山东农业大学学报(自然科学版),2026,57(4):690-698 VOL.57 NO.4 2026
Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition) doi:10.3969/j.issn.1000-2324.2026.04.010

不同颜色粘虫板对北方茶园昆虫的诱集效果评价

石 庆,张特斌,金美娜,管飞雨,王莉苹,张正群*
山东农业大学园艺科学与工程学院，山东 泰安 271018

摘 要: 粘虫板是茶园广泛使用的物理防治工具,由于茶园害虫种类繁多,单一颜色粘虫板对天敌昆虫群落容易造成误杀,破坏茶园生态系统。为解决此问题,本试验探索多种有效颜色色板结合使用。采用RGB配色法,设置16种不同颜色的粘虫板,在6月、10月进行害虫和非靶标昆虫的诱集试验,评价不同颜色诱虫板对北方茶园主要害虫以及非靶标昆虫的引诱效果。结果表明,不同颜色粘虫板对北方茶园主要害虫及天敌的诱集效果差异极显著:黄色(255/255/0)对多数昆虫都有较强的诱集性,但在使用中对天敌类昆虫有一定的威胁;深红色(200/8/82)及橙色(234/85/32)对绿盲蝽诱集性较强;土黄色(135/143/0)对小贯小绿叶蝉的诱集效果最好。不同粘虫板在6月与10月的诱集量和诱集益害比都有所波动:黄色色板诱集量下降;土黄色色板益害比由0.037提升至0.143。根据试验结果得出颜色分组:黄色因高诱虫数目单独分为一类,红色与土黄色诱虫效果相似分为一类,深红色和橙色因色彩与绿盲蝽寄主颜色相似并入同一类。本试验通过量化北方茶园色板诱杀技术的生态权衡效应,为北方生态茶园不同时期使用不同颜色粘虫板组合进行更有效的物理防控提供参考。

关键词: 北方茶园；不同颜色；粘虫板；害虫；天敌；诱集效果
中图法分类号: S435.711 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2324(2026)04-0690-09

Evaluation of the Trapping Effect of Sticky Insect Boards of Different Colors on Insects in Northern Tea Gardens

SHI Qing, ZHANG Te-bin, JIN Mei-na, GUAN Fei-yu, WANG Li-ping, ZHANG Zheng-qun*
College of Horticultural Science and Engineering/Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China

Abstract: Sticky boards are widely used physical control tools in tea gardens. However, due to the diversity of pest species, single-colored sticky boards may inadvertently harm natural enemy communities and disrupt the plantation ecosystem. To address this issue, this experiment explores the combined use of multiple effective colored boards. Using the RGB color matching method, it sets up 16 different-colored sticky boards, and conducts pest and non-target insect trapping trials in June and October to evaluate the trapping efficacy of different colored boards against major pests and non-target insects in northern tea gardens. The results show significant differences in the trapping effects of different colored sticky boards on major pests and natural enemies in northern tea gardens: yellow (255/255/0) exhibits strong attractiveness to most insects but poses a certain threat to natural enemy insects during use; ruby (200/8/82) and orange (234/85/32) show strong trapping efficacy for green leafhoppers; ochre (135/143/0) demonstrates the best trapping effect on *Empoasca onukii*. The trapping quantities and beneficial-to-harmful ratios of different sticky boards fluctuates between June and October: the trapping quantity of yellow boards decreases, while the beneficial-to-harmful ratio of ochre boards increases from 0.037 to 0.143. Based on the experimental results, the colors are categorized as follows: yellow is classified separately due to its high insect-trapping efficiency; red and ochre are grouped together due to their similar trapping effects; ruby and orange are merged into the same category because their hues resemble the host plant colors of green leafhoppers. By quantifying the ecological trade-offs of colored board trapping technology in northern tea gardens, this study provides a reference for more effective physical control of pests using different combinations of colored sticky boards during various periods in northern ecological tea gardens.

Keywords: North tea garden; different colors; sticky boards; pests; natural enemies; attractive effect

收稿日期: 2025-07-02 **修回日期:** 2026-06-17
基金项目: 山东省重点研发项目(2022LZGCQY020):山东省科技特派员产业服务团泰安市高端茶产业服务团项目:泰安市岱岳人才工程行业拔尖项目(科技领域)人才培养项目
第1作者简介: 石 庆(1997-),男,硕士研究生,研究方向:茶树病虫防治。 E-mail:1329106728@qq.com
***通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:zqzhang@sdua.edu.cn

茶园害虫绿色防控是茶园提质增效和生态茶园建设的需要,也是保障茶叶质量安全与茶园生态安全的重要环节[1]。物理诱控技术因其环境友好、操作简便等优势,逐渐成为茶园害虫综合治理的核心手段之一[2]。其中,彩色诱虫板常作为田间或设施栽培害虫防控手段[3],该技术可通过利用昆虫趋色性实现靶向诱捕,在南方茶园害虫防治应用过程中积累了较多研究基础。北方茶园因气候条件、地理环境、害虫群落结构及天敌资源的特殊性,色板应用技术体系亟待针对性优化。

物理诱杀措施中选用的颜色对靶标害虫的引诱具有选择性[4]。例如,黄色诱虫板对茶园中小贯小绿叶蝉(*Empoasca onukii*)、黑刺粉虱(*Aleurocanthus spiniferus*)等半翅目害虫表现出强诱集力[4],茶黄蓟马(*Scirtothrips dorsalis*)田间嗜好颜色为波长为560 nm[RGB(195/255/0)]的黄绿色,540 nm绿色和580 nm黄色也有较好诱捕效果[5]。色板悬挂高度和朝向同样会影响诱集效率,如蓬面0~20 cm高度可兼顾茶小绿叶蝉与黑刺粉虱的诱杀需求[6],东西朝向的诱虫板因其可以接收到更多的太阳光从而对茶黄蓟马的诱集效果高于其他朝向[7]。值得注意的是,色板诱杀技术的生态风险不容忽视,不同颜色板对非靶标昆虫的诱集存在差异。黄色板对天敌群落的误杀率可达害虫诱集量的30%~45%[4,8],而纯白色板捕获的昆虫群落多样性最高,但其害虫诱集效率较低;蓝板对跳甲类害虫具有特异性,对天敌的误伤率相对较低[9]。因此,色板颜色的选择需在害虫防控效果与生态安全之间寻求平衡。北方茶园由于其特有的昆虫群落结构,害虫的天敌种类与数量都少于南方茶园,可能进一步放大这种权衡效应[10]。

北方茶园由于其普遍具有温带季风气候的特点,相比于南方茶园,害虫种类较少,优势种群以小贯小绿叶蝉、绿盲蝽以及黑刺粉虱为主,全年发生代数少,但单代危害较为集中,多数在6月份及10月份。北方茶园多建设在山地、丘陵,周围常伴有农田、林地,害虫与周围的生态环境交互性更强,害虫可迁入农田林地中取食及越冬,农田林地中的自然天敌也会进入茶园中抑制害虫增长。当前,针对北方茶园低温干燥环境下的害虫趋色行为特征缺乏系统分析,尤其是对北方农田生态系统常见的非靶标昆虫(如瓢虫、草蛉等天敌与蜂类等传粉昆虫)的伤害尚未形成定量评估体系。本研究拟系统评价黄、蓝、绿、白等16种不同颜色对北方茶园主要害虫绿盲蝽(*Apolygus lucorum*)、茶小绿叶蝉、黑刺粉虱的诱集效果,同时量化分析其对瓢虫、草蛉、寄生蜂等有益昆虫的损伤。旨在为北方茶区构建差异化色板配置方案提供理论支撑,推动物理诱控技术向精准化、生态化方向升级。

1　材料与方法

1.1　供试材料

采用光学三原色定义法(RGB)定义16种颜色(表1),将颜色打印在硬质铜版纸上,剪裁成24 cm×40 cm的矩形,诱虫板的两面均匀涂满0.4 mm厚的粘虫胶。每个诱虫板的一侧均打上两个直径约为0.5 cm的孔洞,并用细铁丝固定于高80 cm的竹竿上。

1.2　试验地情况

试验在山东泰安东兴农业有限公司张花峪生态茶园(36.17°N,116.49°E)进行。茶园按照生态茶园标准进行规划建设,园内也种植圆柏、紫薇、雪松、桃树等树种,茶园病虫害防治以物理防治和农业防治措施为主,未使用化学杀虫剂。选取1 000 m^2(20 m×50 m)的一处树势相似的茶棚作为试验场地。经前期调查,被粘虫板诱集到的昆虫茶园中的主要害虫有黑刺粉虱、小贯小绿叶蝉、绿盲蝽;捕食性或寄生性天敌主要有草蛉类(中华通草蛉*Chrysopa sinica*、大草蛉*Chrysopa pallens*)、瓢虫类(异色瓢虫*Harmonia axyridis*七星瓢虫*Coccinella septempunctata*、龟纹瓢虫*Propylea japonica*)、食蚜蝇类(黑带食蚜蝇*Episyrphus balteatus*、大灰优蚜蝇*Eupeodes corollae*)、寄生蜂类(松毛虫赤眼蜂*Trichogramma dendrolimi*、玉米螟赤眼蜂*Trichogramma ostriniae*、柄翅缨小蜂*Gonatocerus sp.*);以及不直接危害茶园、也不以其他昆虫为食或寄生的其他蝇类(家蝇*Musca domestica*、毛跗地种蝇*Delia florilega*、斑跗黑蝇*Ophyra chalcogaster*)与其他蜂类(中华蜜蜂*Apis cerana*、小峰熊蜂*Bombus hypocrita*、中华蚁蜂*Mutilla chinensis*)。为方便统计,本文将其他蝇

表1 16种诱虫颜色的RGB参数

Table1 RGB parameters for sixteen different insect trap colors

颜色名称 Color name	RGB参数 RGB parameters	色彩形式 Color form	颜色名称 Color name	RGB参数 RGB parameters	色彩形式 Color form
绿色 Green	0/255/0		粉色 Pink	255/0/255	
红色 Red	255/0/0		紫色 Purple	146/61/146	
黄色 Yellow	255/255/0		天蓝色 Sky blue	0/255/255	
白色 White	255/255/255		浅蓝色 Light blue	131/197/195	
黑色 Black	0/0/0		深红色 Deep red	200/8/82	
橙色 Orange	234/85/32		土黄色 Khaki	195/143/0	
蓝色 Blue	0/0/255		翠绿色 Emerald green	0/95/53	
棕色 Brown	70/29/0		紫藤色 Wisteria colour	70/20/155	

注：RGB值是指光学三原色红（Red）、绿（Green）、蓝（Blue）的亮度值，用整数从0到255表示，其中255表示亮度最大，0表示亮度为0。

Note：RGB values refer to the brightness levels of the three primary colors of light—Red，Green，and Blue—represented as integers ranging from 0 to 255，where 255 indicates maximum brightness and 0 denotes zero brightness.

类与其他蜂类合并为传粉类昆虫。

1.3　试验方法

试验在2024年6月10日与10月10日各进行1次。竹竿插在茶行中间，每隔2 m设置一块诱虫板，诱虫板东西朝向，高于茶行蓬面20 cm。不同颜色的粘虫板在茶园中随机排列，每种颜色包含8个重复。插板24 h后统计昆虫的种类和虫口数量。本文中的益虫代指草蛉类、寄生蜂类、食蚜蝇类以及瓢虫类，害虫代指小贯小绿叶蝉、绿盲蝽以及黑刺粉虱，诱集到的昆虫益害比采用以下公式计算：益害比=益虫数/害虫数。

1.4　数据处理

使用Microsoft Excel 2019进行统计分析；使用SPSS v20软件对不同颜色诱集的昆虫数量用单因素ANOVA和Tukey多重比较法检验进行差异显著性分析（$P<0.05$），采用组间连接聚类法对诱虫颜色进行聚类分析；使用Graphpad Prism 10作图。

2　结果与分析

2.1　不同颜色引诱的昆虫种类组成分析

通过对16种不同颜色粘虫板上的昆虫种类进行详细分类和统计表明，不同颜色粘虫板诱集到的昆虫类别组成和数量各不相同（图1）。在6月份，除白色、绿色、天蓝色、粉色、浅蓝色及翠绿色以外，测试颜色捕获的昆虫多以害虫类为主。其中黄色粘虫板上诱集到的昆虫数量最多，每板平均诱虫数为198.50头，占全部粘虫板诱虫数的27.72%，益害比为0.042，害虫类占总诱虫数的91.51%。土黄色色板益害比最低仅有0.037，害虫占总诱虫量91.23%；黑色色板益害比为0.062，害虫占比90.63%。翠绿色诱集到的昆虫数目最少，每板平均诱虫数仅为7.67头，占全部粘虫板0.45%，多以天敌类昆虫为主；白色色板益害比最高达到3.400。

在10月份，多数粘虫板诱集到的昆虫种类为蝇类和蜂类。黄色色板的诱虫数虽然依旧显著高于其他色板，但是相比于6月份，平均诱虫

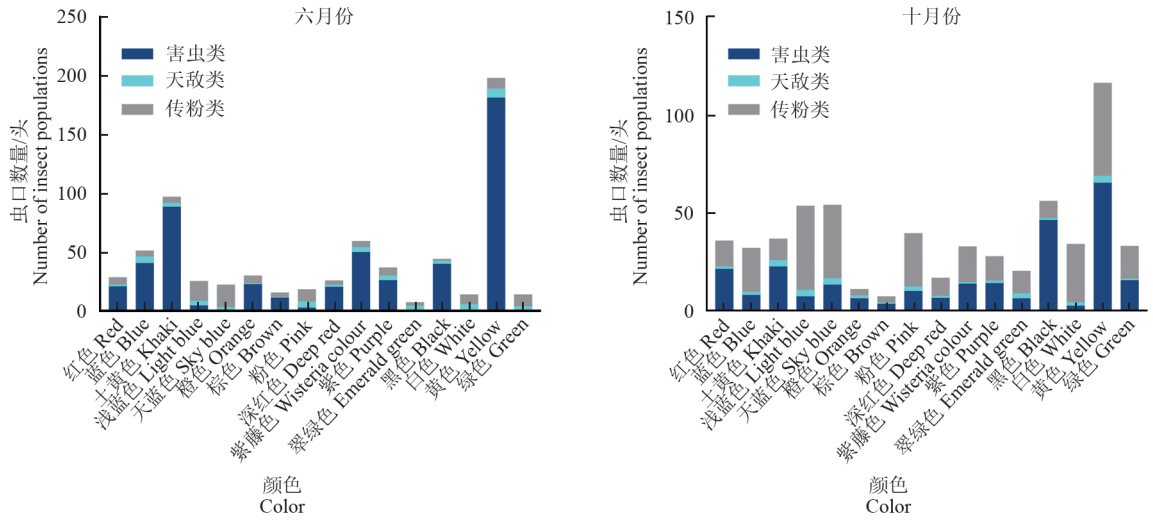


图 1 不同颜色诱虫板的诱虫数量及昆虫种类分布情况

Fig. 1 Number and species distribution of insects on different colored sticky traps

量减少至 116.50 头，在全部粘虫板中的占比降至 19.11%，其中害虫占比降至 56.22%，益害比提升至 0.053。土黄色色板害虫占比降至 61.49%，益害比为 0.143。黑色、天蓝色和浅蓝色粘虫板上的昆虫种类和数量都有所增加，尤其是黑色粘虫板，除了常见的茶园害虫外，还捕获了一些如蛾类夜行性昆虫。黑色粘虫板的诱虫益害比最低，为 2.15%，其中诱集到的益虫有 1.00 头/板，害虫有 46.5 头/板，害虫占比为 82.67%；白色粘虫板的诱虫益害比最高，为 0.636，其中益虫有 1.75 头/板，害虫有 2.75 头/板。

2.2　不同颜色对北方茶园主要害虫的引诱效果

6 月份，黑刺粉虱对黄色的趋性最强，达 183.33 头/板，其次为土黄色（85.00 头/板）、紫藤色（49.12 头/板），这 3 种颜色差异较为显著。黑刺粉虱对浅蓝色、天蓝色、粉色、翠绿色、白色与绿色趋性最低（F=52.657；P<0.001）。土黄色对小贯小绿叶蝉的吸引能力显著强于其他颜色色板，其次为红色、紫色、翠绿色、黄色（F=4.222；P<0.001）。绿盲蝽对深红色色板的趋性最强，其次为橙色、土黄色、紫藤色、粉色、绿色、紫色和蓝色（F=1.324；P=0.208）（图 2a）。

10 月份，黑刺粉虱对于黄色的趋性最强（60.25 头/板），其次为黑色（37.75 头/板）和土黄色（19.75 头/板），对棕色及绿色的趋性最弱，其余颜色对黑刺粉虱的吸引能力无较大区别（F=13.048；P<0.001）。小贯小绿叶蝉在黑色色板上的诱集数目最多，达 10.75 头/板，其次为黄色色板。淡蓝色色板对叶蝉的诱集数目最少，其次为白色色板，其余颜色的诱集量无较大差异（F=3.347；P<0.001）。粘虫板在 10 月份诱集到的绿盲蝽数量较少，且不同颜色间无显著差异（F=1.248；P=0.248）（图 2b）。

2.3　茶园天敌类昆虫对不同诱集颜色的趋性分析

6 月份，寄生蜂在对各颜色的趋性上无显著差异（F=1.694，P=0.069）；食蚜蝇在橙色色板上和棕色的诱集数量为 0 头，其次是红色、土黄色、翠绿色、黑色和绿色，5 种颜色无明显差异（F=4.349，P<0.001）；瓢虫对深红色的趋性最低，其次为棕色（F=2.584，P=0.003）；红色、浅蓝色、天蓝色、橙色及棕色色板诱集的草蛉数量均为 0（F=3.636，P<0.001）（图 3a）。10 月份天敌类昆虫诱集总量低于 6 月份，平均诱虫量仅占 6 月份诱集数目的 52.00%。寄生蜂在深红色及黑色色板上的数量为 0（F=1.456，P=0.135）；食蚜蝇在棕色色板上的数量最低（F=2.36，P=0.006）；瓢虫（F=1.561，P=0.097）及草蛉（F=2.93，P=0.001）在绿色和紫色色板上的数量较低（图 3b）。

2.4　茶园传粉类昆虫对不同诱集颜色的趋性分析

蝇类（F=9.23；P<0.001）与蜂类（F=1.01；P=0.454）对色彩有独特的趋性，更倾向于天蓝色、淡蓝色、橙色等较为鲜艳的颜色，除此之外对其他颜色的趋性均较差，低于 0.5 头/板（图 4a）。蝇类（F=6.699；P<0.001）与蜂类（F=7.33；P<0.001）

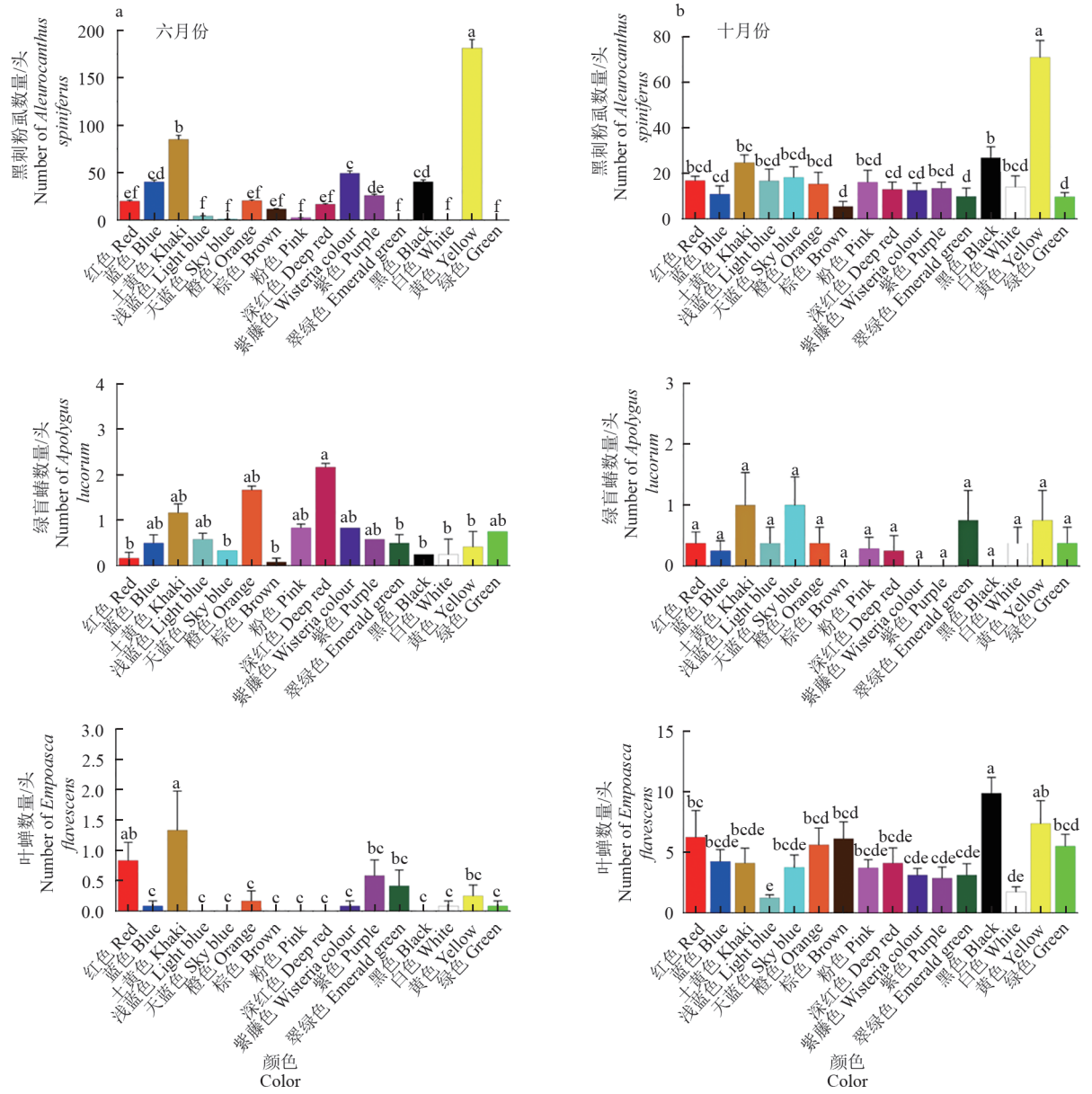


图 2 不同颜色对茶园 3 种主要害虫的诱集数量

Fig. 2 Number of three main pests trapped by different colors in tea gardens

在主要颜色的趋性上与 6 月份较为相似，对棕色及黑色的趋性较弱（图 4b）。

2.6　不同颜色的粘虫板的聚类分析结果

用不同颜色粘虫板的诱虫总量与各类昆虫的诱虫数量分别对 6 月份和 10 月份不同色板进行聚类分析，结果如下：6 月份聚类图显示，在相对距离为 15 时，可以将不同色板分为 4 大类。黄色单独作为一类；第二类是红色和土黄色色板；第三类是橘色和深红色；剩余的颜色色板诱虫总量较低，合为第四类。

10 月份的聚类分析结果则有所不同。在相对距离为 5 时，可以将不同色板分为三类。第一类是黄色色板，它在 10 月份的诱虫效果显著高于其他色板。第二类是黑色、浅蓝色和蓝色色板，它们在诱虫效果上表现出一定的相似性，但与黄色色板相比，诱虫数目明显较少。其余颜色分为第三类。

3　讨论

3.1　不同颜色诱虫板对茶园内昆虫诱集效果

前人研究发现，黄色诱虫板对茶园害虫的诱集效果最为显著，对半翅目害虫（如茶小绿叶蝉、

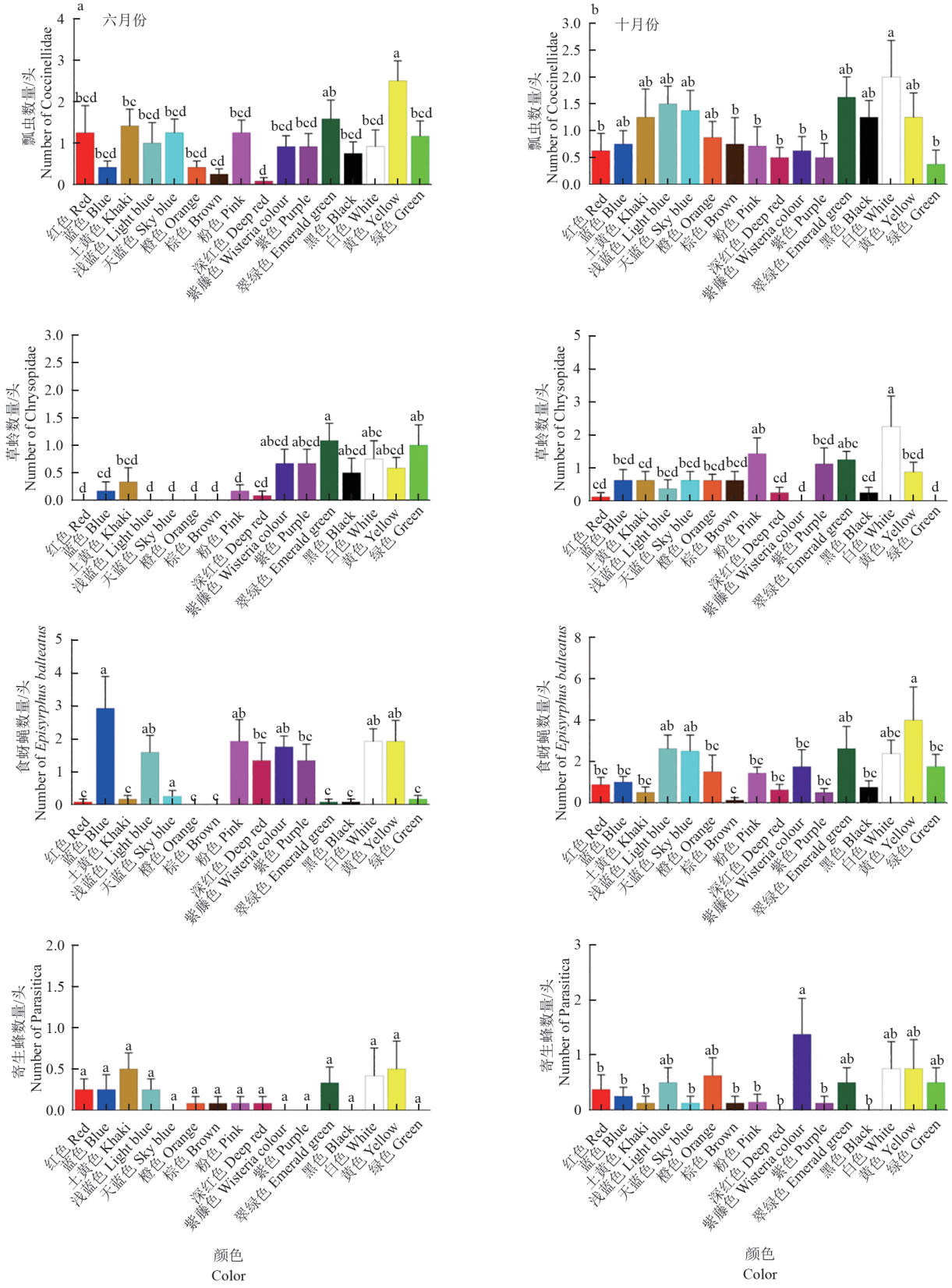


图3 不同颜色对茶园4类天敌昆虫的诱集数量

Fig. 3 Number of four natural enemies trapped by different colors in tea gardens

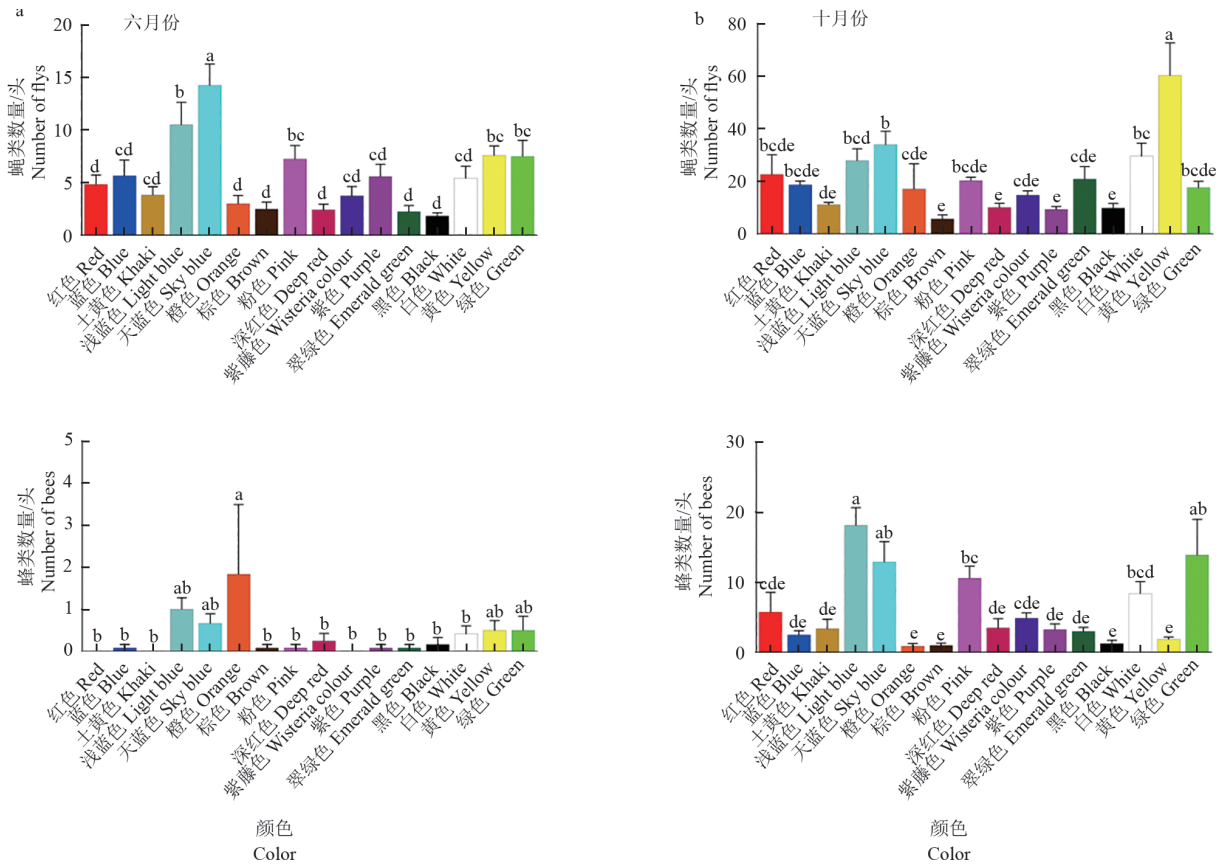


图4 不同颜色对茶园3类传粉昆虫的诱集数量

Fig. 4 Number of pollinating insects trapped by different colors in tea gardens

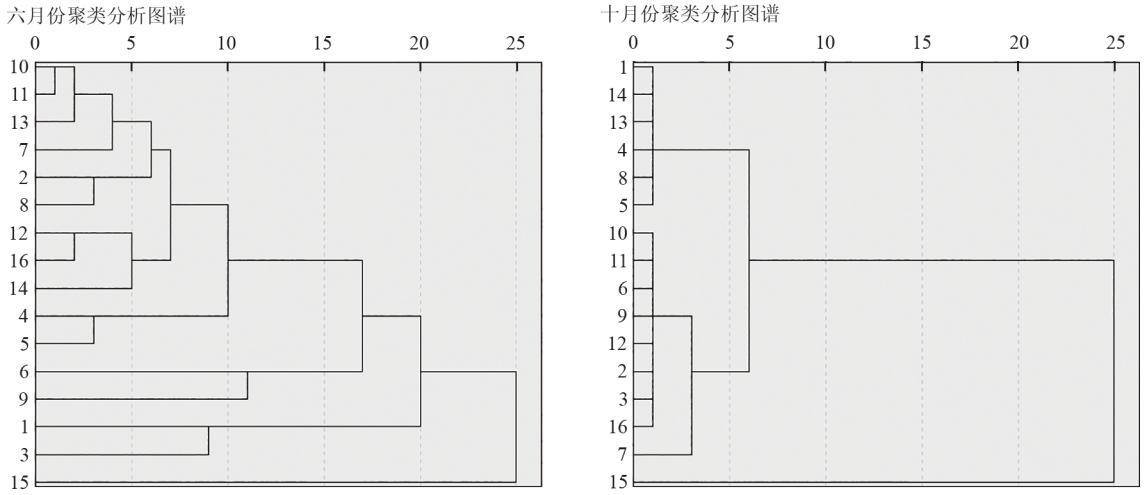


图5 不同颜色的粘虫板的聚类分析结果

Fig. 5 Clustering analysis results of sticky traps of different colors

注：1:红色，2:蓝色，3:土黄色，4:浅蓝色，5:天蓝色，6:橙色，7:棕色，8:粉色，9:深红色，10:紫藤色，11:紫色，12:翠绿色，13:黑色，14:白色，15:黄色，16:绿色。

Note: 1:Red , 2:Blue,3:Ochre , 4:Tiffany , 5:Sky, 6:Orange,7:Brown ,8:Pink ,9:Ruby ,10:Wisteria ,11:Purple,12:Emerald , 13:Black, 14:White ,15:Yellow ,16: Green.

黑刺粉虱）具有较强的吸引力[11-13]，但是其诱集的天敌类昆虫的数量较高，在控制害虫的同时有较高的生态风险。本研究通过系统评价16种不同颜色诱虫板在北方茶园中对常见害虫与非靶标昆虫的诱集效果，揭示了颜色对昆虫趋性的显著影响，同时通过量化北方茶园色板诱杀技术的

生态权衡效应,设计在北方茶园中合理的色板组合。

选用土黄色色板对叶蝉的吸引能力显著强于其他颜色,土黄色色板由于其较低的益害比以及较好的害虫诱集总量,可被认为是一种天敌友好型色板。黑色色板在不同季节都有着较低的益害比以及较高的害虫占比,在北方茶园害虫防治中有望成为一种比较合理的粘虫板。白色板在6月份表现出最高的益害比,表明其对天敌类昆虫的杀灭率较高,不适合在茶园中应用,而且白色板对害虫的诱集效果也欠佳。棕色色板虽然对天敌和传粉类昆虫比较友好,但是其对害虫的诱集能力有限,不适合作为诱虫板的基色。蓝色色板在10月份诱集到的天敌类和传粉类昆虫较多,因此不适合作为秋季茶园田间害虫防控。

3.2　季节变化对色板诱虫效果的差异化影响及聚类特征分析

季节性生态因子进一步放大了颜色诱虫效果的动态变化。6月份高温高湿环境显著提升了黄色板对小绿叶蝉和黑刺粉虱的诱集效率,这与茶园嫩芽丰度及昆虫活动性增强密切相关[14,15]。山东茶区独特的气候特征(冬季严寒、夏季高温干旱)导致小绿叶蝉仅呈现单峰发生模式(7-9月)[16],10月份低温条件下,叶蝉趋光行为转向黑色板,其诱集量显著提升;而黑刺粉虱凭借其耐寒性则在秋季成为优势种群,在低温期仍保持较高虫口密度[17],其在黄色、黑色及土黄色板上的诱集量显著高于其他诱虫板,提示色板防治需结合季节性虫害动态调整应用策略。

本试验通过参考茶园里绿盲蝽寄主艾草花的颜色设计出深红色色板,试验数据表明,绿盲蝽在6月份对深红色、橙色等颜色表现出较强的趋性。深红色色板诱集到的绿盲蝽占其所有色板绿盲蝽诱虫量的31.3%,益害比仅为0.072,该色板可以作为绿盲蝽活跃季节里的高效诱虫色板。10月份绿盲蝽多数迁移到艾蒿等杂草处取食,茶园中的成虫数减少,诱集效果降低[18],导致色板诱集结果无明显差异。

本研究通过聚类分析揭示了不同月份色板诱虫效果的显著差异及其与昆虫生态行为的关联。6月份,黄色色板因短波长黄光对昆虫视觉刺激的高效性而独立成一类;红色与土黄色因光谱接近形成第二类,对喜花昆虫表现出相似吸引力;橘色与深红色色板因与花序颜色相近,对特定传粉类昆虫具有相似诱集效果;蓝色与绿色色板则因光谱距离较远而独立分组,其诱虫效果差异可能源于昆虫对波长敏感性的分化[19]。

3.3　诱虫色板的改良思路

在实际生产中,茶园害虫往往多种同时存在,单一颜色难以满足技术要求,需要选择多种颜色的色板进行有机合理的结合使用,以达到最佳的防治效果。昆虫对不同颜色或者图案的行为反应有着种间差异,若靶标害虫与其天敌的颜色偏好存在一定的种间差异,便可在同一块诱虫板上使用特殊颜色组合提高诱集。如王雨果等人在陕南茶区内使用红黄板防治小绿叶蝉,其效果大于单一黄板[20]。本试验结果可提示,在茶园害虫防控实践中,基于色板诱集技术的季节适配性组合方案具有显著靶向调控作用。具体表现为:在6月份茶园害虫高发阶段,采用黄色(主波长580~590 nm)与深红色(主波长630~650 nm)复合色谱组合,可有效诱集茶小绿叶蝉、黑刺粉虱等主要靶标害虫。该色谱组合通过干扰非靶标昆虫的趋光响应机制,显著降低天敌昆虫的误捕率。针对10月份茶园生态系统特征,黑色(光谱吸收率>95%)与土黄色(主波长570~580 nm)的组合方案展现出协同防控优势。该色谱组合对黑刺粉虱若虫的趋色性行为,同时对茶小绿叶蝉成虫的诱集效率保持稳定。这种双重调控效应能够形成时空维度的生态位精准干预。通过色谱优化组合,既能实现在害虫发生高峰期(6月)的广谱诱集与天敌保护的双重目标,又能实现对特定害虫世代重叠期(10月)的靶向协同防控。

4　结论

本试验围绕粘虫板的颜色进行研究与讨论,筛选出适合北方茶园的害虫防治色板,土黄色、黑色、深红色粘虫板具有良好的诱集效果,其色谱组合在未来农业生态防治中有着广阔的应用前景。在害虫暴发初期,可以根据茶园害虫的种群分布,合理悬挂不同颜色粘虫板。6月份茶园中多数昆虫来到生长、产卵高峰期,可使用黄色和深红色的复合色板,增加对害虫的诱集效果同时降低对非靶标昆虫的危害;10月份气温逐渐

降低，使用黑色和土黄色的复合色板害虫成虫，同时注意应结合修剪、浅耕等活动降低茶园中的越冬卵密度，达到夏季精准控害，秋季降低害虫基数的防控效果。

参考文献

[1] 边 磊,王新茹.出口茶基地主要病虫害绿色防控[J].中国茶叶,2024,46(12):17-22.

[2] 殷彩芸.浅谈茶园病虫害绿色防控技术[J].贵茶,2024(05):42-44.

[3] Bian L,Sun X L,Luo Z X,et al.Design and selection of trap color for capture of the tea leafhopper,*Empoasca vitis*, by orthogonal optimization[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,2014,151(3):247-258.

[4] 李黄开媚,刘 迪,陈恩海,等.不同颜色粘虫板对茶园主要害虫及天敌诱集效果研究[J].茶业通报,2024,46(04):156-61.

[5] 王 琛,朱文静,符悦冠,等.茶黄蓟马嗜好颜色筛选及监测效果测定[J].环境昆虫学报,2015,37(01):107-15.

[6] 王庆森,李慧玲,张 辉,等.不同季节茶园黄板悬挂高度对假眼小绿叶蝉诱集量的影响[J].茶叶学报,2015,56(02):121-125.

[7] Bian L, Yang P X, Yao Y J, et al. Effect of trap color, height, and orientation on the capture of yellow and stick tea thrips(Thysanoptera: Thripidae) and nontarget insects in tea gardens[J]. Journal of Economic Entomology,2016,109(3):1241-1248.

[8] 管增辉,王鹏丽,张朋朋,等.不同颜色粘虫板对苹果园内昆虫诱集效果研究[J].中国植保导刊,2024,44(10):67-70+81.

[9] 李鸿波,戴长庚,张昌容,胡 阳.不同色板对甘蓝靶标和非靶标昆虫的诱集效果[J].黑龙江农业科学,2018(10):72-75.

[10] 刘亚男,刘梦圆,黄丽蕴,等.茶园昆虫群落多样性和时间格局分析[J].茶叶科学,2022,42(01):109-119.

[11] 曹 原,李 捷,兰建军,等.冬季遮阳网茶园昆虫趋色性及其群落结构分析[J].茶叶通讯,2024,51(01):54-59.

[12] 冉 晓,邓雪华,张一博,等.不同颜色诱虫板对茶园昆虫的诱集效果研究[J].植物医生,2021,34(04):41-46.

[13] 张争光,崔小华.黄板对茶园昆虫类群的诱捕效果分析[J].井冈山大学学报(自然科学版),2020,41(05):44-48.

[14] 邱忠莲,夏英三,胡芳东.日照茶区小贯小绿叶蝉的发生规律及防治措施[J].安徽农学通报,2018,24(22):57+126.

[15] 姚 其.茶小绿叶蝉产卵选择行为机制及其理化基础研究[D].武汉:华中农业大学,2022.

[16] 顾 伟.小兴安岭阔叶红松林昆虫群落时空格局及其对气温的响应[D].哈尔滨:东北林业大学,2024.

[17] 李 萍,杨轶晗,郝宇光,周秀华.气候变化对山东茶区黑刺粉虱虫害分布的影响及未来变化趋势研究[J].农业技术与装备,2024(05):107-11.

[18] 苏 恒.苹果园绿盲蝽(*Apolygus lucorum*)的发生规律和绿色防控技术研究[D].北京:中国农业科学院,2022.

[19] 石 磊,李丽莉,崔洪莹,等.诱捕番茄潜叶蛾的高效光谱筛选及田间诱捕效果[J].应用昆虫学报,2024,61(04):749-957.

[20] 王雨果.陕南茶园小绿叶蝉优势种种群遗传多样性及常见色板对其诱效的研究[D].汉中:陕西理工大学,2024.