

温度与营养对丝角姬小蜂及茶细蛾绒茧蜂发育和寿命的影响

张金钰¹, 李 鑫¹, 姜 超¹, 孟 芳², 马 丽³, 吴素蓉¹

(1 西北农林科技大学 应用昆虫学重点实验室, 植物保护学院, 陕西 杨凌 712100;

2 兰州大学 管理学院, 甘肃 兰州 734100; 3 新泰市农业局 植保站, 山东 新泰 271200)

【摘 要】 **【目的】**探讨温度、营养对寄生金纹细蛾的丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂发育和寿命的影响。**【方法】**于相对湿度(70±5)%、光照 14/10(L/D)条件的人工气候箱中,在 10,15,20,25 ℃ 的温度条件和混合糖液(V(300 g/L 葡萄糖):V(300 g/L 果糖):V(300 g/L 蔗糖)=1:1:1)、10%蜂蜜水、5%蜂蜜水、清水的营养条件下,研究温度对丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂发育、羽化以及温度、营养对丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂成虫寿命的影响。**【结果】**丝角姬小蜂蛹期随温度的降低而延长,温度在 15 ℃ 以上时,茶细蛾绒茧蜂蛹历期在 30 d 以下;温度低于 15 ℃ 时,其对茶细蛾绒茧蜂蛹的发育有抑制作用。不同温度条件下,丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂的羽化率均表现为 25 ℃ > 20 ℃ > 15 ℃ > 10 ℃,在 25 ℃ 时丝角姬小蜂的羽化率达到(93.33±3.33)%,温度低于 15 ℃ 时其羽化率低于 50%;低温能延缓茧的发育,但不会导致茶细蛾绒茧蜂在蛹期死亡。不同温度条件下,丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂成虫寿命长短均依次表现为 10 ℃ > 15 ℃ > 20 ℃ > 25 ℃;不同营养条件下,2 种蜂成虫寿命均表现为混合糖液 > 10%蜂蜜水 > 5%蜂蜜水 > 清水;温度和营养对丝角姬小蜂寿命的影响未表现出交互作用,而对茶细蛾绒茧蜂寿命的影响存在交互作用。**【结论】**金纹细蛾天敌丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂的发育、羽化随温度变化呈现一定的规律性,但不存在线性相关性;其寿命与温度、营养关系密切,在 10 ℃ 下饲喂葡萄糖、果糖、蔗糖混合糖液有利于延长 2 种蜂的寿命。

【关键词】 温度;营养;丝角姬小蜂;茶细蛾绒茧蜂;发育;寿命

【中图分类号】 S476

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2011)06-0153-06

Influences of temperature and nutrition on the development and longevity of *Sympiesis soriceicornis* and *Apanteles theivora*

ZHANG Jin-yu¹, LI Xin¹, JIANG Chao¹, MENG Fang², MA Li³, WU Su-rong¹

(1 Key Laboratory of Applied Entomology, College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling,

Shaanxi 712100, China; 2 School of Management, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 734100, China;

3 Plant protection unit of Xintai Municipal Agricultural Bureau, Xintai, Shandong 271200, China)

Abstract: **【Objective】** The aim of this experiment was to explore influences of temperature and nutrition on the development and longevity of *Sympiesis soriceicornis* and *Apanteles theivora*. **【Method】** The larvae of *S. soriceicornis* and *A. theivora* were reared at various temperatures (10, 15, 20, 25 ℃), and the effects on the development and eclosion were studied. The adults of *S. soriceicornis* and *A. theivora* were reared at different temperatures (10, 15, 20, 25 ℃) and nutrition conditions (glucose, fructose and sucrose blends 300 g/L each; 10% honey solution; 5% honey solution; water) to investigate influences on longevity of these two kinds of insects. All experiments were conducted in chamber under the condition of (70±5)%

* [收稿日期] 2010-11-15

[基金项目] 陕西省农业攻关项目(2008K01-04);世界银行资助项目(Y/SHYL/XY/050)

[作者简介] 张金钰(1985—),男,甘肃张掖人,在读硕士,主要从事农业昆虫与害虫防治研究。

E-mail: zhangxiaoliang1111@163.com

[通信作者] 李 鑫(1957—),男,陕西岐山人,副教授,博士,硕士生导师,主要从事果树害虫管理与农业标准化研究。

E-mail: lixin57@hotmail.com

RH and 14/10(L/D).【Result】The duration of pupae of *S. soriceicornis* extended as the temperature fell. If the temperature was higher than 15 °C, the duration of pupae of *A. theivora* was shorter than 30 d. When the temperature was lower than 15 °C, it was not good for the development of *A. theivora*. The eclosion rate of *S. soriceicornis* and *A. theivora* at different temperatures was 25 °C>20 °C>15 °C>10 °C. The eclosion rate of *S. soriceicornis* was $(93.33 \pm 3.33)\%$ at 25 °C. If the temperature was lower than 15 °C, the eclosion rate could not go beyond 50%. As for *A. theivora*, the eclosion rate was higher than 50% at all temperature regimes. Low temperature could postpone the development of the pupae of *A. theivora*. The longevity of *S. soriceicornis* and *A. theivora* at different temperatures was 10 °C>15 °C>20 °C>25 °C. On different nutrition conditions, the longevity of *S. soriceicornis* and *A. theivora* was blends>10% honey solution>5% honey solution>water. There was interaction effect between temperature and nutrition condition on the longevity of *A. theivora*, but none was found on *S. soriceicornis*.【Conclusion】Regulation can be found between temperature and the development and eclosion of *A. theivora* and *S. soriceicornis*. Temperatures and nutrition conditions play important roles in the longevity of *S. soriceicornis* and *A. theivora*. Feeding *A. theivora* and *S. soriceicornis* glucose, fructose and sucrose blends can extend their lives greatly at 10 °C.

Key words: Temperature; nutrition condition; *Sympiesis soriceicornis*; *Apanteles theivora*; development; longevity

大多数寄生蜂成虫以碳水化合物作为能量来源^[1-2]。在自然界中主要有 3 种形式的营养:第 1 种是可以直接取食的营养。包括花蜜、花粉、种子、藻丝及真菌孢子^[3],另有少数富含碳水化合物的植物渗出物。大量田间观察表明,寄生蜂通过访问不同的植物以满足其对碳水化合物的需求。相对而言,寄生蜂对花粉的直接取食较少^[3-4]。第 2 种属于间接获取的营养。主要是部分同翅目昆虫(如蚜虫、粉虱、飞虱、介壳虫等)取食植物汁液后排泄的富含碳水化合物、氨基酸等多种营养物质的蜜露^[5]。第 3 种是来源于寄主的血淋巴和寄主组织的营养^[6]。研究表明,寄生蜂取食的碳水化合物对其搜寻寄主的行为^[7]、卵成熟和寿命^[8]以及生殖力^[9]等特性均有作用。不同来源以及不同含量的营养对寄生蜂的作用差异很大。王福莲等^[10]研究表明,在 5~35 °C 条件下,蝶蛹金小蜂的寿命为 4~45 d。章玉苹等^[11]研究了温度对蝇蛹佣小蜂成虫寿命的影响,表明 26 °C 和 60%~70% 的相对湿度是蝇蛹佣小蜂成虫存活的最佳温湿度。有研究表明,相对低温能延长寄生蜂的存活时间,但不同种昆虫冷藏期的存活率有很大差异^[12]。

刘玉玉等^[13]研究认为,寄生金纹细蛾的 3 种蜂(茶细蛾绒茧蜂 *Apanteles theivora*、丝角姬小蜂 *Sympiesis soriceicornis* 和金纹细蛾跳小蜂 *Agenniaspis testacesipes*)是黄土高原苹果产区金纹细蛾自然天敌的优势种,并且这 3 种寄生蜂在苹果生长

季节有明显的交替发生规律。但目前尚未见关于金纹细蛾寄生蜂对低温的量化反应以及补充营养的研究报道。为此,本研究通过分析不同温度和营养对丝角姬小蜂和茶细蛾绒茧蜂寄生蜂蛹、羽化率和寄生蜂寿命的影响,以期得到影响金纹细蛾寄生蜂蛹的发育与成虫寿命的关键因子,为室内成虫保持和生产利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

2009-10,从陕西杨凌地区苹果园采集金纹细蛾虫疤叶,置于温度 (10 ± 1) °C、相对湿度 $(70 \pm 5)\%$ 、光照 14/10(L/D)的 PQX 人工气候箱内,11—12 月分批取出,采取剖开虫疤表皮确认再复原的方法,在高倍解剖镜下分离解剖得到丝角姬小蜂的老熟幼虫、茶细蛾绒茧蜂的茧。具体方法为:用解剖针沿金纹细蛾“泡囊”状虫疤的直径线轻轻划破并挑起叶表皮,寻找虫体,当发现丝角姬小蜂幼虫时,恢复表皮,保存叶片待继续观察;当发现茶细蛾绒茧蜂的茧时,用毛笔轻轻粘出,移入培养皿内,选择保留颜色亮黄透明的健康茧。

1.2 试验设计

1.2.1 不同温度对丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂蛹发育及羽化率的影响 (1)将解剖确认的寄生有丝角姬小蜂幼虫的叶片,用带水脱脂棉包裹叶柄,叶背面向上,平置于直径 10 cm、铺有吸水滤纸的培养皿

中,每皿 1 头,每 10 头为 1 组。(2)将分离出的健康刚结好的茶细蛾绒茧蜂茧,置于直径 10 cm、底部铺垫清洁保湿滤纸的培养皿中,每皿 10 头。分别将(1)和(2)的不同处理置于相对湿度(70±5)%,光照 14/10(L/D),温度分别为 10,15,20,25 ℃ 的人工气候培养箱内。每 2 d 在生物显微镜下照相观察,待丝角姬小蜂幼虫发育为蛹时,记录蛹始期。于每天早晨 08:00 和晚上 08:00 观察羽化情况,如有羽化蛹,则取出并记录此虫蛹期,直至每处理不再羽化,计算羽化率。每组合在各温度下重复 3 次。

1.2.2 丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂成虫寿命的观察

丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂成虫的营养补充设 4 个处理,各处理营养组分为:①混合糖液。由 300 g/L 葡萄糖、300 g/L 果糖和 300 g/L 蔗糖按体积比 1:1:1 混合而成;②10% 蜂蜜水;③5% 蜂蜜水;④清水。同时设恒温 10,15,20,25 ℃ 共 4 个温度梯度处理,共计 16 个温度、营养处理组合^[14-17]。每个处理组合取初羽化丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂,单头放入底部铺有滤纸的圆形塑料盒(直径 11 cm × 高 6 cm)中,将浸有 1 mL 糖液的棉球放入淡黄色的小盖(黄色可以帮助寄生蜂记忆食物位置)^[18]中,再放入盒内供寄生蜂吸食,每天定时饲喂 1 次,逐日记录死亡数并移出,直至全部死亡后观察结束,统计成虫寿命。每处理 10 头。

1.2.3 数据处理 试验数据采用 DPS7.05 进行 Duncan 法分析。寄生蜂蛹期、羽化率数据的显著性水平采用完全随机单因素 Duncan 法分析。寿命数据的显著性水平采用完全随机两因素有重复方差分析,若温度与营养对成虫寿命的影响存在交互作用,

则用 Duncan 法进行多重比较;若温度与营养对寿命的影响不存在交互作用,则对温度和营养分别进行完全随机单因素 Duncan 法分析。分析数据均以“平均数±标准误”(mean±SE)表示。

2 结果与分析

2.1 温度对丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂蛹发育的影响

由表 1 可以看出,不同温度下,丝角姬小蜂和茶细蛾绒茧蜂的蛹期以及羽化率均存在一定差异。丝角姬小蜂在 10 ℃ 时蛹期最长,为(30.00±2.08) d,羽化率最低,为(23.33±3.33)%;25 ℃ 时蛹期最短,仅(8.33±0.49) d,羽化率最高,达到(93.33±3.33)%;25 与 20 ℃ 下丝角姬小蜂的蛹期和羽化率则均无显著性差异。茶细蛾绒茧蜂在 10 ℃ 时蛹期最长,为(119.44±3.22) d,与 15,20,25 ℃ 下蛹的历期有极显著差异,15 与 20,25 ℃ 的蛹期无极显著差异;茶细蛾绒茧蜂的羽化率在 10,15,20 ℃ 下均有显著差异,仅在 20 与 25 ℃ 时差异不显著。2 种寄生蜂相比,茶细蛾绒茧蜂的蛹期在各处理温度条件下均长于丝角姬小蜂;2 种蜂的羽化率在 10 ℃ 时均明显偏低,丝角姬小蜂更甚,仅为(23.33±3.33)%;随着温度的降低,丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂蛹期均呈逐渐延长的趋势,羽化率均逐渐降低;20 与 25 ℃ 时 2 种寄生蜂的蛹期、羽化率均没有显著差异,说明 2 种寄生蜂的蛹期、羽化率与温度不存在线性相关。上述结果表明,10 ℃ 的温度条件有利于丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂蛹期的延长,在 20 到 25 ℃ 时,丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂的蛹期最短,羽化率最高。

表 1 不同温度条件下丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂的发育历期及羽化情况

Table 1 *S. soriceicornis* and *A. theivoraes*'s developmental period and emergence rate at different temperatures

温度/℃ Temperature	丝角姬小蜂 <i>S. soriceicornis</i>		茶细蛾绒茧蜂 <i>A. theivoraes</i>	
	蛹期/d Pupal stage	羽化率/% Emergence	蛹期/d Pupal stage	羽化率/% Emergence
10	30.00±2.08 aA	23.33±3.33 aA	119.44±3.22 aA	53.33±3.33 aA
15	18.75±0.96 bA	56.67±3.33 bB	28.90±3.08 bB	70.00±5.77 bAB
20	9.44±0.60 cC	93.33±3.33 cC	23.66±1.59 bcB	90.00±5.78 cBC
25	8.33±0.49 cC	93.33±3.33 cC	17.60±0.50 cB	93.33±3.33 cC

注:同列数据后标不同小写字母表示差异达 $P<0.05$ 显著水平,标不同大写字母表示差异达 $P<0.01$ 极显著水平。

Note: All data are in average and standard error. Different lowercase letters shows significantly different at $P<0.05$ and different capital letters shows significantly different at $P<0.01$ in the same rows.

2.2 温度和营养对丝角姬小蜂成虫寿命的影响

Duncan 法分析表明,不同温度、不同营养条件对丝角姬小蜂寿命的影响无交互作用。分别对温度和营养进行单因素比较,所得结果见表 2。

2.2.1 温 度 由表 2 可见,分别饲喂葡萄糖、果

糖、蔗糖的混合糖液和 10% 蜂蜜水、5% 蜂蜜水、清水,丝角姬小蜂成虫在 10 ℃ 时寿命最长,25 ℃ 时寿命最短,而且寿命长短与温度间线性方程的相关系数均为 $R^2>0.9$,与平均趋势完全一致($y=-16.233x+70.667, R^2=0.9816$)。因此,在 10~

25 ℃条件下,丝角姬小蜂成虫寿命与温度之间存在线性相关性。

表 2 温度和营养对丝角姬小蜂成虫寿命的影响

营养 Nutrition	成虫寿命/d Lonevity				平均 Average
	10 ℃	15 ℃	20 ℃	25 ℃	
混合糖液 Mix sugar	93.00±18.11 Aa	43.00±5.03 Aab	28.33±2.60 Ab	19.33±2.19 Ab	57.40±11.62 aA
10%蜂蜜水 10% Honey solution	62.33±17.84 ABa	39.67±2.34 Aa	43.34±2.73 Ab	10.33±0.88 Bb	29.17±4.27 bAB
5%蜂蜜水 5% Honey solution	25.33±1.76 Ba	23.00±6.00 ABa	17.33±0.88 Ac	5.67±0.67 Cd	23.75±4.24 bB
清水 Water	13.33±0.67 Ba	11.00±0.58 Bb	6.00±0.58 Bc	2.67±0.33 Dc	9.50±1.97 cB
平均 Average	55.33±10.93 aA	38.92±6.82 aAB	17.83±2.66 bBC	8.25±1.28 bC	

注:同列数据后标不同大写字母表示营养间差异达 $P<0.05$ 显著水平,同列数据后标不同小写字母表示温度间差异达 $P<0.05$ 显著水平。同行或同列的平均标不同小写字母表示差异达 $P<0.05$,标不同大写字母表示差异达 $P<0.01$ 极显著水平。
Note:Different capital letters follwing the figures in the same columns show significant difference at $P<0.05$ between different nutrients, different lowercase letters follwing the figures in the same rows show significant difference at $P<0.05$ between different temperatures. Follwing the average dates different lowercase letters show significant difference at $P<0.05$ and different capital letters shows significant difference at $P<0.01$ in the same rows or columns.

2.2.2 营 养 由表 2 可以看出,不同营养条件下,丝角姬小蜂成虫寿命长短不同,营养越丰富丝角姬小蜂成虫寿命越长。在 4 个温度条件下,饲喂含有糖分的营养与饲喂清水时的成虫平均寿命之间均存在显著差异;除 20 ℃以饲喂 10%蜂蜜水时成虫寿命最长外,其余温度条件下,均以饲喂葡萄糖、果糖、蔗糖混合糖液时的寿命最长,饲喂清水时的寿命最短。从饲喂不同营养时的平均寿命看,混合糖液与 10%蜂蜜水、5%蜂蜜水、清水处理间差异显著;10%蜂蜜水与 5%蜂蜜水处理间差异不显著;清水与 10%蜂蜜水、5%蜂蜜水处理间差异显著,表明金纹细蛾丝角姬小蜂成虫寿命与营养有很大关系,4 种营养中按体积比 1:1:1 混合的葡萄糖、果糖、蔗糖混合糖液对延长成蜂寿命最为有利。

2.3 温度和营养对茶细蛾绒茧蜂成虫寿命的影响

二因素方差分析表明,不同温度、不同营养对茶细蛾绒茧蜂成虫寿命的影响有交互作用。由表 3 可

以看出,温度和营养条件对茶细蛾绒茧蜂成虫寿命有不同影响。在 10 ℃时,混合糖液与 10%蜂蜜水处理对茶细蛾绒茧蜂成虫寿命的影响差异不显著,二者均与 5%蜂蜜水、清水处理间差异显著,5%蜂蜜水与清水处理间差异不显著;在 15 ℃时,混合糖液、10%蜂蜜水、5%蜂蜜水处理之间没有显著差异,但均与清水处理差异显著;在 20 ℃时,10%蜂蜜水与 5%蜂蜜水处理间没有显著差异,但两者均与混合糖液、清水处理间差异显著;25 ℃时,混合糖液与 5%蜂蜜水、清水处理间差异显著,10%蜂蜜水与 5%蜂蜜水间没有显著差异,但与清水处理间差异显著;5%蜂蜜水与清水处理差异不显著。整体来看,10 ℃下饲喂混合糖液和 10%蜂蜜水时,茶细蛾绒茧蜂成虫寿命较长;15,20 ℃下饲喂清水和 25 ℃下饲喂 5%蜂蜜水、清水 4 种组合条件下,茶细蛾绒茧蜂成虫的寿命较短。

表 3 温度和营养交互作用对茶细蛾绒茧蜂成虫寿命的影响

营养 Nutrition	成虫寿命/d Lonevity			
	10 ℃	15 ℃	20 ℃	25 ℃
混合糖液 Mix sugar	44.2±2.44 aA	25.00±2.73 bBC	25.60±2.44 bB	21.00±3.15 bcBCDE
10%蜂蜜水 10% Honey solution	39.2±2.44 aA	24.00±2.73 bBCD	15.20±2.44 cdBCDEF	13.67±3.15 cdCDEF
5%蜂蜜水 5% Honey solution	20.8±2.44 bcBCDE	17.00±3.15 bcdBCDE	13.00±2.73 cdDEF	10.00±3.15 deEF
清水 Water	20.2±2.44 bcBCDE	4.67±3.15 eF	4.33±3.15 eF	3.67±3.15 eF

注:16 组数据后标不同小写字母表示差异达 $P<0.05$ 显著水平,标不同大写字母表示差异达 $P<0.01$ 极显著水平。
Note:Different lowercase letters show significant difference at $P<0.05$ and different capital letters show significant difference at $P<0.01$ following the sixteen dates.

3 讨 论

本试验结果表明,温度与丝角姬小蜂、茶细蛾绒

茧蜂蛹的发育密切相关,蛹期随着温度的升高而缩短,羽化率随温度的升高而增加,但并不存在线性相关性。在各处理温度条件下,茶细蛾绒茧蜂的蛹期

均长于丝角姬小蜂,羽化率在 10℃时明显偏低,丝角姬小蜂更甚,较茶细蛾绒茧蜂低 30%,说明低温能延长寄生蜂的发育期,这为利用寄生蜂时采取低温方式保存和运输提供了方便,为进一步研究 2 种寄生蜂是否存在滞育奠定了基础。

顾新丽等^[19]研究表明,补充蜂蜜、葡萄糖、蔗糖、果糖等糖类营养,均能显著延长豌豆潜蝇姬小蜂的寿命,与补充牛血清白蛋白、清水以及无饲喂处理相比,平均寿命可延长 5~9 倍。本研究进一步证实,低温(10℃)条件可以有效延长寄生蜂成虫的寿命,与 15、20、25℃相比,10℃时丝角姬小蜂和茶细蛾绒茧蜂成虫的平均寿命能延长 2~7 倍。除 20℃下补充 10%蜂蜜水时丝角姬小蜂成虫的寿命最长外,在其余温度条件下,补充葡萄糖、果糖、蔗糖混合糖液后,丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂成虫寿命均最长,与补充清水相比,2 种蜂的平均寿命可延长 2~8 倍。本研究采用温度、营养 2 种因子的交互设计研究其对 2 种寄生蜂寿命的影响,结果表明,二者的交互作用对茶细蛾绒茧蜂寿命有较明显的影响,说明昆虫寿命的长短,是多因素综合作用的结果。低温降低了寄生蜂的代谢功能,使其寿命得以延长,寄生蜂的寿命同时还与食物源及其密度密切相关。在温度变化情况下饲养茶细蛾绒茧蜂时,应合理筛选饲料营养,在补充有差异性的营养时还应同时考虑温度的选择,研究探索温度与营养的最佳组合。因为适宜的温度有利于寄生蜂种群的繁殖,高密度营养可以保证寄生蜂及时获取补充营养,从而减少营养搜寻的时间和能量的消耗,提高寄生蜂搜寻食物的效率。在低于 10℃或高于 25℃的温度条件及更丰富的营养条件下,关于寄生蜂的生长发育规律均还需做进一步研究探索。

4 结 论

本研究发现,10℃时,丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂的蛹期均最长,分别为(30.00±2.08) d 和(119.44±3.22) d;羽化率均最短,分别为(23.33±3.33)%和(53.33±3.33)%。25℃时丝角姬小蜂和茶细蛾绒茧蜂的蛹期均最短,分别为(8.33±0.49) d 和(17.60±0.50) d;羽化率均最高,均为(93.33±3.33)%。

本研究表明,温度、营养与丝角姬小蜂、茶细蛾绒茧蜂成虫寿命关系密切,在不同温度条件下,其成虫寿命长短不同,随着温度的降低,寿命逐渐延长;补充营养中的糖分含量越低,其成虫寿命越短。10

℃低温可以有效延长寄生蜂的成虫寿命,补充营养丰富的食源,如葡萄糖、果糖、蔗糖的混合糖液后,丝角姬小蜂成虫寿命可达(93.00±18.11) d,茶细蛾绒茧蜂成虫寿命可达(44.2±2.44) d。而在 25℃下补充清水,丝角姬小蜂成虫寿命仅为(2.67±0.33) d,茶细蛾绒茧蜂成虫寿命仅为(3.67±3.15) d。

本研究显示,2 种寄生蜂对温度、营养的适应性均存在一定差异。温度、营养对丝角姬小蜂成虫寿命没有交互作用,而对茶细蛾绒茧蜂成虫寿命存在交互作用。饲喂葡萄糖、果糖、蔗糖混合糖液时成虫寿命最长,饲喂清水仅能让寄生蜂存活很短时间,金纹细蛾寄生蜂的寿命长短是多种因素共同作用的结果,本研究提示,在 10℃下饲喂按体积比 1:1:1 混合的葡萄糖、果糖、蔗糖混合糖液,是最优的温度、营养组合,其对延长寄生蜂成虫寿命十分有利。

[参考文献]

- [1] Wackers F L. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: Flower attractiveness and nectar accessibility [J]. Biological Control, 2004, 29: 307-314.
- [2] Wackers F L, van Rijn P C J, Bruin J. Suitability of (extra-) floral nectar, pollen and honeydew as insect food sources [M]//Wackers F L, van Rijn P C J, Bruin J. Plant-Provided Food for Carnivorous Insects. London: Cambridge University Press, 2005: 28-52.
- [3] Jervis M A. Functional and evolutionary aspects of mouthpart structure in parasitoid wasps [J]. Biological Journal of the Linnean Society, 1998, 63: 461-931.
- [4] Jervis M A, Kidd N A C, Fitton M G, et al. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids [J]. Nat Hist, 1993, 27: 67-105.
- [5] Wackers F L, Steppuhn A. Characterizing nutritional state and food source use of parasitoids collected in fields with high and low nectar availability [J]. Iobc Wprs Pull, 2003, 26: 203-208.
- [6] Jervis M A, Kidd N A C. Host feeding strategies in hymenopteran parasitoids [J]. Biol Rev, 1986, 61: 395-434.
- [7] Takasu K, Lewis W J. Importance of adult food sources to host searching of the larval parasitoid *Microplitis croceipes* [J]. Biological Control, 1995, 5: 25-30.
- [8] Olson D M, Andow D A. Larval crowding and adult nutrition effects on longevity and fecundity of female *Trichogramma nu-bilale* (Er-tle and Davis) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) [J]. Environ Entomol, 1998, 27: 507-514.
- [9] Schmale I, Wackers F L, Cardona C, et al. Control potential of three hymenopteran parasitoid species against the bean weevil instored beans: The effect of adult parasitoid nutrition on longevity and progeny production [J]. Biological Control, 2001, 21: 134-139.
- [10] 王福莲, 范佳鸿, 李传仁, 等. 温度和营养对蝶蛹金小蜂寿命的

影响 [J]. 湖北农业科学, 2008, 47(3): 307-309.

Wang F L, Fan J H, Li C R, et al. Effect of temperature and nutrition on the longevity of *Pteromalus puparum* [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2008, 47(3): 307-309. (in Chinese)

[11] 章玉苹, 李敦松, 张宝鑫, 等. 蝇蛹佣小蜂对桔小实蝇蛹的功能反应及温湿度对蝇蛹佣小蜂成蜂寿命的影响 [J]. 中国生物防治, 2010, 26(4): 385-390.

Zhang Y P, Li D S, Zhang B X, et al. Functional response of *Spalangia endius* Walker to pupae of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) and influence of temperature and relative humidity on longevity of adult *S. endius* [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2010, 26(4): 385-390. (in Chinese)

[12] Gkleson L A. Cold storage of the predatory midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) [J]. Econ Entomol, 1990, 83: 965-970.

[13] 刘玉玉, 赵微微, 马 丽, 等. 苹果园金纹细蛾寄生蜂种类及空间分布调查 [J]. 西北农业学报, 2009, 18(5): 93-97.

Liu Y Y, Zhao W W, Ma L, et al. Preliminary study on species and spatial distribution of parasitic wasps of *Lithocolletis ringoniellain* in apple orchard [J]. Acta Agricultural Boreali-occidentails Sinica, 2009, 18(5): 93-97. (in Chinese)

[14] 刘万学, 万方浩, 宛士涛. 棉铃虫齿唇蚤蜂的饲养及生物学特性 [J]. 中国生物防治, 2004, 20(1): 17-20.

Liu W X, Wan F H, Wan S T. Mass-rearing and biomomica of *Campoletis chloridae* [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2004, 20(1): 17-20. (in Chinese)

[15] 李保平. 补充营养对斑痣悬茧蜂寿命和取食行为的影响 [J]. 中国生物防治, 2007, 23(2): 184-187.

Li B P. Influence of supplementary food on longevity and feeding behavior of *Meteorus pulchricornis* [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2007, 23(2): 184-187. (in Chinese)

[16] 康晓霞, 赵光明, 龚一飞, 等. 棉大卷叶螟茶细蛾绒茧蜂生物学特性观察 [J]. 中国生物防治, 2006, 22(4): 275-278.

Kang X X, Zhao G M, Gong Y F, et al. Biological characteristics of adult *apanteles opacus*: A parasitoid of *Sylepta derogate* [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2006, 22(4): 275-278. (in Chinese)

[17] Jervis M A, Kidd N A C, Heimpel G E. Parasitoid adult feeding behaviour and biocontrol: A review [J]. Biocontrol News Inform, 1996, 17: 11-26.

[18] Schmidt J M, Carde R T, Vet L E M. Host recognition by *Pimpla instigator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae): Preferences and learned responses [J]. Insect Behav, 1993, 6(1): 1-11.

[19] 顾新丽, 张礼生, 陈红印, 等. 补充外源营养对豌豆潜蝇姬小蜂寿命的影响 [J]. 植物保护, 2010, 36(3): 89-92.

Gu X L, Zhang L S, Chen H Y, et al. Effects of different supplementary foods on longevity of *Diglyphus isaea* [J]. Plant Protection, 2010, 36(3): 89-92. (in Chinese)

(上接第 152 页)

[11] 张秀红, 韩会智, 姜秀华, 等. 沿树干上下爬行枣树害虫防治试验研究 [J]. 山东林业科技, 2008, 12(3): 37-38.

Zhang X H, Han H Z, Jiang X H, et al. Study on control of crawling up and down along the jujube tree pest [J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 2008, 12(3): 37-38. (in Chinese)

[12] 王金红, 郭 雯, 张秀红, 等. 无公害粘虫胶防治果树害虫 [J]. 河北果树, 2008(4): 38-39.

Wang J H, Guo W, Zhang X H, et al. Pollution-free sticky insect glue prevention and control fruit pest [J]. Hebei Fruits, 2008(4): 38-39. (in Chinese)

[13] 韩会智, 张秀红, 姜奎年, 等. 粘虫胶在金丝小枣无公害生产中的应用 [J]. 河北林业科技, 2006(4): 24-25.

Han H Z, Zhang X H, Jiang K N, et al. Applied of sticky insect glue in pollution-free jujube production [J]. Journal of Hebei Forestry Science and Technology, 2006(4): 24-25. (in Chinese)

[14] 姜玉松, 姜奎年, 郭晓军, 等. 无公害粘虫胶防治枣树主要害虫 [J]. 果农之友, 2006(7): 35.

Jiang Y S, Jiang K N, Guo X J, et al. Prevention and control jujube tree pest with pollution-free Sticky insect glue [J]. Fruit Growers Friend, 2006(7): 35. (in Chinese)

[15] 王仁怀, 肖家良, 单淑平, 等. 绿盲蝽在枣树上的发生规律及防治方法 [J]. 河北果树, 2008(1): 53-54.

Wang R H, Xiao J L, Shan S P, et al. The occurring regulation and prevention and control of *Lygus lucorum* in *Ziziphus jujube* [J]. Hebei Fruits, 2008(1): 53-54. (in Chinese)

[16] 吴 静, 刘玉升, 刘俊展. 冬枣园绿盲蝽发生消长规律及危害特点 [J]. 植物检疫, 2007, 21(5): 319-320.

Wu J, Liu Y S, Liu J Z. Growth and decline law and damage characteristics of *Lygus lucorum* in Dongzao jujube [J]. Plant Quarantine, 2007, 21(5): 319-320. (in Chinese)