

普通大蓟马对不同颜色的趋性及日节律调查*

闫凯莉^{1,2**} 唐良德^{2***} 吴建辉^{1***}

(1. 华南农业大学农学院, 广东省生物农药创制与应用重点实验室, 广东省农业害虫生物防治工程技术研究中心, 广州 510642;

2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海口 571101)

摘 要 【目的】 探明普通大蓟马 *Megalurothrips usitatus* (Bagrall) 的嗜好颜色及其田间日活动节律。

【方法】 分别在室内和田间对 10 种不同颜色色板(白色、黑色、灰色、红色、绿色、黄色、蓝色、紫色、粉色和浅蓝色, 佳多[®])进行了非选择性试验, 并通过将 RGB 颜色值转换为虚拟波长进行最嗜颜色量化非选择性试验, 然后选择引诱效果最好的色板对普通大蓟马进行日活动节律调查。【结果】 室内和田间选择试验表明蓝色对普通大蓟马的吸引率显著高于其它颜色, 其次是浅蓝色和紫色; 由 RGB 颜色值转换虚拟波长得到普通大蓟马最嗜颜色对应的波长为 470 nm (RGB 值为 0, 193, 255, 蓝色); 通过蓝板调查普通大蓟马日活动节律发现, 普通大蓟马成虫种群活动节律明显, 活动规律呈单峰型, 活动最高峰为 8:00—10:00, 夜间(20:00—次日 6:00)几乎不活动。【结论】 研究结果为基于颜色趋性的普通大蓟马田间监测和综合治理提供了理论基础和科学依据。

关键词 普通大蓟马, 趋性, 节律, 色板, 种群监测

Color preferences and diurnal rhythm of *Megalurothrips usitatus* (Bagrall) (Thysanoptera: Thripidae)

YAN Kai-Li^{1,2**} TANG Liang-De^{2***} WU Jian-Hui^{1***}

(1. College of Agriculture, South China Agricultural University, Key Laboratory of Bio-Pesticide Innovation and Application, Engineering Technology Research Center of Pest Biocontrol, Guangzhou 510642, China; 2. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China)

Abstract 【Objectives】 To investigate the color preferences and diurnal rhythm of the bean flower thrip, *Megalurothrips usitatus* (Bagrall). 【Methods】 The preferences of adult *M. usitatus* for sticky traps of ten different colors; white, black, gray, red, green, yellow, blue, purple, pink, and light blue, were determined in both the laboratory and the field, and the most preferred colors were quantified by converting RGB values to virtual wavelengths. 【Results】 Blue sticky traps were the most attractive to *M. usitatus*, followed by light blue sticky and purple traps. A virtual wavelength of 470 nm [RGB (0, 195, 255)] was significantly more attractive to *M. usitatus* than other colors in laboratory tests. The diurnal activity of adult bean flower thrips had an obvious rhythm. The peak of daily activity was from 8:00-10:00 am and they were inactive at night. 【Conclusion】 These results provide theoretical and technical support for bean flower thrip monitoring and the integrated management of this pest.

Key words *Megalurothrips usitatus* (Bagrall), behavior, sticky trap, rhythm, population monitoring

普通大蓟马 *Megalurothrips usitatus* (Bagnall) 蓟马属 *Megalurothrips*, 又名豆大蓟马、豆花蓟
隶属缨翅目 Thysanoptera, 蓟马科 Thripidae, 大 马, 是豆科植物重要害虫之一 (Chang, 1987,

*资助项目 Supported projects: 广东省科技计划项目 (2015A020209132): 豇豆蓟马综合防治技术研究; 海南省应用技术研发与示范推广专项 (ZDXM2015046): 海南豇豆蓟马绿色防控关键技术研究示范推广

**第一作者 First author, E-mail: yankaili1992@163.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: jhw@scau.edu.cn; tangldcatas@163.com

收稿日期 Received: 2016-11-11, 接受日期 Accepted: 2016-12-07

1988)。该虫主要通过取食和产卵为害花器、花芽和幼果,严重时可为害成熟豆荚,造成生长点发育受阻、花器凋落、豆荚表皮木栓化甚至植株枯萎,严重影响作物的产量、美观和品质(范永梅等,2013)。近年来已对我国华南地区的豇豆造成了严重危害,尤其是对海南豇豆产业的健康发展造成巨大威胁(卢维海等,2010)。

据报道,普通大蓟马在 30℃条件下发育历期为 10.5 d,单雌产卵量达 232 粒,有效积温推测在海南年发生世代数可达 24~26 代(邱海燕等,2014),此外,普通大蓟马还可营孤雌生殖,这些生物学习性决定了该虫易暴发成灾。目前,普通大蓟马的防治仍以化学应急防治为主(刘奎等,2014;陈剑山等,2015),但由于普通大蓟马常隐匿于豇豆花器内为害,常规施药药液很难直接接触到虫体,给化学防治带来了很大困难。因此,探讨包括化学防治在内的其它防治措施势在必行。利用昆虫趋光(色)性进行监测和诱杀是害虫综合治理中的一项重要措施,并得到广泛推广和应用(孔祥义等,2012)。已有研究报道普通大蓟马对不同颜色的趋性(罗丰等,2014;唐良德等,2015a,2015b)和蓝板在普通大蓟马防治上的应用(云海天,2012),但未开展梯度颜色的定量化研究。明确昆虫的日活动节律是开展精准防治的前提和基础。因此,本研究分别通过室内和田间试验在明确普通大蓟马对 10 种颜色(黑、白、灰、蓝、紫、黄、绿、红、粉和浅蓝)趋性的基础上,开展了颜色定量趋性选择,并利用色板调查其日活动节律,旨在为更好地利用色板监测和指导防治普通大蓟马提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

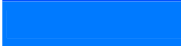
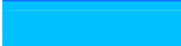
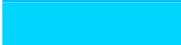
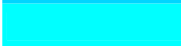
供试虫源:采自海南省澄迈县金安农场豇豆田。成虫带回实验室后,用四季豆豆荚(市售)饲养 1 代,挑选同日龄健康雌雄成虫用于试验。

供试色板与颜色:10 种不同颜色(黑、白、灰、蓝、紫、黄、绿、红、粉、浅蓝)粘虫板,购于河南佳多科工贸有限公司,色板长 24 cm,

宽 20 cm。

应用 Dan Bruton 虚拟波长与 RGB 值的函数关系(http://www.efg2.com/Lab/Science_And_Engineering/Spectra.htm)将 6 种虚拟波长转换为相应的 RGB 值,经 Photoshop 软件输出后,用铜版纸进行彩色打印(打印机型号:Canon ix6500)。设定 6 种蓝色进行定量趋性选择试验,对应虚拟波长如表 1 所示。

表 1 不同蓝色及其对应的 RGB 值及虚拟波长
Table 1 List of colors and their RGB values and virtual wavelengths

序号 No.	波长 (nm) Virtual wavelengths	RGB 值 RGB values	颜色 Color
1	440	0, 0, 255	
2	450	0, 81, 255	
3	460	0, 123, 255	
4	470	0, 193, 255	
5	480	0, 213, 255	
6	490	0, 255, 255	

1.2 试验方法

1.2.1 普通大蓟马对 10 种不同颜色粘虫板的室内趋性试验 首先随机将 10 种色板分别用双面胶粘贴在自制的正十面体选择室(图 1:A)的内壁上,装置上方用保鲜膜封口,并用针扎孔透气。试验时,在装置活动栖息室中央放置一个培养皿($\phi = 9$ cm),培养皿内事先放入 100 头普通大蓟马雌/雄成虫,用保鲜膜封口并在保鲜膜中央开一个小口($S = 1$ cm²)供试虫爬出,待试虫全部做出选择后记录各色板的诱虫量。如此重复 6 次,每次重复后转动一次试验箱,每 3 次重复后用酒精擦拭箱内,自然晾干,以消除气味影响。试验在 25~30℃的室温下进行。

1.2.2 普通大蓟马对 10 种不同颜色粘虫板的田间趋性试验 试验于 2016 年 7 月在海南省澄迈县金安农场豇豆田中进行,分别有代表性的选择 3 块豇豆田(开花初期、盛期和末期),单块面积在 1 000~1 500 m² 间。将 10 种不同颜色的粘虫色板按随机区组均匀悬挂于田块中,悬挂高度约离畦面 120 cm,每种颜色 6 次悬挂 6 张,即 6

次重复,7 d 后调查每块色板上普通大蓟马的数量。

1.2.3 普通大蓟马对蓝色的定量趋性选择试验

试验前随机将正面(蓝色面)涂有均匀薄层昆虫胶的 6 种不同波长蓝色色卡分别用双面胶粘贴在自制正六面体选择室(图 1:B)的内壁上。试验方法同 1.3.1,6 次重复。

1.2.4 普通大蓟马成虫田间活动节律调查

采用五点取样法分别在豇豆种植田和网室大棚中分别选取 5 垄豇豆(试验时处理盛花期),每垄豇豆间隔 2 行,每垄豇豆悬挂 3 块蓝板。白天每隔 2 h 调查 1 次,即 6:00—8:00、8:00—10:00、10:00—12:00、12:00—14:00、14:00—16:00、16:00—18:00 和 18:00—20:00,夜间(20:00—6:00)只调查 1 次,调查期间多云。每时段调查,收集并统计蓝板上普通大蓟马的数量,并更换新的蓝板。

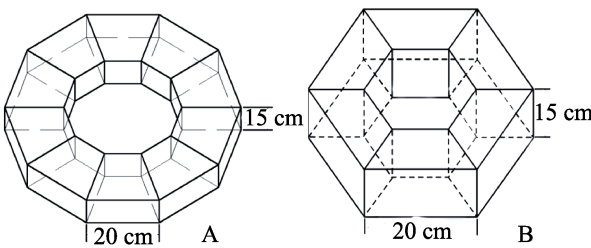


图 1 普通大蓟马对 10 种颜色色板(A)和 6 种蓝色波长(B)趋性试验的装置示意图

Fig. 1 Schematic of decahedra and hexagon maze on tests of color sticky (A) and six blue wavelengths (B) to *Megalurothrips usitatus*

1.3 数据处理

普通大蓟马对不同颜色的趋性反应以吸引率(Attracted rate, AR)进行评价。AR=反应虫数/供试虫数。采用 SPSS 20 数据处理软件对试验数据进行分析,用 Microsoft office excel 2010 绘图。

2 结果与分析

2.1 普通大蓟马对 10 种颜色的选择趋性

10 种颜色色板对普通大蓟马成虫的吸引效果见表 2。室内非选择性试验表明,10 种颜色均以蓝色对普通大蓟马雌虫和雄虫的吸引作用最

强,与其它颜色均表现出显著差异(雌虫: $F=23.482, df=9, P<0.001$;雄虫: $F=28.402, df=9, P<0.001$);其次浅蓝色、紫色和绿色对普通大蓟马也有较强的吸引作用;白色和黑色对普通大蓟马的吸引作用最弱。由此可见,10 种颜色对普通大蓟马雌/雄成虫的引诱力依次为:蓝色>浅蓝色>紫色>绿色>黄色>红色>灰色>白色>黑色(表 2)。田间试验也表明 10 种色板中以蓝板诱杀普通大蓟马的效果最好(图 2: $F=30.737, df=9, P<0.001$),其次是浅蓝和紫色,与室内试验结果一致。

表 2 10 种颜色色板对普通大蓟马成虫的室内吸引效果
Table 2 Attractiveness of 10 different color sticky traps to *Megalurothrips usitatus* adults

颜色 Colors	吸引率 Attracted rated (AR)	
	雌成虫 Female	雄成虫 Male
白色 White	0.0417±0.0232 a	0.0683±0.0060 a
灰色 Gray	0.0600±0.0109 ab	0.0717±0.0065 a
黑色 Black	0.0333±0.0125 a	0.0350±0.0072 b
紫色 Purple	0.1433±0.0111 c	0.1400±0.0093 c
蓝色 Blue	0.1833±0.0193 d	0.1567±0.0114 c
浅蓝 Light Blue	0.1750±0.0123 cd	0.1550±0.0096 c
绿色 Green	0.1433±0.0062 c	0.1350±0.0034 c
黄色 Yellow	0.0900±0.0153 b	0.0917±0.0083 a
粉色 Pink	0.0600±0.0076 ab	0.0800±0.0082 a
红色 Red	0.0633±0.0049 ab	0.0667±0.0080 a

表中数字为 Mean±SE,每列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$, Duncan's 多重检验法)。
Data are mean±SE, and followed by the different letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

2.2 普通大蓟马对不同蓝色波长的定量选择趋性

普通大蓟马对蓝色有较好的趋向性选择,因此进一步对不同波长的蓝色进行了筛选,以获取普通大蓟马成虫趋向性最敏感的颜色波长。结果表明,波长为 470 nm (RGB 值为 0, 193, 255)对应的颜色对普通大蓟马的吸引力显著高于其它颜色(图 3),是普通大蓟马的最佳嗜好颜色波长。

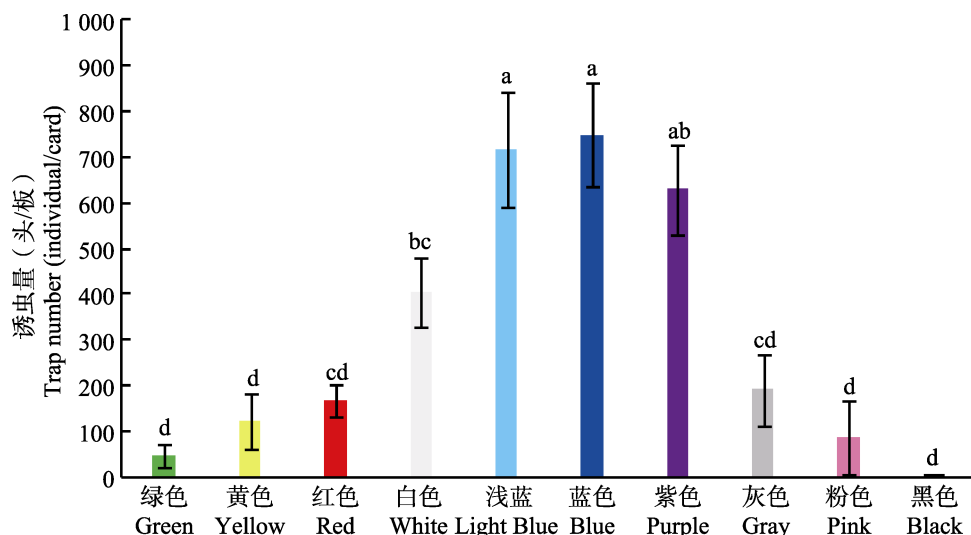


图 2 10 种颜色色板对普通大蓟马的田间诱集作用

Fig. 2 Attractiveness of 10 different color sticky traps to *Megalurothrips usitatus* adults

柱上标有相同字母表示差异不显著 ($P>0.05$, Duncan's 多重检验法)。下同图。

Histograms with the same letters indicate no significant difference ($P>0.05$) by Duncan's multiple range test. The same below.

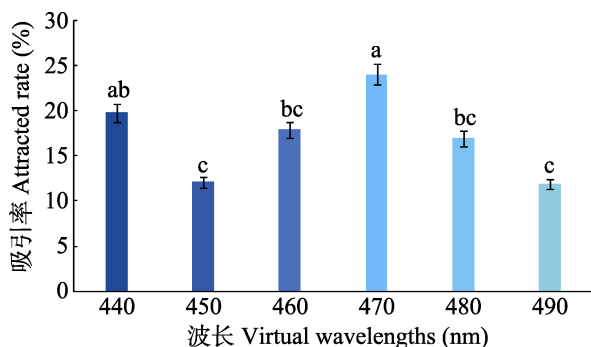


图 3 不同蓝色波长对普通大蓟马的吸引作用

Fig. 3 Attractiveness of different virtual wavelengths to *Megalurothrips usitatus* adults

2.3 普通大蓟马田间日活动节律

利用蓝板监测普通大蓟马田间日活动节律, 结果表明普通大蓟马成虫活动呈现明显的规律性 (图 4)。蓝板诱集到的虫量表明, 无论大棚与大田普通大蓟马日活动节律基本一致。日活动高峰时段为 8:00—10:00, 10:00—12:00 次之, 夜间不活动。活动高峰时段大棚中平均每板诱集虫量高达 372 头, 大田平均每板诱集虫量为 337 头。

3 结论与讨论

色板的使用具有方便快捷、节省人力等优点, 并且与其他防治措施配合使用能减缓害虫的

抗药性 (Pizzol *et al.*, 2010)。不同蓟马种类对不同颜色和波谱的敏感度存在差异。国内外研究表明, 蓟马类害虫较多偏好蓝色和黄色, 此外, 还有一些蓟马种类偏好白色、红色等 (表 3)。本试验的室内和大田试验的研究结果表明蓝色对普通大蓟马诱集效果最好。10 种常见色板中蓝色、浅蓝以及紫色对普通大蓟马有较好的吸引作用, 其中以蓝色最为显著。为了精准筛选普通大蓟马最佳嗜好颜色, 本文应用 Dan Bruton 的虚拟波长与 RGB 值的函数关系, 把 RGB 值转换为虚拟波长, 从而定量研究得到普通大蓟马的最

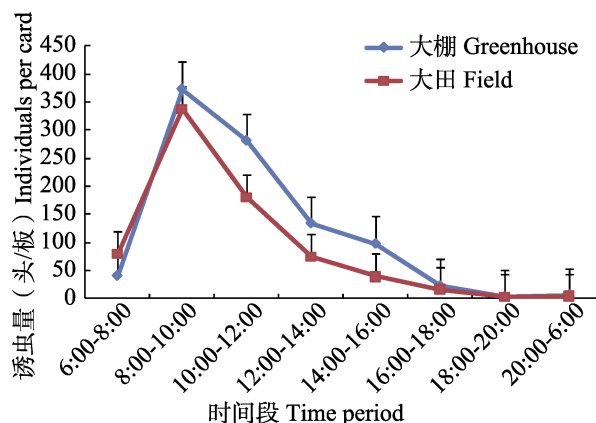


图 4 普通大蓟马种群日活动节律

Fig. 4 The daily activity rhythm of *Megalurothrips usitatus*

表 3 不同种类蓟马的偏好颜色
Table 3 Thrips species and their response to trap colors

蓟马种类 Thrips	偏好颜色 Preferred color	参考文献 References
番茄角蓟马 <i>Ceratothripoides claratris</i> Shumsher	蓝色 Blue	Ranamukhaarachchi and Wickramarachchi, 2007
西花蓟马 <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	蓝色, 白色 Blue, white	Hoddle <i>et al.</i> , 2002; 吴青君等, 2007 Allsopp, 2010; Muvea <i>et al.</i> , 2014
花蓟马 <i>Frankliniella intonsa</i> Trybom	蓝色 Blue	Seo <i>et al.</i> , 2006
双刺花蓟马 <i>Frankliniella bispinosa</i> Morgan	白色 White	Childers and Brecht, 1996
梳缺花蓟马 <i>Frankliniella schultzei</i> Trybom	蓝色, 红色 Blue, red	Allsopp, 2010; Yaku <i>et al.</i> , 2007 Muvea <i>et al.</i> , 2014
丝大蓟马 <i>Megalurothrips sjostedti</i> Trybom	蓝色 Blue	Muvea <i>et al.</i> , 2014
茶黄蓟马 <i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood	黄色, 黄绿色 Yellow, yellow-green	林金丽等, 2009; 王琛等, 2015
鳄梨蓟马 <i>Scirtothrips perseae</i> Nakahara	黄色 Yellow	Hoddle <i>et al.</i> , 2002
棕榈蓟马 <i>Thrips palmi</i> Karny	蓝色, 绿色 Blue, green	陈华平等, 1997; 芳贺等, 2014
烟蓟马 <i>Thrips tabaci</i> Lindeman	蓝色 Blue	Natwick <i>et al.</i> , 2007
黄胸蓟马 <i>Thrips hawaiiensis</i> Morgan	黄色 Yellow	卢辉等, 2011
<i>Franklinothrips orizabensis</i> Johansen	白色 White	Hoddle <i>et al.</i> , 2002
<i>Vaccinium ashei</i> Reade	蓝色, 白色 Blue, white	Liburd <i>et al.</i> , 2009
<i>Vaccinium corvmbosum</i> L.	白色 White	Rodriguez-Saona <i>et al.</i> , 2010
<i>Vaccinium darrowii</i> Camp	蓝色, 白色 Blue, white	Liburd <i>et al.</i> , 2009
<i>Ceratothrips frici</i> Uzel	黄色 Yellow	Teulon and Penman, 1992
<i>Thrips imaginis</i> Bagnall	黄色, 蓝色, 白色 Yellow, blue, white	Kirk, 1984
<i>Thrips obscuratus</i> Crawford	白色 White	Teulon and Penman, 1992

佳嗜好颜色波长为 470 nm 对应的蓝色。陈俊渝等 (2014)、薛黄娃和吴伟坚 (2013) 分别也利用此方法研究得到了椰心叶甲 *Brontispa longissima* Gestro、瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* Coquillett 的嗜好颜色及波长分别为 580 nm 对应的黄色和 540 nm 对应的黄绿色。本试验虽已筛选出蓝色对普通大蓟马吸引力显著高于其它颜色并验证出其在田间具有良好的监测效果, 但定量试验得到最佳嗜好颜色 470 nm 对应的蓝色还未进行田间试验验证, 以及诱板的有效诱集距离、高度及其田间挂板的密度等都有待继续研究。

昆虫的活动具有近似 24 h 的节律周期, 且这种节律是种内源性的昼夜节律 (吴少会等, 2006)。在自然条件下, 除光周期外, 温度、湿度、光照以及昆虫自身的龄期、繁殖阶段等也会对昆虫的行为产生影响 (秦玉川, 2009)。本文

利用蓝板调查普通大蓟马节律发现, 普通大蓟马种群成虫活动有明显的规律性, 日活动高峰时段为 8:00—10:00, 且 10:00—12:00 也比较活跃, 晚上基本不活动。这与西花蓟马、烟蓟马及芒果蓟马复合种群的活动节律基本相同 (梁兴慧, 2010; 韩冬银等, 2015)。这对于化学防治技术的运用具有一定的指导意义, 实施成虫的化学药剂防治时, 可选择成虫活动高峰的上午时间段进行。本研究不仅研究了普通大蓟马的颜色趋性并根据其嗜好颜色对其活动习性进行了调查研究, 为其可持续综合治理提供科学依据和实践基础。

参考文献 (References)

- Allsopp E, 2010. Investigation into the apparent failure of chemical control for management of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), on plums in the Western Cape Province

- of South Africa. *Crop Prot.*, 29(8): 824–831.
- Chang NT, 1987. Seasonal abundance and developmental biology of thrips, *Megalurothrips usitatus* on soybean at southern area of Taiwan. *Taiwan Plant Protection Bulletin*, 29(2): 165–173.
- Chang NT, 1988. The preference of thrips, *Megalurothrips usitatus* (Bagnall), for three leguminous plants. *Plant Protection Bulletin*, 30(1): 68–77.
- Childers CC, Brecht JK, 1996. Colored sticky traps for monitoring *Frankliniella bispinosa* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae) during flowering cycles in citrus. *J. Econ. Entomol.*, 89(5): 1240–1249.
- Chen JS, Li P, Liu K, Zhang ML, Li T, Zeng Y, 2015. Toxicity and effectiveness of 3 pesticides against thrips on cowpea. *China Plant Protection*, 35(5): 66–67. [陈剑山, 李鹏, 刘奎, 张曼丽, 李涛, 曾宇, 2015. 3种药剂对豇豆蓟马的田间防效评价. 中国植保导刊, 35(5): 66–67.]
- Chen JY, Ma GC, Chen TY, Fu YG, 2014. Preferences of *Brontispa longissima* to different virtual wavelengths colors. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 35(5): 926–966. [陈俊渝, 马光昌, 陈泰运, 符悦冠, 2014. 椰心叶甲对虚拟波长下不同颜色的选择行为. 热带作物学报, 35(5): 926–966.]
- Fan YM, Tong XL, Gao LJ, Wang M, Liu ZQ, Zhang Y, Yang Y, 2013. The spatial aggregation pattern of dominant species of thrips on cowpea in Hainan. *Journal of Environmental Entomology*, 35(6): 737–743. [范咏梅, 童晓立, 高良举, 王萌, 柳志强, 张宇, 杨叶, 2013. 普通大蓟马在海南豇豆上的空间分布型. 环境昆虫学报, 35(6): 737–743.]
- Han DY, Xing CM, Li L, Zhang FP, Niu LM, Chen JY, Fu YG, 2015. Population activities and occurrence dynamics of thrips in mango orchard. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 36(7): 1297–1301. [韩冬银, 邢楚明, 李磊, 张方平, 牛黎明, 陈俊渝, 符悦冠, 2015. 海南芒果蓟马种群的活动及消长规律. 热带作物学报, 36(7): 1297–1301.]
- Hoddle MS, Robinson L, Morgan D, 2002. Attraction of thrips (Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchard. *Crop Prot.*, 21(5): 383–388.
- Kirk WDJ, 1984. Ecological studies on *Thrips imaginis* Bagnall (Thysanoptera) in flowers of *Echium plantagineum* L. in Australia. *Aust. J. Ecol.*, 9(1): 9–18.
- Kong XY, Xiao CL, Liu Yong, Luo F, Xu RY, Zhang YJ, Wang S, Li JS, 2012. Toxicity and effectiveness of 5 pesticides against thrips on cowpea. *Guangdong Agricultural Sciences*, 39(20): 70–72, 76. [孔祥义, 肖春雷, 刘勇, 罗丰, 许如意, 张友军, 王爽, 李劲松, 2012. 5种药剂对蓟马的室内毒力测定及防治效果研究. 广东农业科学, 39(20): 70–72, 76.]
- Liang HX, 2010. The diurnal flight activities and tropism of two thrips to host volatile compounds. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [梁兴慧, 2010. 两种蓟马的日活动规律及其对植物挥发物的趋性研究. 北京: 中国农业科学院.]
- Liburd OE, Sarzynski EM, Arévalo HA, MacKenzie K, 2009. Monitoring and emergence of flower thrips species in rabbiteye and southern highbush blueberries. *Acta Horticult*, 810(4): 251–258.
- Lin JL, Han BY, Zhou XG, Chen XH, 2009. Comparison of trapping efficacy of various colours for insects in tea gardens. *Acta Ecologica Sinica*, 29(8): 4303–4316. [林金丽, 韩宝瑜, 周孝贵, 陈学好, 2009. 色彩对茶园昆虫的引诱力. 生态学报, 29(8): 4303–4316.]
- Liu K, Tang LD, Li P, Han ZW, Qiu HY, Fu BL, Fan YM, 2014. Toxicity and synergistic effect of the complex formulation of several insecticides to *Megalurothrips usitatus* (Bagnall). *Chinese Journal of Tropical Crops*, 35(8): 1615–1618. [刘奎, 唐良德, 李鹏, 韩志伟, 邱海燕, 付步礼, 范永梅, 2014. 几种杀虫剂对豇豆大蓟马的毒力测定及复配增效作用. 热带作物学报, 35(8): 1615–1618.]
- Lu WH, Wei YJ, Tan DZ, Zuo FH, 2010. The enlightenment of Hainan toxic bean incident to Guangxi plant protection. *Journal of Guangxi Agriculture*, 25(2): 86–87, 96. [卢维海, 韦莹军, 谭道朝, 左芳华. 海南毒豇豆事件对广西植保的启示. 广西农学报, 25(2): 86–87, 96.]
- Lu H, Zhong YH, Liu K, Liang XW, Peng S, 2011. The taxis of the banana flower thrips *Thrips hawaiiensis* to different colors and field trapping effect of sticky cards. *Plant Protection*, 37(2): 145–147. [卢辉, 钟义海, 刘奎, 梁晓维, 彭帅, 2011. 香蕉花蓟马对不同颜色的趋性及田间诱集效果研究. 植物保护, 37(2): 145–147.]
- Luo F, Yuan YQ, Ke YC, Wang S, Wu QX, Liu Y, Huang GS, Kong XY, 2014. Effects of different color insect-proof nets on occurrence of thrips and growth characteristics and yield of cowpea. *Journal of Southern Agriculture*, 45(9): 1584–1588. [罗丰, 袁廷庆, 柯用春, 王爽, 吴乾兴, 刘勇, 黄国宋, 孔祥义, 2014. 不同颜色防虫网对豇豆生长特性、产量及蓟马发生量的影响. 南方农业学报, 45(9): 1584–1588.]
- Muvea AM, Waiganjo MM, Kutima HL, Osiemo Z, Nyasani JO, Subramanian S, 2014. Attraction of pest thrips (Thysanoptera: Thripidae) infesting French beans to coloured sticky traps with Lurem-TR and its utility for monitoring thrips populations. *Int. J. Trop. Insect Sci.*, 34(3): 197–206.
- Natwick ET, Byers JA, Chu C, Lopez M, Henneberry TJ, 2007.

- Early detection and mass trapping of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* in vegetable crops. *Southwest Entomol.*, 32(4): 229–238.
- Pizzol J, Nammour D, Hervouet P, Bout A, Desneux N, Mailleret L, 2010. Comparison of two methods of monitoring thrips populations in a greenhouse rose crop. *Journal of Pest Science*, 83(2): 191–196.
- Qin YC, 2009. Introduction to Insect Behavior. Beijing: Science Press. 1–404. [秦玉川, 2009. 昆虫行为学导论. 北京: 科学出版社. 1–404.]
- Qiu HY, Liu K, Li P, Fu BL, Tang LD, Zhang ML, 2014. Biological Characteristics of the bean flower thrips, *Megalurothrips usitatus* (Bagnall) (Thripidae: Thysanoptera). *Chinese Journal of Tropical Crops*, 35(12): 2437–2441. [邱海燕, 刘奎, 李鹏, 付补礼, 唐良德, 张曼丽, 2014. 豆大蓟马的生物学特性研究. 热带作物学报, 35(12): 2437–2441.]
- Ranamukhaarachchi SL, Wickramarachchi KS, 2007. Color preference and sticky traps for field management of thrips *Ceratothripoides claratris* (Shumsher) (Thysanoptera: Thripidae) in tomato in central Thailand. *Int. J. Agric. Biol.*, 9(3): 839–844.
- Rodriguez-Saona CR, Polavarapu S, Barry JD, Polk D, Jörnsten R, Oudemans PV, Liburd OE, 2010. Color preference, seasonality, spatial distribution and species composition of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in northern highbush blueberries. *Crop Prot.*, 29(11): 1331–1440.
- Seo MJ, Kim SJ, Kang EJ, Kang MK, Yu YM, Nam MH, Jeong SG, Youn YN, 2006. Attraction of the garden thrips, *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae), to colored sticky cards in a Nonsan strawberry greenhouse. *Korean J. Appl. Entomol.*, 45: 37–43.
- Tang LD, Han Y, Wu JH, Li P, Fu BL, Qiu HY, Liu K, 2015a. Preference of *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) to different colors and light-waves in lab. *Plant Protection*, 41(6): 169–172. [唐良德, 韩云, 吴建辉, 李鹏, 付步礼, 邱海燕, 刘奎, 2015. 豆大蓟马室内对不同颜色及光波的趋性反应. 植物保护, 41(6): 169–172.]
- Tang LD, Fu BL, Qiu HY, Han Y, Li P, Liu K, 2015b. Studied on the Toxicity of different insecticides to against *Megalurothrips usitatus* by using a modified TIBS method. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 36(3): 570–574. [唐良德, 付步礼, 邱海燕, 韩云, 李鹏, 刘奎, 2015. 豆大蓟马对 12 种杀虫剂的敏感性测定. 热带作物学报, 36(3): 570–574.]
- Tang LD, Zhao HY, Fu BL, Han Y, Liu K, Wu JH, 2016. Colored sticky traps to selectively survey thrips in cowpea ecosystem. *Neotropical Entomology*, 45(1): 96–101.
- Teulon DAJ, Penman DR, 1992. Colour preferences of New Zealand thrips (Terebrantia: Thysanoptera). *NZ Entomol.*, 15(1): 8–13.
- Wang C, Zhu WJ, Fu YG, Xie ZF, Han DY, Zhang FP, Niu LM, 2015. Screening of preferred color and field evaluation for monitoring *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Environmental Entomology*, 37(1): 107–115. [王琛, 朱文静, 符悦冠, 解志峰, 韩冬银, 张方平, 牛黎明, 2015. 茶黄蓟马嗜好颜色筛选及监测效果测定. 环境昆虫学报, 37(1): 107–115.]
- Wu QJ, Xu BY, Zhang YJ, Zhang ZJ, Zhu GR, 2007. Taxis of western flower thrips to different colors and field efficacy of the blue sticky cards. *Plant Protection*, 33(4): 103–105. [吴青君, 徐宝云, 张友军, 张治军, 朱国仁, 2007. 西花蓟马对不同颜色的趋性及蓝色粘板的田间效果评价. 植物保护, 33(4): 103–105.]
- Wu SH, Xiang Q, Xue FS, 2006. Behavioral rhythm of insects. *Jiangxi Plant Protection*, 29(4): 147–157. [吴少会, 向群, 薛芳森, 昆虫的行为节律. 江西植保, 29(4): 147–157.]
- Xue HW, Wu WJ, 2013. Preferences of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) to different colors: a quantitative investigation using virtual wavelength. *Acta Entomologica Sinica*, 56(2): 161–166.
- Yun HT, Xiao RX, Wu YY, Weng YM, Zhuang GH, Deng CZ, Wu ZS, Fu J, 2012. Application of blue-trapping technique in cowpea thrips prevention and control. *China Vegetables*, 1(5): 32–32. [云海天, 肖日新, 吴月燕, 翁艳梅, 庄光辉, 邓长智, 伍壮生, 符坚, 2012. 蓝板诱杀技术在豇豆蓟马防控上的应用. 中国蔬菜, 1(5): 32–32.]