

# 光周期对枯叶蛱蝶幼虫生长发育的影响

易传辉<sup>1,2</sup>, 陈晓鸣<sup>1</sup>, 史军义<sup>1</sup>, 周成理<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院 资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 2. 云南林业职业技术学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**为促进枯叶蛱蝶人工规模化养殖, 观察了人工气候箱中20℃时不同光周期下枯叶蛱蝶幼虫生长发育情况。结果表明, 光周期对枯叶蛱蝶幼虫及蛹在不同光周期下蛹的发育历期影响明显, 1~5龄幼虫发育历期分别在4.1~5.2、4.8~6.6、4.8~7.0、6.3~8.3 d和11.2~13.8 d之间, 蛹发育历期在19.5~24.4 d之间; 幼虫最长和最短历期分别相差1.1、1.8、2.2、2.0 d和2.6 d; 蛹相差4.9 d。同时, 光周期对幼虫和蛹存活率也有一定影响, 不同光周期下幼虫期存活率在64%~92%之间, 除12.0 h光照时为64%较低外, 其余光照下均超过80%; 蛹存活率除12.0 h光照时为77%和12.5 h光照时为87%略低外, 其余均在90%以上。在20℃时, 人工规模化养殖选择12.5 h或14.0 h光照较好。

**关键词:**枯叶蛱蝶; 幼虫; 蛹; 光周期; 存活率; 历期

中图分类号:S763.42 文献标识码:A 文章编号:1001-7461(2008)05-0124-03

Influence of the Photoperiod on Larvae of *Kallima inachus* Dubleday

YI Chuan-hui<sup>1,2</sup>, CHEN Xiao-ming<sup>1</sup>, SHI Jun-yi<sup>1</sup>, ZHOU Cheng-li<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Resources Insects of the Chinese Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650224, China;  
2. Yunnan Forestry Vocational College, Kunming, Yunnan 650224, China)

**Abstract:** In order to breed the butterfly *Kallima inachus* well, the growth and development of larvae at 20℃ were investigated under different photoperiods in artificial climate-chest. The results were as follow. The developmental period of larvae were 4.1~5.2, 4.8~6.6, 4.8~7.0, 6.3~8.3 and 11.2~13.8 days from 1 to 5 instar respectively, and the pupae were between 19.5~24.4 days. The margins between the longest and shortest periods of larvae were 1.1, 1.8, 2.2, 2.0 and 2.6 days respectively, and the pupae were 4.9 days. The survival rates of whole larvae were between 64%~92%, and most over 80% besides the day length at 12.0 h. Most survival rates of pupae were over 90% besides the day length at 12.0 h and 12.5 h, and they were only 77% and 87% respectively. At 20℃, the day length of 12.5 h and 14.0 h were the better day length to breed the butterfly.

**Key words:** *Kallima inachus*; larva; pupae; photoperiod; survival rates; developmental periods

枯叶蛱蝶(*Kallima inachus*)属于鳞翅目(Lepidoptera)蛱蝶科(Nymphalidae)昆虫。主要分布于陕西、四川、云南、江西、浙江等南方数省,国外主要分布于日本、印度和东南亚等国。对枯叶蛱蝶的研究报道较少,仅见一些零星的记载,缺乏全面系统的研究报道。枯叶蛱蝶1 a发生2~3代,以成虫越冬,成虫主要发生期在5~9月。周成理等人对枯叶

蛱蝶生物学特性和人工养殖进行了初步研究<sup>[1-3]</sup>。

光周期对蝴蝶生长发育的影响国内仅见易传辉等人对美凤蝶(*Papilio memnon*)、丝带凤蝶(*Sericinus montelus*)和麝凤蝶(*Byasa alcinous*)的研究<sup>[4-6]</sup>。国外涉及光周期对生长发育影响的研究也较少,仅涉及到孔雀蛱蝶(*Inachis io*)等少数种类<sup>[7-10]</sup>。为进一步开发蝴蝶资源,促进蝴蝶产业的

快速发展和减少对野生资源的破坏,有必要对光周期等环境因素对枯叶蛱蝶生长发育等生物学特性影响进行深入研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

枯叶蛱蝶来源于四川省峨眉山市。2004年6月从四川省峨眉山伏虎寺(海拔约500 m)采集成虫放入试验繁殖园内,以10%蜂蜜作为成虫补充营养,繁殖后代用作试验虫源。越冬成虫保存于室外繁殖园内。

### 1.2 试验方法

试验光周期为24 h 循环光周期,设置为7个,分别为L D 12.0:12.0,L D 12.5:11.5,L D 13.0:11.0,L D 13.5:10.5,L D 14.0:10.0,L D 14.5:9.5,L D 15.0:9.0。光周期设置参照枯叶蛱蝶在峨眉山地区出现时的光周期进行,并参考了其他昆虫对光周期的反应。温度设置为20℃(±1℃)。将初孵幼虫移入相应光周期气候箱中,待化蛹后移入光周期为L D 15.0:9.0气候箱中,观察记录各组幼虫和蛹的生长发育情况。应用SPSS13.0统计软件进行方差分析。

### 1.3 幼虫用饲养

新鲜马蓝(*Pteracanthus* sp.)叶喂养,1~4龄幼虫饲养于无色透明塑料杯(直径7.2 cm,高13

cm)内,每杯5~10只;进入5龄后饲养于无色透明塑料盒(长20 cm,宽16 cm,高12 cm)内,每盒25只。气候箱内湿度设置为90%(±7%),光照强度为3 000 lx。

## 2 结果与分析

### 2.1 光周期对幼虫发育历期的影响

结果显示,在试验光周期范围内,1~5龄幼虫的发育历期分别在4.1~5.2、4.8~6.6、4.8~7.0、6.3~8.3 d 和 11.2~13.8 d 之间,相同龄期幼虫最长和最短历期分别相差1.1、1.8、2.2、2.0 d 和 2.6 d。结果表明,光周期对3~5龄幼虫影响较1~2龄幼虫大。光周期对预蛹发育历期影响较小,历期在1.0~1.5 d 之间,最长和最短历期仅相差0.5 d。整个幼虫历期在31.7~40.2 d 之间,最长和最短历期相差8.5 d。分析表明,不同光周期下幼虫历期差异显著(表1,P<0.05)。

研究结果还显示,各龄幼虫的最长和最短历期在不同光照下出现。1龄、3龄和5龄幼虫最短历期出现在光照13.0 h时,而2龄和4龄出现在12.5 h时。1龄最长历期出现在光照15.0 h时,2龄、3龄和4龄幼虫最长历期则出现在光照14.5 h,而5龄出现在14.5和15.0 h光照时。结果表明,不同生长阶段幼虫对光周期的反应存在差异,相同光照对不同龄期幼虫的影响不同。

表1 20℃时不同光周期下枯叶蛱蝶幼虫发育历期

Table 1 Larvae developmental period of *K. inachus* in different photoperiods at 20℃

光照/h	样本数/头	历期/d						
		1龄	2龄	3龄	4龄	5龄	预蛹	幼虫期
12.0	25	5.0±0.5cd	4.9±0.7ab	5.3±0.5b	6.4±0.6ab	12.1±1.0b	1.1±0.3a	33.8±2.1d
12.5	25	4.5±0.5b	4.8±0.4a	5.0±0.4ab	6.3±0.5a	11.3±1.6a	1.1±0.3a	31.7±2.1e
13.0	25	4.1±0.3a	5.0±0.6ab	4.8±0.5a	7.0±1.1bc	11.2±0.8a	1.1±0.2a	32.0±1.3c
13.5	27	4.5±0.8b	5.1±0.6ab	5.2±0.4b	7.1±0.8c	12.3±0.9b	1.5±0.7b	34.2±2.3b
14.0	25	4.8±0.6bc	5.3±0.5b	5.2±0.6b	8.3±1.5d	12.6±0.9b	1.0±0.2a	36.0±2.8a
14.5	25	5.0±0.6cd	6.6±0.8d	7.0±0.8c	8.3±0.8d	13.8±0.6c	1.1±0.3a	40.2±2.0a
15.0	25	5.2±0.5d	5.9±0.8c	6.9±0.7c	7.5±1.0c	13.8±0.7c	1.5±0.5b	38.9±2.5b

注:“±”号的前部分为平均值,后部分为标准差;同列中具有相同字母表示差异不显著(P<0.05),多重比较采用S-N-K方法(下表同)。

### 2.2 光周期对幼虫生长发育影响的滞后反应

幼虫饲养于不同光周期下,所化蛹发育历期差异较大,在19.5~24.4 d之间,最长和最短历期相差4.9 d(表2)。方差分析表明,不同光周期下幼虫所化蛹历期存在显著差异(P<0.05)。在12.0~13.0 h

光照范围内,随着光照的延长,蛹发育历期缩短;在13.0~14.5 h光照范围内,随着光照的延长,蛹发育历期增加;光照长于14.5 h后,在15.0 h光照时历期又有所缩短。在14.5 h光照下蛹历期明显长于其他光照,表明14.5 h光照对蛹的发育影响最大。

表2 枯叶蛱蝶幼虫饲养于不同光周期下蛹的发育历期

Table 2 Pupae developmental period as larvae of *K. inachus* breeding in different photoperiods

光照时间/h	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0
历期/d	20.1±0.9bc	19.7±1.0ab	19.5±0.6a	21.0±0.8d	21.3±0.9d	24.4±0.6e	20.4±1.2c

### 2.3 光周期对存活率的影响

光周期对幼虫和蛹在不同光周期下所化蛹存活率有一定影响,不同光周期下存活率存在差异(表

3)。结果显示,1龄、3龄幼虫和预蛹存活率极高,各光周期下均为100%;2龄幼虫在12.0 h和13.0 h光照时较1龄略有下降外,其余光照下存活率达

100%; 4~5 龄存活率略有下降, 但除 5 龄幼虫在 15.0 h 时的存活率仅 64% 下降较多外, 其余均在 80% 以上。总体上看, 整个幼虫期存活率在 64%~92% 之间, 除 12.0 h 光照时为 64% 较低外, 其余光照下存活率均超过 80%。蛹存活率较高, 除 12.0 h 和 12.5 h 光照下略低外, 其余均在 90% 以上。从 1 龄幼虫到成虫羽化, 14.0 h 光照下存活率最高, 达 92%, 15.0 h 光照下存活率最低, 仅为 64%, 说明

表 3 20℃ 时不同光周期下枯叶蛱蝶幼虫和蛹存活率

Table 3 Larvae and pupae survival rates of *K. inachus* in different photoperiod at 20℃

光照时间 /h	样本/头	%								
		1 龄	2 龄	3 龄	4 龄	5 龄	预蛹	幼虫	蛹	幼虫至成虫羽化
12.0	25	100	92	100	100	96	100	88	77	68
12.5	25	100	100	100	92	100	100	92	87	80
13.0	25	100	96	100	88	95	100	80	100	80
13.5	27	100	100	100	100	85	100	92	96	82
14.0	25	100	100	100	96	96	100	92	100	92
14.5	25	100	100	100	100	84	100	84	95	80
15.0	25	100	100	100	100	64	100	64	100	64

### 3 结论与讨论

在 20℃ 时, 光周期影响枯叶蛱蝶幼虫的生长发育。不同光周期下幼虫历期在 31.7~40.2 d 之间, 最长和最短历期相差 8.5 d; 幼虫存活率在 64%~92% 之间, 幼虫发育历期和存活率差异显著。同时, 光周期还对蛹的生长发育产生间接影响。幼虫饲养于不同光周期下, 蛹发育历期在 19.5~24.4 d 之间, 最长和最短历期相差 4.9 d; 蛹存活率在 77%~100% 之间, 差异明显。结果表明, 不同光周期下幼虫和蛹在不同光周期下蛹发育历期与存活率均存在差异明显。

在光周期为 LD14.0:10.0 时, 枯叶蛱蝶幼虫到成虫羽化的死亡率最低, 而历期适中, 表明在 20℃ 时 14.0 h 光照可能是枯叶蛱蝶生长发育较适合光照, 与其寄主植物马蓝生长良好气温相对稳定 4 月下旬的光周期和温度相吻合, 这可能与枯叶蛱蝶适应当地生态环境有关。昆虫在进化过程中形成了对光周期变化的适应, 通过对光周期变化的测度来调节生长发育, 以适应环境变化, 这一现象称为光周期钟 (photoperiodic clock), Saunders 对光周期钟作了详细的论述, 是昆虫适应环境的结果<sup>[11]</sup>。

枯叶蛱蝶是著名的拟态昆虫, 具有很高的观赏、教学和科研价值, 是目前市场供应的主要蝴蝶种类和人工规模化养殖较为成功的种类之一<sup>[3]</sup>。因此, 如何提高单位时间内的产量和质量有重要意义。研究结果表明, 在 20℃ 时, 人工规模化养殖选择 12.5 或 14.0 h 光照较好。12.5 h 光照时幼虫发育历期最短, 蛹的发育历期也较短, 如仅从缩短养殖时间考虑, 选择 12.5 h 光照有利于缩短养殖时间, 而此时

14.0 h 光照可能有利于枯叶蛱蝶生长发育, 而 15.0 h 光照对其不利。在 12.5、13.0 h 和 13.5 h 光照下存活率相近, 均在 80.0% 左右, 表明 12.5~13.5 h 范围内光照对枯叶蛱蝶的存活率影响较小。

试验结果还表明, 各光照下死亡主要发生在 5 龄期, 其次是蛹期。因此这 2 个时期可能为其生长发育过程中抗性最弱时期。

存活率也相对较高, 达 80%。在 14.0 h 光照时, 存活率最高, 达 92%, 如仅从提高存活率来看, 14.0 h 光照较为适合。但 14.0 h 光照时从幼虫到成虫羽化平均历期为 61.5 d, 要较 12.5 h 光照下长 10.1 d。因此, 在养殖时, 可依据养殖规模和市场需求设置养虫室光周期, 以期达到最佳经济效益。

致谢: 试验材料由四川峨眉山市胡芳女士提供, 在此表示衷心感谢!

### 参考文献:

- [1] 周成理, 史军义, 易传辉, 等. 枯叶蛱蝶 *Kallima inachus* 的生物学研究 [J]. 四川动物, 2005, 24(4): 445~450.
- [2] 杨萍, 漆波, 邓合黎, 等. 枯叶蛱蝶的生物学特性及饲养 [J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 27(1): 44~49.
- [3] 周成理, 史军义, 陈晓鸣, 等. 枯叶蛱蝶规模化人工繁育研究 [J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(5): 108~113.
- [4] 易传辉, 陈晓鸣, 史军义, 等. 光周期和温度对美凤蝶幼虫发育历期的影响 [J]. 林业科学研究, 2007, 20(4): 547~550.
- [5] 杨秋生, 王军, 王小平, 等. 温度对丝带凤蝶生长发育的影响 [J]. 昆虫知识, 2007, 44(2): 223~226.
- [6] 吕龙石, 金大勇, 朴锦. 温度与光周期对麝凤蝶生长发育的影响 [J]. 昆虫知识, 2004, 41(6): 572~574.
- [7] YOSHIO M, ISHII M. Photoperiod effects on pupal development in two tropical *Papilio butterflies* (Lepidoptera: Papilionidae) [J]. Trans Lepid Soc Japan, 2004, 55(4): 275~279.
- [8] ISHII M. Diapause potential in tropical papilionids (Lepidoptera: Papiliidae) [J]. Appl Ent Zool, 1987, 22 (1): 114~115.
- [9] OLOF L. Life History Plasticity: Influence of photoperiod on growth and development in the common blue butterfly [J]. Oikos, 1996, 76(2): 228~234.
- [10] ANDREW S P. Effect of photoperiod and temperature on the life-cycle of different populations of the peacock butterfly *Inachis io* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1986, 41 (3): 237~242.
- [11] SAUNDERS D S, STEEL C G H, X VAFOPOULOU, et al. Insect Clocks [M]. 3rd. Oxford: Elsevier, 2002.