

枸杞木虱啮小蜂繁殖生物学研究^{*}

刘爱萍^{1**} 王俊清² 徐林波¹ 高书晶¹ 曹艺潇^{1,3}

(1. 中国农业科学院草原研究所 呼和浩特 010010; 2. 内蒙古师范大学生命科学与技术学院
呼和浩特 010022; 3. 甘肃农业大学草业学院 兰州 730000)

Reproductive biology of *Tamarix lyciumi*. LIU Ai-Ping^{1**}, WANG Jun-Qing², XU Lin-Bo¹, GAO Shu-Jing¹, CAO Yi-Xiao^{1,3} (1. Grassland Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, China; 2. College of Life Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China; 3. Pratacultural college of Gansu Agricultural University, Lanzhou 730000, China)

Abstract The reproductive characteristics of *Tamarix lyciumi* Yang, a parasitoid of nymphs of *Paratrioza sinica* Yang & Li, were studied under laboratory conditions. Sexual reproduction in *T. lyciumi* occurs much more often than parthenogenesis, which produces only male offspring. The sex ratio is 1.80:1. Environmental conditions had a marked influence on development, longevity and fecundity. Temperature had the greatest effect; increasing temperature shortening the developmental period. The low temperature threshold of development from egg to pupa is estimated to be 8.22°C respectively, and the effective accumulative temperature from egg to pupa is 217.21 degree days. Adult longevity decreased with temperature from 15°C to 35°C. Fecundity was highest at 25°C and lowest at 35°C. Adults provided with 20% honey water were the most fecund; those provided with 20% sucrose water were the next most fecund. Although providing water prolonged adults life span it did not increase their fecundity. There was no significant difference in the number of progeny per female at 5°C over 15 days. The emergence rate decreased markedly if pupae were kept at 5°C longer than 15 days, however, the life span of adults from pupae kept at 5°C for up to 30 days was not significantly different to the control, nor was there any difference in female fecundity between females that emerged from these pupae and the control.

Key words *Paratrioza sinica*, *Tamarix lyciumi*, biology, temperature, nutrition

摘 要 枸杞木虱啮小蜂 *Tamarix lyciumi* Yang 是枸杞木虱 *Paratrioza sinica* Yang & Li 若虫期的重要寄生性天敌。在实验室对其繁殖生物学特性进行了研究,结果如下:枸杞木虱啮小蜂大多进行两性生殖,孤雌生殖后代均为雄性,其自然性比为 1.80:1。在 15~35°C 间,随温度升高,枸杞木虱啮小蜂发育历期缩短;从卵发育到成虫时需要 8.22°C 以上的有效积温 217.21 日·度。枸杞木虱啮小蜂在 25°C 恒温条件下繁殖力最高,35°C 最低,寿命随温度的升高而缩短。在不同营养条件下,喂食 20% 蜂蜜的条件最适宜其繁殖,其次为 20% 蔗糖溶液,补充清水只可延长其寿命而不能提高繁殖力。5°C 冷藏枸杞木虱啮小蜂蛹 15 d 以内,不影响其正常羽化,冷藏 20 d 或 20 d 以上,羽化率显著降低;冷藏 30 d 内对羽化后雌雄蜂寿命无明显影响,且从冷藏蛹中羽化的雌蜂寄生能力未受显著影响。

关键词 枸杞木虱, 枸杞木虱啮小蜂, 生物学, 温度, 营养

^{*} 资助项目:农业部“948”项目(2006-G54B)。

^{**}E-mail:liuaiping806@sohu.com

收稿日期:2009-08-25,修回日期:2009-11-02

枸杞木虱 *Paratrioza sinica* Yang & Li 是枸杞的重要害虫,主要以若虫吸食叶片及嫩梢汁液为害,几乎连年大发生,严重威胁着枸杞产业的发展^[1]。目前主要采用化学方法防治枸杞木虱,而化学农药的滥用带来了害虫产生抗药性、杀死天敌、污染果实等一系列的后果。

枸杞木虱啮小蜂 *Tamarixia lyciumi* Yang, 2009 经中国林业科学研究院杨忠岐研究员鉴定为一新种(待发表),与唐桦^[2]段立清等^[3,4]、单艳敏^[5]研究的枸杞木虱啮小蜂 *Tetrastichus* sp. (膜翅目:姬小蜂科)为同一个种(后者为误定)。近年来,笔者在对其生物学、生态学特性进行初步研究观察基础上,发现本种是枸杞木虱若虫期的重要天敌,在控制枸杞木虱上发挥着重要作用,在生物防治上具有一定的利用前景。为了利用枸杞木虱啮小蜂开展生物防治,本文对其繁殖生物学进行了研究。

1 材料与方法

1.1 供试材料

枸杞木虱啮小蜂是由呼和浩特市郊三苗圃林场枸杞林采集,将已被木虱啮小蜂寄生的枸杞木虱若虫连同枸杞叶片采回实验室,置于广口瓶内,用滤纸条蘸水保湿,用尼龙纱和乳胶圈封口,将广口瓶放置在全自动气候培养箱(宁波海曙赛福实验仪器厂生产,型号 PRX-250B)内培养,控制温度(25 ± 1)℃,湿度 70%,L:D = 16:8,成蜂羽化后单头移入指形管中备用。

枸杞木虱若虫是在室内栽植的枸杞苗上接种枸杞木虱成虫令其产卵发育而得。

试验所用养虫杯由透明一次性塑料水杯改造,容积 135 mL。枸杞木虱若虫接于枸杞叶片上,以蘸水脱脂棉裹叶柄保湿,然后接入枸杞木虱啮小蜂令其产卵寄生,养虫杯内悬挂蘸有蜂蜜水的滤纸条补充营养,以细纱布(150 目)及橡胶圈封杯口,加盖培养皿保湿。

1.2 生殖方式与性比观察

1.2.1 生殖方式 采集刚化蛹的枸杞木虱啮小蜂蛹单头放在培养皿中(RH 70% ± 10%),在室温 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 下培养,待羽化后选取 20 头

刚羽化的雌蜂分别置于 20 只指形管内,再各引入刚羽化的雄蜂 1 头,观察其交尾,并进行如下处理:a. 各取 10 头已交尾的雌、雄蜂,每头置于一指形管内,再各引入 1 头刚羽化但未经交尾的雄、雌蜂,观察能否再次交尾;b. 取 60 头处女雌蜂,分别置于养虫杯内,每杯接入 10 头 4 龄枸杞木虱若虫,寄生 24 h 后移走雌蜂,镜下观察是否产卵,若产卵则继续培养至卵发育,待羽化后,统计其雌雄性比。另取已交配雌蜂进行同样处理。

1.2.2 性比 在枸杞生长季节,田间采集已被枸杞木虱啮小蜂寄生的枸杞木虱若虫,如 1.1 所述方法,将广口瓶放置在室温 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 下让其羽化,统计自然出蜂的雌雄性比。

1.3 温度、营养条件对枸杞木虱啮小蜂发育、存活、繁殖力的影响

在育苗杯中栽植枸杞幼苗,将 100 头 4~5 龄枸杞木虱接到枸杞叶面笼罩饲养,然后每笼接入已交配过的枸杞木虱啮小蜂雌蜂 30 头,加 20% 蜂蜜水补充营养。12 h 后移去雌蜂并放入人工气候箱内饲养,箱内湿度保持在 RH 60%。分设不同温度处理组(15、20、25、30、35℃),卵期每天观察 6 次(7:00、9:00、13:00、17:00、21:00、23:00 各 1 次),其余发育期每天观察 2 次(9:00、21:00 各 1 次),每次解剖 10 头枸杞木虱若虫,在镜下观察记录枸杞木虱啮小蜂各龄发育历期,重复 3 次。记录出蜂日,代入公式(1)~(4),计算发育起点温度和有效积温^[6]。

$$K = \frac{n \sum VT - \sum V \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \quad (1)$$

$$C = \frac{\sum V^2 \sum T - \sum V \sum VT}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \quad (2)$$

$$S_k = \sqrt{\frac{\sum (T - T')^2}{(n - 2) \sum (V - \bar{V})^2}} \quad (3)$$

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum (T - T')^2}{(n - 2)}} \left(\frac{1}{n} + \frac{\bar{V}^2}{\sum (V - \bar{V})^2} \right) \quad (4)$$

其中: K :有效积温(日·度) , T :环境温度($^{\circ}\text{C}$) , V :发育速率(D^{-1}) , C :发育起点温度($^{\circ}\text{C}$) , S_k :有效积温 K 的标准误差 , S_c :发育起点温度 C 的标准误差 n :温度级数(本文为 5)。

设置 15、20、25、30、35 $^{\circ}\text{C}$ 5 个温度梯度,将当日羽化的 1 对雌雄蜂与 15 头枸杞木虱 4 龄若虫组合接入养虫杯内,让其寄生。每天更换新鲜寄主,直至雌蜂死亡。每处理重复 25 次。统计其雌雄蜂寿命、产卵量、产卵期和羽化子蜂数等^[7]。

1.4 营养条件对枸杞木虱啮小蜂发育、存活和繁殖力的影响

常温(25 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)下,设置补充 20% 蜂蜜水、20% 蔗糖水、清水、不补充营养(CK)4 组处理,将当日羽化的 1 对雌雄蜂与 15 头枸杞木虱 4 龄若虫组合接入养虫杯内,让其寄生。每天更换新鲜寄主,直至雌蜂死亡。每处理重复 25 次。统计雌雄蜂寿命、产卵量、产卵期和羽化子蜂数等^[8]。

采集化蛹后第 3 d 的枸杞木虱啮小蜂蛹,连同寄主枸杞木虱及枸杞叶片置于铺有滤纸的培养皿内,50 头/皿,适量滴水保湿,然后将其放入冰箱的冷藏室(5 $^{\circ}\text{C}$)中保存。在第 5、10、15、20、25 和 30 d 时分别取出,将其转入室温(25 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)培养,观察冷藏不同时间后小蜂蛹的羽化率。以室温下直接发育的蜂蛹作为对照,每处理设 3 个重复。然后将冷藏不同时期后羽化的枸杞木虱啮小蜂,每个处理中取 10 对,每对蜂与 15 头 4 龄枸杞木虱若虫组合放入养虫杯中,用 20% 的蜂蜜水补充营养,在室温下培养直至雌蜂死亡,每天更换新鲜的带有枸杞木虱的枝条,统计雌雄蜂的寿命及雌蜂的产卵量、产卵期^[9]。

1.5 数据统计

本文试验数据利用 DPS 数据处理系统及 Microsoft Excel 软件进行处理、分析。方差分析均采用邓肯氏新复极差法^[9]。

2 结果与分析

2.1 生殖方式

试验结果(表 1)表明,枸杞木虱啮小蜂大多进行两性生殖,雌雄蜂均可多次交配。交尾后即可产卵,一次一般只产 1 粒卵、寄生 1 头寄主。少数雌蜂也能进行孤雌生殖,孤雌生殖所羽化小蜂均为雄性。孤雌生殖的寄生成功率(产卵寄生的小蜂数/接蜂数)仅 21.67%,羽化蜂数也仅为 14.70 头,说明孤雌生殖可能是枸杞木虱啮小蜂在没有雄峰条件下的一种被迫繁殖行为。

表 1 交配过的雌蜂与未交配雌蜂生殖力比较

处理	接蜂数 (头)	寄生数 (头)	寄生成 功率(%)	出蜂数 (头)	雌蜂 比例(%)
未交配	60	13	21.67	14.70	0
交配	60	60	100	115	59.32

2.2 性比

据 2007~2008 年的调查结果(表 2),林间自然性比为 1.51:1~2.28:1,平均 1.80:1。

表 2 枸杞木虱啮小蜂自然性比调查

	2007 年		2008 年		
	7 月	8 月	6 月	7 月	8 月
羽化蜂数/头	192	275	226	293	269
♀:♂	1.70:1	1.93:1	1.51:1	1.64:1	2.28:1

2.3 温度对枸杞木虱啮小蜂发育的影响

2.3.1 不同温度下各虫态的发育历期 从表 3 中的试验结果看出,温度对枸杞木虱啮小蜂各虫态的生长发育历期影响显著。卵的发育历期由 15 $^{\circ}\text{C}$ 时的(2.36 $\pm$ 0.05) d 缩短到 35 $^{\circ}\text{C}$ 时的(0.75 $\pm$ 0.08) d;幼虫的发育历期由 15 $^{\circ}\text{C}$ 的(8.83 $\pm$ 0.76) d 缩短到 35 $^{\circ}\text{C}$ 的(2.58 $\pm$ 0.62) d;蛹的发育历期由 15 $^{\circ}\text{C}$ 的(14.17 $\pm$ 0.76) d 缩短到 35 $^{\circ}\text{C}$ 的(4.50 $\pm$ 0.50) d;整个世代的变化幅度更大。经相关分析表明,在 15~35 $^{\circ}\text{C}$ 之间,枸杞木虱啮小蜂各虫态的发育速率与温度呈明显的正相关。

2.3.2 发育起点温度与有效积温 由表 4 可知枸杞木虱啮小蜂的卵、幼虫、蛹及世代的发育起点温度分别为:(8.06 $\pm$ 1.8)、(9.16 $\pm$ 2.00)、(7.65 $\pm$ 1.85)和(8.22 $\pm$ 1.89) $^{\circ}\text{C}$;有效积温分别为:(20.53 $\pm$ 2.03)、(69.37 $\pm$ 8.03)、

表 3 不同温度条件下枸杞木虱啮小蜂各虫态的发育历期

温度 (℃)	卵期 (d)	幼虫期 (d)	蛹期 (d)	世代 (d)
15	2.36 ± 0.05a	8.83 ± 0.76a	14.17 ± 0.76a	25.36 ± 1.17a
20	1.85 ± 0.06ab	6.75 ± 0.66b	10.67 ± 0.78b	19.27 ± 1.03b
25	1.35 ± 0.07 bc	5.00 ± 0.87c	8.17 ± 0.29c	14.52 ± 0.25c
30	0.92 ± 0.04 c	3.42 ± 0.14d	5.83 ± 0.29d	10.17 ± 0.74d
35	0.75 ± 0.08c	2.58 ± 0.62d	4.50 ± 0.50e	7.83 ± 0.70e

注:表中数据为发育历期平均值 ± 标准差,数据采用 Duncan's 新复极差测验检验(纵向比较),不同小字母分别表示在 α = 0.05 水平上差异显著程度,相同字母表示差异不显著。(下表同)

表 4 枸杞木虱啮小蜂各虫态发育起点温度和有效积温

虫态	发育起点温度 (℃)	有效积温 (日·度)	回归方程	
卵	8.06 ± 1.81	20.53 ± 2.03	$T = 8.0603 + 20.532V$	($R^2 = 0.9715$)
幼虫	9.16 ± 2.00	69.37 ± 8.03	$T = 9.1645 + 69.369V$	($R^2 = 0.9613$)
蛹	7.65 ± 1.85	127.49 ± 12.63	$T = 7.6508 + 127.49V$	($R^2 = 0.9715$)
全世代	8.22 ± 1.89	217.21 ± 22.52	$T = 8.2227 + 217.21V$	($R^2 = 0.9688$)

(127.49 ± 12.63) 和 (217.21 ± 22.52) 日·度。枸杞木虱啮小蜂各个虫态的发育起点温度不尽相同,应取最大值作为该蜂的世代发育起点温度,即幼虫的发育起点温度 9.16℃ 作为全世代发育起点温度值,即在人工繁殖该蜂时,应使环境温度高于 9.16℃,以保证小蜂幼虫的正常发育。

2.4 温度对枸杞木虱啮小蜂繁殖力和寿命的影响

2.4.1 温度对繁殖力的影响 温度对枸杞木虱啮小蜂繁殖力(包括产卵期、单雌平均产卵

量、羽化子蜂总数)的影响见表 5。15 ~ 35℃ 间,随着温度的升高,枸杞木虱啮小蜂的产卵期逐渐缩短,而单雌平均产卵量先增加后减小,而造成单雌总产卵量呈现山形波动。在 25℃ 时其单雌总产卵量最大为 (40.12 ± 5.78) 粒,羽化子蜂总数 (35.24 ± 5.02) 头,表明在此温度下其繁殖力最强;30℃ 与 20℃ 时差异不显著,15℃ 时次之,35℃ 下繁殖力最低,单雌总产卵量仅 (6.69 ± 1.54) 粒,羽化子蜂总数仅 (5.32 ± 1.60) 头。

由上述试验结果可见,温度对枸杞木虱啮

表 5 温度条件对枸杞木虱啮小蜂繁殖力的影响

温度 (℃)	产卵期 (d)	单雌平均产卵量 (粒/雌)	单雌总产卵量 (粒)	羽化子蜂总数 (头)
15	10.96 ± 1.81a	1.88 ± 0.35 c	20.08 ± 2.55c	16.28 ± 2.01c
20	8.20 ± 1.53b	3.97 ± 0.83c	31.92 ± 6.50b	27.88 ± 5.61b
25	7.08 ± 0.91c	5.70 ± 0.70 a	40.12 ± 5.78a	35.24 ± 5.02a
30	5.56 ± 0.77d	5.49 ± 0.66 a	30.24 ± 3.56b	26.32 ± 2.89 b
35	1.72 ± 0.46e	4.10 ± 1.41 b	6.96 ± 1.54d	5.32 ± 1.60d

小蜂的产卵量有显著的影响。此外,不同温度条件下,木虱啮小蜂的日产卵量也有各自的特点(图 1)。由图 1 可以看出,在 15℃ 时,成虫的产卵期较长,日产卵量较低,无明显的产卵高峰期;随着温度的升高,逐渐出现明显的产卵高峰期,产卵期相对集中在一段时间内,日产卵量也相应地增加。但当温度达到 35℃ 时,产卵期迅速缩短至 2 d,总产卵量急剧下降,不再具有明

显的产卵高峰期。同时发现,随温度的升高,最高产卵日逐渐提前。在 15℃ 时,第 5 d 为最高产卵日,日产卵量为 3.28 粒;在 20℃ 时,第 4 d 为最高产卵日,日产卵量为 6.44 粒;在 25℃ 时,第 3 d 为最高产卵日,日产卵量为 8.12 粒;在 30℃ 时,第 2 d 为最高产卵日,日产卵量为 7.00 粒;35℃ 时,第 1 d 为最高产卵日,日产卵量为 5.00 粒,之后急剧下降。

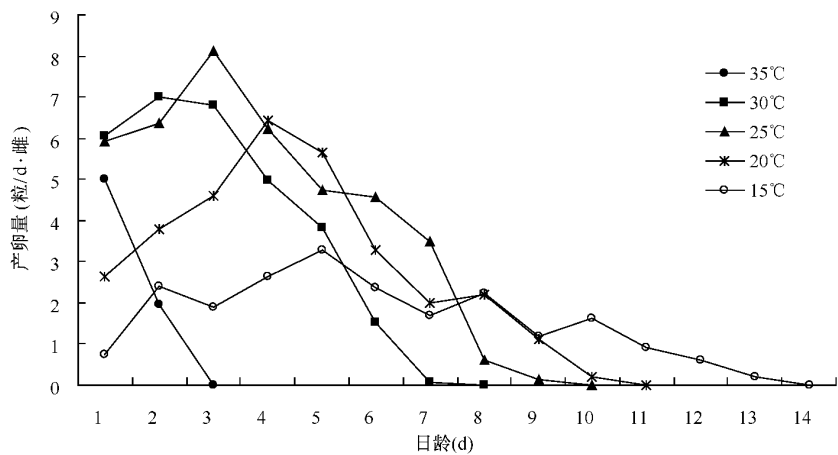


图 1 枸杞木虱啮小蜂在不同温度下的日产卵变化曲线

2.4.2 温度对寿命的影响 从表 6 可以看出,在 15~35℃ 的范围内,枸杞木虱啮小蜂的成虫寿命随温度的升高而缩短,呈显著负相关(雌蜂: $r=0.9783$ 雄蜂: $r=0.9558$)。雌蜂寿命显著长于雄蜂寿命。在较低温度(如 15℃)时,虽然雌蜂不活泼,产卵量小,但其寿命很长,达 11.28 d;随着温度的升高,其寿命逐渐缩短,当温度升到 35℃ 时,枸杞木虱啮小蜂雌蜂寿命只有 1.72 d。雄蜂寿命也随温度升高而缩短,但影响较小,20℃ 与 25℃ 时的差异不明显。

表 6 温度条件对枸杞木虱啮小蜂寿命的影响

温度(℃)	成虫寿命(d)	
	♀	♂
15	11.28 ± 1.88a	4.60 ± 0.91a
20	8.44 ± 1.52b	4.24 ± 0.97 ab
25	7.52 ± 1.16c	3.88 ± 0.93 b
30	5.56 ± 0.71d	2.04 ± 0.54 c
35	1.72 ± 0.46e	1.04 ± 0.20 d

2.5 营养条件对繁殖力和成虫寿命的影响

从表 7 可以看出,不同营养条件下枸杞木虱啮小蜂的寿命有显著差异。在饲喂 20% 蜂蜜水条件下,雌、雄蜂寿命均最长,分别为 7.56、3.92 d;20% 蔗糖次之,分别为 6.04、2.44 d;喂饲清水时分别为 2.92、2.08 d;不补充营养时分别为 1.96、1.36 d。各营养条件下,雌蜂寿命显著长于雄蜂,喂蔗糖与喂清水的雄蜂寿命差异不显著。

营养条件对枸杞木虱啮小蜂的繁殖力有着不同程度的影响。经试验,喂饲 20% 蜂蜜的条件下最适宜繁殖,其产卵期最长,平均产卵量、总产卵量、羽化子蜂总数均最高,分别为 7.16 d、5.65 粒、40.24 粒与 35.68 头,与其它营养条件下差异极显著;补充蔗糖的繁殖力次之,产卵期 5.324 d,每雌蜂每天平均产卵 4.71 粒,一生总产卵量达 24.88 粒,羽化子蜂总数 20.24 头,补充清水与对照组差异不显著,表明补充清水只可延长枸杞木虱啮小蜂寿命而不能提高其繁殖力(表 7)。

2.6 冷藏蛹对其繁殖力的影响

表 7 营养对枸杞木虱啮小蜂寿命和繁殖力的影响

营养源	寿命(d)		产卵期(d)	平均产卵量(粒/d·雌)	总产卵量(粒)	羽化子蜂总数(头)
	♀	♂				
蜂蜜(20%)	7.56 ± 1.23a	3.92 ± 0.86a	7.16 ± 0.99a	5.65 ± 0.76a	40.24 ± 6.58a	35.68 ± 5.85a
蔗糖(20%)	6.04 ± 1.02b	2.44 ± 0.87b	5.32 ± 0.91b	4.71 ± 0.49b	24.88 ± 4.34b	20.24 ± 3.09b
清水	2.92 ± 0.70c	2.08 ± 0.64b	2.36 ± 0.57c	1.98 ± 0.51c	4.56 ± 1.19c	3.20 ± 0.91c
对照 CK	1.96 ± 0.61d	1.36 ± 0.49c	1.96 ± 0.45c	2.00 ± 0.69c	3.68 ± 0.56c	2.40 ± 0.76c

从表 8 可以看出, 5℃ 条件下冷藏化蛹 3 d 的枸杞木虱啮小蜂蛹对其成蜂羽化影响显著, 随冷藏时间延长, 枸杞木虱啮小蜂羽化率下降。其中, 冷藏 5 d 与对照的羽化率差异不显著, 冷

藏 5、10、15 d 的羽化率差异不显著, 冷藏 20 d 后羽化率显著下降, 冷藏 30 d 的羽化率仅为 60.33%。

表 8 5℃ 冷藏蛹对枸杞木虱啮小蜂羽化和成蜂寄生能力的影响

冷藏时间 (d)	羽化率 (%)	成蜂寿命(d)		产卵量 (粒)	产卵期 (d)
		♀	♂		
5	83.33 ± 3.06a	7.40 ± 0.70ab	3.70 ± 0.67 ab	40.60 ± 4.14 a	7.20 ± 0.42b
10	82.00 ± 2.00b	7.30 ± 0.82abc	3.30 ± 0.67 bbc	39.30 ± 4.06 a	7.10 ± 0.57 ab
15	80.67 ± 2.31b	7.10 ± 0.74 abc	3.00 ± 0.94 bbc	39.50 ± 3.87 a	6.90 ± 0.57 ab
20	75.33 ± 1.15c	6.70 ± 0.82bc	3.10 ± 0.99 bbc	39.10 ± 3.92 a	6.60 ± 0.70 b
25	70.67 ± 1.15d	6.90 ± 0.88bc	2.90 ± 0.74bc	38.60 ± 5.02 a	6.80 ± 0.79 ab
30	65.33 ± 2.31e	6.60 ± 0.84 c	2.60 ± 0.97 c	39.00 ± 5.67 a	6.60 ± 0.84 b
CK	87.33 ± 1.15a	7.60 ± 0.67a	4.10 ± 0.88 a	38.30 ± 3.95 a	7.30 ± 0.48 a

冷藏后所羽化雌蜂平均寿命为 6.60 ~ 7.40 d, 冷藏 30 d 后羽化的雌蜂平均寿命比对照显著缩短, 其它处理雌蜂与对照差异不显著; 冷藏后所羽化雄蜂平均寿命为 3.70 ~ 4.10 d, 冷藏 25、30 d 后羽化的雄蜂平均寿命均比对照显著缩短, 其它处理雄蜂与对照差异不显著; 雌雄蜂寿命在各冷藏处理间差异不显著。上述分析表明, 枸杞木虱啮小蜂蛹短期冷藏(30 d 内)对羽化后雌雄蜂寿命无明显影响。由表 8 还可看出, 冷藏各处理及对照的单头雌蜂的产卵量、产卵期差异不显著, 说明从冷藏蛹中羽化的雌蜂寄生能力没有受到明显影响。

3 小结

研究结果表明, 枸杞木虱啮小蜂大多进行两性生殖, 个别雌蜂也能进行孤雌生殖, 孤雌生殖所产生后代均为雄性。其自然性比为 1.51:1 ~ 2.28:1, 平均 1.80:1。温度对木虱啮小蜂的发育、繁殖均有显著的影响。随温度升高, 木虱啮小蜂发育历期缩短; 从卵发育到成虫时需要 8.22℃ 以上的有效积温 217.21 日·度。在 15 ~ 35℃ 间, 木虱啮小蜂寿命随温度的升高而缩短; 繁殖力与温度直接相关, 在 20 ~ 30℃ 恒温条件下, 对雌蜂的繁殖有利, 在 25℃ 恒温条件下繁殖力最高, 35℃ 最低。在不同营养条件下, 喂食 20% 蜂蜜的条件最适宜其繁殖, 其次为 20% 蔗

糖溶液, 而补充清水只可延长木虱啮小蜂寿命而不能提高其繁殖力。5℃ 下冷藏枸杞木虱啮小蜂蛹 15 d 以内, 不影响其正常羽化、繁殖。冷藏 20 d 或 20 d 以上, 其羽化率显著降低; 冷藏 30 d 内对羽化后雌雄蜂寿命无明显影响, 且从冷藏蛹中羽化的雌蜂寄生能力没有受到明显影响。

通过试验可知, 枸杞木虱啮小蜂的寄生能力较强, 有较高的利用价值。以上试验只是对枸杞木虱啮小蜂繁殖生物学一些方面的初步探讨, 在生殖调控、大量繁殖、规模化生产技术及其野外释放等方面还有许多问题有待于研究。

致 谢 承蒙中国林业科学院森林保护研究所杨忠歧研究员鉴定枸杞木虱啮小蜂的种名, 特此致谢!

参 考 文 献

- 1 刘爱萍, 徐林波, 王慧. 枸杞害虫发生规律及防治对策. 防护林科技, 2007, (6): 64 ~ 66.
- 2 唐桦. 枸杞木虱天敌的保护与利用. 昆虫知识, 1997, 34 (6): 341 ~ 343.
- 3 段立清, 冯淑军, 李海平, 等. 枸杞木虱啮小蜂寄生行为及生物学特性的研究. 昆虫知识, 2002, 39 (6): 39 ~ 44.
- 4 段立清, 刘宽余, Imre S. O., 等. 木虱啮小蜂对枸杞、枸杞木虱的行为反应. 昆虫学报, 2005, 48 (5): 725 ~ 730.
- 5 单艳敏. 木虱啮小蜂 *Tetrastichus* sp. 寄主选择性及其机理的研究. 硕士学位论文. 呼和浩特: 内蒙古农业大学,

- 2006.
- 6 Halfpapp K. Introduction of *Tetrastichus brontispae* for control of *Brontispa longissima* in Australia , In: Proceedigns of the Sixth Workshop for Tropical Agricultural Entomology , Darwin , Australia. Technical Bulletin Department of Primary Industry and Fisheries , Northern Territory of Australia , 2001. 59 ~ 60.
- 7 Rahim A. , Hashmi A. , Khan N. A. Effects of temperature and relative humidity on longevity and development of *Oencyrtus papilionis* Ashmead (Hymenoptera : Eulophidae) , a parasite of the sugarcane pest , *Pyrilla perpusilla* Walker (Homoptera : Cicadellidae). *J. Environ. Entomol.* , 1991 , **20** (3) : 774 ~ 775.
- 8 Laetemia J. A. , Laing J. E. Corrigan J. E. Effects of adult nutrition on longevity , fecundity , and offspring sex ratio of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *J. Can. Ent.* , 1995 , **127** : 245 ~ 254.
- 9 冯明光 ,唐启义. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析 & 数据挖掘. 北京:科学出版社 2007. 113 ~ 365.