



台安丝潜叶蜂发生规律及色板诱集效果研究

焦旭东¹, 牛辉陵², 俞天泉¹, 王多文¹, 陈刘生^{3*}

(1. 武威市林业综合服务中心, 甘肃武威 733000; 2. 凉州区林业技术推广中心, 甘肃武威 733000; 3. 广东省森林培育与保护
利用重点实验室/广东省林业科学研究院, 广州 510520)

摘要: 为掌握台安丝潜叶蜂 *Fenusella taianensis* Xiao & Zhou 在武威地区的发生规律和高效利用粘虫板进行成虫监测诱杀, 选定了2个不同海拔的监测点, 通过田间挖茧、室内观察和野外调查相结合的方法研究其生活史及种群动态, 并比较了不同颜色粘虫板及其不同悬挂方法的诱集效果。结果显示: (1) 台安丝潜叶蜂在武威地区一年发生1代, 成虫始见于4月上中旬, 终于4月底5月初, 发生高峰期持续时间短且较为集中, 羽化期因海拔高度不同略有差异; (2) 9种颜色粘虫板对台安丝潜叶蜂成虫均有诱集效果, 以黄绿色粘虫板诱集效果最好, 两个监测点的诱集量分别为2951.33头/板、4450.33头/板, 黄色和绿色粘虫板次之, 均在2000头/板以上, 各颜色粘虫板对天敌昆虫的影响均比较小, 诱集到的天敌昆虫数量最高仅为10.33头/板。(3) 粘虫板以朝南方位诱集到的台安丝潜叶蜂成虫数量最多, 两个监测点均在1500头/板以上, 显著高于北、西、东3个方位, 朝北方位诱集到的成虫数量最少, 在300~400头/板; 悬挂高度以距离地面100 cm处诱集到的成虫数量最多, 分别为1273.33头/板、1591.33头/板, 150 cm高度次之, 且2者无明显差异, 0 cm处诱集到的成虫数量最少; 粘虫板在林内的悬挂位置越靠近林缘位置, 诱集到的成虫数量越多, 其中林缘处最多, 分别为1527.00头/板、1878.33头/板, 距林缘40 m处诱集到的成虫数量最少, 均在200头/板以下。该结果对台安丝潜叶蜂成虫绿色防控具有指导意义。

关键词: 台安丝潜叶蜂; 发生规律; 色板诱集; 监测

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

Study on the occurrence pattern and color plate trapping effect of *Fenusella taianensis* Xiao & Zhou

JIAO Xu-Dong¹, NIU Hui-Ling², YU Tian-Quan¹, WANG Duo-Wen¹, CHEN Liu-Sheng^{3*} (1. Wuwei Forestry Comprehensive Service Center, Wuwei 733000, Gansu Province, China; 2.

基金项目: 武威市科技计划 (WW23B02NY122)

作者简介: 焦旭东, 男, 1987年生, 硕士, 高级工程师, 研究方向为林业有害生物防治, E-mail: etsjxd@126.com

通讯作者: 陈刘生, 男, 博士, 研究员, 研究方向为林业有害生物生态防控, E-mail: lshchen2008@163.com

收稿日期 Received: 2024-08-01; 修回日期 Revision received: 2024-10-08; 接受日期 Accepted: 2024-10-09

Liangzhou District Forestry Technology Promotion Center, Wuwei 733000, Gansu Province, China; 3. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou 510000, China)

Abstract: In order to understand the occurrence pattern of *Fenusella taianensis* Xiao & Zhou in the Wuwei area and to efficiently use sticky insect boards for adult trapping and monitoring, we selected two fixed monitoring points with different altitudes to research their life history and population dynamics through a combination of field cocoon digging, indoor observation, and field investigation. Nine different colored sticky insect plates were selected for trapping adults, as well as the different hanging methods of yellow ones were compared. The results showed that: (1) *F. taianensis* occurred one generation per year in the Wuwei area, with adult insects first appeared in early to mid-April and finally reached the end of April or early May. The peak period of occurrence was short and concentrated, and the eclosion period varies slightly due to differences in altitude. (2) All 9 colors of sticky insect boards were effective in attracting *F. taianensis* adults, with the yellow green sticky insect board had the best trapping effect, with trapping amounts of 2 951.33 and 4 450.33 insects per board, respectively. The yellow and green sticky insect boards were second, both above 2 000 insects per board. The impact of all color of sticky insect board on natural enemies was relatively small, with the highest number of natural enemies attracted being only 10.33 insects per board. (3) The number of adult insects attracted in the south direction was the highest, all above 1 500 per board, significantly higher than in the north, west, and east directions. The number of adult insects in the north direction was the lowest, at 300~400 per board. The highest number of adult insects were attracted at a distance of 100 cm from the ground, with 1 273.33 per board and 1 591.33 per board, respectively. The second highest number was at a height of 150 cm, and there was no significant difference between the two. The lowest number of adult insects were attracted at a distance of 0 cm. The closer the sticky insect board was to the edge of the forest, the more adult of *F. taianensis* were attracted, with the highest number at the edge of the forest, at 1 527.00 and 1 878.33 per board, respectively. The lowest number of adult insects was at 40 meters from the edge of the forest, all below 200 per board. This result has guiding significance for the green prevention and control of *F. taianensis* adults.

Key words: *Fenusella taianensis*; occurrence pattern; color palette attraction; monitor

台安丝潜叶蜂 *Fenusella taianensis* Xiao & Zhou 属膜翅目 Hymenoptera 叶蜂科 Tenthredinidae 潜叶蜂亚科 Fenusininae 丝潜叶蜂属 *Fenusella* Enslin, 又称杨潜叶叶蜂、杨泡叶蜂, 是一种为害杨树的潜食性食叶害虫 (李亚杰, 1983; 王强等, 2022)。台安丝叶蜂国外分布在前苏联, 国内最先在辽宁发现, 现在北京、山东、江苏、内蒙古和甘肃等地均有分布 (徐秉谦等, 1980; 孟向东等, 1990; 孙传岭等, 1992; 张秋生等, 1996; 张宝增等, 2000; 敖铁胜等, 2021)。该虫重点为害二白杨 *Populus gansuensis* C. Wang et H. L. Yang、小叶杨 *Populus simonii* Carr、青杨 *Populus cathayana* Rehder 等。主要以幼虫潜入叶片上下表皮间取食叶肉, 随幼虫的生长发育潜痕日益扩大, 可占整个叶片面积的 1/3~2/3, 为害严重时可将整张叶片吃空, 只剩下枯黄色上、下两层表皮, 致使叶片失去正常的生理功能, 从而造成叶片枯黄、脱落, 严重影响树木生长, 对当地的绿色生态景观完整性及国土绿化建设成果造成了严重影响 (李炳胜等, 1990), 在北京和内蒙古省区被评估为中度危险性林业有害生物 (陶万强等, 2003; 穆喜云等, 2021)。

昆虫的趋色性是其长期进化过程中形成的一种生物学行为, 且不同昆虫对颜色的趋性存在差异 (陈俊谕等, 2017; van der Kooij, 2021; 邓真华等, 2022; 陈永燕等, 2023), 有色粘虫板诱捕是利用昆虫对不同颜色的趋性对其进行诱集的物理防治技术, 因其绿色、安全、环保、使用方便, 被广泛应用于蔬菜园、温室、茶园、果园和林业害虫的种群发生动态监测与防治 (傅建炜等, 2005; 陈尚文等, 2009; 黄鹏等, 2015; 杜浩等, 2019; 张桂芬, 2021; 吴霜, 2021; 杨俊, 2024)。粘虫板对靶标昆虫的诱捕效果受光源、粘虫板颜色、形状、内容物以及悬挂时间、方法和悬挂密度等因素的影响。研究表明, 在阳光充足区域悬挂蓝色粘虫板对白蜡斂片叶蜂 *Tomostethus fraxini* Niu & Wei 成虫的诱捕效果最佳 (杨俊等, 2024); 布置于南坡的绿色粘虫板对落叶松红腹叶蜂 *Pristiphora erichsonii* (Hartig) 的诱捕效果最好 (曹贵霞等, 2018); 花粉粘虫板对切花月季上的西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 的诱集效果显著 (常怀艳等, 2017); 圆形蓝板对花蓟马 *Frankliniella intonsa* (Trybom) 的诱集效果优于其他颜色和形状的粘虫板, 且挂置高度为 0.6 m 时诱集到的成虫最多 (陈俊谕等, 2017); 黄、青、紫等 3 种颜色粘虫板悬挂在高出寄主顶部 10 cm 处且悬挂密度 4~5 片/100 m² 时对榕管蓟马 *Gynaikothrips uzeli* (Zimmerman) 诱捕效果最佳 (黄鹏等, 2015); 添加甲基丁香酚的黄色和绿色粘虫板对桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* Hendel 的诱杀效果明显优于普通粘虫板, 且对天敌的杀伤力相对较小 (杨琴等, 2021)。

目前, 我国关于台安丝潜叶蜂的研究主要围绕在其生物学特性、生活习性、药剂防治等方面 (徐秉谦等, 1980; 孟向东等, 1990; 孙传岭等, 1992; 张秋生等, 1996; 张宝增等, 2000; 敖铁胜等, 2021; 穆喜云等, 2021), 尚未见针对该虫进行监测预报和物理防控的相关报道, 且在不同地区, 台安丝潜叶蜂成虫羽化期不尽相同。因此, 本研究利用不同颜色粘虫板, 在固定监测点内采用不同悬挂高度、方位、林内布设位置对台安丝潜叶蜂成虫进行诱集, 以期掌握台安丝潜叶蜂在武威地区的发生规律, 确定最佳诱集色板颜色及悬挂方法, 为

台安丝潜叶蜂的准确预测预报和有效绿色防控提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验地概况

试验点 1 位于甘肃省武威市凉州区清源镇王庄村的武威沙漠公园，海拔 1 566 m，年平均气温 7.8℃，年平均降水量 100 mm，杨树林栽植面积约 20 ha，试验区面积约 2 ha，主栽品种为二白杨，约 300 株，胸径 15~40 cm，树高 15~30 m；试验点 2 位于甘肃省武威市凉州区张义镇灯山村，海拔 2 193 m，年平均气温 5℃，年降水量 150~360 mm，杨树林栽植面积约 20 ha，试验区面积约 3.33 ha，主栽品种为二白杨，约 800 株，胸径 20~40 cm，树高 20~30 m。两处试验地的二白杨均连续多年出现台安丝潜叶蜂危害造成叶片枯黄的现象。调查期间，试验区域不进行防治。

1.2 供试材料

供试粘虫板有粉色、红色、黑色、白色、黄绿色、紫色、蓝色、黄色、绿色 9 种颜色，均由北京中捷四方生物科技股份有限公司生产，粘虫板长 25 cm、宽 20 cm，双面涂胶，胶层厚度 0.03~0.05 mm。

1.3 试验方法

1.3.1 台安丝潜叶蜂生活习性及成虫发生规律调查

台安丝潜叶蜂生活习性调查于 2024 年 3 月 18 日开始，在所选试验区域杨树树干基部半径 0.5~1.5 m 范围土壤中挖茧，带回室内在解剖镜下观察茧内虫态，结合野外调查观察成虫飞翔、产卵行为和幼虫取食等习性，并拍摄主要虫态照片。

成虫发生规律调查监测于 2024 年 4 月 1 日至 5 月 15 日进行。采取 5 点取样法在试验地选取长势基本一致的杨树 5 株，每株树在距地面 1.5 m 处垂直于地面悬挂一张黄色粘虫板，南北方位，去除双面覆膜。每日调查统计 1 次粘虫板上诱捕到的台安丝潜叶蜂成虫数量，调查初期根据诱捕到的成虫数量 2~3 d 更换 1 次粘虫板，高峰期 1 d 更换 1 次粘虫板。

1.3.2 不同颜色粘虫板对台安丝潜叶蜂成虫诱集效果及对天敌的影响

试验于 2024 年 4 月中下旬进行，选取试验地长势基本一致的杨树，在距地面 1.5 m 处垂直于地面悬挂一张粘虫板，南北方位，去除双面覆膜。不同颜色粘虫板随机排列，每个颜色重复 3 次，粘虫板之间间距 10 m 以上。连续 3 d 每日分别统计各颜色粘虫板上诱集到的台安丝潜叶蜂成虫以及寄生蜂、寄蝇、草蛉、瓢虫、食蚜蝇等天敌昆虫数量，为方便统计，各颜色粘虫板每日更换 1 次。

1.3.3 粘虫板不同布设位置对台安丝潜叶蜂成虫诱集效果调查

于2024年4月中下旬成虫发生期进行调查。各试验选取试验地长势基本一致的杨树，将黄色粘虫板垂直于地面悬挂在树上，粘虫板之间间距10 m以上，每个处理重复3次。粘虫板3种位置布局试验：（1）不同悬挂方位，分别在每株树树冠的东、南、西、北4个方位垂直于地面悬挂粘虫板，仅去除对应方位板面的覆膜，背面覆膜不去除，粘虫板下沿距地面1.5 m；（2）不同悬挂高度，分别在每株树树冠的朝南方位，以粘虫板下沿距地高度为标准悬挂粘虫板，设置0、50、100、150、200 cm 5个高度；（3）林内不同悬挂位置，分别在试验林林缘、林内距林缘10、20、30、40 m处选取样树垂直于地面悬挂粘虫板，粘虫板下沿距地面1.5 m。连续3 d每日分别统计各试验处理诱集到的台安丝潜叶蜂成虫数量，统计记录后更换粘虫板。

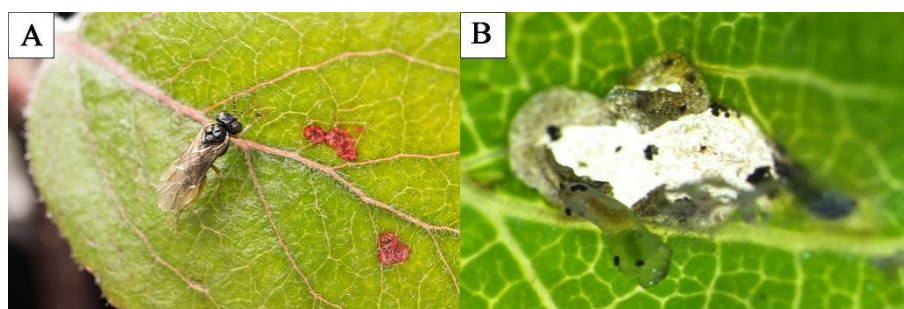
1.4 数据统计分析

采用 Microsoft Excel 2016 对调查数据进行整理和作图，使用 SPSS 25.0 数据处理系统 Duncan's 新复极差法 ($P < 0.05$) 进行差异显著性分析。

2 结果分析

2.1 台安丝潜叶蜂生活习性

台安丝潜叶蜂主要虫态见图1。成虫羽化后会先在茧内待1~3 d，之后再飞出，成虫飞翔能力弱，无趋光性，有假死性，触碰会缩足坠落。成虫飞出后栖息在阳光充裕的地面，吸收热量以保持体温。接近中午气温较高时在林间飞舞，且最为活跃，早晚气温较低或者风较大时，常静止于叶丛或树干缝隙中。雌成虫多在幼嫩叶背面的边缘部分产卵，少数产于叶脉附近，1~10粒，以2~3粒卵最多，卵呈椭圆形，乳白色，半透明，周围并有透明胶状体。幼虫孵化后即钻入叶片上下表皮之间取食，至3龄时叶片被取食成黄褐色且呈气泡状，5月中下旬老龄幼虫在被害叶片边缘咬一小孔脱叶入土，多集中在浅土层（1~3 cm处），后结土茧进入预蛹状态越夏越冬，次年在茧内完成化蛹，羽化飞出。



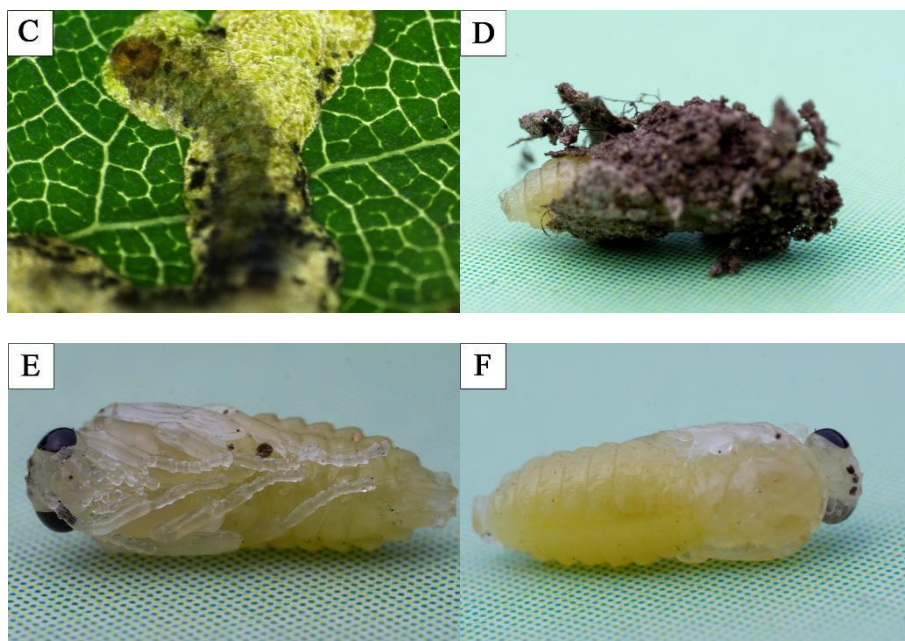


图1 台安丝潜叶蜂各虫态

Fig. 1 Different development stages of *Fenusella taianensis*

注：A, 成虫；B、C, 幼虫取食；D, 茧及蛹；E, 蛹腹面；F, 蛹背面。Note: A, Adult; B, C, Larvae feeding; D, Cocoon and pupa; E, Ventral side of pupa; F, Reverse side of pupa.

2.2 台安丝潜叶蜂成虫发生动态

台安丝潜叶蜂在武威地区1年发生1代，沙漠公园于4月上旬越冬成虫开始羽化，4月5日初见成虫，后随气温回升成虫数量迅速上升，至4月17日到达高峰，单日诱捕到的成虫数量平均达5 013.8头/板，之后成虫迅速消退，至4月27日虫口数量降为零。张义镇因海拔高，气候冷凉，气温回升迟缓，台安丝潜叶蜂成虫羽化时间较沙漠公园晚约7 d，4月13日始见成虫，4月25日达羽化高峰期，单日诱集到的成虫数量为4 998.8头/板，在5月6日之后完全消退（图2）。

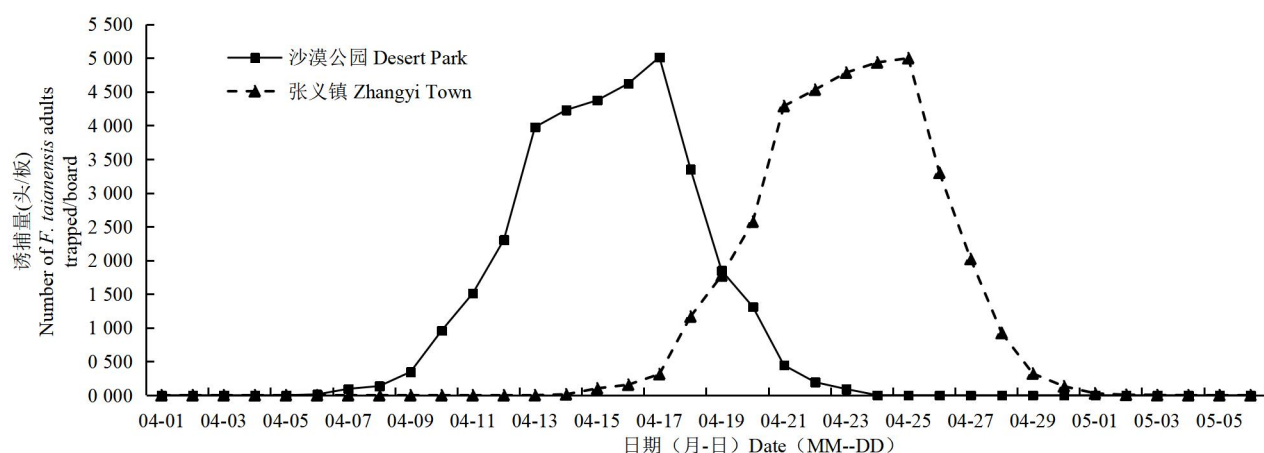


图2 台安丝潜叶蜂成虫发生动态

Fig. 2 Dynamic occurrence of *Fenusella taianensis* adults

2.3 不同颜色粘虫板对台安丝潜叶蜂成虫的诱集效果

9种颜色粘虫板对台安丝潜叶蜂成虫均有诱集效果。沙漠公园以黄绿色粘虫板诱捕效果最好，诱集量达2951.33头/板，且显著高于其它颜色粘虫板，其次为黄色和绿色粘虫板，成虫诱集量分别为2252.33头/板、2116.33头/板，二者无明显差异，但显著高于其它颜色粘虫板，白色粘虫板效果最差，诱集量为105.33头/板，且与红色、紫色、蓝色、粉色和黑色粘虫板差异不大；张义镇同样以黄绿色粘虫板诱集到的成虫数量最多，达4450.33头/板，其次为黄色和绿色粘虫板，分别为4440.00头/板、4418.00头/板，但三者之间无明显差异，均显著高于其它颜色粘虫板，以粉色粘虫板诱集数量最少，为148.33头/板，且与红色、紫色、蓝色、白色和黑色粘虫板之间差异不明显（图3）。

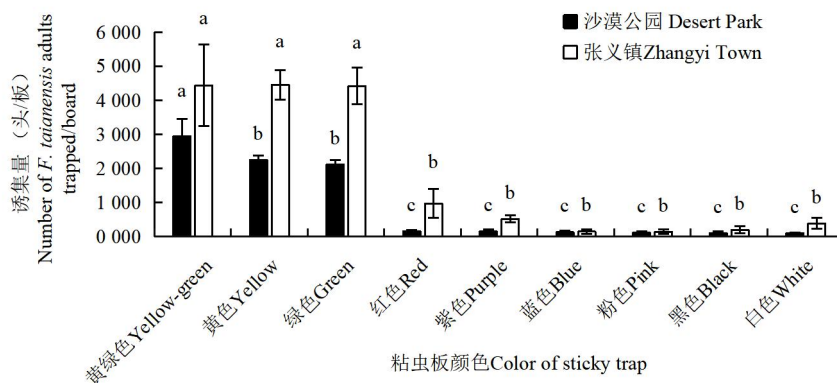


图3 不同颜色粘虫板对台安丝潜叶蜂成虫的诱集数量

Fig. 3 Number of *Fenusella taianensis* adults trapped of different colored sticky insect boards

注：同系列中不同小写字母表示处理间差异显著（ $P < 0.05$ ）。

Note: Different small letters indicated significant difference among varieties in the same index at 0.05 level.

2.4 不同颜色粘虫板对天敌的影响

从调查数据看，各颜色粘虫板均能诱集到一定数量的天敌昆虫，但整体对天敌昆虫的影响均比较小。沙漠公园和张义镇分别诱集到天敌昆虫105头和72头，其中沙漠公园诱集到天敌昆虫有瓢虫、草蛉、寄生蜂和食蚜蝇，瓢虫数量最多，占天敌昆虫总量的50.92%，其次为草蛉，占天敌昆虫总量的36.67%，寄生蜂和食蚜蝇最少，各占天敌昆虫总量的6.36%（表1）；张义镇诱集到的天敌昆虫有瓢虫、草蛉和寄蝇，草蛉数量最多，占天敌昆虫总量的58.91%，瓢虫次之，占天敌昆虫总量的32.88%，寄蝇最少，占天敌昆虫总量的8.22%（表2）。

两个监测点不同颜色粘虫板对天敌的诱集量略有不同。沙漠公园绿色粘虫板对天敌的诱集量最大，为10.33头/板，显著高于红色和黄色粘虫板，但与其它颜色粘虫板间差异不大，黄色粘虫板的诱集量最小，仅为0.33头/板。张义镇各颜色粘虫板对天敌的诱集无明显差异，

以黄绿色粘虫板诱集量最大，为 4.33 头/板，红色和黑色粘虫板诱集量最小，均为 1.33 头/板。

表 1 不同颜色粘虫板对天敌昆虫的诱集量（沙漠公园）

Table 1 Number of natural enemy insects trapped by different colored sticky insect boards in Desert Park

粘虫板颜色 Color of sticky traps	诱集量（头/板） Number of natural enemy insects trapped/board					总数量 Total
	寄生蜂 Parasitic wasp	寄蝇 Tachinid	草蛉 Lacewing	瓢虫 Ladybugs	食蚜蝇 Syrphid	
粉色 Pink	1.67	0.00	1.33	0.67	0.00	3.67 ± 2.19 ab
红色 Red	0.00	0.00	0.67	0.33	0.33	1.33 ± 0.67 b
黑色 Black	0.00	0.00	1.67	1.00	0.00	2.67 ± 2.19 ab
白色 White	0.00	0.00	1.67	1.00	1.00	3.67 ± 2.03 ab
黄绿色 Yellow-green	0.33	0.00	0.67	2.33	0.33	3.67 ± 3.18 ab
紫色 Purple	0.00	0.00	3.00	0.67	0.67	4.33 ± 0.88 ab
蓝色 Blue	0.33	0.00	1.67	3.00	0.00	5.00 ± 1.10 ab
黄色 Yellow	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33 ± 0.33 b
绿色 Green	0.00	0.00	2.67	9.33	0.00	10.33 ± 4.84 a
所占百分比 (%)	6.36	0.00	36.37	50.92	6.36	-

注：表中数据为平均值±标准误。同列中不同小写字母表示处理间差异显著（ $P < 0.05$ ）。下同。

Note: Data in the table were means ± SE. Different small letters indicate significant difference among varieties in the same index at 0.05 level. The same below.

表 2 不同颜色粘虫板对天敌昆虫的诱集量（张义镇）

Table 2 Number of natural enemy insects trapped by different colored sticky insect boards in Zhangyi Town

粘虫板颜色 Color of sticky traps	诱集量（头/板） Number of natural enemy insects trapped/board					总数量 Total
	寄生蜂 Parasitic wasp	寄蝇 Tachinid	草蛉 Lacewing	瓢虫 Ladybugs	食蚜蝇 Syrphid	
粉色 Pink	0.00	1.67	1.00	0.00	0.00	2.33 ± 1.86 a
红色 Red	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33 ± 0.33 a
黑色 Black	0.00	0.00	0.33	1.00	0.00	1.33 ± 0.88 a
白色 White	0.00	0.00	2.00	0.33	0.00	2.33 ± 0.33 a
黄绿色 Yellow-green	0.00	0.33	3.33	0.67	0.00	4.33 ± 0.33 a
紫色 Purple	0.00	0.00	2.00	0.67	0.00	2.67 ± 2.19 a
蓝色 Blue	0.00	0.00	2.00	1.67	0.00	3.67 ± 2.03 a
黄色 Yellow	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	4.00 ± 2.00 a
绿色 Green	0.00	0.00	0.33	1.67	0.00	2.00 ± 2.00 a
所占百分比 (%)	0.00	8.22	58.91	32.88	0.00	-

2.5 粘虫板不同布设位置对台安丝潜叶蜂成虫诱集效果

2.5.1 粘虫板不同悬挂方位对台安丝潜叶蜂成虫诱集效果分析

粘虫板悬挂方位不同，对台安丝潜叶蜂成虫的诱集效果明显不同（ $P < 0.05$ ）。沙漠公园和张义镇对台安丝潜叶蜂成虫诱集情况一致，均以朝南方位诱集到的成虫数量最多，且显

著高于北、西、东 3 个方向，诱集到的成虫数量分别为 1 711.00 头/板、2 266.33 头/板；均以朝北方位诱集到的成虫数量最少，分别为 306.00 头/板、377.33 头/板，且张义镇的诱虫量明显低于其它各方位，沙漠公园的诱虫量与朝东方位无明显差异，但显著低于朝南、朝西方位（表 3）。

表 3 不同方位粘虫板对台安丝潜叶蜂成虫诱集数量

Table 3 Number of *Fenusella taianensis* adults trapped in different directions

布板方位 Suspended directions of sticky card	诱集量（头/板） Number of <i>F. taianensis</i> adults trapped/board	
	沙漠公园 Desert Park	张义镇 Zhangyi Town
	东 East	602.33 ± 101.83 bc
南 South	1 711.00 ± 129.64 a	2 266.33 ± 161.08 a
西 West	691.67 ± 151.59 b	913.00 ± 158.09 b
北 North	306.00 ± 36.68 c	377.33 ± 27.83 c

2.5.2 粘虫板不同悬挂高度对台安丝潜叶蜂成虫诱集效果

不同悬挂高度的粘虫板对台安丝潜叶蜂成虫诱集数量存在显著差异（ $P < 0.05$ ）。沙漠公园和张义镇均以距离地面 100 cm 处诱集到的成虫数量最多，分别达 1 273.33 头/板、1 591.33 头/板；其次为 150 cm 处，且与 100 cm 处无明显差异；距离地面 0 cm 处的成虫数量最少，分别为 379.33 头/板、535.00 头/板，显著低于 100 cm 和 150 cm，但与 50 cm、200 cm 无显著差异（表 4）。

表 4 粘虫板不同悬挂高度对台安丝潜叶蜂成虫诱集数量

Table 4 Number of *Fenusella taianensis* adults trapped in different hanging heights

布板高度（cm） Suspended heights of sticky card	诱集量（头/板） Number of <i>F. taianensis</i> adults trapped/board	
	沙漠公园 Desert Park	张义镇 Zhangyi Town
	0	379.33 ± 72.87 c
50	719.00 ± 133.77 bc	780.00 ± 128.79 b
100	1 273.33 ± 295.88 a	1 591.33 ± 331.18 a
150	1 037.67 ± 89.06 ab	1 532.00 ± 140.07 a
200	395.00 ± 18.03 c	719.33 ± 129.05 b

2.5.3 粘虫板在林内不同布设位置对台安丝潜叶蜂成虫诱集效果

粘虫板在林内的布设位置越靠近林缘，诱集到的台安丝潜叶蜂成虫数量越多。沙漠公园和张义镇的台安丝潜叶蜂成虫数量均以林缘处最多，分别为 1 527.00 头/板、1 878.33 头/板，且显著高于其它几个处理，其次为距林缘 10 m 处，诱集数量分别为 704.33 头/板、1 086.67 头/板，显著高于距林缘 20 m、30 m、40 m 处的诱集数量，以距林缘 40 m 处的诱集数量最少，分别为 205.33 头/板、184.67 头/板，但与距林缘 30 m、40 m 处的诱集数量无明显差异

(表 5)。

表 5 粘虫板在林内不同布设位置对台安丝潜叶蜂成虫诱集数量

Table 5 Number of *Fenusaella taianensis* adults trapped in different installation position

布板位置 (m) Suspended location of sticky card	诱集量 (头/板) Number of <i>F. taianensis</i> adults trapped/board	
	沙漠公园 Desert Park	张义镇 Zhangyi Town
	“+00”	1 527.00 ± 137.14 a
“+10”	704.33 ± 103.69 b	1 086.67 ± 156.21 b
“+20”	374.00 ± 48.21 c	546.33 ± 76.75 c
“+30”	219.00 ± 18.04 c	196.00 ± 21.93 c
“+40”	205.33 ± 42.08 c	184.67 ± 12.88 c

注：“+00”表示林缘处，“+10、+20、+30、+40”依次表示粘虫板在林内的布设位置与林缘的距离为10、20、30和40 m。Note：“+00”indicated the edge of the forest，“+10、+20、+30、+40”indicated the distance between the placement of the sticky insect board in the forest and the edge of the forest is represented as follows 10, 20, 30 and 40 m.

3 结论与讨论

本研究发发现台安丝潜叶蜂在武威地区一年发生1代，成虫羽化始见于4月上中旬，终于4月底5月初，羽化高峰期持续时间短且较为集中，且因海拔高度不同略有差异。台安丝潜叶蜂在武威地区的发生世代数与国内现有研究结果完全一致。成虫始见期和高峰期因地域差异有所不同：北京和内蒙古地区均始于4月上中旬，中下旬为羽化高峰期（张宝增等，2000；敖铁胜等，2021），这与本文结果基本一致；山东惠民和江苏沛县成虫羽化期在3月中旬至4月初，盛期在3月下旬（孟向东等，1990；张秋生等，1996），而辽宁鞍山地区成虫在四月下旬羽化，四月末五月初为羽化盛期（徐秉谦等，1980），成虫羽化受温度影响，因此出现的时段与当地气候密切相关（常晓娜等，2008；李慧玲等，2012）。

不同昆虫对颜色的趋性存在差异。黑色粘虫板对皱小蠹 *Scolytus rugulosus* Ratzeburg 的诱集效果最好，而红色粘虫板则对多毛小蠹 *Scolytus seulensis* Murayan 的诱集效果最好（隋学良等，2011），蓝色粘虫板对灰地种蝇 *Delia platura* Meigen 和尖眼蕈蚊 *Bradysia minpleuroti* Yang et Zhang 的诱集效果最好，黄色粘虫板对南美斑潜蝇 *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)、棉蚜 *Aphis gossypii* Glover、小绿叶蝉 *Empoasca flavescens* Fabricius 的诱集效果最好（吴霜等，2021），黄绿色粘虫板对茶黄蓟马 *Scirtothrips dorsalis* Hood 的诱捕效果最佳（王琛等，2015）。本研究结果表明，黄绿色粘虫板对台安丝潜叶蜂的诱集效果最好，其次为黄色和绿色，诱集量显著高于其他颜色粘虫板。这与色板对叶蜂科昆虫诱集效果的相关研究结果基本类似（高锋等，2011；曹贵霞等，2018；赵伟伟，2023；杨俊等，2024），可能与昆虫对取

食寄主部位的颜色具有较强的趋向性有关(景瑞等, 2021)。台安丝潜叶蜂成虫发生高峰期在4月中下旬, 此时的杨树处于萌芽初期, 幼嫩叶片多呈黄绿色, 黄绿色粘虫板面积相对于叶片大很多, 因此诱虫数量最多。此外, 粉色、红色、紫色、蓝色、白色和黑色粘虫板对成虫的诱集数量均较少且无明显差异, 造成此结果的原因可能是台安丝潜叶蜂成虫对这6种颜色本身的趋性较弱, 色板上成虫有可能因为当时虫口数量太多, 飞翔过程中误撞至粘虫板上, 具体原因还需进一步研究。

粘虫板的诱集效果除受颜色影响之外, 还受悬挂高度、悬挂方位、悬挂密度等多种因素的影响(杜玉宁等, 2015; 赵政等, 2018; 李慎磊等, 2019)。布设在朝南方位的粘虫板诱集到的台安丝潜叶蜂成虫数量最多, 显著高于北、西、东3个方位, 朝北方位诱集到的成虫数量最少, 朝南方位光照强度好, 温度上升快, 成虫更喜欢聚集, 这与于法辉(2010)和景瑞(2021)等人的研究结果一致。在粘虫板布设高度上, 台安丝潜叶蜂成虫诱集数量随高度增加呈现先升后降, 100 cm高度处数量达到最多, 其次150 cm, 这与他人研究结果不完全一致, 可能与不同昆虫的飞翔能力有很大关系(曹素芳等, 2013; 王玮等, 2019; 陈哲等, 2017; 景瑞等, 2021)。台安丝潜叶蜂成虫发生期短, 应于4月上旬, 在林缘处距离地面100~150 cm高度朝南方向悬挂黄色或黄绿色粘虫板开展监测和防治, 直到羽化期结束。在台安丝潜叶蜂成虫羽化结束后要尽快摘除粘虫板, 以减少其对天敌昆虫的伤害。

粘虫板作为物理防治一种重要方法, 在农林生产中应用十分广泛, 除了直接利用色板诱集外, 近年来还开发了在诱虫板上添加食物源物质的复合型诱虫板, 以提高诱集效果。用库玻德食诱剂板能显著提高蓟马诱杀效果(杨挺等, 2016), 花粉粘虫板对切花月季上的西花蓟马诱集效果显著提高(常怀艳等, 2017), 添加了甲基丁香酚的实蝇粘虫板对桔小实蝇诱捕虫数显著高于普通粘虫板(杨琴等, 2021)。色板对台安丝潜叶蜂成虫有很好的诱集效果, 在成虫羽化期使用, 可以起到监测和防治作用, 能否通过添加高效成分提高诱集效果可以作为进一步研究方向。

参考文献 (References)

- Ao TS, Li XY, Mu XY, *et al.* Biological characteristics and control measures of a newly recorded species of *Massa taianensis* Xiao et Zhou in Inner Mongolia [J]. *Inner Mongolia Forestry Investigation and Design*, 2021, 44 (2): 56-59. [敖铁胜, 李显玉, 穆喜云, 等. 内蒙古新纪录种杨潜叶蜂生物学特性及防治措施研究 [J]. 内蒙古林业调查设计, 2021, 44 (2): 56-59]
- Cao GX, Xia GC, Wu MJ, *et al.* The technique of using sticky colored card to trap the adult of *Pristiphora erichsonii* [J]. *Shaanxi Forest Science and Technology*, 2018, 46 (3): 39-42. [曹贵霞, 夏固成, 吴忙军, 等. 利用粘虫板诱捕落叶松红腹叶蜂成虫效果初探 [J]. 陕西林业科技, 2018, 46 (3): 39-42]
- Cao SF, Wang W, Zhao MX, *et al.* The attractiveness of different colors, suspension heights and direction of sticky traps on *Janu spiri* [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2013, 41 (3): 86-87. [曹素芳, 王玮, 赵明新, 等. 诱虫板的颜色、悬挂高度及方向对梨茎蜂诱杀效果的影响 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41 (3): 86-87]

- Chang HY, Zhao YP, Zhang YJ, *et al.* Study of trapping effect of pollen sticky cards on western flower thrips *Frankliniella occidentalis* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2017, 39 (4): 879-887. [常怀艳, 赵远鹏, 张永杰, 等. 花粉粘虫板对西花蓟马诱集效果的研究 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (4): 879-887]
- Chang XN, Gao HJ, Chen FJ, *et al.* Effect of environmental moisture and precipitation on insects: A review [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27 (4): 619-625. [常晓娜, 高慧璟, 陈法军, 等. 环境湿度和降雨对昆虫的影响 [J]. 生态学杂志, 2008, 27 (4): 619-625]
- Chen JY, Niu LM, Li L, *et al.* Field trapping effect of different colors sticky cards to *Frankliniella intonsa* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2017, 39 (5): 1169-1176. [陈俊谕, 牛黎明, 李磊, 等. 不同颜色粘虫板对花蓟马的田间诱集效果 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (5): 1169-1176]
- Chen SW, Luo JT, Yang XH, *et al.* Yellow sticky board luring adults of eucalyptus gall wasp (*Leptocybe invasa* Fisher et La Salle) and the application in monitoring [J]. *Guangxi Forestry Science*, 2009, 38 (4): 199-203. [陈尚文, 罗基同, 杨秀好, 等. 黄色粘板对桉树枝瘿姬小蜂成虫的引诱及在监测中的应用 [J]. 广西林业科学, 2009, 38 (4): 199-203]
- Chen YY, Pu SQ, Zhang HX. The trapping effect of different colors and suspension heights of sticky boards on *Bactrocera dorsalis* in pear orchards [J]. *Yunnan Agricultural Science and Technology*, 2023, 4: 38-39. [陈永燕, 普松权, 张汉学. 粘虫板不同颜色和悬挂高度对梨园桔小实蝇的诱集效果 [J]. 云南农业科技, 2023, 4: 38-39]
- Chen Z, Xu FL, Xie LH, *et al.* Attractive effect of different color sticky traps and suspension ways on blueberry drosophila [J]. *Forest Pest and Disease*, 2017, 36 (2): 13-15. [陈哲, 徐芳玲, 谢莉华, 等. 粘虫板颜色和悬挂方式对蓝莓果蝇引诱效果分析 [J]. 中国森林病虫, 2017, 36 (2): 13-15]
- Deng ZH, Cao HM, Du XM, *et al.* Trapping effect of different colors sticky traps on fruit mulberry gall midge and fruit fly [J]. *Newsletter of Sericulture and Tea*, 2022, 5: 4-6. [邓真华, 曹红妹, 杜贤明, 等. 不同颜色粘虫板对果桑蓃蚊和果蝇的诱集效果研究 [J]. 蚕桑茶叶通讯, 2022, 5: 4-6]
- Du H, Gao XH, Liu K, *et al.* Trapping effect of sticky traps in different colors on insects in pear orchards [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (2): 188-192. [杜浩, 高旭辉, 刘坤, 等. 不同颜色色板对梨园昆虫的诱集效应 [J]. 植物保护, 2019, 45 (2): 188-192]
- Du YN, Huang HL, Wang XJ, *et al.* The trapping effect of sticky card against greenhouse thrips in different time and space conditions [J]. *Northern Horticulture*, 2015, 12: 100-102. [杜玉宁, 黄慧玲, 王小菁, 等. 粘虫板在不同时间空间条件下对温室蓟马诱杀作用 [J]. 北方园艺, 2015, 12: 100-102]
- Fu JW, Xu DM, Wu W, *et al.* Preference of different vegetable insect pests to color [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2005, 42 (5): 532-533. [傅建炜, 徐敦明, 吴玮, 等. 不同蔬菜害虫对色彩的趋性差异 [J]. 昆虫知识, 2005, 42 (5): 532-533]
- Gao F, Zhong WY, Yu XS, *et al.* Trapping *Acantholyda posticalis* Matsumura with sticky traps of different colors in the forest [J]. *Forest Pest and Disease*, 2011, 30 (3): 33-35. [高锋, 仲伟元, 于新社, 等. 不同颜色粘虫板诱捕松阿扁叶蜂技术研究 [J]. 中国森林病虫, 2011, 30 (3): 33-35]
- Huang P, Yu DY, Yao JA, *et al.* Favorite colors screening of *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera: Thripidae) and field trapping effect study of sticky cards [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (2): 355-361. [黄鹏, 余德亿, 姚锦爱, 等. 榕管蓟马最嗜颜色筛选及粘虫色板田间诱集效果研究 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (2): 355-361]
- Jing R, Yan XF, Zhang P, *et al.* Relative effectiveness of different colored sticky cards and hanging modes for trapping *Scythropus yasumatsui* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2021, 58 (6): 1426-1432. [景瑞, 阎雄飞, 张鹏, 等. 粘虫板颜色和悬挂方式对枣飞象诱集效果的影响 [J]. 应用昆虫学报, 2021, 58 (6): 1426-1432]
- Li BS, Sun CL, Yu TH, *et al.* Biological characteristics and preliminary studies of control experiment of *Messa taianensis* Xiao et Zhou [J]. *Forest Science and Technology*, 1990, 6: 18-21. [李炳胜, 孙传岭, 于同环, 等. 杨潜叶叶蜂生物学特性及防治初步研究 [J]. 林业科技通讯, 1990, 6: 18-21]
- Li HL, Lin NQ. The influence of temperature and humidity on the population dynamics of small green leafhopper at tea garden [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 27 (1): 55-59. [李慧玲, 林乃铨. 温、湿度对假眼小绿叶蝉种群数量及梢内着卵量的影响 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (1): 55-59]
- Li SL, Deng WL, Gu XH, *et al.* Studies of key technology on trapping and killing *Phyllostreta striolata* Fabricius by yellow board [J].

- Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (2): 434-438. [李慎磊, 邓伟林, 谷小红, 等. 黄板诱杀黄曲条跳甲的关键技术研究 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (2): 434-438]
- Li YJ. Poplar Pests in China [M]. Shen Yang: Liaoning Science Press, 1983: 222-225. [李亚杰. 中国杨树害虫 [M]. 沈阳: 辽宁科学出版社, 1983: 222-225]
- Meng XD, Sun CL, Yu TH. Biological characteristics and control experiment of *Messa taianensis* Xiao et Zhou [J]. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, 1990, 2: 30-31. [孟向东, 孙传岭, 于同环. 杨潜叶叶蜂的生物学特性及其防治试验 [J]. 山东林业科技, 1990, 2: 30-31]
- Mu XY, Li XY, Ao TS, et al. Efficacy test on two pesticides against *Messa taianensis* Xiao et Zhou [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2021, 27 (21): 101-103. [穆喜云, 李显玉, 敖铁胜, 等. 2种药剂防治杨潜叶叶蜂药效试验 [J]. 安徽农学通报, 2021, 27 (21): 101-103]
- Sui XL, Xu ZC, Tian CM. Attraction effects of sticky trap with different colors on two kinds of bark beetle [J]. *Ecological Science*, 2011, 30 (2): 107-110. [隋学良, 许志春, 田呈明. 不同颜色粘虫板对多毛小蠹和皱小蠹的诱集效果 [J]. 生态科学, 2011, 30 (2): 107-110]
- Sun CL, Li BS, Wang JQ, et al. Chemical control experiment of *Messa taianensis* Xiao et Zhou [J]. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, 1992, 2: 51-55. [孙传岭, 李炳胜, 王建泉, 等. 杨潜叶叶蜂药剂防治试验 [J]. 山东林业科技, 1992, 2: 51-55]
- Tao WQ, Guan L, Yu JX, et al. Pest risk analysis and risk management of *Messa taianensis* Xiao et Zhou [J]. *Forest Pest and Disease*, 2003, 4: 8-10. [陶万强, 关玲, 禹菊香, 等. 杨潜叶叶蜂的危险性分析和风险性管理 [J]. 中国森林病虫, 2003, 4: 8-10]
- Van Der Kooij CJ, Stavenga DG, Arikawa K, et al. Evolution of insect color vision: From spectral sensitivity to visual ecology [J]. *Annual Review of Entomology*, 2021, 66: 435-461.
- Wang C, Zhu WJ, Fu YG, et al. Screening of preferred color and field evaluation for monitoring *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (1): 107-115. [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 (1): 107-115]
- Wang Q, Zhang XH, Jiao XD, et al. Study on *Fenusella taianensis* [J]. *Journal of Gansu Forestry Science and Technology*, 2022, 47 (3): 25-27. [王强, 张小花, 焦旭东, 等. 台安丝潜叶蜂研究 [J]. 甘肃林业科技, 2022, 47 (3): 25-27]
- Wang W, Wang SY, Li BH, et al. The effect of different hanging methods of sticky traps on the trapping and killing effect of *Aphis citricola* [J]. *China Fruits*, 2019, 5: 77-81. [王伟, 王胜永, 李宝辉, 等. 粘虫板不同挂板方式对苹果绣线菊蚜诱杀效果的影响 [J]. 中国果树, 2019, 5: 77-81]
- Wu S, Zhang YM, Liu YY, et al. Effectiveness of six different colored sticky traps on trapping insects in spring vegetable field [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2021, 43 (6): 1589-1595. [吴霜, 张谊模, 刘玉英, 等. 6种颜色粘虫板对春季菜地昆虫的诱集效应 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (6): 1589-1595]
- Xu BQ, Tian YL, Hao FL. Preliminary report on the study of *Messa taianensis* [J]. *Liaoning Forestry Science and Technology*, 1980, 6: 31-34. [徐秉谦, 田雨林, 郝凤林. 杨潜叶叶蜂研究初报 [J]. 辽宁林业科技, 1980, 6: 31-34]
- Yang J, Zhao JF, Qing SJ, et al. Occurrence regularity of *Tomostethus fraxini* Niu & Wei and trapping effect of different colored sticky traps [J]. *Forest Pest and Disease*, 2024, 43 (1): 22-27. [杨俊, 赵京芬, 秦世杰, 等. 白蜡斂片叶蜂发生规律及色板诱捕效果 [J]. 中国森林病虫, 2024, 43 (1): 22-27]
- Yang Q, Luo DC, Yang YJ, et al. Relative numbers of the fruit fly *Bactrocera dorsalis*, and natural enemies of insect pests, trapped on different colored sticky boards [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2021, 58 (5): 1176-1182. [杨琴, 罗德诚, 杨毅娟, 等. 不同颜色实蝇粘虫板对桔小实蝇及天敌昆虫的诱捕效果 [J]. 应用昆虫学报, 2021, 58 (5): 1176-1182]
- Yang T, Wu W, Zhang S, et al. Preliminary report on the different sticky card control grape thrips [J]. *Sichuan Agricultural Science and Technology*, 2016, 2: 38-42. [杨挺, 巫维, 张飒, 等. 不同粘虫板防治葡萄蓟马试验初报 [J]. 四川农业科技, 2016, 2: 38-42]
- Yu FH, Xia CX, Li CL, et al. The attractiveness of different colors to thrips in citrus orchards and the trapping effect of blue sticky card [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2010, 47 (5): 945-949. [于法辉, 夏长秀, 李春玲, 等. 不同色板对柑橘园蓟马的诱集效果及蓝板的诱捕效果 [J]. 昆虫知识, 2010, 47 (5): 945-949]

- Zhang BZ, Hou LM, Tang QY. New discovery of poplar pests in Beijing Area—*Messa taianensis* Xiao et Zhou [J]. *Forest Science and Technology*, 2000, 9: 15. [张宝增, 侯立敏, 唐琪瑜. 北京地区杨树害虫新发现—杨潜叶叶蜂 [J]. 林业科技通讯, 2000, 9: 15]
- Zhang GF, Zhang YB, Liu WX, et al. Effect of trap color and position on the trapping efficacy of *Tuta absoluta* [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2021, 54 (11): 2343-2354. [张桂芬, 张毅波, 刘万学, 等. 诱捕器颜色和悬挂高度对番茄潜叶蛾诱捕效果的影响 [J]. 中国农业科学, 2021, 54 (11): 2343-2354]
- Zhang QS, Chen SR, Lan SM. A study on *Messa taianensis* Xiao et Zhou in Jiangsu [J]. *Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology*, 1996, 2: 43-44, 57. [张秋生, 陈仕荣, 兰淑梅. 江苏新纪录杨潜叶叶蜂的研究 [J]. 江苏林业科技, 1996, 2: 43-44, 57]
- Zhao WW. Study on the control of *Pristiphora erichsonii* Hartig by several pollution-free techniques [J]. *Agricultural Technology & Equipment*, 2023, 2: 33-34. [赵伟伟. 几种无公害技术对落叶松叶蜂的防治研究 [J]. 农业技术与装备, 2023, 2: 33-34]
- Zhao Z, Xia CX, Yao ZC, et al. The effects of different colors and different hanging modes for trapping asian citrus psyllid [J]. *Journal of Fruit Science*, 2018, 35 (5): 78-83. [赵政, 夏长秀, 姚志超, 等. 不同色板和悬挂方式对柑橘木虱的诱集效果 [J]. 果树学报, 2018, 35 (5): 78-83]