morphology of *Tritneptis* sp.

A. 雌蜂触角 female antenna; B. 雌蜂头部 female head; C. 雌蜂背面观 female dorsal view; D. 雌蜂侧面观 female lateral view; E. 雌蜂翅膀 female wing; F. 雄蜂触角 drone antenna; G. 雄蜂头部 drone head; H. 雄蜂背面观 drone dorsal view; I. 雄蜂侧面观 drone lateral view; J. 雄蜂翅 drone wing; K. 幼虫 larvae; L. 蛹 pupa; M. 正常预蛹与被寄生预蛹对照 normal pre-pupae and CK; N. 被寄生虫茧羽化孔 emergence holes.

2.2 生活史

2009—2010 年对六盘山翠金小蜂各虫态的发育历期进行了观察(图2)。在宁夏六盘山国家级自然保护区1年发生2代,以幼虫在寄主茧内越冬,翌年4月中旬开始活动取食,5月中旬开始化

蛹,6月中旬成虫开始从寄主茧内羽化出来,不久即可交尾,6月下旬为成虫羽化盛期,7月上旬成虫羽化结束。6月下旬雌蜂开始产卵于寄主茧内,7月上旬为产卵盛期,7月中旬产卵结束,自然寄生率7.3%~33.6%,第1代幼虫从7月上旬孵化

图 2 六盘山翠金小蜂年生活史
Fig. 2 Life history of *Tritneptis* sp.

时间 Time	4月 April			5月 May			6月 June			7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月— 翌年 November to next year	
	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	
	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	
越冬代	()	()	()	()	()																		
Overwintering generation				*	*	*	*	*															
							+	+	+														
									•		•		•										
第1代										—	—	—	—										
1st generation													*	*	*								
														+	+	+							
越冬代															•	•	•						
Overwintering generation																—	—	—	—	—	—	—	
																					()	()	

注:()越冬幼虫 overwintering larvae; —幼虫 larvae; * 蛹 pupa; + 成虫 adult; • 卵 egg; E 上旬 early; M 中旬 middle; L 下旬 late.

后刺吸寄主营养发育,7 月下旬开始见蛹,8 月上旬开始羽化并交尾,8 月中旬又见产卵寄生,8 月下旬越冬代幼虫孵出,发育至 10 月下旬后在寄主茧内越冬。

2.3 生活习性

2.3.1 寄生蜂幼虫与寄主的关系 六盘山翠金小蜂寄生落叶松红腹叶蜂属体外复寄生。将卵产在寄主虫茧内,六盘山翠金小蜂幼虫孵化后寄生在预蛹体外,紧贴寄主体壁靠口器刺入吸食营养发育。六盘山翠金小蜂幼虫发育到中期,寄主预蛹身体逐渐膨胀缩短,腹背隆起,虫体僵硬,但体液一直保持新鲜,供寄生蜂生长发育。寄生蜂幼虫老熟时,寄主预蛹体内组织已经被取食殆尽,只剩下一张萎缩的体壁,此后便在茧内越冬(图 1:M)。说明该寄生蜂可减少下一代落叶松红腹叶蜂越冬基数。

2.3.2 成虫的羽化 六盘山翠金小蜂成虫在寄主茧内羽化,羽化后并不立即咬破寄主茧壳,而是继续吸食寄主的营养物质,补充营养 1~2 d 后,才用上鄂将茧咬出一小孔,用触角及头部探试孔的大小,遇阻后咬去阻碍部分,当头部可以顺利通过时,先伸出两前足抓住孔缘,然后将整个身体拉出(图 1:N)。成蜂从寄主茧内羽化主要集中在 12:00 以前,以 8:00—10:00 最多,12:00 以后逐渐减少。

成蜂行动活跃,以爬行为主,但也能跳跃和飞

行。喜欢弱光,在强光下,到处乱爬蹦跳,影响交尾和产卵,寿命缩短。在微光或黑暗处,成蜂活动迟钝,夜间栖息一处,静止不动。成蜂有向上性,常聚集在指形管最高部位。

2.3.3 成虫的交配 成蜂羽化后开始觅偶交尾,交尾时雄蜂伏在雌蜂背上,雌蜂边爬边交配,有时静止交配。雌蜂一生只交尾 1 次,雄蜂一生可交尾多次,交尾多在傍晚进行。雌蜂如交配过,则躲避雄蜂不再交尾。交尾后经 10~16 d,雌蜂开始寻找落叶松红腹叶蜂越冬虫茧产卵。

2.3.4 成虫的产卵 雌蜂具锥状产卵器,产卵时,先用触角不停地敲打寄主虫茧,若寄主适宜,则用产卵器穿透茧壳刺死寄主,并在寄主体内注入麻醉液,再把卵产在寄主尸体上,产卵时间最长达 40 s,最短 10 s。一雌蜂一生可在 5~16 头寄主虫茧内产卵,平均 12.2 头。产卵最适温度为 24~27℃,阴天或温度在 21℃以下时产卵量极少,平均产卵量为 76 粒/雌。

2.3.5 被自然寄生的寄主中羽化出蜂情况 林间被寄生虫茧出蜂数统计见表 1。由表 1 可知,2 年调查雌雄比为 1.94:1 和 1.68:1,平均为 1.79:1。每头虫茧出蜂范围 1~18 头,平均 6.14 头,其中出蜂 6 头的寄主最多,占总数的 18.11%。成蜂大小与其寄主体上的复寄生数量有关,若寄主体上的寄生数量少,则羽化出来的成蜂体型较大,反之体型小。寄主虫茧上的羽化孔 1~3 个,1 个羽

表 1 林间被寄生寄主中“羽化”出蜂数

Table 1 Number of emergence bees from parasitized hosts

采集时间 Date	雌蜂数 Number of females	雄蜂数 Number of males	雌雄 比 Sex ratio	寄生虫茧总数 The total number of parasite cocoon	不同出蜂数的寄主数统计 Number of host																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2009. 4. 18 April 18, 2009	124	64	1. 94: 1	53	1	3	0	6	7	10	8	6	3	2	3	2	0	0	1	0	1	0
2010. 4. 15 April 15, 2010	150	89	1. 68: 1	74	2	4	3	7	11	13	9	7	5	4	0	3	2	2	1	0	0	1
合计 Total	274	153	—	127	3	7	3	13	18	23	17	13	8	6	3	5	2	2	2	0	1	1

表 2 温度及食物对成蜂寿命的影响

Table 2 Effect of temperature and food on the longevity of adult

温度(℃) Temperature	食物 Food	供试虫数(头) Number of tested insects	最长 Longest	成蜂寿命(d) Adult longevity	平均 Average
20	不喂食 Not feeding	20	12	10	11.2
	水 Water	20	13	12	12.4
	10% 葡萄糖 10% glucose	20	15	13	14.8
	10% 蔗糖 10% sucrose	20	17	15	16.7
	10% 蜂蜜 10% honey	20	16	14	15.3
	不喂食 Not feeding	20	13	11	12.3
15	水 Water	20	15	13	14.7
	10% 葡萄糖 10% glucose	20	16	14	15.9
	10% 蔗糖 10% sucrose	20	18	16	17.2
	10% 蜂蜜 10% honey	20	19	17	18.6
	不喂食 Not feeding	20	15	13	14.5
	水 Water	20	17	15	16.7
4	10% 葡萄糖 10% glucose	20	19	16	18.6
	10% 蔗糖 10% sucrose	20	23	19	21.2
	10% 蜂蜜 10% honey	20	22	18	20.4

化孔的占 89.76%,2 个羽化孔的占 9.45%,3 个羽化孔的占 0.79% (图 1:N)。

2.3.6 成蜂寿命和温度与补充营养的关系 成蜂寿命的观察见表 2,表 2 试验数据表明,温度对成蜂的寿命具有显著的影响,适当的低温可明显延长成蜂的寿命,4℃ 条件比 20℃ 条件下可延长寿命 9~10 d。喂食糖类食物对延长成蜂的寿命亦有明显的影响,糖类食物对延长成蜂寿命的作用从强到弱顺序为蜂蜜、蔗糖、葡萄糖,喂食蜂蜜较不喂食可延长寿命 4~7 d。因此在繁殖和利用该寄生蜂时,应给成蜂提供糖类食物,以延长寿命,获得较多的后代。

3 讨论

宁夏六盘山国家级自然保护区现有天然林 2.96 万 hm^2 ,华北落叶松人工林 1.91 万 hm^2 ,是西北黄土高原上的重要水源涵养林基地,但森林病虫害较为严重。六盘山翠金小蜂在宁夏六盘山国家级自然保护区体型较大,属于体外复寄生性天敌昆虫,是当地蜂种,对寄主跟随性强,无重寄生天敌(王志英等,1996),自然寄生率 7.3%~33.6%,对落叶松红腹叶蜂害虫控制能力较强,是一种优良天敌寄生蜂。试验表明,在室内可利用落叶松红腹叶蜂虫茧等做寄主进行人工繁殖,因此研究以六盘山翠金小蜂繁育技术为突破口,带动六盘山各种天敌昆虫规模化繁育,对于当地生物防治有着重要意义。本次研究发现六盘山翠金小蜂用产卵器穿透茧壳刺死寄主,并在寄主体内注入麻醉液,寄主器官组织及体液不发霉变质,使寄生蜂得以继续取食寄主体液,直至完成成虫发育,可能是麻醉液具有保鲜作用。本次研究未观察到卵的形态及幼虫的龄期,今后的研究中需加强对卵和幼虫龄期的观察。

致谢:六盘山翠金小蜂由中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所杨忠岐研究员鉴定,特此致谢。

参考文献 (References)

Clausen CP, 1978. Introduced Parasites and Predators of

- Arthropod Pests and Weeds: A Word Review. Washington D. C. Agriculture Handbook, No. 480, U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 545.
- Drooz AT, 1960. The larch sawfly-Its biology and control. U. S. Department of Agriculture, Technical Bulletin, 1212:52.
- Drooz AT, 1985. Introduction and establishment of *Olesilampe benefactor* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasite of the larch sawfly *Pristiphora erichsonii* (Hym.: Tenthredinidae), in Pennsylvania. *Environ. Entomol.*, 14(4):420—422.
- 曹璞, 张学科, 张凡, 2000. 云杉球蚜跳小蜂的生物学特性. 林业科技, 25(1):26—28.
- 陈艳, 叶强, 2002. 冈崎姬小蜂生物学特性的研究. 昆虫学报, 45(9):128—131.
- 段立清, 冯淑军, 李海平, 邹晓林, 2002. 枸杞木虱啮小蜂寄生行为及生物学特性的研究. 昆虫知识, 39(6):439—441.
- 焦懿, 赵苹, 2002. 中华花翅跳小蜂生物学特性和种群动态的研究. 昆虫学报, 45(4):482—486.
- 宋丽群, 高燕, 张文庆, 古德祥, 许再福, 古德就, 2005. 美丽青背姬小蜂生物学特性研究. 昆虫学报, 48(1):90—94.
- 王玲玲, 段立清, 刘慧, 王先春, 2008. 枸杞瘿螨姬小蜂的生物学特性. 昆虫知识, 45(2):264—268.
- 王志英, 王立平, 岳书奎, 宋文君, 王福来, 袁俊宝, 1996. 松叶蜂金小蜂生物学特性. 东北林业大学学报, 24(4):8—12.
- 徐维红, 朱国仁, 李桂兰, 徐宝云, 张友军, 吴青君, 2003. 温度对丽蚜小蜂寄生烟粉虱生物学特性的影响. 中国生物防治, 19(3):103—106.
- 严静君, 1992. 中国森林食叶害虫防治研究概况. 陕西林业科技, 14(2):21—24.
- 颜学武, 郭同斌, 蒋继宏, 钱桂芝, 杜伟, 王虎诚, 于艳华, 2008. 白蛾黑基啮小蜂的生物学特性. 南京林业大学学报:自然科学版, 32(6):29—33.
- 姚艳霞, 2005. 寄生于林木食叶害虫的小蜂分类研究. 博士学位论文. 北京:中国林业科学院.
- 张伟, 李孟楼, 2010. 花椒吉丁啮小蜂生物学特性初步研究. 西北林学院学报, 25(1):107—110.
- 赵京芬, 2001. 中国重要林木食叶害虫寄生蜂(小蜂)调查与分类研究. 硕士学位论文. 北京:中国林业科学院.
- 周嘉熹, 1994. 西北森林害虫及防治. 西安:陕西科学技术出版社. 248—249.
- 朱晓锋, 赵莉, 美丽开, 2006. 苜蓿叶象啮小蜂生物学特性的初步研究. 新疆农业大学学报, 29(1):19—23.