

韭菜迟眼蕈蚊在不同温度下的实验种群生命表

梅增霞¹, 吴青君^{1*}, 张友军¹, 花 蕾²

(1. 中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081; 2. 西北农林科技大学植物保护学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 组建了韭菜迟眼蕈蚊 *Bradysia odoriphaga* 在 15℃、20℃、25℃ 和 30℃ 温度下的实验种群生命表。结果表明, 韭菜迟眼蕈蚊各虫态的发育速率随温度的升高而加快, 在 15℃ 下卵—成虫的发育历期最长(72.4 天), 而 30℃ 时仅为 21.2 天, 20℃ 和 25℃ 时分别为 27.3 天和 23.9 天; 韭菜迟眼蕈蚊卵、幼虫、蛹和卵—成虫的发育起点温度分别为 5.9℃、8.7℃、3.3℃ 和 7.8℃, 有效积温分别为 77.7、267.2、75.7 和 418.2 日·度; 韭菜迟眼蕈蚊成虫寿命随温度升高而逐渐缩短, 雌虫寿命在 20℃ 时最长, 为 11.7 天, 在 30℃ 下最短, 仅存活 4.1 天, 除 30℃ 外在其它温度下雌蚊寿命均长于雄蚊; 单雌产卵量在 20℃ 时最高, 平均为 159.9 粒, 30℃ 时最低, 为 114.7 粒。20℃~25℃ 是韭菜迟眼蕈蚊的最适生长温度, 成虫寿命长、繁殖力强、种群趋势指数大, 温度过高或过低均不利于种群的繁衍。

关键词: 韭菜迟眼蕈蚊; 实验种群; 温度; 生命表

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2004)02-0219-04

Life tables of the laboratory population of *Bradysia odoriphaga* Yang et Zhang (Diptera: Mycetophilidae) at different temperatures

MEI Zeng-Xia¹, WU Qing-Jun^{1*}, ZHANG You-Jun¹, HUA Lei² (1. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. College of Plant Protection, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Life tables of laboratory population of the Chinese chive maggot, *Bradysia odoriphaga* were constructed at four temperatures. The results showed that the developmental rate increased with the temperature increasing from 15℃ to 30℃. The longest duration of the generation was 72.4 days observed at 15℃, the shortest was 21.2 days at 30℃, and in between 27.3 days and 23.9 days at 20℃ and 25℃ respectively. The threshold temperatures and the effective accumulated temperatures required for egg, larva, pupa and whole generation were 5.9℃, 8.7℃, 3.3℃, 7.8℃ and 77.7, 267.2, 75.7, 418.2 degree-day respectively. The lifespan was shortened with the temperature increasing. The longest lifespan of female was 11.7 days at 20℃, and the shortest was 4.1 days at 30℃. In general, the adult longevity of female was longer than that of male. The maximum number of eggs laid per female was 159.9 at 20℃, while the least was 114.7 at 30℃. It could be concluded from the results that temperature had great effect on the development of *B. odoriphaga*. The most suitable temperature range was 20℃ to 25℃, during which there were longer longevity of the adult, higher oviposition and the highest population trend index. Too high or too low temperatures would be adverse to the establishment of the maggot population.

Key words: *Bradysia odoriphaga*; laboratory population; temperature; life table

韭菜迟眼蕈蚊 *Bradysia odoriphaga* Yang et Zhang 是葱蒜类蔬菜的重要害虫, 幼虫喜食韭菜根部, 俗称韭蛆。其潜土危害的生活习性对防治带来很大难度, 产量和经济损失严重。一般地块虫株率为 20%~30%, 严重的则高达 100%, 产量损失 30%~80%, 经济损失超过 30%, 常造成毁种或改种(冯惠

琴和郑方强, 1987; 腾玲和童贤明, 2000)。因此韭菜迟眼蕈蚊已成为我国韭菜生产的主要限制因子, 同时因生产中使用高毒农药对食用韭菜的安全性也构成潜在威胁。韭菜迟眼蕈蚊是我国的特有害虫, 但对其研究相对较少。1990 年以前主要进行了简单的生物学特性观察和田间发生规律调查(曹清莲,

基金项目: 国家“十五”攻关资助项目(2001BA509B08)

作者简介: 梅增霞, 女, 1976 年生, 青海省互助土族自治县人, 硕士, 研究方向为蔬菜害虫综合治理

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: wuqj@mail.caas.net.cn

收稿日期 Received: 2003-08-14; 接受日期 Accepted: 2004-01-08

1985; 冯惠琴和郑方强, 1987; 翟旭等, 1988), 但试验简单且缺乏系统性, 不同研究结果之间存在一定差异, 近年来的研究多集中在有效药剂的筛选和防治技术上(罗万春等, 1998; 刘国琦等, 1999; 薛明等, 2002), 但有效的防治方法仍很少。总体上, 我国对韭菜迟眼蕈蚊的研究较为薄弱, 相关资料较少, 特别对其基本的生物学特性研究严重不足, 这也是造成目前韭蛆防治难的主要原因之一。深入研究韭菜迟眼蕈蚊的生物学及生态学特性, 对掌握有效防治适期和制定有效的防治策略以及预测预报有着重要的理论和实际意义。

1 材料与方法

1.1 试虫

韭菜迟眼蕈蚊于 2001 年 4 月采自山东泰安市郊, 室内饲养采用滤纸保湿培养皿法, 食料为自种韭菜。温度保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 黑暗条件, 相对湿度为 80% 左右。

1.2 试验方法

试验条件: 试验在人工气候箱中进行, 设定 15°C 、 20°C 、 25°C 和 30°C 四个恒定温度, 误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 黑暗条件, 相对湿度为 80% 左右。

发育历期测定: 将在正常饲养条件下 12 h 内产的卵放入相应观察温度下, 进行单头饲养, 每日定时观察虫体的发育进度, 准确记录各虫期发育所需的天数, 并及时更换食料。每一温度各虫态的有效数据不少于 20 个。

发育起点温度及有效积温计算: 根据各温度下的发育历期, 采用加权法(丁岩钦, 1980)计算发育起

点温度及有效积温。

单雌产卵量测定: 将正常饲养温度下 12 h 内羽化的未经交配的成虫配对(♀:♂ = 1:1)后置于铺有湿润滤纸的培养皿中(成虫不取食, 不用放食料), 放入相应的温度下, 待其不再产卵后, 在解剖镜下观察卵粒数。每一温度雌虫不少于 20 头。

成虫寿命测定: 将正常饲养温度下 12 h 内羽化的未经交配的雌雄成虫单头分别置于带有湿润滤纸的培养皿中, 放入相应的不同温度下, 每天定时观察成虫活动情况, 记录成虫活动天数。每一温度成虫总数不少于 20 头。

生命表组建: 对不同温度处理下产的卵进行追踪观察, 记录进入每一虫态开始至结束的活虫数、死亡数, 并计算死亡率, 组建生命表, 每温度至少 150 头试虫。种群趋势指数按张孝羲(1997)的方法计算。

2 结果与分析

2.1 温度对韭菜迟眼蕈蚊发育历期的影响

韭菜迟眼蕈蚊在不同温度下的发育历期列于表 1。韭菜迟眼蕈蚊各虫态的发育历期随着温度的升高而缩短。在 15°C 时各虫态发育历显著长于其它温度($P < 0.05$), 4 龄幼虫期长达 32 天, 而其它温度下仅 6~8 天, 卵—成虫的历期为 72.4 天, 30°C 时只需 21.2 天。在 20°C 以上温度对卵、1 龄幼虫、4 龄幼虫、蛹有一定影响, 对 2 龄和 3 龄幼虫影响不大, $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内, 各虫态的发育历期约为 3~5 天(卵)、3~4 天(1 龄)、2 天(2、3 龄)、6~8 天(4 龄)、3~4 天(蛹)、21~27 天(卵—成虫)。

表 1 韭菜迟眼蕈蚊在不同温度下的发育历期(天)
Table 1 Duration of *Bradysia odoriphaga* at different temperatures (d)

温度(°C) Temperature	卵期 Egg	幼虫 Larva				蛹期 Pupa	卵—成虫 Egg - Adult
		1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar		
15	9.3±0.2 a	8.0±0.3 a	7.2±0.5 a	9.1±0.6 a	32.0±3.4 a	6.8±0.3 a	72.4±3.8 a
20	5.1±0.1 b	4.4±0.1 b	2.6±0.1 b	2.8±0.1 b	8.0±0.2 b	4.4±0.1 b	27.3±0.3 b
25	3.8±0.1 c	4.3±0.1 c	2.4±0.1 c	2.6±0.1 c	7.5±0.3 b	3.3±0.1 c	23.9±0.5 c
30	3.6±0.1 d	3.3±0.2 d	2.4±0.1 c	2.5±0.1 d	6.2±0.3 b	3.2±0.1 c	21.2±0.4 d

表中数据为平均数±标准误, 同列后英文字母相同表示差异不显著($P > 0.05$), 下同 The data in the table are mean±SE and those followed by the same letters are not significantly different at 5% level. The same for the following tables.

2.2 发育起点温度和有效积温

根据表 1 计算出韭菜迟眼蕈蚊各发育阶段的发育起点温度和有效积温(表 2)。卵期、幼虫期和蛹

期的发育起点温度分别为 5.9°C 、 8.7°C 和 3.3°C , 有效积温依次为 77.7 日·度、267.2 日·度和 75.7 日·度, 卵—成虫的发育起点温度和有效积温分别为

7.8℃和 418.2 日·度。

2.3 成虫寿命及单雌产卵量

不同温度下韭菜迟眼蕈蚊的成虫寿命呈随着温度的升高而逐渐缩短的趋势(表 3),雄虫寿命在 15℃下可达 7.7 天,而在 30℃只有 4.7 天;雌虫寿命在 20℃时最长,为 11.7 天,在 30℃时最短,仅能存活 4.1 天。除 30℃外其它各温度下雌虫寿命长于雄虫。

雌虫在 20℃产卵量最大,平均为 159.9 粒/雌,显著高于其它温度下的产卵量;其次为 25℃和 15℃,分别为 140.9 粒/雌和 131.8 粒/雌;30℃产卵量最低,为 114.7 粒/雌,说明高温对韭菜迟眼蕈蚊的产卵影响较大。

表 2 韭菜迟眼蕈蚊各发育阶段的发育起点温度(℃)和有效积温(日·度)

Table 2 Threshold temperature and effective accumulated temperature (EAT) of <i>Bradysia odoriphaga</i>		
发育阶段 Developmental stage	发育起点温度(℃) Threshold temperature	有效积温(日·度) EAT (degree-day)
卵期 Egg	5.9	77.7
幼虫期 Larva	8.7	267.2
蛹期 Pupa	3.3	75.7
卵—成虫 Egg—adult	7.8	418.2

表 3 韭菜迟眼蕈蚊成虫在不同温度下的寿命及繁殖力

Table 3 Adult longevity and fecundity of *Bradysia odoriphaga* at different temperatures

温度(℃) Temperature	寿命(天)Longevity (d)		平均产卵量 Number of eggs laid/♀
	♂	♀	
15	7.7±3.3 a	11.4±4.3 a	131.8±21.6 b
20	6.3±2.4 ab	11.7±2.9 a	159.9±31.4 a
25	4.6±0.7 b	9.0±2.8 b	140.9±32.6 b
30	4.7±0.7 b	4.1±1.0 c	114.7±24.4 c

2.4 不同温度下韭菜迟眼蕈蚊的生命表

根据不同温度下各发育期存活率和成虫繁殖力资料组建了韭菜迟眼蕈蚊的实验种群生命表(表 4),表中的起始卵数为假定数。结果表明,在 15℃下,韭菜迟眼蕈蚊从 2 龄到 3 龄期间幼虫无死亡,3 龄到蛹期的死亡率最高,达到 17.7%,其它虫态的死亡率均在 10% 以下;20℃下,2 龄幼虫期的死亡率最低,为 0.4%,其次为 1 龄幼虫期,为 3.0%,其它虫态的死亡率均在 10% 以下;25℃下,2、3 龄幼虫死亡率最低为 0.6%,最高为蛹期 13.5%;30℃下,韭

菜迟眼蕈蚊各虫态的死亡率较高,1 龄和 2 龄幼虫期死亡率均高于 10%,3 龄幼虫期死亡率最低为 3.3%。20℃下,韭菜迟眼蕈蚊的种群趋势指数最高为 75.1;30℃时由于温度过高,湿度很快降低,种群趋势指数仅为 35.1。不同温度下雌虫的比率高于雄虫(表 3),较高比例的雌虫对种群的繁衍更为有利。

2.5 韭菜迟眼蕈蚊的存活曲线

由图 1 可看出,20℃和 25℃下的存活曲线呈凸型,表明各发育期的死亡率都很低;30℃下的存活曲线略呈凹型,1 龄和 2 龄幼虫死亡率较高。总体上看,韭菜迟眼蕈蚊在不同温度下的死亡主要集中在 1 龄幼虫期和蛹期,卵期、2 龄、3 龄和 4 龄幼虫期死亡较少。试验温度下,15℃和 30℃均有死亡率偏高的虫态,说明低温和高温均不利于韭蛆的生长。

表 4 不同温度下的韭菜迟眼蕈蚊的实验种群生命表

Table 4 Experimental population life tables of *Bradysia odoriphaga* at different temperatures

发育阶段 Developmental stage	进入各发育期的活虫数 <i>lx</i>			
	15℃	20℃	25℃	30℃
起始卵数 Initial number of eggs	100	100	100	100
幼虫 Larva: 1 龄 1st instar	95.9	93.0	92.9	95.0
2 龄 2nd instar	93.5	90.0	85.9	78.9
3 龄 3rd instar	93.5	89.6	85.3	68.9
4 龄 4th instar	75.9	85.2	84.7	65.6
蛹 Pupa	72.4	77.0	79.4	60.0
成虫羽化数 Number of adults emerged	63.5	69.6	65.9	53.9
性比 Sex ratio (♀: ♂)	3.70	2.08	2.73	1.31
预计下代产卵量 Total eggs of next generation expected	6 587.57	513.46	795.1 3	506.2
种群趋势指数 Population trend index	65.9	75.1	68.0	35.1

3 讨论

本研究表明,温度对韭菜迟眼蕈蚊的生长和繁殖有较大的影响。在低温下,韭菜迟眼蕈蚊的发育历期较长,产卵量较低,不利快速建立种群;高温对韭菜迟眼蕈蚊的影响更大,成虫寿命、产卵量和种群趋势指数均为最低,主要是在试验的高温下水分蒸发较快,湿度难以控制,这与韭菜迟眼蕈蚊嗜好的潮湿阴暗的环境条件相反;20℃~25℃下韭菜迟眼蕈蚊的种群增长指数和繁殖力较高,说明该温度范围是韭菜迟眼蕈蚊的适宜生长温度,这与韭蛆春

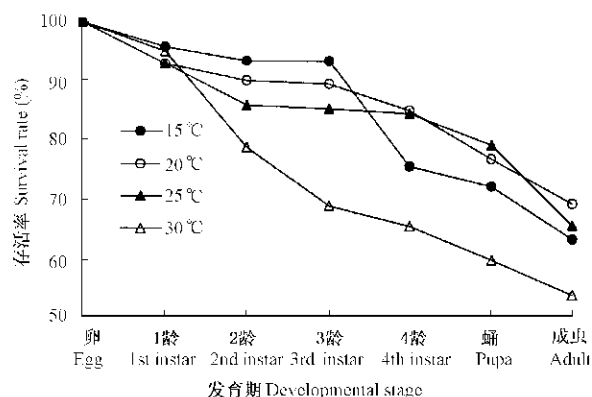


图1 韭菜迟眼蕈蚊在不同温度下的存活曲线

Fig. 1 Survival curves of *Bradysia odoriphaga* at different temperatures

秋季发生危害严重的田间实际情况相符。韭菜迟眼蕈蚊在露地以最后一代幼虫(多为4龄幼虫)在土壤中越冬,翌年春季气温逐渐回升后才继续发育而进入下一发育阶段。本研究中15℃下,韭菜迟眼蕈蚊4龄幼虫的发育历期长达32天,说明韭蛆除具有较强的耐低温能力外,在低温条件下韭蛆体内可能有特殊的生理生化调节机制使其度过寒冷的季节,韭蛆的抗寒机理需进行深入研究。此外,在本试验过程中还观察到各温度下均出现单雌只产几十粒卵甚至不产卵的现象,其原因尚待进一步研究阐明。

韭菜迟眼蕈蚊的发育起点温度和有效积温,不同研究结果之间存在较大差异,分别相差4.6℃和182.1日·度(翟旭等,1988;潘秀美和夏玉堂,1993),因上述文献未说明具体的试验条件和操作方法,这种差异无从分析。本研究结果与潘秀美和夏玉堂(1993)的报道较为一致,说明韭菜迟眼蕈蚊比较适合低温环境。

虽然实验种群生命表与田间的实际情况有一定差距,但通过本试验已经明确,韭菜迟眼蕈蚊对环境变化较为敏感,适应温湿度的范围较窄,适度低温度和高湿的环境条件对其生存有利,高温和低温、高湿和低湿均对其存活率有很大影响。因此在防治中可以采取农业措施,创造不利于韭蛆生存的环境条件,特别要抓住幼虫越冬期的防治,压低基数,降低翌年春季种群密度,减轻危害。

参考文献 (References)

Cao QL, 1985. The occurrence law and control of *Bradysia odoriphaga* in Tianjin. *Plant Protection*, 11 (5): 10–11. [曹清莲, 1985. 天津韭蛆发生规律及防治的研究. 植物保护, 11 (5): 10–11]

Ding YQ, 1980. Theory and Application of Mathematical Ecology of Insect Population. Beijing: Science Press. 214–220. [丁岩钦, 1980. 昆虫种群数学生态学原理与应用. 北京: 科学出版社. 214–220]

Feng HQ, Zheng FQ, 1987. Studies of the occurrence and control of *Bradysia odoriphaga* Yang et Zhang. *Journal of Shandong Agricultural University*, 18(1): 71–80. [冯惠琴, 郑方强, 1987. 韭蛆发生规律与防治研究. 山东农业大学学报, 18 (1): 71–80]

Liu GQ, Jiang RZ, Zhang ZL, 1999. High-level expression of cryIV B gene of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in *E. coli*. *Chinese Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 15 (2): 215–218. [刘国琦, 蒋如璋, 张自立, 1999. 苏云金杆菌以色列亚种 cryIV B 基因在 *E. coli* 中的高表达. 中国生物化学与分子生物学报, 15 (2): 215–218]

Luo WC, Mu W, Zhang X, 1998. The control effect of chlorpyrifos against chive maggot. *Plant Protection Technology and Extension*, 18 (5): 42–43. [罗万春, 慕卫, 张新, 1998. 乐斯本防治韭蛆的田间药效试验. 植保技术与推广, 18 (5): 42–43]

Pan XM, Xia YT, 1993. Occurrence dynamics and control of *Bradysia odoriphaga*. *Plant Protection*, 19 (2): 9–11. [潘秀美, 夏玉堂, 1993. 韭菜迟眼蕈蚊发生动态及其防治研究. 植物保护, 19 (2): 9–11]

Teng L, Tong XM, 2000. Occurrence and control of *Bradysia odoriphaga* on the outskirts of Hangzhou. *China Vegetables*, (6): 39–40. [腾玲, 童贤明, 2000. 杭州市郊韭菜迟眼蕈蚊(韭蛆)的发生与防治. 中国蔬菜, (6): 39–40]

Xue M, Yuan L, Xu ML, 2002. The olfactory response of adults to volatiles and comparison of toxicity of different insecticides to the adults and larvae of *Bradysia odoriphaga*. *Chinese Journal of Pesticide Sciences*, 4 (3): 50–56. [薛明, 袁林, 徐曼琳, 2002. 韭菜迟眼蕈蚊成虫对挥发性物质的嗅觉反应及不同杀虫剂的毒力比较. 农药学报, 4 (3): 50–56]

Zhai X, Zhong JX, Guo DM, 1988. Primary study of *Bradysia odoriphaga*. *Entomological Knowledge*, 25 (4): 212–215. [翟旭, 仲济学, 郭大鸣, 1988. 韭菜迟眼蕈蚊研究初报. 昆虫知识, 25 (4): 212–215]

Zhang XX, 1997. *Insect Ecology and Forecast*. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press. 77–78. [张孝羲, 1997. 昆虫生态及预测预报. 第二版. 北京: 中国农业出版社. 77–78]

(责任编辑: 袁德成)