

光谱对斑翅果蝇和黑腹果蝇成虫趋光行为的影响

A comparative study on the phototaxis behaviors of *Drosophila suzukii* and *D. melanogaster*刘倩¹ 高欢欢² 刘莎^{1,3} 翟一凡¹ 魏国树^{4*} 于毅^{1*}

(1. 山东农业科学院植物保护研究所, 济南 250100; 2. 山东省葡萄研究院, 济南 250100; 3. 云南农业大学植物保护学院, 昆明 650201; 4. 河北农业大学植物保护学院, 保定 071001)

Liu Qian¹ Gao Huanhuan² Liu Sha^{1,3} Zhai Yifan¹ Wei Guoshu^{4*} Yu Yi^{1*}

(1. Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, Shandong Province, China; 2. Shandong Academy of Grape, Jinan 250100, Shandong Province, China; 3. College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, Yunnan Province, China; 4. College of Plant Protection, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, Hebei Province, China)

斑翅果蝇 *Drosophila suzukii* 和黑腹果蝇 *D. melanogaster* 是为害甜樱桃的优势种(郭建明, 2007)。关于这2种果蝇的研究主要集中于地理分布、形态鉴定、分类检索、寄主与危害、生物学和生态学特性以及综合治理等方面(林清彩等, 2016)。目前, 常采用糖醋酒液诱集、色板诱集的方法进行害虫预测预报和物理防治, 在田间多采用色板与食物相结合的方法来防治果蝇成虫。利用昆虫趋光性对成虫进行灯光诱杀已广泛用于防控多种害虫(伍苏然等, 2007), 但对于果蝇趋光性的成因未见深入研究。本试验应用光行为学方法研究不同波长光对斑翅果蝇和黑腹果蝇成虫趋光行为的影响, 试图揭示光源特征与其趋光性间的内在联系, 以期为研发高效测报和防治这2种果蝇的光源或光活性物质提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试虫源: 斑翅果蝇和黑腹果蝇于2016年5月在山东省泰安市樱桃园中采集, 在温度 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(70 \pm 0.5)\%$ 、光周期 L:D=16:8 室内繁育。

1.2 方法

根据果蝇的行为特性自行设计并制作趋光行为反应装置, 长 $40\text{ cm} \times$ 直径 9 cm 。其主体分为3个部分, 即趋光室、避光室(长 $12\text{ cm} \times$ 直径 9 cm) 和栖息活动室(长 $16\text{ cm} \times$ 直径 9 cm), 中间由遮光板在光路上隔开。设置 340、360、380、400、420、440、460、483、498、524、538、562、582 和 605 nm 共 14 个波长处理, 分别测定斑翅果蝇和黑腹果蝇雌、雄成虫对不同波长单色光的趋向反应。为使待测果蝇感受器适

应状态一致, 每次光刺激前分别取羽化后 48 h 的成虫 30 头, 放置在暗室中适应 1 h。测定时将果蝇成虫置于行为反应装置的栖息活动室内, 进行对不同光波的反应测定。每组每次光刺激时间为 20 min, 各组处理间隔时间为 5 min。每处理重复 5 次, 试虫不重复使用。统计避光室和趋光室的成虫个数, 计算趋光率和避光率, 趋光率=趋光反应室虫数/总虫数 $\times 100\%$; 避光率=避光反应室虫数/总虫数 $\times 100\%$ 。所有试验均在温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(70 \pm 5)\%$ 的室内进行。

1.3 数据分析

所有数据采用 SPSS 17.0 进行单因素方差分析, 应用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 2种果蝇的光谱行为反应曲线

在单色光刺激下, 斑翅果蝇和黑腹果蝇成虫的光谱趋、避光反应的结果显示, 在 $340\sim 605\text{ nm}$ 光谱内的单色光均能引发斑翅果蝇的趋光反应, 且趋光率值均大于避光率值, 斑翅果蝇成虫的光谱趋光行为曲线为多峰型锯齿状(图 1-A)。在 $340\sim 605\text{ nm}$ 光谱内, 单色光均能引发黑腹果蝇的趋光反应, 且趋光率值均大于避光率值, 与斑翅果蝇的趋光反应结果相同。而黑腹果蝇雌成虫的光谱趋光行为曲线为多峰型, 各峰间主次明显, 各波长处理间存在显著差异, 避光行为曲线趋于平缓, 且各波长处理间无显著差异(图 1-B)。

2.2 2种果蝇的趋、避光行为反应

斑翅果蝇雌成虫在紫光区 340 nm 、蓝光区 483 nm 和绿光区 562 nm 单色光下趋光率较高; 雄成

虫在绿光区 498、524 nm 和紫光区 420 nm 单色光下趋光率较高(图 1)。斑翅果蝇雌成虫避光率在蓝光区 483 nm 单色光下达到最高值,显著高于其它单色光,其次是紫光区 420 nm。斑翅果蝇雄成虫趋光率均较低,且其避光行为反应曲线均比较平缓,各单色光下无显著差异。由此可知,性别对避光行为有一定的影响,斑翅果蝇雌、雄成虫的避光反应行为敏感区不同,分别为蓝紫光区和绿光区。

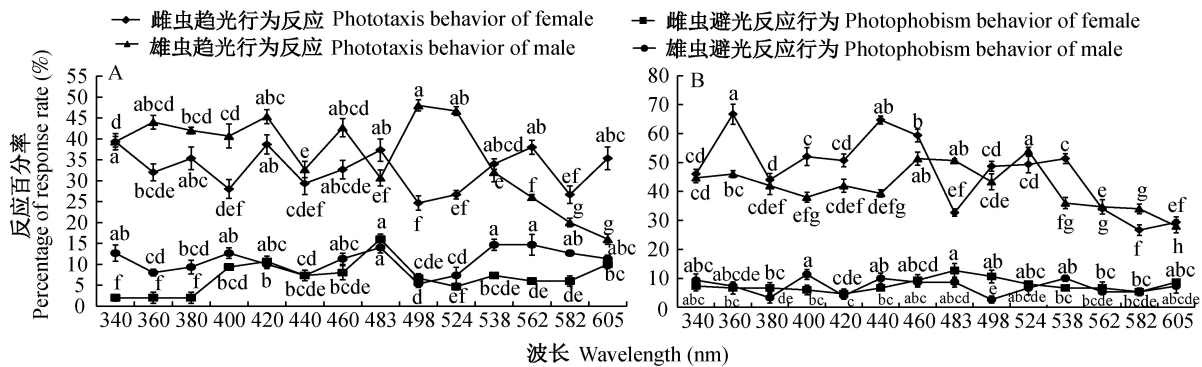


图 1 斑翅果蝇(A)和黑腹果蝇(B)成虫趋、避光的光谱行为曲线

Fig. 1 Spectral response curves of phototaxis and photophobism behavior of *Drosophila suzukii* (A) and *D. melanogaster* adults (B)

图中数据为平均数±标准差。不同小写字母表示同种果蝇成虫同种行为反应百分率经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。Data in the figure are mean±SD. Different letters in the same phototaxis and photophobism behavior of *Drosophila suzukii* and *D. melanogaster* adults indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's new multiple range test.

3 讨论

昆虫具有趋光性的特点,但其趋光率与颜色以及光的波长密切相关。武海斌等(2016)认为绿色和黑色对樱桃园黑腹果蝇成虫诱集效果最好。本研究发现,斑翅果蝇和黑腹果蝇成虫的趋光反应率高峰主要集中在紫光区、蓝光区和绿光区,存在这种差异可能与试验所用试虫、试虫饲养环境、试验环境等因素有关。黑腹果蝇能够利用已经历过的视觉信号来记忆食物源,包括物体的颜色和形状(Tang & Guo, 2001);冯波等(2013)也证明果蝇具有较强的记忆和学习能力。表明不同的饲养环境和田间生长环境可能影响果蝇对不同颜色的选择,而果园水果的颜色是否可以增强果蝇对颜色的记忆需要进一步验证。本研究结果显示,斑翅果蝇和黑腹果蝇对不同单色光有明显的选择性,后期可根据波长对田间诱集器进行改进,制作蓝色、紫色或者绿色的诱集器,或研发相应波长的诱捕光源,以期达到更好的防控效果。

参考文献 (References)

- Feng B, Wang X, Li Y, Du YJ. 2013. Synergistic effect of visual and olfactory cues in the food searching behavior of *Drosophila melanogaster*. Acta Entomologica Sinica, 56(7): 792–798 (in Chinese) [冯波, 王霞, 李岩, 杜永均. 2013. 视觉和嗅觉信号对果蝇食物搜寻

黑腹果蝇雌成虫趋光率在紫光区 360、440 nm 和蓝光区 460 nm 单色光下各有一峰,雄成虫的趋光率在绿光区 524 nm 和蓝光区 460、483 nm 处均有一高峰,表明性别对黑腹果蝇成虫的趋光反应行为有一定的影响,且黑腹果蝇雌、雄成虫趋光率在紫光区、蓝光区均有一高峰。黑腹果蝇雌、雄成虫的避光反应率均较低,且其避光行为反应曲线均较平缓,各单色光处理间无显著差异。

行为的协同作用. 昆虫学报, 56(7): 792–798]

- Guo JM. 2007. Bionomics of fruitflies, *Drosophila melanogaster*, damage cherry in Tianshui. Chinese Bulletin of Entomology, 44(5): 743–745 (in Chinese) [郭建明. 2007. 樱桃新害虫黑腹果蝇的生物学特性. 昆虫知识, 44(5): 743–745]
- Lin QC, Yu Y, Yin YY, Zheng L, Lai SG, Zhai YF. 2016. Toxicities test and efficacy of insecticides on fruit flies. Northern Horticulture, (17): 114–119 (in Chinese) [林清彩, 于毅, 尹园园, 郑礼, 来守国, 翟一凡. 2016. 几种杀虫剂对两种常见樱桃果蝇室内毒力测定和田间药效试验. 北方园艺, (17): 114–119]
- Tang S, Guo A. 2001. Choice behavior of *Drosophila* facing contradictory visual cues. Science, 294(5546): 1543–1547
- Wu HB, Sun Y, Gong QT, Zhang KP, Fan K, Sun RH. 2016. Field trapping effect of sticky cards of different colors to adults of fruit fly in cherry garden. Shandong Agricultural Sciences, 48(1): 99–102 (in Chinese) [武海斌, 孙杨, 宫庆涛, 张坤鹏, 范昆, 孙瑞红. 2016. 不同颜色色板对樱桃园果蝇成虫的田间诱集效果研究. 山东农业科学, 48(1): 99–102]
- Wu SR, Li JT, Li ZY, Tao M, Xu ZQ, Ma GL, Xiao C. 2007. A comparative study on control effects of fruit flies by different methods in red bayberry orchard. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 26(4): 365–368 (in Chinese) [伍苏然, 李江涛, 李正跃, 陶政, 徐志强, 马光亮, 肖春. 2007. 不同方法对杨梅果蝇田间诱集防治效果比较. 山地农业学报, 26(4): 365–368]

(责任编辑:王璇)