

基于食性多样性的蓟马综合防治策略研究

李维娜¹(通讯作者) 薛亚辉² 胡鹏¹

1 焦作大学 化工与环境工程学院, 河南焦作, 454000;

2 焦作大学 信息工程学院, 河南焦作, 454000;

摘要: 蓼马是一类全球性分布的微小昆虫, 其食性多样性高, 包括植食性、菌食性、捕食性和杂食性等多种类型。食性多样性不仅使得蓼马在农林园艺系统中扮演复杂角色, 还增加了其防治难度。本文列举了此类昆虫不同食性为害的主要特点、类群、分布特征, 以及食性多样性对防治的挑战与影响, 进而提出一套多层次全方位的综合防治策略。通过农业防治、物理防治、生物防治和化学防治技术的优化组合, 不仅能有效降低虫口密度, 还能减少化学农药依赖, 促进农业可持续发展。

关键词: 食性多样性; 蓼马; 综合防治策略

DOI: 10.69979/3060-8767.25.11.059

引言

蓼马是缨翅目(Thysanoptera)昆虫的统称, 因最早发现于菊科蓼属(Cirsium)植物且善跳跃而得名。蓼马种类繁多, 全球已记录超6000余种, 我国记录超500余种, 其中许多种类是农作物、林木、果树和园林观赏植物上的重要害虫, 通过直接取食和传播病毒造成巨大经济损失。例如, 西花蓼马(Frankliniella occidentalis)可传播番茄斑萎病毒(TSWV), 寄主多达500余种植物; 而普通大蓼马(Megalurothrips usitatus)在豆科作物上暴发成灾, 导致产量损失高达70%以上。同时, 部分蓼马种类作为天敌昆虫或菌食性分解者, 又具有有益的生态功能。因此, 基于食性多样性制定综合防治策略, 不仅有助于精准防控害虫, 还能减少化学农药依赖, 符合农业可持续发展理念。本文将从蓼马的食性多样性分析入手, 探讨农业、物理、生物和化学防治技术在多样性食性背景下的应用, 进而制定综合防治策略并评估其实施效果, 以期为实际生产提供参考。

1 蓼马的食性多样性及防治影响分析

1.1 蓼马的食性分类与生态功能

蓼马的食性多样性是其适应多种生境的关键, 主要分为以下类型:

1.1.1 植食性蓼马

占蓼马种类的50%以上, 涵盖锯尾亚目(Terebrantia)和管尾亚目(Tubulifera)2亚目多科类群, 是农业生产中的主要危害类群。蓼马的锉吸式口器的“不对称”和“锉吸”特性, 使蓼马在高效刺穿植物组织取食植物汁液的同时避免因过度破坏组织而失去汁液来源,

因此植食性是蓼马高度适应力的体现。多数植食性蓼马寄主范围广泛, 取食多种作物、蔬菜、花卉、果树等, 不仅能造成叶片卷曲、生长点萎缩、花器受损、果实疤痕等不同程度的为害状, 还会在寄主间传播病毒。例如, 西花蓼马寄主多达500余种, 可传播番茄斑萎病毒等多种病毒, 危害极其严重; 黄胸蓼马(Thrips hawaiiensis)在百香果、芒果等作物上危害严重; 茶黄蓼马(Scirtothrips dorsalis)对茶、芒果等造成显著经济损失。而稻管蓼马(Haplothrips aculeatus)等则为寡食性, 主要危害禾本科作物。不同作物上的蓼马种群分布差异显著, 受气候、寄主植物及农业措施影响较大。

1.1.2 菌食性蓼马

以真菌菌丝体和孢子为食, 主要集中于管蓼马科(Phlaeothripidae)灵管蓼马亚科(Idolothripinae), 常生活于枯枝落叶层或树皮下, 参与分解过程, 但不直接危害作物。

1.1.3 捕食性蓼马

如锯尾亚目的纹蓼马科(Aeolothripidae)部分类群和管尾亚目管蓼马科的黄胫长鬃管蓼马(Karnyothrips flavipes)、白千层管蓼马(Karnyothrips melaleucus)、捕虱管蓼马(Aleurodothrips fasciapennis)、褐尾管蓼马(Hoplothrips aceris)等种类, 可捕食蚜虫、螨类、介壳虫、粉虱、木虱、红蜘蛛等昆虫和其他蓼马, 是生物防治中的重要天敌昆虫。

1.1.4 杂食性蓼马

食性混合, 既取食植物, 也捕食小型节肢动物, 如蚜虫, 螨类等。从整体危害情况来看, 其主要危害仍集中于植物, 对农作物产量和品质同样产生不可忽视影响。

因其行为随环境条件变化，增加了种群管理的复杂性。

食性多样性使蓟马在生态系统中同时充当害虫、天敌和分解者，要求防治策略必须针对性设计，以平衡生态功能与控制危害。

1.2 食性多样性对防治的挑战与影响

蓟马食性多样性带来了多重防治挑战。一是危害方式多样。植食性蓟马不仅造成直接取食伤害，如叶片银斑、落花落果等，还传播病毒，间接危害常远超直接损害。菌食性和捕食性种类虽有益，但可能被误伤，破坏生态平衡。二是种群动态复杂。不同食性蓟马的种群消长受寄主植物、气候和农业措施影响。例如，在南方荔枝园中，茶黄蓟马与管蓟马科种类存在竞争关系，优势种随季节演替，导致防治时机难以把握。三是抗药性风险高。植食性蓟马如西花蓟马，易对化学农药产生抗药性，而多食性种类更易通过交叉适应增强耐药性，限制化学防治效果。四是监测与鉴定难度大。蓟马个体微小（体长0.5–2mm），隐匿性强，且不同食性种类需采用不同监测方法（如扫网法用于草丛种类，振荡法用于乔木），增加虫情准确评估的难度。因此，对蓟马防治，单一防治手段效果有限，必须基于食性特点开展综合治理。

不同食性的蓟马对防治技术的响应存在差异，植食性害虫对化学药剂和生物药剂较为敏感，而杂食性害虫则可能通过捕食行为影响防治效果，进而在制定防治策略时需充分考虑蓟马的食性特点。基于食性多样性的综合防治策略需根据田间实际情况进行制定和调整，通过结合农业防治，物理防治，生物防治和化学防治等多种手段，形成多层次的防控体系，得加强田间监测和数据分析，及时调整防治措施，确保防治效果的最大化。

2 基于食性多样性的农业与物理防治技术

2.1 农业防治措施

农业防治是基础性措施，侧重于生态调控，主要通过改善农田环境降低虫源基数。

2.1.1 寄主管理

清除田间杂草和残株，减少蓟马交替寄主；及时抹除砧木萌芽、主蔓上多余侧芽和无效枝条，减少蓟马取食和藏匿地点；加强营养管理，适量增施钾肥，增强植株抗病、抗虫能力；选用抗性品种（如腺毛密度高的辣椒品种），利用植物自身抗性机制。

2.1.2 耕作措施

实施轮作（如豆科与非豆科作物轮作），打断食物链，减少单一作物连续种植带来病虫害压力；间作诱集

植物（如万寿菊）或驱避植物（如迷迭香），定向吸引或驱离蓟马，有效干扰蓟马取食和繁殖行为。

2.1.3 环境调控

种植前进行环境清洁，铲除田间杂草，枯枝落叶，并集中烧毁或深埋，以清除虫源和减少蓟马栖息场所；安装水肥滴，喷灌系统，科学灌水，保持果园湿度，减少蓟马孵化率，抑制若虫活动；覆盖银黑双色地膜，驱避成虫并阻止入土化蛹或羽化。

2.2 物理防治技术

物理防治是利用蓟马生物学特性进行直接干预。

2.2.1 防草布应用

在果园管理中，全园铺设防草布是一项行之有效物理防治措施。防草布具有致密孔隙结构，铺设后能有效阻止虫卵落入土壤进行孵化，从源头上减少蓟马虫源数量，同时它还能抑制杂草生长，破坏蓟马繁殖所依赖杂草环境，降低蓟马种群自然增长率；防草布表面平整光滑，易于清理果园修剪产生残枝败叶，及时清理这些残枝败叶，可保持果园整洁，消除蓟马栖息和藏匿场所，进一步压缩其生存空间，减少蓟马对果树危害。

2.2.2 物理隔离网

采用80目防虫网搭建物理隔离网，能有效阻挡蓟马迁飞入侵。在实际搭建中，围网高度可根据果园地理位置，周边环境以及蓟马迁飞习性等因素，灵活选择半封闭式，仅在果园四周围网，或全封闭式，果园四周及上方均围网，而封闭式围网会影响果园内空气流通和昆虫活动，因此需辅助采取蜜蜂授粉或人工授粉等措施，以确保果树正常授粉，提高结实率，保障果实产量和质量。

2.2.3 物理诱杀措施

利用D-柠檬烯等植物源诱控剂诱导蓟马粘附诱杀是一种绿色环保防治方法。D-柠檬烯具有特殊气味，能吸引蓟马主动靠近，将悬挂蓝色粘虫板并涂上D-柠檬烯诱控剂，可显著降低百香果等作物上蓟马虫口数；同时在蓝板上涂上茉莉酸甲酯，丁香酚等驱避物质，能在一定程度上抑制周边果园或菜地蓟马侵入，形成无形防护屏障，有效保护果园作物免受蓟马危害。

2.2.4 高温闷棚

夏季高温季节闭棚15天以上，利用高温杀灭蓟马。

3 生物与化学防治技术在食性多样性背景下的应用

3.1 生物防治技术

生物防治是绿色防控的核心，利用天敌和微生物调

控种群。

3.1.1 生物药剂选择与应用

根据田间蓟马虫口数，转而向选择合适的生物药剂进行防治转变，虫口数 ≤ 3 头/板时，使用 $250\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 马鞭草烯酮水剂600倍或 $400\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 丁香酚水剂600倍喷防，每隔10d喷雾1次，3头/板 $<$ 虫口数 ≤ 10 头/板时，采用生物药剂与绿色低毒化学药剂复配使用，没法快速控制蓟马增长趋势。

3.1.2 天敌昆虫的引入与增效作用

释放捕食性天敌如东亚小花蝽(*Orius sauteri*)、巴氏钝绥螨(*Amblyseius barkeri*)，针对蓟马若虫和成虫；保护捕食性蓟马，增强自然控制，可有效控制蓟马的种群密度。天敌昆虫通过捕食蓟马成虫和若虫，减少其数量，进而降低对作物的危害，天敌昆虫的引入给农田生态系统的稳定性予以有力支撑。

3.1.3 微生物制剂的田间效果评估

微生物制剂像金龟子绿僵菌，苦参碱等对蓟马具有显著的防治效果，田间试验表明，这些微生物制剂能降低蓟马虫口密度，且对环境友好，无残留风险。

3.1.4 信息素与植物精油调控

应用昆虫信息素(如西花蓟马聚集信息素 neryl (S -2-methylbutanoate) 或植物挥发性次生代谢物质(如植物精油)，诱集或驱避蓟马，抑制蓟马取食和产卵甚至毒杀，从而实现精准调控。

3.2 化学防治技术的优化

化学防治作为应急手段，需科学使用以最小化负面影响。

3.2.1 化学药剂种类与使用时机

化学防治应作为应急手段，在蓟马暴发期及时应用，选择针对蓟马特效的化学药剂，像烟碱类，苯甲酰脲类，吡唑杂环类等，并严格按照推荐剂量和使用时机进行喷施，避免在高温，大风天气喷药，以防药害和降低药效。

3.2.2 低毒高效药剂的筛选与应用

随着农药残留问题的日益突出，低毒高效药剂的筛选与应用成为化学防治的重要方向，通过室内毒力测定和田间药效试验，筛选出对蓟马防治效果好且对环境友好的低毒药剂，像乙基多杀菌素，氟啶虫酰胺等。

3.2.3 抗药性管理与轮换用药策略

针对蓟马易产生抗药性的问题，需制定抗药性管理策略，通过轮换使用不同作用机理的化学药剂，延缓抗药性的产生和发展，得加强田间虫情监测，及时调整防治策略，确保防治效果。

4 综合防治策略的实施与效果评估

4.1 综合防治策略的制定原则

4.1.1 绿色防控为主，化学防控为辅

通过优化农业防治手段，像合理轮作，深耕翻土，调整种植密度等，改善农田生态环境，破坏害虫的生存空间，运用物理防治措施，像设置防虫网，诱虫灯，色板等，直接捕获或驱赶害虫，以及积极推广生物防治技术，利用害虫的天敌，病原微生物等进行自然控制，这些绿色防控方法可有效减少化学药剂的使用量和频率，降低对土壤，水源和空气等环境的污染，能减少害虫抗药性的产生，保障农产品质量安全，降低对人体健康的潜在风险。

4.1.2 针对不同食性害虫的定制化策略

蓟马食性多样，不同食性的害虫在取食部位，危害程度和发生规律等方面存在显著差异，对于取食叶片的害虫，可选用具有胃毒作用的生物农药或针对性强的物理诱捕装置，通过精准选择合适的防治技术和措施，能显著提高防治效果，实现精准防控，避免盲目用药造成的资源浪费和环境污染。

4.2 实施过程与关键技术点

4.2.1 分阶段实施计划

综合防治策略的实施需制定分阶段计划，在蓟马发生初期，以农业防治和物理防治为主，随着危害程度的加重，逐步引入生物防治和化学防治措施，通过分阶段实施，确保防治措施的有效性和经济性。

4.2.2 关键技术点的操作规范与注意事项

在实施综合防治策略时，需注意关键技术点的操作规范，像喷药时需均匀周到，避免漏喷和重喷，使用生物药剂时需注意温度和湿度条件，搭建物理隔离网时需确保网目大小合适等，得加强田间管理和监测，及时发现并解决问题。

4.3 防治效果评估方法

4.3.1 虫口密度监测与数据分析

通过设置蓝板等监测工具，定期监测田间蓟马虫口密度，利用数据分析软件对监测数据进行处理和分析，评估防治效果，根据虫口密度的变化趋势，及时调整防治策略。

4.3.2 产量与品质提升评估

在防治策略实施前后，分别对作物产量和品质进行评估，通过对比分析，评估防治策略对产量和品质的提升效果，考虑市场价值和经济效益等因素，综合评价防治策略的优劣。

4.3.3 经济效益与环境效益综合评价

在评估防治效果时，需综合考虑经济效益和环境效益，通过计算防治成本，产量增加值和市场价值提升等指标，评估防治策略的经济效益，分析防治策略对环境的潜在影响，像农药残留，生态平衡等，确保防治策略的可持续性和环境友好性。

本文通过对薊马食性多样性的深入分析，揭示了其对作物危害的复杂性及传统防治手段的局限性，在此基础上，提出了基于食性多样性的综合防治策略，通过农业，物理，生物和化学防治技术的优化组合，形成了多层次，全方位的防控体系，实施结果表明，此策略可有效降低虫口密度，提升作物产量与品质，同时减少化学农药使用，保障农业生态安全，本文的研究不仅丰富了薊马防控的理论体系，也为实际农业生产中的害虫防控予以有力支撑，继续加强薊马食性多样性的研究，不断优化综合防治策略，为农业可持续发展的需求予以有力支撑。

参考文献

- [1] 王朝红. 中国薊马科(缨翅目: 锯尾亚目)分类研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2020.
- [2] 陈佳琴, 娄利娇, 何兵, 等. 黄柏精油对大豆黄薊马的杀虫作用及盆栽药效[J]. 大豆科学, 2025, 44(03): 96-102.
- [3] 黄佳豪, 张起恺, 王硕, 等. 豆大薊马虫口密度对豇豆产量与品质的影响[J]. 中国植保导刊, 2025, 45(04): 54-59.
- [4] 班菲雪, 刘少兰, 乔飞, 等. 利用明小花蝽储蓄植物系统防控设施草莓害虫棕榈薊马[J]. 植物保护学报, 2025, 52(01): 98-104.
- [5] 王恩东, 明蒙, 刘正玲, 等. 巴氏新小绥螨和剑毛帕厉螨与球孢白僵菌田间联合应用防治烟草西花薊马[J]. 中国生物防治学报, 2024, 40(06): 1243-1249.
- [6] 帖展疆, 张桂源, 马朝阳, 等. 新疆向日葵主产区有害薊马优势种群鉴定及其解毒酶对防治药剂的响应[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2024, 42(05): 545-551.
- [7] 啜泽润, 陈学亮, 渠汇, 等. 杀虫剂对向日葵田花薊马的毒力及防效评价[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2025, 46(01): 12-16+33.
- [8] 陈平, 刘正玲, 杨亚辉, 等. 5种杀虫剂对西花薊马的室内毒力及其对巴氏新小绥螨的安全性评价[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2024, 39(04): 23-28.
- [9] 杨小龙, 杨俊, 杨石有, 等. 石榴薊马防治药剂筛选及喷雾助剂对药剂的减量增效作用[J]. 植物保护, 2024, 50(04): 356-361.
- [10] 张宇, 朱正阳, 寇晶, 等. 不同光谱对东亚小花蝽捕食西花薊马的影响[J]. 环境昆虫学报, 2024, 46(04): 822-829.
- [11] 余怀亮, 吴明月, 刘铮, 等. 短时高温对普通大薊马存活的影响及豇豆田防效初探[J]. 中国蔬菜, 2024, (06): 107-114.
- [12] 秦坤焕, 朱晓锋, 肖广明, 等. 不同药剂对新疆枣园花薊马的室内毒力及田间防效[J]. 中国植保导刊, 2024, 44(04): 68-70+74.
- [13] 黄立飞, 苏治友, 王欢廷, 等. 广西豇豆薊马发生规律及防治药剂筛选[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(04): 121-126.
- [14] 张凤阁, 蔡晓明, 罗宗秀, 等. 茶棍薊马生物生态学特性及其防治[J]. 中国生物防治学报, 2024, 40(01): 219-228.
- [15] 史彩华, 谢文, 吴明月, 等. 豆大薊马生物生态学特性与绿色防控技术研究进展[J]. 应用昆虫学报, 2023, 60(06): 1643-1653.
- [16] 李晓维, 程江辉, 韩海斌等. 植物次生代谢物质对薊马的行为调控作用及其在薊马防控中的应用[J]. 昆虫学报, 2022, 65(9): 1222-1246.

作者简介：李维娜，1986年9月生，女，汉族，河南焦作，焦作大学，硕士研究生，讲师，主要研究方向为病虫害防治、生物多样性及环境生物学。

基金项目：2024年度河南省高等学校重点科研项目(项目编号：24A180016)；2024年度河南省高等教育教学改革研究与实践项目(项目编号：2024SJGX0815)。