

# 生物防治在植物病虫害绿色防控中的应用与展望

乔炳鑫

内蒙古鄂尔多斯市东胜区农牧局农牧技术推广中心 内蒙古 鄂尔多斯 017000

**摘要:** 绿色防控是保障农产品质量与生态环境健康的关键举措,生物防治凭借环境友好、可持续性强的优势,成为植物病虫害绿色防控体系的核心支撑。本文系统梳理生物防治的定义与核心技术体系,涵盖天敌昆虫、微生物、植物源及多物种协同防控技术,结合大田作物、经济作物及设施农业的应用实践,分析不同场景下技术的应用成效与关键要点。本文成果为深化生物防治技术研发与推广应用提供理论参考,对推动农业绿色高质量发展具有重要意义。

**关键词:** 生物防治;植物病虫害;绿色防控

引言:植物病虫害是制约农业生产的重要因素,传统防治模式依赖化学农药,虽能快速控制病虫害,但长期过量使用会引发农药残留超标、害虫抗药性增强、生态平衡破坏等问题,与农业绿色发展理念不符。绿色防控理念应运而生,生物防治作为绿色防控的核心技术,通过利用生物或其代谢产物调控病虫害种群数量,兼具控害效果与生态安全性。本文全面剖析生物防治技术体系与应用实践,展望其未来发展趋势,为破解技术推广瓶颈、提升绿色防控水平提供支撑。

## 1 生物防治的定义

生物防治是指利用生物有机体(包括动物、植物、微生物)及其代谢产物,或通过调控生物与环境的相互关系,抑制、减轻乃至消灭植物病虫害的防治方法,其核心逻辑是遵循生态平衡规律,实现病虫害的可持续管控。与化学防治相比,生物防治具有三大显著特征:一是环境兼容性强,不会产生农药残留、土壤污染等生态问题,契合绿色发展理念;二是可持续性突出,可通过人工增殖释放天敌、培育抗病虫品种等方式,构建长效控害机制,降低病虫害反弹风险;三是靶向性精准,能精准作用于目标病虫害,对有益生物及非靶标生物影响极小,有利于保护生物多样性<sup>[1]</sup>。从范畴来看,生物防治涵盖天敌利用、微生物制剂应用、植物源农药开发、抗病虫品种培育及生态调控等多个领域,是一个多技术融合、多学科交叉的综合防治体系,其核心目标是在保障作物产量与品质的前提下,实现病虫害防控与生态保护的协同发展。

## 2 生物防治的核心技术体系

### 2.1 天敌昆虫防治技术

天敌昆虫防治技术是生物防治的经典手段,通过利用捕食性或寄生性昆虫调控害虫种群数量,核心包括天敌昆虫的人工繁育、释放及保护利用三大环节。捕食性

天敌昆虫如瓢虫、草蛉、捕食螨等,可直接取食害虫卵、幼虫及成虫,对蚜虫、粉虱、叶螨等小型害虫防控效果显著;寄生性天敌昆虫如赤眼蜂、丽蚜小蜂、茧蜂等,通过将卵产在害虫体内或体外完成发育,从而杀死害虫,广泛应用于鳞翅目、同翅目害虫防治。技术关键在于精准匹配天敌与害虫种类,把握最佳释放时机与释放量,例如防治玉米螟时,赤眼蜂释放量需控制在每亩1.5-2万头,释放时间应在玉米螟产卵初期。同时,通过种植功能性植物(如荞麦、波斯菊)、减少广谱性农药使用等方式,保护田间自然天敌种群,构建“人工释放+自然增殖”的协同控害模式,提升防治长效性。

### 2.2 微生物防治技术

微生物防治技术利用细菌、真菌、病毒等微生物及其代谢产物防治病虫害,具有繁殖速度快、易规模化生产、控害范围广等优势,是当前生物防治领域的研究热点。细菌类制剂以苏云金杆菌(Bt)、枯草芽孢杆菌应用最广,Bt制剂对鳞翅目害虫幼虫具有特异性毒杀作用,田间防治效果可达80%以上,广泛用于水稻、玉米、蔬菜等作物;枯草芽孢杆菌通过拮抗作用抑制病原菌生长,对土传病害如枯萎病、根腐病防控效果显著。真菌类制剂如白僵菌、绿僵菌,可通过孢子萌发侵入害虫体内导致其死亡,适用于蛴螬、蚜虫、飞蝗等害虫防治。病毒类制剂如核型多角体病毒(NPV),具有高度宿主特异性,对天敌与非靶标生物安全,是防治夜蛾类害虫的理想制剂<sup>[2]</sup>。技术核心在于优化微生物制剂的剂型与施用方式,提升其在田间环境中的稳定性与致病力。

### 2.3 植物源防治技术

植物源防治技术以植物为原料,通过提取其含有的生物碱、黄酮类、萜类等活性成分,制备具有杀虫、抑菌作用的植物源农药,或直接利用植物的化感作用调控病虫害。常见的杀虫植物包括印楝、苦参、除虫菊等,

印楝素对蚜虫、小菜蛾等害虫具有拒食、生长抑制作用,苦参碱则对多种鳞翅目、鞘翅目害虫具有毒杀效果;抑菌植物如大蒜、薄荷、金银花等,其提取物对霜霉菌、白粉菌等病原菌具有显著抑制作用。植物源农药具有低毒、低残留、易降解等特点,契合农产品质量安全要求,尤其适用于蔬菜、水果等经济作物。通过种植驱避植物(如大蒜与棉花间作驱避棉铃虫)、诱集植物(如种植波斯菊诱集蚜虫)等方式,利用植物化感作用调控病虫害分布,减少目标作物受害面积,实现生态控害。

#### 2.4 多物种协同防控技术

多物种协同防控技术通过整合两种及以上生物防治技术,利用不同防治手段的协同效应,提升病虫害综合防控效果,适用于病虫害种类复杂、发生规律多样的场景。其核心是构建“天敌+微生物+植物源农药”或“生态调控+精准释放”的协同模式,例如在设施蔬菜病虫害防治中,采用“捕食螨防治叶螨+枯草芽孢杆菌防治灰霉病+印楝素防治小菜蛾”的协同方案,综合防治效果可达90%以上,较单一技术提升20%~30%。技术关键在于明确不同防治技术的适配性,避免拮抗作用,同时根据病虫害发生动态精准调控各技术的应用时机与强度。结合作物品种特性、种植模式等因素,构建多样化的农田生态系统,通过增加生物多样性提升系统自身的抗逆能力,形成“预防+防控”的全链条协同体系。

### 3 生物防治的应用实践

#### 3.1 大田作物中的应用

大田作物(如水稻、小麦、玉米、棉花等)种植面积广、病虫害发生规律复杂,生物防治技术在其绿色防控中发挥着不可或缺的作用,且已形成多种成熟的应用模式。在水稻种植中,针对螟虫、稻飞虱等主要害虫,推广应用赤眼蜂人工释放、稻鸭共养、苏云金杆菌制剂喷施等综合防控技术。例如,在长江中下游水稻主产区,通过在水稻分蘖期和破口期释放赤眼蜂,结合在害虫发生高峰期喷施Bt制剂,可使螟虫防治效果达到85%以上,同时减少化学农药使用量60%以上。稻鸭共养模式则通过鸭子的取食作用,有效控制稻田杂草和稻飞虱、稻叶蝉等害虫,同时鸭子粪便还能增加土壤肥力,实现“防治病虫害+提升土壤肥力”的双重效益。在小麦病虫害防治中,针对蚜虫、小麦吸浆虫等害虫,采用瓢虫、草蛉等天敌昆虫人工助增与苦参碱等植物源农药协同防控的模式;针对小麦纹枯病、白粉病等病害,则推广应用枯草芽孢杆菌、木霉菌等微生物制剂,防治效果可达70%~80%。在玉米种植中,利用赤眼蜂防治玉米螟,结合白僵菌封垛技术,可显著降低玉米螟的越冬虫源,提升田间

防控效果。在棉花种植中,通过种植荞麦、波斯菊等功能性植物,保护和增殖棉铃虫寄生蜂、瓢虫等天敌昆虫,同时配合使用核型多角体病毒制剂,实现对棉铃虫、蚜虫等害虫的长效防控<sup>[1]</sup>。

#### 3.2 经济作物中的应用

经济作物(如茶叶、果树、油料作物、中药材等)对农产品品质要求高,生物防治技术因其无农药残留的优势,在其绿色防控中应用尤为广泛,且形成了具有产业特色的应用模式。在茶叶种植中,病虫害种类繁多且对农药残留极为敏感,因此生物防治成为核心防控手段。通过释放捕食螨防治茶叶螨类害虫,利用苦参碱、印楝素等植物源农药防治茶尺蠖、茶小绿叶蝉等害虫,结合使用枯草芽孢杆菌防治茶叶炭疽病、茶饼病等病害,构建起全链条的生物防控体系。例如,在浙江、福建等茶叶主产区,推广应用“捕食螨+植物源农药+微生物制剂”的协同防控模式,使茶叶病虫害防治效果达到80%以上,茶叶农药残留检测合格率达到100%,显著提升了茶叶品质和市场竞争力。在果树种植中,针对苹果、梨、柑橘等主要果树的病虫害,开发出多种生物防治技术方案。如在苹果种植中,利用赤眼蜂防治苹果卷叶蛾,用枯草芽孢杆菌防治苹果腐烂病,结合性信息素诱杀苹果小食心虫;在柑橘种植中,通过释放捕食螨防治柑橘红蜘蛛,用绿僵菌防治柑橘木虱,配合植物源农药防治柑橘潜叶蛾,有效减少化学农药使用量,提升柑橘品质。在中药材种植中,由于中药材对农药残留要求严格,生物防治技术更是成为病虫害防治的首选。例如,在丹参种植中,利用白僵菌防治丹参根结线虫,结合苦参碱防治丹参蚜虫;在三七种植中,推广应用木霉菌防治三七根腐病,实现中药材的绿色生产。

#### 3.3 设施农业中的创新应用

设施农业环境封闭、病虫害易暴发且抗药性强,生物防治技术凭借精准控害优势,呈现出多元化创新应用态势。一方面,构建“天敌昆虫工厂化繁育+精准释放”模式,通过在温室内部设置天敌繁育盒,实现丽蚜小蜂、捕食螨等天敌的持续增殖与释放,形成“以虫治虫”的长效机制,较传统人工释放效率提升40%。另一方面,推广“微生物制剂+环境调控”协同技术,利用枯草芽孢杆菌、木霉菌等微生物制剂防治土传病害,结合温湿度调控抑制病原菌繁殖,番茄枯萎病防治效果达90%,黄瓜灰霉病发病率控制在3%以下。创新应用植物源农药缓释技术,通过缓释剂延长农药持效期,减少施用次数,在草莓、番茄等作物中应用,农药施用次数减少50%,防治效果提升至88%。设施农业中生物防治技术的集成应用,推

动设施农产品向绿色、有机方向转型,提升产品市场竞争力。

#### 4 生物防治在植物病虫害绿色防控中的未来发展趋势

##### 4.1 技术创新方向

未来生物防治技术将朝着精准化、高效化、智能化方向创新突破。在天敌昆虫领域,通过基因编辑技术优化天敌的抗逆性与控害能力,利用人工智能技术精准预判天敌与害虫的种群动态,实现天敌释放的精准化;在微生物防治领域,依托基因工程技术改造微生物菌株,提升其致病力与环境适应性,开发纳米制剂、微胶囊制剂等新型剂型,延长持效期;在植物源防治领域,通过代谢组学技术挖掘新型活性成分,结合合成生物学技术实现活性成分的规模化合成,降低植物源农药生产成本<sup>[4]</sup>。同时,智能化监测技术与生物防治深度融合,利用物联网、大数据技术实时监测病虫害发生动态,为生物防治技术的精准应用提供数据支撑,提升防控的时效性与针对性。

##### 4.2 系统集成策略

系统集成将成为提升生物防治应用效果的核心策略,未来将构建“生物防治+农业防治+物理防治”的一体化绿色防控体系。通过整合抗病虫品种培育、合理轮作、健身栽培等农业防治措施,为生物防治技术应用创造有利条件;结合诱虫灯、粘虫板等物理防治手段,辅助控制害虫种群数量,提升生物防治效率。针对不同作物、不同种植模式,制定个性化的集成防控方案,例如在果园构建“天敌释放+微生物制剂+果实套袋+生态缓冲带”的综合体系,在设施蔬菜推广“天敌增殖+微生物防控+温湿度调控”集成技术。同时,加强生物防治技术与现代农业技术的融合,如与精准农业、智慧农业结合,实现防治措施的自动化、智能化施用,提升体系的规模化应用能力。

##### 4.3 政策与产业协同

政策扶持与产业协同将为生物防治技术推广提供重

要保障,未来将进一步完善生物防治相关补贴政策,加大对天敌繁育基地、微生物制剂生产企业的扶持力度,建立生物防治技术推广激励机制;健全生物防治技术标准体系,规范天敌与制剂的生产、检测、应用流程,提升技术应用的规范性;推动生物防治产业集群化发展,培育集技术研发、产品生产、推广应用于一体的龙头企业,提升天敌昆虫、微生物制剂的规模化生产能力,降低应用成本;加强产学研协同创新,搭建科研机构与农业生产主体的合作平台,加速科研成果转化应用。同时,加强技术推广服务体系建设,开展专业化技术培训,提升农户与种植主体的技术应用能力,推动生物防治技术从“小众应用”向“规模化推广”转变。

#### 结束语

生物防治作为植物病虫害绿色防控的核心技术,在保障农业生产安全、农产品质量安全与生态环境安全中发挥着不可替代的作用。本文系统阐述了生物防治的定义、核心技术体系及在不同农业场景中的应用实践,明确技术创新、系统集成、政策产业协同的未来发展方向。随着技术的不断突破与产业的持续发展,生物防治将在植物病虫害绿色防控中发挥更大作用,为农业绿色高质量发展提供坚实支撑。

#### 参考文献

- [1]王晓静,郭建民,冯海宝,等.生物防治技术在森林病虫害防治中的应用研究进展[J].林业科学研究,2024,37(03):123-130.
- [2]李明轩,张丽华.无人机辅助生物农药喷洒技术对森林害虫的防控效果评估[J].林业科技通讯,2023,(05):45-49.
- [3]文明,郭万力,杨启鸿,等.生物技术在森林病虫害防治中的应用研究[J].农村科学实验,2022(16):151-153.
- [4]邓雄鹰.现代林业病虫害防治新技术与方法推广[J].农村科学实验,2023(5):127-129.