

灌水高温闷棚处理对温室连作土壤修复效果的影响

李佳川^{1,2}, 杨瑞平², 张显²

(1. 陕西理工学院 土木工程与建筑学院, 陕西 汉中 723000; 2. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以温室连作土壤为试材,采用灌水高温闷棚技术,对西瓜连作的土壤酶活性状况及后期种植牛角椒的生长进行了研究。结果表明:灌水高温闷棚处理后,土壤细菌及放线菌含量升高,真菌含量降低,改善了植株根系微生物的群落结构;蔗糖酶、脲酶、碱性磷酸酶及脱氢酶活性下降,蛋白酶活性升高,其相关性有待进一步研究。

关键词:灌水高温闷棚;连作;土壤修复

中图分类号:S 626 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)15-0172-04

现代设施农业集约化、复种指数高和作物种类单一,导致植物连作障碍现象日益突出。有研究表明。长期单一的种植模式会影响土壤的重要特性,继而影响作物产量^[1]。由于设施栽培高度集约化,以及农民的从众心理,常年连续栽培,导致西瓜、草莓等高效益作物产生严重的连作障碍问题,如种子发芽率降低、发芽缓慢、很难出土,或出土后生长缓慢,苗期容易死苗,叶片发黄,容易发病、枯萎死亡,产量和品质下降等。高温闷棚处理,可以提高塑料大棚内的土壤温度,有效杀灭土壤中的有害细菌、真菌、部分病毒及大部分害虫^[2]。该研究利用灌水高温闷棚技术,对西瓜连作地的土壤酶活性和微生物区系变化及后茬温室中种植的牛角椒的生长进行研究,旨在探索灌水高温闷棚技术对温室土壤的修复效果,为设施农业解决温室连作土壤问题、改善温室生态环境、提高经济产量、实现无公害生产提供理论参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验田为连作草莓3年的日光温室,供试土壤为肥力中等的壤质土。

1.2 试验方法

试验于2014年6月至2015年3月在陕西省杨陵区大寨乡的日光温室中进行。待收获清园后灌透水,进行

灌水高温闷棚处理(CL),以同等条件不灌水不闷棚的温室作为对照(CK),共处理15 d。于高温闷棚前和高温闷棚后采集土样,每个温室大棚采用5点取样法采集土样,取0~15 cm深度的土壤1 kg混匀后装袋,带回实验室后保鲜冷藏,用于土壤酶活性变化及土壤微生物区系变化的测定。

1.3 项目测定

1.3.1 土壤酶活性的测定 蔗糖酶活性测定采用3,5-二硝基水杨酸比色法^[3];脲酶活性测定采用苯酚钠-次氯酸钠比色法^[4];碱性磷酸酶活性测定采用磷酸苯二钠比色法^[4];脱氢酶活性测定采用TTC比色法^[4];蛋白酶活性测定采用茚三酮比色法^[5]。

1.3.2 土壤微生物区系变化的测定 采用平板稀释法测定:细菌总数采用牛肉膏蛋白胨培养接种;真菌总数选用孟加拉红培养基培养接种;放线菌总数选用改良高氏I号培养基接种^[6]。

1.3.3 牛角椒生长及果实品质指标的测定 后茬作物牛角椒种植在同等条件,让其自然生长,在成熟期从试验和对照温室大棚中随机抽取5个点,选取10株牛角椒,测量株高、茎粗、叶长和叶宽,以及牛角椒的各项品质指标。

1.4 数据分析

采用Excel和SPSS 18.0软件进行统计分析; $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 高温闷棚处理土壤酶活性分析

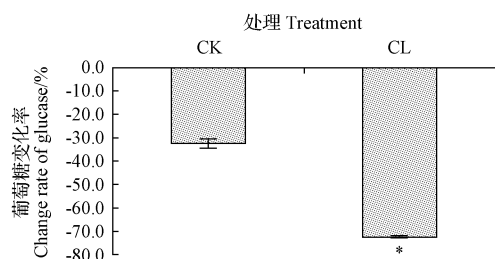
2.1.1 土壤中蔗糖酶活性变化 如图1所示,经过灌水高温闷棚处理后,土壤中的蔗糖酶活性变化量为负值,

第一作者简介:李佳川(1990-),女,山东青岛人,硕士,助教,现主要从事教学管理等研究工作。E-mail:ailione@126.com.

基金项目:国家西甜瓜产业技术体系水分管理与旱作栽培岗位科学家资助项目(CARS-26-18)。

收稿日期:2016-04-25

表现为降低,其中,对照棚(CK)中测定的 24 h 后 1 g 土壤中葡萄糖的毫克数变化量为-32.36%,处理棚(CL)中测定的葡萄糖的毫克数变化量为-72.46%,二者均呈下降趋势,变化表现为CK<CL,且二者具有显著性差异。



注: * 表示显著相关($P < 0.05$)。下同。

Note: * indicates significant correlation at 0.05 level. The same below.

图1 灌水高温闷棚后土壤蔗糖酶活性变化

Fig. 1 The change of soil invertase activity after irrigating high temperature tightly greenhouse

2.1.2 土壤中脲酶活性变化 从图2可以看出,经过灌水高温闷棚处理后,土壤中的脲酶活性变化量均为负值,表现为下降,其中,对照棚(CK)中测定的 24 h 后 1 g 土壤中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数变化量为-1.69%,处理棚(CL)中测定的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数变化量为-1.46%,二者均呈下降趋势,CK 的酶活性变化趋势更为明显,变化表现为CK>CL,但二者不具有显著性差异。

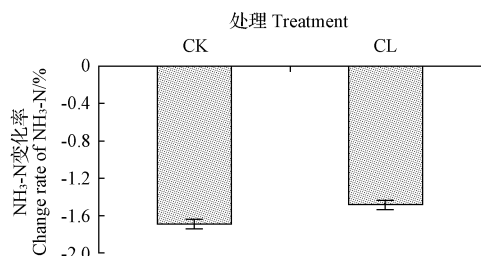


图2 灌水高温闷棚后土壤脲酶活性变化

Fig. 2 The change of soil urease activity after irrigating high temperature tightly greenhouse

2.1.3 土壤中碱性磷酸酶活性变化 如图3所示,经过灌水高温闷棚处理后,土壤中的碱性磷酸酶活性变化量为负值,表现为降低,其中,对照棚(CK)中测定的 24 h 后 100 g 土壤中 P_2O_5 的毫克数变化量为-23.98%,处理棚(CL)中测定的 P_2O_5 的毫克数变化量为-37.20%,二者均呈下降趋势,变化表现为CK<CL,且二者具有显著性差异。

2.1.4 土壤中蛋白酶活性变化 如图4所示,经过灌水高温闷棚处理后,土壤中的蛋白酶活性均表现为上升,其中,对照棚(CK)中测定的 24 h 后 1 g 土壤中 $\text{NH}_2\text{-N}$ 的毫克数变化量为 3.90%,处理棚(CL)中测定的 $\text{NH}_2\text{-N}$

的毫克数变化量为 5.78%,二者均呈上升趋势,CL 的酶活性变化趋势更为明显,变化表现为CK<CL,但二者不具有显著性差异。

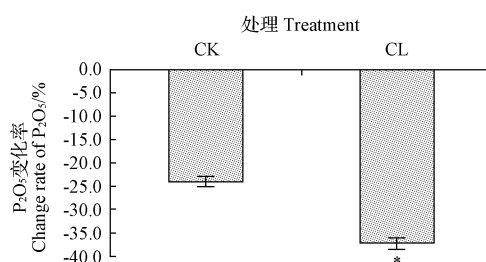


图3 灌水高温闷棚后土壤碱性磷酸酶活性变化

Fig. 3 The change of soil alkaline phosphatase activity after irrigating high temperature tightly greenhouse

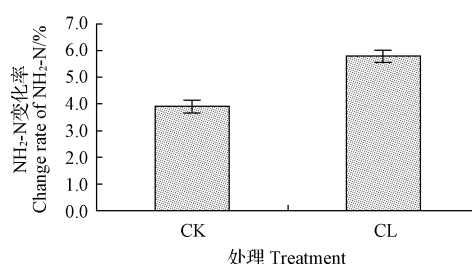


图4 灌水高温闷棚后土壤蛋白酶活性变化

Fig. 4 The change of soil protease activity after irrigating high temperature tightly greenhouse

2.1.5 土壤中脱氢酶活性变化 如图5所示,经过灌水高温闷棚处理后,土壤中的脱氢酶活性变化量为负值,表现为降低,其中,对照棚(CK)中测定的脱氢酶活性变化量为-12.23%,处理棚(CL)中测定的脱氢酶活性变化量为-36.07%,二者均呈下降趋势,变化表现为CK<CL,且二者具有显著性差异。

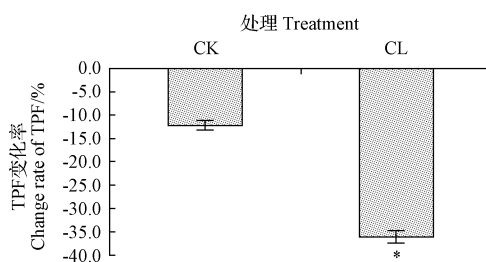


图5 灌水高温闷棚后土壤脱氢酶活性变化

Fig. 5 The change of dehydrogenase activity after irrigating high temperature tightly greenhouse

2.2 灌水高温闷棚处理土壤微生物区系分析

2.2.1 土壤中细菌含量变化 由图6可知,进行灌水高温闷棚处理后,对照棚(CK)中 1 g 干土的细菌变化量为 85.34%,而处理棚(CL)中 1 g 干土的细菌变化量为 892.96%。即经高温闷棚处理后,对照棚中 1 g 干土中

的细菌变化量与处理棚中的细菌变化量表现为 $CK < CL$, CL 土壤中的细菌变化量呈上升趋势, 且二者存在显著性差异。

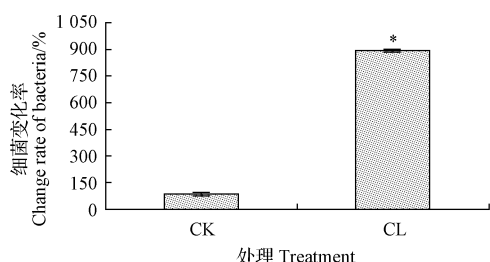


图 6 灌水高温闷棚后细菌含量变化

Fig. 6 The change of bacterial content after irrigating high temperature tightly greenhouse

2.2.2 土壤中真菌含量变化 由图 7 可以看出, 经过灌水高温闷棚处理后, 对照棚(CK)中 1 g 干土的真菌含量为 2.11%, 呈略微上升趋势, 处理棚(CL)中 1 g 干土的真菌变化量为 -62.15%, 负值说明变化量呈下降趋势。即经高温闷棚处理后, 对照棚中 1 g 干土中的真菌变化量与处理棚中的真菌变化量表现为 $CK < CL$, 且二者存在显著性差异。

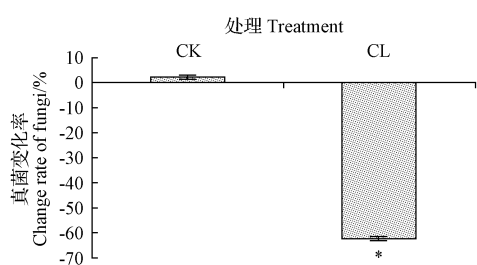


图 7 灌水高温闷棚后真菌含量变化

Fig. 7 The change of fungal content after irrigating high temperature tightly greenhouse

2.2.3 土壤中放线菌含量变化 由图 8 所示, 进行高温闷棚处理后, 对照棚(CK)中 1 g 干土的放线菌变化量为 -3.89%, 变化量极少且呈略微下降趋势, 处理棚(CL)中 1 g 干土的放线菌变化量为 243.05%, 呈显著上

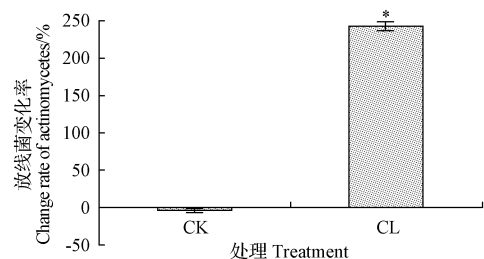


图 8 灌水高温闷棚后放线菌含量变化

Fig. 8 The change of actinomycetes content after irrigating high temperature tightly greenhouse

升趋势。即经高温闷棚处理后, 对照棚中 1 g 干土中的放线菌变化量与处理棚中的放线菌变化量表现为 $CK < CL$, 且二者存在显著性差异。

2.3 灌水高温闷棚处理后牛角椒生长指标变化

茎粗是衡量植株是否健壮的重要指标, 在一定程度上反映了植株的生长势及输送营养物质及水分的能力。由表 1 可知, 经过高温闷棚处理后, 处理棚与对照棚的叶片长与叶片宽为 $CL > CK$, 无显著差异。处理棚(CL)与对照棚(CK)的株高与茎粗均表现为 $CL > CK$, 二者有极显著差异, 表明处理棚植株生长速率较快, 长势更为健壮。

表 1 灌水高温闷棚处理后牛角椒生长指标变化

Table 1 The change of green pepper growth index after irrigation and high temperature tightly greenhouse

处理 Treatment	株高 Growth height/cm	茎粗 Stem diameter/mm	叶长 Leaf length/cm	叶宽 Leaf width/cm
CL	127.33±1.99**	15.38±0.47**	14.87±0.27	8.26±0.7±0.25
CK	100.17±3.63	12.26±0.28	14.63±0.39	7.78±3±0.24

注: * 表示显著相关($P < 0.05$), ** 表示极显著相关($P < 0.01$)。

Note: * indicates significant correlation at 0.05 level, ** indicates significant correlation at 0.01 level.

2.4 高温闷棚处理后对牛角椒主要产量指标的影响

果实品质为衡量作物产量的重要指标, 果实品质越好则表示产量越高, 所带来的经济效益也越高, 与生产实践环节有重要的联系。如表 2 所示, 经过高温闷棚处理后, 处理棚(CL)与对照棚(CK)的单株果数与单果质量均为 $CL > CK$, 处理棚与对照棚之间表现为极显著性差异, 且果肉厚度指标也表现为 $CL > CK$, 呈显著性差异。牛角椒果实纵、横径平均值大小为 $CL > CK$, 但处理棚与对照棚之间差异不显著。说明高温闷棚处理后, 更有利于牛角椒高产。

表 2 灌水高温闷棚处理后牛角椒主要产量指标测定分析

Table 2 The yield index analysis of green peppers after irrigation and high temperature tightly greenhouse

处理 Treatment	单株果数 Fruit number perplant /个	单果质量 Fruit weight /kg	果实纵径 Longitudinal section diameter/cm	果实横径 Cross section diameter /cm	果肉厚 Pulp thickness /mm
CL	20.00±1.48**	0.14±0.005**	22.90±1.17	5.00±0.44	3.95±0.12*
CK	14.00±1.06	0.11±0.002	20.03±0.50	4.63±0.24	3.39±0.12

3 讨论与结论

衡量土壤中物质、能量代谢旺盛程度及土壤质量水平的一个重要生物指标是土壤酶活性^[7]。有研究表明, 土壤酶与土壤肥力状况密切相关, 其直接参与土壤中物质的转化及养分的释放和固定过程^[8]。在土壤系统内, 土壤酶活性与土壤微生物、土壤理化性质、土壤营养状况及土壤中酚酸类物质等密切相关。土壤脲酶活性影

响着土壤氮素的代谢,因为其直接参与土壤中含氮有机化合物的转化,将含氮有机化合物水解成尿素,进而生成氨^[9]。土壤磷酸酶是一类催化土壤有机磷化合物矿化的酶,其活性高低直接影响土壤中有机磷的分解转化及其生物有效性^[10]。该研究结果表明,灌水高温闷棚处理后,土壤中的蔗糖酶、碱性磷酸酶及脱氢酶活性均呈现不同程度的降低,这与张翼等^[11]研究结果基本一致。经过灌水高温闷棚处理后,蔗糖酶、碱性磷酸酶及脱氢酶活性变化呈下降趋势,均表现为 CK<CL,且二者具有显著性差异;蛋白酶的变化趋势为升高,但与对照棚不存在显著性差异。分析其原因,经过灌水高温闷棚处理后,由于淋溶作用等使得土壤养分下沉,N、P、K等元素浓度降低,可能是造成酶活性降低的原因之一。因为酶的本质是属于蛋白质类,在高温、高湿、缺氧的环境下,容易发生高温胁迫反应,使蛋白质变性,所以导致大部分的酶发生氧化分解,失去活性。由于土壤中多数酶活性下降,有害菌和有益菌同时被消灭,所以应该及时补充土壤养分,增施生物菌肥,有益菌可缓冲或控制病害的发展,增强植株的抗病能力。土壤中酶活性变化的相关性有待于进一步深入研究。

试验结果可知,灌水高温闷棚处理后,土壤微生物区系表现为细菌及放线菌含量升高,真菌含量降低。由于灌水及高温作用,使微生物土壤由“真菌型”土壤转化为“细菌型”土壤,提高了有益菌数量,使其变为优势菌种,从而改善了植株根系微生物区系的群落结构,有效改善了土壤生态环境。灌水高温闷棚处理后,牛角椒植株在株高、茎粗、叶片生长以及果实品质等方面都优于对照。处理棚中牛角椒果实的单株果数、单果质量及果

肉厚度等指标均与对照组棚呈显著性差异,其中,单株果数及单果质量呈现极显著差异,表明灌水高温闷棚处理提高了牛角椒果实产量,使作物产量更多,果形更大,具有更高的经济效益。因此灌水高温闷棚技术可以改善土壤理化性状,可以在设施栽培中的连作地生产中积极应用。

参考文献

- [1] OMAI A B, RICE C W, MADDUX L D, et al. Changes in soil microbial and chemical properties under long-term croprotection and fertilization[J]. Soil Sci Soc Am J, 1997, 61: 1672-1678.
- [2] 焦永刚, 石琳琪, 董灵迪, 等. 不同灌水量和填充物对高温闷棚地温及茄子产量的影响[J]. 河北农业科学, 2009, 13(9): 32-33.
- [3] 陈毓荃. 生物化学实验方法和技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 97-100.
- [4] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1986: 264-270.
- [5] 赵萌, 李敏. 西瓜连作对土壤主要微生物类群和土壤酶活性的影响[J]. 微生物学通报, 2008, 35(8): 1251-1254.
- [6] 李振高, 骆永明, 滕应. 土壤与环境微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [7] 杜慧玲, 李恋卿, 潘根兴, 等. 粉煤灰结合施肥对土壤微生物和酶活性的效应[J]. 土壤与环境, 2001, 10(1): 20-22.
- [8] 张成娥, 杜社妮, 白岗栓. 黄土塬区果园套种对土壤微生物及酶活性的影响[J]. 土壤与环境, 2001(2): 121-123.
- [9] 单鸿宾, 梁智, 王纯利, 等. 棉田连作对土壤微生物及酶活性的影响[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(1): 113-117.
- [10] 于群英. 土壤磷酸酶活性及其影响因素研究[J]. 安徽技术师范学院学报, 2001, 15(4): 5-8.
- [11] 张翼, 张长华, 王振民, 等. 连作对烤烟生长和烟地土壤酶活性的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 12(23): 214-215.

Effect of Irrigation and High Temperature Tightly Greenhouse on Enzyme Activity Changes in Continuous Cropping Soil

LI Jiachuan^{1,2}, YANG Ruiping², ZHANG Xian²

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Shaanxi University of Technology, Hanzhong, Shaanxi 723000; 2. College of Horticulture, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: It was researched that the soil enzyme activity changes of continuous cropping soil and the growth of green pepper after irrigating high temperature tightly greenhouse by using the technology of irrigation and high temperature tightly greenhouse. The results showed that after irrigating high temperature tightly greenhouse, soil bacterial and actinomycete content increased, microbial community structure of plant roots were improved, the enzyme activity of sucrose, urease, alkaline phosphatase and dehydrogenase were lower than contrast. The activity of protease increased, but there was no significant difference between control and treatment group. The correlation and effect of these changes needs further research.

Keywords: irrigating and high temperature tightly greenhouse; continuous cropping; soil remediation