

# 美洲斑潜蝇实验种群生命表的研究\*

何金英\*\* 邓望喜 杨石城<sup>①</sup> 汪钟信

(华中农业大学植保系; <sup>①</sup>武汉动植物检疫局, 武汉 430070)

**摘要** 在15、20、25、30和35℃五种温度下, 观察了美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard 实验种群的发育历期、存活率、产卵量、寿命等, 组建了实验种群生命表, 估测了种群参数。结果表明: 随温度升高发育历期缩短, 在试验的温度范围内, 卵、幼虫、蛹的历期变化分别为7.6~2.0天, 12.7~2.9天, 34.3~6.8天; 成虫寿命变化为17.3~6.5天。卵、幼虫、蛹的发育起点温度分别为7.5℃, 9.8℃, 11.5℃, 10.9℃, 有效积温为53.9, 52.7, 128.5, 229.9日度。在五种温度下, 卵的存活率均在84.2%以上。幼虫除在15℃时存活率为66.7%外, 其它温度均在94.6%以上, 蛹的存活率变化幅度最大, 25℃时为80.3%, 35℃时仅为10.0%。30℃时种群的内禀增长力  $r_m$  最大, 加倍时间最短, 净生殖率最高。在20~35℃四种温度下种群的稳定年龄组配中未成熟阶段所占比例均在97%以上。

**关键词** 美洲斑潜蝇, 温度, 生命表, 种群参数

美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard, 又称蔬菜斑潜蝇, 是为害瓜、豆、茄类蔬菜, 观赏植物及饲料作物的一种毁灭性害虫, 已被世界上许多国家列为重要的检疫对象<sup>[1~2]</sup>。由于此虫食性杂, 寄主范围广, 繁殖力强, 生殖周期短, 幼虫为害隐蔽, 容易产生抗药性, 防治难度大, 对农业生产造成很大的威胁<sup>[3~5]</sup>。1994年在海南、广东两省首先发现美洲斑潜蝇以来, 已迅速向我国沿海和内地其它省份蔓延、扩散, 暴发成灾。因而, 深入研究美洲斑潜蝇的生物学、生态学特性, 有着重要的理论和现实意义。本文首次运用生命表技术对美洲斑潜蝇的实验种群进行了研究, 为更深入研究美洲斑潜蝇暴发的生态学机制及监测、综合治理等提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

试虫于1995年11~12月从武昌狮子山龙葵 *Solanum nigrum* L. 上采得, 在(25±1)℃, RH(75±10)%的条件下, 用市售种子、人工栽培的西宁菜豆 *Phaseolus vulgaris* 苗饲养4代后供试。

### 1.2 供试寄主植物

培育无虫的西宁菜豆苗, 两片真叶期供试。

\* 湖北省、武汉市科技重点攻关项目, 湖北省自然科学基金资助的部分内容

\*\* 现工作单位: 山东省威海市威海动植物检疫局 邮编: 264200

1998-02-23 收稿, 1998-07-09 收修改稿

### 1.3 试验条件

日产 ZL-82 型孵化箱, 2 盏 8 W 日光灯照明, L:D=14:10 h, 温度分别设为 15℃、20℃、25℃、30℃ 和 35℃ 5 个梯度, NaCl 饱和溶液控制相对湿度 (RH76%)。

### 1.4 试验方法

将两片真叶展开后的豆苗移入一次性塑料杯 (200 mL) 中以菜园土栽培, 改进后的 Hogland 营养液浇灌, 移植一周后摘去心叶。用 8 cm×8 cm 的硬纸板中间向内剪开 1/2, 齐塑料杯口将豆茎卡入剪口中固定, 并用桅灯罩罩住叶片, 灯罩上方用 100 目的尼龙纱布封住。将成虫配对, 接于豆苗上, 5% 蜂蜜溶液的湿棉球 (不见明水) 补充营养。成虫产卵 4 h 后, 除去成虫, 把带卵的豆苗放入设定好温度的孵化箱内。每隔 4 h 观察记录一次, 幼虫分龄以脱落于潜道内的黑色口钩为依据。每日 15 时收集一次蛹。每个处理 30~40 对, 观察记录该温度下成虫的产卵量、寿命及各虫态的存活率、发育历期。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同温度下的发育历期

美洲斑潜蝇在 5 种温度条件下的发育历期见表 1, 在  $\alpha=0.05$  的显著水平下进行 *F* 测验, 若差异显著则继续进行 Duncan 的新复极差测验 (SSR 测验) (以下所有显著测验与此相同)。

表 1 不同温度条件下美洲斑潜蝇的发育历期  $\pm SD$  (天)\*

Table 1 The developmental duration of *L. sativae* at different temperature (day,  $M \pm SD$ )

温度 Temperature (°C)	15	20	25	30	35
卵 Eggs	7.58 ± 0.62 a	4.19 ± 0.46 b	3.02 ± 0.33 c	2.44 ± 0.12 d	1.98 ± 0.06 e
1 龄幼虫 1st instar larvae	5.40 ± 0.77 a	2.25 ± 0.61 b	1.26 ± 0.29 c	1.09 ± 0.11 d	1.08 ± 0.11 d
2 龄幼虫 2nd instar larvae	3.22 ± 0.71 a	1.12 ± 0.54 b	1.04 ± 0.24 c	0.90 ± 0.10 d	0.88 ± 0.10 d
3 龄幼虫 3rd instar larvae	4.08 ± 0.72 a	1.36 ± 0.50 b	0.95 ± 0.22 c	0.92 ± 0.10 c	0.94 ± 0.10 c
幼虫 Larvae	12.70 ± 0.74 a	5.19 ± 0.55 b	3.24 ± 0.23 c	2.92 ± 0.11 d	2.90 ± 0.10 d
蛹 Pupae	34.25 ± 0.84 a	15.72 ± 0.84 b	9.61 ± 1.14 c	6.89 ± 0.45 d	6.75 ± 0.84 d

\* 平均值后有相同字母者为差异不显著 ( $\alpha>0.05$ ), 下表同

Means: Followed by the same letter do not differ significantly ( $\alpha>0.05$ ), the same for following table

温度对卵发育历期的影响显著, 在 15℃ 条件下为 7.58 天, 而在 35℃ 下仅需 1.98 天, 在低于 30℃ 下各龄幼虫、蛹的发育历期也有显著差异, 但 30℃ 与 35℃ 下的幼虫历期、蛹的历期均无显著差异。

### 2.2 未成熟期的发育温度阈值

表 2 列出了各虫态的发育起点温度, 发育积温及发育速率与温度之间的关系。因为幼虫各龄在 25℃ 以上的发育时间很短, 所以没有分别推算幼虫各龄的发育阈值, 而是以整个幼虫阶段的发育历期来计算幼虫的发育阈值。根据发育速度 ( $Y=1/N$ ) 与温度的关系, 应用 Lo-

gistic 方程  $Y = K / (1 + e^{a-bx})$  模拟美洲斑潜蝇发育速度模型。上述方程式中,  $K$ ,  $a$ ,  $b$  为参数,  $K$  值公式为:

$$K = [P_2^2(P_1 + P_3) - 2P_1(P_2 + P_3)] / (P_2^2 - P_1 \times P_3)$$

式中  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  为三等距温度对应的发育速率, 参数  $a$ ,  $b$  值估计采用线性回归法进行<sup>[6]</sup>。经卡方检验, 各虫态发育速率模型显著适合于试验观察值。

表2 美洲斑潜蝇不同虫态的发育温度阈值

Table 2 The threshold temperature of development for different stages of *L. sativae*

虫态 Stage	发育起点温度 (°C) Development threshold temperature	有效积温 (d-d) Effective accumulated temperature	Logistic 模型 Logistic model	$\chi^2$ 值 $\chi^2$
卵 Egg	7.46	53.85	$Y = \frac{0.54}{1 + e^{4.02 - 0.19x}}$	0.0056
幼虫 Larva	9.78	52.70	$Y = \frac{0.35}{1 + e^{5.92 - 0.32x}}$	0.0010
蛹 Pupa	11.45	128.48	$Y = \frac{0.25}{1 + e^{3.64 - 0.12x}}$	0.0052
卵~蛹 Egg~pupa	10.88	229.94	$Y = \frac{0.14}{1 + e^{2.80 - 0.10x}}$	0.0060

随着美洲斑潜蝇的生长发育, 从卵到蛹的发育起点温度逐渐升高, 如卵的发育起点温度为 7.46°C, 蛹为 11.45°C。

## 2.3 不同温度下美洲斑潜蝇的生命参数

**2.3.1 存活率:** 温度对卵的存活率影响不大, 5 种温度下卵的存活率均在 81.2% 以上。温度高于 20°C 较适合幼虫的发育。蛹的发育在 25°C 和 30°C 比较适宜, 存活率在 80% 左右; 在 35°C 下的存活率很低 (表 3)。

表3 不同温度下美洲斑潜蝇各虫态的存活率、成虫寿命及产卵量

Table 3 The survival rates of different stages, adult longevity, fecundity of *L. sativae* at different temperatures

温度 Temperature (°C)	15	20	25	30	35
卵存活率 Survival rate of egg (%)	84.2	97.5	99.0	99.2	94.1
幼虫存活率 Survival rate of larvae (%)	66.7	94.6	98.1	98.4	98.2
蛹存活率 Survival rate of pupae (%)	20.9	70.0	80.3	79.4	10.0
成虫寿命 Longevity of adult (day)	17.3   5.9 a	15.1   6.4 a b	9.0   4.5 b	8.8   3.7 b	6.5   2.7 b
产卵量 Fecundity	0	107.8   21.3 a	143.4   52.6 a	172.6   29.1 a	135.1   91.8 a

**2.3.2 成虫寿命:** 由表 3 可知, 随着温度的升高, 成虫的寿命不断减短, 在 15°C 时成虫寿命为 17.3 天, 而在 35°C 仅为 6.5 天。同一温度下, 雌性成虫的寿命均长于雄性成虫。

**2.3.3 产卵量:** 在 15°C 条件下, 未见产卵, 因此认为美洲斑潜蝇在 15°C 下, 成虫不产卵或产卵能力极弱。20°C 下美洲斑潜蝇的平均产卵量最少, 30°C 下产卵能力最强 (表 3)。在 20°C

以上的平均产卵量无明显差异,但不同温度下,成虫个体之间的产卵量变化幅度不一样,35℃时各个体之间的产卵量变化幅度最大,产卵能力很不稳定,30℃下个体产卵能力最稳定。

**2.3.4 雌成虫年龄特征存活率 ( $l_x$ ) 及年龄特征产雌率 ( $m_x$ ):** 四种温度下的  $l_x$ 、 $m_x$  曲线(图1)表明:20℃下,雌成虫年龄特征存活率下降比较平缓,而35℃下的雌成虫平均年龄特征存活率下降陡峭。不同温度下,雌成虫产卵高峰期不一样,20℃下产卵高峰期出现在羽化后6~10天;25℃下出现在羽化后3~6天,其后有几次小的高峰;30℃下出现在羽化后2~7天;35℃下出现在羽化后2~4天。在25℃以上,羽化后第二天即可交配产卵,雌虫一次交配可终身产卵。

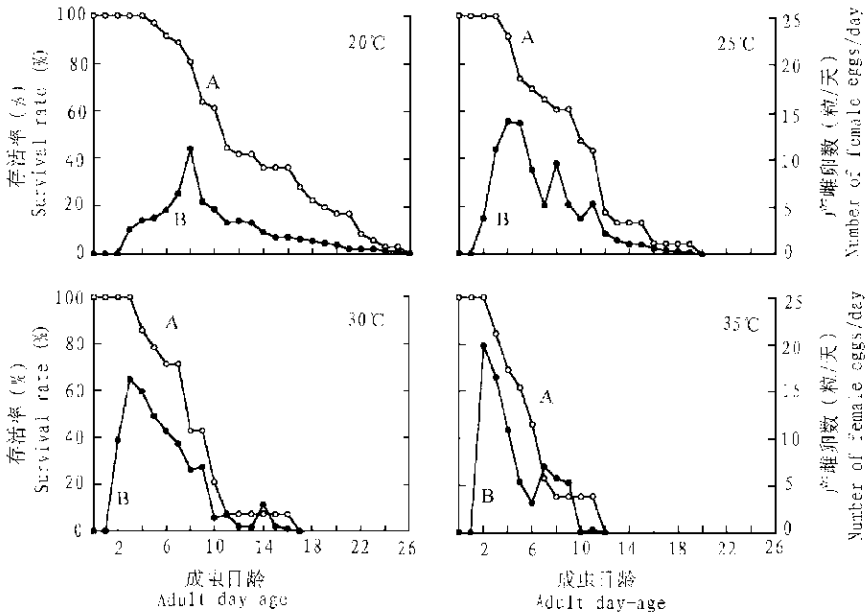


图1 不同温度下美洲斑潜蝇年龄特征存活率  $l_x$  (A) 和年龄特征产雌率  $m_x$  (B)

Fig.1 The age-specific survival rate (A:  $l_x$ ) and rate of age-specific depositing female egg (B:  $m_x$ ) of *L. salivae* at different temperatures

## 2.4 不同温度下的种群动态参数

根据饲养观察的数据资料,按林昌善(1964)<sup>[7]</sup>及吴坤君(1980)<sup>[8]</sup>的方法组建了20℃、25℃、30℃和35℃4种温度条件下的种群生殖力表(表略)。根据不同温度下该种群生殖力表数据,计算出相应的种群生命表参数(表4)。

综合反映发育、存活、繁殖等生命信息的内禀增长力( $r_m$ )的大小顺序为30℃>25℃>20℃>35℃,净生殖率( $R_0$ )30℃条件下最大,35℃条件下最小。随着温度的升高,世代平均周期( $T$ )缩短,在20℃下为32.34天,35℃仅为15.51天,30℃条件下的周限增长率( $\lambda$ )最大(1.26),双倍时间最短(2.99天),35℃条件下则相反,各温度的稳定年龄组配中,成虫所占比例小于3%,非成熟期占97%以上。说明美洲斑潜蝇在四个试验温度下,实验种群均处于增长状态,与所得  $r_m$  值相符合。

表4 不同温度下的美洲斑潜蝇实验种群生命表参数

Table 4 Parameters of experimental population life-table at different temperatures

温度 Temperature (°C)	20	25	30	35
净生殖率 Net reproduction ( $R_0$ )	25.60	48.02	53.56	3.95
世代平均周期 Average generation period ( $T$ )	32.34	20.23	17.59	15.51
内禀增长力 Innate capacity of increase ( $r_m$ )	0.10	0.20	0.23	0.09
周限增长率 Finite rate of increase ( $\lambda$ )	1.11	1.22	1.26	1.09
双倍时间 Double time ( $t$ )	6.80	3.53	2.99	7.78
瞬时出生率 Instantaneous natality ( $b$ )	0.11	0.20	0.24	0.15
瞬时死亡率 Instantaneous mortality ( $d$ )	0.01	0.01	0.01	0.06
稳定年龄组配 Stable age-distribution (%)				
成虫 Adult	2.6	2.0	1.7	1.2
未成熟期 Immature stage	97.4	98.0	98.3	98.8

### 3 小结与讨论

(1) 温度显著地影响着美洲斑潜蝇各虫态的生长发育。发育历期随温度升高而缩短。在15°C条件下, 发现有1头雌成虫的寿命长达74天, 说明美洲斑潜蝇成虫具有一定的抗寒力。在相同温度下(20°C, 25°C, 30°C和35°C), Parkman (1989)<sup>[9]</sup>在蓖麻上RH(55±10)%饲养的美洲斑潜蝇卵~幼虫历期分别为13.2天、8.8天、6.3天和6.2天, 比本试验得到的相应历期长。这种差异可能主要是食料植物和相对湿度等试验条件不同造成的。Parkman的试验得出的各温度下(20°C, 25°C, 30°C)蛹的发育历期分别为15.3天、9.6天和6.8天(35°C下蛹没能完成发育), 与本试验的结果接近。

(2) 综合反映昆虫存活率、发育速率、产卵速率、产卵量等生命信息的 $r_m$ , 30°C以下随温度升高而增大, 35°C时有明显的降低, 但均大于零。结合各温度下内禀增长力、日平均产卵数、净生殖力及不同温度下繁殖所得后代的存活率、寿命等因素分析可以认为30°C左右是美洲斑潜蝇发育的适宜温度, 这与美洲斑潜蝇在武汉地区夏秋季多发的动态相吻合。

(3) 比较美洲斑潜蝇实验种群生命表和自然种群生命表(另文)不难发现: 实验种群中卵和幼虫阶段的存活率远远高于自然种群中相应虫态的存活率, 而蛹的存活率相差不大。从而说明了实验种群的稳定状况(其中包括理化环境的稳定与种群本身的年龄组配的稳定), 在不受限制、条件适宜的情况下, 美洲斑潜蝇种群可无限增长, 是一种典型的r-对策昆虫。

### 参 考 文 献 (References)

- 1 王 音. 5种值得注意的危险性斑潜蝇. 植物保护, 1994, 20(6): 3~37
- 2 Otama E R. et al. Methomyl induced outbreak of *Liriomyza sativae* on tomato. J. Econ. Entomol. 1976, 69(5): 667~668
- 3 康 乐. 美洲斑潜蝇生态学与持续控制. 北京: 科学出版社, 1996, 57~62
- 4 Parrella M P. Biological studies of *Liriomyza huidobensis* on chrysanthemum aster and pea. J. Econ. Entomol. 1984, 77(2): 342~345
- 5 Wolfenbarger D V. Serpentine leafminer: Brief history and a summary of a decade of control measures in south Florida. J. Econ. Entomol. 1985, 51(3): 357~359

- 6 邬祥光. 昆虫生态学的常用数学分析方法. 北京: 农业出版社, 1993, 644~709
- 7 林昌善. 动物种群数量变动的理论与试验 II: 杂拟谷盗 *Tribolium confusum* (H.) 的内禀增长力  $r_m$  研究. 动物学报, 1964, 16 (3): 323~336
- 8 吴坤君等. 温度对棉铃虫实验种群的影响. 昆虫学报, 1980, 23 (4): 358~367
- 9 Parkman P *et al.* Biological studies of *Liriomyza sativae* (Diptea: Agromyzidae) on castor bean. Environ. Entomol. 1989, 18 (5): 768~772

## STUDIES ON LIFE-TABLE OF EXPERIMENTAL POPULATION OF *LIRIOMYZA SATIVAE* (DIPTEA: AGROMYZIDAE)

He Jinying    Deng Wangxi    Yang Shicheng<sup>①</sup>    Wang Zhongxin

(Department of Plant Protection, HuaZhong Agricultural University; ①WuHan Animal & Plant Quarantine Bureau, Wuhan 430070)

**Abstract**    The development duration, survival rate, fecundity and longevity of the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard were observed at 15°C, 20°C, 25°C, 30°C and 35°C with RH76%. The results showed that duration of its various stages was shortened as temperature rose. The development durations of egg, larva and pupa varied from 7.6 to 2.0, 12.7 to 2.9 and 34.3 to 6.8 days, respectively. The average longevity of adults ranged from 17.3 days to 6.5 days. The development temperature thresholds for egg, larva and pupa were 7.5, 9.8, 11.5 and 10.9°C with effective accumulated temperatures of 53.9, 52.7, 128.5 and 229.9 (egg to pupa) day-degree, respectively. The survival rates of eggs were more than 84.2% under all temperatures tested, and those of larvae were above 94.5% except 66.7% at 15°C. Pupal survival rate varied greatly with the maximum 80.3% at 25°C and the minimum 10.0% at 35°C. Since no egg was laid by the adults at 15°C, reproduction-specific life tables were constructed under the other four temperatures, which indicated that the maximum innate capacity of increase ( $r_m$ ), the shortest doubling time ( $t$ ), and the highest net reproduction rate ( $R_0$ ) of the experimental population at occurred 30°C. Percentages of immature stage in the stable age-distribution were more than 97% at all temperatures tested.

**Key words**    *Liriomyza sativae*, temperature, life table, population parameter