

# 连作对土壤质量和植株生长影响的研究现状

蒙 静<sup>1</sup>,武东波<sup>1</sup>,姚 英<sup>2</sup>,王 佳<sup>2</sup>

(1. 宁夏农业综合开发办公室,宁夏 银川 750021;2. 永宁县农业综合开发办公室,宁夏 永宁 750100)

**摘要:**为探讨连作造成温室土壤质量衰退和植株生长受抑制的原因,综述了连作条件下自毒物质的累积,连作对土壤理化特性、生物学特性、植株生长指标的影响,分析了连作造成土壤质量退化的原因,造成作物生长受抑制,作物质量下降,品质降低,因此连作成为设施可持续发展亟待解决的问题。

**关键词:**土壤质量;连作;植株生长

**中图分类号:**S344.4;S155.4<sup>+</sup>

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2013)09-0131-04

连作指一年内或连年在同一块田地上连续种植同一种作物的种植方式,连作会造成土壤微生物特性下降,土传病害加重<sup>[1]</sup>。连作有利于专一性危害的病原微生物、害虫的滋生与繁衍,还会加速土壤中单一元素的大量消耗,造成土壤单一养分累积和亏缺,同时连作作物会分泌自毒物质。因此,致病菌积累、营养失衡和根系分泌物的自毒作用是连作的主要原因<sup>[2]</sup>。土壤微生物组成了一个强大动力的资源库,参与植物残体降解、腐殖质形成及养分转化与循环等过程,土壤生物量是植物有效氮、磷、硫的储存库和供应源,是土壤养分转化的枢纽。因此该文综述了连作下自毒物质累积情况,以及连作对土传病害、土壤理化性状、生物学性状和植株生长影响的研究,探讨其造成温室土壤质量衰退和植株生长受抑制的原因。

## 1 连作条件下自毒物质积累和土传病害发生情况

连作为病原菌和害虫提供了寄主和繁殖的场所,使土壤中的病菌数量不断增加,土传病害加重,土传病害在所有连作障碍原因中占 85%<sup>[3]</sup>。

### 1.1 连作条件下自毒物质积累情况

某些植物释放一些物质对同茬或下茬同种或同科植物生长产生抑制作用,这种现象被称为自毒作用<sup>[4]</sup>,这类化学物质是以酚类、脂肪酸类为主

的高分子化合物<sup>[5]</sup>,自毒物质抑制种子生长、推迟萌发、减少产物<sup>[6]</sup>,这种调控可以减少种内组成的密度。

吴凤芝等<sup>[7]</sup>研究认为根系分泌物在连作障碍中起到重要影响作用,随着连作年限的增加,自毒物质积累到一定量时将会对作物产生自毒作用。Blum U<sup>[8]</sup>指出酚酸类物质是土壤和植物根系分泌物普遍存在且对作物生长发育起抑制作用的物质。Yu J Q 等<sup>[9]</sup>指出黄瓜连续种植时,根系释放的酚类物质积累到一定程度就会抑制下茬作物的生长,并抑制黄瓜根系对离子的吸收。有研究表明番茄自毒物质会影响下茬番茄的生长,抑制下茬黄瓜的生长。孙会军利用已知的西瓜主要自毒物质苯甲酸和肉桂酸研究其对西瓜根细胞保护酶即膜透性的影响。结果表明,苯甲酸、肉桂酸可抑制酶系统活性,极低浓度可提高酶活性,而高浓度则降低酶活性<sup>[10]</sup>。

### 1.2 连作条件下土传病害发生情况

土壤是根结线虫的适宜生存空间,因为连作土壤为线虫提供了丰富的食源和寄生环境。根结线虫严重危害设施蔬菜的生产,加重病害的发生,造成蔬菜减产 20%~30%,甚至绝产。吴凤芝研究证明,连作土壤的黄瓜根系分泌物有促进黄瓜枯萎病原菌菌丝生长的作用,随着连作年限的增加,助长作用有增加的趋势,西瓜、甜瓜和黄瓜等瓜类作物连作以后,枯萎病和根结线虫病等病虫害发生严重<sup>[11]</sup>。王芳<sup>[12]</sup>研究证明,重茬茄苗随着苗龄的增加,其根结线虫危害加重。李茂胜通过接种试验证明,根结线虫和枯萎病菌在黄瓜上可单独侵染或复合侵染引起枯萎病<sup>[13]</sup>。陈志刚<sup>[14-15]</sup>研究结果表明,连作大豆田土壤中胞囊和根系上各龄期胞囊线虫数量显著增加(96.5%~335.5%),连作 2 a 后,黄瓜病害加重,且随着连

收稿日期:2013-03-20

基金项目:宁夏农业综合开发土地治理科技推广资助项目(NTKJ-2012-03,NTKJ-2012-04)

第一作者简介:蒙静(1961-),女,陕西省定边县人,学士,正高级高级工程师,从事新型农业技术的推广工作。E-mail:13909573359@163.com。

通讯作者:武东波(1978-),男,甘肃省酒泉市人,学士,工程师,从事农业新技术新设备推广工作。E-mail:ryx16995006788@163.com。

作年限的延长发病率和发病程度均加重。刘美昌研究中证明<sup>[16]</sup>,连作能够明显加重叶部病害的发生率,并有随着连作年限的增加而加重的趋势。

## 2 连作对土壤理化性状的影响

温室土壤连作后,作物单一养分亏缺,造成作物减产,农民为提高作物产量,大量投入化肥,尤其氮肥的投入,造成了土壤养分的累积。那伟民<sup>[17]</sup>等研究指出,使用5a的大棚与露地相比盐分含量提高4~5倍。吴凤芝<sup>[18]</sup>等研究证明,不同种植年限的大棚土壤随种植年限的增加,持水性变好,通气透水性变差。种植5a以上的大棚土壤与露地土壤比较有机质和全氮含量明显增加,达极显著水平,速效氮明显累积,速效磷呈高度富集状态,pH有随种植年限的增加而下降的趋势,连作8a以上的大棚土壤出现了次生盐渍化。姚静<sup>[19]</sup>、李廷轩<sup>[20]</sup>等研究认为土壤盐类离子浓度过高直接影响到蔬菜作物对水分和养分的吸收,而且还会引起某些离子的中毒,甚至发生离子拮抗,阻碍养分吸收,造成作物缺素。冯志红<sup>[21]</sup>研究表明,重茬黄瓜苗的根系活力明显降低,抑制幼苗生长,这种抑制作用在幼苗早期表现明显,重茬黄瓜苗的电导率明显增大,表明根系将养分离子向土壤中渗透显著增加,重茬黄瓜的过氧化物酶活性显著低于在新鲜培养基上生长的黄瓜,说明重茬黄瓜苗抵抗病原菌侵入的能力可能会下降。

## 3 连作对土壤酶和微生物的影响

### 3.1 连作对土壤酶活性的影响

土壤酶和土壤微生物一起参与土壤的代谢过程,其活性的强弱与土壤肥力因素紧密相关<sup>[22]</sup>。土壤酶活性与农业措施显著相关,其中过氧化氢酶、脲酶、酸性磷酸酶活性与土壤微生物多样性指数均显著相关,土壤酶的活性主要取决于某一类微生物数量,多样性指数的降低使得针对于某一酶类的专一性微生物数量下降,并使得酶活性下降。马云华研究证明随着连作年限的增加,过氧化氢酶、蔗糖酶、脲酶的活性也先升后降<sup>[23]</sup>,因为酚酸类物质改变了根际土壤的pH,土壤酶活性与土壤pH关系密切。吴凤芝研究表明,黄瓜连作后转化酶活性显著降低,过氧化氢酶和脲酶活性略有升高<sup>[24]</sup>。刘恩科等<sup>[25]</sup>研究证明,小麦-玉米-小麦-大豆复种轮作方式的土壤中蔗糖酶、脲酶和磷酸酶的活性高于玉米-小麦复种连作方式,说明复种轮作特别是豆科作物轮作,能提高土壤酶的活性。

### 3.2 连作对土壤微生物量的影响

土壤微生物生物量是土壤有机质中有生命的一部分,它的大小反映了参与调控土壤中能量和养分循环以及有机物质转化的微生物数量<sup>[26]</sup>,土壤微生物量碳和潜在可利用态氮间存在显著正相关,与土壤肥力和土壤健康有十分紧密的关系,能够反映土壤能量循环、养分转移和运输的能力<sup>[27]</sup>。黎宁<sup>[28]</sup>研究表明,土壤有效磷与微生物碳呈显著负相关,微生物氮也会随着有效磷/碱解氮比值的增大而降低。微生物量碳与土壤速效钾呈正相关。有研究报道施用氮肥后微生物碳提高,微生物碳的质量分数降低。Liu X B<sup>[29]</sup>等研究表明长期连作土壤有机碳和氮下降。

### 3.3 连作对土壤微生物的影响

土壤微生物群落是土壤中的活性组分,包括细菌、真菌、放线菌和原生动物、病毒以及小型藻类<sup>[28-29]</sup>,微生物种群机构失衡会造成作物减产。

郭瑞英<sup>[30]</sup>指出未来健康的农业土壤生产体系将从以植物为主体的常规管理体系向以植物和微生物为主体的综合管理体系发展。陈宗泽<sup>[31]</sup>等研究表明连作条件下根际微生物区系由高肥力的“细菌型”向低肥力的“真菌型”转化。范君华<sup>[32]</sup>研究证明温室盐渍化土壤微生物活性显著低于露地菜地。Darrah P R<sup>[33]</sup>研究结果表明,根系分泌物除了对根际微生物数量和种类产生影响外,还对微生物代谢及生长发育有一定的影响。杨建霞<sup>[34]</sup>研究表明,连作土壤真菌数量明显增加,放线菌数量总的变化趋势降低,微生物总量和细菌数量变化都呈降低的趋势,连作5a以上的土壤降低明显。许艳丽<sup>[35]</sup>等研究结果表明大豆连作3a以上,土壤微生物数量和组成发生变化,细菌数量减少,真菌数量增加。

## 4 连作对植物生长的影响

吴晓玲<sup>[36]</sup>研究证明连作降低了辣椒的根系活力和叶绿素含量,造成连作辣椒植株矮小、细弱、地上部及根系生长量降低。梁银丽<sup>[37]</sup>等研究表明在连作年限前几年,黄瓜植株生长维持较高的水平,随连作年限的延长,黄瓜的光合速率、株高、叶片数和产量明显降低,连作4茬以后黄瓜生理障碍明显。吴凤芝<sup>[38]</sup>等以连作黄瓜4a和25a的大棚土壤为处理,以露地菜田非连作土壤为对照进行盆栽黄瓜试验,结果表明,大棚连作4a的土壤对黄瓜产量及品质影响不显著,而连作25a的土壤对黄瓜的产量及品质有不良影响,产量显著降低,品质变劣。刘德<sup>[39]</sup>等研究结果表明,连

作 4 a 的土壤黄瓜根系活力、光合速率及产量均高于连作 25 a 土壤栽培的黄瓜。吴凤芝<sup>[38]</sup>等研究表明,大棚番茄连作 4 a 对根系影响不大,而连作 8 a 对根系影响很大,连作 2 a 与 4 a 间的品质无差异,而连作 8 a 的品质明显变劣,特别是 VC 含量降低、糖酸比降低、硝酸盐积累明显。

## 5 结论

连作是我国设施生产中常见的蔬菜栽培制度<sup>[40]</sup>。同时,设施蔬菜地在三高(高温、高湿、高蒸发)条件下,连续种植蔬菜几年以后,土壤肥力状况将发生显著变化,生产中就出现了因土壤功能障碍使产量下降的问题,主要表现为土壤盐分含量过高、土壤酸化、土壤病原菌数量增加,土壤中营养元素失衡等<sup>[41]</sup>。因此温室土壤质量下降问题越来越受到人们的关注,如何阻控土壤功能衰退,修复并保持土壤健康,实现设施蔬菜产业可持续发展是设施蔬菜生产上亟待解决的问题。

## 参考文献:

- [1] Van Bruggen, A H C, Semenov A M. A new approach to the search for indices of root diseases suppression[J]. *Australasian Plant pathology*, 1999, 28, 4-10.
- [2] Meyer J R, Shew H D. Soil suppressive to black root rot of burley tobacco. Caused by *Thielaviopsis basicola* [J]. *Phytopathology*, 1991, 81: 946-954.
- [3] Waggev M G, Denton H P. 连续耕作和轮作对作物产量、残茬覆盖及土壤水分的影响[J]. 赵炳良, 译. 国外农学, 1992; 1233-1237.
- [4] Singh H P, Batisb D R, Kobil R K. Autotoxicity: Concept, organisms and ecological significance[J]. *Critical Reviews Plant Science*, 1999, 18: 757-772.
- [5] Einhellig F A, Souza I F. Phytotoxicity of sorgoleone found in grain sorghum root exudates[J]. *Journal of Chemistry Ecology*, 1992, 18: 1-11.
- [6] Fransen B, Kroon H D, Berendse F. Root morphological plasticity and nutrient acquisition of perennial grass species from habitats of different nutrient availability[J]. *Oecologia*, 1998, 115(3): 351-358.
- [7] 吴凤芝, 赵凤艳. 根系分泌物与连作障碍[J]. 东北农业大学学报, 2003, 34(1): 114-118.
- [8] Blum U, Shafer S R. Microbial population and phenolic acids in soil[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1998, 20(6): 793-800.
- [9] Yu J Q, Mataui Y. Effect of root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals on ion uptake by cucumber seedlings[J]. *Journal of Chemistry Ecology*, 1997, 23: 817-827.
- [10] 孙会军, 王倩. 苯甲酸、肉桂酸对西瓜根细胞保护酶及膜透性的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(6): 142-145.
- [11] 吴凤芝, 栾非时, 王东凯, 等. 大棚黄瓜连作对根系活力及根系土壤酶活性影响的研究[J]. 东北农业大学, 1996, 27(3): 255-258.
- [12] 王芳, 王敬国. 连作对茄子苗期生长的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(1): 79-81.
- [13] 李茂胜, 严叔平, 张琳, 等. 枯萎病菌和根结线虫对黄瓜复合侵染研究[J]. 福建农业学报, 2001, 16(2): 28-31.
- [14] 陈志杰, 朱艳, 刘彬. 连作和轮作对大豆胞囊线虫群体数量及土壤线虫群落结构的影响[J]. 植物保护学报, 2007, 34(4): 347-352.
- [15] 陈志杰, 梁银丽, 张峰. 温室土壤连作对黄瓜主要病害的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(1): 71-74.
- [16] 刘美昌, 郑亚萍, 王才斌, 等. 连作对花生生育的影响及其缓解措施研究[J]. 农业科学, 2006, 22(9): 144-148.
- [17] 那伟民. 蔬菜保护地次生盐渍化的形成与防治[J]. 辽宁熊岳高等专科学校学报, 1999(2): 28-31.
- [18] 吴凤芝. 大棚菜地土壤理化特性的研究[J]. 土壤肥料, 2000(2): 11-13.
- [19] 姚静, 邹志荣, 杨猛, 等. 设施栽培中土壤次生盐渍化问题及解决途径[J]. 西北农业科学, 2003(4): 39-41.
- [20] 李廷轩, 张锡洲, 王昌全, 等. 保护地土壤次生盐渍化的研究进展[J]. 西南农业学报, 2001(14): 103-107.
- [21] 冯志红, 闫立英, 王久兴, 等. 连作栽培中自毒物质对黄瓜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子, 2005, 24(6): 41-44.
- [22] 杨万勤, 王开运. 土壤酶研究动态与展望[J]. 应用与环境生物学, 2002, 8(5): 564-570.
- [23] 马云华, 王秀峰, 魏珉, 等. 黄瓜连作土壤酚酸类物质积累对土壤微生物和酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2149-2153.
- [24] 吴凤芝, 孟立君, 王学征. 设施蔬菜轮作和连作土壤酶活性的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(4): 554-558.
- [25] 刘恩科, 赵秉强, 李秀英, 等. 长期施肥对土壤微生物量及土壤酶活性的影响[J]. 植物生态学报, 2008, 32(1): 176-182.
- [26] Vineela C, Wani S P, Srinivasarao C, et al. Microbial properties of soils as affected by cropping and nutrient management practices in several long-term manorial experiments in the semi-arid tropics of India[J]. *Applied Soil Ecology*, 2008, 40: 165-173.
- [27] 姜培坤, 徐秋芳, 俞益武. 土壤微生物量碳作为林地土壤肥力指标[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(1): 17-19.
- [28] 黎宁, 李华兴, 朱凤娇, 等. 菜园土壤微生物生态特征与土壤理化性质的关系[J]. 2006, 17(2): 285-290.
- [29] Liu X B. Effect of long-term continuous cropping, tillage and fertilization on soil organic carbon and nitrogen of black soil in China[J]. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2005, 36(9): 1229-1239.
- [30] 郭瑞英, 陈清, 李晓林. 土壤微生物-抑病性与土壤健康[J]. 中国蔬菜, 2005(增刊): 78-82.
- [31] 陈宗泽, 殷勤娜, 戴秉丽, 等. 连作大豆病原菌的分离及其治病性的研究[J]. 吉林农业科学, 1999, 24(2): 36-39.
- [32] 范君华, 刘明, 洪远新. 不同利用方式对土壤微生物区系和活性的影响[J]. 塔里木农垦大学学报, 2002, 14(1): 15-17.
- [33] Darrah P R. Model of the rhizosphere[J]. *Plant and soil*, 1991, 138: 147-158.
- [34] 杨建霞, 范小峰, 刘建新. 温室黄瓜连作对根际微生物区系

- 的影响[J]. 浙江农业大学, 2005(6):441-443.
- [35] 许艳丽, 韩晓增. 大豆重迎茬研究[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1995:1-80.
- [36] 吴晓玲, 周宝利, 侯永侠. 连作、轮作对辣椒不同品种生育和土壤肥力、微生物种群的影响[J]. 辽宁农业科学, 2006(2):1-4.
- [37] 梁银丽, 陈志杰, 徐福利, 等. 日光温室不同连作年限对黄瓜生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1398-1401.
- [38] 吴凤芝, 刘德, 栾非时. 大棚土壤连作年限对黄瓜产量及品质的影响[J]. 东北农业大学学报, 1999, 30(3):245-248.
- [39] 刘德, 吴凤芝, 栾非时, 等. 不同连作年限对大棚黄瓜根系活力及光合速率的影响[J]. 东北农业大学学报, 1998, 29(3):219-223.
- [40] Tian Y Q, Zhang X Y, Liu J, et al. Microbial properties of rhizosphere soils as affected by rotation, grafting, and soil sterilization in intensive vegetable production systems[J]. Scientia Horticulturae, 2009, 129:139-147.
- [41] Lin X. G, Yin R, Zhang, et al. Changes of soil microbiological properties caused by land use changing from rice-wheat rotation to vegetable cultivation[J]. Environmental Geochemistry and Health, 2004, 26:119-128.

## Research Progress of the Effect on Continuous Cropping of Greenhouse Soil Quality and Crop Growth

MENG Jing, WU Dong-bo, YAO Ying, WANG Jia

(1. Comprehensive Agricultural Development Office of Yinchuan, Yinchuan, Ningxia 750021;  
2. Comprehensive Agricultural Development Office of Yongning, Yongning, Ningxia 750100)

**Abstract:** In order to research the reasons of soil quality deterioration and plant growth inhibited in greenhouse under continuous cropping. The continuous cropping effects of autotoxic substance, soil physical and chemical characters, biological characters and crop growth indices were introduced, and the reasons which lead the soil quality decline, restrain crop growth, reduce crop yield and crop quality were analyzed and indicated that continuous cropping was a burning question in sustainable development of facility production.

**Key words:** soil quality; continuous cropping; crop growth

中国核心期刊数据库  
中国期刊网

中文科技期刊数据库  
江西省优秀期刊

中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊  
龙源期刊网收录期刊

# 现代园艺

### 读者对象:

园艺园林方面的生产企业、科研院所、大专院校、农技推广部门等广大园艺园林工作者、管理人员、种植专业户及爱好者。本刊重点推出涉及园艺园林行业的果瓜蔬菜、花卉园林、生态绿化、景观设计等新产品、新技术、新成果、新情况、新观点、新经验, 交流致富信息, 传播成功范例, 引导广大人民发家致富。热忱欢迎广大园艺园林工作者、管理人员、种植专业户及爱好者踊跃投稿。



欢迎订阅 欢迎投稿

44-114  
邮发代号

8 上半月  
2013



欢迎登录《现代园艺》杂志网站  
www.xdyzzs.com

### 订阅指南:

本刊为半月刊, 大16开, 国内统一刊号: CN36-1287/S, 国际标准刊号: ISSN1006-4958。“上半月刊”全国各地邮局均可订阅, 每期定价6.00元, 全年72.00元; “下半月刊”只能直接汇款到杂志社订阅, 每期定价10.00元, 全年120.00元。如需挂号, 每期另付挂号费3.00元。

汇款地址: 江西省樟树市双金《现代园艺》杂志社  
编辑部电话: 0795-7831008; 7831108  
投稿邮箱: xdy008@126.com

邮政编码: 331213  
杂志网站: www.xdyzzs.com  
广告邮箱: xdy008@163.com