

温度对红珠凤蝶小斑亚种发育的影响

李家慧^{1,2} 杨群芳^{1*} 王 慧¹

(1. 四川农业大学农学院 雅安 625014; 2. 绵阳农科所 绵阳 621023)

摘 要 室内研究了红珠凤蝶小斑亚种 *Pachliopta aristolochiae adaeus* (Rothschild) 在 19~31℃ 范围内 5 个恒温条件下的发育。结果表明,成虫在 19℃ 时不能交配和产卵,而卵、幼虫和蛹在 19~31℃ 范围内均能完成发育,且发育历期随温度而变化。各温度下,预蛹期最短,幼虫期最长,幼虫龄期随虫龄的增加而逐渐延长。卵、幼虫、蛹和世代的发育起点温度分别为 5.6、11.6、6.3 和 10.6℃,有效积温分别为 117.7、293.2、270.9 和 1105.2 日·度。

关键词 红珠凤蝶小斑亚种,温度,发育起点温度,有效积温

Effect of temperature on development of *Pachliopta aristolochiae adaeus*

LI Jia-Hui^{1,2} YANG Qun-Fang^{1*} WANG Hui¹

(1. College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China;

2. Agricultural Science Institute of Mianyang, Mianyang 621023, China)

Abstract The development of *Pachliopta aristolochiae adaeus* (Rothschild) was studied in the laboratory at five constant temperatures between 19 and 31℃. The results showed that the adult could not mate or lay eggs at 19℃, however, egg, larva and pupa could complete development, and their developmental times varied with temperature between 19 and 31℃. Of all the immature stages, developmental time for prepupal stage was the shortest, while that for the larval stage the longest at all temperatures tested. Temperature thresholds of egg, larva and pupa and the whole generation for development were estimated as 5.6, 11.6, 6.3 and 10.6℃, respectively, while their thermal constants were 117.7, 293.2, 270.9 and 1105.2 degree days, respectively.

Key words *Pachliopta aristolochiae adaeus*, temperature, temperature threshold for development, thermal constant

红珠凤蝶小斑亚种 *Pachliopta aristolochiae adaeus* (Rothschild) 属鳞翅目 Lepidoptera 凤蝶科 Papilionidae 珠凤蝶属 *Pachliopta*, 广泛分布于东洋区、澳洲区以及中国大部分地区(周尧, 1998)。该蝶中等体型, 体背及翅黑色, 头顶两侧红色, 腹部背面有 4 条红色环纹, 末端密生红色毛, 后翅翅缘有 7 个鲜艳的桃红色弯月形斑, 中室外侧有 3~5 个白斑连成带状, 十分美丽, 具较高的观赏价值(武春生, 2001; 李孟楼, 2005)。同时, 红珠凤蝶小斑亚种幼虫主要取食卵叶马兜铃 (*Aristolochiae tagala*) 叶, 为害严重时可将寄主吃成光秆(刘合刚, 2001)。卵叶马兜铃属多年生藤本植物, 是重要的药用植物, 其果实(马兜铃)、根(青木香)及藤蔓(天仙藤)均可入药, 有平肝止痛、行气活血、

利尿和止咳平喘等功效(毛炎初等, 2005)。

目前, 仅见红珠凤蝶小斑亚种生物学特性和半人工饲料的研究报道(应霞玲等, 1999, 2002; Wu *et al.*, 2000; 杨世璋等, 2006; Barua and Slowik, 2007), 而有关温度对其发育影响的研究尚未见报道。因此, 本文研究了红珠凤蝶小斑亚种在 19~31℃ 范围内 5 个恒温条件下的发育, 测定了其发育起点温度和有效积温, 以期为该蝶的预测、防治及人工繁育提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 虫源和寄主植物

虫源: 红珠凤蝶小斑亚种蛹, 采自四川农业大学药用植物园。

* 通讯作者, E-mail: qunfangyang@hotmail.com

收稿日期: 2010-09-13, 接受日期: 2010-10-05

寄主植物: 卵叶马兜铃。

1.2 卵历期的测定

将田间采回的蛹放入养虫笼(45 cm × 45 cm × 70 cm, 由网眼为 1 cm² 的尼龙纱网搭建而成)中, 置于 25℃ 人工智能气候箱中(光照设置为 L:D = 12:12, 光照强度为 4 000 ~ 5 000 lx, 相对湿度为 65% ~ 80%) 培养, 待成虫羽化后, 放入盆栽卵叶马兜铃, 并以 10% 蜂蜜水供成虫饲用, 待其产卵。

收集初产卵放入有盖的培养皿(内放一团湿棉球)中, 置于人工气候箱内培养。设置 19、22、25、28 和 31℃ 共 5 个温度处理。每个温度处理培养 20 粒卵。重复 3 次。每 3 h 观察 1 次, 观察记载卵的孵化时间, 计算卵的发育历期。

1.3 幼虫、预蛹和蛹历期的测定

将“1.2”中刚孵化的幼虫放入底部垫有湿润滤纸的塑料饭盒(17.5 cm × 11.8 cm × 3.2 cm)内, 置于与培养卵相同的温度下用卵叶马兜铃嫩叶饲养。每天清理塑料饭盒内卫生, 更换新鲜叶片。待幼虫老熟后, 在塑料饭盒内放入小枝条供其化蛹。每温度处理饲养 20 头幼虫, 重复 3 次。每 2 h 观察 1 次, 观察并记载幼虫的蜕皮、化蛹以及成虫羽化的时间, 并计算各龄幼虫、预蛹和蛹的发育历期。

1.4 成虫产卵前期的测定

将放有盆栽卵叶马兜铃的养虫笼放入人工气候箱内, 再放入 2 对初羽化的成虫, 并饲以 10% 蜂蜜水。每天 8:00—18:00, 每 1 h 观察 1 次, 观察记载成虫第 1 次产卵时间, 计算产卵前期。

1.5 数据处理

用 DPS7.05 软件对发育历期(N) 数据进行邓肯氏新复极差法差异显著性检验。

采用最小二乘法计算发育起点温度(C) 和有效积温(K), 公式如下(张孝曦 2002):

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

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

式中, V 为发育速率($1/N$), T 为温度(℃)。

2 结果与分析

2.1 各虫态的发育历期

在 5 个试验温度下, 红珠凤蝶小斑亚种各虫态的发育历期见表 1。在 19 ~ 31℃, 卵、幼虫和蛹均能完成生长发育, 发育历期随温度变化而变化。19 ~ 28℃ 范围内, 卵发育历期随着温度升高而显著缩短, 从 9.05 d 降至 4.98 d, 31℃ 与 28℃ 时相当。19 ~ 25℃ 范围内, 幼虫、预蛹和蛹的发育历期随着温度的升高而显著缩短, 蛹期从 19℃ 时的 22.93 d 降至 25℃ 的 13.06 d, 幼虫期从 38.75 d 降至 18.68 d, 预蛹期从 3.58 d 降至 1.75 d, 25℃ 较 19℃, 幼虫期和预蛹期缩短了 1/2。25 ~ 31℃ 范围内, 温度对幼虫、预蛹和蛹发育历期的影响不显著。

19℃ 时成虫几乎不活动, 不交配, 也不产卵。22 ~ 31℃ 范围内, 成虫能交配和产卵, 产卵前期随温度升高而显著缩短, 从 22℃ 时的 4.61 d 降至 31℃ 的 1.97 d; 22 ~ 25℃, 世代历期随温度的升高而显著缩短, 从 53.39 d 降至 40.52 d, 而在 25 ~ 31℃, 温度对世代历期的影响不显著。

幼虫共有 5 龄, 在各试验温度下, 幼虫龄期随虫龄的增加而逐渐延长。19℃ 时, 1 龄期为 6.08 d, 5 龄期延长为 10.91 d; 31℃ 时, 1 龄期为 2.46 d, 5 龄期延长至 6.31 d。各温度下, 预蛹期最短, 仅占世代历期的 4% 左右, 幼虫期最长, 约占世代历期的 43% ~ 50%, 其次是蛹。

2.2 发育起点温度与有效积温

红珠凤蝶小斑亚种各虫态的发育起点温度和有效积温见表 2。卵和蛹的发育起点温度较低, 分别为 5.6 和 6.3℃, 1 ~ 4 龄幼虫的发育起点温度均在 12.0℃ 以上, 但 5 龄幼虫的发育起点温度仅为 7.5℃。5 龄幼虫的有效积温(123.0 日·度) 占整个幼虫期有效积温(293.2 日·度) 的 2/5。幼虫期和蛹期的有效积温(分别为 293.2 和 270.9 日·度) 均为卵期(117.7 日·度) 的 2 倍多, 二者合计约占全世代有效积温(1105.2 日·度) 的 1/2, 这与它们发育历期长一致。

3 结论与讨论

发育起点温度和有效积温的测定可以为红珠凤蝶小斑亚种年发生世代数的估计提供依据。四川雅安地区全年月平均气温高于红珠凤蝶小斑亚种发育起点温度的有效积温约为 2 148.0 日·度, 因此, 该蝶发生的理论代数 2 代, 这与作者田间

表 1 不同温度下红珠凤蝶小斑亚种的发育历期

Table 1 Developmental durations of *Pachliopta aristolochiae adaeus* at different temperatures

虫态 Stage	温度(℃) Temperature				
	19	22	25	28	31
卵 Egg	9.05 ± 0.12 a	7.10 ± 0.31 b	5.82 ± 0.06 c	5.01 ± 0.09 d	4.98 ± 0.13 d
1 龄幼虫 1st instar larva	6.08 ± 0.63 a	3.10 ± 0.35 b	2.52 ± 0.10 b	2.36 ± 0.26 b	2.46 ± 0.25 b
2 龄幼虫 2nd instar larva	6.95 ± 0.14 a	3.54 ± 0.25 b	2.65 ± 0.20 c	2.58 ± 0.11 c	2.78 ± 0.09 c
3 龄幼虫 3rd instar larva	7.45 ± 0.24 a	4.64 ± 0.27 b	3.07 ± 0.26 c	3.28 ± 0.06 c	3.57 ± 0.21 c
4 龄幼虫 4th instar larva	7.63 ± 0.15 a	5.27 ± 0.61 b	3.87 ± 0.29 cd	3.53 ± 0.28 d	4.98 ± 0.34 bc
5 龄幼虫 5th instar larva	10.91 ± 0.29 a	7.96 ± 0.14 b	6.52 ± 0.03 c	5.58 ± 0.02 d	6.31 ± 0.26 c
幼虫 Larva	38.75 ± 1.82 a	24.64 ± 0.95 b	18.68 ± 1.21 c	17.02 ± 0.74 c	20.33 ± 0.70 c
预蛹 Prepupa	3.58 ± 0.13 a	2.60 ± 0.10 b	1.75 ± 0.13 c	1.68 ± 0.05 c	1.49 ± 0.11 c
蛹 Pupa	22.93 ± 0.38 a	16.45 ± 0.22 b	13.06 ± 0.74 c	12.55 ± 0.14 c	11.75 ± 0.28 c
产卵前期 Preoviposition	—	4.61 ± 0.07 a	3.10 ± 0.01 b	2.60 ± 0.25 c	1.97 ± 0.08 d
世代 Generation	—	53.39 ± 1.51 a	40.52 ± 0.99 b	39.59 ± 0.78 b	40.68 ± 0.97 b

注: 表中数据为发育历期平均值 ± 标准差, 同行数据后小写字母不同者表示 0.05 水平差异显著。
Data in the table are mean ± SE, and followed by different letters in the same raw indicate significantly different at 0.05 level.

表 2 红珠凤蝶小斑亚种的发育起点温度和有效积温

Table 2 Temperature threshod for development and thermal constant of *Pachliopta aristolochiae adaeus*

虫态 Stage	发育起点温度(℃) Temperature threshod for development	有效积温(日·度) Thermal constant
卵 Egg	5.6	117.7
1 龄幼虫 1st instar larva	12.0	37.8
2 龄幼虫 2nd instar larva	12.9	38.9
3 龄幼虫 3th instar larva	12.4	49.1
4 龄幼虫 4th instar larva	14.7	48.5
5 龄幼虫 5th instar larva	7.5	123.0
幼虫 Larva	11.6	293.2
预蛹 Prepupa	11.0	28.1
蛹 Pupa	6.3	270.9
世代 Generation	10.6	1 105.2

观察结果一致。据杨世璋等(2006)报道,红珠凤蝶小斑亚种在重庆永川地区 1 年发生 3 代,地区间年积温的差异是引起红珠凤蝶小斑亚种年发生代数不同的主要因素。此外,红珠凤蝶小斑亚种

各龄幼虫的有效积温可应用于分龄预测法预测其防治适期,为防治提供一定的参考依据。

红珠凤蝶小斑亚种具较高观赏价值,作为观赏性资源昆虫,具有较大开发潜力。本文研究结果表明,在 19~31℃ 范围内,该蝶的卵、幼虫和蛹均能完成发育,其发育历期均随温度变化而变化。其中,在 19~25℃ 范围内,幼虫、预蛹和蛹的发育历期随着温度的升高而显著缩短,而成虫 19℃ 时几乎不活动,不交配,也不产卵。这些研究结果可为人工繁育红珠凤蝶小斑亚种提供参考。

参考文献(References)

- Barua KK, Slowik J, 2007. Study on the biology and consumption potential of common rose *Pachliopta aristolochiae* (Lepidoptera: Papilionidae) on *Aristolochiae tagala*. *Polish J. Entomol.*, 76: 341—352.
- 李孟楼 2005. 资源昆虫学. 北京: 中国林业出版社. 108—110.
- 刘合刚 2001. 药用植物优质高效栽培技术. 北京: 中国医药科技出版社. 95.
- 毛炎初, 余卫雄, 刘美兰, 李先军, 熊爱民 2005. 马兜铃科属中药应用探讨. *实用中医药杂志* 21(12): 766—767.
- 武春生 2001. 中国动物志(昆虫纲第二十五卷) 鳞翅目·凤蝶科. 北京: 北京科学出版社. 107—111.
- Wu TS, Leu YL, Chan YY, 2000. Aristolochic acids as a defensive substance for the aristolochiaceous plant-feeding swallowtail butterfly, *Pachliopta aristolochiae interpositus*. *J. Chin. Chem. Soc.*, 47(1): 221—226.
- 杨世璋, 林琳, 张岚, 陈冰勇, 吴成洪, 林静, 杨琼 2006. 红珠凤蝶小斑亚种的生物学研究. *西南农业大学学报*, 28(5): 1—5.
- 应霞玲, 曾玲, 黄寿山 2002. 金扇凤蝶和红珠凤蝶生物学特性观察. *武夷科学*, 18(1): 133—137.
- 应霞玲, 曾玲, 庞雄飞 1999. 红纹凤蝶小斑亚种半合成人工饲料研究. *华南农业大学学报* 20(4): 24—27.
- 张孝曦 2002. 昆虫生态及预测预报. 北京: 中国农业出版社. 212—215.
- 周尧 1998. 中国蝴蝶分类与鉴定. 郑州: 河南科学技术出版社. 6—7.