

文章编号: 1001-1498(2003)03-0254-08

## 胭脂虫实验种群研究

张忠和<sup>1</sup>, 杨勋章<sup>2</sup>, 王自力<sup>1</sup>, 徐珑峰<sup>1</sup>, 石雷<sup>1</sup>, 陈晓鸣<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650216; 2. 云南省林业勘察设计院, 云南 昆明 650031)

**摘要:** 利用人工气候箱, 按照正交设计方法, 设置了 8 种不同温度、湿度、光照条件组合, 运用生命表技术, 对胭脂虫进行了种群动态研究。研究结果表明: 15℃以下, 胭脂虫卵有少量孵化, 但不能完成世代; 20、25、30℃条件下胭脂虫能完成世代。从培育的胭脂虫的怀卵量、种群趋势指数及大小方面比较, 以温度 25℃、相对湿度 60% 和 80%、光照强度 980 lx 和 60 lx 的组合条件为好; 胭脂虫的雌雄性比远大于 1:1, 环境因子对性比具有较大的影响; 胭脂虫的种群趋势指数一般大于 20, 平均约 40, 对培育十分有利; 发育起点温度为 9.0℃, 世代有效积温为 822.9 日度; 多因素方差分析结果显示, 温度为影响胭脂虫发育的最显著因素, 而湿度和光照的影响相对较小。

**关键词:** 胭脂虫; 实验种群; 梨果仙人掌

中图分类号: Q969.9 文献标识码: A

胭脂虫(Cochineal insects)是一类能生产天然红色素的珍贵资源昆虫, 共有 9 个种, 属同翅目(Homoptera), 粉蚧总科(Pseudococcoidea), 洋红蚧科(Dactylopiidae), 洋红蚧属(*Dactylopius*), 原产于墨西哥和中美洲, 寄主为仙人掌类植物。用胭脂虫干体加工生产的胭脂红( $C_{22}H_{20}O_{13}$ )是优质的蒽醌类色素, 广泛地用于食品、化妆品、药品等多种行业。随着人工合成色素的逐渐被禁用, 胭脂红作为优质的天然色素越来越受到人们的青睐, 价格不断上升, 从而造成了世界胭脂虫业的再度复兴。现世界胭脂虫的主产国是秘鲁, 年生产胭脂虫干虫 800 t 左右, 出口量占世界总出口量的 80% 以上, 其次为加那利群岛, 南非、墨西哥、智利现也在大力发展胭脂虫产业, 胭脂虫干虫的价格现基本稳定在 20 美元·kg<sup>-1</sup><sup>[1-15]</sup>。我国无胭脂虫的天然分布, 2000 年从国外引入, 现已在云南省多个地方开始繁殖。

胭脂虫的培育方法主要有两种: 一为野外放养胭脂虫, 待成熟后进行采收, 这种方法受各种生态因子, 特别是温度与降雨的影响相当大, 胭脂虫的产量不高; 另一种方法即是将仙人掌茎片取回室内, 然后再接种上胭脂虫, 在室内进行培育, 这种方法最大的优点是可以避开雨水的冲刷, 但需要有适宜的温、湿度及光照条件。采用人工气候箱, 应用生命表技术, 对胭脂虫的实验种群进行研究, 分析出温度、湿度及光照对胭脂虫发育的影响, 其结果将为生产上培育胭脂虫提供科学的理论依据。

收稿日期: 2002-11-25

基金项目: 国家科技部基础性专项基金“资源昆虫种质资源收集、整理、保存”及云南省自然科学基金资助项目(2002C0027Q)的内容之一

作者简介: 张忠和(1970—), 男, 贵州兴义人, 助理研究员, 博士生。

# 1 材料与方法

## 1.1 实验材料

昆虫实验材料为本所 2000 年 5 月从国外引进的胭脂虫, 经鉴定, 为 *Dactylopius confusus* (Cockerell)。寄主植物材料为本所 1995 年从国外引进后种植于本所元江试验站的梨果仙人掌 (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) (少数文献将本种的中文名称译为“印榕仙人掌”)。

## 1.2 实验设计

用正交设计方法, 将温度(A)分为 15 °C(A<sub>1</sub>)、20 °C(A<sub>2</sub>)、25 °C(A<sub>3</sub>)、30 °C(A<sub>4</sub>) 4 个水平, 湿度(B)分为 60% RH(B<sub>1</sub>)、80% RH(B<sub>2</sub>) 两个水平, 光照强度(C)分 980 lx(C<sub>1</sub>)、60 lx(C<sub>2</sub>) 两个水平, 光照时间设为早上 8:00 开灯, 晚上 20:00 关灯, 设计温度、湿度及光照的不同组合, 选用 L<sub>8</sub>(4 × 2<sup>4</sup>) 正交表, 设计各因子组合见表 1<sup>[16~18]</sup>。

## 1.3 研究方法

1.3.1 放养及观察方法 在野外选取寄生有适当数量胭脂虫雌成虫的仙人掌茎片带回实验室, 布置实验时, 在每片(块)仙人掌上选取 1 头圆润、饱满但未孵化的雌成虫进行保留, 将其余的胭脂虫(包括若虫)全部去除, 置放于已按正交设计要求设置好温度、湿度及光照的人工气候箱中, 每一气候箱置放 5 片。在去除的胭脂虫雌成虫中选 30 头与保留的胭脂虫个体相似的雌成虫进行解剖, 在解剖镜下测定各头虫的怀卵量及大小, 以 30 头虫的平均怀卵量作为保留下来的每头雌虫的怀卵量的估计值计算起始卵量。

1.3.2 孵化率及各龄期存活率测定 绘制观测记录表, 每 7 d 观测 1 次, 详细记录各实验条件下每头胭脂虫的孵化及下一代各龄期的存活情况。完成一代后, 统计出各实验条件下的孵化数及各龄期的成活数, 根据起始卵量及各龄期开始时的数量计算孵化率及成活率。

1.3.3 怀卵量及大小测定 因胭脂虫发育速率不同, 世代重叠现象严重, 因此实验中须在胭脂虫涌散、固定、发育成为成虫并进行记录后, 将雌成虫去除并用酒精进行保存, 待若虫全部发育成成虫后, 取 30 头雌成虫计数怀卵量及大小, 以该 30 头虫的平均怀卵量作为该处理中一世代后每头雌成虫怀卵量的估计值计算下一代的卵量。

1.3.4 性比测定 根据记录中胭脂虫的雌雄虫数量, 计算出胭脂虫的雌雄性比。

1.3.5 种群趋势指数(I)测定 根据记录表格编制出胭脂虫在各实验条件下实验种群的生命表, 再根据统计出的起始卵量和下一代的期望卵量, 计算出胭脂虫的种群趋势指数。

1.3.6 世代发育历期的测定 根据记录表格计算出各种处理条件下每 1 头胭脂虫的世代发育历期, 5 头胭脂虫的平均发育历期即为该处理下胭脂虫的世代发育历期。

处理 1、3、6、8 进行 3 次重复, 2、4、5、7 只进行 1 次。应用数理统计分析方法分析出各生态因子(温度、湿度和光照)对胭脂虫发育的影响及发育起点温度和有效积温。

表 1 正交实验设计

| 处理号  | 因素 |   |   |
|--|----|---|---|
|  | A  | B | C |
| 1 = A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 1  | 1 | 1 |
| 2 = A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 1  | 2 | 2 |
| 3 = A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 2  | 1 | 1 |
| 4 = A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 2  | 2 | 2 |
| 5 = A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 3  | 1 | 2 |
| 6 = A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 3  | 2 | 1 |
| 7 = A <sub>4</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 4  | 1 | 2 |
| 8 = A <sub>4</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 4  | 2 | 1 |

## 2 结果与分析

### 2.1 各生态因子对胭脂虫怀卵量的影响

胭脂虫的怀卵量是一个重要的指标, 怀卵量的多少直接影响到下一代的种群基数, 从而对种群数量造成影响。从不同处理下胭脂虫的怀卵量测定结果(表 2)中可以看出, 处理 1 和处理 2 胭脂虫均未能完成世代, 其它几个处理胭脂虫均能完成世代, 但以处理 6、5、3 怀卵量较多, 其中处理 6 的怀卵量显著高于其它两个处理, 处理 7、8、4 则相对较小。

表 2 不同处理下胭脂虫的怀卵量

| 处理号 | 样本量 | 重复 1  | 重复 2  | 重复 3  | $\bar{X}$ |
|-----|-----|-------|-------|-------|-----------|
| 1   |     | 未完成世代 | 未完成世代 | 未完成世代 |           |
| 2   |     | 未完成世代 |       |       |           |
| 3   | 30  | 148.5 | 166.6 | 157.5 | 157.5     |
| 4   | 30  | 101.8 |       |       | 101.8     |
| 5   | 30  | 160.1 |       |       | 160.1     |
| 6   | 30  | 242.2 | 351.1 | 233.9 | 275.7     |
| 7   | 30  | 115.7 |       |       | 115.7     |
| 8   | 30  | 110.0 | 99.0  | 154.0 | 121.0     |

表 3 怀卵量单因素统计量

| 因素 | 水平 | 平均值/粒 | 极差    |
|----|----|-------|-------|
| A  | 1  | 0     | 217.9 |
|    | 2  | 129.7 |       |
|    | 3  | 217.9 |       |
|    | 4  | 118.4 |       |
| B  | 1  | 108.3 | 16.4  |
|    | 2  | 124.7 |       |
| C  | 1  | 138.6 | 44.2  |
|    | 2  | 94.4  |       |

从单因素统计量(表 3)中看出, 怀卵量在 20~30 °C 期间呈波峰形, 在 25 °C 达到最高, 20、30 °C 则相对较少, 因此, 可以认为, 低于 20 °C 的低温和高于 30 °C 的高温对胭脂虫的怀卵量均具有明显的抑制作用; 从湿度上比较, 怀卵量随湿度的增加而提高; 从光照上看, 弱的光照不利于胭脂虫产卵。利用极差判断各因素对胭脂虫怀卵量影响的大小<sup>[18]</sup>, 结果是: 因素 A(温度) > 因素 C(光照) > 因素 B(湿度)。因素 A(温度)中以水平 3(25 °C)为好, 其次为水平 2(20 °C); 因素 B(湿度)中以水平 2(80%)为好; 因素 C(光照)中以水平 1(980 lx)为好, 因此, 实验中较好组合为: 温度 25 °C、相对湿度 80%、光照强度 980 lx, 即实验中的处理 6(25 °C, 80% RH, 980 lx)。

进一步利用 spss 10.0 for Windows 统计软件<sup>[19]</sup>对不同处理下胭脂虫的怀卵量调查结果进行多因素方差分析(表 4, 5), 表明因素 A(温度)对胭脂虫的怀卵量具有显著影响, 而因素 B(湿度)和 C(光照)的影响不显著。多因素方差分析过程见表 4, 5。

表 4 因素变量及方差分析

| 因素 | 水平 | N | 方差来源  | 第三类平方和      | 自由度 | 均方          | F 值    | 显著性   |
|----|----|---|-------|-------------|-----|-------------|--------|-------|
| A  | 1  | 2 | 校正模型  | 52 490 930  | 5   | 10 498.186  | 5 501  | 0 161 |
|    | 2  | 2 | 截距    | 108 531 405 | 1   | 108 531.405 | 56 865 | 0 017 |
|    | 3  | 2 | 因素 A  | 48 061 105  | 3   | 16 020.368  | 8 394  | 0 108 |
|    | 4  | 2 | 因素 B  | 531 380     | 1   | 531.380     | 0 278  | 0 650 |
| B  | 1  | 4 | 因素 C  | 3 898 445   | 1   | 3 898.445   | 2 043  | 0 289 |
|    | 2  | 4 | 误差    | 3 817 145   | 2   | 1 908.573   |        |       |
| C  | 1  | 4 | 总的    | 164 839 480 | 8   |             |        |       |
|    | 2  | 4 | 校正后总的 | 56 308 075  | 7   |             |        |       |

复相关系数  $R = 0.965$

从表 4 看出, A、B、C 各因素均无显著影响, 但相对来说, A 的影响要大些, 为提高分析精度, 只考虑因素 A, 得方差分析表 5。

从表 5 看出, A(温度) 为显著性因素。经对只考虑 B(湿度)、C(光照) 因素时作方差分析, 该二因素为不显著因素。

2.2 各生态因子对胭脂虫卵的孵化率及各虫期存活率的影响

2.2.1 孵化率 从卵的孵化率上比较(表 6), 胭脂虫卵在 15 °C 以上的环境中均有孵化, 孵化率有随温度升高而提高的趋势。在 15 °C 的两个设置: 处理 1 和 2 中胭脂虫的孵化率都比较小, 仅有 10% 左右; 20 °C 的两个设置: 处理 3 和 4 的平均孵化率为 42%; 25 °C 的两个设置: 处理 5 和 6 为 46%; 而 30 °C 的两个设置: 处理 7 和 8 则达到 65%。从单因素统计量(表 6)中可以看出, 随温度的升高, 孵化率提高, 温度较好水平为 4(30 °C); 随湿度的升高, 孵化率降低, 湿度较好水平为 1(60%); 光照越弱, 孵化率越高, 光照较好水平为 2(60 lx), 说明弱的光照有助于胭脂虫的孵化。极差比较结果显示, 在实验条件下三因素对胭脂虫孵化率的影响顺序为: 温度 > 光照 > 湿度, 说明温度是胭脂虫孵化的关键因素。多因素方差分析结果显示(分析方法同 2.1), 对卵的孵化率, A 的显著值为 0.157, B 为 0.206, C 为 0.086, 三因素均为不显著因素。

2.2.2 1 龄若虫存活率 从 1 龄若虫的存活率比较(表 7), 除 15 °C 的两个设置存活率较低以外, 其它设置均较高, 达 71% 以上, 但没有明显规律。从单因素统计量(表 7)可以看出, 温度中除水平 1(15 °C) 的 1 龄若虫存活率明显低以外, 其它各个水平相差不大, 说明 20~30 °C 的温度对 1 龄若虫存活没有太大的影响; 湿度和光照的不同水平下, 1 龄若虫存活率相差不大, 说明湿度和光照对 1 龄若虫存活也没有太大的影响。极差比较结果表明, 对 1 龄若虫存活率的影响顺序为: 温度 > 光照 > 湿度。多因素方差分析结果显示(分析方法同 2.1), A 的显

表 5 只考虑因素 A 的方差分析

| 方差来源  | 第三类平方和      | 自由度 | 均方          | F 值    | 显著值   |
|-------|-------------|-----|-------------|--------|-------|
| 校正模型  | 48 061.105  | 3   | 16 020.368  | 7.770  | 0.038 |
| 截距    | 108 531.405 | 1   | 108 531.405 | 52.641 | 0.002 |
| 因素 A  | 48 061.105  | 3   | 16 020.368  | 7.770  | 0.038 |
| 误差    | 8 246.970   | 4   | 2 061.743   |        |       |
| 总的    | 164 839.480 | 8   |             |        |       |
| 校正后总的 | 56 308.075  | 7   |             |        |       |

复相关系数  $R = 0.294$

表 6 不同处理下胭脂虫卵的孵化率

| 处理号 | 及单因素统计量 |      |      |           | % 极差 |    |      |      |
|-----|---------|------|------|-----------|------|----|------|------|
|     | 重复 1    | 重复 2 | 重复 3 | $\bar{X}$ | 因素   | 水平 | 平均值  | 极差   |
| 1   | 13      | 7    | 5    | 8         | A    | 1  | 10.5 | 54.5 |
| 2   | 13      |      |      | 13        |      | 2  | 42.5 |      |
| 3   | 14      | 63   | 18   | 32        |      | 3  | 46.5 |      |
| 4   | 53      |      |      | 53        |      | 4  | 65.0 |      |
| 5   | 62      |      |      | 62        | B    | 1  | 50.0 | 17.7 |
| 6   | 29      | 47   | 16   | 31        |      | 2  | 32.3 |      |
| 7   | 98      |      |      | 98        | C    | 1  | 25.8 | 30.7 |
| 8   | 36      | 39   | 20   | 32        |      | 2  | 56.5 |      |

表 7 不同处理下胭脂虫 1 龄若虫的存活率

| 处理号 | 及单因素统计量 |      |      |           | % 极差 |    |      |      |
|-----|---------|------|------|-----------|------|----|------|------|
|     | 重复 1    | 重复 2 | 重复 3 | $\bar{X}$ | 因素   | 水平 | 平均值  | 极差   |
| 1   | 23      | 0    | 7    | 10        | A    | 1  | 11.5 | 71.5 |
| 2   | 13      |      |      | 13        |      | 2  | 83.0 |      |
| 3   | 90      | 51   | 88   | 76        |      | 3  | 72.5 |      |
| 4   | 90      |      |      | 90        |      | 4  | 78.0 |      |
| 5   | 72      |      |      | 72        | B    | 1  | 60.8 | 1.0  |
| 6   | 82      | 67   | 70   | 73        |      | 2  | 61.8 |      |
| 7   | 85      |      |      | 85        | C    | 1  | 57.5 | 7.5  |
| 8   | 57      | 75   | 80   | 71        |      | 2  | 65.0 |      |

表 8 不同处理下 2 龄若虫至成虫期的存活率 %

| 处理号 | 重复 1 | 重复 2 | 重复 3 | $\bar{X}$ |
|-----|------|------|------|-----------|
| 1   | 0    | 0    | 0    | 0         |
| 2   | 0    |      |      | 0         |
| 3   | 33   | 84   | 90   | 69        |
| 4   | 88   |      |      | 88        |
| 5   | 64   |      |      | 64        |
| 6   | 57   | 52   | 67   | 59        |
| 7   | 92   |      |      | 92        |
| 8   | 71   | 89   | 85   | 82        |

著值为0.019, B为0.850, C为0.248, A(温度)为显著因素。

2.2.3 2龄若虫至成虫期存活率 2龄若虫至成虫期存活率测定结果(表8)表明, 15℃的两个设置胭脂虫无2龄若虫存活, 30℃的两个设置存活率相对较高; 湿度和光照的不同水平下, 存活率相差不大, 说明湿度和光照对2龄若虫到成虫期存活无太大影响。多因素方差分析结果显示(分析方法同2.1), A的显著值为0.015, B为0.858, C为0.226, A(温度)为显著因素。

### 2.3 各生态因子对胭脂虫性比的影响

性比反映了昆虫种群结构的性别组成, 对大多数昆虫而言, 雌性个体和雄性个体的比率常是1:1, 但对于蚧虫, 由于1头雄虫可与多头雌虫进行有效的交配, 因此种群中雌性个体的数量显著地大于雄性个体。胭脂虫培育的目的在于利用雌成虫生产胭脂红, 因此, 在能够进行有效交配的范围内, 高的雌性比例更合乎生产的要求。

从胭脂虫性比的测定结果(表9)大致可以看出, 环境条件对胭脂虫的性比存在较大的影响, 同一批雌成虫在不同的环境条件下性的分化存在着较大的差异, 但雌雄性比都大于1:1, 处理3、8、4、6雌雄性比相对较大, 处理5、7较小。

从单因素统计量(表9)看出, 不同温度水平下性比差异较大, 但没有明显规律性; 湿度的两个水平下性比差异不大; 而光照强度的两个水平下性比的差异较大, 水平1(980 lx)比水平2(60 lx)大得多, 初步说明弱的光照强度下胭脂虫的性比较小。

极差比较结果表明, 对胭脂虫性比的影响顺序为: 光照> 温度> 湿度。多因素方差分析结果显示(分析方法同2.1), A的显著值为0.243, B为0.413, C为0.134, 三因素均为不显著因素, 初步表明胭脂虫的性比决定是多种因素综合作用的结果, 除环境因素外, 胭脂虫的性比可能还与遗传特征有很大的关系。

### 2.4 各生态因子对胭脂虫种群趋势指数(I)的影响

昆虫种群趋势指数是指新一代开始时的卵量与原一代开始时的卵量之比, 它反映了种群的发展趋势, 如果该值大于1, 意味着种群数量趋于不断上升, 如果小于1, 则种群数量不断下降, 最终趋于灭绝。因此, 胭脂虫的种群趋势指数是反映胭

表9 不同处理下胭脂虫的性比(♀:♂)及单因素统计量

| 处理号 | 重复1    | 重复2    | 重复3    | $\bar{X}$ | 因素 | 水平 | 平均值    | 极差     |
|-----|--------|--------|--------|-----------|----|----|--------|--------|
| 1   |        | 未完成世代  | 未完成世代  |           | A  | 1  |        | 2.93:1 |
| 2   | 未完成世代  |        |        |           |    | 2  | 5.65:1 |        |
| 3   |        | 6.14:1 | 9.13:1 | 7.64:1    |    | 3  | 2.72:1 |        |
| 4   | 3.65:1 |        |        | 3.65:1    |    | 4  | 3.38:1 |        |
| 5   | 1.99:1 |        |        | 1.99:1    | B  | 1  | 4.36:1 | 0.88:1 |
| 6   |        | 1.04:1 | 5.86:1 | 3.45:1    |    | 2  | 3.48:1 |        |
| 7   | 1.88:1 |        |        | 1.88:1    | C  | 1  | 5.47:1 | 3.11:1 |
| 8   |        | 3.08:1 | 6.67:1 | 4.88:1    |    | 2  | 2.36:1 |        |

表10 不同处理下胭脂虫的种群趋势指数及单因素统计量

| 处理号 | 重复1   | 重复2   | 重复3   | $\bar{X}$ | 因素 | 水平 | 平均值  | 极差   |
|-----|-------|-------|-------|-----------|----|----|------|------|
| 1   | 未完成世代 | 未完成世代 | 未完成世代 |           | A  | 1  |      | 20.4 |
| 2   | 未完成世代 |       |       |           |    | 2  | 32.6 |      |
| 3   | 5.65  | 42.68 | 21.69 | 23.34     |    | 3  | 38.6 |      |
| 4   | 41.92 |       |       | 41.92     |    | 4  | 53.0 |      |
| 5   | 44.50 |       |       | 44.50     | B  | 1  | 46.7 | 10.6 |
| 6   | 29.29 | 52.08 | 16.87 | 32.75     |    | 2  | 36.1 |      |
| 7   | 86.89 |       |       | 86.89     | C  | 1  | 26.8 | 29.2 |
| 8   | 14.41 | 22.87 | 20.20 | 19.16     |    | 2  | 56.0 |      |

脂虫生产的重要指标, 在生产中, 胭脂虫的种群趋势指数越高, 则产量越高, 反之则低。

从胭脂虫的种群趋势指数的测定结果(表 10) 可以看出, 在 20 °C 以上的 6 个处理中, 胭脂虫种群趋势指数一般大于 20, 说明胭脂虫的种群数量增殖相当迅速, 这对于胭脂虫的培育十分有利。几种处理中, 处理 7 种群趋势指数最大, 达到 86.89, 处理 5、4、6 次之, 处理 3、8 相对较小。从单因素统计量(表 10) 可以看出, 温度升高, 种群趋势指数随之增大; 湿度的两个水平比较, 水平 1(60%) 的种群趋势指数比水平 2(80%) 大; 从光照强度的两个水平上比较, 水平 2(60 lx) 较水平 1(980 lx) 的种群趋势指数大, 说明弱光对胭脂虫的种群增长有利。极差比较结果表明, 对种群趋势指数的影响大小的顺序为: 光照> 温度> 湿度。多因素方差分析结果显示(分析方法同 2.1), A 的显著值为 0.316, B 为 0.410, C 为 0.238, 三因素均为不显著因素, 初步说明温度、湿度和光照对胭脂虫的种群发展具有相当的重要性。

### 2.5 各生态因子对胭脂虫世代发育历期的影响

从不同处理胭脂虫的世代发育历期测定结果及单因素统计量(表 11) 中可以看出, 胭脂虫的世代发育历期明显地随温度的升高而缩短, 20 °C 下的平均发育历期为 69 d, 25 °C 为 52 d, 30 °C 为 45 d; 高湿度能缩短胭脂虫的发育历期; 光照对胭脂

表 11 不同处理胭脂虫的世代发育历期及单因素统计量 d

| 处理号 | 重复 1  | 重复 2  | 重复 3  | $\bar{X}$ | 因素 | 水平 | 平均值 | 极差 |
|-----|-------|-------|-------|-----------|----|----|-----|----|
| 1   | 未完成世代 | 未完成世代 | 未完成世代 |           | A  | 1  |     | 24 |
| 2   | 未完成世代 |       |       |           |    | 2  | 69  |    |
| 3   | 73    | 80    | 72    | 75        |    | 3  | 52  |    |
| 4   | 62    |       |       | 62        |    | 4  | 45  |    |
| 5   | 56    |       |       | 56        | B  | 1  | 60  | 10 |
| 6   | 46    | 43    | 54    | 48        |    | 2  | 50  |    |
| 7   | 46    |       |       | 46        | C  | 1  | 56  | 3  |
| 8   | 40    | 38    | 44    | 41        |    | 2  | 53  |    |

虫的发育历期影响不大。根据各温度下胭脂虫的世代历期及 Reaumer(1735)<sup>[19]</sup> 提出的计算有效积温的公式:  $N(T - C) = K$  或  $T = C + KV$  (式中  $N$  为发育历期,  $C$  为发育起点温度,  $K$  为有效积温), 利用“最小二乘法”计算得: 胭脂虫的发育起点温度( $C$ ) 为 9.0 °C, 世代有效积温( $K$ ) 为 822.9 日度(相关系数  $R = 0.902$ )。多因素方差分析结果显示(分析方法同 2.1), A 的显著值为 0.013, B 为 0.191, C 为 1.000, A(温度) 为显著因素。极差比较结果表明, 影响大小的顺序为: 温度> 湿度> 光照。

### 2.6 各生态因子对胭脂虫虫体大小的影响

胭脂虫的虫体大小是胭脂虫质量的重要指标之一。国外的研究表明, 虫体越大, 胭脂红酸的含量越多<sup>[1]</sup>, 因此获取体大、饱满的雌成虫是胭脂虫培育的一个主要目的。

表 12 不同处理下胭脂虫的虫体大小 mm

| 处理号 | 样本量 | 重复 1  |      | 重复 2  |      | 重复 3  |      | $\bar{X}$ |      |
|-----|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-----------|------|
|     |     | 平均长   | 平均宽  | 平均长   | 平均宽  | 平均长   | 平均宽  | 长         | 宽    |
| 1   |     | 未完成世代 |      | 未完成世代 |      | 未完成世代 |      |           |      |
| 2   |     | 未完成世代 |      |       |      |       |      |           |      |
| 3   | 30  |       |      | 3.29  | 2.50 | 3.60  | 2.45 | 3.54      | 2.48 |
| 4   | 30  | 4.00  | 2.65 |       |      |       |      | 4.00      | 2.65 |
| 5   | 30  | 3.67  | 2.42 |       |      |       |      | 3.67      | 2.42 |
| 6   | 30  |       |      | 4.54  | 3.34 | 4.21  | 2.74 | 4.38      | 3.04 |
| 7   | 30  | 3.35  | 2.26 |       |      |       |      | 3.35      | 2.26 |
| 8   | 30  |       |      | 3.34  | 2.80 | 3.38  | 2.30 | 3.36      | 2.55 |

不同处理下胭脂虫雌虫体大小测定结果见表 12。从表中可以看出, 处理 6 的胭脂虫虫体最大, 处理 4 次之, 再次是处理 5 与处理 3, 处理 7 和处理 8 最小。

雌虫体长、宽单因素统计量(表13)分析得出,几种处理中,胭脂虫虫体在温度为25℃时达最大,而20、30℃时则相对较小,说明低于20℃和高于30℃的温度对胭脂虫虫体有不利影响;从湿度上看,水平2(80%)的胭脂虫虫体比水平1(60%)大,初步说明高湿度下培育胭脂虫相对有利;在光照强度的两个水平下,胭脂虫虫体大小相差不大。极差比较结果表明,对胭脂虫虫体大小影响的顺序为:温度>湿度>光照。

经多因素方差分析(分析方法同2.1),对虫体长来说,A的显著值为0.012,B为0.294,C为0.786,即A(温度)为显著因素;对虫体宽来说,A的显著值为0.005,B为0.101,C为0.184,也只有A(温度)为显著因素。

### 3 结论

(1)在构成昆虫生命支持系统的非生物因素中,温度是影响胭脂虫发育的最主要因子,在15℃的恒温状态下胭脂虫卵有少量孵化,但不能完成世代,20、25、30℃下胭脂虫均能正常发育并完成世代。

(2)温度是影响胭脂虫产卵的最关键因素,温度25℃、相对湿度80%、光照强度980 lx最有利于胭脂虫产卵。

(3)胭脂虫卵的孵化率在15~30℃的温度范围内有随温度升高而提高的趋势,20~30℃区间的平均孵化率约为50%;15℃下1龄若虫的存活率比较低,约为10%,2龄若虫则完全不能存活;20~30℃下,1龄和2龄若虫的存活率约为70%。

(4)胭脂虫的雌雄性比远大于1:1,在20℃、60% RH、980 lx的培养条件下,雌雄性比达到7.64:1,环境条件能较大程度地影响胭脂虫的性比,但胭脂虫的性比决定是多种因素综合作用的结果,除环境因素外,胭脂虫的性比可能还与遗传有很大的关系。

(5)在胭脂虫能完成世代的环境中,其种群趋势指数一般大于20,平均约为40,说明该昆虫能迅速扩殖,这对于培育十分有利。

(6)胭脂虫发育起点温度为9.0℃,世代有效积温为822.9日度。

(7)温度是影响胭脂虫虫体大小的关键因素,在温度为25℃时胭脂虫虫体最大,高湿度有利于胭脂虫的培育,光照对胭脂虫虫体大小影响不大。

由于客观条件的限制,本文只研究了4个温度水平、2个湿度水平及2个光照强度水平及其组合对胭脂虫发育的影响,对于其它的组合条件及自然条件下胭脂虫的生长发育有待作进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] Gema Perez Guerra, Michael Kosztarab. Biosystematics of the family Dactylopiidae (Homoptera: Coccinea) with emphasis on the life cycle of *Dactylopius coccus* Costa[M]. Virginia Polytechnic Institute and State University: Bulletin, 1992: 92-1

表13 平均长及平均宽单因素统计量 mm

|    |    | 平均长  |      | 平均宽 |    |      |      |
|----|----|------|------|-----|----|------|------|
| 因素 | 水平 | 平均值  | 极差   | 因素  | 水平 | 平均值  | 极差   |
| A  | 1  |      | 0.67 | A   | 1  |      | 0.32 |
|    | 2  | 3.77 |      |     | 2  | 2.57 |      |
|    | 3  | 4.02 |      |     | 3  | 2.73 |      |
|    | 4  | 3.35 |      |     | 4  | 2.41 |      |
| B  | 1  | 3.51 | 0.41 | B   | 1  | 2.41 | 0.31 |
|    | 2  | 3.92 |      |     | 2  | 2.72 |      |
| C  | 1  | 3.69 | 0.05 | C   | 1  | 2.64 | 0.14 |
|    | 2  | 3.74 |      |     | 2  | 2.50 |      |

- [2] De Lotto On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae) [J]. Journal of the Entomological Society of Southern Africa, 1974, 37(1): 167~ 193
- [3] Giuseppe Barbera, Paolo Inglese, Eugenio Pimienta. Agror ecology, cultivation and uses of cactus pear[M]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996
- [4] MacGregor-Loeza R, Sampedro Rosas G. Catalogue of Mexican scale insects I. Family Dactylopiidae (Homoptera Coccoidea) [J]. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Zoología, 1983, 54(1): 217~ 223
- [5] 郑乐怡, 归鸿. 昆虫分类[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1999
- [6] Brutsch M O, Zimmernann H G. The prickly pear (*Opuntia ficus indica* [Cactaceae]) in South Africa: utilization of the naturalized weed and of the cultivated plants[J]. Economic Botany, 1993, 47(2): 154~ 162
- [7] Gilreath M E, Smith J W Jr. Bionomics of *Dactylopius confusus* (Homoptera: Dactylopiidae) [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1987, 80(6): 768~ 774
- [8] Moran V C. Belated kudos for cochineal insects[J]. Antenna, 1981, 5(2): 54~ 58
- [9] Russo A, Mazzeo G. *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera, Coccoidea): cammine scale insect[J]. Informatore Fitopatologico, 1996, 46(4): 10~ 13
- [10] Rodríguez Hernandez I. The cochineal, a singular insect[J]. Agricultura Madrid, 1988, 57: 914~ 919
- [11] Zimmernann H G. Underrated plant may become a money spinner[J]. Plant Protection News, 1995, 42: 9
- [12] Zimmernann H G. Present status of prickly pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.) control in South Africa[J]. Proceedings of the third National Weeds Conference of South Africa, 1980. 79~ 85
- [13] Zimmernann H G. Red dye from an invader cactus weed[J]. Plant Protection News, 1988 (13): 1~ 2
- [14] Zimmernann H G, Moran V C. Ecology and management of cactus weeds in South Africa[J]. South African Journal of Science, 1982 (78): 314~ 320
- [15] 庄毓萃. 世界胭脂虫业再度兴起[J]. 昆虫知识, 1995, 32(6): 372~ 373
- [16] 杜荣骞. 生物统计学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1984
- [17] 郭鄂, 忻介六. 昆虫学实验技术[M]. 北京: 科学出版社, 1988
- [18] 赵仁熔, 余松烈. 田间试验方法[M]. 北京: 农业出版社, 1978
- [19] 黄海, 罗友丰, 陈志英, 等. spss 10.0 for windows 统计分析[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001

## Study on Experimental Population of Cochineal Insect (*D. confusus*(Cockerell))

ZHANG Zhong-he<sup>1</sup>, YANG Xunzhang<sup>2</sup>, WANG Zi-li<sup>1</sup>, XU Longfeng<sup>1</sup>, SHI Lei<sup>1</sup>, CHEN Xiao-ming<sup>1</sup>

(1. The Research Institute of Resources Insects, CAF, Kunming 650216, Yunnan, China;

2. Institute of Forest Reconnaissance and Design of Yunnan Province, Kunming 650031, Yunnan, China)

**Abstract:** A study on the population dynamics of cochineal insect in the lab is carried out by using artificial climate cases. The method is to set 8 kinds of combinations of temperature, humidity and light according to orthogonal design and then establish the life tables of the insect. The temperature has four levels: 15, 20, 25 °C and 30 °C, and the relative humidity has two levels: 60% and 80%, while the light also has two levels: 980 lx and 60 lx. Through observations and analysis of several generations, the results indicate that the cochineal insect cannot finish generations under 15 °C associated conditions, while at associated conditions of temperatures 20, 25, 30 °C, the insect can finish generations, but comparing from the amount of eggs, generation inclination indexes and the sizes of the female adults, 25 °C associated conditions are the best. The results also indicate that average hatching percentage of egg is about 50 and the survival percentage is probably 70 at 20~ 30 °C, and that the number of females is more than that of the males in the cochineal populations, environmental factors have large effect on the sex ratio of the cochineal insect and the generation inclination index usually surpasses 20. The development starting point temperature of the insect is 9.0 °C, and effective accumulated temperature of one generation is 822.9 day-degrees. The results of multifactor analysis of variance show that temperature is the most remarkable factor to affect development of the insect.

**Key words:** cochineal insect; experimental population; *Opuntia ficus-indica*