

黄胸蓟马对香蕉不同组织的危害 及选择偏好研究*

冯臣成^{1**} 李迅东² 徐胜涛² 毛佳² 夏体渊¹
凌辉³ 刘立娜² 尹可锁^{2***}

(1. 昆明学院农学与生命科学学院, 昆明 650205; 2. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205;
3. 河口县特色产业服务中心, 红河 661399)

摘要 【目的】黄胸蓟马 *Thrips hawaiiensis* 是香蕉上的主要害虫之一, 其危害会降低果实外观品质, 并造成重大经济损失。本研究旨在探究黄胸蓟马对香蕉的危害症状、分布特征和对不同组织的选择性。【方法】田间调查香蕉不同组织上黄胸蓟马的危害症状和分布特征, 室内用“Y”型嗅觉仪测定黄胸蓟马对香蕉花蕾不同组织、叶片和假茎的选择。【结果】黄胸蓟马危害香蕉花蕾的果轴、苞片、花蕊和幼果, 危害处表面形成突起黑点。幼果上的黑点数最多, 为 2 361.2 个, 花蕊次之, 为 537.7 个, 果轴最少, 为 97.7 个。黑点在果实上的分布, 以果实背面数量最多, 为 77.0 个, 腹面 (52.8 个) 和侧面 (左: 57.3 个; 右: 52.7 个) 数量显著低于背面 ($P<0.05$)。相较于空白对照, 花蕾不同组织幼果、雄蕊、苞片、假茎、叶片和果轴对黄胸蓟马的引诱率分别为 83.3%、73.3%、73.3%、45.0%、38.3% 和 40.0%, 黄胸蓟马对幼果具有极显著的选择偏好性 ($P<0.001$)。对黄胸蓟马有引诱性的花蕾组织两两比较, 幼果和苞片间的引诱率差异不显著 ($P>0.05$), 但均高于花蕊。【结论】黄胸蓟马对香蕉花蕾不同组织均会造成危害, 其中幼果受害最为严重, 同时也是对黄胸蓟马引诱率最高的组织。研究结果为黄胸蓟马为害特征识别及其综合防控提供了理论基础。

关键词 黄胸蓟马; 香蕉花蕾; 危害症状; 选择偏好

Relative preference of *Thrips hawaiiensis* for different banana tissues

FENG Chen-Cheng^{1**} LI Xun-Dong² XU Sheng-Tao² MAO Jia²
XIA Ti-Yuan¹ LING Hui³ LIU Li-Na² YIN Ke-Suo^{2***}

(1. School of Agronomy and Life Sciences, Kunming University, Kunming 650205, China; 2. Institute of Agricultural Environment and Resource, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;
3. Hekou County Service Center of Special Industrial Development, Honghe 661399, China)

Abstract 【Aim】To investigate the relative preference of *Thrips hawaiiensis* for different banana tissues, the symptoms of crop damage caused by this pest, and its distribution on banana plants. 【Methods】Symptoms of *T. hawaiiensis* damage to different plant tissues were surveyed and the relative preference of *T. hawaiiensis* for different banana bud tissues were tested using a Y-tube olfactometer in a laboratory. 【Results】The bracts, fruit axis, stamen and pistils, and young fruits of banana plants can all be damaged by *T. hawaiiensis*. The main damage symptom are raised black spots on the epidermal surface. The average number of black buds was 2 361.2 on young fruits, 537.7 on the pistil and stamens and 97.7 on the axil. The number of black spots on the dorsal surface of fruits was significantly higher than on the ventral or lateral surfaces ($P<0.05$). Compared to the control, the relative preference of *T. hawaiiensis* for young fruits, stamen and pistils, bracts, pseudostems, leaves and the fruit axis was, respectively 83.3 %, 73.3 %, 73.3 %, 45.0 %, 38.3 % and 40.0 %. A significant preference for young fruits was

*资助项目 Supported projects: 云南省科技厅农业联合专性 (202301BD070001-230); 国家香蕉产业技术体系 (CARS-31); 云南省教育厅科学研究基金 (2024Y739); 云南省创新引导与科技型企业培育计划 (202204BI090019)

**第一作者 First author, E-mail: 2512571198@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: yinkesuo@163.com

收稿日期 Received: 2024-08-24; 接受日期 Accepted: 2024-10-07

apparent ($P < 0.001$). There was no significant preference for young fruits over bracts ($P > 0.05$), but both were preferred over stamen and pistils. **[Conclusion]** *T. hawaiiensis* can damage different tissues of banana buds, including young fruits, stamen and pistils, bracts and the fruit axis. Young banana fruits are significantly more attractive to *T. hawaiiensis* than other tissues. These results provide a reference for identifying *T. hawaiiensis* damage on banana plants, and the comprehensive prevention and control of this pest.

Key words *Thrips hawaiiensis*; banana buds; harmful symptom; selected preference

黄胸蓟马 *Thrips hawaiiensis* 属缨翅目 Thysanoptera 蓟马科 Thripidae (郭志祥等, 2012), 是危害香蕉的主要害虫之一(林明光等, 2009)。当香蕉植株花蕾初现时, 黄胸蓟马会从蕉园外其它寄主或蕉园内其它现蕾植株上迅速聚集到其花蕾上(曾鑫年和林进添, 1998), 在香蕉抽蕾期发生和危害, 幼果受害率达 100%(余德亿等, 2015; 付步礼等, 2019)。该虫起源于环太平洋地区(Mound *et al.*, 2016), 目前已扩散至世界许多国家及地区, 在我国海南、云南、广西、广东、福建和台湾等香蕉主产区均有发生, 且呈扩散暴发趋势(曾鑫年和林进添, 1998)。黄胸蓟马危害特征主要表现为在果实表面产卵形成小黑点, 影响果实外观, 降低香蕉商品价值(余德亿等, 2015)。

目前, 关于黄胸蓟马危害香蕉的研究多集中于果实受害症状的描述(曾鑫年和林进添, 1998; 林明光等, 2009; 郭志祥等, 2012; 余德亿等, 2015), 然而对其是否危害花蕾其它组织及其危害症状的空间分布特征未有相关报道, 该方面知识的缺乏导致生产实践中防控措施存在局限性, 主要表现为仅针对果实进行喷雾处理, 而忽视了对苞片、花蕊等其他组织的防治。此外, 蕉园中掉落的苞片、花蕊和断除的花蕾组织未得到妥善处理, 随意丢弃的现象普遍存在, 这在一定程度上增加了蕉园中蓟马的虫源基数。为进一步明确黄胸蓟马对香蕉的危害及症状分布特征, 本研究在云南元江蕉园中开展了果穗上黄胸蓟马危害症状的空间分布调查, 并结合室内“Y”型嗅觉仪测定黄胸蓟马对香蕉不同组织的选择性。研究结果将进一步完善黄胸蓟马危害香蕉的理论体系, 为制定精准防控策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查地点与供试虫源

调查蕉园位于玉溪市元江县甘庄街道干坝子社区(23°41'30" N, 101°56'48" E, 海拔 708.54 m), 该区域为干热河谷气候, 适宜香蕉的生长, 黄胸蓟马发生危害严重。调查蕉园种植品种为“巴西蕉”, 只进行常规水肥管理, 花蕾期末施用杀虫剂。从蕉园采集黄胸蓟马田间种群, 在室内用绿豆芽作为产卵寄主, 通过饲喂蜂蜜和花粉(质量比 1:1)稀释 10 倍的溶液进行饲养(Murai and Ishii, 1982; 李强等, 2018)。蓟马种群放置在人工气候箱(杭州硕联: SRG-500Y-4LED)中, 饲养温度为 25 °C, 湿度为 60%, 光周期 12L:12D(张帆等, 2014)。黄胸蓟马以雌成虫在果实上产卵造成危害, 本研究以室内连续饲养 3 代以上的雌成虫为供试虫源。

1.2 黄胸蓟马在香蕉不同组织危害的分布调查

采用简单随机抽样法, 从蕉园中选取 3 株花蕾苞片打开 2-3 梳的香蕉植株为调查对象, 田间利用放大镜观察并统计假茎、叶片表面的突起黑点数量。割取香蕉花蕾带回室内, 在体式显微镜(LEICA: M205C)下观察统计每个花蕾上全部苞片、幼果、花蕊(雄蕊和雌蕊)和果轴上的突起黑点数, 并采集图像。

1.3 黄胸蓟马在香蕉果实上的危害分布调查

采用简单随机抽样法, 在蕉园选择已断蕾, 但未套袋的果穗, 3 个果穗为一重复, 设 3 次重复。调查果穗上的全部果梳, 每果梳调查 6 个果指(果梳上下 2 层从左边计数的第 4-6 个果指), 分别记录果指的腹面(背地面)、背面(向地面)

和两侧面的黑点数量。

1.4 黄胸蓟马对香蕉不同组织的选择性

在蕉园中采集新鲜香蕉花蕾, 用湿润棉花包裹切开头进行保鲜, 避免花蕾萎蔫。利用“Y”型嗅觉仪(图 1), 测定黄胸蓟马对香蕉假茎、叶、花蕊、苞片、幼果及果轴的选择性。“Y”型管由透明玻璃管制成(两臂及基部长 10 cm, 内径 2 cm, 两臂夹角 45°), 两臂用硅胶管依次连接气体流量计、洗气瓶(净化与润湿空气)、干燥塔(内含活性炭, 用以净化空气), 直臂连接吸气泵(曹宇等, 2020; 金奕轩, 2023)。将“Y”型管置于自制暗箱中, 箱子顶端安装有 40 W 白炽灯光源, 使箱内光照一致。实验时, 调节两边的气流为 40 mL/min。称取实验样品 5 g 置于侧臂端口, 另一侧为过滤的清新空气。将单头黄胸蓟马雌性成虫从“Y”型管的直臂端口引入, 观察记录黄胸蓟马的选择行为。选择标准如下: 当成虫越过某臂 2/3 处停留 15 s 及以上记做选择; 5 min 未做出选择, 则记做不选择(Davidson *et al.*, 2008; Koschier *et al.*, 2017)。每个组织实验设置 10 组, 每组 6 头, 共 60 头, 每测完 1 头虫后就更换组织材料。为避免位置效应、蓟马的聚集效应及残留气味影响实验结果, 挑取单头蓟马进行试验, 测试完一头蓟马后, 用乙醇擦拭“Y”型管并调换实验组与对照组的位置。黄胸蓟马对香蕉不同组织的趋向选择性以引诱率表示: 引诱率=处理组臂管或对照组臂管内

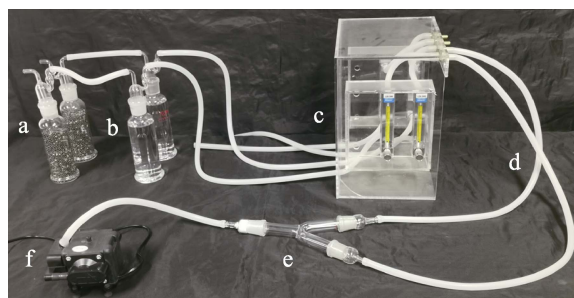


图 1 Y 型嗅觉仪示意图

Fig. 1 Y-type olfactory instrument schematic

a: 干燥塔; b: 洗气瓶; c: 气体流量计;

d: 硅胶管; e: “Y”型管; f: 抽气泵。

a: Drying tower; b: Washing gas cylinders; c: Gas flow meter; d: Silicone tube; e: Y-type; f: Air-extractor.

测试蓟马的数量/总测试蓟马数 $\times 100\%$ 。

1.5 数据统计与分析

采用 Excel 2016 对调查数据进行统计, 用 SPSS 24.0 对危害症状数据进行单因素方差分析(Duncan 氏检验), 对选择性实验数据进行卡方检验(Zhao *et al.*, 2024), 图表用 Origin 2022 绘制。

2 结果与分析

2.1 黄胸蓟马在香蕉植株上的危害症状

本研究仅在花蕾的不同组织上观察到蓟马的危害症状, 而在假茎与叶片上未观察到。从图 2(A-H)和图 3(A-D)中可看出, 在花蕾的苞片、果轴、花蕊和幼果上均观察到突起黑色小点, 进一步放大观察到黑点呈火山口状突起, 边缘组织木栓化。解剖果实受危害部位, 观察到产卵孔洞中仅有 1 粒卵, 产卵深度仅限于果皮, 未达到果肉。

2.2 黄胸蓟马危害症状在香蕉不同组织的分布特征

从图 4 中可看出, 黄胸蓟马对香蕉花蕾不同组织危害有差异。一个花蕾中, 幼果上黑点总数最多, 均值为 2 361.2 个, 花蕊上的数量次之, 为 537.7 个, 果轴上的最少, 为 97.7 个。不同组织上的黑点数量幼果>花蕊>苞片>果轴, 其中幼果上的数量显著高于其它 3 种组织($P<0.001$)。

2.3 黄胸蓟马危害症状在香蕉果实上的分布特征

从图 5 可以看出, 黄胸蓟马在香蕉果实背面产卵形成的黑点数量最多, 平均每个果实背面有 77.0 个, 而腹面、两侧面的数量分别为 52.8、57.3(左)和 52.7(右)个。香蕉果实背面与左侧面的黑点数量无显著性差异($P>0.05$), 但背面黑点数量显著高于腹面和右侧面($P<0.05$)。

2.4 黄胸蓟马对香蕉不同组织的选择性

黄胸蓟马对香蕉不同组织的趋向选择性具

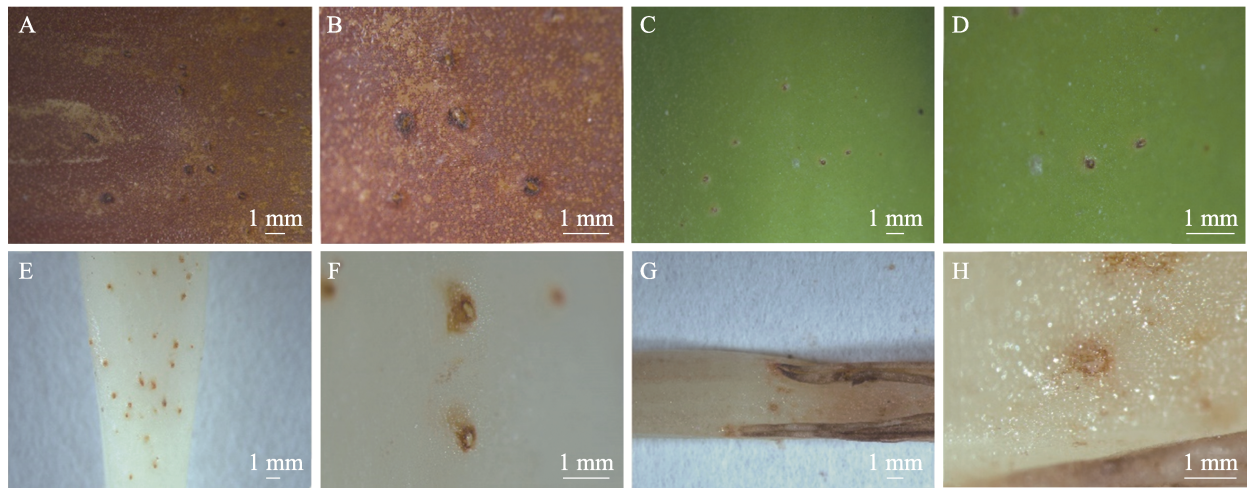


图 2 黄胸蓟马在香蕉花蕾上的危害症状

Fig. 2 Damage symptoms induced by *Thrips hawaiiensis* on banana buds

A, B. 苞片; C, D. 花蕊; E, F. 幼果; G, H. 果轴。

A, B. Bracts; C, D. Stamen and pistils; E, F. Young fruits; G, H. Fruit axis.

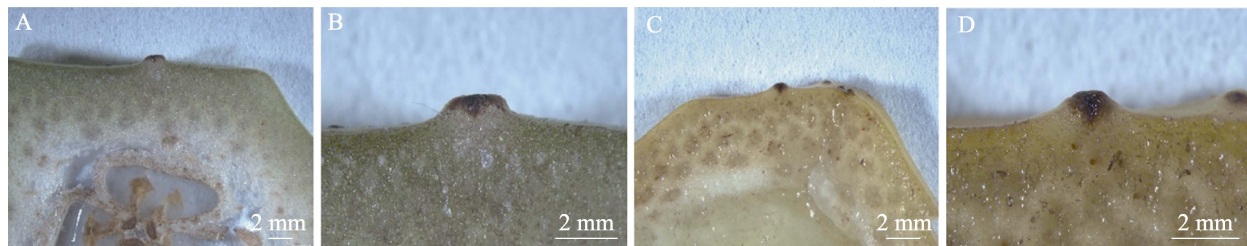


图 3 黄胸蓟马在香蕉果实上危害症状横切面

Fig. 3 Transverse section of damage symptoms induced by *Thrips hawaiiensis* on banana fruits

A, B. 幼果; C, D. 成熟果。

A, B. Fruitlets; C, D. Mature fruits.

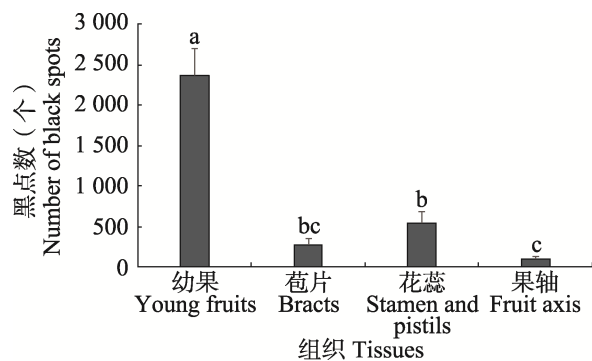


图 4 黄胸蓟马危害症状在香蕉花蕾不同组织上的分布

Fig. 4 Distribution of *Thrips hawaiiensis* damage symptoms in different tissues of banana buds

图中数据为平均值±标准差, 柱上不同小写字母表明在 0.05 水平显著差异 (Duncan 氏检验)。图 5 同。

Data in the figure are mean±SD. Difference lowercase letters above bars indicate significant difference at the 0.05 level (Duncan's test). The same for Fig. 5.

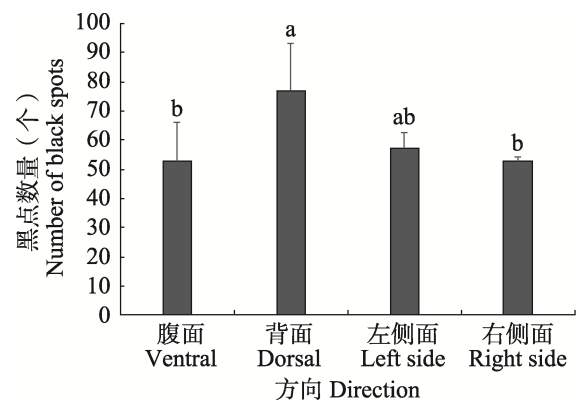


图 5 黄胸蓟马危害症状在香蕉果实上的分布特征

Fig. 5 Distribution characteristics of *Thrips hawaiiensis* damage symptoms on banana fruits

有差异。从图 6 可看出, 黄胸蓟马对幼果的趋向性最强, 引诱率为 83.3%; 对花蕊和苞片的趋向性次之, 引诱率为 73.3%, 对叶片的趋向性最低,

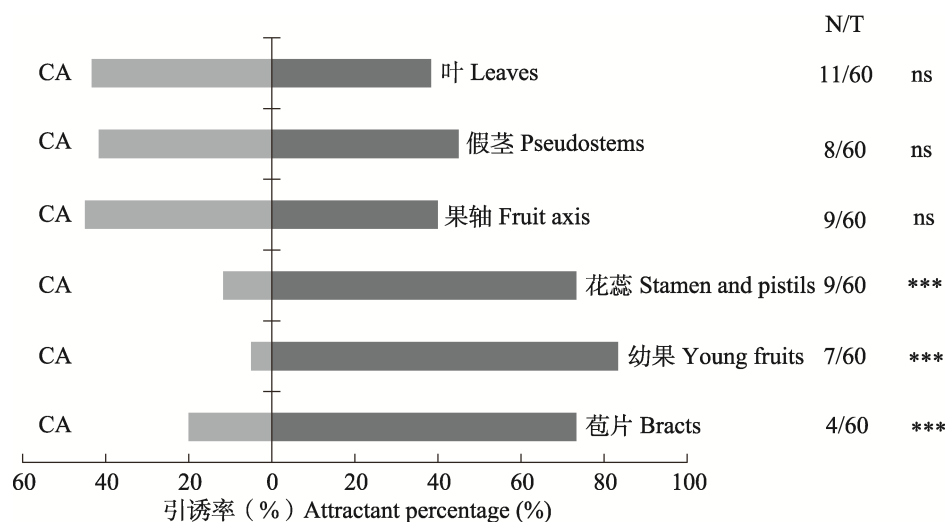


图 6 黄胸蓟马对香蕉不同组织的选择

Fig. 6 Responses of *Thrips hawaiiensis* to different parts of bananas

CA: 洁净空气处理。N/T: 未选择/总数。星号表示处理间差异显著 (* $P<0.05$, *** $P<0.001$)

ns 表示处理间差异不显著 ($P>0.05$) (卡方检验)。图 7 同。

CA: The treatment of clean air. N/T: No response/Total. Asterisk indicates significant difference between treatments (* $P<0.05$, *** $P<0.001$), while "ns" indicates no significant difference between treatments ($P>0.05$) (Chi-square test). The same for Fig. 7.

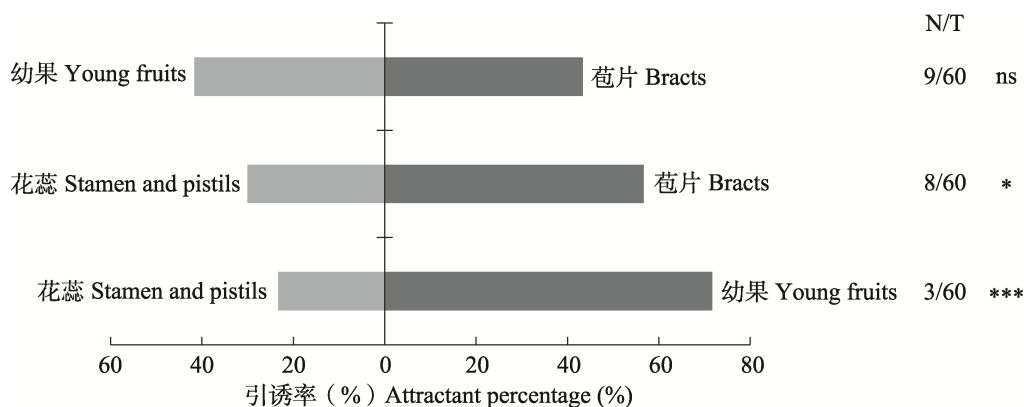


图 7 黄胸蓟马对香蕉花蕾幼果、苞片和花蕊的选择

Fig. 7 Responses of *Thrips hawaiiensis* to young fruits, bracts, stamen and pistils of banana buds

引诱率为 38.3%。黄胸蓟马对花蕊、幼果和苞片具有极显著的趋向性 ($P<0.001$), 对果轴、假茎和叶不具有显著的趋向性 ($P>0.05$)。黄胸蓟马对香蕉花蕾不同组织间的选择具有差异, 结果如图 7 所示, 幼果引诱率(41.7%)与苞片的(43.3%)比较, 两者间不存在显著差异 ($P>0.05$); 苞片上引诱率(56.7%)与花蕊的(30.0%)比较, 两者间存在显著差异 ($P<0.05$); 幼果引诱率(71.7%)与花蕊的(23.3%)比较, 两者间存在

极显著差异 ($P<0.001$)。

3 讨论

黄胸蓟马对香蕉的危害主要以雌成虫在幼果上产卵, 导致果实表面形成突起黑点(曾鑫年和林进添, 1998; 余德亿等, 2015)。本研究发现, 这些突起黑点是由黄胸蓟马在幼嫩组织上产卵后, 卵孵化处组织发生增生和木质化所致, 且

产卵孔的深度仅限于果皮, 未延伸至果肉部分。该结果进一步明确了黄胸蓟马的危害主要影响果实外观品质, 而对果肉无显著影响。Yu 等 (2018) 的研究结果也表明黄胸蓟马危害对香蕉果肉中还原糖、维生素 C、蛋白质等含量无显著影响。然而, 关于黄胸蓟马危害对香蕉风味特性、贮藏性能及货架期的影响尚未见报道, 有待进一步研究。

在果穗不同部位的危害分布特征方面, 尹可锁等 (2021) 的研究表明, 最末端果梳受害最为严重。果实表面黑点的分布呈现明显规律性, 以背面分布最多, 腹面最少, 这可能与幼果各部位暴露于黄胸蓟马的先后顺序有关: 苞片打开后, 背面最先暴露, 随后是两侧, 最后是腹面。由于黄胸蓟马体型微小且危害隐蔽, 对苞片内幼果的早期危害往往难以察觉, 易错过关键防治时期。本研究发现, 黄胸蓟马不仅危害幼果, 还会对苞片、花蕊和果轴造成损害, 因此在实际生产中可通过观察外层苞片的受害情况, 及时发现虫害并采取防治措施。

昆虫为保障后代生存, 通常会选择利于卵孵化和幼虫存活的适宜场所产卵 (Kohandani *et al.*, 2017)。本研究发现, 在不同组织中以幼果受害最为严重, 表明黄胸蓟马更趋向选择幼果, 可能与苞片、果轴相比, 幼果的营养物质更丰富且表皮纤维化程度低, 利于成虫产卵、卵的孵化及若虫存活。

在寄主定位过程中, 植株的颜色和气味是昆虫选择的重要影响因素 (陆宴辉等, 2008)。夏西亚等 (2017) 的研究结果表明, 黄胸蓟马对不同颜色色板的选择率依次为: 蓝色>紫色>白色>黄色>红色>绿色。本研究结果表明, 黄胸蓟马主要危害花蕾组织, 而对叶片和假茎无明显危害; 室内选择性试验也表明黄胸蓟马对叶片和假茎没有选择性, 而对苞片和幼果有较强选择性。这可能与香蕉花蕾的紫红色外观对黄胸蓟马的吸引作用有关, 而绿色的叶片和假茎对其没有吸引力。除外观颜色外, 组织挥发性气味物质也可能是影响蓟马选择的重要因素, 但具体哪种因素在

黄胸蓟马定位香蕉花蕾过程中起关键作用有待于进一步研究。

综上所述, 黄胸蓟马对香蕉花蕾不同组织均可造成危害, 早期可通过观察外层苞片受害情况, 提前进行施药防控。在防治过程中, 应对整个花蕾进行喷雾, 并及时将脱落的苞片和割断的花蕾清理出蕉园。田间危害症状分布调查结果与室内选择性试验相互验证了黄胸蓟马对幼果选择性更高, 有待于进一步分析幼果引诱黄胸蓟马的因子, 为开发黄胸蓟马引诱剂奠定基础。

参考文献 (References)

- Cao Y, Meng YL, Yang H, Li J, Zhang GZ, Wang YW, Li C, 2020. Preliminary study on behavioral responses of *Thrips hawaiiensis* to volatiles of different flowers. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 49(9): 88–97. [曹宇, 孟永禄, 杨红, 李军, 张国洲, 王亚维, 李灿, 2020. 黄胸蓟马对不同花卉挥发物的行为反应初探. *河南农业科学*, 49(9): 88–97.]
- Davidson MM, Perry NB, Larsen L, Green VC, Butler RC, Teulon DAI, 2008. 4-Pyridyl carbonyl compounds as *Thrips* lures: Effectiveness for western flower thrips in y-tube bioassays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15): 6554–6561.
- Fu BL, Xia XY, Qiu HY, Li Q, Tang LD, Zhang X, Zeng DQ, Liu K, 2019. Population activities, occurrence dynamics, and spatial distribution pattern of *Thrips hawaiiensis* in banana orchards. *Acta Ecologica Sinica*, 39(13): 4996–5004. [付步礼, 夏西亚, 邱海燕, 李强, 唐良德, 张欣, 曾东强, 刘奎, 2019. 香蕉园黄胸蓟马成虫种群的活动节律、消长规律与空间分布. *生态学报*, 39(13): 4996–5004.]
- Guo ZX, Zeng L, Fan HC, Yang PW, Tang ZM, Shi ZY, Bai JH, Guo BX, Duan C, 2012. Investigation on the species of banana insect pests and their damages in Yunnan Province. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 32(10): 42–45. [郭志祥, 曾莉, 番华彩, 杨佩文, 唐志敏, 石兆云, 白建华, 郭保兴, 段超, 2012. 云南香蕉害虫种类及发生危害调查. *热带农业科学*, 32(10): 42–45.]
- Jin YX, Huang XY, Li SH, Zhang YF, Gao ZZ, Huang ZJ, Chen FJ, 2023. Selective behavior of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* to 12 plant volatile organic compounds. *Journal of Plant Protection*, 50(3): 676–683. [金奕轩, 黄欣怡, 李思涵, 张宇峰, 高振圳, 黄祖金, 陈法军, 2023. 西花蓟马对 12 种植物挥发物的选择行为. *植物保护学报*, 50(3): 676–683.]
- Kohandani F, Le Goff GJ, Hance T, 2017. Does insect mother know under what conditions it will make their offspring live? *Insect*

- Science*, 24(1): 141–149.
- Koschier EH, Nielsen MC, Spangl B, Davidson MM, Teulon DAJ, 2017. The effect of background plant odours on the behavioural responses of *Frankliniella occidentalis* to attractive or repellent compounds in a Y-tube olfactometer. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 163(2): 160–169.
- Li Q, Liu K, Fu BL, Zeng DQ, Xia XY, Qiu HY, Tang LD, 2018. Effects of different diets on the biological characteristics of the *Thrips hawaiiensis*. *Journal of Environmental Entomology*, 40(1): 136–143. [李强, 刘奎, 付步礼, 曾东强, 夏西亚, 邱海燕, 唐良德, 2018. 不同食料对黄胸蓟马生物学特性的影响. 环境昆虫学报, 40(1): 136–143.]
- Lin MG, Liu FX, Peng ZQ, Li WD, Xu W, Wang XJ, 2009. Survey and identification of pest insects on banana crop in Hainan. *South West China Journal of Agricultural Sciences*, 22(6): 1619–1622. [林明光, 刘福秀, 彭正强, 李伟东, 徐卫, 汪兴鉴, 2009. 海南省香蕉作物害虫调查与鉴定. 西南农业学报, 22(6): 1619–1622.]
- Lu YH, Zhang YJ, Wu KM, 2008. Host-plant selection mechanisms and behavioural manipulation strategies of phytophagous insects. *Acta Ecologica Sinica*, 28(10): 5113–5122. [陆宴辉, 张永军, 吴孔明, 2008. 植食性昆虫的寄主选择机理及行为调控策略. 生态学报, 28(10): 5113–5122.]
- Mound L, Nakahara S, Tsuda DM, 2016. Thysanoptera-terebrantia of the Hawaiian Islands: An identification manual. *ZooKeys*, 5(549): 71–126.
- Murai T, Ishii T, 1982. Simple rearing method for flower *Thrips* on pollen. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 26(3): 149–154.
- Xia XY, Fu BL, Qiu HY, Tang LD, Li Q, Liu K, 2017. Preference of *Thrips hawaiiensis* for different colors. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 54(2): 230–236. [夏西亚, 付步礼, 邱海燕, 唐良德, 李强, 刘奎, 2017. 黄胸蓟马对颜色的趋性反应. 应用昆虫学报, 54(2): 230–236.]
- Yin KS, Guo ZX, Li XD, Zheng SJ, Yang BM, Zeng L, Fan HC, Bai TT, Xu ST, Huang YL, Liu LN, 2021. Dynamic distribution of adult *Thrips hawaiiensis* morgan during banana flowering stage and its precise chemical control in banana plantation. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 42(7): 2016–2021. [尹可锁, 郭志祥, 李迅东, 郑泗军, 杨宝明, 曾莉, 番华彩, 白亭亭, 徐胜涛, 黄玉玲, 刘立娜, 2021. 香蕉蓟马在花蕾期发生为害动态及精准化学防控研究. 热带作物学报, 42(7): 2016–2021.]
- Yu DY, Hu SF, Huang P, Chen HX, Yao JA, 2015. Characteristic damages caused by and preference on three varieties of bananas of pest insect, *Thrips hamaiensis*. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 30(10): 997–1000. [余德亿, 胡思凡, 黄鹏, 陈汉鑫, 姚锦爱, 2015. 香蕉花蓟马为害特点调查及其对3种香蕉的嗜好性. 福建农业学报, 30(10): 997–1000.]
- Yu DY, Huang P, Chen Y, Lin YW, Akutse KS, Lan YY, Wei H, 2018. Effects of flower *Thrips* (Thysanoptera: Thripidae) on nutritional quality of banana (Zingiberales: Musaceae) buds. *PLoS ONE*, 13(8): e0202199.
- Zeng XN, Lin JT, 1998. Damage of *Thrips hawaiiensis* (Morgan) to banana and its control. *Plant Protection*, 24(6): 15–17. [曾鑫年, 林进添, 1998. 黄胸蓟马对香蕉的危害及其防治. 植物保护, 24(6): 15–17.]
- Zhang F, Fu BL, Liu K, Qiu HY, Wu Y, 2014. The effect of temperature on the development and survival of *Thrips hamaiensis* (Morgan). *Acta Ecologica Sinica*, 34(14): 3895–3899. [张帆, 付步礼, 刘奎, 邱海燕, 伍祎, 2014. 温度对香蕉花蓟马发育和存活的影响. 生态学报, 34(14): 3895–3899.]
- Zhao J, Farid IM, Long M, Elgizawy K, Ren ZH, Cai WL, Ma WH, Hua HX, 2024. The repellent activities of plant ethanolic extracts and their derived compounds against three species of rice planthoppers and their potential side-effects on the main predator, *Cyrtorhinus lividipennis*. *Journal of Pest Science*, 97(2): 897–909.