

湖南长沙地区红珠凤蝶生物学特性

余洁¹, 肖铁光², 戈峰³

(1 湖南农业大学植物保护学院, 长沙 410128; 2 湖南农业大学蜜蜂研究所, 长沙 410128;

3 中国科学院动物研究所, 北京 100020)

摘要: 从野外采集红珠凤蝶的老熟幼虫, 进行室内繁殖以及室内室外饲养, 对卵、幼虫各龄期、蛹以及成虫的生物学特性以及幼虫各个龄期的主要形态特征进行观察和记录, 同时在实验过程中探究了温度对红珠凤蝶卵、幼虫和蛹的发育历期的影响, 并计算出发育起点温度和有效积温。结果表明: (1) 红珠凤蝶在长沙地区 1 年发生 4~5 代, 以蛹越冬; (2) 幼虫各个龄期的头宽、体长以及形态特征有差异; (3) $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 温度条件下, 红珠凤蝶完成一代的历期为 49.3 d, 此时卵的孵化率和幼虫存活率有最高值, 分别为 98.2% 和 96.8%; (4) 发育起点温度, 卵 $5.9 \pm 1.8^\circ\text{C}$, 幼虫 $9.8 \pm 2.0^\circ\text{C}$, 蛹 $5.7 \pm 1.6^\circ\text{C}$, 总有效积温 664.0°C , 最适发育温度 25°C 。

关键词: 红珠凤蝶; 生物学; 发育; 长沙

中图分类号: Q969.438.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-5280(2017)05-0538-05

DOI: 10.16848/j.cnki.issn.1001-5280.2017.05.19

Biological Characteristics of *Pachliopta aristolochiae* (Fabricius) in Changsha Area of Hunan

YU Jie¹, XIAO Tiegua², GE Feng³

(1 Institute of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China;

2 Institute of Bees, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China;

3 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100020, China)

Abstract: Mature papilio larvae were gathered from the wild. And these larvae were raised indoors and outdoors. The annual life history of *Pachliopta aristolochiae*, main biological characteristics of different ages of larvae, weight and food consumption changes of larvae were observed and recorded. Meanwhile, the influences of temperature on developmental duration of eggs, larvae and pupa were also explored. Based on the data of developmental duration, the developmental threshold temperature and effective accumulated temperature were figured out. The results were showed as follows: (1) *Pachliopta aristolochiae* happened four to five generations in Changsha. It lived through the winter by pupa. (2) There were differences in the head width, body length and main characteristic of body at different ages of larvae. (3) Under the temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$, *Pachliopta aristolochiae* finished one generation in 49.3 d, when the egg hatching rate and larva survival rate were 98.2% and 96.8 respectively, the highest. (4) The developmental threshold temperature of eggs was $5.9 \pm 1.8^\circ\text{C}$, larvae was $9.8 \pm 2.0^\circ\text{C}$, and pupa was $5.7 \pm 1.6^\circ\text{C}$. The total effective accumulated temperature was 664.0°C , the most adaptive temperature was $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Keywords: *Pachliopta aristolochiae* (Fabricius); biological characteristic; annual life history; Changsha

红珠凤蝶 (*Pachliopta aristolochiae* (Fabricius)) 又名红腹凤蝶、七星凤蝶、红纹曙凤蝶、红纹凤蝶, 属

收稿日期: 2017-05-02

作者简介: 余洁 (1992-), 女, 硕士研究生, Email: 296003630@qq.com。

凤蝶科,裳凤蝶族,珠凤蝶属^[1]。它分布于河北、河南、陕西、江西、湖南、浙江、广西、四川、云南、福建、海南、台湾、香港、缅甸、泰国、马来西亚、印尼、菲律宾等地^[2]。翅型优美,舞姿灵动,具有很高的观赏和艺术价值,因此人工养殖有着广阔的市场前景。迄今为止,国内外学者对红珠凤蝶成虫的发生规律^[3]、形态特征^[4]、生殖系统^[5]、蛹期的滞育^[6]和人工饲养^[7]等方面有过报道,但对其生物学特性方面的研究较少。对其生物学特性进行更深入的研究和了解,将为红珠凤蝶的人工饲养提供一定理论依据。

1 材料

1.1 供试虫源

2015年4~10月于湖南省浏阳市大围山国家森林公园以及湖南农业大学校园内、长沙植物园采集到的红珠凤蝶老熟幼虫为虫源。

1.2 幼虫饲料

马兜铃科马兜铃,栽种于湖南农业大学蜜蜂养殖园内。

1.3 成虫食物

百花蜜^[8]。

1.4 实验器具

养虫笼、人工气候箱、测微尺、游标卡尺、培养皿、电子显微镜。

2 实验方法

2.1 成虫饲养及收卵

将从大围山、湖南农业大学内以及长沙植物园采集到的一批老熟幼虫分为AB两组。A组放入养虫笼内,待其化蛹羽化后,喂以10%的蜜糖水,让其自然交配产卵。笼内栽入马兜铃植株,供其产卵和取食。待产卵后,用毛笔将产于寄主植物叶上的卵轻轻刮下,放于培养皿内,同时在培养皿内放入一片叶柄包有湿棉球的嫩叶,将其置于人工气候箱内孵化。B组置于湖南农业大学蜜蜂园进行室外繁殖,园内种有足量马兜铃植株。

2.2 幼虫饲养

将产下的卵粒置于人工气候箱内孵化。人工气候箱设置3组不同温度,分别为22、25、30℃,相对湿度设为80%,光周期设为L:D=14:10^[9]。待孵

化成幼虫后,分别放入相同规模的培养皿中,内放入新鲜的马兜铃叶片。每天补充更换马兜铃叶片,注意叶片保湿,及时清理粪便、脏物,清洁培养皿。

2.3 幼虫各龄期形态特征观察

1~5龄初孵幼虫,各龄各取30头。观察并记录各龄期幼虫体表的形态特征变化,并用游标卡尺及电子显微镜测量各龄幼虫的头宽和体长。

2.4 年生活史的记录

于湖南农业大学蜜蜂养殖园内用网罩圈住一块区域,内种有马兜铃植株。2015年10月中旬,将蛹移入栽种的马兜铃植株上。在翌年的3月至11月,每隔4d进行一次观察记录。统计一年发生的代数,并记录各世代中各虫态出现的始、盛、末期。

2.5 各龄幼虫取食量和体重的测定

1~5龄幼虫,各龄各取30头,置于规模相同的培养皿内饲养。内放入新鲜的马兜铃叶片。取两份份量相同且生长发育程度接近一致的叶片,记为A、B两份。A用于幼虫的饲养,B放进烘箱内烘干至恒重后,称取其重量。烘箱温度设为48℃。在下次给幼虫更换新鲜叶片时,将A中没有被取食完的叶片部分同样放入烘箱中烘干至恒重再称重,再根据李有志等^[10]测定方法,计算红珠凤蝶各龄幼虫的取食量。取食量(干重)=B份叶片总恒重-A份叶片剩余部分总恒重。在每一次幼虫蜕皮结束开始活动但是还未开始取食前用电子天平进行称重。

2.6 发育起点温度和有效积温的计算

根据人工气候室观察记录数据,利用有效积温法则公式计算:

$$K = (T - C)N, T = C + KV, V = 1/N$$

$$C = \frac{\sum V^2 \sum T - \sum V \sum VT}{n \sum V^2 - (\sum V)^2}$$

$$K = \frac{n \sum VT - \sum V \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2}$$

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum (T - T')^2}{n - 2} \left(\frac{1}{n} + \frac{V^2}{\sum (V - \bar{V})^2} \right)}$$

$$S_k = \sqrt{\frac{\sum (T - T')^2}{(n - 2) \sum (V - \bar{V})^2}}$$

式中: N 为发育历期; T 为发育期平均温度; C 为发育起点温度; V 为发育速率; T' 为温度计算值。 S_c 和 S_k 分别为昆虫的发育起点温度 (C) 和有效积温 (K) 的标准误差。采用最小二乘法求得。

2.7 数据分析

用 EXCEL 2007 和 SPSS 21.0 对数据进行统计和单因素方差分析。

3 结果与分析

3.1 各龄幼虫的头宽、体长

当幼虫逐渐成长时,其头壳的宽度以及体长会随着龄期的增加而增加。各龄幼虫的头壳宽为 0.71 ~ 3.70 mm、体长为 2.64 ~ 22.8 mm,每龄幼虫头宽体长以及主要形态特征均有明显差异(表 1)。

表 1 幼虫各龄的头宽、体长和主要形态特征

Table 1 The width of head, body length of different periods of larva and main morphological characteristics

龄期	头宽(mm)	体长(mm)	主要形态特征
一龄	0.70 ± 0.05 a	4.20 ± 0.86 a	体棕色,各体节上有棘突,上具刺毛,胸腹部两侧的气门下线,亚腹线,中后胸及腹部各节亚背线,胸部两侧各节气门下线各具一对棘突
二龄	1.16 ± 0.07 b	7.85 ± 0.41 b	体黑色,棘突上的刺毛消失,第 3、6、8 腹节及中后胸亚背线的棘突为暗红色
三龄	1.83 ± 0.06 c	11.42 ± 1.64 c	体红棕色,第 3 腹节棘突白色,且亚背线和气门下线两棘突间连成一白线
四龄	2.56 ± 0.19 d	20.50 ± 2.65 d	体深褐色,第 3 腹节棘突间的连线为肉红色
五龄	3.49 ± 0.31 e	28.05 ± 3.02 e	体黑色,有丝线光泽,各棘突顶端红色,半透明,第 3 腹节棘突间的白线加宽成带状

注: 同列数据后不同小写字母表明差异显著($p < 0.05$) ,LSD 测验。下同。

3.2 年生活史

红珠凤蝶的年生活史见表 2。红珠凤蝶在长沙一年发生 4 ~ 5 代,以蛹在寄主植物马兜铃的茎秆或老叶背面越冬。翌年 4 月上旬越冬蛹开始羽化,4

月下旬至 5 月上旬为越冬代成虫羽化盛期。由于越冬代成虫期参差不齐,时间长达一个月,造成以后各代的世代重叠现象。

表 2 红珠凤蝶生活史

Table 2 the life cycle of *Pachliopta aristolochiae* (Fabricius)

世代	1~3月	4月 上中下	5月 上中下	6月 上中下	7月 上中下	8月 上中下	9月 上中下	10月 上中下	11~12月
越冬代	▲▲▲	▲▲▲ ++	++						
1		●● --	●● --	△△△ ++	△ ++				
2			●● --	●●● --	●●● △				
3			△ ++	△△△ ++	△ ++				
				●● -	●●● --				

(续表2)

世代	1~3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11~12月
		上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	
4					△△△ ++ ●	△△ +++ ●●●	● -- △△△		
5						+	●●● --	● --	▲▲▲ ▲

注: ●卵, - 幼虫, △蛹, ▲越冬蛹, + 成虫。

3.3 幼虫取食量和体重变化

在25℃时,测定的红珠凤蝶各龄幼虫的取食量结果如表3。

表3 红珠凤蝶各龄幼虫取食量及体重

Table 3 Food consumption and weight of larvae at all ages

龄期	取食量 (mg/头)	所占总干重 比例(%)	体重 (mg/头)
1龄	4.07 ± 0.47 a	0.30	5.70 ± 0.38 a
2龄	13.16 ± 1.01 b	1.10	38.32 ± 1.03 b
3龄	53.94 ± 3.72 c	4.20	138.18 ± 1.59 c
4龄	234.56 ± 11.22 d	18.10	587.79 ± 2.96 d
5龄	989.37 ± 7.31 e	76.40	1436.00 ± 2.73 e

由表3可知,各龄幼虫取食量均有明显差异。1~3龄幼虫的取食量较小,从4龄开始,幼虫取食量大幅度增加。5龄时,取食量暴增。在进行人工饲养时,要根据各龄幼虫的取食量及时补给食物,避免幼虫因食物缺乏而死亡。

同时,在25℃测得红珠凤蝶1~5龄幼虫的体重变化表明,红珠凤蝶各龄幼虫之间体重差异十分明显。1~2龄幼虫,体重以小幅度增长。从3龄开始,体重明显增长。5龄初期,体重暴增,达到最大值。5龄末期体重下降,此时幼虫进入预蛹期,不再进食,同时还会将体内的粪便排出。

3.4 不同温度下长沙地区红珠凤蝶发育历期

由表4可知,在22~30℃范围内,红珠凤蝶各虫态的生长发育均可完成,但发育历期存在明显差异。当温度较低时,发育历期较长,随着温度的升高,发育历期缩短。在相同温度条件下,幼虫的历期最长,约占发育历期总和的51%,而卵的历期较短,约占14.2%。由表5可知,25±1℃时的卵孵化率和幼虫存活率均高于其余两组温度。因此,结合表4和表5结果可知,人工饲养的温度应控制在25℃左右。

表4 红珠凤蝶在不同温度下的发育历期(d)

Table 4 Developmental duration of *Pachliopta aristolochiae* (Fabricius) under different temperature

温度(℃)	卵期	1龄幼虫	2龄幼虫	3龄幼虫	4龄幼虫	5龄幼虫	幼虫历期	预蛹期	蛹期
22 ± 1	7.1 ± 0.8 a	4.2 ± 0.5 a	4.1 ± 0.5 a	4.0 ± 0.8 a	4.4 ± 1.0 a	6.5 ± 1.1 a	23.2 a	2.6 ± 0.5 a	13.0 ± 0.5 a
25 ± 1	5.8 ± 0.5 b	3.8 ± 0.5 b	3.7 ± 1.0 b	3.6 ± 0.4 b	3.8 ± 0.5 b	5.1 ± 1.1 b	20.0 b	1.5 ± 0.6 b	12.0 ± 1.0 b
30 ± 1	4.7 ± 0.8 c	2.3 ± 0.5 c	1.6 ± 0.9 c	2.6 ± 1.0 c	3.3 ± 1.0 c	4.7 ± 0.9 c	14.5 c	1.2 ± 0.3 c	9.4 ± 0.9 c

表5 不同温度下的幼虫存活率及卵的孵化率

Table 5 Survival rate of larvae and hatching rate of eggs under different temperature

温度(℃)	卵粒	出虫数(头)	存活数(头)	存活率(%)	孵化率(%)
22 ± 1	88.4 ± 2.8 a	81.9 ± 3.1 a	74.9 ± 2.7 a	91.5 a	92.6 a
25 ± 1	96.2 ± 1.6 b	94.5 ± 1.6 b	91.5 ± 1.5 b	96.8 b	98.2 b
30 ± 1	91.2 ± 3.1 c	87.2 ± 3.8 c	77.3 ± 3.8 c	88.6 c	95.6 c

3.5 有效积温和发育起点温度

由表 6 可知,红珠凤蝶卵期完成生长发育所需的有效积温和发育起点温度均低于幼虫期和蛹期。幼虫期的发育起点温度最高,且整个世代的有效积温也集中在这个时期。这主要与幼虫期发育历期最长有关。

表 6 红珠凤蝶发育起点温度和有效积温
Table 6 Developmental threshold temperature and effective accumulated temperature of *Pachliopta aristolochiae*

虫态	有效积温(℃)	发育起点温度(℃)
卵	113.4 ± 36.1	5.9 ± 1.8
幼虫	295.7 ± 37.0	9.8 ± 2.0
蛹	254.9 ± 20.6	5.7 ± 1.6
合计	664.0	

4 小结

红珠凤蝶在长沙地区一年发生 4~5 代,以蛹越冬。幼虫各龄期头宽、体长、体表特征有明显差异,可据此来判定幼虫的龄期。低龄幼虫的取食量较少,且体重增长幅度也较小。从 3 龄开始,取食量明显增加,5 龄进入暴食期。因此在人工饲养过程中,要依据幼虫的龄期及时更换补充食物,保证各龄幼虫食物充足。4 龄和 5 龄幼虫的体重有大幅度增长,但 5 龄幼虫末期体重会有小幅度下降,这主要是因为进入预蛹期,幼虫停食,且将体内粪便排出。在 22~30℃ 内,随着温度升高,各虫态历期缩短。最佳生长发育温度为 25 ± 1℃,在此温度下发育历期短,且幼虫成活率和卵孵化率最高。卵期、幼虫期和蛹

期的发育起点温度分别为 5.9 ± 1.8、9.8 ± 2.0、5.7 ± 1.6℃,可作为人工饲养提供温度参考依据。卵期、幼虫期和蛹期的有效积温分别为 113.4 ± 36.1、295.7 ± 37.0、254.9 ± 20.6℃,可用来预估湖南地区红珠凤蝶发生代数以及分布情况。

参考文献:

- [1] 周尧. 中国蝶类志[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1992. 105.
- [2] 周尧. 中国蝴蝶的分类与鉴定[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998. 4-32.
- [3] 于百功, 李献栋. 马兜铃凤蝶的发生规律及防治[J]. 植物保护, 2007(13): 18-20.
- [4] 武春生, 孟宪林. 中国蝶类识别手册[M]. 北京: 科学出版社, 2007. 25-30.
- [5] 董雪松. 浙江蝶类志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1993. 9.
- [6] 王治国. 河南昆虫志: 鳞翅目: 蝶类[M]. 河南: 河南科学技术出版社, 1998. 13.
- [7] 应霞玲, 曾玲. 红纹凤蝶半合成人工饲料研究[J]. 武夷科学, 1999(4): 24-27.
- [8] 孙兴全, 汤纪红. 丝带凤蝶的人工饲养初探[J]. 安徽农学通报(下半月刊), 2009(8): 19-25.
- [9] 罗志文, 李世震, 李春丰, 等. 丝带凤蝶的生物学特性研究初报[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2005, 23(3): 437-442.
- [10] 李有志, 文礼章, 马骏, 等. 甘薯天蛾幼虫生物学特性[J]. 湖南农业大学学报, 2005, 31(6): 660-664.
- [11] 蒲正宇, 史军义, 姚俊, 等. 燕凤蝶生物学特性及人工养殖技术初探[J]. 江苏农业科学, 2013(6): 202-203.