大棚种植病虫害绿色防控技术实践探究

徐　立　包佳赓　张智恒

巴彦淖尔市临河区农牧和科技局（巴彦淖尔市临河区乡村振兴局）　内蒙古　巴彦淖尔　015000

摘　要：伴随着设施农业发展，大棚栽培满足人们一年四季吃新鲜蔬菜需求以及增加农民收入的同时，也给病虫害的发生带来新的问题，即病虫害种类增加、危害加剧、防治困难等现象。大量使用化学农药不但造成环境污染、害虫产生抗药性还影响到食品安全及农业可持续发展。而绿色防控是以“预防为主，综合防治”的思想为基础，结合农业防治、物理防治、生物防治以及生态环境管理等多种方法来控制设施农业中的病虫害，是一种可持续发展的方法。基于此，本文根据设施大棚病虫害的特点介绍了高温闷棚、土壤消毒、引入天敌昆虫进行生物防治、色板诱杀害虫以及防虫网隔离、利用微生物制剂防治病虫害、轮作间作等防控措施，并以内蒙古巴彦淖尔市为例总结了这些措施的应用情况。结果表明，绿色防控对设施大棚有良好的生态效益和经济效益。

关键词：大棚种植；病虫害防治；绿色防控技术；设施农业；可持续农业

引言

设施农业在保障供给以及助力乡村振兴方面发挥重要作用，但是由于设施农业相对密闭、温度较高、湿度较大、连作等原因导致病虫害种类较多、防控困难。长期以来大量使用化学农药造成土壤退化、农药残留严重以及抗药性逐年上升等问题，迫使该行业探索新的解决方案。绿色防控由此产生，它坚持“预防为主、综合治理”的原则，以农业、物理、生物防控为主，化学防控为辅，目的是有效地控制病虫害并且保证粮食生产和生态环境的安全。绿色防控不是完全取代化学农药，而是在了解病虫害的基础上尽可能少地使用化学农药。这就意味着植物保护已经不再局限于应对灾难性的事件，而是转向一种整体性的生态系统管理模式，这是设施农业未来的发展趋势。

1 设施大棚病虫害发生特点及绿色防控理论基础

1.1 设施环境下病虫害发生的主要特征

与露地相比，在设施大棚中温度较高、湿度较大、风速较小、昼夜温差也较大，有利于病原菌和害虫生存发展。病害上，高湿环境容易造成白粉病、霜霉病、灰霉病等真菌性病害发生，而且由于多年连作导致枯萎病、根腐病、青枯病等土传病害逐年加重，所占比例明显大于露地。虫害上，蚜虫、白粉虱、蓟马、红蜘蛛等小型害虫世代重叠严重、繁殖速度快，在很短时间内就能达到很高的密度形成灾害。同时因为大棚封闭，不能让天敌进入，害虫失去控制大量发生。

1.2 化学防治依赖的困境与转型需求

化学防治由于见效快而一直占优势，但是长期单一用药带来一系列问题。农药残留影响农产品质量和人民身体健康，在叶菜类大棚中最为明显；大量使用造成土壤中微生物数量下降，有益微生物减少，生态系统服务能力降低；害虫产生抗药性，蚜虫对拟除虫菊酯类、白粉虱对新烟碱类已表现出一定抗性，不得不加大用药量；化学农药杀死天敌，使自然控制病虫害的能力减弱。这些问题促使农业生产转向绿色防控。

1.3 绿色防控的核心理念与技术体系

绿色防控是以“利用生态的方法解决生态问题”为核心思想，不是一种技术，而是一系列方法组成的综合技术体系：以农业防治为基础、物理防治为辅助、生物防治为核心、生态调控为保障，科学用药为后盾。农业防治就是选择抗病虫品种、合理轮作、清洁田园等方法减少田间病虫源数量；物理防治就是用防虫网隔离、色板引诱、高温闷棚等手段杀死或者赶跑病虫害；生物防治就是利用天敌或微生物进行以虫治虫、以菌治菌等。这些方法结合在一起就可以在不用或者少用农药的情况下达到良好效果[1]。但是需要指出的是，绿色防控并不是完全排斥化学防治，而是把其从“主要方法”变成了“应急措施”，只在必要时候适量使用。这说明人们对于自然界的态度已经从“主宰自然”发展到了“顺应自然”。

2 物理防治技术在设施大棚中的实践应用

2.1 色板诱杀技术

色板诱杀是根据害虫具有某种颜色趋向性而设置色

板来诱杀害虫。黄色板对蚜虫、白粉虱、斑潜蝇等有很好的诱杀作用，蓝色板对蓟马、种蝇等也有一定诱杀效果，在棚室内一般每亩挂 30～40 张，挂在略高于作物高度位置并随着作物生长而改变。色板表面涂抹一层粘虫胶，害虫趋色落到上面后就无法动弹而死亡。此法简单易行，经济环保，据研究报道，黄板与防虫网相结合能有效减少温室内白粉虱的数量。在使用过程中要注意定期更换，以免因为粘太多害虫而影响其正常使用。

2.2 杀虫灯诱控技术

大棚内一般采取频振式杀虫灯，采用一定波长光线把害虫成虫引诱过来，碰到高压电网触电死亡。对于鳞翅目害虫（小菜蛾、斜纹夜蛾、甜菜夜蛾等）成虫诱杀有良好效果，在成虫羽化期使用可以大大降低下一代幼虫数量。一般每棚一个灯，灯高度在作物顶部以上 50 到 80 厘米处，晚上到早上开灯。不能在下雨或者炎热天气使用。杀虫灯是自动化的设备，节省人力和物力。

2.3 防虫网阻隔技术

防虫网是利用防虫网阻止害虫进入棚内而起到防治作用。蚜虫、白粉虱等主要是由通风口以及出入口进入，使用 40-60 目防虫网可以完全阻挡它们。应密闭严实，无缝隙，还要注意通风，以免造成湿度过大而引发病害[2]。防虫网与色板、杀虫灯结合使用效果更佳。实践证明，在棚室上覆盖防虫网后，棚室内害虫的发生情况显著降低，化学农药施用次数可降低 30%以上。

2.4 高温闷棚物理灭菌技术

高温闷棚是在夏季歇棚期间利用太阳光使大棚内外及土壤升温来杀死病原菌、害虫的一种方法。主要是把大棚当作一个封闭式的“高温灭菌室”进行操作。即上茬作物收获后清理残株落叶等，深耕翻土，施足底肥并浇透水，然后用地膜覆盖地面再密封好大棚薄膜，保持 15—20 天。棚内温度可达到 60℃以上，5cm 深处地温在白天可达到 40℃以上，可以杀死大部分土传病害病原菌以及地下害虫虫卵。

3 生物防治技术的应用进展

3.1 天敌昆虫的控害功能与释放技术

“以虫治虫”是生物防治一种常用的方法，在设施大棚中由于其相对密闭的空间有利于天敌昆虫定殖。对于蚜虫，瓢虫、草蛉、蚜茧蜂等天敌均能有效控制，一只瓢虫一生可以吃掉几千只蚜虫。丽蚜小蜂是专门用来防治白粉虱的一种寄生蜂，雌丽蚜小蜂把卵产到白粉虱幼虫体内使其死亡。而赤眼蜂则是用它的卵寄生到害虫卵里面杀死鳞翅目害虫（如菜青虫、小菜蛾），是使用最多的一种天敌，价格一般在每亩 50-80 元左右，比化学农药便宜而且持续时间长。天敌释放要注意三点，即适时适量适法，在病虫害初发时释放，按一定比例和设施大棚面积来计算数量，分批多次释放保持数量，选择无风天气将天敌载体悬挂在作物之间。

3.2 微生物制剂的病害防控应用

微生物制剂利用有益微生物对病原菌的竞争、拮抗及寄生作用抑制病害的发生。枯草芽孢杆菌是目前应用最广泛的生防菌种，对于灰霉病、白粉病、枯萎病等均有较好的防治效果，可进行种子处理、灌根或者喷雾。木霉菌主要用以防治土壤传播的疾病，它能够竞争养分以及生长空间、分泌抗生素、寄生病原菌三种方式来起作用。木霉菌和芽孢杆菌联合使用可以增强其防治效果的可靠性。微生物制剂无污染、无公害、不会造成残留、也不会导致病原菌产生抗药性。

3.3 植物源农药与生物农药的选择应用

植物源农药是从植物中提取的天然活性成分，例如除虫菊素、印楝素、苦参碱等。它们的作用方式多种多样（神经毒害、拒食抑制、干扰变态等），可以有效延缓抗药性的发生，但是由于在设施高湿环境中持效期很短[3]。生物农药主要是指微生物以及其代谢物，例如苏云金芽孢杆菌（Bt）、阿维菌素等。Bt 对于鳞翅目的幼虫非常有效并且对天敌比较友好，在大棚蔬菜害虫防控上应用较为广泛。生物农药的安全性很高，但是受到外界环境的影响较大，在设施高湿环境中要适当掌握使用的时间。

4 农业防治与生态调控技术

4.1 抗病品种选择与嫁接育苗技术

随着育种技术发展，出现了许多抗白粉病、抗霜霉病、抗枯萎病等抗性品种。如，在巴彦淖尔市五原县，有五原民隆公司与高校合作培育新品种黄柿子，无裂果、抗病力强、品质佳。而在大棚栽培过程中，要根据当地主要病害类型选择抗病品种并且要注意品种适栽性；嫁接育苗可以防治土传病害，使用抗病砧木进行嫁接，可以阻止枯萎病菌、根腐病菌等从根部侵入，嫁接苗根系发达、植株健壮、抗病性和抗逆性强，病害发生程度明显低于自根苗。嫁接技术在茄果类及瓜类作物大棚种植上已经得到一定应用。

4.2 轮作倒茬与间作套种的生态效应

轮作倒茬是通过改变寄主作物连作，从而断绝病原菌及害虫的食源以及生存条件的一种方法，在土壤传病害防治中起着重要作用。科学合理的轮作方式应该是不

同科属之间进行轮作，比如茄果类与豆类、叶菜类与根菜类之间轮作。轮作年限通常为 2-3 年。间作套种则是根据不同作物之间的化感作用以及它们的空间生态位差异来起到抑制病虫害发生发展的作用，例如番茄与洋葱、黄瓜与韭菜等间作都有效。但是间作套种时也要注意它们之间会不会有竞争，以免造成主栽作物减产。

4.3 土壤生态改良与有机培肥

土壤长期连作引起的土壤退化以及土传病害逐年累积等都是由于土壤微生态失衡所导致，而增加施用有机肥或生物有机肥可以改善土壤生态环境。有机肥可以提高土壤有机质含量、增加土壤中微生物种类数目、提高土壤生态系统自净能力和抵抗病原菌的能力；生物有机肥富含大量有益菌，可进一步提升土壤抗病性。

4.4 清洁田园与田间卫生管理

清洁田园是最基本也是最易被忽略的绿色防控措施。上茬作物收获后，及时将植株残体、病叶、杂草等清理出棚，深埋或者集中无害化处理，可以降低病原菌以及害虫的越冬数量，减少下一年度作物初次感染的机会[4]。在田间作业时，一旦发现病株、虫株要及时将其剪除并移至棚外进行处理，以免病菌在棚内蔓延。同时，在田间所用工具、设备等也要定期进行消毒，以防人为造成病害传播。

5 案例分析：巴彦淖尔市临河区“万亩优质蔬菜产业园区”大棚

5.1 案例背景

位置：内蒙古自治区巴彦淖尔市临河区（河套平原核心区）。

实施主体：临河区万亩优质蔬菜高效种植示范园区、干召庙镇等设施农业集中区。

主要作物：设施番茄、辣椒、洋葱等茄果类及叶菜类蔬菜。

面临挑战：

外来入侵物种威胁：番茄潜叶蛾从 2021 年进入巴彦淖尔之后，生长迅速、危害严重，在当地曾导致附近温室垮塌，是临河区大棚主要防控对象。

连作障碍、抗药性问题：传统大量施用化学农药造成害虫抗性提高，不符合“乌梁州海流域面源污染防治”。

气候特点：冬季棚室内温度低湿度大，易发生灰霉病、霜霉病；春夏季节有棉铃虫、蚜虫等迁飞性害虫为害。

5.2 核心技术模式：“四位一体”绿色防控体系

临河区采用“监测预警、生物防控、物理诱杀、科学施药”的方法，实现了由“以药治病”到“治未病”。

表 1 ：“四位一体”绿色防控体系

技术类别	具体措施与实践细节	针对靶标/作用
智能监测预警	布设性信息素诱捕器、三角型诱捕器 + 蓝板；2025 年发放诱芯 1500 余枚、粘虫板 1.2 万张、诱捕器 860 个，实现全域覆盖。	番茄潜叶蛾、棉铃虫成虫监测与早期预警
生物防治	应用白僵菌等微生物制剂进行统防统治；释放天敌（如丽蚜小蜂等）；推广熊蜂授粉替代激素点花。	降低虫口基数，减少化学杀菌剂使用
物理/理化诱控	悬挂棉铃虫专用诱芯（干扰交配）；黄蓝粘虫板色诱；防虫网阻隔；银灰膜驱避蚜虫。	切断害虫繁殖链，阻断传播途径
精准施药	无人机飞防作业；选用低毒高效药剂；严格执行安全间隔期；建立用药台账追溯制度。	提高药效 30%以上，减少盲目用药

6 结语

大棚病虫害绿色防控是设施农业转型的必然要求，需系统整合农业、物理、生物及生态调控手段。推动其落地应四方面发力：一是加强技术研发集成，突破天敌繁育等瓶颈，实现标准化升级；二是健全推广培训体系，通过示范基地破解应用“最后一公里”难题；三是完善政策激励与市场引导，以补贴和品牌溢价形成良性循环；四是利用物联网等技术强化气候适应性研发，实现精准智慧防控。随着技术进步与认知提升，生态友好的绿色防控新格局正逐步实现。

参考文献

[1] 吴圣勇，张梦迪，徐进，等. 我国设施园艺病虫害发生特点与绿色防控策略 [J]. 中国生物防治学报,2024,40(5):1169-1180.

[2] 邸宁，刘亚勇，王欢，等. 设施果蔬病虫害防控和高效生产投入品研发与应用进展 [J]. 中国农学通报,2025.

[3] 大棚无公害蔬菜病虫害绿色防控综合配套技术 [J]. 河南农业,2024(5).

[4] 戈壁日光温室蔬菜病虫害绿色防控技术 [J]. 酒泉市农业农村局,2023.