



吐鲁番设施瓜菜连作障碍机理及防控技术研究进展

毛 亮,吉艳玲,潘卫萍,李蔚蔚,曾继勇,张以和

(新疆吐鲁番市农业技术推广中心,新疆 吐鲁番 838000)

摘要:吐鲁番市设施蔬菜生产中的连作障碍逐年加重,主要因素包括土壤物理性状改变及养分失衡、土壤次生盐渍化及 pH 变化、土壤微生物环境变化和土传病害增加、植物自毒作用等。调控措施包括土壤改良、土壤消毒、轮作和间作套种、无土栽培、深翻深耕和大水漫灌、推广抗性品种、嫁接栽培、种子处理、化学防治等。文章概述了吐鲁番市设施蔬菜连作障碍成因和防控措施研究成果,以期防控设施蔬菜连作障碍提供借鉴,并对未来连作障碍研究急需解决的问题进行了展望。

关键词:吐鲁番;设施瓜菜;连作障碍;防控技术

从 2009 年起,吐鲁番市大力发展设施农业,温室大棚从 2009 年的 1.15 万座发展到 2014 年的 4.2 万座,随后温室建造停止保持现状,设施种植面积约 3 333 hm²^[1]。已经形成 4 个 667 hm²,16 个 67 hm²集中连片设施农业基地,由原来单一种植蔬菜为主,发展成了以辣椒、番茄等为主的果菜类,以西芹、生菜等为主的叶菜类,以哈密瓜、西瓜为主的瓜类,以葡萄、油桃为主的林果类多种种植方式,90%以上设施温室年生产 2~3 茬,实现了“春提早、秋延晚、冬生产”,初步形成了新鲜蔬菜和瓜果四季供应的格局^[2]。随着设施栽培年限逐年增加,连作障碍日益凸显,逐渐出现土壤养分失衡、土壤盐渍化、病虫害逐年加重、农产品产量降低和品质下降等现象。因此,搞清楚吐鲁番设施连作障碍原因,提出系统防治设施连作障碍综合调控技术,对解决吐鲁番设施连作障碍造成的农产品产量降低、品质下降、防治成本增加具有现实意义,保证吐鲁番设施农业健康发展具有长远意义。

1 吐鲁番设施连作障碍发生现象

1.1 设施作物生长缓慢

连作障碍影响作物营养生长,叶面积减少,植株瘦弱发黄,光合作用下降,植株日生长量减缓,生长势变弱,影响温室蔬菜营养生长,果菜类作物现蕾开花坐果延迟,生殖生长发育速度延缓,生育

期延长,结果数减少,成熟期推迟,延后上市。

1.2 设施作物产量和商品性下降

连作障碍造成设施作物减产和商品性下降,调查发现番茄、西甜瓜、黄瓜、辣椒、茄子、西葫芦、葡萄、果树等作物长期连作种植,都有不同程度减产,其中番茄、西甜瓜、黄瓜、辣椒等果菜类减产现象较为突出,每年可减产 20%~30%,商品率下降 20%。

1.3 设施土壤板结、盐渍化和酸化现象加重

随着设施连作种植同茬作物,为追求经济效益,过度使用化肥,最终导致土壤含盐量不断增加,造成土壤次生盐渍化,土壤中盐类物质会不断积累而造成土壤板结,土壤吸水 and 保水功能丧失,耕作土壤功能逐渐缺失,土壤板结、盐渍化和酸化现象逐渐加重。

1.4 设施病虫害种类增加和危害程度呈逐年加重趋势

设施农业周而复始的生产,即使吐鲁番夏季高温有休棚期,病虫害的种类和发生数量在逐年加重,在种植上危害较重的有烟粉虱、甜菜夜蛾、蓟马、病毒病、枯萎病,瓜类蔓枯病、青枯病、灰霉病、白粉病、疫病、根结线虫等病虫害,呈现出原有危害单一作物向多种作物发展,同种作物一种病虫害向多种病虫害同时危害的特点,呈现病虫害种类逐年增加和危害程度逐渐加重的趋势。

2 设施连作障碍成因分析

2.1 土壤物理性状改变,养分失衡

随着设施种植年限的增加土壤物理性状会有所变化,使土壤中非活性孔隙比例降低,导致通气透水性变差、土壤容重增大、需氧型的微生物活性下降,影响了植株的正常生长^[3]。作物因其种类不同对营养元素选择性吸收现象,同一种植物长

收稿日期:2018-04-12

基金项目:新疆自治区青年科技创新人才培养工程资助项目(qn2015jc073);新疆自治区农业科技推广与服务资助项目(2016);新疆自治区吐鲁番市对口援疆青年科技英才培养工程资助项目(2018)。

第一作者简介:毛亮(1981-),男,硕士,高级农艺师,从事设施病虫害研究。E-mail:mao2548@163.com。

通讯作者:张以和(1966-),男,学士,农业推广研究员,从事设施栽培技术研究。E-mail:1057065635@qq.com。

期连作会选择性吸收某些营养元素,就会过度消耗、其不需要或需要较少的元素积累过多,导致土壤养分分布不均衡,出现“木桶效应”^[4]。研究发现设施耕层土壤有机质、速效氮、速效磷、有效铜、有效铁、有效锰含量均高于大田土壤,而有效钙、镁、硅、硼表现亏缺,中微量元素的相对缺乏,造成养分不均衡,降低作物抗逆性,引发设施蔬菜生理病害,加剧病虫害发生,继而影响产量和品质^[5]。日光温室中随着黄瓜连作年限增加,土壤养分发生重大改变,有效锰、有效铜、有效锌等微量元素含量降低^[6]。

2.2 土壤次生盐渍化及 pH 变化

植物在生长过程中对土壤盐基离子具有选择性吸收。常年连作使某些离子在土壤(0~25 cm)大量累积,设施内土壤总盐比露地同层土壤明显要高 2~3 倍,且盐分呈现表聚现象,在无雨淋洗的同时,加上地表温度较高,产生土壤次生盐渍化,加重了生理病害^[7-8]。氮素(硝基氮和氨基氮)的累积易导致土壤酸化,设施土壤一般使用 5 a 就会导致显著酸化^[9-11]。过量施用生理酸性肥料,尤其是铵态氮肥也是促进土壤酸化的一个重要原因^[12]。

2.3 土壤微生物环境变化和土传病害增加

2.3.1 土壤环境恶化,土壤酶活性变化 土壤酶直接参与土壤中各种物质的代谢与转化以及养分局物质的释放与固定起着至关重要的作用,它的活性是评价土壤肥力和土壤质量的重要指标,随着连作年限的增加土壤酶活性受显著影响^[13]。连作后根际土壤过氧化氢酶、脲酶、蔗糖酶的活性降低^[14]。根际土壤蔗糖酶活性影响土壤中碳氮的转化,作物连作后使得土壤蔗糖酶活性下降,抑制土壤中碳氮的转化,从而影响作物对氮素的有效吸收^[15]。

2.3.2 土壤微生物改变,土传病害加重 单一作物连作,造成土壤生物菌群发生变化,病原菌微生物富集严重,真菌种类和数量增加,细菌与放线菌等有益菌显著减少,使根际土壤微生物区系由高肥力的“细菌型”向低肥力的“真菌型”土壤转化^[16-18]。番茄连作 20 a 明显改变了设施土壤土著细菌的群落结构,导致新出现的土壤真菌优势种群增加显著^[19]。番茄根围土壤根结线虫的数量随种植年限的增加而上升,西瓜、甜瓜等瓜类连作后,根结线虫病等病害发生严重^[20-21]。

2.4 植物自毒作用

自毒作用是指在连作条件下,土壤生态环境特别是病原微生物的代谢产物同植物残体及根系

分泌的一些物质对植物生长产生抑制作用的现象,包括植株水浸液的自毒作用、植株残体腐解物的毒害作用、根系分泌物的化感作用等^[22]。西瓜根系分泌物可抑制西瓜根系代谢和生长,抑制幼苗生长,并影响果实正常膨大^[23-24],无土栽培连作番茄土壤中检测出 19 种化感物质,番茄长势变弱,病害增多^[25],甜瓜根系分泌 7 种酚酸物质,高浓度分泌物抑制甜瓜幼苗生长^[26],茄子根系分泌香草醛、肉桂酸等酚酸类物质,既能抑制茄子生长,且低浓度可抑制茄子胚根伸长^[27]。也已证实番茄、茄子、辣椒、西瓜、甜瓜、黄瓜、草莓、桃、苹果、菊花、西洋参等多种园艺作物极易产生自毒作用^[28-29]。

3 设施连作障碍综合调控防控技术

3.1 土壤改良和消毒处理

3.1.1 土壤改良 根据不同设施栽培作物养分需求不同、作物需肥规律和肥料特点,合理施肥,补充微量元素,合理平衡土壤养分;推广应用测土配方施肥技术:根据测土配方施肥建议,合理使用化肥;施用有机肥:在温室深翻整地前,将腐熟的鸡粪、牛羊粪均匀施入,每年施入 120~150 t·hm⁻²;增施绿肥:将腐熟绿肥,均匀施入,增加有机质,保持土壤团粒结构;施用生物菌肥:施入的有益微生物在蔬菜根系周围土壤大量生长、繁殖,形成优势菌群,抑制和减少病原菌的入侵和繁殖。改变设施土壤结构,使土壤团粒结构增加,疏松透气,土壤酶活性增强,有益菌群增加,改善土壤环境。

3.1.2 土壤消毒处理 高温闷棚技术的应用可有效灭除致病微生物及部分地下害虫,获得局部生态防治的良性效应^[30]。利用吐鲁番独特自然环境,夏季持续高温,6 月 20 日至 7 月 30 日,利用夏季休棚期,采用高温闷棚技术,至少闷棚 20 d,可有效减少棚内和土壤内病虫害基数,解决连作障碍中土传病虫害加重问题;低温冻棚,在 12 月中下旬至 1 月中下旬,打开通风口或取掉棚膜,使棚内温度与外界保持一致,利用吐鲁番冬季的低温自然冷冻,冻棚时间不能少于 20 d,可将棚内和土壤中病原孢子和害虫冻死,降低春茬病原基数;土壤消毒剂中氯化苦、威百亩和棉隆均具有杀线虫、杀菌和除草的效果,施用石灰氮和生鸡粪后再进行太阳能消毒,对细菌、真菌和放线菌具有明显的防治效果^[31]。

3.2 调整种植制度和种植方式

3.2.1 调整栽培制度,合理轮作与间种套作 通过茄果类、瓜类、豆类、十字花科类、葱蒜类等温室

作物轮作倒茬,采取茄果类与葱蒜轮作(春茬番茄+秋茬洋葱(或小葱));采取瓜豆轮作(春茬哈密瓜+秋茬豇豆);采取黄瓜辣椒轮作(春茬黄瓜+秋茬辣椒);茄果类与叶菜轮作(春茬番茄+秋茬香菜)、(春茬苦瓜+秋茬菠菜)、(春茬番茄+秋茬叶菜);间套作:两套种(春季辣椒+西甜瓜)、三套种(春季辣椒+西甜瓜+豇豆),合理的轮作倒茬和间套作技术,降低土壤病原菌基数和改善土壤结构,对番茄枯萎病、蔬菜根结线虫、西甜瓜枯萎病、蔓枯病、辣椒疫病、白粉病、病毒病、烟粉虱有明显抑制作用,有效减少病虫害的发生和危害程度。

3.2.2 无土栽培 无土栽培是解决设施土壤连作障碍的一种有效办法,可有效解决土壤病原菌累积、化肥使用过多连年积累导致土壤盐渍化、土壤中养分失衡等问题^[32]。采用基质+珍珠岩为主,加入一定数量腐熟的有机质羊粪,构成作物栽培的基质,采用节水滴灌进行植物生产,病虫害明显减少,土壤盐类积聚现象消失。

3.2.3 深翻深耕和大水漫灌技术 作物收获后深翻土壤 30 cm,将表层土壤盐渍翻入土壤深处,然后采取大水漫灌,使土壤中的盐充分融入水中,随着水向土壤下方运动,将土壤中的盐带入到 30 cm 以下土壤中去,使耕作层土壤的含盐量下降,降低土壤盐分浓度,改善作物根系吸收的土壤环境,减少土壤连作次生盐渍化对设施栽培的影响,解决连作障碍中土壤次生盐渍化的问题。

3.3 抗病虫品种引进、无病虫育苗及嫁接技术

3.3.1 引进优良品种 选用抗病、抗虫、抗逆性的优质蔬菜品种,是解决设施蔬菜连作障碍的重要途径^[33]。先后筛选出适宜本地设施蔬菜种植抗病、抗虫品种 12 个,番茄:意佰芬、中研 100、亚菲特、东风一号;辣椒:甘科 10 号、航椒 8 号;茄子:园杂 471、紫黑墨亮、阿波罗、长杂 218;黄瓜:秒收全美,有效降低病虫害对设施蔬菜的危害。

3.3.2 示范推广嫁接育苗技术 嫁接是防止土壤病害传播、克服连作障碍的重要栽培方法,广泛应用于黄瓜、西瓜、茄子等蔬菜作物^[18]。示范推广西瓜、黄瓜双断根嫁接技术,选用与接穗亲和力、共生性强,抗逆性强且不改变西瓜、黄瓜品质的砧木品种如:金刚铁甲、砧王、德高铁根、新土佐、新京砧 3 号、青诺金刚和佐佐藤木等白籽南瓜品种^[34-35],采用双断根嫁接苗技术可有效地解决西瓜、黄瓜土传性病害的发生,有效降低连作障碍的病害发生程度。

3.3.3 种子消毒处理 通过科学处理种子和培育无病虫苗可有效切断病虫害侵染环节,减轻连

作障碍的危害。采用温汤浸种方法,种子 55~60℃温水中 30 min,或种子消毒用 50%多菌灵可湿性粉剂 300 倍液浸种 60 min 处理后播种,可有效杀死种子携带病菌,解决连作障碍中种子带菌的问题。

3.4 化学防治

化学防治主要是利用农药以拌种、灌根、叶面喷施等方式进行防治,其中多菌灵、百菌清、代森锰锌、恶霉灵等多种农药对真菌性病害均具有良好的防治效果,可有效防治猝倒病、立枯病、枯萎病、根腐病等多种病害的发生^[36]。高效氯氰菊酯、吡虫啉等喷雾,异丙威烟剂熏蒸防治烟粉虱,淡紫拟青霉防治蔬菜根结线虫^[37-39]。

4 讨论

连作障碍产生的原因是复杂的,是作物和土壤两个系统内部诸多因素综合作用的结果。不同作物产生连作障碍的原因是不同的,连作障碍影响因素多,形成机理较为复杂^[40]。初步分析了吐鲁番设施瓜菜当前连作障碍的主要原因,只进行单一因素的分析,并未阐明各影响因素的内在关系及与连作障碍的相关系数,并未系统全面解释吐鲁番连作障碍现象;虽然通过土壤改良和消毒、调整种植方式、抗病虫品种引进和无病虫育苗及嫁接技术、化学防治等措施初步摸索出适宜吐鲁番设施瓜菜连作障碍的防治措施,但土壤改良、调整种植方式、抗病品种等农业措施只能缓解连作障碍危害,见效慢,周期长,化学防治短期见效快,但长期依赖化学防治,反而会加重连作障碍,并未从根本上找到解决吐鲁番连作障碍的防治方法。因此,对吐鲁番设施连作障碍因子内在关系与相关系数研究、高温对土壤温度及病虫害影响相关分析、耐高温有益微生物和拮抗微生物生防制剂的筛选及综合防控技术研究等方面有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 韦东,卢震林.吐鲁番市设施农业发展现状及展望研究[J].新疆水利,2016(3):20-24.
- [2] 张娟,张以和,田昌站,等.吐鲁番蔬菜产业现状及前景展望[J].中国蔬菜,2013(21):12-15.
- [3] 吴凤芝,赵凤艳,刘元英.设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施[J].东北农业大学学报,2000,31(3):241-247.
- [4] 韩晓增,许艳丽.大豆连作减产主要障碍因素的研究[J].大豆科学,1999,18(1):48-52.
- [5] 何文寿.设施农业中存在的土壤障碍及其对策研究进展[J].土壤,2005(3):12-19.
- [6] 马云华,魏琨,王秀峰.日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J].应用生态学报,2004,15(6):

- 1005-1008.
- [7] 邹长明,张多妹,张晓红,等. 蚌埠地区设施土壤酸化与盐渍化状况测定与评价[J]. 安徽农学通报,2006,12(9):54-55.
- [8] 刘兆辉,李小林,祝洪林. 保护地土壤养分特点[J]. 土壤通报,2001(25):206-208.
- [9] 刘来,孙锦,郭世荣,等. 大棚辣椒连作土壤养分和离子变化与酸化的关系[J]. 中国农学通报,2013(16):100-105.
- [10] 曾路生,崔德杰,李俊良,等. 寿光大棚菜地土壤呼吸强度、酶活性、pH 与 EC 的变化研究[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(4):865-870.
- [11] 万欣,董元华,王辉,等. 不同种植年限番茄大棚土壤理化性质的演变[J]. 土壤,2013,45(3):477-482.
- [12] Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant acidification in major Chinese croplands[J]. Science, 2010, 327 (5968): 1008-1010.
- [13] Hamel C, Vujanovic V, Jeannotte R, et al. Negative feedback on a perennial crop *Fusarium* crown and root rot of asparagus is related to changes in soil microbial community structure[J]. Plant and Soil, 2005, 268(1):75-87.
- [14] 董艳,董坤,郑毅. 种植年限和种植模式对设施土壤微生物系和酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报,2009(28):527-532.
- [15] 白艳茹,马建华,樊明寿. 马铃薯连作对土壤酶活性的影响[J]. 作物杂志,2010(3):35-36.
- [16] 李春格,李晓鸣,王敬国. 大豆连作对土体和根际微生物群落功能的影响[J]. 生态学报,2006,26(4):1144-1150.
- [17] 吴艳飞,张雪艳,李元,等. 轮作对黄瓜连作土壤环境和产量的影响[J]. 园艺学报,2008,35(3):357-362.
- [18] 缪其松,张聪,广建芳,等. 设施土壤连作障碍防控技术研究进展[J]. 北方园艺,2017(16):180-185.
- [19] 马宁宁,李天来. 设施番茄长期连作土壤微生物群落结构及多样性分析[J]. 园艺学报,2013,40(2):255-264.
- [20] 时立波,王振华,吴海燕,等. 连作年限对番茄根围土壤根结线虫二龄幼虫与自由生活线虫数量的影响[J]. 植物病理学报,2010,40(1):81-89.
- [21] 耿士均,刘刊,商海燕,等. 园艺作物连作障碍的研究进展[J]. 北方园艺,2012(7):190-195.
- [22] 张晓玲,潘振刚,周晓锋. 自毒作用与连作障碍[J]. 土壤通报,2007,38(4):781-787.
- [23] 马国斌,林德佩,王叶筠,等. 西瓜枯萎病菌镰刀菌酸对西瓜苗作用机制的初步探讨[J]. 植物病理学报,2000,30(4):373-374.
- [24] 杨广超,吕卫光,朱静,等. 西瓜根、茎、叶水浸提液对西瓜种子萌发及幼苗中酶活性的影响[J]. 西北农业学报,2005,14(1):46-51.
- [25] 马彦霞. 日光温室番茄栽培基质的根际环境及化感作用研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2013.
- [26] 杨瑞秀,高增贵,姚远,等. 甜瓜根系分泌物中酚酸物质对尖孢镰孢菌的化感效应[J]. 应用生态学报,2014,25(8):2355-2360.
- [27] 王芳. 茄子连作障碍机理研究[D]. 北京:中国农业大学,2003.
- [28] 郝永娟,刘春艳,王勇,等. 设施蔬菜连作障碍的研究现状及综合调控[J]. 中国农学通报,2007,23(8):396-398.
- [29] 段峰,王秀云,高志红. 园艺作物连作障碍发生原因及防治措施[J]. 江西农业学报,2011,23(3):34-39.
- [30] 吴玉光,肖强. 蔬菜连作障碍的防控技术[J]. 长江蔬菜,2010(7):23-25.
- [31] 周雪青,张晓文,邹岚,等. 设施农业土壤消毒方法比较[J]. 农业工程,2016,6(3):109-112.
- [32] 胡海军,吴亚男,鄂洋,等. 设施园艺连作障碍研究进展[J]. 安徽农业科学,2016,44(5):49-51.
- [33] 陈天祥,孙权,顾欣,等. 设施蔬菜连作障碍及调控措施研究进展[J]. 北方园艺,2016(10):193-197.
- [34] 翟娅萍,杨彬,刘煜祥,等. 双断根嫁接技术在吐鲁番工厂化育苗中的应用[J]. 西北园艺,2014(7):15-16.
- [35] 刘煜祥,翟娅萍,李蔚蔚,等. 不同南瓜砧木在西瓜双断根嫁接中的应用效果研究[J]. 西北园艺,2017(7):62-64.
- [36] 张子龙,王文全. 植物连作障碍的形成机制及其调控技术研究进展[J]. 生物学杂志,2010,27(5):69-72.
- [37] 巴哈古丽·加马力,阿衣加玛丽·库都热提. 甜瓜主要病虫害综合防治[J]. 西北园艺,2016(11):37-38.
- [38] 彭理,陶小祥,段瑞华. 烟粉虱的发生规律及防治技术[J]. 现代农业科技,2016(24):127-130.
- [39] 肖留斌,谭永安,柏立新. 不同措施对大棚烟粉虱成虫的防治效果[J]. 江苏农业科学,2010(4):104-105.
- [40] 丁永川. 设施番茄连作障碍及防控农艺技术研究[D]. 泰安:山东农业大学,2012.

Research Progress of the Mechanism of Continuous Cropping Obstacles and Preventing Control Techniques of Facilities Vegetables in Turpan

MAO Liang,JI Yan-ling,PAN Wei-ping,LI Wei-wei,ZENG Ji-yong,ZHANG Yi-he

(Xinjiang Turpan Agricultural Technology Promotion Center, Turpan 838000, China)

Abstract: The continuous cropping obstacles in vegetable production in facilities in Turpan have been aggravated year by year. Major factors include changes in soil physical properties and nutrient imbalances, secondary salinization of soil and changes in pH, changes in soil microbial environment and increase in soil-borne diseases, and plant autotoxicity. Control measures include soil improvement, soil disinfection, crop rotation and intercropping, soilless cultivation, deep plowing and deep tillage, flood propagation, promotion of resistant varieties, grafting, seed treatment, and chemical control. This paper summarized the causes of continuous cropping obstacles in vegetable installations in Turpan and the results of research on prevention and control measures, with a view to providing reference for continuous cropping obstacles in vegetables in prevention and control facilities, and looks into the problems that need to be solved in the future research on continuous cropping obstacles.

Keywords: Turpan; facilities vegetables; continuous cropping obstacle; control technology