

中华花翅跳小蜂生物学特性和种群动态的研究

焦 懿^{1,2}, 赵 苹¹

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650216; 2. 深圳出入境检验检疫局, 深圳 518010)

摘要: 中华花翅跳小蜂 *Microterys sinicus* Jiang 是白蜡虫成虫产卵期的主要天敌。该蜂成虫喜在自然光下活动, 取食和交配都在寄主树上进行。中华花翅跳小蜂每雌平均怀卵量 34.39 粒, 产卵前期 2~3 天。产卵量、产卵率和产卵天数与温度密切相关, 27℃ 时产卵量和产卵率最高。30℃ 时产卵天数最少。21~27℃ 卵孵化率达 80% 以上。幼虫共 5 龄。每头跳小蜂幼虫平均取食蜡虫卵数分别为: 1 龄 14.6 粒, 2 龄 29.8 粒, 3 龄 69.4 粒, 4 龄 126.9 粒。5 龄幼虫不取食。全代发育起点温度和有效积温分别为 11.84℃ 和 574.32 日·度。补充营养能显著延长成虫寿命和产卵天数, 提高雌虫产卵量。中华花翅跳小蜂成虫在田间有两个高峰期, 分别发生在 4 月上中旬和 5 月中下旬。每粒虫囊内跳小蜂幼虫数与白蜡虫健卵百分率呈负指数关系, 拟合方程为: $Y = 96.0829 \text{Exp}(-0.1872x)$ 。

关键词: 中华花翅跳小蜂; 生活习性; 世代历期; 种群动态

中图分类号: Q968.1 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296 (2002) 04-0482-05

Bionomics and population dynamics of *Microterys sinicus* Jiang (Hymenoptera: Encyrtidae)

JIAO Yi^{1,2}, ZHAO Ping¹ (1. The Research Institute of Economic Insects, Chinese Academy of Forestry Sciences, Kunming 650216, China; 2. Shenzhen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shenzhen 518010, China)

Abstract: The bionomics and population dynamics of *Microterys sinicus* Jiang, an important natural enemy of the white wax insect, *Ericerus pela* Chavannes, during the latter's oviposition period, were surveyed from 1995 to 1998 in Yunnan Province. It was found that the adults moved up and down host trees and fed on honeydew as supplementary nutrition. Copulation occurred on host trees. There were 34.39 ova in one female. The pre-oviposition period was 2-3 days. 81.72% of the total eggs laid were laid during the 4th-10th day of oviposition. The egg numbers, percentage of eggs laid and duration of oviposition were closed related to temperature. The highest oviposition numbers and oviposition percentages occurred at 27℃, and the shortest oviposition period at 30℃. Hatchability was above 80% from 21℃ to 27℃. The larvae underwent 5 instars. The 1st-4th instar larva consumed 14.6, 29.8, 69.4 and 126.9 eggs of the white wax insect respectively. The 5th instar larva stopped feeding, excreted and pupated in the host body. Generation time became shorter as the temperature increased with the shortest generation time occurring at 27℃. Excessively high or low temperatures were unfavorable to the development of the wasp. The thermal threshold and thermal sum for larval development were 11.84℃ and 574.32 day-degrees respectively. Supplementary nutrition could prolong adult lifespan, the duration of oviposition and increase female oviposition numbers remarkably. The first and middle ten-days of April and the middle and last ten-days of May were the peak periods of wasp abundance. The relationship between wasp quantities per ovisac and the percentage of health white wax insect eggs can be simulated with the index equation: $Y = 96.0829 \text{Exp}(-0.1872x)$.

Key words: *Microterys sinicus*; behavior; generation time; population dynamics

白蜡虫 *Ericerus pela* Chavannes 是重要的林业资源昆虫, 其雄幼虫分泌的蜡花制成的白蜡, 广泛用

于医药、冶金、化工、机械制造等行业。我国放养白蜡虫已有千余年历史, 种虫和蜡花产量均占世界

第一位(吴次彬, 1989)。种虫生产是白蜡生产的一个极为重要的环节, 白蜡产量的高低在很大程度上决定于种虫的产量和质量。白蜡虫雌虫产卵期是种虫生产的关键时期, 这一时期有多种寄生蜂对种虫生产构成威胁, 中华花翅跳小蜂 *Microterys sinicus* Jiang 为其中最重要的一种。该蜂对雌蜡虫的为害率一般为 20% ~ 30%, 严重时可达 80% 以上。中华花翅跳小蜂 1982 年由四川大学生物系姜德全先生定名(姜德全, 1982), 其后姜德全等(1986)、徐志宏等(1991)、万益锋等(1995)均对该蜂有所记载。关于中华花翅跳小蜂的生物学、生态学特性, 目前尚未见报道。作者 1995 ~ 1998 年对中华花翅跳小蜂进行了 3 年的田间观察和室内试验, 较为系统地研究了该蜂的生物学习性和生态学特性。

1 材料和方法

1.1 试验材料

白蜡虫寄主树为 2 年生女贞 *Ligustrum lucidum* Ait.。白蜡虫产卵期雌虫分别采自昆明和宁强试验地内。中华花翅跳小蜂为田间采集一定量产卵期雌蜡虫, 在室内收集而得, 并用蜂蜜液饲养于指形管中供试。

1.2 试验方法

1.2.1 中华花翅跳小蜂的生物学习性观察: 成虫羽化、幼虫发育为室内观察资料。成虫寿命为室内饲养资料。雌雄比为不同地区采集雌蜡虫卵囊, 室内收集跳小蜂后统计而得。成虫活动、取食、交配、产卵为田间观察资料。

1.2.2 中华花翅跳小蜂在不同温度下的发育历期研究: 设 15 ~ 30℃ 6 个温度处理, 每处理 10 个重复, 每一重复内放置 30 粒未被寄生过的供试雌蜡虫, 并接入 5 头产卵期中华花翅跳小蜂雌虫, 24 h 后将雌虫移走, 48 h 后解剖供试蜡虫, 观察其体内卵的发育情况。当观察到有 1 龄幼虫时, 将中华花翅跳小蜂进行单头饲养, 分别观察各龄幼虫和蛹的发育历期, 计算发育起点温度和有效积温。

1.2.3 中华花翅跳小蜂在不同温度下的产卵量观察: 设 15 ~ 30℃ 6 个温度处理, 每个处理观察约 30 头跳小蜂。将已交配但未产过卵的雌蜂单头饲养于预先放有 5 头供试蜡虫的培养皿内, 皿内放置一小块蘸有 20% 蜂蜜液的棉球, 24 h 后将雌蜂移入另一个相同处理的培养皿中, 继续让其产卵, 并检查前一个培养皿中跳小蜂的产卵情况, 依次类

推, 产卵结束后解剖雌蜡虫, 观察卵巢管中的剩余卵量。

1.2.4 中华花翅跳小蜂幼虫取食量观察: 将供试蜡虫体内的卵掏空, 然后移入 1 粒中华花翅跳小蜂卵。幼虫孵化后, 供给一定数量的蜡虫卵。每隔 2 日或观察到幼虫脱皮时, 将幼虫移入另一个空蜡壳内, 同时检查前一蜡壳内剩余蜡虫卵量, 直至化蛹。

1.2.5 中华花翅跳小蜂的种群动态以及跳小蜂数与白蜡虫卵量损失的关系: 种群动态为 2 ~ 6 月每 5 天 1 次田间调查和室内解剖资料。跳小蜂与白蜡虫卵量损失的关系为 5 月采集成熟种虫, 解剖统计而得。

2 结果与分析

2.1 生物学习性

2.1.1 羽化与出壳: 中华花翅跳小蜂白天夜间均能羽化, 但以白天为主。6: 00 ~ 18: 00 时羽化的雌雄蜂数分别占全天羽化的 82.76% 和 87.39%, 尤以上午 6: 00 ~ 9: 00 时羽化最盛, 雌雄蜂分别占全天的 53.37% 和 57.65%。中华花翅跳小蜂不咬羽化孔, 成虫羽化后在蜡虫体内静伏一段时间, 然后从白蜡虫卵囊口爬出。该蜂只在白天出壳, 出壳高峰期为 10: 00 ~ 12: 00 时, 雌蜂占全天的 57.73%, 雄蜂则达 69.25%。

2.1.2 成虫的活动、取食和雌雄比: 中华花翅跳小蜂成虫通常在自然光下活动, 阴雨天栖息在叶片背面不活动。在一天中, 以 12: 00 ~ 17: 00 时最为活跃。觅食、交配和产卵都在树上进行。当遇到干扰或危险时, 主要以跳跃方式逃避。该蜂在田间主要以蜡虫分泌的蜜露作补充营养。跳小蜂用产卵管刺破蜡虫体壁后, 吮吸其体液。雌蜂吮吸蜡虫体液虽不会造成蜡虫死亡, 但对白蜡虫的产卵量有显著影响。雌雄比为 1.35:1, 雌蜂多于雄蜂。

2.1.3 交配、产卵及取食情况: 中华花翅跳小蜂雄蜂羽化不久即能交配, 但雌蜂需先取食补充营养, 2 ~ 3 天后始能正常交配。交配前, 雄蜂不断抖动双翅, 追逐雌蜂。雌雄蜂交配迅速, 一般在 0.5 min 内完成授精。雄蜂一生可交配数次, 但雌蜂只交配一次。产卵前期 2 ~ 3 天。产卵主要在晴天和多云天气的白天进行, 阴天很少产卵, 雨天和夜间不产卵。产卵前雌蜂先在有白蜡虫雌虫的寄主树上不断爬行, 寻找蜡虫。产卵时间 2 ~ 5 min。

100 头羽化 3 天的雌蜂卵巢解剖结果表明，雌蜂的怀卵量为 34.39 ± 2.35 粒。室温条件下每雌产卵 29.21 ± 1.53 粒，产卵率为 84.94%。雌蜂的产卵期较长，第 3~24 天均见产卵。开始产卵的第 1~3 天产卵较少，占总产卵量的 3.79%；第 4~10 天为产卵高峰期，产卵量达 81.72%；第 11~16 天的产卵量为总产卵量的 11.38%；17 天以后产卵极少，仅占总产卵量的 3.11%。观察到的最长产卵天数为 24 天。25 天以后雌虫虽未死亡，卵巢内仍有余留卵，但未观察到产于蜡虫体内（图 1）。

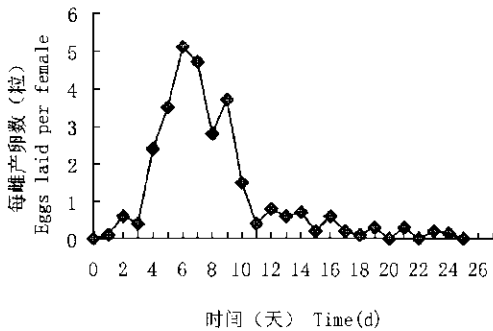


图 1 中华花翅跳小蜂雌蜂逐日产卵量变化曲线 (1996 年 5 月)
Fig. 1 Average number of eggs laid by female *M. sinicus* during the oviposition period (May, 1996)

2.1.4 幼虫发育: 产于白蜡虫卵囊内的跳小蜂卵，经 2~5 天孵化为 1 龄幼虫。幼虫共 5 龄。各龄幼虫体长 × 最大体宽分别为：1 龄幼虫，(1.03 ± 0.12) mm × (0.34 ± 0.05) mm；2 龄幼虫，(1.92 ± 0.23) mm × (0.65 ± 0.07) mm；3 龄幼虫，(2.25 ± 0.21) mm × (1.24 ± 0.24) mm；4 龄幼虫，(3.53 ± 0.35) mm × (1.49 ± 0.18) mm；5 龄幼虫，(4.67 ± 0.41) mm × (1.92 ± 0.10) mm。1~4 龄幼虫均以白蜡虫卵为食。幼虫取食时，以口钩刺破卵壳，取食卵的内含物，留下空卵壳。幼虫取食量随龄期增大而增大。各龄幼虫在整个发育阶段取食白蜡虫卵数分别

为：1 龄 11~18 粒 (平均 14.6 粒)；2 龄 23~36 粒 (平均 29.8 粒)；3 龄 58~75 粒 (平均 69.4 粒)；4 龄 117~145 粒 (平均 126.9 粒)。5 龄幼虫不取食，排除粪便后化蛹。

2.2 温度和食物对中华花翅跳小蜂发育、存活和产卵量的影响

2.2.1 温度对中华花翅跳小蜂发育的影响: 在室温条件下，卵、幼虫和蛹的发育历期分别为 3.94 ± 0.36 天、 20.75 ± 1.73 天、 10.64 ± 0.89 天。全代的发育历期为 35.33 ± 2.71 天。恒温处理下，该蜂的发育历期随温度升高而缩短。27℃ 时发育历期最短，卵、幼虫、蛹和全代的发育历期分别为 3.29 ± 0.25 天、 18.12 ± 1.23 天、 9.21 ± 0.49 天和 30.62 ± 2.13 天，其发育速率分别是 15℃ 时的 3.70、2.54、4.53 和 3.47 倍 (表 1)。中华花翅跳小蜂卵、幼虫和蛹的发育起点温度和有效积温分别为 11.14、8.80、11.84℃ 和 58.39、358.80、157.07 日·度。全代的发育起点温度和有效积温分别为 11.84℃ 和 574.32 日·度。

2.2.2 中华花翅跳小蜂发育与白蜡虫卵量的关系: 白蜡虫卵量多少对中华花翅跳小蜂的发育历期有显著影响。每日供给 3、4 龄幼虫不同数量的白蜡虫卵，对其发育历期进行观察，结果 3、4 龄幼虫的发育历期均随供给卵量的增加而缩短。当每日分别供给 3、4 龄幼虫 5 和 10 粒卵时，幼虫不能完成发育。供给 30 粒和 50 粒卵时，幼虫发育最快，3、4 龄幼虫发育历期分别为 3.72 ± 0.25 天和 4.17 ± 0.36 天。当供给卵量超过 30 粒和 50 粒时，3、4 龄幼虫的发育历期不再缩短。用幂函数方程拟合供给卵数与中华花翅跳小蜂 3、4 龄幼虫发育历期的关系，得到下列拟合方程：

$$3 \text{ 龄幼虫: } Y_1 = 30.2471x_1^{0.6351}, r_1 = 0.9914^{**}$$

$$4 \text{ 龄幼虫: } Y_2 = 53.3701x_2^{0.6211}, r_2 = 0.9819^{**}$$

表 1 中华花翅跳小蜂在不同温度下的发育历期 (1996 年 4~5 月)
Table 1 Developmental period of *M. sinicus* at different temperatures (April - May, 1996)

温度 (°C) Tem.	卵 Ova			幼虫 Larvae			蛹 Pupae			全代 Total	
	观察虫数 (头) Num.	变幅 (天) Var.	平均 ± SE (天) Mean. ± SE	观察虫数 (头) Num.	变幅 (天) Var.	平均 ± SE (天) Mean. ± SE	观察虫数 (头) Num.	变幅 (天) Var.	平均 ± SE (天) Mean. ± SE	变幅 (天) Var.	平均 ± SE (天) Mean. ± SE
15	28	10~15	12.17 ± 0.76	27	47~58	52.57 ± 3.25	32	37~46	41.73 ± 2.37	94~119	106.27 ± 7.63
18	32	8~11	9.25 ± 0.65	25	35~43	39.42 ± 1.76	35	24~31	27.26 ± 1.68	67~85	75.93 ± 8.25
21	31	5~7	6.31 ± 0.34	33	28~36	32.31 ± 1.45	27	16~21	17.97 ± 0.87	49~64	57.59 ± 3.68
24	29	4~6	4.14 ± 0.27	32	19~25	22.09 ± 0.97	31	10~14	12.35 ± 0.62	33~50	38.58 ± 1.69
27	27	2~5	3.29 ± 0.25	31	15~21	18.12 ± 1.23	29	8~11	9.21 ± 0.49	26~37	30.62 ± 2.13
30	33	2~5	3.66 ± 0.31	29	16~22	18.76 ± 0.67	34	8~11	9.88 ± 0.57	27~38	32.30 ± 1.74

式中 x_1 、 x_2 分别为每日供给 3、4 龄幼虫的白蜡虫卵粒数， Y_1 、 Y_2 分别为 3、4 龄幼虫的发育历期， r_1 、 r_2 为相关系数，** 表示相关系数检验达极显著。

2.2.3 温度对中华花翅跳小蜂产卵量和卵孵化率的影响：不同温度处理单蜂逐日产卵量和产卵结束后卵巢解剖结果，中华花翅跳小蜂雌蜂的产卵量和产卵率随温度升高而增加。15℃时产卵量和产卵率分别为 1.75 ± 0.22 粒和 4.99%；27℃时产卵量和

产卵率最高，分别为 30.24 ± 2.15 粒和 88.60%；30℃时产卵量和产卵率低于 27℃，为 25.37 ± 1.97 粒和 73.56%。当温度高于 21℃时，雌蜂产卵天数随温度升高而缩短，30℃时仅 11.35 ± 0.42 天即可完成产卵。21~27℃ 4 个处理卵孵化率差异不大；30℃时孵化率低于 21~27℃；15℃和 18℃卵孵化率很低，说明温度过高或过低对中华花翅跳小蜂的产卵和卵孵化都是不利的（表 2）。

表 2 中华花翅跳小蜂在不同温度下的产卵和卵孵化情况（1996 年 4~5 月）

Table 2 Oviposition and hatchability of *M. sinicus* in different temperatures (April - May, 1996)

温度 (°C)	观察虫数 (头)	产卵量 (粒)		剩余卵量 (粒)		产卵率 (%)	产卵天数		卵孵化率 (%)
		Eggs laid		Eggs remained			Oviposition duration (d)		
		变幅	平均 ± SE	变幅	平均 ± SE		变幅	平均 ± SE	
Temperature	Number	Var.	Mean ± SE	Var.	Mean ± SE	Percentage	Var.	Mean ± SE	Hatchability
15	28	0~5	1.75 ± 0.22	15~41	33.28 ± 1.48	4.99	9~46	20.19 ± 1.35	2.71
18	31	0~21	9.83 ± 0.85	8~31	25.16 ± 1.62	28.09	9~34	19.36 ± 1.17	31.62
21	33	12~35	23.84 ± 1.38	5~22	10.39 ± 0.67	69.65	7~28	18.28 ± 0.92	84.62
24	27	16~41	29.10 ± 1.47	0~15	5.32 ± 0.33	84.54	7~25	15.67 ± 0.65	88.39
27	29	18~44	30.24 ± 2.15	0~8	3.89 ± 0.25	88.60	6~21	13.44 ± 0.68	90.41
30	32	14~18	25.37 ± 1.97	2~18	9.12 ± 0.77	73.56	4~18	11.35 ± 0.42	78.45

2.2.4 补充营养对中华花翅跳小蜂成虫寿命和产卵量的影响：补充营养能显著延长中华花翅跳小蜂成虫的寿命。不喂水、喂清水、喂 20% 蜂蜜液和喂白蜡虫蜜露四种处理，中华花翅跳小蜂成虫的寿命分别为雌虫： 10.70 ± 0.89 天、 15.39 ± 1.26 天、 28.79 ± 2.68 天和 29.31 ± 2.24 天；雄虫： 5.76 ± 0.72 天、 9.75 ± 0.64 天、 17.37 ± 1.92 天和 19.31 ± 1.53 天。补充营养对中华花翅跳小蜂雌蜂产卵是极为重要的。不喂水、喂清水、喂 20% 蜂蜜液和喂白蜡虫蜜露处理各 30 头雌蜂，它们的产卵量分别为 5.43 ± 0.72 粒、 14.11 ± 0.94 粒、 29.21 ± 1.94 粒和 30.29 ± 2.31 粒；产卵天数分别为 5.33 ± 0.65 天、 8.15 ± 0.92 天、 14.39 ± 1.28 天和 16.21 ± 1.33 天。喂 20% 蜂蜜液雌蜂的产卵量为不喂水的 5.38 倍，喂清水的 2.07 倍，产卵天数也明显延长。喂 20% 蜂蜜液和喂白蜡虫蜜露雌虫的产卵量和产卵天数差异不显著。

2.3 种群动态

2 月中下旬白蜡虫“吊糖”开始，田间即能观察到中华花翅跳小蜂成虫在寄主树和雌蜡虫体上活动。3 月中下旬种群密度较高，每 100 粒雌蜡虫卵囊上可发现跳小蜂成虫 2.4~7.1 头（平均 4.5

头）。4 月上中旬为成虫发生高峰期，每 100 粒卵囊有跳小蜂 13.9~18.6 头（平均 15.7 头）。之后白蜡虫“吊糖”逐渐结束，适于跳小蜂产卵的蜡虫越来越少，跳小蜂成虫种群数量也逐步下降。5 月上中旬白蜡虫雌虫开始成熟，其体内的中华花翅跳小蜂也已进入蛹期。跳小蜂于 5 月中下旬羽化出来，田间形成成虫的第 2 个高峰期。第 2 个高峰期的种群数量极大，每 100 粒蜡虫卵囊有跳小蜂 67.3~129.7 头（平均 98.5 头），为第 1 个高峰期的 6.27 倍。高峰期后中华花翅跳小蜂转移到其它蚧虫体内，白蜡园内跳小蜂的种群数量急剧下降（图 2）。

2.4 中华花翅跳小蜂的幼虫数与白蜡虫卵量损失的关系

中华花翅跳小蜂对白蜡虫卵的危害极大。根据我们采自昆明种虫的检查结果，平均每粒健康无跳小蜂的卵囊内有蜡虫卵 5 859~20 876 粒（平均 11 553 粒）。每头中华花翅跳小蜂 1~4 龄幼虫共取食白蜡虫卵 240.7 粒。由于跳小蜂排出的粪便污染，使得大量蜡虫卵不能孵化，实际危害则大得多。一个蜡虫卵囊内如果有跳小蜂 10 头，其理论上的取食率也仅为 20.83%。但白蜡虫卵囊内的卵绝大多数污染而不能孵化，虫囊已无任何经济价

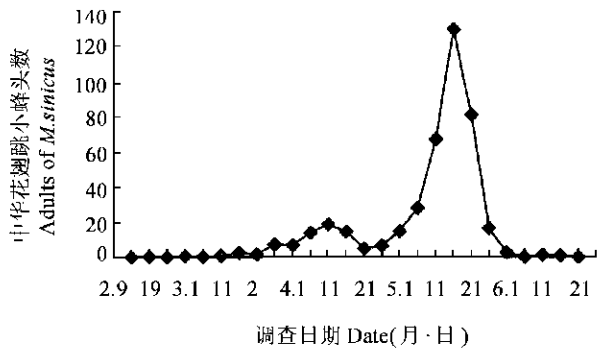


图 2 中华花翅跳小蜂田间种群动态 (1997 年 2~6 月)

Fig. 2 The population dynamics of *M. sinicus* in the field (February-June, 1997)

值。白蜡虫卵囊内健康卵的百分率随跳小蜂虫数增多而呈指数下降, 拟合方程为:

$$Y = 96.0829 \text{Exp}(-0.1872x), r = 0.9835^{**}$$

式中 x 为每粒蜡虫卵囊中的跳小蜂数, Y 为健康蜡虫卵的百分率 (%), r 为相关系数, $**$ 表示相关系数检验达极显著。

2.5 防治试验

中华花翅跳小蜂目前尚无有效的防治方法。作者在室内测定了几种农药对跳小蜂的毒杀效果, 结果以溴氰菊酯和杀灭菊酯效果较好, 其校正死亡率在 90% 以上 (15 $\mu\text{g/g}$ 溴氰菊酯乳剂的死亡率达 100%)。在药效测定的基础上, 于白蜡虫“吊糖”盛期, 用 15 $\mu\text{g/g}$ 溴氰菊酯乳剂和 20 $\mu\text{g/g}$ 杀灭菊酯乳剂, 进行田间化学防治。两种药剂的防治效果分别为 73.92% 和 65.38%。

3 讨论

中华花翅跳小蜂是白蜡虫产卵期的主要天敌。该蜂的种群数量和产卵量大, 幼虫存活率高, 取食量大且排出的粪便污染虫卵, 造成白蜡虫卵的重大损失。白蜡虫寄生蜂防治长期以来一直是个难题,

冬季清理虫园和锦纶袋放养是白蜡虫其他寄生蜂防治的有效手段之一 (姜德全等, 1984; 吴次彬, 1989; 万益锋等, 1995), 但中华花翅跳小蜂只取食产卵期雌蜡虫卵囊内的卵, 既不在白蜡虫体内越冬, 也不取食白蜡虫雌雄幼虫, 冬季清园和锦纶袋放养对于防治中华花翅跳小蜂不起作用。根据中华花翅跳小蜂成虫发生高峰期在白蜡虫“吊糖”盛期, 以白蜡虫雌虫分泌的蜜露作补充营养和产卵刺激物的特点, 在白蜡虫“吊糖”盛期进行化学防治, 可取得较好的防治效果。

参 考 文 献 (References)

- Wu C B, 1989. White Wax Insect and White Wax Production. Beijing: Chinese Forest Publishing House. 61-69. [吴次彬, 1989. 白蜡虫及白蜡生产. 北京: 中国林业出版社. 61-69]
- Jiang D Q, 1982. Notes on the Encyrtid parasites (Hymenoptera: Chalcidoidea) from the Chinese wax scales *Ericerus pela* Chav. (Homoptera: Coccoidea), with description of a new species. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 7 (2): 79-86. [姜德全, 1982. 寄生白蜡虫的跳小蜂及一新种的描述. 动物分类学报, 7 (2): 79-86]
- Jiang D Q, Xia M J, Li W R, 1984. Studies on *Microterys ericeri* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae). *Acta Entomologica Sinica*, 27 (1): 48-55. [姜德全, 夏木俊, 李文荣, 1984. 白蜡虫花翅跳小蜂的研究. 昆虫学报, 27 (1): 48-55]
- Jiang D Q, Xia M J, Wang X L, 1986. Parasitic wasps on *Ericerus pela* in Sichuan. *Sichuan Animal*, 5 (3): 14-19. [姜德全, 夏木俊, 王雪林, 1986. 四川白蜡虫的寄生蜂. 四川动物, 5 (3): 14-19]
- Xu Z H, Li X L, Wan Y F, 1991. Parasitic wasps on *Ericerus pela* in the west of Hunan with descriptions of one new species (Hymenoptera: Chalcidoidea). *J. Centr. South. For. Coll.*, 11 (1): 71-74. [徐志宏, 李学骝, 万益锋, 1991. 湘西白蜡虫寄生蜂名录及一新种记述. 中南林学院学报, 11 (1): 71-74]
- Wan Y F, Tan C J, Wan M C, 1995. Parasitic wasps and their control of white wax insects. *Forest Research*, 8 (Col.): 56-59. [万益锋, 谭成机, 万木春, 1995. 白蜡虫寄生蜂的种类及其防治. 林业科学研究, 8 (资源昆虫专刊): 56-59]