

叶螨天敌塔六点蓟马生物学特性的研究*

张金勇** 涂洪涛 吴兆军 李巧双 陈汉杰***

(中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

摘要 【目的】研究了在不同温度下塔六点蓟马 *Scolothrips takahashii* Prisener 的生物学参数以及温度对雌虫日产卵动态的影响。【方法】本研究通过在 18、22、26、30、34 5 个恒温条件下用二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 卵对塔六点蓟马单头饲养,明确了不同温度下塔六点蓟马试验种群的生物学特性。

【结果】观测表明:在 18~34 范围内,塔六点蓟马的发育随着温度的升高而逐渐加快,在 18 下需要 1 个月左右,而在 34 下完成 1 个世代仅需 7.8 d;其发育起点温度和有效积温分别为 12.4 和 171.0 日·度。在 18~34 之间,塔六点蓟马成虫日均食螨卵量随温度升高而上升,在 34 条件下,单雌每日捕食螨卵量达到 105 粒左右,而若虫期对二斑叶螨卵的总取食量随温度变化不大。此外,塔六点蓟马的子代雌雄性比随温度升高有依次降低的趋势。【结论】根据室内观察结果认为塔六点蓟马是喜温昆虫,据此可以解释早春低温导致天敌塔六点蓟马种群上升缓慢,而 6 月份气温升高后田间密度迅速上升成为控制叶螨的优势天敌。

关键词 塔六点蓟马, 二斑叶螨, 生物学, 温度

Biological characteristics of *Scolothrips takahashii* Prisener, a natural enemy of mites

ZHANG Jin-Yong** TU Hong-Tao WU Zhao-Jun LI Qiao-Shuang CHEN Han-Jie***

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, China)

Abstract [Objectives] To investigate the biological parameters of the six spotted thrip *Scolothrips takahashii* Prisener at different temperatures, and the effect of temperature on female fecundity. [Methods] The biological characteristics of the six spotted thrip, fed on the eggs of the two-spotted spider mite, were observed at 18, 22, 26, 30, and 34 , respectively. [Results] The developmental duration of one generation at 18 was about one month compared to about 7.8 d at 34 . The developmental zero and effective accumulated temperatures were 12.4 and 171.0 degree days, respectively. The number of mite eggs preyed on by adult six spotted thrips increased with temperature from 18 to 34 . A single female six spotted thrip could consume about 105 mite eggs, however, the number of mite eggs preyed on by thrip larvae was not much affected by temperature. The sex ratio of the six spotted thrip decreased with increasing temperature. [Conclusion] It seems that the six spotted thrip is an insect suited to a high temperature environment. This may explain why six spotted thrip numbers are relatively low in spring but increase suddenly after June making them the dominant natural enemy of mites.

Key words *Scolothrips takahashii*, *Tetranychus urticae*, biology, temperature

叶螨隶属于蛛形纲 Arachnida, 叶螨科 Tetranychidae, 是农业重要的害虫, 其种类较多, 在我国分布广、危害严重; 其危害的作物种类较多, 如果树、蔬菜以及温室栽培植物、林木到观

赏植物等, 其刺吸式口器能对植物产生机械伤害和毒害作用, 从而引起作物减产和品质下降 (余德亿, 2008; 洪晓月, 2012)。塔六点蓟马 *Scolothrips takahashii* Prisener 是一种在我国分布广泛的叶

* 资助项目 Supported projects: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103020); 现代苹果产业技术体系 (CARS-28)

** 第一作者 First author, E-mail: zhangjinyong@caas.cn

*** 通讯作者 Corresponding author, E-mail: chenhanjie@caas.cn

收稿日期 Received: 2016-01-04, 接受日期 Accepted: 2016-01-09

螨专食性天敌(韩运发, 1982), 有叶螨发生的农田或果园几乎都能发现它的踪迹。近年的研究表明, 塔六点蓟马能捕食包括棉花、果树等多种作物的叶螨(Gotoh *et al.*, 2004), 在夏季高温季节其种群密度上升迅速, 是抑制害螨种群上升的重要生防因子(Gilstrap, 1995), 此外还有研究表明其对叶螨的捕食能力优于一些植绥螨类(Amano, 1996)。近年来随着多种作物害螨对杀螨剂的抗药性越来越严重(刘金香等, 2004), 天敌对害螨的控制作用日益受到重视。目前, 对塔六点蓟马的研究已有多篇文献发表, 祖恒等(2014)研究了在不同农业措施下, 玉米田塔六点蓟马的种群状态; 张金勇等(2014)研究了塔六点蓟马的规模化饲养方法, 并申请专利; 而其它的研究主要集中在对其捕食功能上(李定旭等, 2006; 张金勇等, 2014)。国内对其基础的生物学规律研究未见报道, 我们利用离体水培花生叶作载体饲养二斑叶螨进而饲养塔六点蓟马, 在人工气候箱恒温条件下对塔六点蓟马的生物学进行了系统的观察, 为塔六点蓟马的大量人工繁殖提供基本的生物学参考。

1 材料与方 法

1.1 各虫态发育历期观察

将塔六点蓟马分为卵、若虫、伪蛹、产卵前期四个阶段分别观察, 饲养在相对湿度 80%、光周期 L:D=14:10 的人工气候箱内进行, 温度设 18、22、26、30、34 5 个恒温梯度。养虫盒构造: 将两个口径相同、容积分别为 450、500 mL 的圆形塑料保鲜盒叠放(容积小的在内), 两盒之间空隙加水约 2 cm 深, 在内盒底部打孔, 将花生叶柄基部插入水中保鲜, 盒盖中央打直径 5 cm 孔, 粘 120 目筛网布以利透气。

卵历期观察方法: 将 10~20 头处于产卵盛期的塔六点蓟马雌成虫用毛笔接到有适量二斑叶螨的花生叶上, 产卵 2.4 h (0.1 d) 后将蓟马成虫转出。接蓟马的头数随温度降低而增多, 目的是保证在产卵时间段内有一定数目的卵产在叶肉组织内, 每个温度依时间顺序设 3~4 个重复。

将盛有产过卵的花生叶的养虫盒标记好产卵时间, 在接近孵化时每隔 1 h 在解剖镜下观察是否有若蓟马孵化, 孵化时间与产卵时间间隔即为卵的历期。每温度观察 20 头作为历期平均值估算样本。若虫历期观察: 将各温度下刚孵化的若虫进行单头饲养, 保证食物充足, 观察记录发育至翅芽长出的时间, 得到若虫的历期, 每温度观察 20 头作为一个样本。伪蛹历期的观察: 伪蛹阶段虫体会爬行但不再取食, 将刚长出翅芽的伪蛹在相应温度下发育至羽化, 这段时间即为伪蛹历期, 同样每温度观察记录 20 头。成虫产卵前期的观察方法: 将刚羽化的雌成虫与雄成虫配对饲养, 在保证食物充足的条件下定期观察第 1 头初孵若虫的孵化时间, 减去该温度下卵的历期即为产卵前期, 同样每温度观察记录 20 头。

1.2 若虫期及成虫日取食二斑叶螨卵量观察

1.2.1 若虫期取食卵量 将初孵若虫接至刚产有一定数量二斑叶螨卵的花生叶上, 为保证叶片上食物密度及叶螨卵不孵化, 需多次转接蓟马至新叶片上, 统计每头若虫发育至翅芽长出时的取食卵量。待伪蛹羽化后根据雌雄情况, 每温度观察雌雄各不少于 10 头。

1.2.2 成虫日取食卵量 将刚羽化的雌性成虫配对, 交配后分开单独饲养, 每天定时将蓟马成虫转接于新产有一定数量二斑叶螨卵的花生叶上, 在解剖镜下镜检每天每头的食卵量, 直到成虫自然死亡。每温度下至少观察 4 头雌雄成虫。

1.3 雌虫产卵量及子代性比等生物学观察

由于塔六点蓟马将卵产于叶肉组织内, 无法直接计数产卵数, 只能通过计数每天所产卵孵化出的若虫数间接获得。将每天产卵后的叶片接上数头二斑叶螨成螨, 作为孵化后若虫的食料, 待若虫全部发育至成虫后, 及时统计雌雄性比。每温度至少连续观察 4 头雌成虫的终生产卵量及子代性比情况。

2 结果与分析

2.1 各虫态发育历期

塔六点蓟马各虫态的发育历期观察结果见

表 1。根据积温法则公式,用回归法算出各虫态及全世代的发育起点温度与有效积温,结果见表 2。从表 1 看出,塔六点蓟马的世代历期随温度降低而延长,在 18℃ 下完成 1 代差不多需要 1 个月时间,而在 34℃ 下完成 1 代仅需 7.8 d 左右。从表 2 看出,塔六点蓟马若虫发育起点温度要求最高,在 15℃ 左右,这进一步说明塔六点蓟马是喜欢高温型昆虫,在夏季高温时其种群增长迅速。

2.2 若虫期及成虫日取食二斑叶螨卵量

若虫期以及成虫日取食二斑叶螨的统计结果见表 3。从表 3 看出,塔六点蓟马若虫期对二斑叶螨卵的总取食量随温度变化不大,雌若虫食卵量在 50~60 粒之间,雄若虫食卵量在 30~40

粒之间。成虫日均食卵量随温度升高而上升,在 34℃ 下雌成虫的日均食卵量高达 100 粒左右,显示出很好的控螨效能。

2.3 雌虫产卵量及子代性比等生物学参数

塔六点蓟马雌虫产卵量及子代性比的观察结果见表 4。统计结果表明:随温度升高,塔六点蓟马雌成虫产卵天数明显缩短,从 18℃ 的 43 d 左右迅速下降到 34℃ 的 14 d 左右,但日均产卵量随温度上升明显增加,从 18℃ 的 4.5 头左右迅速增加到 34℃ 的 14.3 头左右。总产卵量随温度变化不甚剧烈,每雌总产卵量在 188~308 头范围内变动,22℃ 和 26℃ 下产卵量较大。塔六点蓟马雌成虫对二斑叶螨卵的总取食量变化类似,在 22℃ 时每头一生最大食卵量达 2 600 粒以上。子

表 1 塔六点蓟马各虫态在不同温度下的发育历期

Table 1 Developmental period of each stage for *Scolothrips takahashii* at different temperatures

温度 Temperature (°C)	发育历期 Developmental period (d)				
	卵 Egg	若虫 Larva	伪蛹 Pupae	产卵前期 Preoviposition	全代历期 Whole development
34	3.9±0.2	1.6±0.1	1.5±0.2	0.8±0.1	7.8±0.4
30	4.8±0.3	2.3±0.1	2.1±0.2	0.9±0.1	10.1±0.4
26	5.6±0.3	3.0±0.2	2.5±0.3	1.1±0.1	12.2±0.5
22	8.3±0.4	4.7±0.3	3.5±0.2	1.8±0.2	18.3±0.8
18	13.8±0.5	8.0±0.4	5.5±0.3	2.1±0.2	29.4±1.2

表 2 塔六点蓟马各虫态发育起点温度与有效积温

Table 2 The development zero for development and effective accumulated temperature for each stage for *Scolothrips takahashii*

	卵 Egg	若虫 Larva	伪蛹 Pupae	成虫 Adult	全世代 Generation
发育起点温度 (°C) Development zero (°C)	11.4±0.8	14.9±1.0	12.4±1.3	10.2±1.8	12.4±0.6
有效积温 (日·度) Effective accumulated temperature (degree·days)	87.1±4.5	32.1±2.7	33.7±2.9	18.4±2.0	171.0±7.2

表 3 塔六点蓟马雌雄虫不同温度下对二斑叶螨卵的取食量

Table 3 Eggs number of *Tetranychus urticae* preyed by *Scolothrips takahashii* at different temperatures

虫态 Stage	性别 Sex	34	30	26	22	18
若虫期 (粒/头) Larva (eggs/head)	♀	52.8±4.9	56.8±12.3	59.8±8.4	59.8±7.6	56.5±4.2
	♂	36.7±3.8	35.5±4.1	34.0±5.2	35.8±3.4	37.0±3.2
成虫日食量 (粒/头/d) Eggs preyed per day (eggs/head/day)	♂	33.3±6.0	22.9±7.0	19.4±3.4	17.4±4.6	10.4±3.9
	♀	104.9±14.4	78.2±11.1	76.9±8.5	63.4±6.4	39.0±5.1

表 4 塔六点蓟马雌成虫在不同温度下的生物学参数

Table 4 Biology parameters of the female of *Scolothrips takahashii* at different temperatures

温度 Temperature	总食卵量 (粒) Total number of eggs preyed by per female	总产卵量 (粒/♀) Total number of eggs laid per female	产卵天数 (d) Oviposition period	日均产卵量 (粒/♀) Eggs laid per female per day	性比♀/♂ Sex ratio
18	1 668.3±588.8	188.5±47.6	43.0±14.3	4.5±0.5	4.0±1.3
22	2 644.8±419.1	308.3±98.2	42.3±9.5	7.5±1.4	3.0±0.4
26	2 114.5±556.4	279.3±80.1	28.0±8.9	10.1±1.4	2.9±0.7
30	1 709.6±384.1	242.2±27.8	22.6±7.5	11.4±3.1	2.8±0.7
34	1 474.0±237.7	202.8±40.2	14.3±3.2	14.3±1.3	2.2±0.2

代雌雄性比随温度升高有依次减小的趋势,从 18 的 4.0 左右减小到 34 的 2.2 左右。将不同温度下塔六点蓟马日产卵量随产卵天数的变化趋势做成图 1,从图 1 中可看出,在 18 温度下,塔六点蓟马雌成虫日产卵量随产卵天数的增加

变化幅度不大,基本维持在 5 头的平衡水平;随着温度的升高,日产卵量前期高、后期低的趋势愈发明显,表明随年龄增加,产卵能力降低。在 34 下,塔六点蓟马雌成虫产卵期前半程的日产卵量高达 20 头左右,数量惊人。

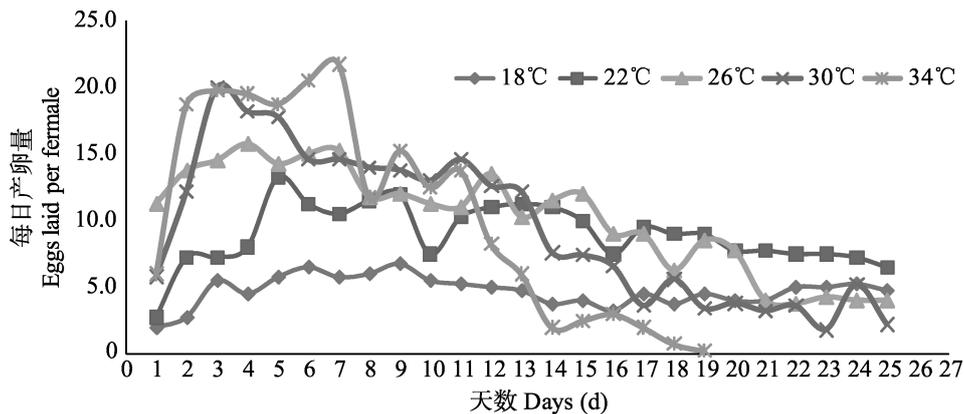


图 1 塔六点蓟马雌成虫在不同温度下日产卵量随产卵天数变化趋势

Fig. 1 Change trend of *Scolothrips takahashii* eggs laid per female per day with the spawning days at different temperature

3 结论与讨论

通过对不同温度下塔六点蓟马的生物学参数观察、测定,表明温度是对塔六点蓟马生长发育起着重要作用的影响因子。在 18~34 的范围内,塔六点蓟马各虫态的发育速度均随温度的升高而增加,在 18 下完成 1 代大概需要 1 个月,而在 34 下完成 1 代仅需 7.8 d 左右。塔六点蓟马的发育起点温度为 12.4,比 Yamasaki 等(1983)报道的 15.2 低,但略高于 Gotoh 等(2004)报道的 11.4;其有效积温为 171 日·度,高于

Yamasaki 等(1983)报道的 144.7 日·度,但略低于 Gotoh 等(2004)报道的 188.7 日·度。

在我国各地果园、棉田中,塔六点蓟马不仅发生早、而且种群数量较大(6—8 月),主要捕食二斑叶螨、朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) 以及山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* Zacher 等害螨,是控制害螨的重要天敌种类。同时,塔六点蓟马若虫发育起点温度要求较高,在 15 左右,且在夏季高温时其种群能够迅速增长,这使得它成为夏季人工释放天敌防治叶螨的一个较优选择。但塔六点蓟马对害螨的捕食量远

小于瓢虫和隐翅虫的捕食量 (Gotoh *et al.*, 2004), 所以建议在田间害螨处于增长初期的时候进行释放, 这样的防治效果较好。塔六点蓟马属于喜温性动物, 其雌虫取食行为受温度影响较大, 在低温下其无效搜索时间较长 (Li *et al.*, 2007), 因此在低于 20 °C 条件下田间应该辅助其它生物防治措施。

塔六点蓟马若虫期对二斑叶螨卵总取食量受温度影响不大, 但成虫日均食卵量随温度升高而上升, 在 34 °C 时达到 104 粒, 且雌性的取食量远大于雄性的取食量, Li 等 (2007) 研究了塔六点蓟马对山楂叶螨捕食的功能反应, 发现其在 35 °C 下雌虫对山楂叶螨卵的日捕食量为 88.42 粒, 而雄性的日捕食量仅为 48.01 粒。塔六点蓟马可以进行孤雌生殖, 其未受精卵发育为雄虫, 受精卵发育为雌虫 (Lewis, 1973), 并且我们的研究发现, 其性比在 2.2~4.0 之间 (表 4), 其后代雌性比例较高, 这都表明雌性塔六点蓟马在生物防治中起着更重要的作用。同时, 我们还观察到塔六点蓟马在伪蛹态时并不取食, 所以, 我们推测伪蛹态可以作为大量饲养塔六点蓟马时低温储藏的适宜虫态, 但储藏温度不宜高于其发育起点温度即 12 °C 左右。同时, 塔六点蓟马生物学学习性的基础研究对指导塔六点蓟马的规模化快繁、产品保存、田间释放应用等都有重要意义。

参考文献 (References)

- Amano H, 1996. Principles of plant acarology//Ehara S, Shinkaji N (eds.). Natural Enemies. Tokyo: Zenkoku Nounso Kyouiku Kyoukai Press. 159-174.
- Gilstrap FE, 1995. Six-spotted thrips: a gift from nature that controls spider mites//Parker BL, Skinner M, Lewis T (eds.). Thrips Biology and Management. New York: Plenum Press. 305-316.
- Gotoh T, Nozawa M, Yamaguchi K, 2004. Prey consumption and functional response of three acarophagous species to eggs of the two-spotted spider mite in the laboratory. *Applied Entomology and Zoology*, 39(1): 97-105.
- Gotoh T, Yamaguchi K, Fukazawa M, Mori K, 2004. Effect of temperature on life history traits of the predatory thrips, *Scolothrips takahashii* Priesner (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39(3): 511-519.
- Han YF, 1982. Two new species in genus of *Scolothrips* and recognition of males in *Scolothrips takahashii* Priesner. *Animal Research*, 3 (Suppl.): 53-56. [韩运发, 1982. *Scolothrips* 属二新种及塔六点蓟马雄虫记述. 动物学研究, 3 (增刊): 55-56.]
- Hong XY, 2012. Agricultural Acarology. Beijing: China Agriculture Press. 5-15. [洪晓月, 2012. 农业螨类学. 北京: 中国农业出版社. 5-15.]
- Lewis T, 1973. Thrips: Their Biology, Ecology and Economic Importance. London: Academic Press. 25-50.
- Li DX, Tian J, Shen ZR, 2006. Functional response of predatory thrips, *Scolothrips takahashii* Priesner to hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis* Zacher. *Acta Ecologica Sinica*, 26(5): 1414-1421. [李定旭, 田娟, 沈佐锐, 2006. 塔六点蓟马对山楂叶螨的功能反应研究. 生态学报, 26(5): 1414-1421.]
- Li DX, Tian J, Shen ZR, 2007. Functional response of the predator *Scolothrips takahashii* to hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis*: effect of age and temperature. *BioControl*, 52(1): 41-61.
- Liu JX, Hu MY, Han JC, Liu HP, Zhong GH, 2004. Resistance of *Tetranychus viennensis* Zacher to acaricides and the synergistic effect of pesticide combination. *Journal of Plant Protection*, 31(2): 199-204. [刘金香, 胡美英, 韩巨才, 刘慧平, 钟国华, 2004. 山楂叶螨抗药性及混配增效作用. 植物保护学报, 31(2): 183-188.]
- Yamasaki Y, Yoshioka K, Takeuchi F, 1983. Bionomics and predation of *Scolothrips* sp. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Shikoku*, (18): 83-86.
- Yu DY, Zhang YX, Tang JY, Ji J, 2008. The application of predatory mites in biological control of agro-forest spider mites in China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 45(4): 537-541. [余德亿, 张艳璇, 唐建阳, 季洁, 2008. 捕食螨在我国农林害螨生物防治中的应用. 昆虫知识, 45(4): 537-541.]
- Zhang JY, Chen HJ, Tu HT, 2014. Experiments of releasing *Scolothrips takahashi* to control *Tetranychus viennensis* in cages. *Journal of Fruit Science*, 31(5): 922-926. [张金勇, 陈汉杰, 涂洪涛, 2014. 塔六点蓟马对山楂叶螨的控制效果. 果树学报, 31(5): 922-926.]
- Zhang JY, Chen HJ, Tu HT, Li QS, 2014. Method of scale raising *Scolothrips takahashi*. China, CN 103053477 B, ZL201210573883. 6.2014.01.22. [张金勇, 陈汉杰, 涂洪涛, 李巧双, 2014. 塔六点蓟马的规模化饲养方法. 中国, CN 103053477 B, ZL201210573883. 6.2014.01.22.]
- Zu H, Xu Q, Qing YC, 2014. Influence of agricultural practice on occurrence of leaf spider mite and its natural enemy in corn field. *Chinese Journal of Biological Control*, 30(2): 183-187. [祖恒, 徐前, 秦玉川, 2014. 不同农业措施对玉米截形叶螨及其天敌塔六点蓟马发生的影响. 中国生物防治学报, 30(2): 183-187.]