

光照和温度对毛健夜蛾滞育解除的影响

涂小云, 徐佳辰, 徐冬梅, 刘 思, 杨 沙

(江西师范大学 生命科学院, 江西 南昌 330022)

摘 要:为探明光温对毛健夜蛾蛹滞育解除的影响,在不同的光温组合和暗期延长不同波段 LED 光照下,较系统地观察了其滞育蛹的羽化规律。结果表明:25℃和 LD 12:12 组合条件下死亡率低,滞育持续期短,最有利于滞育解除;暗期分别延长 3 h 的蓝、黄和红色 LED 光照,蓝光下滞育蛹死亡率最高,红光下最低;3 种光处理后滞育持续期均长于 25℃和 LD 15:9 组合条件下的滞育持续期。可见,温度、光周期和光波长对毛健夜蛾滞育蛹的解除有影响。

关键词:毛健夜蛾;滞育解除;光周期;发光二极管;温度

中图分类号:S 433.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0129-03

滞育是昆虫特有的一种发育状态,昆虫滞育的进程通常分为滞育的诱导、维持、解除、滞育后的休眠和发育等一系列生理阶段,每个生理阶段都受环境因子(光照或温度等)的影响和调控^[1]。温度和光周期对大多数昆虫滞育解除有影响,如绿盲蝽(*Apolygus lucorum*)^[2];此外不同波长(颜色)光对滞育解除的影响不同,如柞蚕(*Antheraea pernyi*)^[3]和蚕蛾(*Antheraea pernyi*)以及苹果蠹蛾(*Laspeyresia pomonella*)等^[4]。了解昆虫滞育解除与环境条件之间的关系,可加深对昆虫滞育生理的理解,也有助于准确预测田间害虫的发生期。

毛健夜蛾(*Brithys crini* Fabricius)幼虫主要取食园林花卉植物葱莲(*Zephyranthes candida*)、文殊兰(*Crinum asiaticum* var. *sinicum*)等,幼虫对不同寄主和寄主不同部位的选择性不同^[5],老熟幼虫钻入土中化蛹越冬,从翌年 5 月初开始陆续羽化^[6]。涂小云等^[7]研究表明,光周期和波长对毛健夜蛾成虫交配和产卵等有影响,但光周期和波长以及温度对其滞育解除有何影响还鲜见报道。了解毛健夜蛾滞育解除的影响因素,可为进一步了解其越冬代成虫羽化规律提供帮助,也可为该害虫的综合防治提供理论依据和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

室内自然条件下用葱莲饲养毛健夜蛾至化蛹,收集所化蛹,20 d 后尚未羽化的蛹作为滞育蛹用于滞育解除

试验。

1.2 试验方法

将滞育蛹置于 12 孔塑料板内观察羽化情况,每孔 1 蛹,每处理观察羽化数不少于 15 个,试验在人工气候箱内进行,每日定期查看羽化情况并记录羽化日期。温度设置 30、25℃、光周期设置 LD 15:9 和 LD 12:12,共 4 个光温组合处理;并在温度 25℃下,光期设置 12 h,于暗期开始分别延长 3 h 的蓝光(465~467 nm)、黄光(580~585 nm)和红光(620~625 nm)光照,之后为暗期(分别记为 LBD 12:3:9、LYD 12:3:9 和 LRD 12:3:9)。

以上试验的光照强度为 500~700 lx,箱内的温度变化幅度为±0.5℃、相对湿度 75%±2%,光周期转换采用人工方法,于最后一个成虫羽化后的 30 d 结束试验,统计死亡率和滞育持续期。

1.3 数据分析

试验数据采用 SPSS 13.0 数据处理系统进行分析。死亡率差异分析采用卡方检验法(Chi-square),温度和光周期滞育持续期差异分析采用独立样本 T 检验(Independent-samples T test),延长不同 LED 光源间滞育持续期差异分析采用单因素方差分析(One-way ANOVA)。

2 结果与分析

2.1 不同温度和光周期组合下滞育蛹的死亡率

从表 1 可以看出,温度和光周期对滞育蛹的存活均有影响。光周期为 LD 15:9 时,30℃下雌蛹的死亡率与 25℃下的差异不显著,而雄蛹死亡率显著高于 25℃下的;光周期为 LD 12:12 时,30℃下雌、雄蛹死亡率均显著高于 25℃下的,表明 30℃对该虫滞育蛹的解除可能不利。

同一温度下,光周期对滞育蛹存活有影响。温度为

第一作者简介:涂小云(1968-),男,江西进贤人,博士,讲师,现主要从事昆虫生物学和滞育生理生态研究工作。E-mail:txy1036@163.com.

基金项目:江西师范大学科研计划(自然科学类)资助项目(4553)。

收稿日期:2013-06-17

30℃、光周期 LD 12 : 12 时的雌蛹死亡率显著高于 LD 15 : 9 时($\chi^2=8.000, df=1, P=0.005$), 但雄蛹死亡率差异不显著($\chi^2=0.846, df=1, P=0.358$); 温度为 25℃

时, 光周期期间的雌、雄蛹死亡率差异均不显著($\chi^2=3.172, df=1, P=0.077$; $\chi^2=0.389, df=1, P=0.533$)。

表 1 不同温度和光周期组合下毛健夜蛾滞育蛹的死亡率

Table 1 Death rate of diapause pupae of *Brithys crini* under different temperature and photoperiod combinations

温度 Temperature /℃	♀		♂	
	LD 15 : 9	LD 12 : 12	LD 15 : 9	LD 12 : 12
30	39.58	60.42	62.5	56.25
25	50.00	37.50	31.25	27.08
卡方检验 Chi-square test	$\chi^2=2.020,$ $df=1, P=0.155$	$\chi^2=10.070,$ $df=1, P=0.002$	$\chi^2=19.870,$ $df=1, P=0.000$	$\chi^2=17.321,$ $df=1, P=0.000$

2.2 延长不同波段 LED 光照下毛健夜蛾滞育蛹的死亡率

从表 2 可知, 暗期延长 3 h 的蓝光最不利于毛健夜蛾滞育蛹的存活, 雌雄蛹死亡率分别为 58.33% 和 45.83%, 其次是黄光, 而延长红光的死亡率最低, 与上述 25℃、光周期为 LD 12 : 12 时的较为接近。可见, 延长不同颜色光照对雌蛹存活影响差异显著, 而对雄蛹影响差异不显著。

表 2 延长不同 LED 光照下毛健夜蛾滞育蛹的死亡率

Table 2 Death rate of diapause pupae of *Brithys crini* under extended different LED sources

光周期 Photoperiod	死亡率 Death rate/%	
	♀	♂
LBD 12 : 3 : 9	58.33	45.83
LYD 12 : 3 : 9	50.00	43.75
LRD 12 : 3 : 9	29.17	33.33
卡方检验 Chi-square Test	$\chi^2=18.082, df=2,$ $P=0.000$	$\chi^2=4.051, df=2,$ $P=0.132$

表 3 不同温度和光周期组合下毛健夜蛾滞育持续期

Table 3 Diapause duration of *Brithys crini* under different temperature and photoperiod combinations

温度 Temperature /℃	♀		♂	
	LD 15 : 9	LD 12 : 12	LD 15 : 9	LD 12 : 12
30	38.44±9.79(29)	40.53±10.42(19)	35.67±13.80(18)	45.33±9.23(21)
25	30.17±13.10(24)	30.33±5.82(30)	32.15±10.46(33)	24.29±6.34(35)

2.4 延长不同波段 LED 光照下的滞育持续期

从表 4 可以看出, 雌雄蛹滞育持续期在延长不同波段 LED 光照处理间均无显著性差异($\chi^2=2.867, df=2.75, P=0.06$; $\chi^2=2.119, df=2.82, P=0.127$)。暗期延长蓝、黄和红光处理后雌蛹滞育持续期分别为 32.05、36.58、37.68 d, 三者均长于上述 25℃、LD 15 : 9 下的雌蛹滞育持续期(30.17 d); 雄蛹滞育持续期分别为 41.50、36.52、40.91 d, 也均长于上述 25℃、LD 15 : 9 下的雄蛹滞育持续期(32.15 d)。该结果表明, 暗期延长这 3 种 LED 光照时间对毛健夜蛾滞育解除有一定的抑制作用。

2.3 不同温度和光周期组合下的滞育持续期

由表 3 可知, 温度和光周期对滞育持续期均有一定影响。光周期为 LD 15 : 9 时, 30℃下雌蛹滞育持续期显著长于与 25℃($t=2.632, df=51, P=0.011$), 而 2 个温度间雄蛹滞育持续期差异不显著($t=1.023, df=49, P=0.311$); 光周期为 LD 12 : 12 时, 30℃下雌、雄蛹滞育持续期均显著长于 25℃下的, 表明 30℃对该虫滞育蛹的解除有抑制作用($\chi^2=4.399, df=47, P=0.000$; $\chi^2=10.094, df=54, P=0.000$)。

同一温度下, 光周期对滞育持续期也有影响。温度为 30℃、光周期为 LD 12 : 12 时的雌蛹滞育持续期长于 LD 15 : 9 时, 但差异不显著($t=-0.701, df=46, P=0.487$), 而 LD 12 : 12 下的雄蛹(45.33 d)显著长于 LD 15 : 9(35.67 d)($t=-0.261, df=37, P=0.013$); 温度为 25℃时, 光周期期间雌蛹滞育持续期差异不显著($t=-0.063, df=52, P=0.950$), 但 LD 15 : 9 下的雄蛹(32.15 d)显著长于 LD 12 : 12 下(24.29 d)($t=3.775, df=66, P=0.000$)。

表 4 延长不同 LED 光照下毛健夜蛾滞育持续期

Table 4 Diapause duration of *Brithys crini* under extended different LED sources

光周期 Photoperiod	滞育持续期 Diapause duration/d	
	♀	♂
LBD 12 : 3 : 9	32.05±3.62(20)	41.50±7.54
LYD 12 : 3 : 9	36.58±11.89(24)	36.52±10.78(27)
LRD 12 : 3 : 9	37.68±7.61(34)	40.91±10.44(32)
One-way ANOVA $F=2.867, df=2.75, P=0.063$ $F=2.119, df=2.82, P=0.127$		

3 结论与讨论

LED 光照对存活率的影响主要表现在降低昆虫卵孵化率, 且因昆虫种类不同而异^[8-10]。该文首次报道了

暗期 LED 光照对滞育蛹的存活影响,结果表明,暗期延长红色 LED 光照滞育蛹死亡率最低,而延长蓝光死亡率最高。

温度和光周期对昆虫的滞育解除的作用主要可以概括为对滞育解除的促进和抑制作用,温度和光周期的作用因昆虫种类和滞育类型不同而异。高温常常促进滞育昆虫解除滞育,缩短滞育持续时间^[2],而该研究结果表明,高温(30℃)下的滞育持续期均长于 25℃下,说明 30℃不是毛健夜蛾滞育蛹解除的有利温度,25℃和 LD 12:12 组合条件最有利于滞育解除。草地螟(*Loxostege sticticalis*)滞育解除中也发现类似的低温促进滞育解除作用^[11]。此外,据观察,南昌地区毛健夜蛾越冬代成虫羽化主要发生在 5 月份,此期间平均气温约为 22℃,因而认为 25℃比 30℃更适宜毛健夜蛾滞育蛹的解除是该虫长期适应当地气候条件的结果。该试验还表明,该虫滞育蛹不需要经过低温处理即可直接解除滞育,但却付出了高死亡率的代价。

该文首次报道了不同波段 LED 光源对毛健夜蛾滞育解除的影响。暗期延长蓝、黄和红光处理后滞育持续期均长于 25℃、LD 15:9 下的滞育持续期,即暗期延长,表明这 3 种 LED 光照时间对毛健夜蛾滞育解除均有一定的抑制作用。已有资料表明,长波长光(如 580 nm 黄光和 640 nm 红光)有抑制柞蚕(*A. pernyi*)滞育解除的作用,而短波长光(如紫外光、蓝光和蓝绿光)则促进滞育解除的作用^[3];类似地,短波长的光也是蚕蛾(*A. pernyi*)和苹果蠹蛾(*L. pomonella*)滞育解除中最有效的光源^[4],这些结果与该研究结果有所不同,由此看来不同波长光在滞育解除中所起作用因昆虫种类不同而异。需要提

及的是该试结果是在实验室条件下所得,试验时滞育蛹直接暴露于不同 LED 光照下,而野外该虫以蛹在土中做土室越冬,LED 光照对野外该虫的滞育解除是否有影响及有何影响还有待进一步研究。

参考文献

- [1] Tauber M J, Tauber C A, Masaki S. Seasonal Adaptations of Insect [M]. New York and Oxford: Oxford University Press, 1986.
- [2] 卓德干,李照会,门兴元,等. 低温和光周期对绿盲蝽越冬卵滞育解除和发育历期的影响[J]. 昆虫学报, 2011, 54(2): 136-142.
- [3] Williams C M, Adkisson P L, Walcott C. Physiology of insect diapause. XV. The transmission of photoperiod signals to the brain of the Oak silkworm, *Antheraea pernyi* [J]. Biological Bulletin, 1965, 128(3): 497-507.
- [4] Norris K H, Howell F, Hayes D K, et al. The action spectrum for breaking diapause in the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.), and the oak silkworm, *Antheraea pernyi* Guer. [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1969, 63(4): 1120-1127.
- [5] 涂小云,陈元生. 毛健夜蛾对不同寄主和寄主不同部位的取食选择性[J]. 北方园艺, 2013(1): 141-143.
- [6] 李新巾,赵梅君,胡佳耀,等. 毛健夜蛾生物学特性初步研究[J]. 昆虫知识, 2005, 42(1): 44-46.
- [7] 涂小云,陈元生,陈娟,等. 不同波段 LED 光源对毛健夜蛾行为的影响[J]. 昆虫学报, 2012, 55(10): 1185-1192.
- [8] 蒋月丽,段云,武予清. 三种不同波长绿-黄光对甜菜夜蛾产卵生物学的影响[J]. 植物保护学报, 2008, 35(5): 473-474.
- [9] 段云,武予清,蒋月丽,等. LED 光照对棉铃虫成虫明适应状态和交尾的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4727-4731.
- [10] 段云,吴仁海,武予清,等. LED 光照对小菜蛾成虫生物学的影响[J]. 河南农业科学, 2010(1): 80-82, 89.
- [11] Jiang X F, Huang S H, Luo L Z, et al. Diapause termination, post-diapause development and reproduction in the beet webworm, *Loxostege sticticalis* (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. Journal of Insect Physiology, 2010, 56(9): 1325-1331.

Effects of Light and Temperature on Termination of Diapause of *Brithys crini* Fabricius

TU Xiao-yun, XU Jia-chen, XU Dong-mei, LIU Si, YANG Sha

(College of Life Sciences, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022)

Abstract: To understand the effect of light and temperature on termination of diapause pupae of *Brithys crini* Fabricius, the eclosion of diapause pupation were systematically observed under different light and temperature combinations, different LED lights extended in scotoperiod. The results showed that mortality of diapause pupae of *B. crini* was the lowest and duration of diapause was the shortest under the condition of 25℃ and LD 12:12. This condition was the most favorable for diapause termination. Mortality was the highest in blue group and the lowest in red one when blue, yellow and red light were extended for 3 h in scotoperiod. The duration of diapause in 3 LED source groups was longer than those in combination of 25℃ and LD 15:9, respectively. These results suggested that the light and temperature would affect termination of diapause pupae of *B. crini*.

Key words: *Brithys crini*; diapause termination; photoperiod; light emitting diode (LED); temperature