

温度对西花蓟马 (*Frankliniella occidentalis*) 生长发育和存活率的影响

刘丽辉^{1,2}, 张 帆^{1,*}, 吴珍泉²

(1. 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097; 2. 福建农林大学生物防治研究所, 福州 350002)

摘要:在 15、20、25℃ 和 30℃, RH 75% 的条件下, 分析了温度与西花蓟马发育速率的关系, 并测定了西花蓟马的发育起点温度、有效积温和存活率。结果表明: 在 15 ~ 30℃ 范围内, 西花蓟马各虫期的发育速率随温度的升高而加快; 用直接最优法对发育起点温度和有效积温进行估算, 求得西花蓟马的卵、若虫、预蛹和伪蛹及世代发育起点温度分别为 5.70、7.04、4.49、6.84℃ 和 6.23℃; 世代的有效积温为 219.73d·℃。西花蓟马的世代存活率在 25℃ 时最高, 为 40.12%; 30℃ 时西花蓟马的存活率最低, 为 17.80%。**关键词:**西花蓟马; 温度; 生长发育

文章编号: 1000-0933(2008)10-4891-05 中图分类号: Q142, Q968, S431, S436.36 文献标识码: A

Effect of temperatures on the development and survival rate of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)

LIU Li-Hui^{1,2}, ZHANG Fan^{1,*}, WU Zhen-Quan²

1 Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing, 100097, China

2 Institute of Biocontrol, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(10): 4891 ~ 4895.

Abstract: *Frankliniella occidentalis* was reared on the leave of bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at different temperatures (15℃, 20℃, 25℃ and 30℃) and 75% RH to determine its development rate, development threshold, survival rate and effective accumulative temperature. The results showed that the development rate of *F. occidentalis* increased significantly as the temperature increased from 15℃ to 30℃. The development threshold of egg, nymphal, prepupal, pupal and adults stages were 5.70℃, 7.04℃, 4.49℃, 6.84℃, and 6.23℃ respectively. The effective accumulative temperature was 219.73 day·degree. The survival rate of *F. occidentalis* was highest at 25℃ (40.12%) and lowest at 30℃ (17.80%).

Key Words: *Frankliniella occidentalis*; temperature; development

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande), 属于缨翅目 (Thysanoptera)、蓟马科 (Thripidae), 是全球性

基金项目: 国家重点基础研究发展规划资助项目 (2006CB102005); 国家科技支撑计划资助项目 (2006BAD08A02)

收稿日期: 2007-01-20; 修订日期: 2008-04-23

作者简介: 刘丽辉 (1979 ~), 女, 吉林人, 硕士生, 主要从事为农业昆虫与害虫防治. E-mail: yangmeiliu003@163.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: z6131@263.net

致谢: 研究中得到北京市农林科学院植保环保所虞国跃博士、路虹研究员、万军的帮助, 谨此致谢!

Foundation item: The project was financially supported by National Basic Research Program, China (No. 2006CB102005) and the National S & T Supporting projects of China (No. 2006BAD08A02)

Received date: 2007-01-20; **Accepted date:** 2008-04-23

Biography: LIU Li-Hui, Master candidate, mainly engaged in agriculture entomology and pest management. E-mail: yangmeiliu003@163.com

的重要害虫之一,主要通过直接取食和传播病毒对 250 多种农作物、花卉、蔬菜和树木造成危害^[1]。2003 年 6 月在我国大陆首次发现此虫,2004 年后在北京和云南等地造成严重危害,是一种危险性入侵生物^[2,3]。温度是影响西花蓟马生长发育、繁殖和存活率的重要环境因子之一。国外对此的研究较多,Brødsgaard、Jarošík、Hulshof、Tommasini 等研究报道了温度对西花蓟马生物生态学的影响^[4~7];但国内仅有孟国玲、周弘春、吴佳教、贝亚维等对其它蓟马做过相关报道^[8~11],近年来随着西花蓟马的扩散范围的不断扩大,其已引起国内更多学者的关注和重视。2005 年对不同温度条件下西花蓟马生长发育情况进行了试验观察,旨在为室内进行大量的人工饲养和深入研究其繁殖等生物学习性积累基础资料;同时根据我国具体情况,寻找本地天敌对西花蓟马进行可持续的有效的控制技术提供基础。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

西花蓟马采自北京市门头沟区温室内黄瓜植株,室内置于养虫笼中以菜豆(*Phaseolus Bulgaris* L.) 苗连续繁殖 3~5 代备用。

1.2 试验条件

试验在 RXZ 型智能人工气候箱(宁波江南仪器厂)中进行,温度误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。试验设置 15、20、25 $^{\circ}\text{C}$ 和 30 $^{\circ}\text{C}$ 等 4 个温度梯度,相对湿度为 $75\% \pm 7\%$,光周期为 L:D = 16:8。

1.3 试验方法

1.3.1 成虫的收集

将带有西花蓟马伪蛹的营养钵放置于养虫笼中,待伪蛹羽化,用吸虫管收集同一天羽化的成虫供试。

1.3.2 卵的发育历期与死亡率的观察

每处理剪取实验室内种植的无虫菜豆叶片 1 片,在叶柄处缠少许湿润脱脂棉,外面用保鲜膜包裹;然后将其放入培养皿($\Phi=9\text{ cm}$, $h=1.2\text{ cm}$)内,每培养皿按 32:8 的雌雄比例和数量接入蓟马成虫,再用保鲜膜将培养皿密封,用封口膜封口,同时用昆虫针在保鲜膜上均匀打 40~50 个小孔。随后将其放置在 25 $^{\circ}\text{C}$ 的培养箱中,任其产卵 6 h 后移去成虫,将此西花蓟马产卵过的叶片置于另一垫有充分湿润圆形滤纸的培养皿中,如上密闭封口后分别放置进 4 个处理温度下,每处理 10 次重复。每隔 12 h 在显微镜(Nikon SMZ1500)下观察记录卵的发育情况。

1.3.3 若虫、预蛹、蛹的发育历期与存活率的观察

待卵孵化后,继续用菜豆叶片在处理温度下饲养,1~2 龄若虫期在培养皿中注入少量水,预蛹前将水用注射器吸出,直至完全羽化,每隔 12 h 观察记录蓟马的发育情况和存活数量,将所得结果进行统计分析。

1.3.4 分析方法

(1) 西花蓟马发育速率与发育温度的线性关系式:

$$V = a + bT \quad (1)$$

式中, V 为发育速率(N 为各虫态的发育历期,发育速率 $v = 1/N$), T 为发育温度。

(2) 西花蓟马在恒温条件下发育起点温度与有效积温计算公式分别为:

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

$$K = \frac{n \sum VT - \sum V \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \quad (3)$$

$$GN = \frac{\sum (T - C)}{K} \quad (4)$$

式中, C 为发育起点温度; K 为有效积温; T 为试验温度; V 为发育速率; GN 为年发生世代数。

(3) 数据分析

试验数据分析在 SPSS 11.0 系统上进行,西花蓟马在不同温度下同一指标的差异应用单因素方差分析,不同温度下的发育历期两两比较选用 LSD 多重比较分析。两个温度下的同一指标的差异应用独立样本的 T 检验进行分析。

2.2 结果与分析

2.2.1 不同温度下西花蓟马各虫态的发育历期

在供试条件下,西花蓟马各虫态的发育历期随温度升高而缩短,温度对各虫态发育历期影响显著($P < 0.05$)。15℃下,卵期为 11.39 d,若虫期为 9.11 d,预蛹期为 2.40 d,伪蛹期为 5.37 d,未成熟期的发育期为 28.27 d;而在 30℃时,卵期缩短为 3.41 d,若虫期为 3.36 d,预蛹期为 0.81 d,伪蛹期为 1.67 d,未成熟期的发育历期缩短为 9.39 d;各温度下,历期以预蛹期最短,其次为伪蛹期,若虫期,卵期(见表 1)。

表 1 西花蓟马各虫态在不同温度条件下的发育历期

Table 1 Development period of *F. occidentalis* each stages under four temperatures

温度(℃) Temperatures	卵期(d) Eggs	若虫(d) Nymphae	预蛹(d) Prepupa	伪蛹(d) Pupae	卵至成虫(d) Eggs to adults
15	11.39 ± 0.08a	9.11 ± 0.24a	2.40 ± 0.17a	5.37 ± 0.11a	28.27 ± 0.42a
20	5.21 ± 0.11b	6.40 ± 0.16b	1.39 ± 0.09b	2.84 ± 0.12b	15.84 ± 0.45b
25	4.18 ± 0.13c	5.61 ± 0.08c	1.09 ± 0.21c	2.19 ± 0.15c	13.07 ± 0.39c
30	3.41 ± 0.07d	3.36 ± 0.11d	0.81 ± 0.06d	1.67 ± 0.10d	9.26 ± 0.10d

表中数据为平均值 ± 标准差,同一列数据后不相同字母表示差异显著($P < 0.05$) The data in the table represent as means ± SE; Means followed by the same letter at the same column are not significant different at 0.05 level

2.2.2 不同温度下各虫态的发育速率

西花蓟马在不同温度下的发育速率,用线性日度模型拟合公式(1)拟合结果见图 1。各个虫态的发育速率随温度的升高而加快,相关系数 R 值均较高($P < 0.01$)。在 15~30℃温度梯度内,西花蓟马各虫态发育速率均与温度呈直线相关关系。其中预蛹对温度较为敏感,随着温度的升高,而发育速率更快,其斜率是伪蛹的两倍,是卵和若虫的 5 倍左右。

2.2.3 西花蓟马各虫期发育起点温度和有效积温

基于上述试验结果,分别计算出西花蓟马各虫态的发育起点温度和有效积温,结果见表 2。其中卵为 5.70℃和 80.99d·℃;若虫为 7.04℃和 77.89d·℃;预蛹为 4.99℃和 20.76d·℃;伪蛹为 6.84℃和 38.53 d·℃;卵至成虫为 6.23℃和 219.73d·℃。北京市年平均有效积温 $\Sigma(T - C) = 3600\text{d}\cdot\text{d}$,根据公式(4)计算出北京地区的西花蓟马年发生数约为 16~17 代。

2.2.5 西花蓟马不同龄期的下的存活率

在 25℃时西花蓟马的世代存活率最高,为 40.12%;30℃时西花蓟马的存活率最低,为 17.8%;各温度下若虫期存活率均较低,在 42.30% 以下,预蛹期以后存活率都很高,为 90% 左右(图 2)。温度对西花蓟马蛹期影响不大,对若虫期的存活率影响比较明显,25℃是若虫最适生长温度。

3 讨论

西花蓟马对温度有较强适应能力^[12],因此适应分布区域广,危害寄主种类也在随着其在全球范围内扩散而迅速增加。戴霖等人通过 ArcView GIS 分析和预测此虫在中国可能适应的分布区域涉及 28 个省的 468 个

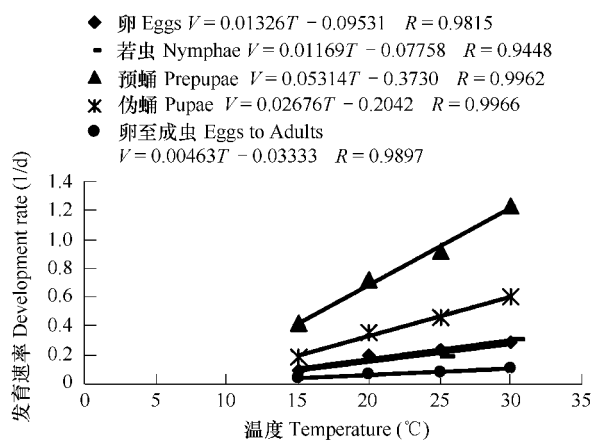


图 1 温度与西花蓟马各虫态发育速率的关系

Fig. 1 Relations between temperature and development rate of *F. occidentalis* at different stages

县^[13]。根据本实验结果,此虫在北京地区年发生 16 代左右。笔者在 2004 ~ 2005 年田间调查也表明,在北京害虫暴发区(门头沟区和房山区)的温室内,西花蓟马常年发生危害,且有寄主范围继续扩大、繁殖快和抗药性强等发展趋势。

寄主植物可以影响西花蓟马的生长发育。Robb, Bene 等以菊花、黄瓜、棉花等为寄主植物,在相同温度发下,发育历期和存活率均有差异^[4,6,7,12]。同样以菜豆叶片做寄主,本试验中在 25℃、RH 75% 时发育历期为 13.07 d,存活率为 40.12%,而 Brødsgaard 报道,在 25℃、RH 100% 时发育历期为 13.2 d,存活率为 67.3%,存活率比后者偏低。也许是试验的湿度不同所致,也可能与两个试验中所用的菜豆品种不同有关。另外, Hulshof, Robb 和 Trigholo 在其试验过程中的相对湿度为 50%,但在饲养过程中加入花粉,存活率可以达 90% 以上,发育历期比未加入花粉的要短,说明饲养繁殖西花蓟马时加入花粉是有重要作用的^[4,6,7]。

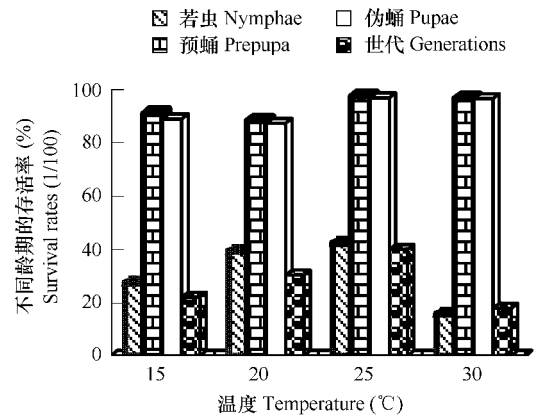


图 2 西花蓟马不同龄期在各温度下的存活率
Fig. 2 Survival rates of different stages of *F. occidentalis* under different temperatures

表 2 西花蓟马各虫态的发育起点和有效积温

Table 2 Developmental threshold temperature and effective accumulated temperature of <i>F. occidentalis</i> at different stages			
虫态 Stages	发育起点 (°C) (C ± St) Developmental threshold temperature (°C) (C ± St)	有效积温 (d·°C) Effective accumulated temperature (day-degrees)	温度-发育历期理论公式 Theoretical formulas of relations on temperature and development period
卵 Eggs	5.70 ± 0.88	80.99 ± 3.76	$N = \frac{80.99 \pm 3.76}{T - 5.70 + 0.88}$
若虫 Nymphae	7.04 ± 0.58	77.89 ± 3.02	$N = \frac{77.89 \pm 3.02}{T - 7.04 + 0.58}$
预蛹 Prepupa	4.49 ± 0.40	20.76 ± 0.44	$N = \frac{20.76 \pm 0.44}{T - 4.49 + 0.40}$
伪蛹 Pupae	6.84 ± 0.28	38.53 ± 0.66	$N = \frac{38.53 \pm 0.66}{T - 6.84 + 0.28}$
卵至成虫 Eggs to adults	6.23 ± 0.08	219.73 ± 0.98	$N = \frac{219.73 \pm 0.98}{T - 6.23 + 0.08}$

本试验中,西花蓟马在较高温度(30℃)时的存活率最低,这一特性可在保护地蔬菜生产中,作为其控制方法之一加以利用。

References:

[1] Chau A, Heinz K M. Influences of fertilization on population abundance, distribution, and control of *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2005, 117(1): 27 – 39.

[2] Zhang Y J, Wu Q J, Xu B Y, et al. Endangour Invaded Insect Species — *Frankliniella Occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) occurred in Beijing. *Plant Protection*, 2003, 29(4): 58 – 59.

[3] Zhang Y J, Wu Q J, Xu B Y, et al. Studies on Distribution and Control Tactics of Western Flower Thrips in China. In: Cheng Z M ed. *Study on Agriculture Biological Disaster Prevent and Control*, Beijing: Chinese Agricultural Scientific & Technological Press, 2005. 126 – 129.

[4] Brødsgaard H F. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 1994, 117: 498 – 507.

[5] Jarošík V, Koliáš M, Lapchin L. et al. Seasonal trends in the rate of population increase of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) on cucumber. *Bulletin of Entomological Research*, 1997, 87: 487 – 495.

- [6] Hulshof J, Ketoja E, Vänninen I. Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) on cucumber leaves without supplemental food, The Netherlands Entomological Society Entomologia Experimentalis et Applicata, 2003, 108: 19—32.
- [7] Tommasini M G. Evaluation of Orius species for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (A). Hoogleraar Entomologie, Wageningen Universiteit. 2003. 10—12.
- [8] Meng G L, Tang G W, Gong X W. Effects of Temperature on Growth and Developmengt of *Teaniothrips glycines* Okamoto. Journal of Huazhong Agricultural University, 2002, 21(3): 224—227.
- [9] Zhou H C, Xin H P, Tian X D. Study on Threshold temperature and effective accumulative temperature of *Thrips nigropilosus* Uzel. Entomological Knowledge, 1996, 33(2): 111—111.
- [10] Wu J J, Zhang W Q, Liang G W. The effect of temperatures on the development and fecundity of *Thrips palmi* Karny. Journal of South China Agricultral University, 1995, 6(4): 14—19.
- [11] Bei W Y, Gu X H, Gao C X, et al. The effect of temperatures on the growth and development of *Thrips palmi* Karny. Journal of Zhejiang Agricultural University, 1996, 8(5): 312—315.
- [12] McDonald J R, Bale J S, Walters K F A. Low temperature mortality and overwintering of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). Bulletin of Entomological Research, 1997, 87: 497—505.
- [13] Dai L, Du Y Z, Zhang L W, et al. A preliminary study on the suitable establishment areas of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in China. Plant Protection, 2004, 30(6): 48—51.

参考文献:

- [2] 张友军, 吴青君, 徐宝云, 等. 危险性外来入侵生物——西花蓟马在北京发生危害. 植物保护, 2003, 29(4): 58~59.
- [3] 张友军, 吴青君, 徐宝云, 等. 危险外来入侵生物——西花蓟马的分布现状与应急控制技术. 见: 成卓敏主编. 农业生物灾害预防与控制研究. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2005. 125~129.
- [8] 孟国玲, 唐国文, 龚信文, 等. 温度对豆带蓟马生长发育的影响. 华中农业大学学报, 2002, 21(3): 224~227.
- [9] 周弘春, 辛惠普. 黄豆蓟马发育起点温度与有效积温的研究. 昆虫知识, 1996, 33(2): 111~111.
- [10] 吴佳教, 张维球, 梁广文. 温度对节瓜蓟马的影响. 华南农业大学学报, 1995, 16(4): 14~19.
- [11] 贝亚维, 顾秀慧, 高春先, 等. 温度对棕榈蓟马生长发育的影响. 浙江农业学报, 1996, 8(5): 312~315.
- [13] 戴霖, 杜予州, 张刘伟, 等. 西花蓟马在中国的适生性分布研究初报. 植物保护, 2004, 30(6): 48~51.