文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4678 /（中图刊号）：650GL004

设施蔬菜连作障碍成因分析与综合防控技术实践研究

阿依吐拉·依力哈木
新疆托克逊县夏镇农业发展服务中心
DOI:10.32629/as.v9i7.4141

[摘　要] 北方设施蔬菜长期连作会出现植株长势差、土壤盐渍酸化、土传病害加重等问题。连作障碍是土壤理化劣变、微生物失衡、作物化感自毒、粗放农事管理多重因素共同作用的结果。本文对比四类防控技术利弊,按地块受害程度分级施策,构建集耕作调整、土壤改良、菌群修复、绿色病虫防控于一体的综合防控体系。田间试验证实,该模式可修复土壤微生态,减少病害,提质降本,适配散户与规模化园区,为北方设施蔬菜绿色种植、耕地地力养护提供实用技术支撑。
[关键词] 设施蔬菜；连作障碍；土壤微生态；化感自毒；分级防控
中图分类号：S436.3　文献标识码：A

Analysis of the causes of continuous cropping obstacles in facility vegetables and practical research on comprehensive prevention and control techniques

Ayitula·Yilihamu
Xiazhen Agricultural Development Service Center, Toksun County, Xinjiang

[Abstract] Long term continuous cropping of facility vegetables in northern China can lead to poor plant growth, soil salinization and acidification, and exacerbation of soil borne diseases. Continuous cropping obstacles are the result of multiple factors, including soil physical and chemical deterioration, microbial imbalance, crop allelopathy and self toxicity, and extensive agricultural management. This article compares the advantages and disadvantages of four types of prevention and control technologies, implements policies according to the degree of damage to the land, and constructs a comprehensive prevention and control system that integrates cultivation adjustment, soil improvement, microbial community restoration, and green pest and disease prevention and control. Field experiments have confirmed that this model can restore soil microecology, reduce diseases, improve quality and reduce costs, and is suitable for retail and large-scale parks. It provides practical technical support for green planting of facility vegetables and soil fertility maintenance in northern China.
[Key words] facility vegetables; Continuous cropping obstacles; Soil microecology; Emotionally toxic; Graded prevention and control

引言

设施蔬菜凭借生产周期可控、经济效益稳定的优势,成为北方地区蔬菜周年供给、农业增效的核心产业。当下设施栽培集约化程度持续提升,种植主体片面追求经济收益,长期栽植高产值茄科、葫芦科蔬菜,地块轮作休耕制度缺位,搭配大水漫灌、重施化肥、随意消杀等粗放管护方式,逐步引发土壤盐渍酸化、土传病害频发、植株抗逆性下降等生产问题,逐年压缩设施菜地耕作年限。现阶段国内外研究多聚焦连作微观机理探究,或是单一改土防虫技术研发,少有结合基层散户、规模化园区差异化种植场景的适配性研究,分级分类防控体系较为欠缺。基于生产实际痛点,本文系统拆解连作多层诱因,研判主流防控技术优劣,搭建适配基层的低成本综合防控方案,助力区域设施蔬菜产业绿色可持续发展。

1 设施蔬菜连作障碍田间外在表现

1.1蔬菜植株生长状态变差

连作地块蔬菜出苗整齐度偏低,苗期根系生长迟缓,主根短小、须根偏少,根系易出现褐色腐斑,幼苗倒伏风险更高。进入成株期,植株株高、茎粗长势弱于常规轮作地块,茎秆韧性较差,叶片光合能力减弱,田间抗逆性明显下降。开花坐果期落花落果频发,花芽分化质量不佳,畸形果、空心果占比升高。长期连作会直接降低果实可溶性糖、维生素含量,蔬菜商品品相、食用品质下滑,种植经济效益随之降低。

1.2设施耕层土壤环境恶化

植株长势衰退与耕层土壤劣变双向作用,加剧连作胁迫危

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4678 /（中图刊号）：650GL004

害。长期连作地块表层土壤板结硬化,团粒结构破损,土层透水透气孔隙缩减,水肥下渗受阻。棚室无自然雨水淋洗,施肥盐分持续表聚,土壤酸碱失衡,酸化、盐渍化问题常态化发生。农户长期偏重施用氮磷速效肥,忽视钙镁硼中微量元素补给,土层大量元素盈余、微量元素匮乏,养分配比失衡弱化土壤供肥保肥能力,难以满足蔬菜全生育期均衡养分需求。

1.3田间土传病虫风险升高

土壤理化恶化重塑田间微生境,大幅提升土传病害发病概率。同种蔬菜连年种植,可为根腐病菌、根结线虫等有害生物提供稳定寄主,病虫种群逐年累积。土壤原生抑病能力逐步消退,病害扩散速度加快,零星发病极易连片流行。农户长期单一用药防控病虫,病虫耐药性持续提升,只能加大药剂用量与喷施频次,既增加田间管护成本,也提升果蔬农残风险,不符合设施蔬菜绿色生产管控要求。

2 设施蔬菜连作障碍多层耦合成因

2.1土壤理化性质异变,奠定连作发病基础

设施棚室半封闭环境隔绝自然降雨淋洗,耕作层盐分无法外排,逐年富集形成土壤盐渍化基础。种植环节农户偏好施用速效复合肥,有机肥投入不足,造成土壤pH下降、电导率超标,土壤酸化盐渍化同步发生[1]。田间常年浅层旋耕,耕作深度不足15cm,农机碾压破坏土壤团粒结构,土层透气性变差,根系有氧呼吸受限。加之茄科、葫芦科蔬菜定向消耗中微量元素,土壤大量元素富集、微量元素缺失,耕层养分配比失衡,根系养分吸收转运受阻,最终诱发田间连作胁迫[2]。

2.2土壤微生物群落失衡,放大田间发病概率

土壤理化性状异变,直接改变微生物栖息环境,打破土壤菌群稳态。地块连年种植同种蔬菜,根系分泌物、作物残体组分单一,微生物可利用营养底物同质化。芽孢杆菌、丛枝菌根真菌等促生有益菌养分供给不足,种群数量持续衰减,土壤天然抑病能力下降。枯萎病菌、根结线虫等有害生物依托作物根系稳定繁育,天敌制衡菌群消亡,有害生物规模不断扩张,土壤菌群多样性降低,抑病型土壤逐步转为感病型土壤,适宜温湿度条件下土传病害极易连片爆发。

2.3作物根系释放内源毒素,产生自毒抑制作用

作物化感自毒作用是连作障碍内源诱因,也是茄科、葫芦科蔬菜固有生理特性。蔬菜根系生育期持续分泌酚酸、苯甲酸类化感物质,吸附胶体长期留存土壤,抑制同类蔬菜种子萌发与根系细胞生长。蔬菜采收后田间残体就地腐解,衍生次生有毒物质,叠加根系原生分泌物,形成复合型土壤毒害环境。长期毒素胁迫弱化植株根系抗性,抑制植株正常生长发育,从作物内源层面加重连作危害[3]。

2.4田间农事管控不合理,加速障碍集中爆发

不合理农事管理作为外部诱因,加速连作障碍爆发扩散。种植主体逐利化种植,长期栽植高收益蔬菜,不落实跨科轮作、地块休闲养地制度。田间大水漫灌抬高地下水位,加快土层盐分表聚；棚室换季消杀不到位,带病种苗、混用农具加大病原传播概率。农户重病虫消杀、轻土壤养护,无序施用广谱杀菌剂,破坏土著有益菌群,多重粗放管理叠加,放大连作障碍发病程度与危害范围。

3 现有防控技术田间应用研判及适配划分

3.1四类基础防控技术田间应用实况

结合前文四层联动连作致障机理,下文分类研判市面四类主流防控技术田间效能,明确技术优劣边界,为分级集成防控体系搭建提供实证依据。

物理防控依托棚室太阳能密闭增温、深耕翻土、清水灌田洗盐、地膜全覆盖控湿落地作业,全程无化学药剂残留,可快速降低土层表层盐分含量,削减病虫越冬虫卵种群基数。作业环节人工投入体量较大,水电能耗成本偏高,改土维持周期较短,仅能优化土体结构,无法重塑土壤内部有益菌群架构。

化学防控依托土壤熏蒸药剂、酸碱调理物料、专用缓释肥料落地应用,物料起效速度快,可快速调节土层酸碱数值,灭杀浅层土壤病原菌体,适配病害集中爆发田间应急治理场景。长期单一施用化学改良物料,会杀伤本土原生有益微生物,病虫耐药性稳步提升,土层次生化学污染问题缓慢显现。

生物防控依托商用生物有机肥、复合抑菌菌剂、腐殖酸改良物料优化土壤状态,物料契合绿色无公害种植管控标准,可长效优化土壤生态架构。这类物料起效周期相对偏长,防控效果会受棚室温度、土壤湿度、土层酸碱环境等多重条件制约。

农艺防控依托跨科作物轮作、伴生绿植套种、抗性砧木嫁接、绿肥翻压养地落实防控工作,手段从种植源头弱化连作胁迫,种植风险偏低。种植模式改动幅度偏大,农户固有种植习惯难以快速适配,片区规模化推广存在落地阻力。

3.2按连作程度划分技术适配方案

四类防控技术适配田间场景各有局限,防控时效、投入成本差异明显,需要结合地块连作年限、发病程度分级选用适配技术。结合属地菜地实测标准,可划分三级差异化适配方案。地块连作一至三年属于轻度障碍地块,田间病虫基数偏低,土壤理化性状基本完好,植株无大面积不良症状。农户可搭配农艺种植手段与低成本生物菌肥养护土壤,以预防性管控为主,从源头压低障碍发病概率。地块连作三至六年属于中度障碍地块,土层盐分小幅堆积,田间零星植株根系腐烂、长势衰弱,无连片死苗现象。可结合秋冬深耕、高温闷棚物理手段改良土层,搭配抑菌菌剂同步养护菌群,平衡田间治理成本与长效防控效果。

4 分级综合防控体系搭建及田间实践效果

4.1优化田间耕作制度,从源头弱化连作胁迫

结合前文四层致障机理、各类技术短板及分级适配原则,本文从源头、土体、菌群、病虫四维联动搭建适配本土产区的分级防控体系。优先优化田间耕作制度,从种植源头弱化连作胁迫效应。结合设施一年多茬种植茬口科学规划轮作方案,优先推行茄果蔬菜、禾本科粮食作物、豆科固氮作物三年轮换种植模式,打破单一寄主持续培育病虫的闭环种植环境。棚室夏季闲置空档期,田间连片套种万寿菊、油菜等功能性绿植,绿植生长周

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4678 /（中图刊号）：650GL004

期结束后统一机械翻压入土充当绿肥,依托绿植根系代谢降解土壤内部酚酸类自毒毒素。每茬蔬菜采收完毕,人工集中清运田间残枝、病果、老化根系,统一外运集中深埋无害化处理,杜绝田间残体腐解产毒。栽植定植阶段优先选用嫁接壮苗、正规繁育抗病商品种苗,从苗期提升植株自身抗逆能力,减少田间病虫侵染定植概率。

4.2定向改良土壤理化状态,优化耕层生长环境

落实源头耕作管控后,针对性开展土壤理化定向改良,优化耕层根系生长基础环境。全域重度障碍地块利用秋冬棚室闲置窗口期,密闭棚膜开展干湿交替高温闷棚作业,依托高温灭杀土层浅层病虫虫卵、越冬病原菌。酸化偏重地块按需定量撒施硅钙镁矿物调理物料,平稳调节土层酸碱数值,修复土壤基础性状。每季整地深耕深度统一控制25—30cm,打破常年浅耕碾压形成的硬质犁底层,打通土层透水透气通道。全域摒弃传统大水漫灌模式,分批落地简易滴灌水肥一体化设备,精准按需管控田间用水量,减缓土层盐分毛细上升富集速度。追肥阶段按需补充钙镁硼中微量元素,平衡土层整体养分配比,优化根系养分吸收转运环境。

4.3重构土壤有益菌群,实现土层长效养地

土壤水肥、结构理化条件优化完成后,依托定向生物手段重构土壤有益菌群,落实土层长效养地工作。缩减基肥速效化肥施用总量,配比增施腐熟农家肥、功能性生物有机肥同步改良土体。蔬菜定植移栽环节,在定植穴定点穴施木霉菌、芽孢杆菌复合抑菌菌剂,定向扩增耕作层有益微生物种群数量。连片规模化种植地块预留小块固定休闲养地区域,每季间歇期开展自然免耕养地作业,稳固本土原生菌群结构,搭建田间抑病型土壤微生态,从生物制衡层面抵御土传连作病害。

4.4落地绿色病虫管控,分级开展田间应急治理

依托前期耕作、改土、菌群三类预防性改良手段,搭配轻量化分级病虫应急管控,补齐整套防控闭环流程。棚室通风口、人员出入口全覆盖加装高密度防虫网,田间分区域悬挂色诱粘虫板,物理阻隔成虫迁入棚内产卵繁育。植株根部零星发病点位,选用农业合规低毒生物药剂定点灌根处理,精准缩小病害扩散范围,避免全域用药。全域禁止整棚大面积化学熏蒸作业,仅在病虫连片爆发高危地块,开展局部定点药剂消杀,严格管控化学药剂使用范围与频次。整套分级防控兼顾事前预防、中期改良、后期应急三类需求,适配散户大棚、规模化园区两类不同规模种植场地。

为客观核验整套分级防控体系落地实操效能,本次选取县域区位环境、耕层土质、种植茬口基本一致的两处连片设施大棚,开展为期一年同条件对照田间试验,试验场地分别为散户自营连片大棚、规模化标准化种植园区。试验区全程落实前文四维分级综合防控流程,对照组沿用片区农户传统粗放水肥、病虫一体化管理模式,试验周期结束后,统一采集耕层土壤理化指标、微生物群落、蔬菜生长产能相关样本开展对比研判。试验结果表明,相较对照组地块,试验区土壤盐渍酸化状态得到有效缓解,土壤有害病原微生物种群规模得到可控抑制,耕层土壤抑病能力稳步提升。试验区蔬菜长势均匀度、坐果品质整体优于对照组,田间农资及人工管护成本有所降低,综合种植效益稳步提升。整套分级防控适配散户、园区两类种植主体,改土控病、提质节本作用稳定,适配北方设施蔬菜产区大面积推广应用。

5 结论

经田间观测、机理研判与试验验证,明确北方设施蔬菜连作障碍为多因子协同致病结果。棚室特殊水土环境催生土壤理化劣变,进而打破土壤菌群制衡关系,叠加作物根系化感毒素内源积累,再加上农户不合理水肥、用药管理外力助推,最终形成连片连作胁迫。四类传统防控技术各有适用边界,无法兼顾治理成本与长效改土效果。本文构建的四级分级防控体系,依据地块障碍轻重梯度施策,适配两类种植经营主体,可有效改善耕层环境、压低病虫基数、弱化自毒胁迫。本次试验仅针对茄果瓜类蔬菜开展研究,适用范围存在局限,后续可拓展作物品类,结合智慧田间管控技术优化防控方案,提升体系全域适配性。

[参考文献]

[1]潘博,马新智,刘燕妮,等.设施蔬菜连作障碍成因及综合治理措施[J].现代农业科技,2025(15):40-43.

[2]蔡树美,诸海焘,俞晓梅,等.土壤盐分含量对设施蔬菜根际微生物群落结构的影响[J].土壤通报,2024,55(5):1453-1461.

[3]刘哲,罗欢,欧阳鹏,等.根系分泌物与植物有益菌在重金属污染土壤修复中的协同作用机制与应用前景[J].微生物学通报,2025,52(10):4441-4458.

作者简介：

阿依吐拉·依力哈木(1984--),女,维吾尔族,新疆吐鲁番人,大学本科,农艺师,研究方向：设施农业、西甜瓜栽培。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.