

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.03.2

温度对麦蛾卵繁育的玉米螟赤眼蜂 发育和生殖的影响

代晓彦, 陈 浩, 翟一凡, 高宗军, 于 毅, 郑 礼*

(山东省农业科学院植物保护研究所, 济南 250100)

摘要: 玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostrinae* Pang et Chen 是玉米螟的重要卵寄生性天敌, 控制适宜的温度有利于室内大规模繁育。本试验以麦蛾卵为寄主, 研究了不同温度 (18℃、20℃、23℃、25℃、28℃、30℃、33℃、36℃) 对玉米螟赤眼蜂的寿命、生殖力、子代羽化率和发育历期的影响。结果表明, 20℃–25℃ 条件下雌蜂寿命最长, 达 7.9–9.0 d。在 18℃–30℃ 亲代生殖力和子代羽化率无显著差异, 亲代产卵量为 40.9–61.7 粒; 羽化率为 74.31%–84.22%。玉米螟赤眼蜂从卵到羽化的发育历期随温度的升高而显著缩短, 由 18℃ 时的 22.6 d 缩短至 33℃ 的 7.0 d。36℃ 时, 雌蜂的寿命仅为 0.56 d, 且不能进行正常的生殖活动。因此, 室内用麦蛾卵大规模繁育玉米螟赤眼蜂, 适宜的温度为 28℃–30℃; 仅保存蜂种时, 可选用温度 18℃–20℃。

关键词: 玉米螟赤眼蜂; 温度; 生殖力; 羽化率

中图分类号: Q965; S476

文献标志码: A

文章编号: 1674–0858 (2016) 03–0463–05

Effects of temperature on the development and fecundity of *Trichogramma ostrinae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs

DAI Xiao-Yan, CHEN Hao, ZHAI Yi-Fan, GAO Zong-Jun, YU Yi, ZHENG Li* (Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China)

Abstract: *Trichogramma ostrinae* Pang et Chen is an important egg parasitoid for controlling corn borer. Mass production of *T. ostrinae* needs suitable temperature in rearing rooms. In this study, using eggs of *Sitotroga cerealella* as host, the longevity, fecundity, emergence rate and developmental duration of *T. ostrinae* were investigated at different temperatures of 18, 20, 23, 25, 28, 30, 33 and 36℃. Results showed that females lived the longest at the temperature from 20℃–25℃ with the longevity of 7.9–9.0 d. The fecundity and emergence rate were 40.9–61.7, 74.3%–84.2% respectively, at 20℃–28℃, and there was no significant difference. Developmental duration of the immature stages decreased with an increase of temperature. It was 22.6 d at 18℃ and 7.0 d at 33℃. The adult female only can live 0.56 d at 36℃, and reproductive activity was also greatly affected by high temperatures. When mass producing of *T. Ostrinae* on *Sitotroga cerealella* eggs, the suitable temperature was 28℃–30℃. If just for stock rearing of *T. Ostrinae*, the suitable temperature was 18℃–20℃.

Key words: *Trichogramma ostrinae*; temperature; fecundity; emergence rate

玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostrinae* Pang et Chen 是玉米螟的优势卵寄生性天敌 (钱永庆等, 1984; 张荆等, 1990), 田间应用表明其对防治亚

洲玉米螟有良好的效果 (钱永庆等, 1984; Wang et al., 2014)。田间释放赤眼蜂防治玉米螟不仅成本低廉、省工省力, 而且不污染环境、不杀伤天

基金项目: 山东省农科院学科带头人科研启动项目; 山东省农业重大应用技术创新专项 “设施蔬菜生态高效安全生产技术模式建立与示范”

作者简介: 代晓彦, 女, 1988 年生, 汉族, 山东潍坊人, 硕士, 研究方向为生物防治, E-mail: abeamssunshine@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: zhengli64@126.com

收稿日期 Received: 2016–03–10; 接受日期 Accepted: 2016–04–16

敌、对人畜无害。由于实现了利用中间寄主进行工厂化繁育,近年来推广应用范围不断扩大,已成为目前防治玉米螟的一项重要措施(仵均祥, 2009; Wang *et al.*, 2014)。

探讨主要环境因子——温度对玉米螟赤眼蜂的发育、存活及繁殖等方面的影响,是工厂化生产中至关重要的环节(杜文梅等, 2015)。在此方面,已经有诸多研究报道,如张荆等(1984)认为 25℃ 对玉米螟赤眼蜂的存活率、羽化率、寿命和生殖力最适宜,30℃–35℃ 均不利。戴秋慧等(2004)认为玉米螟赤眼蜂在 25℃, 78% 相对湿度下生殖力最大。陈科伟等(2006)认为 32℃ 以上高温对玉米螟赤眼蜂种群的生长发育和生殖活动有抑制作用。

虽然前人在温度对玉米螟赤眼蜂的影响方面做了许多工作,但由于温度设置较少,且所采用的中间寄主都为米蛾,受寄主营养等因素的影响,可能对繁育的赤眼蜂的特性造成差异(黄静等, 2015)。麦蛾卵是工厂化繁育玉米螟赤眼蜂的最适宜中间寄主之一(贾乃新等, 2002; 宋凯等, 2014),因此,本文设置不同的温度,研究其对以麦蛾卵为中间寄主的玉米螟赤眼蜂亲代雌蜂的寿命、生殖力及对子代的发育历期和羽化率的影响,以期对工厂化繁育玉米螟赤眼蜂的温度设置提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

玉米螟赤眼蜂: 采自山东省济南市郊区玉米田亚洲玉米螟被寄生卵,在室内(温度 25℃、湿度 70%–80%、光周期 14L:10D) 用麦蛾卵继代繁育 10 代。

供试寄主: 麦蛾 *Stiotroga cerealella* Oliver 在室内用大麦饲养。试验前,收集 24 h 内新产的麦蛾卵,每 100 粒卵做成 1 张卵卡,在 30 W 紫外灯下照射 30 min,杀死其胚胎,供玉米螟赤眼蜂寄生。

1.2 试验方法

将羽化 24 h 内的玉米螟赤眼蜂单头雌蜂(经交配)引入指形管(长×直径 = 80 mm×20 mm)中。每指形管放入 1 张卵卡供其产卵,在管壁上滴 40 μL 浓度为 20% 蜂蜜水供其补充营养,然后用黑布蒙上管口,用橡皮筋扎紧。将指形管分别放在 18℃、20℃、23℃、25℃、28℃、30℃、

33℃ 和 36℃ 人工气候箱(RXZ–280C 型,宁波江南仪器厂)中,湿度为 75%±5%,光周期 14L:10D。每处理重复 20 次。每天观察记录亲代雌蜂的存活情况,每个试管中的黑卵数及子代羽化率和发育历期。

1.3 数据处理及统计分析

成虫寿命以亲代雌蜂存活的天数计算;生殖力以被寄生变黑的麦蛾卵数计算,子代发育历期以由卵到成蜂羽化的时间计算。

子代羽化率(%) = (羽化的成虫数/变黑卵数) × 100

本文试验数据用 PASW Statistics 18 软件进行单因素方差分析,多重比较采用 Tukey 法,显著性水平定为 0.05。

2 结果与分析

2.1 温度对玉米螟赤眼蜂寿命的影响

从图 1 看出,在 20℃–25℃ 条件下的雌蜂寿命较长,分别为 9.00±0.36515 d、7.9±0.37859 d 和 7.9±0.37859 d,显著高于其它温度处理($F_{7,72} = 97.581$, $P < 0.001$)。28℃–36℃,随着温度的升高,雌蜂的寿命逐渐减少。而温度为 36℃ 时,雌蜂存活时间仅为 0.56 d。

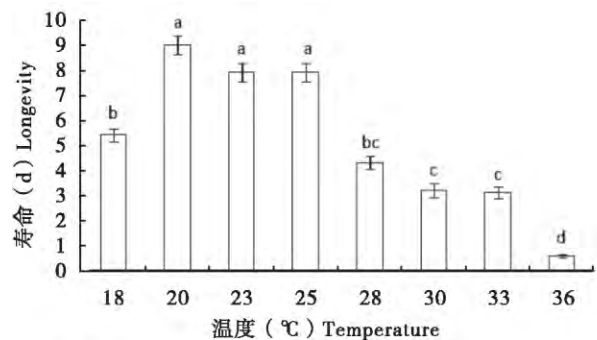


图 1 不同温度对玉米螟赤眼蜂雌蜂寿命的影响

Fig. 1 Effects of temperature on female longevity of *Trichogramma ostriniae*

2.2 温度对玉米螟赤眼蜂生殖力的影响

如图 2 所示,在不同温度下玉米螟赤眼蜂的生殖力差异较小,仅在 20℃ 和 33℃ 的寄生数量显著低于 28℃ ($F_{6,63} = 6.867$, $P < 0.001$)。在 18℃–30℃ 的温度范围内,单头雌蜂的生殖力均在 40 粒以上。36℃ 条件下,雌蜂未产卵。

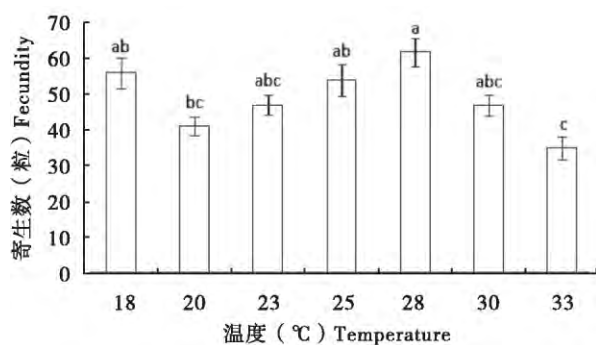


图2 不同温度对玉米螟赤眼蜂生殖力的影响

Fig. 2 Effects of temperature on the fecundity of *Trichogramma ostrinae*

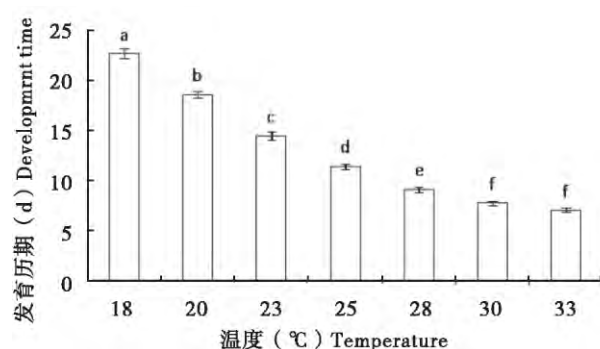


图4 不同温度对玉米螟赤眼蜂发育历期的影响

Fig. 4 Effects of temperature on developmental duration of *Trichogramma ostrinae*

2.3 温度对子代玉米螟赤眼蜂羽化率的影响

18℃–30℃的条件下, 子代玉米螟赤眼蜂的羽化率差异不显著, 结果见图3。在33℃, 玉米螟赤眼蜂的羽化率显著降低 ($F_{6,63} = 3.159$, $P = 0.009$), 为 $61.03\% \pm 3.98\%$ 。

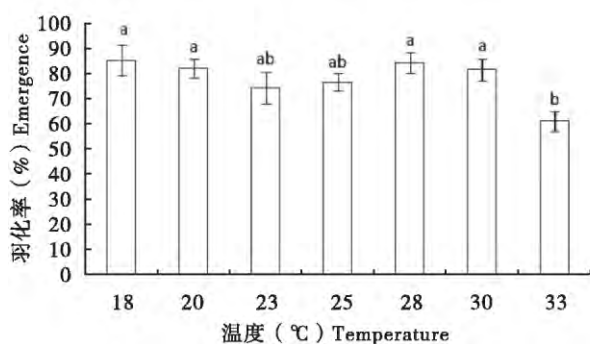


图3 不同温度对玉米螟赤眼蜂羽化率的影响

Fig. 3 Effects of temperature on emergence rate of *Trichogramma ostrinae*

2.4 温度对子代玉米螟赤眼蜂发育历期的影响

从图4看出, 在设置的处理温度下, 随着温度的升高, 玉米螟赤眼蜂的发育历期显著缩短 ($F_{6,63} = 330.828$, $P < 0.001$)。在18℃时, 其发育历期最长, 为 22.6 ± 0.45 d; 在30℃和33℃时, 玉米螟赤眼蜂的发育历期较短, 分别为 7.7 ± 0.26 d、 7.0 ± 0.21 d。

3 结论与讨论

温度是影响昆虫生长发育的一个重要生态因子, 对其种群数量变化起重要作用 (Denlinger and Yocum, 1998; Hoffmann, 2003)。本研究从温度

对玉米螟赤眼蜂的寿命、生殖力、发育历期、羽化率等指标来评价用麦蛾卵规模化繁育玉米螟赤眼蜂的最适温度条件。

在本试验中, 玉米螟赤眼蜂的寿命随着温度的升高而缩短, 这与PAG等 (1982) 在短管赤眼蜂和 *Trichogramma brevicapillum* 上以及Smith等 (1986) 在微小赤眼蜂 *T. minutum* 的研究结果相似。本试验结果表明, 在低温18℃时, 雌蜂寿命为5.4 d, 高温33℃时, 玉米螟赤眼蜂雌蜂寿命为3.1 d, 这与Saljoqi和何余容 (2004) 的报道不一致, 其数据表明在17℃, 玉米螟赤眼蜂雌蜂寿命长达219 h, 33℃时, 雌蜂寿命仅为19.2 h, 这可能与他们未用蜂蜜水给雌蜂补充营养及使用米蛾为中间寄主有关。高温36℃, 不利于赤眼蜂的存活, 雌蜂寿命不足1 d, 与郭磊 (2012) 对螟黄赤眼蜂的研究结果相似。本试验中, 20℃–25℃, 玉米螟赤眼蜂雌蜂寿命最长, 表明此温度范围内, 最有利于雌蜂生存 (Saljoqi和何余容, 2004)。

从寄生数来看, 30℃的高温对赤眼蜂生殖力有显著影响。这与袁佳等 (2009) 研究发现33℃以上高温玉米螟赤眼蜂的生殖力远低于其他温度条件下的寄生数的结果相似。本试验表明18℃–30℃温度范围对玉米螟赤眼蜂羽化率影响很小; 温度提升到33℃, 羽化率显著降低, 与Saljoqi和何余容 (2004) 研究结果一致。在33℃以上高温的条件下, 玉米螟赤眼蜂生殖力和后代羽化率都受到显著影响, 这与张荆 (1983)、陈科伟等 (2006) 认为32℃以上高温对以米蛾卵繁育的玉米螟赤眼蜂的生殖力和生长发育有明显的抑制作用的研究结果相似。

本试验中, 温度越高, 玉米螟赤眼蜂的发育

历期越短,这与 Hansen (2000) 在 *T. turkestanica*、陈洪凡等 (2010) 在玉米螟赤眼蜂上的研究结果相一致,也符合昆虫生长发育有效积温的原理。

工厂化大规模繁育赤眼蜂,生殖力和羽化率是评价蜂质量的重要指标。本试验结果表明,用麦蛾卵作为中间寄主繁育赤眼蜂,在 18℃–30℃ 的范围内,生殖力和羽化率均无显著差异。在不影响生殖力和羽化率的前提下,雌虫寿命和发育历期是权重较低的评价指标。因此,综合评价各指标,用麦蛾卵工厂化繁育玉米螟赤眼蜂的适宜温度为 28℃–30℃,世代周期短,繁殖速度快;仅在保存蜂种的情况下,可以将温度维持在 18℃–20℃,既能保证种蜂质量,又可以延长世代周期,降低操作强度。

参考文献 (References)

- Chen HF, Cen GJ, Huang SS. Effect of temperature on the development of *Trichogramma* species [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30 (23): 6669–6673. [陈洪凡, 岑冠军, 黄寿山. 赤眼蜂发育速率对梯度恒温的响应 [J]. 生态学报, 2010, 30 (23): 6669–6673]
- Chen KW, Zhou J, Gong J, et al. Effects of high temperature on laboratory *Trichogramma ostrinae* population [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2006, 17 (7): 1250–1253. [陈科伟, 周靖, 龚静, 等. 高温对玉米螟赤眼蜂实验种群的影响 [J]. 应用昆虫学报, 2006, 17 (7): 1250–1253]
- Dai QH, Cong B, Xia YW. The effect of temperature and humidity on the three *Trichogramma* [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2004, 20 (supl.): 84–89. [戴秋慧, 丛斌, 夏颖伟. 温湿度因素对两种引进赤眼蜂与当地优势种玉米螟赤眼蜂的影响 [J]. 中国生物防治, 2004, 20 (增刊): 84–89]
- Du WM, Qu SX, Hu XX, et al. Effect of different cold-storage conditions on quality of *Trichogramma japonicum* Ashmead [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (6): 1247–1251. [杜文梅, 曲淑贤, 胡晓暄, 等. 冷藏温度及时间对稻螟赤眼蜂品质的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (6): 1247–1251]
- Denlinger DL, Yocum GD. Physiology of heat sensitivity. In: Hallman GJ, Denlinger DL, eds. *Temperature Sensitivity in Insects and Application in Integrated Pest Management* [C]. Colorado: Westview Press, 1998, 6–53.
- Guo L. Comparison of Life History Traits and High Temperature Tolerance of *Trichogramma* Strains Collected from Paddy Fields in the Mekong Subregion [D]. Hubei University, 2012. [郭磊. 湄公河次区域稻田赤眼蜂生活史特性及高温耐受力的比较研究 [D]. 湖北大学, 2012]
- Hansen LS. Development time and activity threshold of *Trichogramma turkestanica* on *Ephestia kuehniella* in relation to temperature [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2000, 96 (96): 185–188.
- Hoffmann AA, Sørensen JG, Loeschcke V. Adaptation of *Drosophila* to temperature extremes: Bringing together quantitative and molecular approaches [J]. *Journal of Thermal Biology*, 2003, 28: 175–216.
- Huang J, Zhang B, Zhang F, et al. Effect of rearing host on the size and egg load of three *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2015, 58 (10): 1098–1107. [黄静, 张斌, 张帆, 等. 繁育寄主对三种赤眼蜂个体大小及抱卵量的影响 [J]. 昆虫学报, 2015, 58 (10): 1098–1107]
- Jia NX, Huang YG, Li QZ, et al. Studies on reproducing *Trichogramma* by using *Sitotroga cerealella* Olivier eggs [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2002, 24 (4): 58–60. [贾乃新, 黄耀阁, 李秋竹, 等. 利用麦蛾卵繁殖赤眼蜂研究初报 [J]. 吉林农业大学学报, 2002, 24 (4): 58–60]
- Pak GA, Oatman ER. Comparative life table, behavior and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1982, 32 (1): 68–79.
- Pak GA. Inundative release of *Trichogramma* for the control of Cruciferous Lepidoptera: Pre-introductory selection of an effective parasitoid. In: Talekar, eds. *Management of Diamondback and Other Crucifer Pests. Proceedings of the Second International Workshop* [C]. Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1992. 291–308.
- Qian YQ, Cao RL, Li GZ. Biology of *Trichogramma ostrinae* and evaluation of its effectiveness in controlling corn borer on spring corn [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1984, 27 (3): 287–293. [钱永庆, 曹瑞麟, 李国柱. 玉米螟赤眼蜂的生物学特性及其利用 [J]. 昆虫学报, 1984, 27 (3): 287–293]
- Saljoqi AUR, He YR. Effect of temperature on the development of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) [J]. *Journal of South China Agricultural University*, 2005, 25 (4): 44–46. [Saljoqi AUR, 何余容. 温度对玉米螟赤眼蜂发育的影响 [J]. 华南农业大学学报, 2005, 25 (4): 44–46]
- Song K, He YZ, Zheng L. Effect of *Sitotroga cerealella* (Olivier) egg age on oviposition preference and quality of *Trichogramma ostrinae* Pang & Chen [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2014, 30 (5): 618–623. [宋凯, 何运转, 郑礼. 麦蛾卵龄对玉米螟赤眼蜂寄生选择及后代质量指标的影响 [J]. 中国生物防治学报, 2014, 30 (5): 618–623]
- Smith SM, Hubbes M, Carrow JR. Factors affecting inundative releases of *Trichogramma minutum* Ril. against the Spruce Budworm [J]. *Journal of Applied Entomology*, 1986, 101 (101): 29–39.
- Sun GZ, Ruan CC, Cui ZL, et al. Effect of temperature to *Trichogramma* parasitizing *Ostrinia furnacalis* [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2000, 22 (1): 38–40. [孙光芝, 阮长春, 崔振礼, 等. 温度对赤眼蜂寄生亚洲玉米螟的影响 [J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22 (1): 38–40]
- Sun GZ, Zhang F, Shi ZH, et al. Parasitizing ability of trichogramma on *Ostrinia furnacalis* [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*,

- 2000, 22 (2): 26–29. [孙光芝, 张帆, 施祖华, 等. 赤眼蜂寄生亚洲玉米螟的潜能比较 [J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22 (2): 26–29]
- Wang JL, Yang ZC, Zhang J. A study on the biological characters of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) [J]. *Natural Enemies of Insects*, 1990, 12 (2): 56–61. [王金玲, 杨长城, 张荆. 玉米螟赤眼蜂生物学特性研究 [J]. 昆虫天敌, 1990, 12 (2): 56–61]
- Wang ZY, He KL, Zhang F, et al. Mass rearing and release of *Trichogramma* for biological control of insect pests of corn in China [J]. *Biological Control*, 2014, 68: 136–144.
- Wu JX. *Agricultural Entomology* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2009. [仵均祥. 农业昆虫学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2009]
- Yuan J. Study on Biology and Ecology of Different Geographic Population of *Trichogramma ostrinae* [D]. Chinese Academy of Agriculture Sciences, 2009. [袁佳. 玉米螟赤眼蜂不同地理种群的生物学及生态学特性研究 [D]. 中国农业科学院, 2009]
- Zhang J, Wang JL, Cong B, et al. A faunal study of *Trichogramma* [Hym: Trichogrammatidae] species on *Ostrinia furnacalis* [Lep.: Pyralidae] in China [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 1990, 6 (2): 49–53. [张荆, 王金玲, 丛斌, 等. 我国亚洲玉米螟赤眼蜂种类及优势种的调查研究 [J]. 生物防治通报, 1990, 6 (2): 49–53]
- Zhang J, Wang JL, Liu GC, et al. Effect of temperature and humidity on *Trichogramma ostrinae* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 1983, 5 (3): 129–134. [张荆, 王金玲, 刘广纯, 等. 温度和温湿组合对玉米螟赤眼蜂的影响 [J]. 环境昆虫学报, 1983, 5 (3): 129–134]
- Zhang J, Wang JL, Yan Y. Temperature requirements of *Trichogramma ostrinae* [J]. *Acta Phytophylacica Sinica*, 1984, 11 (3): 155–160. [张荆, 王金玲, 闫颖. 温度因素对玉米螟赤眼蜂影响作用的研究 [J]. 植物保护学报, 1984, 11 (3): 155–160]