

高 宇,王 迪,崔 娟,等. 不同颜色对斑鞘豆叶甲成虫行为的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(19):103–106.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2019.19.025

不同颜色对斑鞘豆叶甲成虫行为的影响

高 宇,王 迪,崔 娟,李文博,史树森

[吉林农业大学农学院/农业农村部(吉林)大豆区域技术创新中心,吉林长春 130118]

摘要:斑鞘豆叶甲是东北春大豆苗期的主要害虫之一,探究不同颜色对其成虫行为的影响,可为害虫预测预报和防治提供参考依据。利用自制昆虫行为箱观察 10 种颜色对斑鞘豆叶甲成虫行为的影响。结果表明,雌成虫倾向于选择单纯的黄色、蓝色、绿色、浅黄色区域,但对颜色组合无明显偏好,偏好蓝色、紫色区域滞留,滞留时间从长到短依次为紫色>浅黄色>黄色>蓝色>绿色,进出频次依次为紫色>蓝色>浅黄色≈黄色>绿色,雌成虫较不偏好绿色。雄成虫倾向于选择单纯的绿色、浅黄色区域,偏好蓝色区域滞留,滞留时间从长到短依次为紫色≈蓝色>浅黄≈黄色>绿色,进出频次依次为紫色>蓝色>浅黄色>黄色>绿色。可见,颜色对斑鞘豆叶甲的行为有较大影响,且因颜色和性别不同而异。

关键词:斑鞘豆叶甲;非竞争性选择行为;滞留时间;竞争性选择行为;趋色行为;颜色偏好性;大豆

中图分类号: S435.651;Q969.93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2019)19–0103–03

斑鞘豆叶甲(*Colposcelis signata*)是东北春大豆苗期的主要害虫之一。出蛰成虫在豆苗出土后就开始具有危害性,在叶上部活动,啃食大豆子叶、嫩芽及叶片,幼虫在土中取食须根和根部表皮,雌虫在豆苗幼茎附近的松土下产卵,受害株率高达 70%~100%,严重影响产量^[1]。化学药剂[10%吡虫啉可湿性粉剂(wettablepowde,简称 WP)或 0.5%苦参碱可溶性液剂(SL)]对该害虫的防治效果较好,对其危害起到一定的控制作用,但长期使用容易产生抗药性^[2],在大豆田采用有色黏板能诱集到一定数量的害虫^[3]。如果能利用昆虫对不同颜色的敏感特性进行田间诱集,也是一种监测和防治害虫较为安全、有效且简单的方法^[4–5]。目前尚不明确斑鞘豆叶甲对颜色的选择行为及其机制,所以本研究探明不同颜色对斑鞘豆叶甲成虫行为的影响,可为害虫预测预报和田间诱

杀技术等提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

2017 年 5—7 月从大豆田采集斑鞘豆叶甲成虫,带回实验室按雌雄分开,在养虫笼中用大豆苗饲养备用。测试前挑选完整活泼的个体移至暗室中适应并饥饿 4 h。

1.2 色彩设定及彩纸制作方法

利用彩色喷墨打印机 KONICA MINOLTAC 550 型在 A4 纸(达伯埃商贸上海有限公司北京分公司)上进行双面打印常见的 10 种颜色,然后在 SpectraLight QC 光源箱(爱色丽有限公司)内,用 PANTONE 色卡“THE PLUS SERIES”(爱色丽有限公司)测定色号参数(表 1)。

表 1 供试彩纸的颜色参数

处理序号	颜色	色号及参数
1	红	711U(Pantone Red 032,73.80,Pantone Black,1.20,Pantone Trans. WT.,25.00)
2	橙	021U(Pantone Orange 021U)
3	浅黄	600U(Pantone Yellow,1.54,Black,0.02,Pantone Trans. WT.,98.44)
4	黄	128U(Pantone Yellow,11.70,Pantone Rub. Red,0.80,Pantone Trans. WT.,87.50)
5	浅绿	7485U(Pantone Yellow,0.80,Pantone Pro. Blue,0.50,Pantone Black,0.20,Pantone Trans. Wt.,98.50)
6	绿	361U(Pantone Yellow,62.50,Pantone Pro. Blue,37.50)
7	浅蓝	635U(Pantone Pro. Blue,3.08,Pantone Black,0.05,Pantone Trans. WT.,96.87)
8	蓝	2201U(Pantone Pro. Blue,29.60,Pantone Green,5.35,Pantone Trans. WT.,63.05)
9	浅紫	270U(Pantone Rub. Red,3.10,Pantone Ref. Blue,3.10,Pantone Trans. WT.,93.80)
10	紫	2075U(Pantone Pink,27.99,Pantone Pro. Blue,9.47,Pantone Trans. WT.,62.54)

1.3 试验方法

1.3.1 试验装置 试验在自制昆虫行为观察箱内进行,观察箱的尺寸为 50 cm×50 cm×45 cm,外壁黑色,内侧正上方悬挂相互平行的 2 盏节能灯管,功率为 7 W,色温为 6 500 K。在灯管正下方放置 1 个培养皿(直径=5.5 cm)。测定时间安排在 08:00—18:00。

1.3.2 测定方法 非竞争性选择行为试验,将 1 种颜色自制彩纸剪成半圆形,粘贴在培养皿底部外侧,另一半圆形白色纸

收稿日期:2018–07–04

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS–04);吉林省重点科技研发项目(编号:20180201015NY)。

作者简介:高 宇(1983—),男,吉林长春人,博士,副教授,硕士生导师,从事农业害虫综合治理研究。E-mail:gaoy1101@163.com。

通信作者:史树森,教授,博士生导师,主要从事农业害虫综合治理与昆虫资源利用研究。E-mail:sss–63@263.net。

作为对照。测定时用毛笔轻轻将单头成虫导入培养皿的中央,迅速盖上培养皿盖,然后开始记录 5 min 内的行为反应。每个处理记录其初次选择和出入各区频次与滞留时间,至少测试 20 头成虫。每测定 1 头成虫更换培养皿,以消除不利因素对其行为可能产生的影响。测试后,用 95% 乙醇擦拭培养皿,更换彩纸。

为进一步明确颜色对斑鞘豆叶甲行为的影响,在以上试验结果基础上,以斑鞘豆叶甲行为影响较大的若干颜色继续进行竞争性选择行为试验。将 2 种颜色的自制彩纸分别剪成 1/4 的圆,其他以白色纸作为对照,其他试验步骤方法同非竞争性选择行为试验。

1.4 数据统计方法

利用 SPSS 16.0 对数据进行统计分析,非竞争性选择试验间的差异显著性用 Mann-Whitney U 秩和检验,竞争性选择试验间的差异显著性用 Kruskal-Wallis 检验。

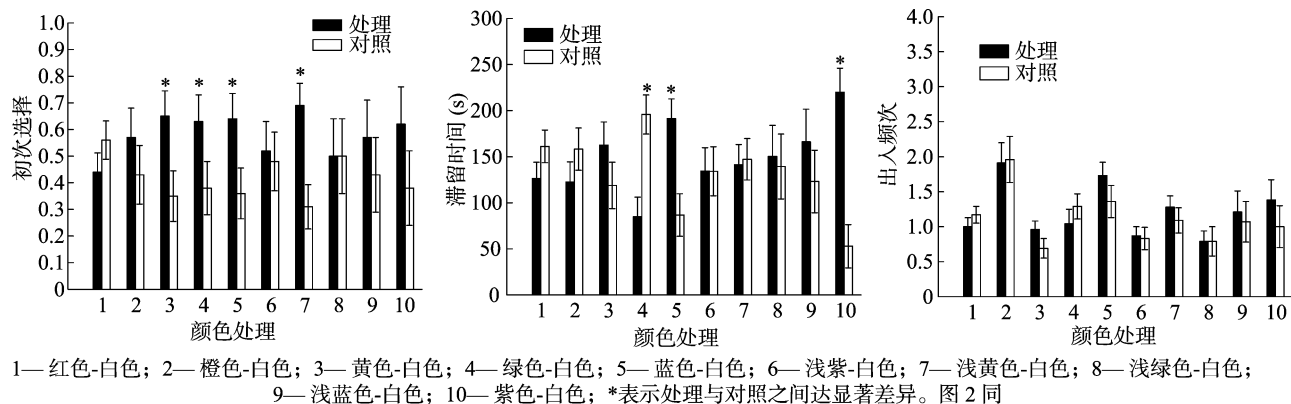


图1 斑鞘豆叶甲雌成虫对 10 种颜色的非竞争性选择行为

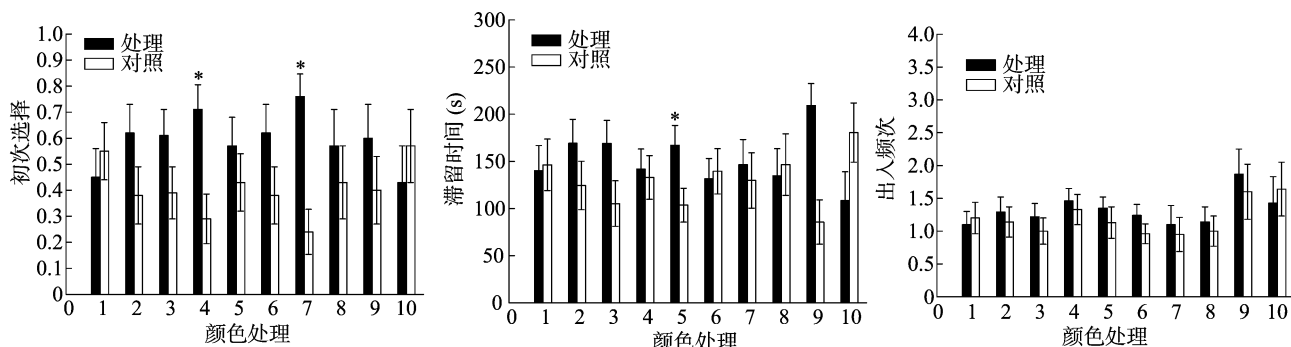


图2 斑鞘豆叶甲雄成虫对 10 种颜色的非竞争性选择行为

2.2 竞争性选择行为试验

非竞争性选择行为试验结果表明,黄色、浅黄色、绿色、蓝色、紫色 5 种颜色对斑鞘豆叶甲的选择行为有较大影响。随后的竞争性选择行为试验针对这 5 种颜色进行组合处理,结果表明,雌成虫的初次选择对不同颜色组合之间无显著差异 ($P > 0.05$),滞留时间依次为紫色 > 浅黄色 > 黄色 > 蓝色 > 绿色,进出频次依次为紫色 > 蓝色 > 浅黄色 ≈ 黄色 > 绿色 (图 3)。雄成虫对蓝色的初次选择显著多于对照 ($\chi^2 = 9.669, P = 0.008$),对黄色、紫色的初次选择显著少于对照 ($\chi^2 = 16.427, P < 0.001$; $\chi^2 = 7.74, P = 0.021$);滞留时间依次为紫色 ≈ 蓝色 > 浅黄 ≈ 黄色 > 绿色,进出频次依次为紫色 > 蓝色 > 浅黄色 > 黄色 > 绿色 (图 4)。另外,雌虫、雄虫在对相

2 结果与分析

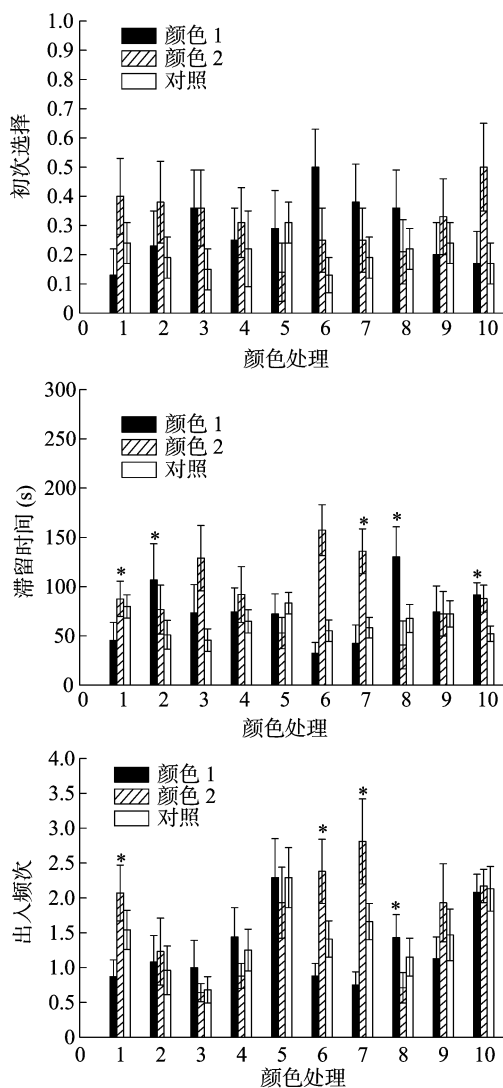
2.1 非竞争性选择行为试验

雌成虫对黄色、蓝色、绿色、浅黄色的初次选择显著多于对照 ($Z = -2.197, P = 0.028$; $Z = -1.788, P = 0.044$; $Z = -1.714, P = 0.047$; $Z = 0.249, P = 0.036$),对蓝色、紫色的滞留时间显著长于对照 ($Z = 3.638, P < 0.001$; $Z = 3.623, P < 0.001$),出入频次与对照相比均无显著性差异 ($P > 0.05$) (图 1);但雌成虫在绿色区域的滞留时间显著短于对照 ($Z = -3.26, P = 0.001$)。雄成虫对绿色、浅黄色的初次选择显著多于对照 ($Z = -2.857, P = 0.004$; $Z = -3.64, P < 0.001$),在蓝色区域的滞留时间显著长于对照 ($Z = -2.195, P = 0.028$),其他供试颜色对出入频次等行为均无显著性差异 ($P > 0.05$) (图 2)。另外,雌虫、雄虫在对同种颜色处理的初次选择、滞留时间和出入频次方面无显著差异 ($P > 0.05$)。

同颜色处理的初次选择、滞留时间和出入频次方面无显著差异 ($P > 0.05$)。

3 结论与讨论

昆虫在定位寄主植物的过程中,不仅利用寄主或非寄主植物的嗅觉信号,还利用寄主或非寄主植物的视觉信号^[6]。目前已报道的不同波长光或颜色对斑鞘豆叶甲行为的影响有较明显的差异^[7],例如白色和黄色黏板对茶角胸肖叶甲 (*Basilepta melanopus*) 的诱集效果较好^[8]。黄曲条跳甲 (*Phyllotreta striolata*) 能利用光波的变化来选择寄主^[9],黄板对黄曲条跳甲有较好的具诱集作用^[4]。马铃薯叶甲 (*Leptinotarsa decemlineata*) 偏好黄黑条纹及黄色、浅绿色黏



1—黄色-浅黄色-白色; 2—黄色-绿色-白色; 3—蓝色-黄色-白色; 4—黄色-紫色-白色; 5—浅黄色-绿色-白色; 6—浅黄色-蓝色-白色; 7—浅黄色-紫色-白色; 8—蓝色-绿色-白色; 9—绿色-紫色-白色; 10—蓝色-紫色-白色。图 4 同

图3 斑鞘豆叶甲雌成虫对 10 种颜色的竞争性选择行为

板^[10]。椰心叶甲 (*Brontispa longissima*) 对黄色和黄绿色趋向率最高^[11]。白色、黄色织物对油菜蚤跳甲 (*Psylliodes punctifrons*) 诱集效果最好^[12]。紫榆叶甲 (*Ambrostoma quadriimpressum*) 对红色和黑色模型更具有趋性, 对黄色、绿色、蓝色和白色的趋性不明显^[13]。核桃扁叶甲 (*Gastrolina depressa*) 明显趋向于绿色, 对黄色、红色等颜色选择较少^[14]。由于昆虫能够感知形状、运动状态及颜色, 并能将这些物理信号与寄主及其化学信号相联系, 如绿翅齿胫叶甲 (*Gastrophysa viridula*) 在寻找食物时能辨别植物的轮廓和颜色区分寄主或非寄主植物^[15]。因此, 还须对形状、运动状态以及视觉与嗅觉等的协同作用或抑制作用等开展深入研究。

斑鞘豆叶甲对颜色的选择行为具有性别差异, 这与柳圆叶甲 (*Plagioderma versicolora*) 类似。柳圆叶甲雌虫在白光下休息时间分配率最高, 绿光下最低, 雄虫在绿光下爬行时间分配率最低、在黄光下休息时间分配率最高^[16], 此现象可能与其栖息环境及生活习性相关。另外, 由于田间条件下的昆虫会

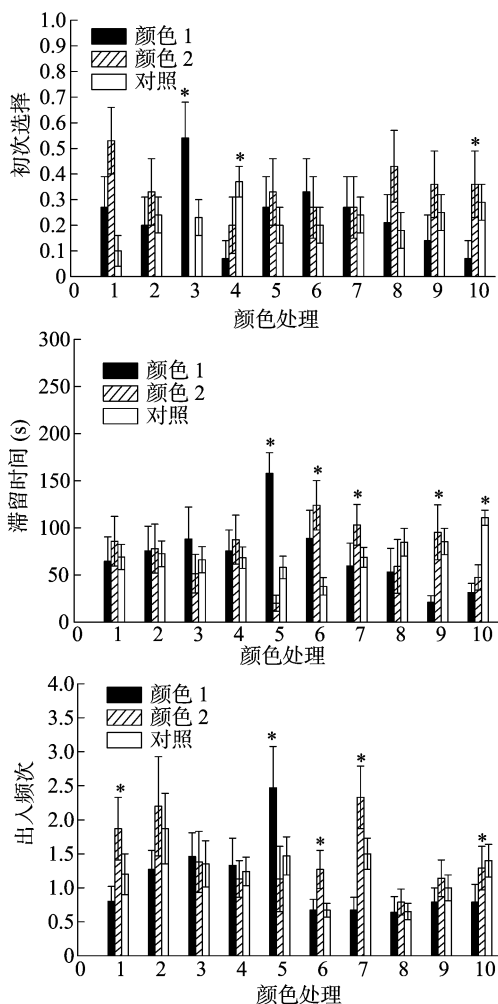


图4 斑鞘豆叶甲雄成虫对 10 种颜色的竞争性选择行为

受到各种各样的刺激, 在室内控制条件下观察昆虫行为可能产生一定程度的偏差, 不同颜色之间有一定程度的相互影响。在斑鞘豆叶甲选择寄主等活动过程中, 可能某一种因素 (嗅觉、视觉、触觉等) 起主要作用, 其他 1 种或几种因素起协同作用^[7], 斑鞘豆叶甲的视觉因素是否起着关键性作用还须进一步研究。

本研究表明, 雌成虫倾向于选择单纯的黄色、蓝色、绿色、浅黄色区域, 但对颜色组合无明显偏好, 偏好在蓝色、紫色区域滞留, 滞留时间依次为紫色 > 浅黄色 > 黄色 > 蓝色 > 绿色, 进出频次依次为紫色 > 蓝色 > 浅黄色 ≈ 黄色 > 绿色, 雌成虫较不偏好绿色。雄成虫倾向于选择单纯的绿色、浅黄色区域, 偏好在蓝色区域滞留, 滞留时间依次为紫色 ≈ 蓝色 > 浅黄 ≈ 黄色 > 绿色, 进出频次依次为紫色 > 蓝色 > 浅黄色 > 黄色 > 绿色。因此, 颜色 (蓝色、紫色、黄色) 对斑鞘豆叶甲成虫的行为有较大影响, 且因颜色和性别不同而不同。

致谢: 感谢吉林农业大学植保专业潘新龙、海樱凡、雷有荣、林显基等同学帮助采集昆虫。

参考文献:

- [1] 史树森, 崔 娟, 齐灵子, 等. 温度对斑鞘豆叶甲成虫取食量和耐饥力的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2013, 35(4): 406-410.

杨振国,谢道燕,达爱斯,等. 炔螨特与苯丁锡混合使用对朱砂叶螨的最佳配比筛选[J]. 江苏农业科学,2019,47(19):106-109.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.19.026

炔螨特与苯丁锡混合使用对朱砂叶螨的最佳配比筛选

杨振国, 谢道燕, 达爱斯, 罗雁婕

(云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所, 云南蒙自 661101)

摘要:为筛选出对朱砂叶螨具有增效作用的炔螨特与苯丁锡混剂的最佳配比,以玻片浸渍法测定各配比混剂对朱砂叶螨的杀螨活性,并以共毒因子法和共毒系数法评价其增效程度。炔螨特、苯丁锡对朱砂叶螨成螨处理后 24 h 的 LC_{50} 分别为 435.38、93.26 mg/L,二者混剂的增效配比介于 1:0.09~0.83 之间,SPSS 拟合出其混剂的共毒因子(γ)与混剂中炔螨特含量(x)的数学模型,为 $\gamma = -1\,231.14x^2 + 1\,616.29x - 378.46$ ($F = 13.47$, $P = 0.01$, $r = 0.90$),进一步确定其最佳的质量浓度配比为 33:17,该配比的致死中浓度 (LC_{50}) 为 102.90 mg/L,共毒系数为 188.28,其对朱砂叶螨的毒力是炔螨特的 4 倍以上。炔螨特与苯丁锡以质量浓度比为 33:17 混合表现出显著的增效作用,具有一定的开发应用价值。

关键词:朱砂叶螨;炔螨特;苯丁锡;农药复配剂;共毒系数;共毒因子;多作用机制;高效复配杀螨剂

中图分类号: S482.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)19-0106-04

朱砂叶螨 (*Tetranychus cinnabarinus*) 广泛分布于世界温带地区,是温室的重要杂食性害螨之一,危害 100 余种作物,个体小、发育快、繁殖力强且易产生抗药性等基本生态对策,使朱砂叶螨成为难以防治的有害生物之一^[1-3]。目前,朱砂叶螨的防治仍以化学药剂防治为主^[4],长期单一的或单一作用机制的化学药剂防治致使害螨的抗药性日益加重。为缓解

害虫害螨对单一药剂的抗药问题,目前主要趋向于开发农药的复配剂^[5-6]。将不同作用机制的杀螨剂混合使用或轮换使用,是延缓害螨抗药性及其治理的重要手段,同时具有降低毒性和成本的作用,具有增效作用的复配剂不仅能够降低用药量,还能增强防治效果,更可以延缓害螨抗药性^[7-8]。因此,开展多作用机制的高效复配杀螨剂研究对害螨的防治及抗药性治理具有重要意义。

炔螨特属亚硫酸酯类杀螨剂,自 1964 年推广应用以来,由于其具有杀若螨、成螨活性高、广谱低毒、持效期长、对天敌无害、不容易产生抗性等诸多优点,在农药杀螨剂市场上经久不衰,现在已成为世界上使用范围广、生产应用大吨位的杀螨剂品种^[9],可用于防治二斑叶螨 (*T. urticae*)、苹果全爪螨 (*Panonychus ulmi*)、太平洋叶螨 (*T. pacificus*)、柑橘全爪螨

收稿日期:2018-07-09

基金项目:国家自然科学基金(编号:31560520);云南省科技计划重点新产品项目(编号:2015BB009)。

作者简介:杨振国(1986—),男,云南砚山人,硕士,助理研究员,主要从事桑树病虫害防控研究。E-mail:zhenguo yang@qq.com。

通信作者:罗雁婕,博士,研究员,主要从事农业昆虫与害虫防治研究。E-mail:yanjieluo@126.com。

[2] 王小奇,崔娟,张萌,等. 5 种药剂对斑鞘豆叶甲的室内毒力测定及田间药效试验[J]. 农药,2015,54(11):834-836.

[3] 李佳,高宇,崔娟,等. 大豆田昆虫对不同颜色趋向选择的差异性分析[J]. 大豆科学,2015,34(2):289-292.

[4] 傅建伟,林泽燕,李志胜,等. 黄板对蔬菜害虫的诱集作用及在黄曲条跳甲种群监测中的应用[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2004,33(4):438-440.

[5] 高宇,史树森,崔娟,等. 三种颜色色板对大豆田薊马的诱集效果[J]. 中国油料作物学报,2016,38(6):838-842.

[6] Warrant E, Dacke M. Vision and visual navigation in nocturnal insects[J]. Annual Review of Entomology,2011,56(1):239-254.

[7] Fernandez P, Hilker M. Host plant location by Chrysomelidae[J]. Basic and Applied Ecology,2007,8(2):97-116.

[8] 包强,李耀明,欧高财,等. 不同颜色色板对茶角胸叶甲成虫田间诱集效果研究[J]. 湖南农业科学,2017(2):71-73.

[9] Yang E C, Lee D W, Wu W Y. Action spectra of phototactic responses of the flea beetle, *Phyllotreta striolata* [J]. Physiological Entomology,2003,28(4):362-367.

[10] Szentesi Á, Weber D C, Jermy T. Role of visual stimuli in host and

mate location of the Colorado potato beetle[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,2002,105(2):141-152.

[11] 陈俊谕,马光昌,陈泰运,等. 椰心叶甲对虚拟波长下不同颜色的选择行为[J]. 热带作物学报,2014,35(5):962-966.

[12] 杜生茂,张善才,田仕荷. 油菜蚤跳甲成虫趋色性观察[J]. 应用昆虫学报,1994,31(4):252.

[13] Sun F, Bao C, Jing T Z. Locating host plants via orientation to standing visual targets has dispersal benefits for the monophagous leaf beetle *Ambrostoma quadriimpressum* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,2016,158(3):229-235.

[14] 孟庆英. 核桃扁叶甲生物学特性及寄主选择性研究[D]. 泰安:山东农业大学,2007.

[15] Gorb E, Gorb S. Effects of surface topography and chemistry of *Rumex obtusifolius* leaves on the attachment of the beetle *Gastrophysa viridula* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,2009,130(3):222-228.

[16] 冯国凤,冯兴海,邓倩文,等. LED 光源对柳圆叶甲成虫行为的影响[J]. 应用昆虫学报,2015,52(4):983-992.