



不同黄板和二混合色板对烟蚜的引诱作用*

蒋月娥^{1,2**} 杨 广^{2,3,4***}

(1. 尤溪县农业局, 尤溪 365100; 2. 闽台作物有害生物生态防控国家重点实验室, 福建农林大学应用生态研究所, 福州 350002; 3. 农业部闽台作物有害生物综合治理重点实验室, 福建农林大学, 福州 350002; 4. 害虫绿色防控福建省高等学校重点实验室, 福建农林大学, 福州 350002)

摘 要 【目的】探究黄色及其配色对烟蚜 *Myzus persicae* 行为的影响, 有助于烟蚜绿色防控技术的优化。为田间黄板诱蚜的应用技术研发提供理论指导。【方法】利用电脑软件设置 8 种不同 RGB 黄色以及不同颜色的双色图卡, 测定烟蚜对色板的趋性反应。【结果】RGB 数值为 215 255 6 的 3 号黄色对烟蚜的引诱作用显著高于其他黄色, 其对烟蚜的平均引诱量为 8.5 头/块。在 3 号黄色的基础上配置另一种颜色, 发现在面积比 2 : 1 的比例下, 相对于 3 号色板只有 3-黑色板降低了诱虫量。在 1 : 1 的比例下, 3 号黄色比所有双色板对烟蚜的引诱作用都强, 说明增加配色的比例会降低黄板的引诱力。在 1 : 1 的比例下不同双色板的引诱力也存在着显著差异, 双色之间存在着互作现象, 这表明不同配色会影响色板对蚜虫的引诱作用。【结论】3 号黄色色板对烟蚜的引诱效果最好。

关键词 烟蚜, 烟草, RGB 数值, 混合色板, 趋性

The attractiveness of different yellow sticky cards and bi-colored sticky cards to the green peach aphid, *Myzus persicae*

JIANG Yue-E^{1, 2**} YANG Guang^{2, 3, 4***}

(1. Department of Agriculture of Youxi County, Youxi 365100, China; 2. State Key Laboratory of Ecological Pest Control for Fujian and Taiwan Crops, Institute of Applied Ecology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 3. Key Laboratory of Integrated Pest Management for Fujian-Taiwan Crops, Ministry of Agriculture, Fuzhou 350002, China; 4. Key Laboratory of Green Control of Insect Pests, Fujian Agriculture and Forestry University, Fujian Province University, Fuzhou 350002, China)

Abstract [Objectives] To test the attractiveness of different colored sticky cards to the green peach aphid, *Myzus persicae* in order to optimize environmentally-friendly control techniques for this pest. [Methods] The attractiveness of eight different yellow cards, and bi-colored cards, to *M. persicae* was tested in the lab with the RGB color designed by the Photoshop software. [Results] The No. 3 yellow card with an RGB value of 215 : 255 : 6 was the most attractive, attracting 8.50 individual/card. The color of this card was then combined with other colors to make bi-colored cards. At an area ratio of 2 : 1 of No. 3 yellow to other colors, only the No. 3/black card attracted less aphids than the No. 3 yellow card. At an area ratio of 1 : 1, the No. yellow 3 card was more attractive to aphids than all bi-colored cards, indicating that increasing the area other colors decreased the attractiveness of bi-colored cards. Significant differences were observed among bi-colored cards indicating that different color patterns affect the attractiveness of bi-colored cards to aphids. These results provide a foundation for optimizing the use of yellow sticky card to capture aphids in the field. [Conclusion] The No. 3 yellow sticky card is the most attractive to aphids.

Key words *Myzus persicae*, *Nicotiana tabacum*, numerical value of RGB, colored card, taxis

*资助项目 Supported project : 福建省烟草公司南平市公司烟草农业科技项目 (NYK 2013-13-3)

**第一作者 First author, E-mail : 1057361882@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail : yxg@fafu.edu.cn

收稿日期 Received : 2018-01-08, 接受日期 Accepted : 2018-05-03

烟草 *Nicotiana tabacum* 是我国重要的经济作物。我国是世界上最大的烟草生产国,根据联合国粮农组织的统计,2006 年我国的烟草产量约占全球产量的 41%。烟蚜是烟草上的主要害虫之一,在烟草的苗期和大田期造成危害(林祥永等,2013)。烟蚜取食后,烟叶卷缩、变薄,植株生长缓慢,易发生煤污病,烤后易碎且缺乏光泽,制成的卷烟不佳,燃烧性差。烟蚜还能够传播多种病毒病,像黄瓜花叶病毒(CMV)、马铃薯 Y 病毒(PVY)、烟草脉斑驳病毒(TVMV)、烟草脉带花叶病毒(TvBMV)等(马继盛等,2007),严重影响烟叶的产量和质量。化学防治是目前烟蚜的主要防治手段。化学防治见效快,但是对环境污染大,容易引起残留(Residue)、抗性(Resistance)、再度猖獗(Resurgence)(“3R”问题),且影响烟草的品质,所以如何减少农药使用量,使用对生态友好的防治方法已引起人们的广泛关注。

大多数昆虫的视觉系统为三原色视觉系统,主要有 3 种光感受器:紫外光(最高峰值 350 nm 左右)、蓝光(最高峰值 440 nm 左右)、绿光(最高峰值 540 nm 左右)感受器,部分昆虫还具有红光感受器(Peitsch *et al.*, 1992)。光感受器的不同光谱敏感性为昆虫神经色彩编码系统区别不同颜色提供了必要信息(Peitsch *et al.*, 1992)。不同昆虫视觉细胞膜上的载色体以及载色体和视蛋白组合的不同导致了昆虫光谱敏感性既有相似性又有差异性(方宇凌和张钟宁,2002)。因此,昆虫的视觉系统决定了昆虫视觉敏感的千差万别。

蚜虫对于黄色具有很强的趋性,利用黄板诱蚜的报道较多。Gonzalez 和 Rowlin(1968)利用黄色水盆对蚜虫种群进行抽样调查,Cohen 和 Marco(1973)利用黄带对有翅蚜进行防治,有效降低了因蚜虫传播病毒的发生率。秦剑波等(2011)利用黄板,有效地减少了烟田蚜虫数量,烟草病毒病病情指数下降了 36.97%-61.72%,产量提高了 21.68%。林星华等(2011)的研究表明,悬挂黄板 21 d 后的防治效果达 96.13%。牛

慧伟等(2016)的研究亦表明,使用黄板能够显著降低烟蚜虫口数和蚜虫传病毒病病情指数。以上研究表明,黄板在蚜虫防控上起到了一定的作用,但是色板上的不同类型黄色,以及其它色和黄色配合使用对烟蚜的防治效果尚不明确。因此,本研究以烟蚜为研究对象,测定 8 种不同 RGB 数值的黄色板对烟蚜的引诱效果,以及不同配色对黄板引诱效率的影响,希望提高黄板引诱效率,促进烟蚜的绿色防控。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试昆虫 烟蚜采于福建农林大学生物防治研究所,在人工气候室中培养,室内条件为:温度 25℃,光照周期 14 h/10 h,光照强度 1 000-2 000 lx,相对湿度 50%-80%。

1.1.2 不同数值的黄板制作 根据常见的不同深浅黄色,利用电脑软件 Photoshop 设置 8 种 RGB 数值的黄色(表 1)以及不同颜色的双色图(表 2),利用喷墨打印机,使用光面照片纸进行打印,制作黄板。

表 1 烟蚜趋性测定使用的不同数值的颜色
Table 1 Numerical colors used in the taxis bioassay of *Myzus persicae*

颜色代号 Color name	RGB 值 RGB value	颜色 Color
1	244 255 133	
2	252 218 80	
3	215 255 6	
4	255 255 0	
5	255 242 0	
6	255 215 0	
7	231 214 0	
8	245 168 5	
黑色 Black	0 0 0	
红色 Red	255 0 0	
蓝色 Blue	0 0 255	
绿色 Green	0 176 80	

1.2 不同数值黄板对烟蚜引诱效果的测定

8 张不同数值的黄板贴在透明的八面体亚克力笼子的内壁上 (薛皇娃和吴伟坚, 2013), 笼子 上方用透明的亚克力板覆盖, 防止蚜虫逃逸。 笼子上方 10 cm 间隔放置 4 盏 11 W 的荧光灯提 供光照。在笼子中央放置 50 头有翅蚜虫, 15 min 后统计各面黄板上以及距离各个黄板正对面 2 cm 范围内的蚜虫数量, 每个处理进行 8 个重复。 每次生物测定均选用新的蚜虫, 即每头蚜虫仅测 试 1 次。试验于室内温度 (25±2) 条件下进 行测定。

1.3 不同双色板对烟蚜引诱效果的测定

根据 1.2 的试验结果, 选择 3 号颜色, 将 3 号颜色与其它颜色 (蓝色、黑色、绿色、红色、 4、6、8 号) 以面积比为 2 1、1 1 进行组合 (表 2), 以纯色 3 号颜色作为对照, 在相同的装置中, 在 1.2 的条件下, 以同样的方法进行蚜虫趋性测 定, 每个处理重复 8 次。

表 2 烟蚜趋性测定使用的双色板 Table 2 Bi-colored cards used in taxis bioassay of <i>Myzus persicae</i>		
双色板代号 Bi-colored sticky card	面积比 2 1 Area ratio of 2 1	面积比 1 1 Area ratio of 1 1
3-4 Colors three and four		
3-6 Colors three and six		
3-8 Colors three and eight		
3-红色 Colors three and red		
3-黑色 Colors three and black		
3-蓝色 Colors three and blue		
3-绿色 Colors three and green		

1.4 数据处理

试验数据利用 IBM SPSS Statistics (Version 21) 分析烟蚜对不同组合双色板行为选择进行单

因素方差分析及 Duncan's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 单一颜色色板对烟蚜的引诱效果

2.1.1 不同 RGB 数值黄板对烟蚜的引诱效果
测定不同黄色对烟蚜的引诱效果, 结果见图 1。结果表明, 烟蚜对不同颜色的趋性反应存在 显著差异 ($F=18.103, df_1=7, df_2=56, P=0.000$)。 从图 1 中可以看出 3 号色板 (215 5 6) 对烟 蚜的引诱效果最好, 其平均引诱量达到 8.5 头/ 块, 显著高于其它色板, 其次为 4 (255 255 0)、5 (255 242 0)、6 (255 215 0) 和 8 (245 168 5) 号色板, 平均引诱量分别为 6.4、6.4、 6.9、6.0 头/块, 四者之间差异不显著。烟蚜对 1 号、2 号和 7 号色板的趋性反应最弱, 彼此之间 没有差异。由此可见, 烟蚜对 3 号色板 (215 255 6) 的趋性最强。

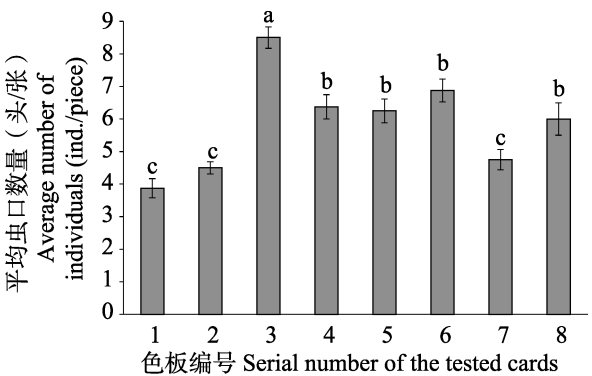


图 1 烟蚜对不同 RGB 数值黄板的趋性
Fig. 1 Taxis responses of *Myzus persicae* to different RGB numerical cards

1 (244 255 133); 2 (252 218 80);
3 (215 255 6); 4 (255 255 0); 5 (255 242 0);
6 (255 215 0); 7 (231 214 0); 8 (245 168 5)。

图中数值为平均值±标准误, 柱上标有不同字母 表示差异显著 ($P<0.05$)。下图同。
Data in the figure are presented as mean±SE.
Histograms with different letters indicate significant difference at the 0.05 level. The same below.

2.1.2 不同面积比双色板对烟蚜的引诱效果
面积比为 2 1 双色板对烟蚜的引诱效果见 图 2。结果表明, 在 3 号颜色 (215 255 6) 与

其他颜色在面积比为 2 : 1 的情况下, 对烟蚜的引诱效果存在显著性差异 ($F=3.140$, $df_1=7$, $df_2=56$, $P=0.007$), 只有 3-黑双色板对烟蚜的引诱效果最差, 其他双色板与 3 号色板的引诱力没有差别, 可能是因为 3 号颜色 (215 : 255 : 6) 占主要部分, 其它颜色的效应还不能体现出来。这也进一步说明了, 3 号颜色 (215 : 255 : 6) 对烟蚜有最强的引诱力, 其它颜色的少量干扰不能影响其引诱力。

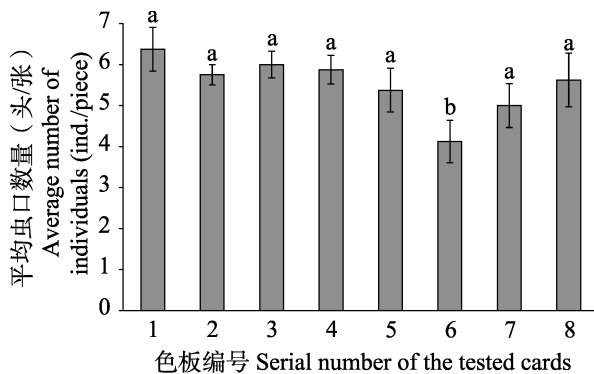


图 2 烟蚜对 3 号颜色与其它颜色面积比为 2 : 1 情况下的趋性反应

Fig. 2 Taxis responses of *Myzus persicae* to No. 3 yellow card and cards with the area ratio of 2 : 1 between No. 3 yellow and other colors

1: Color three; 2: Colors three and four; 3: Colors three and six; 4: Colors three and eight; 5: Colors three and red;
6: Colors three and black; 7: Colors three and blue; 8: Colors three and green. 下图同。The same below.

不同颜色组合面积比为 1 : 1 的双色板对烟蚜的引诱效果见图 3。结果表明, 在 3 号颜色 (215 : 255 : 6) 与其他颜色在面积比为 1 : 1 的情况下, 双色板对烟蚜的引诱效果存在显著性差异 ($F=22.016$, $df_1=7$, $df_2=56$, $P=0.000$)。从图 3 可以看出, 3 号色板对烟蚜的引诱效果明显好于面积比为 1 : 1 双色板, 其平均引诱量为 9.50 头/块, 说明 3 号色板对烟蚜引诱力最强, 其它颜色的混配不能提高色板的引诱力。引诱力第二的是 3-8 号双色板, 其平均引诱量为 7.4 头/块。上述研究结果表明, 4、6、8 号颜色对烟蚜引诱效果无显著差别, 但面积比 1 : 1 的 3-8 色板对烟蚜的引诱效果比 3-4 和 3-6 色板好, 说明双色

之间存在着互作。引诱效果最差的是 3-黑和 3-红色板, 其平均引诱量分别为 3.6 头/块和 3.9 头/块, 可见增加黑色和红色比例降低对烟蚜的引诱效果。

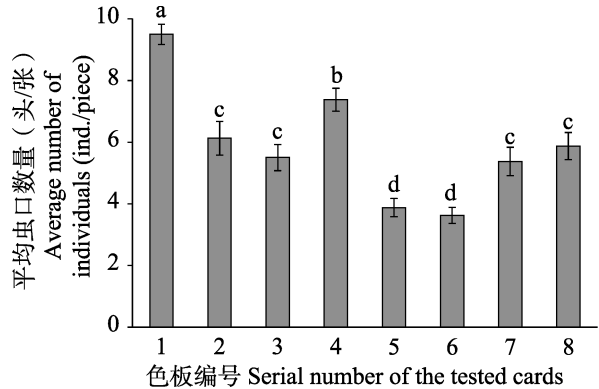


图 3 烟蚜对 3 号颜色与其他颜色面积比为 1 : 1 情况下的趋性反应

Fig. 3 Taxis responses of *Myzus persicae* to No. 3 yellow card and cards with the area ratio of 1 : 1 between No. 3 yellow and other colors

3 结论与讨论

国内学者研究了昆虫对不同颜色的选择行为, 认为昆虫对不同的颜色具有选择偏好性 (陈瀚等, 2012; 罗永丽等, 2012; 夏波等, 2012; 王琛等, 2015)。林金丽等 (2009) 利用不同亮度和色度的色板诱捕茶园的昆虫, 其结果表明亮度 : 色度坐标^a : 色度坐标^b 为 86.30 : 11.89 : 81.14 的素馨黄色和明亮度 : 色度坐标^a : 色度坐标^b 为 74.54 : 47.97 : 56.81 的芽绿色对叶蝉 Cicadellidae、粉虱 Aleyrodidae 和蜡蝉 Fulgoridae 的诱捕效果最好。薛皇娃和吴伟坚 (2013) 的研究表明瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) 对虚拟波长为 540 nm 的黄绿色趋性最强。烟蚜对黄色具有明显的趋性已经被实践证实, 并被应用到实际的防治中 (李娟和安德荣, 2010; 秦建波等, 2011; 牛慧伟等, 2016)。本研究设置不同的 RGB 值, 选取常见的 8 种不同 GRB 数值的颜色, 研究烟蚜的趋性, 其结果中表明 3 号色板 (215 : 255 : 6) 对烟蚜的引诱效果最好, 这与付国需等 (2009) 的研究具有相似之处, 桃蚜对于波长为 538.9 nm 和 549.9 nm 的绿偏黄色反应

最敏感,但胡小敏等(2011)的研究却表明波长为 575.0 nm 的柠檬黄诱蚜效果最好,这与本试验的结果不相符,可能是因为选择的蚜虫种类以及试验环境的不同造成的。

已有研究发现在具有引诱作用的颜色的基础之上,结合其他颜色进行不同比例的混配可以提高色板对昆虫的引诱作用。例如李江涛等(2009)的研究表明将蓝色和黄色进行混配,且蓝色占优势时,二者混配的色板诱杀到西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 的数量明显要多于单色。Mainali 和 Lim(2010)的研究表明,在黑色背景下的黄板对蓟马的引诱效果最好,且黑色比例越高,效果越好。Kim 和 Lim(2011)研究色板对烟粉虱的引诱效果,表明在黑色背景下能够提高黄板对烟粉虱 *Bemisia tabaci* 的引诱效果。本研究中将 2 种不同颜色按照 2:1(3 号颜色:其他颜色)的面积比进行混配并没有提高色板对烟蚜的引诱作用,究其原因可能是因为 3 号黄色仍占优势,但是以 1:1(3 号黄色:其他颜色)的面积比进行颜色的混配,证明 3 号颜色和 8 号颜色混配比 3 号与同 8 号具有同等引诱效力的 4 号和 6 号混配对烟蚜引诱效果更好,可见 2 色的诱蚜效力之间存在着互作,至于是增效还是减效尚需进一步确定。相关研究表明某些昆虫对黑色和红色的趋向性或显著低于其他颜色。例如 Broughton 和 Harrison(2012)的研究表明黑色和红色粘板对蓟马的诱捕效果显著低于蓝色、黄色和白色粘板;从刘平等(2007)的研究中可以看出,黑色和红色对蚜虫的引诱量显著低于黄、绿、蓝和白色。本研究结果表明,3-黑色对烟蚜的引诱效果最差,在面积比为 2:1 时就已经表现明显,当面积比达到 1:1 时,3-黑色与 3-红色对烟蚜的引诱效果显著低于其他颜色的混配,这说明黑色和红色对烟蚜可能具有一定的驱避作用。

黄板对烟蚜具有诱杀作用,但是也有研究认为黄板对非靶标害虫以及天敌昆虫的伤害太大,必须谨慎使用(朱美华等,2008;张智等,2013;张利军等,2014)。综合考虑,错开靶标害虫和

天敌的活跃时间以及二者的活动空间可以在一定程度上降低益害比(冉隆贵等,2016;伍绍龙等,2016)。黄板具有持效性,但是时效性差,在蚜虫爆发期,应该综合化学防治,达到最好的防治效果。

自然环境中具有数不清的色彩,不同的颜色、色板的大小、形状以及多种颜色的组合模式都有可能影响昆虫对色板的选择,本实验中选取的颜色具有一定的局限性,也可能因为打印条件的不同,在生产过程中难以执行,接下来需要进一步对色板的色谱波长进行测定,研究多种混配模式下色板对烟蚜的引诱效果,以期可以更好的应用到生产中,为蚜虫的趋黄机理及绿色防控提供参考。

参考文献 (References)

- Broughton S, Harrison J, 2012. Evaluation of monitoring methods for thrips and the effect of trap colour and semiochemicals on sticky trap capture of thrips (Thysanoptera) and beneficial insects (Syrphidae, Hemerobiidae) in deciduous fruit trees in Western Australia. *Crop Protection*, 42: 156–163.
- Cohen S, Marco S, 1973. Reducing the spread of aphid-transmitted viruses in peppers by trapping the aphids on sticky yellow polyethylene sheets. *Phytopathology*, 63(9): 1207–1209.
- Chen H, Mao H, Chu YN, Liu XX, Zhang QW, 2012. The study of color traps for capturing cotton mirids. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(2): 454–458. [陈瀚, 毛红, 褚艳娜, 刘小侠, 张青文, 2012. 利用色板诱集棉盲蝽的效果研究. 应用昆虫学报, 49(2): 454–458.]
- Fu GX, Li WZ, Wu SY, Yuan GH, Wang YH, An JJ, Chai XL, 2009. Bioassays on phototactic responses of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) to different monochromatic lights. *Acta Entomologica Sinica*, 52(10): 1171–1176. [付国需, 李为争, 吴少英, 原国辉, 王英慧, 安靖靖, 柴晓乐, 2009. 桃蚜对不同单色光趋性反应的测定. 昆虫学报, 52(10): 1171–1176.]
- Fang YL, Zhang ZN, 2002. Influence of host-plant volatile components on oviposition behavior and sex pheromone attractiveness to *Helicoverpa armigera*. *Acta Entomologica Sinica*, 45(1): 63–67. [方宇凌, 张钟宁, 2002. 植物气味化合物对棉铃虫产卵及田间诱蛾的影响. 昆虫学报, 45(1): 63–67.]
- Gonzalez D, Rawlins WA, 1968. Aphid sampling efficiency of Möericke traps affected by height and background. *Journal of Economic Entomology*, 61(1): 109–114.
- Hu XM, Wang YH, Lin XH, Chen TC, An DR, Lei ZR, 2011. Preference of aphids to different color sticky cards and different wavelengths of yellow sticky boards. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 20(9): 190–193. [胡小敏, 王云虎, 林星华, 陈太春, 安德荣, 雷仲仁, 2011. 蚜虫对不同色卡敏感性以及对不同波长黄色粘虫板趋性. 西北农业学报, 20(9):

- 190–193.]
- Kim S, Lim UT, 2011. Evaluation of a modified sticky card to attract *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) and a behavioural study on their visual response. *Crop Protection*, 30(4): 508–511.
- Li JT, Deng JH, Liu ZS, Duan DX, Ding YM, Liu GQ, Xiao C, 2009. The attractiveness of different colors to *Frankliniella occidentalis*. *Plant Quarantine*, 22(6): 360–363. [李江涛, 邓建华, 刘忠善, 段登晓, 丁元明, 刘国琴, 肖春, 2009. 不同颜色色板对西花蓟马的诱集效果比较. 植物检疫, 22(6): 360–363.]
- Li J, An DR, 2010. Effect of bushate yellow board on aphid and hence aphid-borne virus diseases in tobacco field. *Acta Tabacaria Sinica*, 16(2): 70–72. [李娟, 安德荣, 2010. 捕杀特黄板对烟蚜及烟田蚜传病毒病防治效果的研究. 中国烟草学报, 16(2): 70–72.]
- 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.]
- Lin SH, Hu XM, Wang YH, Chen TC, Li J, Geng WH, An DR, 2011. Control effect of Bushate yellow board on *Myzus persicae* and aphid-borne virus diseases in tomato greenhouse. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 20(3): 199–202. [林星华, 胡小敏, 王云虎, 陈太春, 李晶, 耿伟华, 安德荣, 2011. 捕杀特黄板对大棚番茄桃蚜及蚜传病毒病的防治效果. 西北农业学报, 20(3): 199–202.]
- Ling XY, Liao YC, Chang PF, Xie FB, 2013. Research on the integrated control of tobacco pests in Fujian. *Fujian Agricultural Science and Technology*, (1/2): 64–66. [林祥永, 廖衍昌, 常鹏飞, 谢凤标, 2013. 福建烟草害虫综合防治研究. 福建农业科技, (1/2): 64–66.]
- Luo YL, Wang DS, He YR, Guo XL, Xie MQ, 2012. Color preference of female adults of *Trichogrammatoidea bactrae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Acta Entomologica Sinica*, 55(1): 63–69. [罗永丽, 王德森, 何余容, 郭祥令, 谢梅琼, 2012. 卷蛾分索赤眼蜂雌蜂的颜色偏好性. 昆虫学报, 55(1): 63–69.]
- Ma JS, Luo MH, Guo XR, 2007. Chinese Tobacco Insect. Beijing: China Science Publishing & Media Group Ltd. 97–123. [马继盛, 罗梅浩, 郭线茹, 2007. 北京: 中国烟草昆虫. 科学出版社. 97–123.]
- Mainali BP, Lim UT, 2010. Circular yellow sticky trap with black background enhances attraction of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology*, 45(1): 207–213.
- Niu HW, Xiao XY, Lin M, Chen J, Yang QG, Lai GP, Xu MM, Zhong QZ, Yang HD, 2016. Control effects of different yellow sticky boards against *Myzus persicae* and aphid-borne virus diseases. *Guizhou Agriculturae Sciences*, 44(9): 68–70. [牛慧伟, 肖先仪, 林梅, 谌剑, 杨庆根, 赖劲鹏, 许明敏, 钟秋瓚, 杨海东, 2016. 不同黄色粘虫板对烟蚜及蚜传病毒病的防治效果. 贵州农业科学, 44(9): 68–70.]
- Peitsch D, Fietz A, Hertel H, Souza DJ, Ventura DF, Menzel R, 1992. The spectral input systems of hymenopteran insects and their receptor-based colour vision. *Journal of Comparative Physiology* A, 170(1): 23–40.
- Qin JB, Gao XJ, Mu TT, Zhou FM, Zhang XY, Tan J, Huang XG, 2011. Control effects of yellow board on *Myzus persicae* and tobacco viral disease. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 23(11): 106–108. [秦剑波, 高小俊, 母婷婷, 周孚美, 张小易, 谭军, 黄新国, 2011. 黄板对烟蚜及烟草病毒病防治效果的研究. 江西农业学报, 23(11): 106–108.]
- Ran LG, Xie ZY, Xiao B, Qin DZ, 2016. Effects of yellow trapping card on *Empoasca (Matsumurasca) onukii* and spiders in Shanxi tea plantation. *Southwest China Journal of Agricultural Science*, 29(11): 2594–2597. [冉隆贵, 谢震宇, 肖斌, 秦道正, 2016. 诱虫黄板对陕西茶区小贯小绿叶蝉及天敌蜘蛛的影响. 西南农业学报, 29(11): 2594–2597.]
- Wu SL, Zhou ZC, Peng SG, Zhou FM, 2016. Study on trapping efficacy of yellow boards to alatae of *Myzus persicae* in the breeding greenhouse of *Aphidius gifuensis*. *Hunan Agriculturae Sciences*, (10): 65–68. [伍绍龙, 周志成, 彭曙光, 周孚美, 2016. 黄板对烟蚜茧蜂繁殖小棚内有翅蚜的诱杀效果研究. 湖南农业科学, (10): 65–68.]
- 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.]
- 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): 191–196. [薛皇娃, 吴伟坚, 2013. 瓜实蝇对虚拟波长下不同颜色的趋性. 昆虫学报, 56(2): 191–196.]
- Xia B, Sun X, Sun YS, Wang BQ, 2012. Study on the difference of phototaxis insects' preference to cloth in different colors. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 40(19): 10119–10121. [夏波, 孙霄, 孙义首, 王宝青, 2012. 趋光性昆虫对不同颜色幕布的趋性差异研究. 安徽农业科学, 40(19): 10119–10121.]
- Zhu MH, Chen WL, Gu D, Liu QY, Li ZZ, 2008. Effects of yellow boards on the natural enemies of the *Liriomyza*. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science Edition)*, 33(3): 48–51. [朱美华, 陈文龙, 顾丁, 柳琼友, 李子忠, 2008. 黄板诱杀对斑潜蝇天敌的影响. 西南师范大学学报(自然科学版), 33(3): 48–51.]
- Zhang LJ, Li BY, Li YY, Li Y, Zhao ZG, Ma RY, 2014. Effectiveness of yellow sticky traps in capturing aphids and their natural enemies in three kinds of orchards. *Journal of Plant Protection*, 41(6): 747–753. [张利军, 李宾瑶, 李丫丫, 李玥, 赵志国, 马瑞燕, 2014. 黄色黏虫板在 3 种果园对蚜虫及其天敌的诱集作用. 植物保护学报, 40(19): 10119–10121.]
- Zhang Z, Zhang YH, Cheng DF, Jiang JW, Sun JR, Gao M, Li YT, Yang H, 2013. Effectiveness of yellow sticky card traps in capturing wheat aphids and their natural enemies. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(1): 223–229. [张智, 张云慧, 程登发, 蒋金炜, 孙京瑞, 高苗, 李一通, 杨贺, 2013. 黄色粘板对小麦蚜虫及其天敌的诱集作用. 应用昆虫学报, 51(1): 223–229.]