

山东冬暖大棚番茄潜叶蛾色板监测技术*

王桂萍^{1**} 李霞¹ 张伟丽² 王好岭^{1,3} 王希波²
马艺翔^{1,4} 王光召^{1,4} 彭昱琦^{1,5} 韩晨星^{1,3} 刘靖齐^{1,3}
门兴元¹ 李咸娟⁶ 许增海⁶ 李萍^{7***} 于毅^{1***}

(1. 山东省农业科学院植物保护研究所, 山东省农业有害生物绿色防控重点实验室, 济南 250100; 2. 山东伟丽种苗有限公司, 济南 250212;
3. 山东农业大学植物保护学院, 泰安 271018; 4. 烟台大学生命科学学院, 烟台 264005; 5. 山东农业大学农学院,
泰安 271018; 6. 济南市济阳区农业农村发展服务中心, 济南 251400; 7. 全国农业技术推广服务中心, 北京 100125)

摘要 【目的】山东是我国番茄的主要产地, 冬暖大棚番茄是山东省番茄的主要生产模式。国内外对粘虫色板诱杀技术的研究已取得重大成果, 但针对蔬菜冬暖大棚粘虫色板对番茄潜叶蛾 *Tuta absoluta* 的诱集影响报道较少。进行冬暖大棚番茄潜叶蛾色板诱杀试验, 以期对冬暖大棚番茄潜叶蛾的监测预警、绿色防控和番茄的安全生产提供数据支撑。【方法】设置粘虫色板不同颜色、黑色粘虫板悬挂高度、南北东西不同位置、与垄向呈不同角度和与水平面不同夹角的诱蛾试验, 对诱蛾效果进行比较。【结果】黑色和红色粘虫板对冬暖大棚番茄潜叶蛾的诱集效果最佳, 诱集数量分别达 14.30 和 11.75 头/板。其次为玫红色板 (6.20 头/板) 和蓝板 (4.75 头/板), 黄板、绿板、粉板和白板的诱集效果较差; 诱蛾效果随着色板悬挂高度的升高而降低, 以色板接近地面的诱蛾效果最好; 在冬暖大棚南北方向上色板诱蛾效果呈现出南高北低的趋势, 以南端色板诱集数量最高, 达到 85.45 头/板; 在冬暖大棚东西方向上色板诱蛾效果呈现出两端高中间低的趋势, 东、西两端色板诱集数量分别达到 153.00 和 104.00 头/板; 色板诱蛾效果与水平面夹角密切相关, 色板平面与地面垂直摆放诱蛾效果最好 (35.60 头/板); 色板诱蛾效果与垄向夹角也密切相关, 顺垄方向悬挂的色板诱蛾量最高, 达到 35.60 头/板。【结论】在番茄冬暖大棚东西两端靠近南边、近地面顺垄方向悬挂黑色或红色粘虫板监测冬暖大棚番茄潜叶蛾成虫种群发生效果最佳, 可进行推广应用。

关键词 番茄潜叶蛾; 冬暖大棚; 粘虫色板; 诱集效果; 监测技术

The use of colored sticky traps to monitor the tomato leaf-miner moth, *Tuta absoluta*, in solar greenhouses in Shandong Province

WANG Gui-Ping^{1**} LI Xia¹ ZHANG Wei-Li² WANG Hao-Ling^{1,3} WANG Xi-Bo²
MA Yi-Xiang^{1,4} WANG Guang-Zhao^{1,4} PENG Yu-Qi^{1,5} HAN Chen-Xing^{1,3} LIU Jing-Qi^{1,3}
MEN Xing-Yuan¹ LI Xian-Juan⁶ XU Zeng-Hai⁶ LI Ping^{7***} YU Yi^{1***}

(1. Shandong Key Laboratory for Green Prevention and Control of Agricultural Pests, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China; 2. Shandong Weili Seedling Co., Ltd., Jinan 250212, China; 3. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 4. School of Life Sciences, Yantai University, Yantai 264005, China; 5. College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 6. Jiyang District Agricultural and Rural Development Service Center of Jinan City, Jinan 251400, China;
7. The National Agro-Tech Extension and Service Center, Beijing 100025, China)

Abstract [Aim] To determine the relative attractiveness of different colored sticky traps to the tomato leaf-miner moth in solar tomato greenhouses in Shandong Province. [Methods] A trapping experiment to determine the attractiveness of different

*资助项目 Supported projects: 农业农村部种植业管理司项目: 番茄潜叶蛾监测调查、昆虫天敌和防控药剂筛选, 绿色防控技术集成和示范推广; 国家中药材产业技术体系建设专项基金项目 (CARS-21); 山东省重点研发计划 (泰山产业领军人才工程高效生态农业创新类) 瓜菜轻简高效嫁接育苗技术创新与示范 (LJNY202106)

**第一作者 First author, E-mail: wangguiping1018@126.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: liping@agri.gov.cn; robertyuyi@163.com

收稿日期 Received: 2024-03-14; 接受日期 Accepted: 2024-06-25

colors, and the optimal hanging height, position, angle and orientation of colored sticky traps, was performed. **[Results]** Black and red sticky traps captured the most tomato leaf-miner moths; 14.30 and 11.75 ind./trap, respectively, followed by rose sticky traps (6.20 ind./trap) and blue sticky trap (4.75 ind./trap). Yellow, green, pink and white sticky traps were less effective. The number of moths caught in black sticky traps decreased with trap height, and was best when traps were close to the ground. More moths (up to 85.45 ind./trap) tended to be caught in black sticky traps situated at the southern end, or side, of greenhouses than the north. Relatively high numbers of moths were caught in black sticky traps situated at the eastern and western ends, or sides, of greenhouses, with relatively few caught in the middle of the east-west axis. The number caught at the eastern and western ends, or sides, of greenhouses reached 153.00 and 104.00 ind./trap, respectively. Trapping effectiveness was also closely related to the angle of the black sticky trap surface to the horizontal plane, and was highest when traps was orientated vertically to the ground (35.60 ind./trap). Trapping effectiveness was also closely related to the orientation of black sticky traps to the greenhouse ridge; more moths were caught in traps hanging along the ridge line (up to 35.60 ind./trap). **[Conclusion]** Black or red sticky traps used to monitor the occurrence of tomato leaf-miner moths in greenhouses should be hung at the eastern and western sides of greenhouses, towards the southern end, close to the ground and along the ridge line.

Key words *Tuta absoluta*; solar greenhouse; colored sticky trap; trapping effectiveness; monitoring technology

番茄潜叶蛾 *Tuta absoluta* 作为一种入侵生物, 近年来在全球的扩散速度加快, 为害加重 (Desneux *et al.*, 2010; Sridhar *et al.*, 2014; Biondi *et al.*, 2018; 张桂芬等, 2020; 陆永跃, 2021), 2022 年被列入《重点管理外来入侵物种名录》(农业农村部公告第 567 号, 2023)。2023 年春、夏, 番茄潜叶蛾已扩散到山东济南、德州、聊城、潍坊和烟台等地, 目前在我国呈持续扩散态势。化学防治作为应急措施, 可压低虫口密度, 但亦导致农药残留和产生抗药性, 对番茄产业高质量发展产生了不利影响 (郭文秀等, 2023; 杨石有等, 2023)。为减缓番茄潜叶蛾进一步传播扩散和暴发成灾, 应针对其繁殖规律、危害特点和习性, 采用绿色防控方法进行有效的预防和控制。

粘虫色板是利用昆虫对颜色的趋性而开发的监测技术, 因其简便、实用、安全、经济、环保和可诱杀雌雄成虫等优点, 成为害虫常规的监测手段 (张桂芬等, 2019; 张潇引等, 2021; 张桂芬等, 2022; 李灏等, 2024)。山东省是我国番茄的主要产地, 冬暖大棚番茄是山东番茄的主要生产模式 (王光娟, 2021; 李永程等, 2023)。目前, 国内外对粘虫色板诱杀技术的研究已取得重大成果, 粘虫色板的颜色、悬挂高度和位置等都会影响其诱捕效果, 但针对蔬菜冬暖大棚粘虫色板对番茄潜叶蛾诱集效果的影响报道较少。因

此, 设置了粘虫色板不同颜色、悬挂高度、位置、角度和方位的诱蛾比较试验, 以期为大棚内番茄潜叶蛾的监测预警、绿色防控和番茄的安全生产提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2023 年 6-7 月在济南市济阳区垛石街道裴铺村 (37°6' N, 117°9' E) 蔬菜冬暖大棚中进行。冬暖大棚东西向长 130 m, 宽 13 m, 高 7 m, 土质为沙壤土, 肥力较高、分布均匀, pH 值 7.1, 栽培管理条件较好, 常年种植番茄。试验番茄为大棚栽培小果番茄, 品种为靓贝, 于 2023 年 2 月 20 日定植, 南北方向大小行栽培种植, 大行 80 cm, 小行 60 cm, 株距 35 cm, 种植密度 2 900 株/667 m²。

1.2 试验材料

粘虫色板: 规格为 20 cm × 25 cm, 购自北京中捷四方生物科技股份有限公司。

1.3 色板处理

色板处理为黑色、白色、粉色、玫红色、红色、黄色、绿色和蓝色。以 8 种颜色色板为一组, 组内色板随机组合, 共设 5 个区组重复。挂色板后每 3 d 调查 1 次, 连续调查 4 次, 记录色板上

诱集的番茄潜叶蛾成虫数量。

1.4 色板南北向悬挂对诱蛾效果的影响

在番茄南北向起垄种植的冬暖大棚中,悬挂位置分别为南端、次南端、中间、次北端和北端 5 个位置,试验行每个位置靠近地面垂直悬挂 1 个黑色粘板,组内色板间隔距离 2 m。试验行之间间隔 4 垄番茄。试验设 5 次重复,共 25 个色板。挂板后每天调查 1 次,连续调查 4 次,记录色板上诱集的番茄潜叶蛾成虫数量。

1.5 色板东西向悬挂对诱蛾效果的影响

在番茄南北向起垄种植冬暖大棚中,悬挂位置分别为东端、次东端、中间东、中间西、次西端和西端 6 个位置,每组位置间隔 20 垄番茄。黑色粘板靠近地面垂直悬挂,组内色板间隔 2 垄番茄。试验设置 4 个重复,共 24 个色板。挂板 3 d 后进行调查,记录色板上诱集的番茄潜叶蛾成虫数量。

1.6 色板悬挂高度对诱蛾效果的影响

在冬暖大棚北部,将黑色粘板按不同高度横向悬挂在长竹竿上,色板顺垄方向放置,高度以色板下缘为准,悬挂高度设置为 0、50、100、150、200、250 和 300 cm,共 7 个高度处理。竹竿放置在番茄行间中部,竹竿之间间隔 5 垄番茄,试验设 4 个重复,共计 28 个黑色粘虫板。挂板 3 d 后进行调查,记录色板上诱集的番茄潜叶蛾成虫数量。

1.7 色板与垄向呈不同角度放置对诱蛾效果的影响

在冬暖大棚中间部位,选用黑色粘板,色板(以垂直靠近地面方式)设置为与垄方向平行(顺垄,即夹角 0°)、与垄方向垂直(垂垄,即 90°)和与垄方向夹角 45°(交垄)3 个处理,色板间距为 1.5 m。每个处理 5 个重复。挂板后每天调查 1 次,连续调查 4 次,记录色板上诱集的番茄潜叶蛾成虫数量。

1.8 色板面与水平面夹角对诱蛾效果的影响

在冬暖大棚中间部位,设置色板面(靠近地

面)与水平面夹角为 0°、45°和 90°共 3 个处理。黑色粘板间距为 2 m。处理行间隔 4 垄番茄,重复 5 次,共计 15 个色板。挂板后每 3 d 调查 1 次,连续调查 4 次,记录色板上诱集的番茄潜叶蛾成虫数量。

1.9 数据分析

试验数据使用 Excel 2021 进行数据统计和作图,利用 SPSS 23 软件采用 Tukey s-b (K) 检验进行差异显著性分析。图中数据采用平均数±标准误 (Mean±SE) 表示。

2 结果与分析

2.1 不同颜色粘虫板对番茄潜叶蛾的诱集效果

从粘虫板颜色对番茄潜叶蛾的诱集效果来看(图 1),诱集成虫数量从大到小顺序依次为黑板、红板、玫红色板、蓝板、黄板、绿板、粉板和白板。其中黑板和红板诱集数量最大,分别

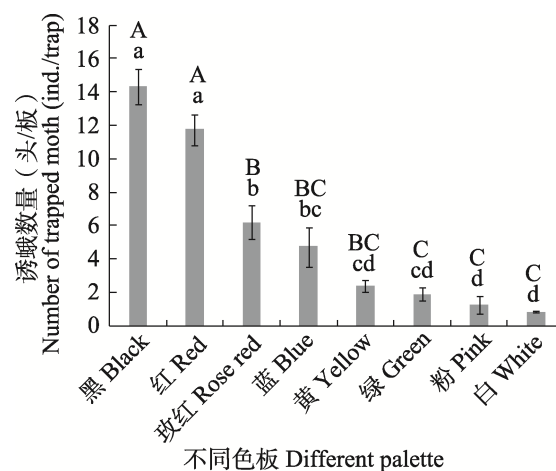


图 1 不同色板对番茄潜叶蛾的诱集数量

Fig. 1 The number of *Tuta absoluta* attracted by different colored sticky traps

图中数据为平均值±标准误。柱上不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著[Tukey s-b (K) 检验],不同大写字母表示在 $P < 0.01$ 水平差异显著[Tukey s-b (K) 检验]。

下图同。

Data are mean±SE. Different lowercase letters above bars indicate significant differences at $P < 0.05$ level, and different uppercase letters above bars indicate significant differences at $P < 0.01$ level by Tukey s-b (K) test.

The same below.

为 (14.30 ± 1.04) 和 (11.75 ± 0.91) 头/板, 两者之间差异不显著($P > 0.05$), 但两者与其他色板的差异达到极显著水平($P < 0.01$); 其次为玫红板和蓝板, 诱蛾数量分别为 (6.20 ± 1.00) 和 (4.75 ± 1.18) 头/板, 与绿板、黄板、粉板和白板的差异达到显著水平($P < 0.05$); 再次为黄板和绿板, 分别为 (2.40 ± 0.33) 和 (1.90 ± 0.36) 头/板, 与粉板和白板差异不显著($P > 0.05$), 粉板 $[(1.25 \pm 0.51)$ 头/板]和白板 $[(0.85 \pm 0.06)$ 头/板]的诱蛾数量最低。

2.2 南北方向放置色板对番茄潜叶蛾的诱集效果

南北方向放置色板对番茄潜叶蛾的诱集数量见图 2, 总体呈现出南高北低的趋势。南端色板诱集数量最高, 达到 (85.45 ± 5.47) 头/板, 与其他处理之间达到极显著差异($P < 0.01$)。其次为次南端和中间, 分别为 (45.60 ± 2.86) 和 (45.10 ± 4.51) 头/板, 次北端 $[(34.40 \pm 5.43)$ 头/板]和北端 $[(35.60 \pm 3.65)$ 头/板]最低, 但后四者处理之间差异不显著($P > 0.05$)。

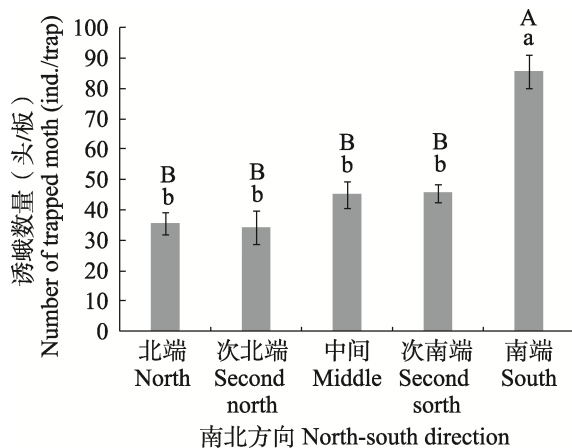


图 2 南北方向放置黑色粘板对番茄潜叶蛾的诱集数量
Fig. 2 The number of *Tuta absoluta* attracted by black sticky traps placed in the north-south direction

2.3 东西方向放置色板对番茄潜叶蛾的诱集效果

东西方向放置色板对番茄潜叶蛾的诱集数量呈现出冬暖大棚东西两端高中间低的趋势(图 3)。其中东端色板诱集数量最高, 为 (153.00 ± 19.76) 头/板, 与其他处理之间达到极显著差异

($P < 0.01$)。其次为西端, 为 (104.00 ± 6.56) 头/板。再次为次东端 $[(56.00 \pm 1.16)$ 头/板]、中间东 $[(46.00 \pm 2.08)$ 头/板]、中间西 $[(35.67 \pm 4.91)$ 头/板]和次西端 $[(46.67 \pm 6.74)$ 头/板], 这 4 个处理之间差异不显著($P > 0.05$)。

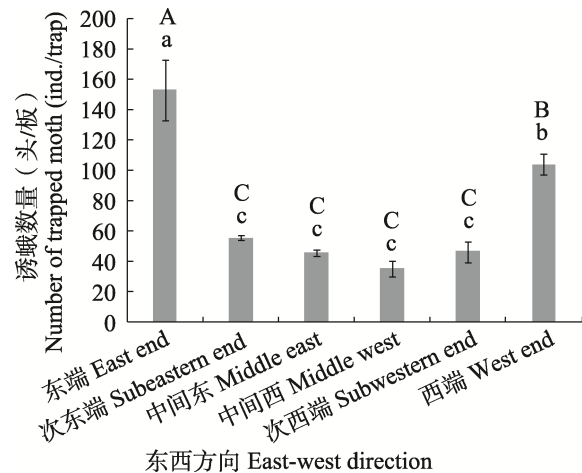


图 3 东西方向放置黑色粘板对番茄潜叶蛾的诱集数量
Fig. 3 The number of *Tuta absoluta* attracted by black sticky traps placed in the east-west direction

2.4 色板悬挂高度对番茄潜叶蛾的诱集效果

从色板悬挂高度对番茄潜叶蛾诱集效果看, 诱蛾数量随着悬挂高度的升高而递减(图 4)。其中靠近地面的色板诱蛾数量最高, 达到 (200.30 ± 31.73) 头/板, 与其他处理之间达到极显著差异($P < 0.01$)。色板底边距地面 50 和 100 cm, 诱集数量分别为 (103.30 ± 12.13) 和

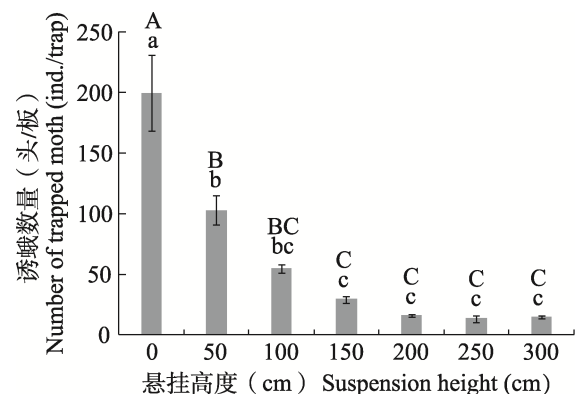


图 4 黑色粘板不同高度对番茄潜叶蛾的诱集数量
Fig. 4 Number of *Tuta absoluta* attracted by black sticky traps at different heights

(55.00 ± 3.29) 头/板, 两者之间差异不显著 ($P > 0.05$); 距地面 150、200、250 和 300 cm 色板的诱集数量分别为 (29.50 ± 2.60)、(16.00 ± 1.41)、(13.50 ± 2.40) 和 (15.00 ± 1.35) 头/板, 这 4 个处理之间差异不显著 ($P > 0.05$) (图 4)。

2.5 色板与垄向呈夹角方式放置对番茄潜叶蛾的诱集效果

从色板与垄向夹角方向对番茄潜叶蛾的诱集效果来看, 色板顺垄悬挂的诱集效果最高, 达到 (35.60 ± 3.65) 头/板, 与其他处理之间差异达到显著水平 ($P < 0.05$) (图 5)。其次为与垄垂直悬挂的色板, 诱集数量为 (23.85 ± 2.42) 头/板, 再次为与垄呈 45° 悬挂的色板, 诱集数量为 (20.05 ± 2.17) 头/板, 但两处理之间差异不显著 ($P > 0.05$)。

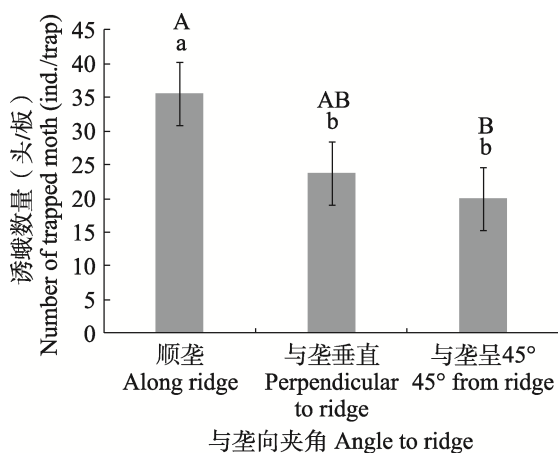


图 5 黑色粘板与垄向夹角对番茄潜叶蛾的诱集数量
Fig. 5 The number of *Tuta absoluta* attracted by black sticky traps placed in different angles with ridge direction

2.6 色板面与水平面夹角对番茄潜叶蛾的诱集效果

色板面与水平面的夹角亦影响诱集效果, 色板平面与地面垂直顺垄悬挂的诱蛾数量最高, 达到 (35.60 ± 3.65) 头/板, 与其他 2 个处理间达到极显著差异水平 ($P < 0.01$) (图 6)。其次为 45° 的色板, 诱集数量为 (17.50 ± 3.61) 头/板, 略高于 0° 平行摆放的色板[(14.15 ± 1.74) 头/板], 两者之间没有显著差异 ($P > 0.05$) (图 6)。

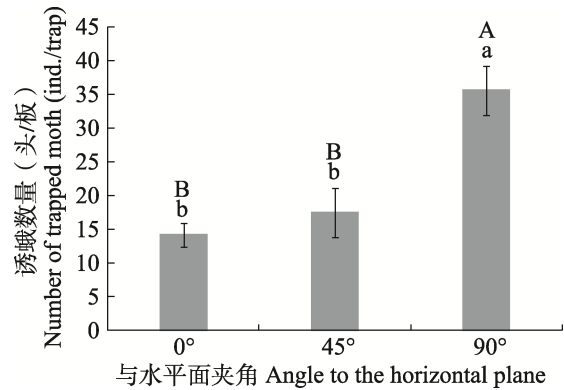


图 6 黑色粘板与水平面夹角对番茄潜叶蛾的诱集数量
Fig. 6 The number of *Tuta absoluta* attracted by black sticky traps placed in different angles with the horizontal plane

3 结论与讨论

不同颜色色板对番茄潜叶蛾的诱蛾效果明显不同 (Taha *et al.*, 2012; Shiberu and Getu, 2017; 张桂芬等, 2019; Erler *et al.*, 2020)。Taha 等 (2012) 研究结果表明红板对番茄潜叶蛾的诱集效果最好。Shiberu 和 Getu (2017) 报道, 白板和蓝板的诱集效果最好。张桂芬等 (2019) 的研究结果是蓝板的诱集效果最好。Erler 等 (2020) 认为黑板对番茄潜叶蛾的诱蛾数量明显多于其他颜色的色板。本研究冬暖大棚色板诱蛾试验结果表明, 黑板和红板对冬暖大棚番茄潜叶蛾的诱集效果最佳, 总体上讲深颜色色板的诱蛾效果好于浅颜色, 这是否与番茄潜叶蛾躲在暗处的习性有关, 有待进一步研究。

不同悬挂高度的试验结果显示, 色板接近地面诱集效果最好 (图 4), 这与张桂芬等 (2021) 云南连栋温棚的研究结果基本一致, 但与谢显彪等 (2023) 云南露地番茄调查的结果明显不同。在山东冬暖大棚田间观测番茄潜叶蛾白天多躲藏在番茄植株的底部, 傍晚和黎明出来活动, 色板悬挂在植株底部靠近地面处, 更容易诱到番茄潜叶蛾成虫。

不同悬挂位置色板诱蛾结果表明, 从南北方向放置诱集数量比较看, 以南边色板诱集效果最好, 这与谈钊汐等 (2022) 的研究结果基本一致。从东西方向诱集数量看, 表现出冬暖大棚东西两端高中间部位低。悬挂位置色板诱蛾数量的差异

可能与棚内温度的差异性分布有关。大棚番茄潜叶蛾盛发期在 4-6 月份, 一般东西走向的冬暖大棚南边的温度要比北边的温度低, 冬暖大棚东西两端的温度要比中间部位的温度低; 冬暖大棚南端有防虫网与外界隔离通风, 黎明和黄昏时分, 会有番茄潜叶蛾大量聚集在南端防虫网和棚膜上; 东西两端受光时间短, 其温度较中间偏低, 因此东西两端番茄潜叶蛾种群密度也偏高, 一般门口开在东端, 东端的温度比西端的略低, 东端的诱蛾量更高, 这可能与番茄潜叶蛾喜好较低的温度有关。

色板悬挂方向及方位对番茄潜叶蛾的诱集结果表明, 顺垄悬挂且垂直摆放色板诱集效果最好。此结果与带有诱芯的蓝板平放更利于对番茄潜叶蛾诱杀的报道存在差异(李灏等, 2024)。这是否与番茄潜叶蛾喜在番茄植株行间飞行及对色板的趋性有关, 尚待进一步验证。

本研究表明, 在冬暖大棚番茄生长期可选用黑板或红板, 在冬暖大棚东、西两端靠近南边近地面顺垄方向悬挂色板, 能更好地诱集冬暖大棚番茄潜叶蛾成虫, 为冬暖大棚番茄潜叶蛾成虫种群监测和绿色防控提供了数据支撑。

参考文献 (References)

- Biondi A, Guedes RNC, Wan FH, Desneux N, 2018. Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: Past, present, and future. *Annual Review of Entomology*, 63: 239–258.
- Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys KAG, Burgio G, Arpaia S, Narváez-Vasquez CA, González-Cabrera J, Catalán Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Cabello T, Urbaneja A, 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83(3): 197–215.
- Erlor F, Kirisik M, Topuz E, 2020. Comparable study on different colored sticky traps for catching of adult *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(9): 7349–7354.
- Guo WX, Xia XJ, Li LL, Xu WX, Song YY, Cui HY, Lyu SH, Yu Y, Men XY, 2023. Effective pesticide screening for common control of *Phthorimaea absoluta* and other four pests of tomato. *Shandong Agricultural Sciences*, 55(11): 40–48. [郭文秀, 夏小菊, 李丽莉, 徐文鑫, 宋莹莹, 崔洪莹, 吕素洪, 于毅, 门兴元, 2023. 番茄潜叶蛾及其他 4 种番茄常发害虫的高效兼治药剂筛选. *山东农业科学*, 55(11): 40–48.]
- Li H, Sheng CF, Li YH, Wu JH, Huang ZQ, Zhao L, Wang HM, Sheng SM, Wang SL, 2024. Effects of different angle and height of blue sticky cards on the trap efficacy of *Tuta absoluta* (Meyrick). *China Vegetables*, 1(2): 88–91. [李灏, 盛承发, 李艳辉, 武建华, 黄志强, 赵利, 王慧敏, 盛世蒙, 王少丽, 2024. 带诱芯的蓝板放置位置 and 方式对番茄潜叶蛾的诱捕效果. *中国蔬菜*, 1(2): 88–91.]
- Li YC, Li Y, Sun YM, Huang Y, Liu YH, Liu ZN, Cao X, 2023. Current situation, existing problems and countermeasures of tomato planting in Shandong Province. *Journal of Changjiang Vegetables*, 40(7): 1–5. [李永程, 李扬, 孙延明, 黄莹, 刘一华, 刘振宁, 曹雪, 2023. 山东省番茄种植现状、存在问题及对策. *长江蔬菜*, 40(7): 1–5.]
- Lu YY, 2021. Vigilant against the continuous spread and invasion of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) in China. *Journal of Environmental Entomology*, 43(2): 526–528. [陆永跃, 2021. 警惕番茄潜叶蛾 *Tuta absoluta* (Meyrick) 在我国持续扩散入侵. *环境昆虫学报*, 43(2): 526–528.]
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs Announcement No. 567, 2023. Focus on the Management of Alien Invasive Species Lists. http://www.moa.gov.cn/govpublic/KJJYS/202211/t20221109_6415160.htm. [农业农村部公告第 567 号, 2023. 重点管理外来入侵物种名录. http://www.moa.gov.cn/govpublic/KJJYS/202211/t20221109_6415160.htm.]
- Shiberu T, Getu E, 2017. Evaluation of colored sticky traps for the monitoring of *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato under glasshouse in Ethiopia. *Agricultural Research and Technology*, 9(3): 555762.
- Sridhar V, Chakravarthy AK, Asokan R, Vinesh LS, Rebijith KB, Vennila S, 2014. New record of the invasive south American tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in India. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 20(2): 148–154.
- Taha AM, Homam BH, Afsah AFE, El-Sharkawy FM, 2012. Effect of trap color on captures of *Tuta absoluta* moths (Lepidoptera: Gelechiidae). *International Journal of Environmental Science and Engineering*, 3(1): 43–48.
- Tan YX, Fu KY, Jia ZZ, Li AM, Ding XH, Turxun AEMT, Feng HZ, Guo WC, 2022. Evaluation of trap color, hanging height and position on the trapping effect of tomato leaf miner. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 59(5): 1144–1155. [谈钊汐, 付开赞, 贾尊尊, 李爱梅, 丁新华, 吐尔逊·阿合买提, 冯宏祖, 郭文超, 2022. 诱捕器颜色、悬挂高度与位置对番茄潜叶蛾诱捕效果

- 评价. 新疆农业科学, 59(5): 1144–1155.]
- Wang GJ, 2021. Analysis of planting benefit of facility tomato industry in China. *Northern Horticulture*, 45(16): 155–161. [王光娟, 2021. 我国设施番茄产业种植效益分析. 北方园艺, 45(16): 155–161.]
- Xie XB, Meng JZ, Zhao GA, Yang ZB, Yao YL, Yang DM, Yang YY, Chen XJ, Shen YF, 2023. Evaluation of trapping effect on *Tuta absoluta* (Meyrick) with different hanging heights of traps and different sex attractants in field. *Plant Quarantine*, 37(3): 44–47. [谢显彪, 孟继枝, 赵国安, 杨祚斌, 姚燕丽, 杨东梅, 杨园耘, 陈星建, 沈云峰, 2023. 田间不同诱捕器悬挂高度和不同诱芯对番茄潜叶蛾诱集效果评价. 植物检疫, 37(3): 44–47.]
- Yang SY, Zhang R, Li HL, Chen SS, Peng Y, Zhou ZR, Huang JM, Kong Q, Yuan SY, 2023. Screening of chemicals for controlling *Tuta absoluta* (Meyrick). *China Plant Protection*, 43(4): 76–78, 97. [杨石有, 张蕊, 李宏琳, 陈珊珊, 彭莹, 周芷若, 黄镜梅, 孔琼, 袁盛勇, 2023. 防治番茄潜叶蛾的药剂筛选. 中国植保导刊, 43(4): 76–78, 97.]
- Zhang GF, Xian XQ, Zhang YB, Zhang R, Ma DY, Liu WX, Gao YH, Wang J, Yang ZL, Li QH, Wang YS, Xue YT, Wan FH, 2020. Warning of the dispersal of a newly invaded alien species tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick). *Plant Protection*, 46(2): 281–286. [张桂芬, 冼晓青, 张毅波, 张蓉, 马德英, 刘万学, 高有华, 王俊, 杨子林, 李庆红, 王玉生, 薛延韬, 万方浩, 2020. 警惕南美番茄潜叶蛾 *Tuta absoluta* (Meyrick) 在中国扩散. 植物保护, 46(2): 281–286.]
- Zhang GF, Zhang YB, Liu WX, Wu Q, Guo JY, Hu Q, Pan HW, Ni WK, Wei JP, Wan FH, 2019. Special sticky board for control of the tomato leafminer, *Tuta absoluta*. Chinese Utility Model Patent, ZL201920312103.X. 2019-12-10. [张桂芬, 张毅波, 刘万学, 武强, 郭建洋, 胡卿, 潘红伟, 倪文匡, 魏江平, 万方浩, 2019. 南美番茄潜叶蛾专用粘虫板. 中国实用新型专利, ZL201920312103.X. 2019-12-10.]
- Zhang GF, Zhang YB, Liu WX, Zhang F, Xian XQ, Wan FH, Feng XD, Zhao JN, Liu H, Liu WC, Zhang XM, Li QH, Wang SM, 2021. Effect of trap color and position on the trapping efficacy of *Tuta absoluta*. *Scientia Agricultura Sinica*, 54(11): 2343–2354. [张桂芬, 张毅波, 刘万学, 张帆, 冼晓青, 万方浩, 冯晓东, 赵静娜, 刘慧, 刘万才, 张晓明, 李庆红, 王树明, 2021. 诱捕器颜色和悬挂高度对番茄潜叶蛾诱捕效果的影响. 中国农业科学, 54(11): 2343–2354.]
- Zhang GF, Zhang YB, ZHAO JN, Xian XQ, Wang YS, Liu WX, Wan FH, Zhang XM, Li P, Liu H, Liu WC, Li YH, Wang SM, Zhao YM, 2022. Phototropism of *Tuta absoluta*, an important insect pest of fruit and vegetable crops, to blue-violet light wavelengths. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 59(6): 1394–1403. [张桂芬, 张毅波, 赵静娜, 冼晓青, 王玉生, 刘万学, 万方浩, 张晓明, 李萍, 刘慧, 刘万才, 李亚红, 王树明, 赵艳梅, 2022. 重大果蔬害虫番茄潜叶蛾对蓝紫光的趋向性研究. 应用昆虫学报, 59(6): 1394–1403.]
- Zhang XY, Wang BL, Liu C, Zhang WJ, Mao JH, Chen Y, Xiao KJ, Wu XL, Pu DQ, 2021. Comparative study on the trapping effects of different color sticky insect boards on *Empoasca* (*Matsumurasca*) *onuki* and other tea garden insects. *Journal of Tea Communication*, 48(4): 663–670. [张潇引, 王彬力, 刘超, 张文娟, 毛建辉, 陈宇, 肖科军, 伍兴隆, 蒲德强, 2021. 不同颜色粘虫板对茶园小贯小绿叶蝉等昆虫的诱集效果比较研究. 茶叶通讯, 48(4): 663–670.]