

设施蔬菜土壤障碍问题探析

宋晓, 李建芬, 陈莉, 李夕军, 李瑜玲* (石家庄市农林科学研究院, 河北石家庄 050041)

摘要 近年来, 设施蔬菜生产发展迅速, 极大满足了城乡人民的蔬菜供应, 但是随着设施蔬菜生产的发展, 生产中出现了不同程度的蔬菜土壤障碍问题。分析了设施蔬菜土壤障碍问题形成的原因, 阐述了设施蔬菜土壤障碍对蔬菜生产的不利影响, 提出了针对设施蔬菜土壤障碍问题的改良及修复技术措施, 以期对设施蔬菜生产保持绿色、健康发展提供参考。

关键词 设施蔬菜; 土壤; 障碍

中图分类号 S626 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)17-0088-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.023

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of Soil Barriers of Greenhouse Vegetable

SONG Xiao, LI Jian-fen, CHEN Li et al (Shijiazhuang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050041)

Abstract In recent years, the production of greenhouse vegetable has developed rapidly, which has greatly satisfied the vegetable supply of urban and rural people. However, with the development of greenhouse vegetable production, the problem of vegetable soil barrier in different degree appeared. In this paper, the causes of soil barrier of greenhouse vegetables were analyzed, the adverse effects on vegetable production were described, and the technical measures for improvement and restoration of soil barriers of greenhouse vegetable were put forward to maintain the green and healthy development of greenhouse vegetable production.

Key words Greenhouse vegetable; Soil; Barrier

近年来, 设施蔬菜生产发展迅速, 大大丰富了城乡人民的菜篮子, 解决了季节性蔬菜供应严重短缺的问题, 对我国蔬菜供应及满足人民生活作出了巨大贡献。由于设施蔬菜生产具有明显的反季节性, 可人为控制蔬菜的上市供应时间, 能获得较高的经济效益。但随着我国设施栽培面积逐年扩大, 设施生产的产业化、专业化、规模化及蔬菜的生产环境等因素的影响, 蔬菜产区不断出现土壤次生盐渍化、自毒物质积累、土壤有益菌减少、养分失衡等土壤障碍问题, 致使设施蔬菜生产受到了一定的影响, 蔬菜产量、品质都有所下降, 严重制约了设施蔬菜绿色、可持续发展。因此, 研究设施蔬菜土壤障碍问题的产生因素, 探索设施蔬菜土壤的改良、修复技术, 打造蔬菜的绿色生产, 成了当今设施蔬菜生产领域的重大课题。

1 设施蔬菜土壤障碍问题发生的成因

1.1 土壤次生盐渍化 设施蔬菜生产中存在盲目施肥现象, 大量的肥料不能被蔬菜完全吸收而残留在土壤中, 这是设施蔬菜土壤盐渍化的主要原因。不合理灌溉也是土壤盐渍化的一个原因, 不合理灌水和灌水次数频繁, 引起地下水位进一步上升, 盐分随毛细管上升到土壤表层, 水分蒸发使盐分积累下来, 造成土壤次生盐渍化。设施蔬菜生产环境是土壤盐渍化的另一个原因, 设施菜地环境相对封闭, 长期没有雨水淋洗土壤, 使得肥料不能随水淋溶, 富集在土壤耕作表层; 同时设施内温度高, 作物生长旺盛, 土壤水分蒸发量大, 使土壤深层的盐分随水上升到表层的速度加快, 更加重了表层土的盐分含量积聚, 使土壤表层盐化加重; 加上作物对盐基养分的选择性吸收, 导致土壤 pH、阳离子交换量显著

降低, 土壤耕层的可溶性盐含量和硝酸盐含量累积, 土壤盐渍化加重; 棚室内深耕受局限, 耕作层变浅, 形成犁底层, 盐分容易积聚在耕作层难以下渗, 使表层土壤盐分逐年提高^[1]。

1.2 作物自毒物质积累 自毒作用是某些作物可通过地上部淋溶、根系分泌和作物残茬、落叶腐解等途径释放一些物质, 对同茬或下茬同种或同科植物生长发育产生抑制、毒害作用。蔬菜连作条件下, 大多数蔬菜分泌物对同种或同科植物生长有抑制作用, 根系分泌物连同植物残体腐解分泌的化感物质通过分泌、淋溶、挥发释放到环境中, 逐年积累后会产生毒害作用, 通过根系分泌物的种类及数量间接对同种或同科植物的生长代谢产生障碍, 这些物质通过影响离子吸收、水分吸收、光合作用等多种途径影响植物生长, 影响蔬菜对营养的吸收和体内不同生理活动, 最终导致了自毒作用的发生, 致使蔬菜生长发育不良^[2]。

1.3 土壤有害菌积累, 有益菌减少 随着设施生产的专业化、区域化发展, 连作普遍存在, 由于栽培作物种类单一, 形成了特殊的土壤环境, 土壤的微生物区系及微生物种类、种群发生了很大变化, 改变了土壤微生态平衡, 减弱和抑制了土壤固氮菌、根瘤菌、光合菌、放线菌等有益微生物和生物酶的功能发挥, 土壤微生物和无机成分的自然平衡受到破坏, 导致了肥料分解过程的障碍, 致使土壤病菌蔓延。特别是保护地蔬菜复种指数最高, 一年四季种植, 病虫害源不断积累, 导致土传病害发生严重, 很多新病原菌导致的病害不断发生, 土壤有益微生物群落遭到破坏, 土壤对有害微生物抑制能力下降, 使得土壤中有害微生物增多, 有益微生物减少, 加重了土壤病原菌的猖獗。

1.4 土壤养分失衡 不同作物对养分需求存在一定差异, 蔬菜连作影响土壤养分的分配和平衡, 会导致土壤某些营养元素的亏缺, 从而影响作物生长。生产中菜农偏爱施氮、磷、钾等大量元素肥料, 对微肥及炭肥重视不够, 而每一种作物

基金项目 石家庄市科学技术研究与发展计划项目(201490082A)。

作者简介 宋晓(1972—), 女, 河北辛集人, 高级农艺师, 从事设施蔬菜土壤改良与循环农业研究。* 通信作者, 推广研究员, 从事农业技术推广与循环农业研究。

收稿日期 2020-02-06

都有其独特的需肥规律,对所需养分吸收具有选择性,常年连续种植同一种作物,会造成土壤中氮磷钾比例失调,土壤中氮、磷过剩,大量元素与中微量元素比例失调,钙、镁、硫、硼、铁、锌等中微量元素不足,需要的营养元素连年消耗得不到补充,土壤内养分失去平衡,导致土壤营养元素拮抗,影响蔬菜对某些元素的吸收,容易出现缺素症状,从而影响作物生长,致使作物产量和品质下降。其次,各种蔬菜根系分布有深有浅,年年连作,同种作物根系吸收范围较为固定,造成营养缺乏。长此以往,造成了土壤有机质被大量消耗,土壤养分严重失衡,从而影响了蔬菜的正常生产^[3]。

2 土壤障碍问题对设施蔬菜生产的影响

2.1 土壤次生盐渍化对设施蔬菜土壤的影响 土壤盐渍化达到一定程度时,造成土壤浓度增加,土壤的渗透压高于植物细胞,蔬菜根系的吸水、吸肥能力减弱,造成作物根系吸收障碍,导致出苗不齐,植物生长发育不良,严重时根系细胞因大量失水而死亡。

土壤中盐分积累会影响土壤微生物活性,抑制土壤微生物活动,影响土壤养分的有效转化,影响土壤对作物养分的供应,影响微生物的生存环境,使土壤结构变差,土壤中微生物种群多样性和功能遭到破坏,致使作物生长不良,产量、品质下降,甚至出现营养障碍和死亡。

2.2 自毒物质对蔬菜生产的影响 连续多年在同一地块上种植同种或同科作物,作物根系分泌物和残留物基本相同,病原生物在土壤中积累过多,势必引起自毒作用日益明显,连作时间越长,障碍越严重,导致土壤成为有病土壤。目前,被发现自毒物质较强的蔬菜有番茄、辣椒、茄子、黄瓜等,研究发现这些蔬菜的地上部分和地下部分均有自毒物质,包括苯甲酸、肉桂酸、水杨酸等 10 多种^[4]。

2.3 土壤有益菌减少对蔬菜的影响 设施蔬菜生产连年生产,致使土壤有益菌减少,土壤微生物减少,酶活性降低,破坏了土壤微生物的生态平衡,助长了土壤致病菌的繁殖生长。由于致病菌的常年累积,一旦嗜好寄主出现,就会发生严重的病虫害,如蔬菜的枯萎病、根腐病、根结线虫,一旦发病很难根治。

2.4 土壤养分失衡对蔬菜的影响 蔬菜不仅需要大量的氮、磷、钾,还需要吸收钙、镁、硫、铁、硼、锌等中微量元素,土壤养分失衡影响蔬菜对养分的吸收,影响蔬菜的生长发育,导致蔬菜的抗病虫害和抗逆能力降低,出现不同程度的缺素症。缺钙时,番茄果实出现脐腐病;黄瓜叶片内卷,瓜条褐色心腐;大白菜出现干烧心;芹菜叶柄出现坏死斑。缺镁时,蔬菜由中下部叶片向上叶脉间变淡绿,最后全株变黄,番茄叶片卷曲;黄瓜的中部叶片叶缘形成绿环;茄子果实膨大期果实周围叶片脉间变黄。缺硫时,蔬菜顶部叶片失绿和黄化,植株较矮,叶片细小,开花迟、结果少,番茄叶片由上至下黄化,容易出现紫红色;甘蓝生育期推迟,新叶呈紫红色。缺硼时,蔬菜顶端生长受到抑制,茎呈木栓状龟裂,叶片暗绿,花粉畸形,花期延长,番茄落花落果,果实表皮木栓化,有锈色斑,容易裂果;黄瓜果皮出现纵裂纹,瓜心变褐色;茄子出现

紫花,果皮变成褐色、凹陷。缺铁时,蔬菜上部的叶片叶脉间失绿黄化,严重时变黄、发白,逐渐失去绿色。缺锌时,蔬菜叶柄后卷,叶片失绿,叶小簇生,番茄叶片失绿黄化,有异常皱缩,叶片逐渐坏死;黄瓜嫩叶芽状丛生,生长受到抑制;菠菜叶肉褪绿变黄,叶脉间变白坏死^[5]。

3 设施蔬菜土壤障碍改良及修复技术措施

3.1 蔬菜轮作、间作和套种 轮作是目前应用较广泛的一种防治连作障碍的方法,轮作、间作和套种能显著改善土壤中微生物总量和细菌数量,丰富微生物多样性,降低真菌数量,使土壤微生态环境得到极大改善。设施蔬菜种类繁多,选择适宜本地环境资源、设施类型的生产品种,进行科学合理轮作、间作和套种,有助于减轻连作障碍,提升土壤质量。

3.1.1 将感病的寄主作物与非寄主作物或抗性品种轮作。 这样做可以切断病害的生长环境。如茄子与叶菜类、瓜类、豆类蔬菜轮作,能使病虫失去寄主或改变其生活条件,达到减轻或消灭病虫害的目的,棉花和茄科植物如马铃薯、茄子轮作,病害会越来越重,因为它们都是轮枝菌的寄主。因此,合理轮作,可有效预防连作对蔬菜引起的病虫害。

3.1.2 利用蔬菜的根系分泌物具备杀灭某些有害病原菌的特性,进行间作套种。 这样做可减少病害的发生,缓解连作障碍。如采用大蒜、香葱、芹菜、茼蒿与主栽蔬菜进行间作或套种,可以明显降低病虫害的发病率和病情指数,显著提高蔬菜产量和品质;重症田改种耐病的辣椒、葱、大蒜;大蒜与瓜类轮作可显著减轻连作造成的瓜类枯萎病害;胡萝卜、洋葱、大蒜等根系分泌物可抑制马铃薯晚疫病发生。可见,合理的轮作和间作、套种对改善土壤微生物群落结构作用明显,可减少病原真菌数量,优化土壤微生物区系结构和土壤理化性状,提高土壤中有效养分含量,使土壤环境有利于作物生长。

3.1.3 根据不同作物吸收养分不同及根系深浅不同进行间作、套种。 这样做可以充分利用不同土壤层次、不同养分。如在水源充足的地区,将深根性豆类、瓜类、茄果类同浅根性的叶菜类、葱蒜类等进行轮作,既可充分利用土壤中所含的不同类型养分和不同土层中的养分,又可以逐渐改善肥力,减少病菌和有害物质的积累为害;将需要不同养分的蔬菜品种合理轮作,如将需氮较多的叶菜类、需磷较多的果菜类和需钾较多的茎菜类进行轮作,以吸收土壤中的不同养分;在北方的 7—8 月设施空闲期间,可种植一些根系深、生长迅速、生物量大如甜玉米、青贮玉米,能有效改善土壤的理化性质和生物结构,防除土壤盐分的积累^[6]。

3.1.4 推广应用水旱轮作。 水旱轮作既可有效补偿地下水,洗脱土壤表层盐分,缓冲土壤酸碱度,又能杀死线虫、蛴螬、地老虎等地下害虫,消灭或减少病菌在土壤中的数量,增加细菌、放线菌、固氮菌的数量,改善土壤的微生物环境和理化性质,促进土壤有机质的累积和养分转化、循环,是目前最环保、最有效的设施菜地质量修复提升技术。

3.1.5 选择亲缘关系较远,生长习性差别较大的作物进行轮作。 如茄果类-瓜类-豆类、蔬菜-玉米、茄果类-大蒜。

3.1.6 注意轮作时间。一般蔬菜轮作要根据蔬菜的病虫害发生情况、耐连茬程度以及对土壤肥力的需求等因素确定。番茄、茄子、黄瓜、西瓜、甜瓜属于最不耐连茬的,一般要轮作3~4茬;菜豆、豇豆、大白菜、葱、大蒜属于不宜连茬的,一般要轮作2~3茬。

3.2 嫁接栽培 嫁接换根是提高蔬菜对土传病害和非生物逆境抗性的有效手段。嫁接可通过改善植株根系吸收特性,改变内源激素含量,增强植株光合能力,提高保护酶活性等使蔬菜嫁接苗抗病增产。如用黑籽南瓜嫁接的黄瓜可有效防治黄瓜的枯萎病、根腐病、根结线虫等土传病害,推迟霜霉病的发生期,还可有效降低植株根际土壤电导率,减轻次生盐渍化危害,提高蔬菜的耐盐性,显著提高蔬菜根际土壤微生物数量及活性,另外嫁接苗茎叶粗大,可有效吸收、输送养分,有利于产量的提高;用番茄做砧木嫁接茄子,基本上可以控制黄萎病的发生^[7]。

3.3 大棚土壤灭菌消毒 土壤消毒是克服蔬菜连作障碍的重要措施之一,可从源头控制病虫害的发生,为下茬蔬菜的生产创造良好的条件,山东寿光设施生产中的土壤消毒技术很值得借鉴。方法一:微生物菌剂与有机肥闷棚法。将前茬蔬菜秸秆清理干净后,1 hm² 将复合微生物菌剂 300 kg 与麸皮混合物 2 250 kg、有机肥 15 000 kg 混合后均匀撒施到土壤中,深翻整地,做成 3 m 的畦,灌水使土壤湿度达到饱和,密闭棚室,升温闷棚,15~28 d 后揭膜晾棚,再进行定植,因闷棚也将有益菌杀死,因此定植前随水冲施菌肥 300 L/hm²,缓苗时冲施菌肥 15 L/hm²,之后再正常使用水溶肥。方法二:化学消毒——石灰氮消毒法。在夏季高温休棚时,1 hm² 施用鸡粪、牛粪 150 m³、石灰氮 750~1 500 kg,也可配合 7 500~15 000 kg 粉碎的麦秸或玉米秸施用,深翻 2~3 遍,深度 30 cm 左右,平整做畦,用地膜封严,畦间灌水,浇足浇透,密闭棚室,高温闷棚 15~20 d,结束后揭膜通风、晾晒。也可采用日光消毒的方式在夏季休茬期撤掉棚膜,深翻土壤,利用紫外线消毒,在冬季撤膜后采用低温消毒,深翻土壤,利用冬季的低温冻死病虫及虫卵^[8]。

3.4 增施生物有机肥及微生物菌剂

3.4.1 增施生物有机肥。生物有机肥是以特定功能微生物与动植物残体为来源,经过无害化处理腐熟的有机物料复合形成的兼具微生物肥料和有机肥效应的肥料,含有很多有益微生物。增施生物有机肥可以促进土壤中有益菌的存活,为土壤补充丰富的有机质及养分,增强土壤肥力,为蔬菜根系、茎叶生长创造一个温度、湿度适宜和肥料齐全的优良环境,使耕层土壤水、肥、气、热、菌等因素得到协调统一,以促进作物生长,提高蔬菜的产量和品质。有研究表明,长期使用生物有机肥,土壤肥力明显提高,土壤有机质等各项指标有明显提升,并随着生物有机肥的增加而增加,有益微生物菌具有固氮、解磷、解钾和根际促生功能,与有机肥交互作用明显,可提高肥料利用率,还能改善土壤理化性状,提高土壤酶活性,降解土壤中化肥、农药、重金属和其他污染物的残留,提高作物抗病能力,增加产量和改善品质^[9]。

3.4.2 增施微生物菌剂。微生物菌剂的有益菌群能增加土壤中的有益微生物活性,增加植物根际微生物群体,恢复根际微生态平衡,加速土壤营养元素循环,促进土壤中难溶性养分的溶解和释放,固氮、解磷、解钾,提高肥料利用率;微生物可分解有机质并形成腐殖质,有效增加土壤养分含量,发挥土壤潜在肥力,还可分泌生长激素,调节作物生长^[10]。

微生物菌剂的益生菌群可改善土壤微生物数量、密度,优化植物根际微生物群落结构,提升植物根际微生态抗性,提高作物抗病能力,减少和抑制有害病原菌,分解连作产生的有害物质,与特定病原菌竞争营养和空间,避免作物根系感染病害,有效防控植物根腐病、枯萎病及根结线虫,减少重茬病发生,使作物健康生长^[11]。微生物菌剂通过微生物的生命活动,改善土壤理化性状,降低土壤容重,促进土壤团粒结构的离子交换频率,从而改善土壤结构,活化土壤。

3.5 合理灌水和施肥 过量施用化肥是设施土壤盐渍化产生的重要诱因,合理的水肥措施是解决设施土壤盐渍化的重要手段。合理的灌溉措施可以调控土壤盐分含量,应用沟灌、滴灌、膜下灌的方式,在作物生长期采用小水勤浇,既可满足作物生长对水分的需求,又可减少灌水量和灌水次数,从而保证土壤团粒结构不被破坏,延缓耕作层盐渍化速度。不同作物对土壤湿度要求不同,如黄瓜根系较浅且喜湿润土壤,适当增加灌水量和灌水次数;番茄、西瓜等耐旱性较强,尽量少浇水。作物不同生育期需水量也不相同,苗期要求土壤湿度较高,生长期要控制水分以蹲苗促根,结果期对喜湿蔬菜要勤浇水。设施土壤无法获得充分的雨水淋溶,夏季蔬菜换茬间隙,可撤掉棚膜或进行大水漫灌,使土壤表层盐分随着雨水或灌溉水流失或淋溶到土壤深层,可有效减轻耕层土壤的盐渍化程度^[12]。

在生产中应打破传统施肥观念,科学合理施肥。根据蔬菜产量水平、土壤养分测定结果及蔬菜的需肥规律,进行配方施肥、合理施肥、精准施肥,满足蔬菜生长期的需要,水肥一体化技术能够极大提高有限水、肥资源的利用率。

参考文献

- [1] 吴玉娥,姚怀莲,林惠莲,等. 设施蔬菜作物连作障碍研究进展[J]. 中国园艺文摘,2013(3):46-48.
- [2] 王治林,乔俊卿,刘卮洲. 苏北地区设施栽培茄果类蔬菜连作障碍成因分析及防治措施[J]. 江苏农业科学,2012,40(2):127-129.
- [3] 金圣爱,李俊良. 设施菜地退化土壤修复技术[M]. 北京:中国农业出版社,2017.
- [4] 赵尊练,杨广君,甄振辉,等. 克服蔬菜作物连作障碍问题之研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(12):278-282.
- [5] 李博文. 蔬菜安全高效施肥[M]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [6] 习慧梅. 温室大棚设施菜地土壤改良技术[J]. 农村实用技术,2016(3):28-31.
- [7] 赵利坤,张英. 作物连作障碍的影响因素及防治对策[J]. 黑龙江农业科学,2013(12):18-20.
- [8] 赵志伟,刘天英,李光聚,等. 寿光市日光温室土壤消毒技术[J]. 中国蔬菜,2018(8):88-91.
- [9] 文方芳,金强,王胜涛,等. 新建设施菜田土壤肥培措施研究进展[J]. 中国农技推广,2012(3):54-56.
- [10] 梅沛沛,袁亚钦,朱晓天,等. 大棚番茄连作障碍的生物学防治探讨[J]. 河南农业,2015(24):43-45.
- [11] 姜若勇,余翔,吴绍军,等. 宿迁地区设施蔬菜连作障碍综合防控的做法和效果[J]. 中国蔬菜,2019(1):89-91.
- [12] 郭月. 设施农业土壤质量退化问题及改良对策[J]. 现代农业科技,2017(17):188,191.