

文章编号:1003-8701(2014)04-0022-04

设施番茄连作对土壤理化性状、微生物数量及病虫害的影响

马 灿,王明友*

(德州学院生态与园林建筑学院,山东 德州 253023)

摘 要:为了研究设施番茄连作土壤理化性状、土壤微生物数量变化及相应连作地块种植番茄病虫害发生情况,采集连作番茄 0(CK)、1、3、5、和 8 年的日光温室土壤样品,对其相关理化性状和微生物数量进行测定,并统计相应地块种植番茄的病虫害发生情况。结果表明,设施番茄土壤 pH 值、土壤容重随连作茬次增加呈下降趋势;土壤电导率和土壤有机质含量随连作茬次增加而上升;土壤碱解氮、速效磷、速效钾在连作初期,含量均升高,之后,速效磷、速效钾缓慢下降,而碱解氮继续上升。土壤细菌和放线菌数量随种植茬次增加呈先升高后降低趋势,而真菌数量不断增加,连作 8 年的土壤真菌数量较对照增加 183.79%。通过拉秧前综合抗病性指标的考核,各处理随连作茬次的增加感病程度不断加剧,根结线虫感染程度亦表现为相同的变化。

关键词:设施;番茄;连作;土壤理化性状;土壤微生物;病虫害

中图分类号:S641.2

文献标识码:A

Effects of Continuous Cropping of Tomato on Soil Characteristics, Microorganism, Diseases and Pests

MA Can, WANG Ming-you*

(College of Ecology and Garden Architecture, Dezhou University, Dezhou 253023, China)

Abstract: In order to study soil characteristics, microorganism, diseases and pests in protected continuous cropping of tomato, soil samples of cultivating tomato for 1, 3, 5 and 8 years were collected and their chemical and physical characteristics and amount of microorganism determined. At the same time, diseases and pests of tomato in these lands were recorded. The results showed that as continuous cropping lasted, soil pH and unit weight decreased, soil electric conductance and organic content increased. Soil available N, P and K increased at first, then available P and K decreased slowly, but available N increased continuously. Amount of bacteria and actinomyces increased at first and then decreased, whereas amount of fungi increased continuously and it was 183.79% of that of control in continuous cropping of 8 years. According to evaluation of integrated diseases resistance at the end of production season, diseases susceptible increased continuously. Root knot nematode occurrence also showed a same change style.

Keywords: Protected; Tomato; Continuous cropping; Soil physical and chemical characteristics; Soil microorganism; Diseases and pests

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是我国主要大宗蔬菜之一,在蔬菜生产中占有十分重要的地位。特别是随着设施蔬菜的发展,番茄生产基本实现了周年生产和均衡供应。但由于设施蔬菜

生产具有复种指数高、高度集约化等特点,致使连作障碍问题日益突出,严重制约了设施番茄栽培的可持续发展。迄今为止,国内外对蔬菜的连作障碍问题进行了大量的研究。研究表明,连作致使土壤理化性状变劣、养分比例失调、土壤微生物种群构成及数量都显著改变、病原微生物增多、生产性能降低^[1-6]。但关于设施连作番茄土壤理化性状、微生物数量变化及病虫害发生情况的研究较少。

收稿日期:2013-10-21

基金项目:山东省科技发展计划项目(2012GNC11108)

作者简介:马 灿(1990-),女,在读本科,从事蔬菜栽培研究。

通讯作者:王明友,男,教授,E-mail: nwmy_sddz@163.com

本文拟通过研究番茄不同连作茬次土壤理化性状和微生物数量的变化及番茄病虫害发生情况,了解连作土壤质量演变的规律和连作对病虫害的影响,旨在为设施番茄生产的可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2010 年 8 月至 2011 年 6 月在德州市临邑县临南镇和枣庄市峄城区西王庄乡日光温室蔬菜产区进行。土壤样品分别以番茄连作 1 年、连作 3 年、连作 5 年、连作 8 年的地块为试验处理进行采集,大田地新建温室为对照(CK)。土壤样本采集时按等距离原则进行,各采样点均按 "S" 型布点采集 0~20 cm 表层土壤,经混合均匀后,用四分法处理,剩余约 1.5 kg 样品带回实验室自然风干,去掉植物根系、落叶、石块等,用研钵研磨后,先过 20 目尼龙筛,混匀后取 50~100 g 土壤,再用研钵研磨后全部过 100 目尼龙筛,分别贮存备用。

在相应地块种植番茄后,统计病虫害发生情况。供试番茄品种为金鹏一号。2010 年 8 月 28 日播种,10 月 21 日田间定植,行距 70 cm,株距 40 cm,每个试验区面积为 16.8 m²,重复 3 次。其他按田间常规管理进行。

1.2 试验方法

1.2.1 土壤理化性状测定^[7]

土壤样品用无二氧化碳蒸馏水(水土比 5:1)浸提后,用 PHS-2F 型数字酸度计测定 pH 值,用 DDS-11A 型电导率仪测定电导率(EC 值),土壤容重用环刀法测定;土壤有机质采用 K₂Cr₂O₇-H₂SO₄ 消煮、FeSO₄ 容量法测定;土壤碱解氮采用 1 mol·L⁻¹ NaOH 碱解扩散、0.005 mol·L⁻¹(1/2H₂SO₄)滴定法测定;速效磷用 0.5 mol·L⁻¹ NaHCO₃ 法测定;速效钾用中性 NH₄OAc 浸提、火焰光度法测定。

1.2.2 土壤微生物的测定^[8]

细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基;放线菌采用

改良高氏 1 号培养基;真菌采用马丁氏培养基,均采用平板培养计数法。

表 1 番茄综合抗病性分级

得分	标准	综合抗病性
A 3 分	生长健壮,仍可继续结果	总积分除以总植株数 (得分越高抗病性越强)
B 2 分	已染病,但仍有一定产量	
C 1 分	果病,但植株尤存	
D 0 分	植株病重被除	

表 2 番茄抗根结线虫评价分级标准

根结等级	抗性指标	
0 级,所有根系上都没有根结,无侵染	免疫	(I) 病情指数 = 0
1 级,1%~20% 的根系上有根结	高抗	(HR) 0 < 病情指数 ≤ 20.0
2 级,21%~40% 的根系上有根结	中抗	(MR) 20.0 < 病情指数 ≤ 40.0
3 级,41%~60% 的根系上有根结	抗病	(R) 40.0 < 病情指数 ≤ 60.0
4 级,61%~80% 的根系上有根结	感病	(S) 60.0 < 病情指数 ≤ 80.0
5 级,81%~100% 的根系上有根结	高感	(T) 病情指数 > 80.0

1.2.3 番茄病虫害测定

于番茄拉秧时根据番茄植株生长状态和根系感染线虫程度计算综合抗病性、根结等级和根结线虫病虫害指数。

番茄综合抗病性计算见表 1。

根结等级采用 Garabedian 和 van Grundy (1983) 的分级标准^[9](表 2)。

病情指数 = Σ (各级病株数 × 各级代表值) / (调查总株数 × 最高代表值) × 100

2 结果与分析

2.1 设施番茄连作茬次对土壤理化性状的影响

由表 3 可以看出,设施番茄土壤 pH 值随连

表 3 设施番茄连作茬次对土壤理化性质的影响

处理	pH	电导率(ms/cm)	容重(g·cm ⁻³)	有机质(g·kg ⁻¹)	碱解氮(mg·kg ⁻¹)	速效磷(mg·kg ⁻¹)	速效钾(mg·kg ⁻¹)
CK	6.82	0.43	1.394	21.2	73.6	68.7	236.5
1	6.52	0.66	1.334	28.6	107.5	143.7	355.7
3	6.39	0.62	1.297	34.4	113.8	224.7	474.6
5	6.41	0.78	1.294	33.3	115.6	216.1	408.5
8	5.98	1.32	1.284	36.3	128.4	153.2	316.2

作茬次的增加呈下降趋势。在连作初期和连作 5 年后下降尤为明显。设施番茄土壤电导率变化和

土壤 pH 变化相反,总体呈上升趋势(表 3),同样以连作初期和连作 5 年后变化明显。

表 3 同时显示,土壤容重随连作茬次的增加呈下降趋势,连作 1、3、5 和 8 年分别比对照下降了 4.3%、6.9%、7.2%和 7.8%。土壤有机质含量随连作茬次的增加呈上升趋势,连作 1、3、5 和 8 年分别比对照升高了 34.9%、62.3%、57.1%和 71.2%,和土壤容重变化具相似性。可见,设施番茄土壤有机质含量的变化和土壤容重的变化具有明显的相关性。

由表 3 还可看出,随着连作茬次的增加设施连作番茄土壤碱解氮含量不断升高;土壤速效钾、速效磷的变化趋势一致,在连作初期迅速升高,连

作第 3 年达到峰值后,平缓降低,但皆高于对照。由碱解氮、速效磷、速效钾之间的变化关系可以看出,设施番茄连作土壤养分失衡是造成连作障碍的重要因素。

2.2 设施番茄连作茬次对土壤微生物数量的影响

由图 1 可以看出,土壤细菌的数量在连作 1 年达到最高值,此后随着设施番茄连作茬次的增多呈下降的趋势,连作 5 年后变化趋于平缓,连作 1、3、5、8 年土壤细菌数量较对照分别增加 45.06%、16.69%、7.78%、4.54%。

设施连作番茄土壤放线菌数量呈现和细菌相

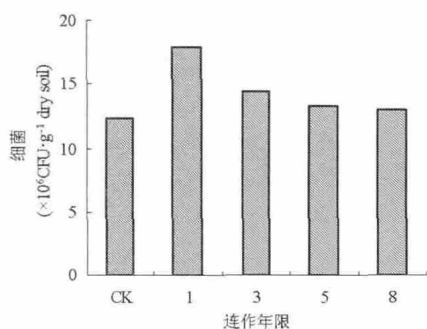


图 1 番茄连作对土壤中细菌数量的影响

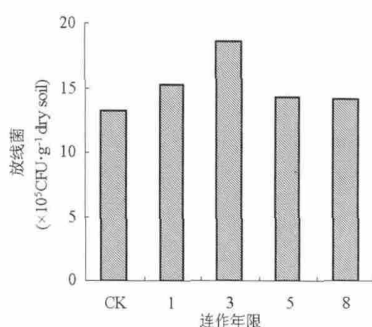


图 2 番茄连作对土壤中放线菌数量的影响

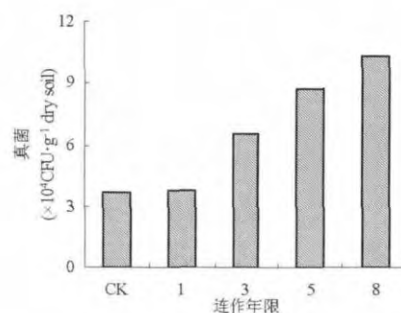


图 3 番茄连作对土壤中真菌数量的影响

似的变化规律(图 2),在连作三年达到最高值后明显下降,连作 1、3、5、8 年土壤放线菌数量较对照分别增加 14.49%、40.60%、7.25%、6.19%,可见,连作 5 年和连作 8 年对放线菌数量影响已较小。

图 3 显示,土壤中真菌数量随设施番茄连作茬次的增加持续升高,连作 1、3、5、8 年土壤真菌数量较对照分别增加 3.57%、78.85%、138.74%、183.79%。

2.3 设施番茄连作茬次对病虫害发生的影响

通过拉秧前综合抗病性指标的考核可以看出(表 4),对照已染病,但仍有一定产量,而其他处理随连作茬次的增加感病程度不断加剧,生产潜能受到严重抑制,到连作 8 年后,番茄已基本不能形成产量。

表 4 连作对设施番茄病虫害的影响

处理	综合抗病性	根结线虫侵染情况	
		根结等级	病情指数
CK	2.035	0.2	4.0
1	1.647	1.4	27.0
3	1.475	3.9	78.3
5	1.256	4.8	96.3
8	1.169	5.0	100.0

根结线虫病是设施番茄生产过程中重要的植物病害之一。表 4 表明,随设施番茄连作茬次的增加根结等级及病情指数皆连续增加。连作 3 年后,番茄根系根结已很严重,侵染率接近 60%;连作 5 年后,根结率已接近 5 级,根结线虫对番茄已造成极大危害。可见,连作前 3 年是根结线虫危害程度迅速积累时期,连作 5 年后绝大部分番茄根系已被根结线虫侵染。

3 讨 论

本试验结果表明,设施番茄土壤 pH 值随种植茬次增加呈下降趋势,这与朱余清^[10]的研究结果一致。在连作初期和连作 5 年后下降尤为明显,这可能是因为种植初期菜农为保证番茄获得高产,骤然增加化肥用量造成 pH 值明显降低,之后,由于土壤本身的缓冲能力, pH 变化相对较小,超过 5 年后,由于长期超量施用单一化肥和高氮有机肥,土壤缓冲能力降低,导致土壤酸化加剧。本试验条件下,设施番茄连作土壤电导率变化随着连作茬次的增加呈上升趋势。这可能是设施番茄土壤处在相对密闭的环境条件下,不受自然降水淋洗,多余肥料则全部残留于土壤中,并逐年累

积的结果^[11]。

土壤有机质是土壤中各种营养元素特别是氮、磷的重要来源,同时还能改善土壤物理性质^[12]。有研究表明,保护地土壤有机质含量高于露地菜园土壤,远高于露地及耕地土壤有机质含量^[13]。且随种植茬次的增加逐年增加,二者呈极显著正相关^[7]。本试验研究表明,土壤有机质含量随着连作茬次的增加呈上升趋势,而土壤容重随连作茬次的增加呈下降趋势。可见,设施番茄土壤有机质含量的变化和土壤容重的变化具有明显的相关性。这主要是因为菜农在种植番茄过程中大量施用有机肥而增加了土壤有机质含量,有机质含量高,则土壤疏松,容重降低。

已有调查表明,农业生产中菜农重施 N、P 肥,轻施 K 肥,且随着设施种植茬次的增加,造成保护地土壤碱解氮平均水平是露地及耕地土壤碱解氮平均水平的 3 倍多^[14],且土壤速效磷含量也大大高于大田土壤^[15]。吕卫光等^[16]研究表明,黄瓜连作后土壤中 N、P 养分较丰富,P 过剩,而 K 则消耗过多,造成土壤中 N、P、K 比例失调,养分不平衡。本试验研究表明,土壤中碱解氮的含量随连作茬次的增加而增加,连作 1 年较新建棚碱解氮含量明显上升,此后变化幅度较小,5 年后又有较大幅度的升高。设施番茄土壤速效钾、速效磷的变化趋势一致,在连作初期迅速升高,连作第 3 年达到峰值后,平缓降低,但都比对照的含量高。可见,设施番茄连作土壤养分失衡是造成连作障碍的重要因素。

微生物是土壤中有机质和养分转化与循环的动力,资料表明,连作往往会造成土壤微生物种群结构失衡,导致土壤生产性能降低、作物减产^[3,17]。本研究表明,设施番茄连作土壤中细菌和放线菌随种植茬次增加呈先升后降趋势,而真菌数量持续升高,土壤微生物种群结构明显改变,这和马海燕在非洲菊上的研究结果一致^[18]。

李林等^[19]研究表明,随着连作栽培时间的延长,根系自毒产物增多,抵抗力下降,为根结线虫侵染提供了适宜的条件,使根结线虫的危害成为生产上的突出问题。本试验表明,随设施番茄连作茬次的增加,植株综合抗病性显著下降,根结等级

及病情指数连续增加,连作 5 年后绝大部分番茄根系已被根结线虫侵染。有关设施番茄根结线虫危害机理有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 吴凤芝,刘 德,王东凯,等. 大棚蔬菜连作年限对土壤主要理化性状的影响[J]. 中国蔬菜,1998(4):5-8.
- [2] 吕卫光,余廷园,诸海涛,等. 黄瓜连作对土壤理化性状及生物活性的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2006,14(2):119-121.
- [3] 吴凤芝,王学征. 设施黄瓜连作和轮作中土壤微生物群落多样性的变化及其与产量品质的关系[J]. 中国农业科学,2007,40(10):2274-2280.
- [4] Nayyar A, Hamel C, Lafond G, et al. Soilmicrobial quality associated with yield reduction in continuous-pea [J]. Applied Soil Ecology, 2009(43): 115-121.
- [5] 陈志杰,梁银丽,张淑莲,等. 日光温室不同连作年限对黄瓜主要病害的影响[J]. 植物保护学报,2006,33(2):219-220.
- [6] 贺丽娜,梁银丽,高 静,等. 连作对设施黄瓜产量和品质及土壤酶活性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(5):155-159.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析(3 版)[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
- [8] 许光辉,郑洪元. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京:中国农业出版社,1986.
- [9] Garabedian S, van Grundy S D. Use of avermectins for the control of Meloidogyne incognita on tomatoes[J]. Journal of Nematology, 1983, 15(4):503-510.
- [10] 朱余清,王 军,崔素兰. 不同使用年限蔬菜大棚土壤盐渍化程度及其改良措施[J]. 江苏农业科学,2011,39(5):482-485.
- [11] 杜新民,吴忠红,张永清,等. 不同种植年限日光温室土壤盐分和养分变化研究[J]. 水土保持学报,2007,21(2):78-80.
- [12] 鲁如坤. 土壤-植物营养学原理和施肥[M]. 北京:化学工业出版社,1998.
- [13] 刘文利,马 琳. 蔬菜保护地连作土壤肥力性状调查研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(19):4987-4988.
- [14] 范亚娜,赵国栋. 陇东地区设施蔬菜连作土壤性质变化趋势[J]. 水土保持通报,2007,27(6):116-119.
- [15] 王新民,侯彦林. 日光温室磷素形态及其空间分布特性研究[J]. 农业环境科学学报,2004,23(1):73-75.
- [16] 吕卫光,余廷园,诸海涛. 黄瓜连作对土壤理化性状及生物活性的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2006,14(2):119-121.
- [17] 高子勤,张 香. 连作障碍与根际微生态研究[J]. 应用生态学报,1998,19(5):549-554.
- [18] 马海燕,徐 瑾,郑成淑,等. 非洲菊连作对土壤理化性状与生物性状的影响[J]. 中国农业科学,2011,44(18):3733-3740.
- [19] 李 林,徐作珽,李长松,等. 保护地蔬菜根结线虫的综合防治[J]. 中国蔬菜,2004(6):54-56.