

薇甘菊 (*Mikania micrantha*) 天敌——安婀珍蝶 (*Actinote anteas* (Doubleday & Hewitson)) 实验种群生命表

刘雪凌^{1,2} 韩诗畴^{3,*} 曾 玲¹

(1. 华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642; 2. 北京化工大学北方学院, 河北三河 065201 3. 广东省昆虫研究所, 广州 510260)

摘要 :为了研究安婀珍蝶 (*Actinote anteas* (Doubleday & Hewitson)) 能否在广东省室温下顺利繁殖以及探讨其繁殖的最适温度, 研究通过观察建立了室温和恒温下的实验种群生命表。在温度 18 ~ 35 °C 之间 相对湿度 85% 左右时, 安婀珍蝶从第 1 代到第 4 代的种群趋势指数分别为 22.78、34.28、12.53、19.47; 其内禀增长率 r_m 分别为 0.0287、0.0308、0.0250、0.0282 表明在室温下安婀珍蝶实验种群的世代繁殖力较高。在 14 ~ 26 °C 下的实验种群生命表中, 安婀珍蝶 23 °C 时, 内禀增长率 r_m 为 0.0401, 最高, 说明 23 °C 是安婀珍蝶的繁殖最适温度。这些都为安婀珍蝶能否在广东地区顺利建立稳定的种群提供了理论依据。

关键词 :安婀珍蝶; 室温; 恒温; 实验种群生命表

文章编号 :1000-0933 (2007) 08-3527-05 中图分类号 : 文献标识码 :A

The life table of the experimental population of *Actinote anteas* (Doubleday & Hewitson) natural enemy of *Mikania micrantha* HBK

LIU Xue-Ling^{1,2}, HAN Shi-Chou^{3,*}, ZENG Ling¹

1 Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

2 North College of Beijing University of Chemical Technology, Sanhe 065201, China

3 Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260, China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (8) 3527 ~ 3531.

Abstract :In order to know whether *Actinote anteas* can survive successfully in Guangdong and what temperature is the most comfortable to survive, the life table of the experimental population of *Actinote anteas* was constructed successfully. When the temperature was during 18 ~ 35 °C and RH was about 85%, the population trend indices (I) were 22.78, 34.28, 12.53, 19.47; r_m of 4 generations of *Actinote anteas* were 0.0287, 0.0308, 0.0250, 0.0282, respectively. Under 14 ~ 26 °C, r_m of 23 °C was 0.0401 which was the highest number of all. These showed that the reproductive ability of *Actinote anteas* was strong under the lab temperature and 23 °C was the most comfortable temperature to survive. All of these provided theoretical basis for *Actinote anteas* to construct stable population in Guangdong in the future.

Key Words :*Actinote anteas*; the lab temperature; constant temperature; the life table of the experimental population

基金项目 广东省自然科学基金资助项目 (020322); 深圳科技局科研资助项目 (2003-133)

收稿日期 2006-06-28; 修订日期 2006-12-11

作者简介 刘雪凌 (1976 ~) 女, 硕士, 主要从事昆虫生态学研究. E-mail: lxl_761225@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hansc@gdei.gd.cn

Foundation item :The project was financially supported by A grant from Science and Technology Bureau of Shenzhen City (No. 2003-133); Subject of Guangdong Natural Science Foundation (No. 020322)

Received date 2006-06-28; **Accepted date** 2006-12-11

Biography :LIU Xue-Ling, Master, mainly engaged in insect ecology. E-mail: lxl_761225@163.com

薇甘菊 (*Mikania micrantha*) 是世界十大恶性杂草之一,从 20 世纪 80 年代开始在广东省深圳市大面积发生为害,现已逐渐扩散到珠江三角洲各市县。薇甘菊对其它植物有很强的致死性,使植物多样性造成严重的影响,农林生态系统遭受破坏^[1,2]。安婀珍蝶是薇甘菊的重要天敌昆虫,原产于南美洲的特立尼达和多巴哥、哥斯达黎加等地。1996 年,印度尼西亚从哥斯达黎加引进并成功地连代繁殖该虫,经过寄主安全性测试后野外释放,已经能够在野外建立自然种群,结果证明,安婀珍蝶对飞机草 (*Chromolaena odorata*) 和薇甘菊有很好的控制作用^[3,4]。2001 年 12 月,广东省昆虫研究所经有关部门批准,从印尼引进安婀珍蝶,在严格检疫的条件下饲养,并开展其繁殖技术、安全性测试和适应性研究,希望能大量繁殖作为控制薇甘菊的生物防治因子^[5,6]。为研究该虫在广东地区的生存和繁殖能力,开展了安婀珍蝶实验种群生命表的相关研究。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

试虫安婀珍蝶引自印度尼西亚,在广东省昆虫研究所检疫室内饲养其种群,取其卵块供试。

1.2 试验方法

1.2.1 室温下实验种群的全年连续世代生命表

地点:第 1 代和第 2 代在广东省昆虫研究所的检疫室,第 3 代和第 4 代在深圳龙岗碧岭生态村的实验室。

在实验室内将带有安婀珍蝶卵块的叶片固定于盆栽薇甘菊叶片上保湿孵化,幼虫用盆栽薇甘菊饲养,及时补充新鲜的薇甘菊,让其在薇甘菊上化蛹,成虫羽化时放到天台双重隔离网室交尾产卵,成虫饲喂 10% 的蜜糖水。保持温度在 18~35℃ 之间,相对湿度控制在 85% 左右,阴天时补充光照 (3000 lx),从 2002 年 9 月~2003 年 12 月连续饲养 4 代。

1.2.2 恒温下实验种群生命表

试验在深圳龙岗碧岭生态村实验室人供气候箱中进行,气候箱型号是 LRH-250-GS II,由微电脑控制,广东省医疗器械厂生产。

温度试验设 14、17、20、23℃ 和 26℃ 等 5 个处理(温度误差为 ±1℃),相对湿度 (RH) 为 75%~95%,光照 L:D=14:10。

将约 200 粒新产安婀珍蝶卵的薇甘菊叶片连同枝条插入瓶中保湿,分别置于不同温度的恒温箱中。幼虫在培养皿中用薇甘菊叶片饲养,叶片柄用棉花保湿。幼虫将化蛹时,放于瓶插薇甘菊上饲养。成虫羽化后置于空调室内养虫笼(长×宽×高=50 cm×50 cm×100 cm)中使其交尾产卵,温度调节在 25~30℃,湿度在 80%~90%。每日观察并记录其发育和存活情况,产卵量的统计采用室温条件获取。试验设 5 个重复。

1.3 实验种群生命表的组建方法

安婀珍蝶实验种群生命表参数计算和组建的方法参照庞雄飞^[7]所介绍的方法进行。根据各虫期的初始值可计算出各龄期的存活率、羽化率,根据下列公式可计算出各虫期的历期以及种群趋势指数,由这些参数便可组成实验种群生命表:

$$N_i = \frac{\sum n_{i+1}L_{i+1}}{\sum L_{i+1}} - N_{i+1}$$

式中 n_{i+1} 为处于 $i+1$ 龄时所经历的天数; L_{i+1} 为处于 $i+1$ 龄时的起始虫数; N_i 为 i 龄虫的历期; N_{i-1} 为 $i-1$ 龄虫的历期:

$$I = N_1/N_0 = S_E S_1 S_2 S_3 S_4 \dots S_i S_p S_A F P_i P_\phi$$

式中 I 为种群趋势指数; N_1 、 N_0 为下代、当代的数量; $S_E S_1 S_2 S_3 S_4 \dots S_i S_p$ 为卵、1 龄幼虫、2 龄幼虫、3 龄幼虫、4 龄幼虫...末龄幼虫、蛹的存活率; S_A 为成虫羽化率; $F P_i$ 为单雌平均产卵量; P_ϕ 为雌性比率

2 结果

2.1 室温下实验种群的全年连续世代生命表

安婀珍蝶在室温下实验种群的全年连续世代生命表如表 1 所示。从表中可以看出,在 2002 年 9 月~

2003 年 12 月, 安婀珍蝶第 1 至第 4 代的种群趋势指数分别为 22.78、34.28、12.53、19.47, 总体上, 繁殖力比较强, 尤其是第 1 代和第 2 代。在控制温度和光照的条件下, 对安婀珍蝶进行全年饲养建立变温下的连续世代生命表, 说明安婀珍蝶在控制温度和光照的条件下在室内连续饲养是可以的, 并且繁殖顺利。

表 1 安婀珍蝶在室温下的实验种群生命表及各参数比较 (2002-09 ~ 2003-12, 广州, 深圳)

Table 1 The life table of the experimental population of *Actinote anteus* at the lab temperature (2002-09 - 2003-12, Guangzhou, Shenzhen)

| 虫态 stages | 各虫期存活数 (头) (lx) alive larval number of different stage | | | | 各虫期存活率 (Si) survival of different stage | | | |
|---|--|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 2002-09 ~ 2003-01 | 2002-12 ~ 2003-04 | 2003-04 ~ 2003-08 | 2003-08 ~ 2003-12 | 2002-09 ~ 2003-01 | 2002-12 ~ 2003-04 | 2003-04 ~ 2003-08 | 2003-08 ~ 2003-12 |
| 卵 Egg | 909 | 1021 | 489 | 612 | 0.8933 | 0.8590 | 0.7873 | 0.7859 |
| L ₁ (instar 1) | 812 | 877 | 385 | 481 | 0.6084 | 0.6089 | 0.6078 | 0.6195 |
| L ₂ (instar 2) | 494 | 534 | 234 | 298 | 0.9777 | 0.8652 | 0.9744 | 0.9530 |
| L ₃ (instar 3) | 483 | 462 | 228 | 284 | 0.9172 | 0.9199 | 0.9825 | 0.9683 |
| L ₄ (instar 4) | 443 | 425 | 224 | 275 | 0.8984 | 0.6800 | 0.9732 | 0.9673 |
| L ₅ (instar 5) | 398 | 289 | 218 | 266 | 0.7362 | 0.9377 | 0.8991 | 0.9774 |
| L ₆ (instar 6) | 293 | | 196 | 260 | 0.8420 | | 0.8214 | 0.9654 |
| L ₇ (instar 7) | | | 161 | 251 | | | 0.8817 | 0.9920 |
| 蛹 Pupa | 248 | 248 | 132 | 235 | 0.8464 | 0.9151 | 0.8859 | 0.9438 |
| 成虫 Adult | 230 | 234 | 111 | 214 | | | | |
| 羽化率 Percent of emergency | | | | | 0.9274 | 0.9435 | 0.8409 | 0.9106 |
| 总产卵量 Total number of eggs | | | | | 20705 | 34996 | 6127 | 11913 |
| 单雌平均产卵量 (FP_f) Tverage fecundity per female | | | | | 183 | 271 | 102 | 105 |
| 雌虫比率 ($P_{\text{♀}}$) of females (%) | | | | | 0.4914 | 0.5513 | 0.5405 | 0.5280 |
| 种群趋势指数 (I) Index of population trend | | | | | 22.78 | 34.28 | 12.53 | 19.47 |

2.2 恒温下安婀珍蝶的实验种群生命表

安婀珍蝶在 14 ~ 26 °C 下的试验种群生命表及特征参数比较见表 2。

表 2 安婀珍蝶在 14 ~ 27 °C 下的实验种群生命表及各参数比较

Table 2 The life table of *Actinote anteus* under constant temperature

| 虫态 Stage | 各虫期存活数 (头) (lx) | | | | | 各虫期存活率 (Si) | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Alive larval number of different stage | | | | | Survival of different stage | | | | |
| | 14 °C | 17 °C | 20 °C | 23 °C | 26 °C | 14 °C | 17 °C | 20 °C | 23 °C | 26 °C |
| 卵 Egg | 294 | 295 | 268 | 261 | 513 | 0.8246 | 0.8494 | 0.9331 | 0.9594 | 0.4874 |
| L ₁ (instar 1) | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 0.808 | 0.804 | 0.848 | 0.968 | 0.836 |
| L ₂ (instar 2) | 202 | 203 | 212 | 242 | 209 | 0.9255 | 0.8507 | 0.9563 | 0.9959 | 0.9687 |
| L ₃ (instar 3) | 187 | 171 | 200 | 241 | 202 | 0.9241 | 0.9490 | 0.9786 | 1 | 1 |
| L ₄ (instar 4) | 174 | 162 | 196 | 241 | 202 | 1 | 1 | 0.99 | 1 | 1 |
| L ₅ (instar 5) | 174 | 162 | 194 | 241 | 202 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.995 |
| L ₆ (instar 6) | | 30 * | 140 * | 241 | 200 | | 0.7695 | 1 | 1 | 1 |
| L ₇ (instar 7) | | | | 80 * | 194 | | | | 1 | 0.9845 |
| 蛹 Pupa | 136 | 117 | 174 | 233 | 120 | 0.7817 | 0.8023 | 0.8975 | 0.9667 | 0.6293 |
| 成虫 Adult | 59 | 68 | 153 | 228 | 43 | | | | | |
| 羽化率 Per cent of emergency | | | | | | 0.6763 | 0.7356 | 0.8790 | 0.9662 | 0.4578 |
| 总产卵量 Total number of eggs | | | | | | 298 | 2897 | 11251 | 19411 | 1566 |
| 单雌平均产卵量 (FP_f) Average fecundity per female | | | | | | 12.42 | 99.90 | 152.04 | 163.12 | 62.64 |
| 雌虫比率 ($P_{\text{♀}}$) of females (%) | | | | | | 0.3708 | 0.43 | 0.48 | 0.52 | 0.59 |
| 种群趋势指数 (I) Index of population trend | | | | | | 1.01 | 9.82 | 41.98 | 74.37 | 3.05 |

* 部分幼虫进入该虫期, 其余幼虫直接化蛹 some worms became this stage, and the rest of these-pupae directly

在 14 ~ 26 °C 范围内 ,大于或小于 23 °C 时 ,安婀珍蝶各虫态的存活率降低 ,产卵量减少 ,种群趋势指数也相应减少。

用王氏模型^[8]对各温度下的内禀增长率 r_m 进行拟合 ,得到模型 :

$$r_m(T) = 0.0878 \times [1 - e^{-(T-13.9885)/2.6862}] \times [1 - e^{-(26.4321-T)/2.6862}] \times [1 + e^{-0.2570 \times (T-20.4805)}]$$

$$R^2 = 0.9999 \quad P < 0.01$$

式中 $r_m(T)$:为温度 T 下的内禀增长率 $K=0.0878$,常温下潜在的饱和内禀增长率 $\gamma=0.2570$,内禀增长率随温度变化的指数增长 $TL=13.9885$ 、 $TH=26.4321$,最低、最高临界温度 ; $T_0=20.4805$,最适内禀增长率温度 ; $\delta=2.6862$,边界层的宽度 ,其大小反映了昆虫对极端温度的忍耐程度。

由图 1 可看出 ,随着温度的升高 r_m 也不断升高 ,但达到一定温度时 r_m 不再升高 ,反而随着温度的升高而下降。 r_m 在 22 ~ 24 °C 时最大 ,因此 ,此温度范围为安婀珍蝶生长繁殖的最适温度。

3 讨论

在 14 ~ 26 °C 下的实验种群生命表中 ,安婀珍蝶在 20 °C 和 23 °C 时 ,内禀增长率 r_m 为 0.0338 和 0.0401 ,均比较高 ,尤以 23 °C 的最高 ,说明在 23 °C 安婀珍蝶的繁殖力最强。和它的相似种艳婀珍蝶比较 ,艳婀珍蝶在 27 °C 的内禀增长率 r_m 最高 ,为 0.0278^[9] ,远远低于安婀珍蝶在最适温 23 °C 的 r_m 值。而且 ,安婀珍蝶更偏向于适应低温 ,23 °C 时发育最好 ,而艳婀珍蝶偏向于适应高温 ,27 °C 时发育最好 ,这两种蝴蝶在温度对生长发育的影响上差异较大。

在室内建立的安婀珍蝶实验种群的连续世代生命表中 ,安婀珍蝶从第 1 代到第 4 代的各虫态存活率除初孵幼虫外 ,基本在 80% ~ 100% 之间 ,种群趋势指数 I 为

22.78、34.28、12.53、19.47 r_m 为 0.0287、0.0308、0.0250、0.0282 ,说明安婀珍蝶在室内控温控湿条件下繁殖力很高 ,而在野外由于气候及天敌等因子的影响致使安婀珍蝶的存活率大大降低 ,难以连续繁殖。

根据印度尼西亚的 Dr. Roch Desmier de Chenon 提供的资料^[4]可知 ,在印尼的检疫室内饲养 ,安婀珍蝶的生活史包括 6 个龄期 ,世代历期为 92 ~ 102 d ,在气温升高的干燥时期世代历期缩短为 73 ~ 84 d ,且在高温时期 ,幼虫龄期从 6 龄减到 5 龄。而在广东省实验室内室温和恒温饲养时 ,一年四个世代 ,世代历期为 108.96 ~ 123.91 d ,均在高温时期有两代幼虫期出现 7 龄 ,而在低温时幼虫龄期减到 5 龄。印尼位于赤道及两侧 ,高温多雨。年均温 25 ~ 27 °C ,除努拉登加拉群岛上的平原 ,谷地属热带草原气候 ,其余均属热带雨林气候。年均降水量在 2000 mm 上 ,4 ~ 9 月份为旱季 ,10 ~ 翌年 3 月份为雨季^[10]。根据广东省的气候资料显示 ,在广东省的中亚热带地段 ,即本省的最北部 ,冬季最低气温可降到 3 ~ 5 °C ,本地带每年从 10 月份至翌年 3 月份为冷空气活跃期 ,其中 1 月份为最冷期 ,低温霜冻最为严重。广东地区 7 月份的最高气温达 34 °C 以上 ,极端高温曾达 42 °C ,极端高温不小于 35 °C 的天数 ,7 月份平均为 13.3 d ,8 月份平均为 12.8 d^①。由此可知广东省冬夏季温度变化幅度很大。安婀珍蝶的原产地南美洲的特立尼达和多巴哥、哥斯达黎加等地与印尼气候相似 ,而广东省的气候与印尼的气候有差异 ,且全年温度变化很大。因此 ,可能因为安婀珍蝶从原产地迁入到印尼 ,又从印尼引入到差异较大的我国广东省 ,从而导致该虫的生物适应性发生改变。并且 ,从恒温实验所得的数据可看出 ,该蝶的适温为 23 °C ,偏向于低温 ,说明经过在广东省室内的几代饲养已使该虫对广东省的气候产生了一定的适应性。但由于广东省野外冬季温度很低 ,夏季温度又偏高 ,因此室外该虫能否顺利过冬还需进一步

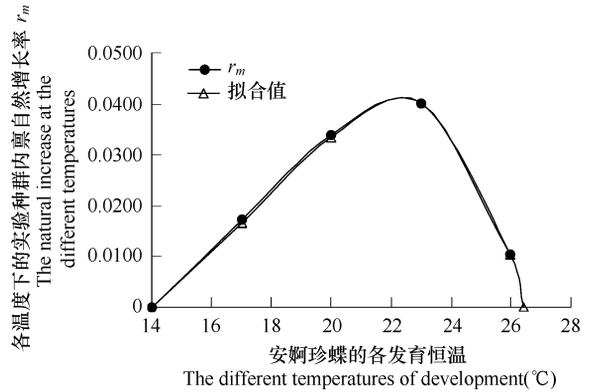


图 1 安婀珍蝶实验种群内禀自然增长率 r_m 与温度的关系

Fig. 1 The relation between r_m and temperatures

① 广东省人民政府农业办公室与广东省气象局农业气象中心合编 ,1996

研究。

综合以上分析及结合前人所做的研究,对应用婀珍蝶防治薇甘菊提出几点建议:

(1)对婀珍蝶进行蛹的冷藏实验,延迟其羽化时间,使雌雄成虫更好的相遇;

(2)由于婀珍蝶的低龄幼虫死亡率高且取食量低,建议释放前在实验室内饲养到3龄后再释放;

(3)对婀珍蝶在广东地区的天敌还要进行进一步研究,如果天敌影响很大,婀珍蝶不能顺利建立种群,则要考虑由实验室繁殖,定期释放;

(4)综合国内外经验,生物防治一般时间较长才能见效,结合我国现状,扩大天敌引进的种类,使各类天敌同时进行防治。

References :

- [1] Feng H L, Cao H L, Liang X D, *et al.* The distribution and harmful effect of *Mikania micrantha* in Guangdong. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2002, 10 (3): 263 - 270.
- [2] Zan Q J, Wang Y J, Wang B X, *et al.* The distribution and harm of the exotic weed *Mikania micrantha*. *Chinese Journal of Ecology*, 2000, 19 (6): 58 - 61.
- [3] McFadyen R E. Insects and mites attacking *Eupatorium odoratum* in the Neotropics. C. I. B. C. Technical Bulletin of the Commonwealth Institute of Biological Control, 1974, 17: 84 - 125.
- [4] Desmier de chenon R. Feeding preference tests of two Nymphalid butterflies, *Acinote thalia pyrrrha* and *Actinote anteus* from South America for the biocontrol of *Mikania micrantha* (Asteraceae) in South East Asia. In: Runjie Zhang, Changqing Zhou, Hong Pang, *et al.* eds. Exotic pest and their control. Guangzhou: Sun Yat Sen University Press, 2003. 201.
- [5] Li Z G, Han S C, Guo M F, *et al.* Biology and host specificity of *Actinote anteus*, a biocontrol agent for controlling *Mikania micrantha*. *Chinese Journal of Biological Control*, 2004, 20 (3): 170 - 173.
- [6] Li Z G, Han S C, Guo M F, *et al.* Rearing *actinote thalia pyrrrha* and *actinote anteus* on potted *Mikania micrantha*. *Entomological Knowledge*, 2003, 40 (6): 561 - 564.
- [7] Pang X F. Ecological control of pest population — research methods for controlling population natal and mortal process. Beijing: Senior Education Press, 2002. 20 - 29.
- [8] Wang S R. The model of relationship between the developing rate and temperatures of insect. *Acta Ecologica Sinica*, 1982, 2 (1) #7 - 57.
- [9] Wang B X, Wang Y J, Liao W B, *et al.* The invasion ecology and management of alien weed *Mikania micrantha* H. B. K. Beijing: Science Press, 2004. 131 - 135.
- [10] Compiled team. World geographical features. Shanghai: Shanghai Sino Press Centre, 1997. 142 - 148.

参考文献:

- [1] 冯惠玲,曹洪麟,梁晓东,等. 薇甘菊在广东的分布与危害. *热带亚热带植物学报*, 2002, 10 (3): 263 ~ 270.
- [2] 曾启杰,王勇军,王伯荪,等. 外来杂草薇甘菊的分布及危害. *生态学杂志*, 2000, 19 (6): 58 ~ 61.
- [5] 李志刚,韩诗晴,郭明昉,等. 安婀珍蝶的生物学及其寄主专一性. *中国生物防治*, 2004, 20 (3): 170 ~ 173.
- [6] 李志刚,韩诗晴,郭明昉,等. 利用盆栽薇甘菊繁殖婀珍蝶的方法. *昆虫知识*, 2003, 40 (6): 561 ~ 564.
- [7] 庞雄飞. 害虫种群的生态控制——种群生灭过程控制研究方法. 北京: 高等教育出版社, 2002. 20 ~ 29.
- [8] 王如松. 昆虫发育速率与温度关系的数学模型研究. *生态学报*, 1982, 2 (1) #7 ~ 57.
- [9] 王伯荪,王勇军,廖文波,等. 外来杂草薇甘菊的入侵生态及其治理. 北京: 科学出版社, 2004. 131 ~ 135.
- [10] 本书编写组编. 世界地理概览. 上海: 上海东方出版中心, 1997. 142 ~ 148.