

蔬菜作物轮作对西瓜连作土壤微生物种群和土壤酶活性的影响

孙吉庆, 盛萍萍, 陈可, 李敏

(青岛农业大学 菌根生物技术研究所, 山东 青岛 266109)

摘要:采取连作 20 a 的种植嫁接西瓜的土壤, 进行盆栽试验, 分别种植芹菜、大葱、大蒜、西瓜。定期测定各处理土壤养分含量、pH 值、土壤微生物数量和土壤酶活性等, 评估不同蔬菜作物轮作对嫁接西瓜连作土壤环境的影响。结果表明: 轮作大葱处理土壤中速效氮、速效钾含量最高, 轮作芹菜土壤中速效磷含量最高, 轮作大蒜土壤中有机质含量最高; 连作西瓜的对照各种土壤酶的活性均显著低于轮作其他作物的处理; 种植芹菜的处理土壤微生物总量最高, 土壤细菌、真菌、放线菌数量、AM 真菌孢子密度均显著高于连作西瓜处理。表明蔬菜轮作对修复嫁接西瓜连作土壤、改善土壤环境具有一定的作用。

关键词:轮作; 土壤酶活性; 西瓜; 连作; 微生物种群; AM 真菌

中图分类号:S 685.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)16-0020-03

由土传病虫害和土壤理化性质改变导致的设施西瓜连作障碍已经严重制约了设施西瓜的优质安全生产。前人在病原菌生理小种的分类鉴定、致病机理及西瓜种质资源的筛选、抗病遗传规律等多方面进行了较为深入的研究^[1-4]。生产中克服西瓜连作障碍的主要措施为嫁接换根, 嫁接换根可以很好的防止西瓜枯萎病的发生, 但随着连作年限的增加又出现了一系列新的问题, 土传病害加重, 作物长势变弱, 产量和品质变差等。现已证明, 轮作可以很好的减轻连作障碍^[5]。而轮作对嫁接西瓜苗的影响未见报道。

该研究通过盆栽试验, 测定连作 20 a 嫁接西瓜土壤, 种植不同作物后对土壤环境及生理指标的影响, 初步了解不同蔬菜作物轮作对减轻西瓜连作障碍的效果, 为今后的农业生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

该试验在青岛农业大学温室中进行盆栽试验, 盆栽用土为取自潍坊昌乐尧沟镇的 20 a 西瓜连作土。供试西瓜品种为“京欣 1 号”, 为山东昌乐县尧沟镇大棚

主栽品种, 将西瓜种子用 75% 酒精消毒后浸种 12 h, 28~30℃ 下催芽, 出芽后播种。嫁接砧木为“青农大 1 号”南瓜砧木, 用相同方法处理, 南瓜早播种 5 d, 插接法嫁接。供试芹菜品种为“津南实芹 2 号”, 将种子在清水中浸泡 24 h, 在 20℃ 下催芽, 种子露白后播种。供试大葱品种为“章丘大葱”, 常温下浸种 5 h, 在 20℃ 下催芽, 出芽后播种。所有种子均用 75% 酒精消毒后浸种。供试大蒜为当地品种, 直接播种。

1.2 试验设计

试验在日光温室内进行, 所用土壤为种植西瓜 20 a 的连作土, 设 4 个处理, 分别种植西瓜、芹菜、大葱和大蒜, 每处理 5 次重复, 共 20 盆。每盆装土 3.5 kg, 混以充分腐熟的牛粪 0.2 kg/盆, 保持土壤含水量为田间最大持水量的 70%~80%, 各处理间栽培管理条件一致, 随机排列。60 d 后采集土样。

1.3 测定指标与方法

将采集土样混匀后, 一部分在 4℃ 下保存, 用于测定微生物种类与数量; 一部分风干保存, 用于测定土壤理化性状和土壤酶活性。微生物数量的测定采用平板稀释计数法^[6]; 土壤酶活性测定均按照关松荫^[7]试验方法; 土壤理化性状测定参照鲍士旦^[8]的方法。

2 结果与分析

2.1 西瓜连作土壤种植不同作物后土壤理化性状的变化

连作 20 a 嫁接西瓜后, 轮作芹菜的土壤中速效氮、速效钾含量最低; 轮作大蒜的土壤中速效磷含量最低; 连作西瓜的对照有机质含量最低, 各处理 pH 无显著差异(表 1)。

第一作者简介: 孙吉庆(1986-), 男, 山东昌邑人, 在读硕士, 研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail: sjq86415@163.com。

责任作者: 李敏(1964-), 女, 山东龙口人, 博士, 教授, 现主要从事蔬菜栽培生理研究工作。E-mail: minli@qau.edu.cn。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30871737); 作物生物学国家重点实验室开放课题资助项目(2008KF09); 青岛科技局资助项目(09-1-3-57-jch); 山东省博士后创新基金资助项目。

收稿日期: 2011-07-01

表 1 轮作对西瓜连作土壤养分含量和 pH 的影响

Table 1 Effect of rotation on nutrient contents and pH in watermelon replant soil

处理 Treatments	速效氮 Available N/mg · kg ⁻¹	速效磷 Available P/mg · kg ⁻¹	速效钾 Available K/mg · kg ⁻¹	有机质 Organicmatter/%	pH
轮作大葱	74.15 a	332.70 b	298.60 a	1.13 b	8.05 a
轮作芹菜	55.98 c	378.26 a	274.20 c	1.11 b	8.06a
轮作大蒜	64.36 b	285.91 c	287.40 b	1.25 a	8.04a
连作西瓜	56.42 bc	325.76 b	277.96 c	0.93 bc	7.94a

注:各列不同字母分别表示 $P<0.05$ 的显著水平,下表同。
Note: Means in a column with the different letters are significantly different at $P<0.05$, the same below.

2.2 西瓜连作土种植不同作物后土壤酶活性的变化
连作西瓜的对照土壤脲酶、过氧化氢酶、转化酶及多酚氧化酶的活性均显著低于轮作其他作物的处理。其中,以种植大葱的处理脲酶活性最高,为连作西瓜对

照的 2.7 倍;种植芹菜的处理转化酶及蛋白酶活性最高,种植大蒜的处理过氧化氢酶及多酚氧化酶活性最高(表 2)。

表 2 轮作对西瓜连作土壤酶活性的影响

Table 2 Effect of rotation on enzymes in watermelon replant soil

处理 Treatments	脲酶 Urease/mg · g ⁻¹	过氧化氢 CAT/mL · g ⁻¹	蔗糖酶 Saccharase/mg · g ⁻¹	多酚氧化酶 PPO/ μ g · g ⁻¹	蛋白酶 Protease/mg · g ⁻¹
轮作大葱	6.43 a	1.32 a	20.96 b	0.51 b	0.45 b
轮作芹菜	6.37 a	1.22 a	24.54 a	0.48 b	0.52 a
轮作大蒜	2.88 b	1.33 a	19.15 c	0.75 a	0.45 b
连作西瓜	2.38 c	0.91 b	17.51 d	0.38 c	0.43 b

2.3 西瓜连作土种植不同作物后土壤微生物的变化
轮作不同蔬菜作物后土壤微生物区系结构发生改变。与连作西瓜的处理相比,种植芹菜的处理土壤细菌、真菌、放线菌数量均显著增加,特别是土壤细菌及真菌数量增加了 2 倍左右;种植大蒜的处理土壤放线菌数量最高,为种植西瓜处理的 1.32 倍;而种植西瓜的处理真菌在微生物总量中所占比例最高为 0.92% (图 1)。

倍,轮作大蒜处理 AM 真菌孢子密度为西瓜连作处理的 1.1 倍。轮作大葱土壤孢子密度与西瓜连作处理无显著差异(图 2)。

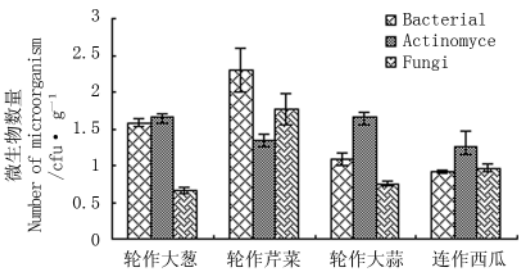


图 1 轮作对西瓜连作土壤微生物的影响

Fig. 1 Effect of rotation on microorganism populations in watermelon replant soil

注:细菌的数量($\times 10^7$)、放线菌的数量($\times 10^6$)、真菌的数量($\times 10^5$)。
Note: Number of bacteria($\times 10^7$), Number of actinomycete ($\times 10^6$), Number of fungi($\times 10^5$).

2.4 西瓜连作土种植不同作物后 AM 真菌孢子密度的变化
轮作不同蔬菜后土壤中丛植菌根 (Arbuscular mycorrhizas) AM 真菌孢子密度发生改变,其中轮作芹菜、大蒜土壤中孢子密度高于连作西瓜土壤,其中轮作芹菜处理中 AM 真菌孢子密度为西瓜连作处理的 1.7

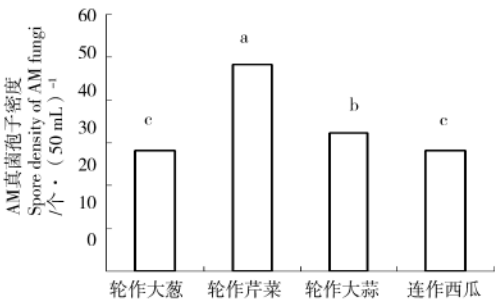


图 2 轮作对西瓜连作土壤中 AM 真菌孢子密度的影响

Fig. 2 Effect of rotation on spore density of AM fungi in watermelon replanting soil

3 讨论

设施连作会导致土壤养分失衡、有机质含量降低、微生物多样性和稳定性变差、酶活性降低^[9]。该试验发现连作西瓜 20 a 的土壤速效磷、钾出现积累的现象;微生物总量较少,土壤酶活性较低。
现已证明,轮作可以提高土壤有机质含量,增加土壤微生物及土壤酶活性^[10],对改善土壤环境,减轻连作障碍具有积极作用^[3,5]。该试验发现不同作物轮作后土壤有机质含量显著提高,与前人结果一致。有机质的含量往往会影响土壤微生物的活性^[12],轮作后土壤微生物总量显著增加。种植芹菜的处理土壤细菌、放线菌、真菌数量及 AM 真菌孢子密度均显著高于种

植西瓜的对照,其中 AM 真菌孢子密度为西瓜连作土壤的 1.7 倍,细菌和真菌的数量分别为对照的 2 倍左右,显著提高了微生物活性;种植大蒜的处理土壤放线菌数量占微生物总量的比例明显增加;种植西瓜的处理真菌在微生物总量中所占比例明显高于其他处理,导致土壤由细菌型向真菌型的转变。而土壤酶的活性受土壤微生物和土壤有机质的影响较大^[12],轮作后土壤有机质含量及微生物总量增加,必然导致土壤酶的活性出现差异。与连作西瓜对照相比种植其他作物的处理土壤脲酶、过氧化氢酶、转化酶及多酚氧化酶均显著提高。这些酶活性的提高可以加快土壤中养分的转化利用,减少土壤毒素的积累,有利于保持土壤环境健康。

生产中不同作物需肥状况不同,叶菜类一般需要较多的氮素,果菜类需磷肥较多,根菜类则需钾肥较多。在生产中,可以根据作物需肥特点,辅助测土配方等措施合理的搭配轮作组合,不仅可以减少土壤养分的流失和积累,还可以有效减少农民投入。对一些土壤微生物数量较低的地块,可以根据实际情况种植芹菜等生长周期较短的叶菜类作物,刺激土壤微生物活性。对一些连续种植瓜类的地块,可以轮作一茬大蒜,改善微生物群落结构。关于蔬菜轮作改善嫁接西瓜连

作土壤环境的状况还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 高丽红. 保护地土壤次生盐渍化对主要蔬菜生长发育的影响[J]. 南京农业大学学报, 1998, 12(3): 69-71.
- [2] 郭文忠, 刘声锋, 李丁仁, 等. 设施蔬菜土壤次生盐渍化发生机理的研究现状与展望[J]. 土壤, 2004, 36(1): 25-29.
- [3] 吴焕涛, 魏琨, 杨凤娟, 等. 轮作和休茬对日光温室黄瓜连作土壤的改良效果[J]. 山东农业科学, 2008(5): 59-63.
- [4] 陈恩凤. 土壤酶与土壤肥力研究[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 54-61.
- [5] 李小平, 吴艳飞, 张雪艳, 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.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 2000: 268-282.
- [7] 关松荫, 张德生. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1986: 14-325.
- [8] 赵斌, 何绍江. 微生物学试验[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 85-86, 88.
- [9] 刘润进, 陈应龙. 菌根学[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 388.
- [10] Ennin S A, Clegg M D. Effect of soybean plant populations in a soybean and maize rotation[J]. Agronomy Journal, 2001, 93: 396-403.
- [11] 李玉霞, 马保罗, 尼尔·麦克劳克林, 等. 轮作在保护性耕作中的作用[J]. 农村牧区机械化, 2006(2): 45-46.
- [12] Alvey S. Cereal legume rotation effects on rhizosphere bacterial community structure in west African soils[J]. Biology and Fertility of Soils, 2003, 37(2): 73-82.

Effects of Vegetable Crops Rotation on Microbial Population and Enzyme Activity in Replant Soil used for Watermelon Production

SUN Ji-qing, SHENG Ping-ping, CHEN Ke, LI Min

(Institute of Mycorrhizal Biotechnology, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: Celery, onion, garlic and watermelon had been cultivated in the pot experiment respectively, with soil which cultivated grafted watermelon for 20 years. To evaluate the effectiveness of vegetable crops rotation's improvement on soil health, the soil nutrient contents, pH, microorganism quantities, and soil enzyme activities were determined. The results showed that, available N and available K were the highest contents in the soil planting green onions, while available P in the soil planting celery, and organic matter in the soil planting garlic. All the enzyme activities in the soil planting watermelon were lower than the soil planting other vegetable significantly. In the soil planting celery, the microbial population was the highest, the bacterium, fungi, actinomycete and spore density of AM fungi were lower significantly than the soil planting watermelon. It was suggested that vegetable crops rotation be beneficial to rehabilitate replant soil of grafted watermelon and improve the environment of soil.

Key words: rotation; activities of soil enzymes; watermelon; replant; microbial population; AM fungi