

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.02.15

瓢虫的趋光性反应研究

唐良德¹, 梁延坡², 赵海燕^{2*}, 吴建辉^{3*}

(1. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海口 571101; 2. 海南省农业科学院植物保护研究所/海南省植物病虫害防控重点实验室, 海口 571100;
3. 华南农业大学农学院, 广州 510642)

摘要: 以六斑月瓢虫 *Menochilus sexmaculata* Fabricius 和狭臀瓢虫 *Coccinella transversalis* Fabricius 为例, 研究了瓢虫对不同光质 (波长) 的趋光性反应。在室内分别测定了六斑月瓢虫和狭臀瓢虫对 5 种发光二极管 (LED) 光波的趋性, 以及在田间挂板 (佳多[®]) 测定了瓢虫对色板的选择趋性。室内测定结果表明, 瓢虫对黄色和白色 LED 光波的选择趋性显著高于与其它颜色; 田间挂板试验表明, 黄色对瓢虫的诱杀作用最强。综合分析, 黄色对瓢虫有强烈的吸引作用, 建议在使用黄板进行田间监测和防治时应考虑对天敌瓢虫的诱杀作用。

关键词: 六斑月瓢虫; 狭臀瓢虫; LED; 色板

中图分类号: Q968.1; S476

文献标志码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 02-0337-04

Study on the phototaxistic behavior of ladybeetle

TANG Liang-De¹, LIANG Yan-Po², ZHAO Hai-Yan^{2*}, WU Jian-Hui^{3*} (1. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China; 2. Institute of Plant Protection, Hainan Academy of Agricultural Science / Hainan Key Laboratory for Control of Plant Diseases and Insect Pests, Haikou 571100, China; 3. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Take two ladybeetles *Menochilus sexmaculata* Fabricius and *Coccinella transversalis* Fabricius as an example, we evaluated the phototaxistic behavior to differential light quality (wavelength), including light emitting diode (LED) and color sticky trap (Jiadoo[®]). The laboratory test showed that yellow (570 nm) and white (polychromatic light) LEDs were significantly more attractive than other color LEDs (blue 461 nm, green 519 nm, red 650 nm); and the field colored test also showed that yellow sticky traps (579 nm) attracted more ladybeetles than other colors (black 486 nm, blue 487 nm, white 491 nm, gray 492 nm, cyan 492 nm, green 515 nm, red 618 nm, pink 625 nm, purple 578.67 nm). Comprehensive analysis of the ladybeetles phototaxistic reaction to differential LEDs and colored sticky traps, yellow (570 nm and 579 nm) was the most attractive color for ladybeetles, therefore, whenever used yellow sticky trap for monitoring or control insect pest should be considered fully the trapping effect to ladybeetles.

Key words: *Menochilus sexmaculata* Fabricius; *Coccinella transversalis* Fabricius; LED; color sticky trap

趋光性是昆虫对环境条件的一种选择行为, 是物种在长期进化过程中形成的一种本能反应。趋光性是夜行性昆虫重要的生态学特征之一 (吴福桢等, 1990), 同时对于白昼活动的昆虫也具有

重要的生态学意义 (陆宴辉等, 2008), 如利用寄主的颜色定位栖境, 另外色诱防治的本质就是利用昆虫的趋光性。众所周知, 不同昆虫对光的趋性有着特定的选择和偏好, 这取决于昆虫的复眼

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (2015hzz1J003); 海南省应用技术研发与示范推广专项 (ZDXM2015046)

作者简介: 唐良德, 男, 1985 年生, 博士, 副研究员, 研究方向为昆虫生态学、害虫生物防治与害虫综合治理, E-mail: tangldcatas@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: haitianyiyan7611@163.com; jhw@sacu.edu.cn

收稿日期 Received: 2016-03-02; 接受日期 Accepted: 2016-03-27

结构和视网膜上的光敏色素的特征 (Shimizu and Kato, 1978), 但目前关于昆虫对不同波段趋光敏感度还缺乏系统性研究, 虽然利用昆虫的趋光性 (诱虫灯和色板) 进行害虫监测和防治已得到了广泛地应用和推广, 但是, 由于对昆虫光敏感度认知的匮乏, 目前应用的诱虫灯和色板对害虫和益虫均有引诱作用, 在防治害虫的同时也杀伤天敌, 缺乏选择性。因此, 研究害虫趋光行为的同时, 对天敌昆虫趋光性的研究也同样重要。发光二极管 (LED) 作为第四代光源, 具有波长窄、波长类型丰富、可组合性好、光谱能量分布调制方便以及寿命长、响应时间短等重要特质 (王声学等, 2006; 林闽等, 2007), 为开展昆虫趋光性研究和开发新型诱虫灯提供了很好的素材, 本文采用 LED 灯和色板特定的光质 (波长), 以六斑月瓢虫 *Menochilus sexmaculata* Fabricius 和狭臀瓢虫 *Coccinella transversalis* Fabricius 为例, 研究了瓢虫的趋光性反应。另外, 佳多牌® 色板是当前监测和防治害虫最常用的粘虫板, 为了评估其对天敌瓢虫的诱杀作用开展了田间挂板诱杀试验。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

六斑月瓢虫和狭臀瓢虫成虫分别采自海南省农业科学院基地豇豆田, 以此为亲代在室内用豆蚜 *Aphis craccivora* Koch (豆蚜用蚕豆苗大量繁殖) 饲养, 获得足够数量的子代用于试验。试验时选择刚羽化 1–3 d 的成虫, 暗处理 12 h 作为供试虫源。

1.2 供试光源和色板

试验光源为不同波长的单色 LED (深圳欧威泰光电有限公司), 单色光及其主波长分别为白光 (复合光)、蓝光 (461 ± 5 nm)、绿光 (519 ± 5 nm)、黄光 (570 ± 5 nm) 和红光 (650 ± 5 nm)。10 种颜色的色板 (佳多科工贸有限责任公司) 分别为黑色 (486.40 nm)、蓝色 (487.34 nm)、白色 (491.17 nm)、灰色 (491.54 nm)、青色 (492.27 nm)、绿色 (514.94 nm)、黄色 (579.45 nm)、红色 (618.10 nm)、粉色 (625.40 nm)、紫色 (578.67 nm), 反射主波长由广州标旗电子科技有限公司测定提供。

1.3 试验装置及方法

室内趋光性试验装置参照相关文献资料 (郑月等, 2010; 唐良德等, 2015), 采用黑色 KT 板

(泡沫板, 厚度 5 mm) 制作了光趋性试验的正六角体 (内径为 50 cm, 外径为 100 cm) 装置。

光趋性试验在暗室中进行。试验前随机将 5 种不同波长的单色光源分别置于正六面体中的 5 个不同选择室中。试验时在保证光强一致的情况下, 单头接虫于活动栖息室的中央, 刺激时间为 3 min。当试虫离开栖息室进入选择室时, 记做选择, 反之则记做不选择。每次试验用虫 30 头, 10 次重复。每次重复转动一次试验箱。每 2 次重复用酒精擦拭箱内, 自然晾干, 以消除气味影响。

田间挂板试验分别在海口市秀英区永庄村和海南省农业科学院内 (自种) 后期不管理的豇豆田中进行, 此时豇豆上豆蚜和烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 暴发, 瓢虫数量较多。将 10 种颜色色板 (佳多®) 随机均匀悬挂于豇豆田中, 间隔 7 d 后调查色板上瓢虫的数量。每块板即为 1 个处理, 设 3 次重复。

1.4 数据处理与分析

瓢虫对不同光波的趋性反应以吸引率 (attracted rate, AR) 进行评价, $AR = \text{反应虫数} / \text{供试虫数}$ 。光波对瓢虫的吸引率和不同色板对瓢虫的引诱量差异运用 SPSS 10.0 “General Linear Model” 模块中进行分析, 方差分析前数据经反正弦转换并进行 Duncan's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 瓢虫对不同光源的趋光性

六斑月瓢虫和狭臀瓢虫对不同 LED 光源的趋光性反应如图 1 所示。结果表明, 与其它所有测试颜色 LED 相比, 六斑月瓢虫对黄光 (570 nm) 具有显著的趋向性反应, 其次是白光 (复合光), 吸引率分别为 0.27 ± 0.022 和 0.20 ± 0.016 ; 狭臀瓢虫对白光和黄光也具有显著的趋向性反应, 且两者差异不显著。

2.2 10 种颜色色板对瓢虫的引诱作用

两块样地中 10 种颜色色板对瓢虫的引诱趋性如图 2 所示。结果表明, 无论是样地 1 (海口永庄村豇豆田) 还是样地 2 (海南省农科院豇豆-玉米间作田), 10 种颜色色板中, 均以黄色 (579.45 nm) 对瓢虫的引诱数量最多, 分别为 7.33 ± 0.88 头/板和 11.00 ± 2.31 头/板, 与其它颜色相比, 差异显著。

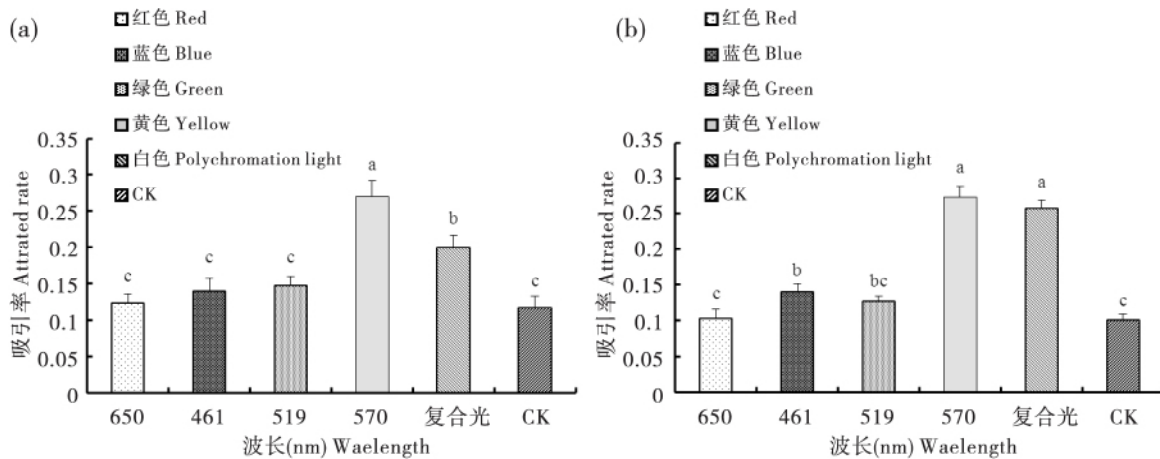


图1 不同波长 LED 对瓢虫的吸引作用

Fig. 1 Attraction of different wavelength LED to adult ladybeetles

a, 六斑月瓢虫; b, 狭臀瓢虫。a, *Menochilus sexmaculata* Fabricius; b, *Coccinella transversalis* Fabricius

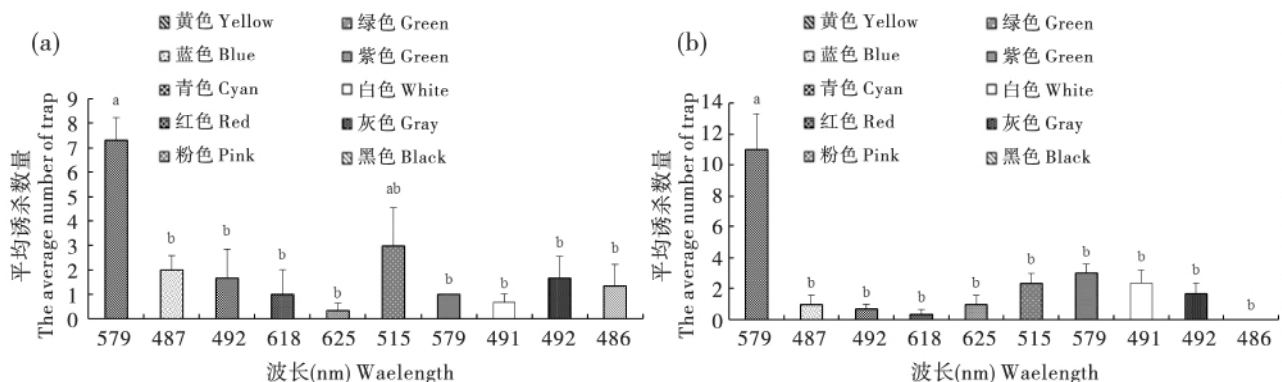


图2 不同颜色色板对瓢虫的引诱作用

Fig. 2 Attraction of different color sticky traps to adult ladybeetles

a, 海口永庄村; b, 海南省农科院。a, Yongzhuang village, Haikou city; b, Hainan Academy of Agricultural Science.

3 结论与讨论

利用昆虫趋光性防治害虫是一项较为成熟的物理技术,已广泛用于棉田(迪拉娜·艾山和郑成锐,1999)、稻田(冯成玉和刘立春,2014)、茶园(宋昌琪等,2005)、果园(王新苗等,2008)、烟田(杨佩文等,2013)、菜田(万年峰等,2008;易倩和文礼章,2013)等害虫的监测和防治。然而,诱虫灯和色板在防治害虫的同时也大量误杀天敌昆虫。瓢虫是重要的害虫生防资源,在田间具有种类丰富、发生数量大等特点,对害虫有很好的自然控制作用,需要加以保护利用。本文利用能够发出特定波长的LED光源测试了5种波长(颜色)LED对两种瓢虫的吸引作用,结果表明,

黄色(570 nm)和白色(复合光)光源对瓢虫有显著的引诱活性;10种颜色色板田间引诱试验也表明,黄板(579 nm)对瓢虫有强烈的引诱作用,而白板(491 nm)的没有明显的引诱作用。从试验结果不难看出,570-579 nm是瓢虫最为敏感的正趋光波段。另外,瓢虫对白光(复合光)也极为敏感,表现出正趋光性。而由于物体的光反射原理,白板反射主波长为491 nm,与灰板和青板的反射波长极为接近,对瓢虫没有明显的引诱作用,表明瓢虫对491 nm波段不敏感。因此,在使用黄板防治害虫时,应当充分考虑黄板对瓢虫的杀伤作用,避免在瓢虫发生高峰期使用。

农田生态系统是一个复杂的昆虫网络,多种害虫和天敌昆虫同时并存,在利用趋光性进行害虫防治时,应当加强昆虫光敏感性的系统研究,

筛选出特异性的光敏感波段, 即对靶标害虫敏感而对非靶标害虫不敏感, 尤其是对天敌昆虫不敏感, 实现精准诱杀。

参考文献 (References)

- Di Lana AS, Zheng R. Study on application of frequency-vibrational light in field to lure bollworms and other harmful insects [J]. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 1999, 21 (1): 81–74. [迪拉娜·艾山, 郑锐. 频振式杀虫灯对棉铃虫等害虫诱杀效果及大面积应用等研究 [J]. 新疆农业大学学报, 1999, 21 (1): 81–74]
- Feng CY, Liu LC. Preliminary study on solar double-wave trapping light in rice field [J]. *China Rice*, 2014, 20 (6): 62–65. [冯成玉, 刘立春. 太阳能双波诱虫灯在水稻田的应用效果研究 [J]. 中国水稻, 2014, 20 (6): 62–65]
- Lin M, Yao BY, Zhang YH, et al. The studies of solar LED lights for killing worms [J]. *Renewable Energy Resource*, 2007, 25 (3): 79–80. [林闽, 姚白云, 张艳红, 等. 太阳能 LED 杀虫灯的研究 [J]. 可再生能源, 2007, 25 (3): 79–80]
- Lu YH, Zhang YJ, Wu KM. Host plant selection mechanisms and behavioural manipulation strategies of phytophagous insects [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28 (10): 5113–5122. [陆宴辉, 张永军, 吴孔明. 植食性昆虫的寄主选择机理及行为调控策略 [J]. 生态学报, 2008, 28 (10): 5113–5122]
- Shimizu I, Kato M. Loss of phototaxis in silkworm larvae after smelling mulberry leaves and recovery after electroconvulsive shock [J]. *Nature*, 1978, 272: 248–248.
- Song CQ, Lan JJ, Xu HZ. Using the Jiaduo insect killer lamp to monitor and control the tea pests [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2005, 42 (3): 324–325, 283. [宋昌琪, 蓝建军, 徐火忠. 频振式杀虫灯在茶树害虫测报、防治中的应用 [J]. 昆虫知识, 2005, 42 (3): 324–325, 283]
- Tang LD, Han Y, Wu JH, et al. Preference of *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) to different colors and light-waves in lab [J]. *Plant Protection*, 2015, 41 (6): 169–172. [唐良德, 韩云, 吴建辉, 等. 豆蓟马室内对不同颜色及光波的趋性反应 [J]. 植物保护, 2015, 41 (6): 169–172]
- Wan NF, Jiang JX, Ji XY, et al. Preliminary report on the effect of frequency oscillation lamps on trapping insect pests and the insect pest's rhythm of dashing at lamps in protected horticultural fields [J]. *Acta Agriculturae Shanghai*, 2008, 24 (4): 65–68. [万年峰, 蒋杰贤, 季香云, 等. 设施菜田频振式杀虫剂灯诱虫效果及害虫扑灯规律初报 [J]. 上海农业学报, 2008, 24 (4): 65–68]
- Wang SX, Wu GN, Jiang W, et al. Principle and light applications of LED [J]. *Light & Lighting*, 2006, 30 (4): 32–35. [王声学, 吴广宁, 蒋伟, 等. LED 原理及其照明应用 [J]. 灯与照明, 2006, 30 (4): 32–35]
- Wang XM, Hua L, Wei JL, et al. On black lamp control efficacy to field orchard pest [J]. *Agricultural Research in the Arid Area*, 2008, 26 (6): 253–256. [王新苗, 花蕾, 魏吉利, 等. 黑光灯在防治生态果园害虫的应用 [J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26 (6): 253–256]
- Wu FZ, Guan ZH, Ma SJ, et al. China's Agriculture Encyclopedia: Insect [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1990: 343. [吴福桢, 管致和, 马世骏, 等. 中国农业百科全书: 昆虫卷 [M]. 北京: 农业出版社, 1990: 343]
- Yang PW, Xiao ZX, Shang H, et al. Application of green plant protection technology in Gaoligongshang green ecological quality tobacco production [J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2013, 41 (12): 1376–1379. [杨佩文, 肖志新, 尚慧, 等. 绿色植保技术在高黎贡山绿色生态优质烟叶生产中的应用 [J]. 山西农业科学, 2013, 41 (12): 1376–1379]
- Yi Q, Wen LZ. Different wavelength high-voltage power grid type solar insecticidal lamp trap in vegetable plantation insect effects and the suggestions improvement [J]. *Entomological Research in Central China*, 2013, 9: 214–225. [易倩, 文礼章. 不同波长高压电网式太阳能杀虫灯诱杀菜田昆虫效果评价 [J]. 华中昆虫研究, 2013, 9: 214–225]
- Zheng Y, Wu WJ, Fu YG. Laboratory evaluation of light-emitting diodes as an attractant for the spiraling whitefly *Aleurodicus disperses* Russell [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2010, 32 (3): 423–426. [郑月, 吴伟坚, 符悦冠. 螺旋粉虱对不同波长发光二极管的趋光反应 [J]. 环境昆虫学报, 2010, 32 (3): 423–426]