

黄瓜-玉米轮作对设施连作土壤性状的影响

唐艳领, 于迪, 胡凤霞, 朴凤植

(河南农业大学 园艺学院, 河南 郑州 450002)

摘要:以连作7 a的黄瓜试验田为研究对象,通过黄瓜-玉米轮作作为栽培模式,设置后茬玉米不同种植密度和不同生长期处理,研究设施黄瓜连作土壤理化性质、酶活性及土壤微生物种群的变化。结果表明:后茬玉米种植密度为4 000株/667m²时,生长成熟模式与对照休闲处理相比较,土壤容重、EC值和有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量降低,pH值升高;土壤脲酶、过氧化氢酶活性升高,蔗糖酶和磷酸酶活性降低;土壤微生物结构改变,细菌和放线菌数量上升,真菌数量下降。黄瓜-玉米轮作模式对设施连作土壤性状的改善具有显著效果。

关键词:黄瓜-玉米轮作;连作障碍;土壤性状

中图分类号:S 63 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)11-0161-04

设施蔬菜集约化程度高,并且拥有相应的综合配套管理方法,在一定程度上摆脱了自然气候的限制,能够实现反季节蔬菜的供应,且有高产、优质、高效的生产途

径,受到越来越多蔬菜种植户的青睐^[1]。但是设施蔬菜的复种指数高,作物种类单一,重茬面积逐年增加,已经影响到设施产业的可持续发展^[2]。设施蔬菜连作会造成土壤溶液浓度增加,使土壤的渗透势加大,作物根系的吸水吸肥能力减弱,植物生长发育不良,也易导致植物病害加重^[3-4]。轮作是通过更换保护地作物栽培来减轻或防治病虫害的一种耕作方式。在保护地中与病原菌非寄主的轮作,可使土壤中病原菌的数量降低,同时轮作能均衡土壤养分状况,改善微生物区系,提高土壤

第一作者简介:唐艳领(1987-),女,硕士研究生,研究方向为温室连作障碍。E-mail:tangtangyanling@126.com

责任作者:朴凤植(1965-),男,教授,硕士生导师,现主要从事设施园艺与无土栽培等研究工作。E-mail:piao1203@163.com

基金项目:河南省科技攻关重点资助项目(122102110042)。

收稿日期:2014-03-13

Effects of Foliar Spraying of Selenium Fertilizer on Selenium Enrichment of Different Vegetables and Yield

YANG Hui-fang¹, LIANG Xin-an², CHANG Jie-tian², QIN Na²

(1. Lingying County Agriculture of Henan Province, Luohe, Henan 462600; 2. Henan Vocational College of Agriculture, Zhengzhou, Henan 451450)

Abstract: Using tomato, carrot and garlic as materials, the yield and selenium, inorganic selenium and organic selenium contents were measured by spraying different Na₂SeO₃ on tomato, carrot and garlic leaves. The results showed that the organic selenium conversion rate reduced as the selenium mass concentration raises. When spray 100 mg/L Na₂SeO₃ selenium on the tomato, carrot, garlic the organic selenium enrichment were 7.83 times, 8.53 times, 2.85 times of the control respectively, tomato's selenium enrichment was the highest. But when spray 500 mg/L Na₂SeO₃ selenium on garlic leaves, its organic selenium enrichment was 4.70 times of the control, and under such condition the garlic had the highest ability of selenium enrichment. The yield of tomato and carrot could be raised when they were sprayed ≤ 1.0 mg/L Na₂SeO₃ times of the control and so did the garlic when it was sprayed ≤ 10 mg/L Na₂SeO₃, when the Na₂SeO₃ mass concentration raises the yield and organic selenium content of the three vegetables would reduce. According to the experiment results, the yield of tomato and carrot could be raised if they were sprayed Na₂SeO₃ 0.5~1.0 mg/L and so did the garlic if the selenium mass concentration ≤ 10 mg/L.

Key words: tomato; carrot; garlic; sodium selenite; enrichment; yield

酶活性,合理的轮作模式能改善保护地内土壤环境,并能提高黄瓜产量^[5-6]。已有研究表明,玉米-黄瓜轮作可以不同程度的降低土壤容重,增加土壤孔隙度,并且不同轮作作物对土壤降盐效果不同^[7-8]。目前北方地区日光温室栽培黄瓜,夏季一般采取休闲或填闲作物栽培,可克服长期连作造成的生理障碍。有关设施栽培黄瓜夏季填闲作物的研究已有报道,但黄瓜-玉米轮作模式的研究并不多见。现拟通过设施黄瓜后茬轮作玉米,以不同种植密度、不同生长期处理来研究其对设施黄瓜连作土壤理化性状、土壤酶活性及土壤微生物种群数量的影响,以期为黄瓜-玉米的轮作模式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验田为连作 7 a 黄瓜的日光温室,供试土壤的理化性状为容重 1.38 g/cm³,EC 值 0.68 mS/cm,pH 6.5,有机质含量 22.19 g/kg,速效氮、速效磷、速效钾分别为 126.7、910.6、397.6 mg/kg。

1.2 试验材料

供试玉米品种为甜玉米“西星白糯一号”,该品种具有早熟、糯性好、抗病、抗倒伏、高产等特点。

1.3 试验方法

试验于 2012 年 6 月至 9 月在郑州荥阳市西大村日光温室进行。玉米采用直播方式,667 m² 种植密度分别为 3 500、4 000、4 500 株,行距均为 60 cm,株距分别为 60、50、40 cm,生长期设置为 30 d(生长期 30 d 后收获玉米植株,强制结束其生长)、60 d、成熟(玉米生长 98 d 时

表 1 黄瓜-玉米轮作模式不同处理及编号

Table 1 The number of different treatment on different cucumber-corn rotation mode

处理	3 500 株/667m ²	4 000 株/667m ²	4 500 株/667m ²	空白
30 d	A1	A2	A3	CK
60 d	B1	B2	B3	
成熟	C1	C2	C3	

表 2

黄瓜-玉米轮作模式不同处理对土壤养分状况的影响

Table 2 The effect of different cucumber-corn rotation mode on soil nutrient

处理 Treatment	土壤速效氮 Soil available nitrogen content		土壤速效磷 Soil available phosphorus		土壤速效钾 Soil available potassium	
	含量	与 CK 相比降低	含量	与 CK 相比降低	含量	与 CK 相比降低
	Content/mg · kg ⁻¹	Compare with CK/%	Content/mg · kg ⁻¹	Compare with CK/%	Content/mg · kg ⁻¹	Compare with CK/%
CK	88.2a	—	871.6a	—	274.7a	—
A1	72.8b	17.46	594.4b	31.80	255.7a	6.92
A2	67.9bc	23.02	550.3b	36.86	247.0a	10.08
A3	65.1c	26.19	570.2b	34.58	252.4a	8.12
B1	51.6d	41.50	515.3bc	40.88	183.9bc	33.05
B2	53.7d	39.12	510.7bc	41.41	201.4b	26.68
B3	39.6ef	55.10	537.0b	37.24	154.6c	43.72
C1	43.4e	50.79	492.3c	43.52	154.7c	43.68
C2	38.7f	56.12	507.6bc	41.76	172.4bc	37.24
C3	35.1f	60.20	481.6c	44.75	117.4d	57.26

注:小写字母表示处理间差异达 0.05 显著水平。下同。

Note: Different Lowercase letters indicated differences between treatments at 0.05 level. The same below.

收获),并设置空白对照(以不种玉米的休闲处理为对照),共 10 个处理(表 1),每个处理 3 次重复,每小区面积为 12 m²,玉米生长期不进行施肥处理,其它田间管理一致,于 9 月 15 日玉米生长期结束。

1.4 项目测定

玉米不同生长期内分别测定 0~20 cm 土层的土壤理化性状。土壤容重采用环刀法测定、pH 值采用电位测定法测定;EC 值采用电导仪法测定;有机质含量采用重铬酸钾-外加热法测定;速效氮含量采用碱解扩散法测定;速效磷含量采用 0.5 mol/L 碳酸氢钠法测定;速效钾含量采用火焰光度法测定;土壤微生物测定采用平板计数法测定土壤细菌、真菌、放线菌的数量;土壤酶活性测定包括过氧化氢酶(高锰酸钾滴定法)、脲酶(苯酚钠-次氯酸钠比色法)、磷酸酶(磷酸苯二钠比色法)、蔗糖酶(3,5-二硝基水杨酸比色法)。

1.5 数据分析

采用 DPS v7.05 版数据处理系统对试验数据进行方差分析,LSD 检验进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤理化性状的影响

由表 2 可以看出,所有处理的土壤氮、磷、钾含量较 CK 明显降低,其中 C3 降低最大,即随着玉米生长周期的延长,土壤中的养分含量降低明显。在不同生长周期中,与 CK 相比较 4 500 株/667m² 密度下玉米植株吸收速效氮较多,而在 30 d 生长期中,速效磷及速效钾含量则以 4 000 株/667m² 密度下吸收量最大。由于供试土壤中速效磷的含量较多,加之玉米对速效磷的需求量不大,虽土壤中磷含量有所减少,但不同处理之间差异不明显。土壤中速效钾的含量不同生长周期之间差异明显,对连作土壤中钾的含量影响较大。

图 1 表明,黄瓜-玉米轮作能够降低土壤容重,不同密度处理对土壤容重影响不大,但不同生长周期处理随

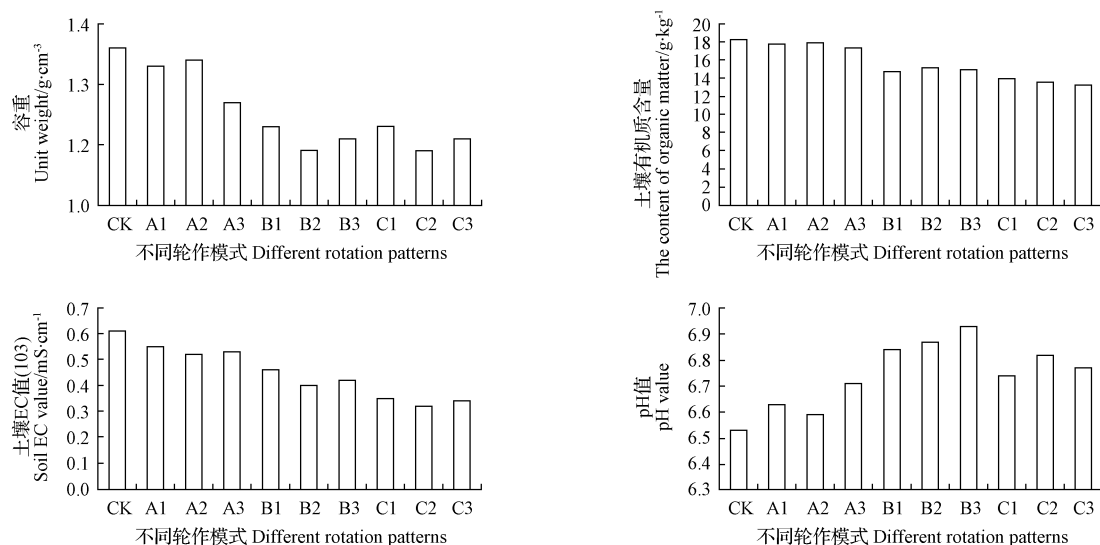


图1 黄瓜-玉米轮作模式不同处理对土壤容重、有机质含量、EC及pH值的影响

Fig. 1 The effect of different cucumber-corn rotation mode on unit weight, organic matter content, EC and pH value

着生长期的延长,对土壤容重的改善效果明显,以 B2、C2 效果最佳,其原因可能与玉米植株根系发达,整个生长期深入土壤中,改善土壤物理结构,增加了土壤孔隙度,降低土壤容重。不同处理土壤有机质含量与对照相比有所减少,但是不同处理间差异不显著。

由图1可知,黄瓜-玉米轮作能够有效的降低设施黄瓜连作土壤盐分含量,玉米生长期越长对土壤降盐效果越好,EC值呈逐渐降低的趋势,但是不同处理间差异不显著。各处理pH值在不同生长期结束时较对照有所升高,减轻了连作土壤的酸化作用,其中以B3处理效果最好,pH达到了6.9。

2.2 不同处理对土壤酶活性的影响

由表3可以看出,不同处理与对照相比能降低土壤中脲酶活性,C2在所有处理中活性最高。不同处理过氧化氢酶活性较CK均有所增加,其中以A2处理最大,与

表3 黄瓜-玉米轮作模式不同处理土壤酶活性变化

Table 3 The effect of different cucumber-corn rotation mode on enzyme activity

处理 Treatment	脲酶活性 Urease activity /mg · g ⁻¹	过氧化氢酶活性 Catalase activity /mL · g ⁻¹	蔗糖酶活性 Sucrase activity /mg · g ⁻¹	磷酸酶活性 Phosphatase activity/mg · g ⁻¹
CK	6.2a	1.05d	0.79a	1.95a
A1	4.8c	1.14b	0.57b	1.52b
A2	4.9c	1.27a	0.58b	2.00a
A3	5.3b	1.15b	0.53b	1.29bc
B1	5.1c	1.13b	0.37d	1.49b
B2	5.4b	1.19b	0.43c	1.07c
B3	5.2bc	1.07cd	0.39d	1.36bc
C1	5.3b	1.09c	0.35d	1.92a
C2	5.9a	1.12bc	0.44c	1.28bc
C3	5.5b	1.06d	0.36d	1.88ab

对照表现出显著差异,C3、B3与对照差异性不显著,说明高密度对土壤过氧化氢酶活性变化影响最小。不同处理蔗糖酶活性较CK均有所下降,其中B1、B3、C1、C3与对照相比,差异性极显著。磷酸酶活性在不同生长期结束时整体呈现出有所减少的趋势,其中以B2减少量最多,与其它各处理均呈显著性差异。

2.3 不同处理对土壤微生物数量的影响

由表4可知,生长期30d处理各种植密度细菌数量较CK都有所下降,其中以A3下降最多。生长期60d和生育成熟处理细菌含量均大于CK,以处理C1、C2、C3、B2细菌数量较多,且相互之间差异不明显。真菌数量与对照相比均表现出下降的趋势,且种植密度越大,真菌数量下降越多。土壤放线菌数量整体呈增大的趋势,与对照相比C3中放线菌数量无差异;C1、C2、B2放

表4 黄瓜-玉米轮作模式不同处理土壤微生物变化

Table 4 The effect of different cucumber-corn rotation mode on the quantity of soil microorganisms

处理 Treatment	细菌数量 Bacteria quantity /×10 ⁶ 个 · g ⁻¹	真菌数量 Fungi quantity /×10 ⁴ 个 · g ⁻¹	放线菌数量 Actinomycetes quantity /×10 ⁵ 个 · g ⁻¹	细菌数量 /真菌数量 Bacteria/Fungi /×10 ²
CK	18.3bc	8.14a	16.2b	2.10
A1	17.9bc	7.31a	18.4ab	2.45
A2	17.5bc	7.20a	20.0ab	2.43
A3	15.4c	7.25a	19.7ab	2.12
B1	24.3b	7.14a	23.0ab	3.40
B2	25.9b	6.92ab	27.3a	3.74
B3	23.7bc	6.79ab	24.7a	3.49
C1	27.3ab	6.54ab	26.7a	4.17
C2	30.1a	6.47b	29.4a	4.65
C3	25.0b	6.52ab	16.4b	3.83

线菌数量增加较多,与对照相比分别增加了 64.81%、81.48%、68.51%。李强等^[7]研究表明大葱-黄瓜和玉米-黄瓜轮作提高了土壤的 B/F 值,明显改善了后茬黄瓜土壤的微生物组成,提高了微生物总量。在该试验中,各处理土壤 B/F 值较对照相比均有所增加,其中以 C1、C2、B2 处理较对照增加最多,分别增加了 2.07、2.55、1.64 个单位($\times 10^2$),说明黄瓜-玉米轮作对改善连作土壤微生物组成有一定的效果。

3 结论与讨论

设施内连作障碍产生的主要原因是土壤次生盐渍化及土壤板结、硬化、养分供应不均等^[9]。该试验中黄瓜-玉米轮作后,连作土壤中速效氮磷钾含量均有所下降,土壤 pH 值升高,EC 值降低,土壤盐渍化程度有所改善,B2、C2 处理的土壤容重下降明显;对土壤酶的测定分析中,A2 处理的过氧化氢酶与其它处理有显著性差异,说明 4 000 株/667m² 的密度能够最大限度的解除土壤中过氧化氢的毒害作用。马云华等^[10]研究表明伴随连作年限的增加,土壤微生物总量、细菌、放线菌数均呈倒“马鞍”形变化,真菌数量则呈线性增长,微生物由“细菌型”向“真菌型”过渡,说明真菌过多会影响土壤质量,该试验连作土壤中 C1、C2、B2 的 B/F 值较其它处理偏低,其真菌数量低,效果较好。综合来看,玉米种植密度 4 000 株/667m²、生长成熟模式对黄瓜连作土壤有很好的改善作用。

利用黄瓜-玉米的轮作方式可以达到改善设施黄瓜

连作土壤的效果,但由于玉米的需肥量大,容易对土壤中养分造成过分吸收,长期轮作有可能导致土壤养分缺乏,因此在轮作模式的选取上需要注意,建议在后茬作物生长期或者玉米生长后期采用配方施肥的方式补充因玉米生长吸收的大量养分,最终达到均衡土壤营养,改善土壤环境,增加产量,创造收益的效果,该研究模式对保护地栽培模式的探究具有一定的指导作用。

参考文献

- [1] 张志斌.我国设施蔬菜生产现状与发展[C].中国园艺学会第九届学术年会论文集,2001:72-75.
- [2] 宋尚成,李敏,刘润进.种植模式与土壤管理制度对作物连作障碍的影响[J].中国农学通报,2009,25(21):231-235.
- [3] 曹永胜,张雪松,戴素英.胡萝卜特产区连作障碍原因调查分析[J].华北农学报,2006(21):148-150.
- [4] 吴凤芝,赵凤艳,刘元英.设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施[J].东北农业大学学报,2000,37(1):241-247.
- [5] 吴艳飞,张雪艳,李元.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] 于慧颖,吴凤芝.不同蔬菜轮作对黄瓜病害及产量的影响[J].北方园艺,2008(5):97-100.
- [7] 李强,杨凤娟,王秀峰,等.不同轮作模式对日光温室连作土壤性状及黄瓜产量的影响[J].园艺学报,2009,36(增刊):1997.
- [8] 孙光闻,陈日远,刘厚诚.设施蔬菜连作障碍及防治措施[J].农业工程学报,2005(12):184-187.
- [9] 王金龙,阮维斌.4 种填闲作物对天津黄瓜温室土壤次生盐渍化改良作用的初步研究[J].农业环境科学学报,2009,28(9):1849-1854.
- [10] 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,2004,6(15):1005-1008.

Effect of Continuous Cropping Obstacles on Cucumber-Corn Rotation for Soil in Solar Greenhouse

TANG Yan-ling, YU Di, HU Feng-xia, PIAO Feng-zhi

(College of Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: Taking 7 years continuous cropping test field of cucumber as research object, illustrate the cucumber-corn rotation preventing soil of continuous cropping in greenhouse, the experiment was set different density and different growth period for the followed corn, and the soil physical and chemical properties, soil enzyme activity and soil microbial populations were studied. The results showed that the optimum effect was the density of 4 000 plants/667m², mature pattern of corn growth. Compared with leisure processing, the number of bulk density and EC were down, and the content of soil organic matter, available nitrogen, available phosphorus and available potassium were lower, but pH was up, and meanwhile, rotation enhanced the activities of soil urease, catalase, and declined invertase and phosphatase; the components of soil microbial communities were changed, which were manifested in the increase of bacteria and actinomycetes and the decrease of fungi. Crop rotation could significantly improve the properties of soil.

Key words: cucumber-corn rotation; continuous cropping obstacles; soil properties