



李乃荟,龚小雅,谢华,等.多种作物混合填闲对黄瓜生长及土壤速效养分的影响[J].黑龙江农业科学,2020(1):87-91.

多种作物混合填闲对黄瓜生长及土壤速效养分的影响

李乃荟,龚小雅,谢华,杨帆,付彦祥,李慧,杨莲,吴凤芝

(东北农业大学园艺园林学院,黑龙江哈尔滨 150030)

摘要:为促进黄瓜连作障碍的修复,以连作3年的设施黄瓜的土壤为研究对象,以黄瓜为主栽作物,分别以小麦、茼蒿、芥菜和三叶草为冬季填闲作物,采用一种作物填闲,两种作物和四种作物混合填闲的模式研究多种作物混合填闲对黄瓜生长以及土壤速效养分的影响。结果表明:多种作物混合填闲对黄瓜生长和土壤速效氮含量的影响不显著,但显著改变了土壤pH、EC值、有机碳、速效磷和速效钾含量。

关键词:黄瓜;连作;多种作物混合填闲;土壤速效养分

随着设施蔬菜规模化、产业化发展进程的加快,为追求作物高产与经济收益的最大化,单一作物栽培逐渐成为现代集约化农业生产的主流模式^[1]。然而常年的单作栽培能够引起土壤营养失衡、病虫害加剧、土壤质量严重退化,进而导致蔬菜产量和品质下降,严重阻碍了设施蔬菜生产的发展^[2]。因此如何缓解这一现象,实现设施蔬菜的可持续生产,成为我国蔬菜产业要解决的一个重大问题。

研究发现,生物多样性是可持续农业发展的关键^[3-4]。填闲,作为一种短期轮作的栽培模式^[5-7],是增加农业生态系统生物多样性的管理措施^[7-8]。已有研究表明,在主栽作物收获下一茬作物播种的休闲时期,采用填闲耕作模式能够提高土壤质量,增加肥力和维持后续作物产量^[9]。

黄瓜,作为重要的设施蔬菜品种之一,在世界各国广泛种植。然而,由于常年连作导致土壤环境恶化,黄瓜生长受到严重制约。研究发现,不同品种作物进行短期轮作或填闲对黄瓜生长的影响不同。王哲昕等^[10]发现,填闲小麦能够促进黄瓜生长,并提高土壤脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性。而豆科作物作为主要的间、轮作和填闲作物,

能够提高黄瓜根际土壤微生物多样性,改善土壤质量^[11]。菊科作物,如茼蒿,对黄瓜连作土壤质量有一定修复效果^[12]。芥菜,十字花科作物,作为生物熏蒸剂和绿肥,施入土壤中能够抑制黄瓜苗期枯萎病^[13]。然而,这些报道仅仅探究了单一品种作物填闲对黄瓜生长和土壤环境所产生的影响。截至目前,有关于多种作物混合填闲对黄瓜生长和土壤环境所产生的影响无从得知。为此,本研究以黄瓜连作土壤为材料,小麦、茼蒿、芥菜和三叶草为填闲作物,设冬季休闲和冬季填闲,共12个处理,其中冬季填闲设定为一种作物填闲,两种作物和四种作物混合填闲,共11种填闲模式,研究不同作物混合填闲对黄瓜生长和土壤速效养分所产生的影响,旨在探究多种作物混合填闲对黄瓜连作障碍的修复情况,并为建立合理的填闲模式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种为津研4号,由天津市宏丰蔬菜研究有限公司;小麦(*Triticum aestivum* L.)品种为D123,由东北农业大学提供;茼蒿(*Chrysanthemum coronarium* L.)品种为光杆茼蒿;芥菜(*Brassica juncea* L.)品种为小花缨芥菜;三叶草(*Trifolium repens* L.)品种为瑞文德,均购于春天种子店。

供试土壤为黄瓜连作3年0~15 cm土层土壤,采用鲍士旦^[14]的方法测定土壤基本理化性质

收稿日期:2019-07-08

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系专项(CARS-25)。

第一作者:李乃荟(1992-),女,在读博士,从事设施蔬菜生理生态研究。E-mail:linaihui1992@aliyun.com。

通信作者:吴凤芝(1963-),女,博士,教授,从事设施蔬菜生理生态研究。E-mail: fzwu2006@aliyun.com。

为:有机质 23.60 g·kg⁻¹,速效钾 184.11 mg·kg⁻¹,速效磷 152.18 mg·kg⁻¹,速效氮 210.02 mg·kg⁻¹,EC(土:水=1.0:2.5)0.18 mS·cm⁻¹,pH(土:水=1.0:2.5)7.26。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2017年11月至2018年5月在东北农业大学设施工程中心日光温室(45°41′N,126°37′E)和园艺园林学院设施蔬菜生理生态研究室进行。

试验采用盆栽方式进行,将供试土壤装入塑料盆中(直径14 cm,深16 cm),每盆装入700 g黄瓜连作土。试验设冬季休闲和冬季填闲共12个处理(表1),每个处理3次重复,每个重复4盆,随机排列,每个小区周围设保护行,常规管理。冬季填闲作物根据其发芽率播种,单一作物填闲:小

麦每盆播种40粒,茼蒿每盆播种50粒,芥菜每盆播种60粒,三叶草每盆播种40粒,待出苗整齐,均匀间苗,每种作物每盆均统一留苗32株;两种作物混合填闲共6个处理,每盆每个物种播种量为单一作物填闲播种量的1/2,待出苗整齐,均匀间苗,每种作物均每盆统一留苗16株;4种作物混合填闲每盆的播种量为单一作物播种量的1/4,待出苗整齐,均匀间苗,每种作物每盆均统一留苗8株。填闲作物播种30 d后收割,将收割的填闲作物放回原盆,自然晒干;晒干后的作物翻入土壤中,浇透水,覆2层黑色保温地膜,使残茬腐解,这一过程将持续45 d,45 d后,定植黄瓜。黄瓜采用常规育苗,四叶一心定植到盆中,定植30 d后,试验终止,每个小区随机选择3株黄瓜取样,分别收取黄瓜植株和根部土壤。

表1 填闲模式代码及多种填闲模式每种作物每盆留苗量

Table 1 Code of different catch system and the number of each cover crop per pot					
处理	代号	每盆留苗量株数	处理	代号	每盆留苗量株数
Treatments	Code name	Plants per pot	Treatments	Code name	Plants per pot
休闲对照	CK	0	小麦+芥菜混合填闲	XJ	16×2
小麦填闲	X	32	小麦+三叶草混合填闲	XS	16×2
茼蒿填闲	T	32	茼蒿+芥菜混合填闲	TJ	16×2
芥菜填闲	J	32	茼蒿+三叶草混合填闲	TS	16×2
三叶草填闲	S	32	芥菜+三叶草混合填闲	JS	16×2
小麦+茼蒿混合填闲	XT	16×2	四种作物混合填闲	TXJS	8×4

1.2.2 样品的采集 黄瓜定植30 d后,分别收获黄瓜植株和根部土壤,将附着于根部的土壤抖落,每个小区所收集的土壤混合成一个复合土壤样品,每个处理共有3份复合土壤样品。将复合土壤样品过2 mm筛,风干(<30℃),用于土壤化学性质分析。将黄瓜植株地上部和地下部清洗干净后,72℃烘干至恒重,并使用百分之一天平测定干物质质量。

1.2.3 土壤化学性质分析 土壤化学性质测定采用鲍士旦法^[14],土壤悬浮液(m(土):V(水)=1:5)电导仪法测定土壤EC值;电位计法测定土壤pH;土壤速效氮和速效磷分别使用2 mol·L⁻¹氯化钾和0.5 mol·L⁻¹碳酸氢钠浸提,使用流动分析仪(San⁺⁺,SKALAR,The Netherlands)测定;

土壤速效钾采用1 mol·L⁻¹醋酸铵浸提,使用火焰光度计测定;土壤有机碳采用重铬酸钾法测定。

1.2.4 数据处理 试验数据整理采用Excel 2010软件;采用SPSS 22.0软件进行数据分析,方差分析使用单因素Turkey HSD;使用Prim 7软件作图。

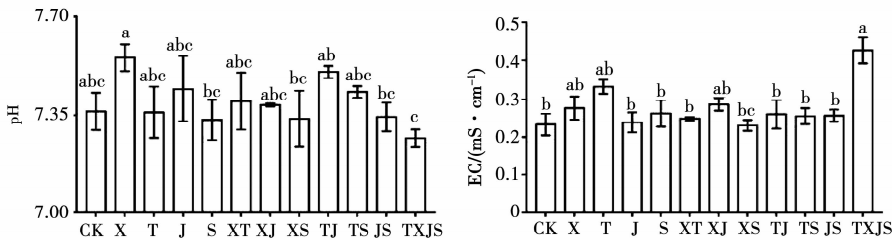
2 结果与分析

2.1 多种作物混合填闲对土壤 pH 和 EC 值的影响

由图1可知,多种作物混合填闲处理的土壤pH和休闲对照(CK)相比差异不显著,但小麦填闲处理(X)的土壤pH显著高于三叶草填闲处理(S)、小麦+三叶草填闲处理(XS)、芥菜+三叶草填闲处理(JS)和4种作物混合填闲处

理(TXJS),此外,茼蒿+芥菜填闲处理(TJ)的土壤 pH 也显著高于 4 种处理混合填闲处理(TXJS)。4 种作物混合填闲处理(TXJS)的土壤 EC 值显著高于休闲对照(CK)、芥菜填闲处理(J)、三叶草填闲处理(S)、小麦+茼蒿填闲处

理(XT)、小麦+三叶草填闲处理(XS)、茼蒿+芥菜填闲处理(TJ)、茼蒿+三叶草填闲处理(TS)和芥菜+三叶草填闲处理(JS)。以上结果表明,增加填闲作物品种数量在一定程度上有增加土壤盐渍化、加速土壤酸化的风险。



不同小写字母表示各处理间差异达 0.05 水平。下同。
Different lowercase letters indicate significant difference at the 0.05 level. The same below.

图 1 多种作物混合填闲对黄瓜土壤 pH 和 EC 值的影响

Fig. 1 Effects of mixed catch of different cover crops on soil pH and EC value of cucumber

2.2 多种作物混合填闲对土壤速效养分的影响

由图 2 可知,多种作物混合填闲处理的土壤有机碳含量和休闲对照(CK)相比差异不显著,但小麦+茼蒿填闲处理(XT)的有机碳含量显著高于 4 种作物混合填闲处理(TXJS)。此外,多种作物混合填闲处理的土壤速效氮含量和休闲对照(CK)相比差异不显著。对与土壤速效磷来说,茼蒿填闲处理(T)显著高于休闲对照(CK)、三叶草填闲(S)、小麦+茼蒿(XT)、小麦+三叶草填闲(XS)和 4 种作物混合填闲(TXJS)处理,此外,茼蒿+芥菜填闲(TJ)显著高于三叶草填闲(S)和小麦+三叶草填闲(XS),而其余各处理之前差异不显著。与此同时,芥菜填闲处理(J)、茼蒿+芥菜填闲处理(TJ)、茼蒿+三叶草填闲处理(TS)和 4 种作物混合填闲处理(TXJS)的土壤速效钾含量显著高于休闲对照(CK)。以上结果表明,增加填闲作物种类并不会增加土壤养分,反之,一种作物填闲和两种作物混合填闲对土壤有机碳、速效磷和速效钾含量有显著影响,有效增加土壤土壤速效养分。

蒿+芥菜填闲(TJ)显著高于三叶草填闲(S)和小麦+三叶草填闲(XS),而其余各处理之前差异不显著。与此同时,芥菜填闲处理(J)、茼蒿+芥菜填闲处理(TJ)、茼蒿+三叶草填闲处理(TS)和 4 种作物混合填闲处理(TXJS)的土壤速效钾含量显著高于休闲对照(CK)。以上结果表明,增加填闲作物种类并不会增加土壤养分,反之,一种作物填闲和两种作物混合填闲对土壤有机碳、速效磷和速效钾含量有显著影响,有效增加土壤土壤速效养分。

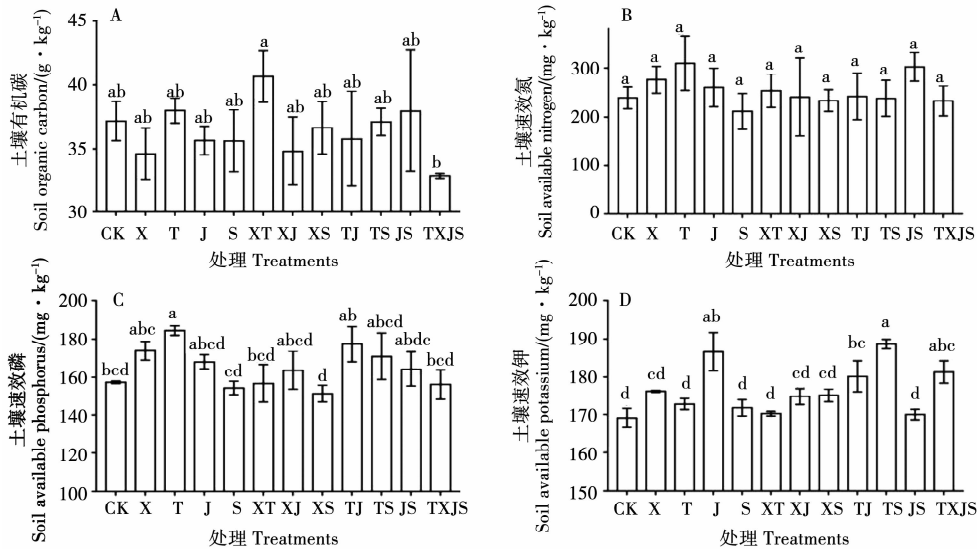


图 2 多种作物混合填闲对黄瓜土壤有效养分的影响

Fig. 2 Effects of mixed catch of different cover crops on soil available nutrients of cucumber

2.3 多种作物混合填闲对黄瓜植株全株干重的影响

由图3可知,第一次多种作物混合填闲(A)

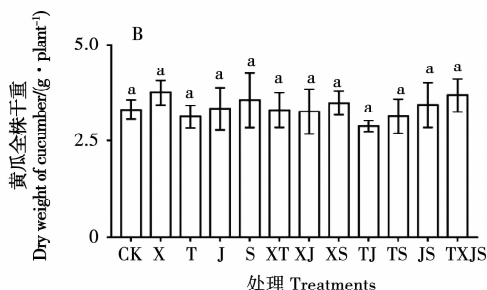
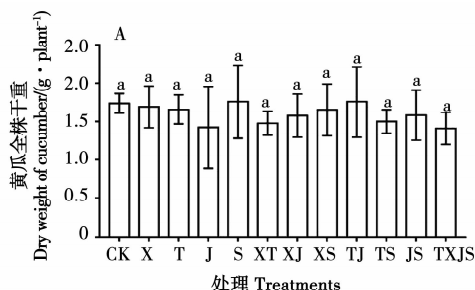


图3 第一次多种作物混合填闲(A)和第二次多种作物混合填闲(B)对黄瓜全株干重的影响

Fig. 3 Effects of first time and second time mixed catch of different cover crops on total plant biomass of cucumber

3 结论与讨论

黄瓜连作障碍现象在世界各地普遍发生。填闲,作为缓解连作障碍的重要栽培方式,能够平衡土壤养分^[15],改善土壤质量^[16]。在本试验中,填闲处理的土壤 pH 与休闲对照相比差异不显著,然而小麦填闲处理(X)的土壤 pH 显著高于三叶草填闲处理(S)、小麦+三叶草填闲处理(XS)、芥菜+三叶草填闲处理(JS)以及4种作物混合填闲处理(TXJS),此外,尽管苘蒿+三叶草填闲处理(TS)的土壤 pH 与小麦填闲处理(X)差异不显著,但也略有降低。这表明,相对于含有三叶草填闲的处理模式,填闲小麦对于缓解土壤酸化和提高土壤缓冲能力起到一定的作用。而对于土壤 EC 值来说,4种作物混合填闲处理(TXJS)显著高于休闲对照(CK),这说明,4种作物混合填闲能够增加土壤中可溶性盐浓度,加速次生盐渍化发生。

填闲对土壤养分影响较大^[17],在本试验中,4种作物混合填闲处理(TXJS)的土壤有机碳含量最低,这可能是由于四种作物在有限的条件下生长,其生长状况较差,因此回填到土壤中的作物无法提供更多的碳资源。研究发现,芥菜填闲(J)、苘蒿+芥菜填闲(TJ)、苘蒿+三叶草填闲(TS)和4种作物混合填闲(TXJS)处理增加了土壤中钾营养的积累。小麦填闲处理(X)的速效

和第二次多种作物混合填闲(B)对的黄瓜全株干重均无显著差。

磷含量显著高于休闲对照(CK),这表明填闲小麦能够提高土壤中磷营养的释放和利用,但其原因还有待进一步研究。此外,多种作物混合填闲处理的土壤速效氮含量与休闲对照(CK)比差异不显著,这说明多种作物混合填闲没有增加土壤中氮营养。多种作物混合填闲对黄瓜植株干重无影响,这可能是由于填闲时间较短引起的,因此,多种作物混合填闲对黄瓜生长的情况可能需要一个长期试验来验证。

综上所述,作物混合填闲对黄瓜连作障碍具有一定修复作用,能够平衡土壤养分。然而,4种作物混合填闲并没有比两种作物混合填闲和单独某一种作物填闲的效果更好。这表明,增加填闲作物品种对缓解黄瓜土壤连作障碍并没有起到重要作用。但由于本研究只进行了连续2次的盆栽试验,且只对土壤中速效养分含量和黄瓜的生长情况进行了分析讨论,与4种作物混合填闲相比一种作物填闲和两种作物混合填闲对黄瓜连作障碍修复效果更好这一现象也只是初步结论。对此,应该进行更全面的系统分析,如多种作物混合填闲对黄瓜连作土壤微生物群落和其他因素的影响还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] Cook R J. Toward cropping systems that enhance productivity and sustainability[J]. PNAS, 2006, 103: 18389-18394.
- [2] Guo J H, Liu Z J, Zhang Y, et al. Significant acidification in

- major Chinese croplands[J]. Science, 2010, 327: 1008-1010.
- [3] Hooper D U, Vitousek P M. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes [J]. Science, 1997, 277: 1302-1305.
- [4] Tilman D, Wedin D, Knops J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems[J]. Nature, 1996, 379: 718.
- [5] Schipanski M E, Barbercheck M, Douglas M R, et al. A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems[J]. Agricultural Systems, 2014, 125: 12-22.
- [6] Gao D M, Zhou X G, Duan Y D, et al. Wheat cover crop promoted cucumber seedling growth through regulating soil nutrient resources or soil microbial communities[J]. Plant and Soil, 2017, 418: 459-472.
- [7] Weil R, Kremen A. Thinking across and beyond disciplines to make cover crops pay[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2007, 87(4): 551-557.
- [8] Njeru E M, Avio L, Sbrana C, et al. First evidence for a major cover crop effect on arbuscular mycorrhizal fungi and organic maize growth[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2014, 34(4): 841-848.
- [9] Snapp S S, Swinton S M, Labarta R, et al. Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches[J]. Agronomy Journal, 2005, 97(1): 322-332.
- [10] 王哲昕, 吴凤芝, 肖万里, 等. 填闲小麦、石灰氮消毒和秸秆反应堆对日光温室黄瓜生长及根区土壤酶活性的影响[J]. 中国蔬菜, 2014(7): 23-29.
- [11] Li S, Wu F Z. Diversity and Co-occurrence Patterns of Soil Bacterial and Fungal Communities in Seven Intercropping Systems[J]. Frontiers in Microbiology, 2018(9): 1521.
- [12] Zhang X Y, Tian Y Q, Liu J, et al. Changes of soil biological characters beneath greenhouse cucumber under different cultivation systems[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20: 829.
- [13] 刘昕昕. 不同芥菜生物熏蒸对设施连作黄瓜土壤微生物多样性影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2013.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] 吴凤芝, 郭晓, 刘守伟, 等. 夏季填闲对连作黄瓜根区土壤酶活性及土壤化学性状的影响[J]. 东北农业大学学报, 2015, 45(10): 29-34.
- [16] 田晴, 李敏, 吴凤芝. 基于高通量测序的不同填闲作物对黄瓜连作土壤微生物群落结构的影响[J]. 中国蔬菜, 2018(10): 60-68.
- [17] 杨冬艳, 郭文忠, 杨自强, 等. 绿肥种植及翻压对日光温室土壤环境的影响[J]. 北方园艺, 2009(10): 146-148.

Effects of Mixed Catch of Different Cover Crops on Cucumber Growth and Soil Available Nutrient

LI Nai-hui, GONG Xiao-ya, XIE Hua, YANG Fan, FU Yan-xiang, LI Hui, YANG Lian, WU Feng-zhi

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: In order to promote the repair of cucumber continuous cropping obstacle, in this study we investigated the cucumber seedling biomass and soil available nutrient in one species cover crop catch, two species cover crops mixed catch and four species cover crops mixed catch systems. The soil of the cucumber planted for 3 years in continuous crops was taken as the research object at pot experiments. The main crops were cucumbers, and wheat (*Triticum aestivum* L.), chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.), mustard (*Brassica juncea* L.) and trifolium (*Trifolium repens* L.) as catch crops. The results showed that the cucumber seedling biomass and soil available nitrogen content had no significant differences. However, the soil pH, EC value, soil organic carbon, soil available phosphorus and potassium contents were significant differences in one species cover crop catch, two species cover crops mixed catch and four species over crops mixed catch systems.

Keywords: cucumber; continuous cropping; mixed catch of different cover crops; soil available nutrient