

DOI:10.11937/bfyy.201701012

不同蔬菜轮作对设施连作黄瓜根际土壤微生态的影响

徐 宁¹, 张方园², 王 闯¹, 刘 敏¹, 刘国娟¹, 豆惠敏¹

(1. 聊城职业技术学院, 山东 聊城 252000; 2. 聊城市东昌府区张炉集镇, 山东 聊城 252000)

摘 要:以大葱和苦瓜 2 种轮作作物为试材, 分析了轮作不同蔬菜对连作黄瓜根际土壤微生态的影响。结果表明: 轮作大葱和苦瓜可显著降低根际土壤 EC 值, 提高 pH。2 种轮作作物根际土壤中的细菌和放线菌数量均有显著提高, 真菌和镰刀菌数量显著降低。在拉秧期大葱和苦瓜根际土壤转化酶活性高于连作 95.96% 和 44.44%, 脲酶活性高于连作 52.94% 和 29.41%, 过氧化氢酶活性较连作高 182.69% 和 100.00%, 多酚氧化酶活性高 151.11% 和 75.56%。黄瓜-大葱、黄瓜-苦瓜 2 种轮作模式有效缓解黄瓜连作障碍, 防止土壤肥力衰退, 以大葱轮作效果更为显著。

关键词:黄瓜; 大葱; 苦瓜; 轮作; 根际土壤微生态

中图分类号:S 642.206⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0048-05

黄瓜是设施主栽作物, 连作障碍已成为制约高产高效和可持续发展的重要因素^[1]。前人研究表明, 利用作物轮作是克服土壤连作障碍的最有效方法^[2-3], 采用不同蔬菜轮作对温室黄瓜连作土壤的修复改良效果存在差异性^[4]。黄瓜-大葱^[5]和黄瓜-苦瓜^[6-7]轮(间、套)作模式可显著促进作物生长, 提高产量。但前人较少同时对上述 2 种轮作作物根际土壤微生态系统进行分析, 故该试验设计大葱和苦瓜 2 种轮作作物, 分析轮作及连作作物根际土壤理化特性、微生物数量及酶活性, 以期从根际土壤微生态的角度探讨温室连作土壤有效的修复改良途径, 为大葱和苦瓜能作为良好轮作作物进一步减轻温室黄瓜土壤连作障碍, 促进设施蔬菜生产的可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤为连续 15 年种植黄瓜的日光温室耕层土壤。土壤砂质粘壤土, 其基本理化性状为 pH 5.96, EC 值 354 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, 碱解氮 125.48 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效磷 226.26 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾 174.86 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。供试黄瓜品种为“新泰密刺”, 苦瓜品种为“兴旺青皮苦

瓜”, 大葱品种为“元藏”大葱。

1.2 试验方法

试验于 2015—2016 年在聊城职业技术学院园艺实训基地进行。盆栽试验共设 3 个处理: 黄瓜-苦瓜(T1), 黄瓜-大葱(T2), 黄瓜-黄瓜(CK)。每处理 30 盆, 随机排放。为防止试验过程中塑料盆受外界环境的影响, 将塑料盆埋于地下, 盆口与地面齐平。每盆装入连作土壤 10 kg, 装盆前向土壤中均匀混入复合肥(N-P₂O₅-K₂O 为 15-15-15)10 g, 作物生长期间不再追肥。不同作物分期播种育苗, 9 月 15 日同时定植。采用常规方法进行田间管理。

1.3 项目测定

1.3.1 土壤样品的采集 CK 处理分别于定植前(9 月 15 日)和黄瓜苗期 10 月 15 日、花期 11 月 15 日、瓜期 12 月 15 日、拉秧期 1 月 15 日取样, T1 和 T2 处理同时时间点取苦瓜和大葱根际土壤。每处理随机取 6 盆, 利用抖落法^[8]取植株的根际土, 混合均匀, 一部分土样装入无菌自封袋, 立即带回实验室, 于 4℃ 冰箱内保存, 用于土壤微生物分析; 另一部分土样风干保存, 用于测定土壤酶活性。

1.3.2 土壤微生物数量的测定 采用牛肉膏蛋白胨培养基培养细菌; 采用改良高氏 1 号培养基培养放线菌(每 1 000 mL 培养基中加入 3% 重铬酸钾 3.3 mL); 采用马丁氏培养基培养真菌(每 1 000 mL 培养基中加入 1% 孟加拉红水溶液 3.3 mL, 1% 链霉素 3 mL); 采用 PEA 选择培养基培养尖孢镰刀菌^[9]; 采用系列稀释法计数微生物数量^[10]。

第一作者简介:徐宁(1983-), 男, 博士研究生, 研究方向为设施蔬菜与无土栽培。E-mail: xuning0635@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31071830); 聊城职业技术学院重点资助项目(2013LZY01)。

收稿日期:2016-10-11

1.3.3 土壤酶活性测定 采用苯酚-次氯酸钠比色法测定土壤脲酶活性;采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定转化酶活性;采用邻苯三酚比色法测定多酚氧化酶活性;采用高锰酸钾滴定法测定过氧化氢酶活性^[11]。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 和 DPS 软件对数据进行方差分析,采用 Duncan 新复极差法进行差异显著性检验 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 轮作对根际土壤 EC 值和 pH 的影响

由图 1 可知,拉秧期轮作作物根际土壤的 EC 值均显著低于连作,pH 均显著高于连作。10 月 15

日黄瓜根际土壤的 EC 值较低,这与 3 种作物的生育速度有关,黄瓜苗期生长迅速且生物量大,根系较发达,能一定程度的吸收土壤中的盐离子。拉秧期 EC 值以大葱根际土壤最低,轮作苦瓜和大葱分别比对照 EC 值降低了 10.01% 和 15.64%。由图 1 还可知,黄瓜和苦瓜根际土壤的 pH 呈先升后降的趋势,而大葱根际土壤的 pH 呈一直升高的趋势,拉秧期苦瓜和大葱根际土壤的 pH 分别为 6.61 和 6.70,连作土壤 pH 也高于基础土样,可能与浇水状况有关。可见,轮作大葱和苦瓜对防止日光温室黄瓜连作土壤酸化和次生盐渍化均有一定的效果,其中以轮作大葱效果较好。

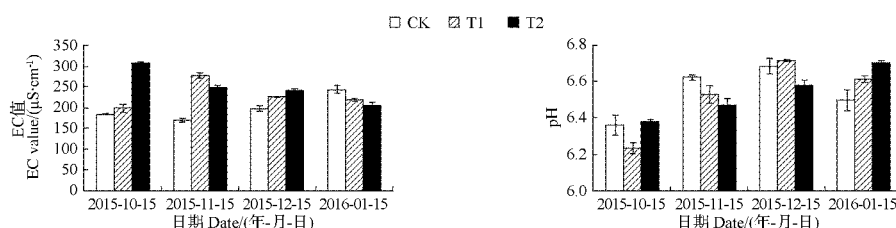


图 1 不同处理下根际土壤 EC、pH 的动态变化

Fig. 1 Dynamic change of EC and pH in rhizosphere soil under different treatments

2.2 轮作对根际土壤微生物的影响

2.2.1 不同处理下根际土壤细菌和放线菌的动态变化 由图 2 可以看出,轮作大葱和苦瓜根际土壤中细菌数较轮作前均有所增加,连作处理细菌数量略有下降。2 种轮作作物根际土壤细菌数量均高于连作,以大葱轮作处理较多。这可能是由于大葱根系分泌物及根系残茬为土壤细菌繁殖提供了可利用的

碳源,从而更有效的增加了细菌数量。大葱和苦瓜分别比连作黄瓜根际土壤细菌数高出了 167.84% 和 47.22%。轮作一茬大葱后,放线菌数量较轮作前大幅增加;轮作一茬苦瓜,放线菌数量变化不明显;连作后放线菌数量大幅度下降。拉秧期大葱和苦瓜轮作处理放线菌数量比连作高 122.17% 和 51.29%。

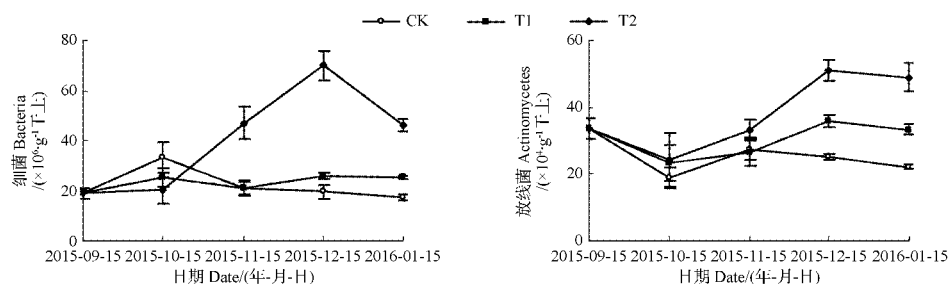


图 2 不同处理下根际土壤细菌和放线菌的动态变化

Fig. 2 Dynamic change of bacteria and actinomycetes in rhizosphere soil under different treatments

2.2.2 不同处理下根际土壤真菌和镰刀菌的动态变化 由图 3 可知,3 个处理根际土壤真菌数量变化趋势一致,都呈先升后降的趋势,大葱和苦瓜根际土壤真菌数量在各时期均低于连作,且大葱处理根际土壤真菌数量最低。拉秧期,大葱和苦瓜根际土壤真菌数量比连作低 53.63% 和 20.46%。枯萎病是黄瓜最主要的一种土传病害,温室黄瓜连年栽种后,土传病害加重,其致病菌就是镰刀菌。3 个处理根际土壤镰刀菌的变化趋势与真菌相似,以连作黄瓜根际

土壤镰刀菌数量最多,苦瓜次之,大葱最少。拉秧期大葱和苦瓜根际土壤真菌数量比连作低 67.27% 和 32.99%。

2.3 不同处理下对根际土壤酶活性的影响

2.3.1 对土壤转化酶和脲酶活性的影响 土壤转化酶也叫蔗糖酶,是土壤中参与碳循环的一种重要酶,可促进蔗糖水解成葡萄糖和果糖,对增加土壤可溶性营养具有重要作用。由图 4 可知,3 个处理的转化酶活性呈先升后降的趋势,连作处理 11 月 15

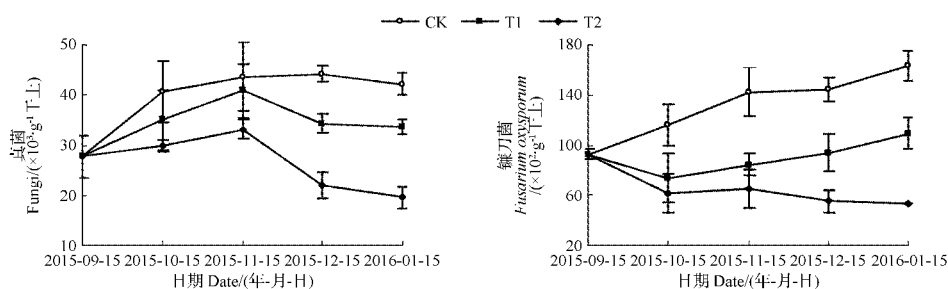


图3 不同处理下根际土壤真菌和镰刀菌的动态变化

Fig. 3 Dynamic change of fungi and *Fusarium oxysporum* in rhizosphere soil under different treatments

后就明显的下降,而苦瓜和大葱轮作处理在12月15日后才略有下降。连作黄瓜后,转化酶活性略有降低;而轮作大葱和苦瓜后,转化酶活性有所升高,且大葱根际土壤转化酶活性一直高于苦瓜。拉秧期,大葱和苦瓜根际土壤转化酶活性比连作处理高95.96%和44.44%。脲酶也是土壤水解酶中的一

种重要酶,对尿素水解及尿素氮的利用具有重要影响。轮作大葱和苦瓜根际土壤中的脲酶活性显著提高,连作处理的脲酶活性变化不显著。拉秧期大葱和苦瓜根际土壤脲酶活性比连作处理高52.94%和29.41%。

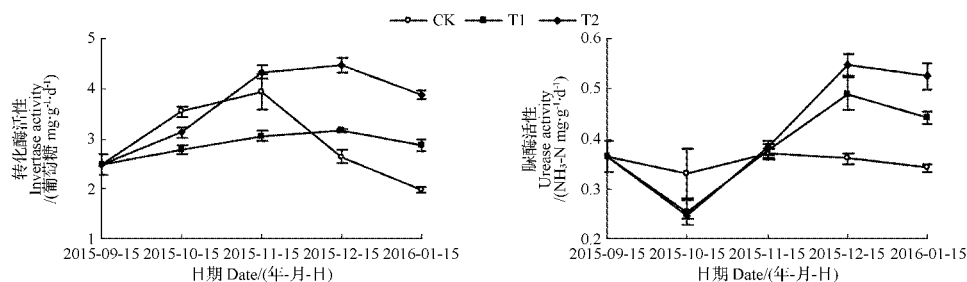


图4 不同处理下根际土壤转化酶和脲酶活性的动态变化

Fig. 4 Dynamic change of invertase and urease activities in rhizosphere soil under different treatments

2.3.2 对土壤过氧化氢酶和多酚氧化酶活性的影响 过氧化氢酶参与植物的呼吸代谢,同时可清除在呼吸过程中会产生的对活细胞有害的过氧化氢,其活性可用来表示土壤氧化过程的强度。由图5可以看出,根际土壤中的过氧化氢酶活性呈先升后降的趋势,作物生长期间,大葱根际土壤过氧化氢酶活性最高。11月15日前苦瓜根际土壤过氧化氢酶活性与对照差异不显著,11月15日之后苦瓜轮作处理

显著高于连作处理。拉秧期大葱和苦瓜根际土壤过氧化氢酶活性较连作高182.69%和100.00%。土壤多酚氧化酶参与土壤有机组分中芳香化合物的转化,对增加土壤有机质积累,提高土壤肥力具有重要意义。轮作大葱和苦瓜根际土壤多酚氧化酶活性显著升高,而连作处理的酶活性略有下降。拉秧期大葱和苦瓜根际土壤多酚氧化酶活性较连作处理高151.11%和75.56%。

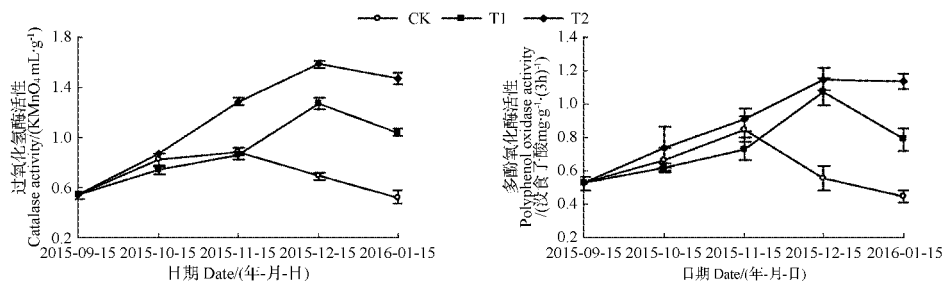


图5 不同处理下根际土壤过氧化氢酶和多酚氧化酶活性的动态变化

Fig. 5 Dynamic change of catalase and polyphenol oxidase activities in rhizosphere soil under different treatments

3 讨论

国内外研究表明,连作障碍的原因复杂,根际土

壤微生态系统失调可能是主要原因^[2-4]。土壤理化性状恶化是根际土壤微生态系统失调的重要方

面^[4]。该试验中,2种轮作作物根际土壤EC值降低,pH升高,对缓解黄瓜连作土壤酸化和次生盐渍化有一定效果。

该试验结果表明,轮作大葱和苦瓜根际土壤中的细菌和放线菌数量显著提高,真菌和镰刀菌数量显著降低。土壤微生物区系是土壤根际微生态系统的重要组成部分。土壤微生物一方面受外界环境、施肥种类和作物生育期等因素影响^[12],一方面受植物根系分泌物的影响,根系分泌物直接影响土壤微生物的种类和数量^[13-15]。不同栽培制度下作物残体、根系残留物和根系分泌物在土壤中积累,引起碳源数量和种类的变化,导致土壤微生物数量和种群结构产生差异^[16]。轮作还可以使连作病原菌失去寄主或改变生活环境,有利于减轻土传病害发生^[5]。大葱根系分泌物^[17]、苦瓜活性组分物质^[18]对连作病原菌均有一定的抑制作用。

土壤酶主要来源于土壤微生物代谢过程^[19],根系分泌物和动植物残体腐解过程^[11]。脲酶是决定土壤氮素转化的关键酶,土壤脲酶活性增加有利于提高土壤氮素肥力。转化酶能促进有机物分解,为微生物提供养料,从而促进微生物的繁殖,反之,微生物又能刺激酶活性增强^[20]。土壤过氧化氢酶活性提高,氧化作用增强,促进过氧化氢分解,减轻对植物根系的毒害作用。多酚氧化酶能把土壤中芳香族化合物氧化成醌,醌与土壤中蛋白质、氨基酸、糖类、矿物质等反应生成有机质和色素,完成土壤芳香族化合物循环^[21]。该试验中,大葱和苦瓜根际土壤中的转化酶、脲酶、过氧化氢酶和多酚氧化酶活性较对照显著提高,降低了土壤中过氧化氢和酚类物质含量,有利于作物生长发育,防止土壤肥力衰退,有效缓解设施黄瓜连作障碍,以大葱轮作更为显著。课题组针对大葱根系分泌物定性分析已经开展,但对于苦瓜根系分泌物定性分析还需要进一步研究。

参考文献

- [1] 马云华,魏珉,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.
- [2] 喻景权,周杰.“十二五”我国设施蔬菜生产和科技进展及其展

望[J].中国蔬菜,2016(9):18-30.

- [3] 李元,司力珊,张雪艳,等.填闲作物对日光温室土壤环境作用效果比较研究[J].农业工程学报,2008,24(1):224-229.
- [4] 顾大路,王伟中,孙爱侠,等.不同轮作模式对日光温室黄瓜生长的影响[J].江苏农业学报,2016,32(4):874-878.
- [5] 杨凤娟,吴焕涛,魏珉,等.轮作与休茬对日光温室黄瓜连作土壤微生物和酶活性的影响[J].应用生态学报,2009,20(12):2983-2988.
- [6] 陈华,张宝,李千钧,等.下凹式日光节能温室黄瓜间作苦瓜立体高效栽培技术[J].北方园艺,2011(9):59-60.
- [7] 马理,葛春升,魏文亮,等.温室越冬黄瓜苦瓜套种技术[J].北方园艺,2006(6):66-67.
- [8] 雷娟利,寿伟松,董文其,等.抗感枯萎病西瓜根际微生物比较研究[J].微生物学通报,2008,35(7):1034-1038.
- [9] 韩宝坤,杜艳华.非无菌操作下分离尖孢镰刀菌的培养基[J].植物病理学报,2001,31(4):16.
- [10] 杜秉海.微生物学实验[M].北京:北京农业大学出版社,1994.
- [11] 关松荫.土壤酶及其研究法[M].北京:中国农业出版社,1986.
- [12] 胡元森,吴坤,刘娜,等.黄瓜不同生育期根际微生物区系变化研究[J].中国农业科学,2004,37(10):1521-1526.
- [13] TRUMBORE S E, GAUDINSKI J B. The secret lives of roots[J]. Science, 2003, 302:1344-1345.
- [14] BERTIN C, YANG X H, WESTON L A. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere[J]. Plant and Soil, 2003, 256:67-83.
- [15] 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.
- [16] 李威,程智慧,孟焕文,等.轮作不同蔬菜对大棚番茄连作基质中微生物与酶及后茬番茄的影响[J].园艺学报,2012,39(1):73-80.
- [17] XU N, WEI M, WANG C, et al. Composition of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) root exudates and their allelopathy on cucumber sprouts and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* [J]. Allelopathy Journal, 2013, 32(2):243-256.
- [18] 王贻莲,陈燕平,黄伟,等.苦瓜活性组分物质抑菌活性测定[J].植物保护,2008,34(2):67-71.
- [19] ZIMMERMANN S, FREY B. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: Effects of wood ash[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2002, 34:1727-1737.
- [20] 杨阳,吴凤芝.套作不同化感潜力分蘖洋葱对黄瓜生长及土壤微环境的影响[J].应用生态学报,2011,22(10):2627-2634.
- [21] TRASAR-CEPEDA C, LEIRO'S M C, SEOANE S, et al. Limitations of soil enzymes as indications of soil pollution[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2000, 32:1867-1875.

Effect of Rotating Different Vegetables on Rhizosphere Soil Microecology of Continuous Cropping Cucumber

XU Ning¹, ZHANG Fangyuan², WANG Chuang¹, LIU Min¹, LIU Guojuan¹, DOU Huimin¹

(1. Liaocheng Vocational & Technical College, Liaocheng, Shandong 252000; 2. Liaocheng Dongchangfu Zhangluji Town, Liaocheng, Shandong 252000)

Abstract: Welsh onion and momordica charantia rotation crop were used as materials, effects of different rotation crop on rhizosphere soil microecology of continuous cropping cucumber were analyzed. The results showed that the EC value of rhizosphere soil was decreased significantly while pH increased after welsh onion and momordica

DOI:10.11937/bfyy.201701013

水分胁迫对设施番茄结果期叶片衰老特性和根系活力的影响

侯梦媛, 杨再强, 张曼义

(南京信息工程大学 气象灾害预报预警与评估协同创新中心, 江苏 南京 210044)

摘要:以番茄“寿信 98”为试材, 设置 4 个土壤水分处理, 土壤水分分别为田间持水量的 70%~80% 为正常灌溉 (CK)、60%~70% 为轻度胁迫、50%~60% 为中度胁迫、40%~50% 为重度胁迫, 系统测定水分胁迫对设施番茄结果期植株叶片衰老特性和根系活力的影响。结果表明: 番茄叶片细胞色素含量随胁迫程度的加重先升高后降低, 轻度胁迫下细胞色素含量显著高于其它处理; 随水分胁迫时间延长番茄叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量均呈下降趋势。叶片组织的超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD) 活性随水分胁迫时间延长均呈先增加后减少的趋势, 不同土壤水分处理下, 番茄叶片 SOD 和 POD 活性均表现为重度胁迫 > 中度胁迫 > 轻度胁迫 > CK, 且 2 种抗氧化酶活性均在果实膨大期达到最大值。在果实膨大期, 轻度胁迫、中度胁迫、重度胁迫下 SOD 活性分别是 CK 的 1.00、1.82、1.68 倍, 而 POD 活性分别是 CK 的 1.81、2.37、2.91 倍。轻度胁迫显著增加番茄根系活力, 而其它水分处理下番茄根系活力较 CK 均有不同程度的降低, 成熟期轻度胁迫、中度胁迫、重度胁迫下番茄根系活力分别是 CK 处理的 102.08%、90.62%、80.56%。因此, 轻度水分胁迫有利于细胞色素合成和根系活力的提高, 增加了设施番茄对水分逆境的耐受力, 减缓植株的衰老进程。

关键词:水分胁迫; 叶片衰老特性; 保护酶; 根系活力; 结果期

中图分类号:S 641.226 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0052-06

番茄 (*Lycopersicon esculentum* L.) 是我国重要设施作物之一, 2012 年设施番茄种植面积达

第一作者简介:侯梦媛(1992-), 女, 硕士研究生, 研究方向为设施农业气象。E-mail: c470256059@qq.com.

责任作者:杨再强(1967-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为设施作物环境调控机理。E-mail: yzq@nuist.edu.cn.

基金项目:公益性行业(气象)科研重大专项资助项目 (GY-HY201506001-6)。

收稿日期:2016-09-26

45.33 万 hm^2 ^[1], 番茄植株生长和果实形成对水分需求量较大, 水分是设施环境调控中的重要因子, 水分过多造成设施内空气湿度大而导致病虫害严重, 水分不足则影响番茄植株生长发育和产量。因此, 如何合理控制土壤水分成为设施番茄生产中最关注的科学问题。

关于土壤水分对作物的生理特性、生长发育影响有一定的报道。普遍研究认为作物在遭受干旱胁迫后, 体内活性氧自由基增加, 细胞失水, 叶片逐渐变黄,

charantia rotation. The number of bacteria and actinomycetes in welsh onion and momordica charantia rhizosphere soil increased; the number of fungi and *Fusarium oxysporum* decreased. In the wane period, invertase activities in rhizosphere soil of welsh onion and momordica charantia were 95.96% and 44.44% higher than that of continuous cropping; ureases activities were 52.94% and 29.41% higher than that, Catalases were 182.69% and 100.00% higher than that of continuous cropping; polyphenol oxidases were 151.11% and 75.56% higher than that. Welsh onion and momordica charantia rotation crop were relief cucumber continuous cropping obstacle and prevented the soil fertility decline. The effect of welsh onion rotation was more significant.

Keywords: cucumber; welsh onion; momordica charantia; rotation; rhizosphere soil microecology