

不同施肥处理对连作西瓜土壤微生物区系的影响

朱盼盼, 张显, 任自力

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以连续种植 2 a 西瓜的连作地土壤为试验对象, 以单纯施用化肥为对照, 在同等养分供给的水平下, 研究了不同有机肥与有机-无机混施对西瓜整个生育期土壤微生物区系动态变化的影响。结果表明: 有机肥与有机-无机混施处理后, 西瓜整个生育期土壤真菌数量均显著降低, 同时增加了西瓜伸蔓期及膨瓜期的土壤细菌和放线菌含量; 有机-无机混施效果优于有机肥单施, 其中以双钾型生物有机肥与化肥混施效果最好, 牛粪效果最差。生物有机肥与化肥配施能有效改善连作西瓜土壤微生物区系, 从而抑制西瓜连作障碍。

关键词:有机肥; 有机-无机混施; 土壤微生物; 西瓜品质; 西瓜连作障碍

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)11-0171-04

长期的生产实践使人们认识到, 连续在同一块田地种植同种作物, 即使在正常的管理情况下, 也会出现生长发育不良或病虫害发生严重, 从而导致产量和品质下降, 这就是连作障碍^[1]。西瓜在我国作为重要的经济作物已被广泛栽培^[2], 然而随着生产规模化及专业化的发展, 西瓜连年种植现象日益普遍, 其结果导致西瓜生长发育不良, 病害蔓延且品质下降, 甚至植株死亡而绝产^[3], 西瓜连作障碍已经成为制约西瓜生产发展的主要因素, 尤其是设施栽培条件下的连作障碍更为严重。

土壤微生物通过繁殖与代谢参与土壤的物质转化过程^[4], 因此土壤微生物群落结构可以反映土壤生态环境质量。然而, 连作障碍严重破坏土壤生态环境^[5-6], 导致土壤中微生物类群发生变化, 使其不利于有益微生物类群增加, 反而使各类有害微生物种群数量增长, 最终导致西瓜生长不良、品质下降^[1]。

合理施肥是解决连作障碍的最有效办法之一^[7], 深入研究不同种类肥料对连作土壤微生物结构的影响, 抑制西瓜连作障碍具有重要的理论与实践意义。化肥是现代农业生产中应用最普遍的一种肥料, 然而化肥的长期施用会导致土壤板结及土壤次生盐渍化等理化性质的改变^[8-9], 有机肥作为我国农业生产中的一个重要肥料品种已受到广泛重视。前人有关有机肥对西瓜连作

障碍影响的研究已有较多报道^[10-11], 然而关于有机肥及有机-无机复混肥对西瓜连作地土壤微生物区系的影响动态研究还鲜见报道。现通过施入 3 种有机肥及有机-无机肥配施, 在测定连作西瓜不同生育期的土壤不同微生物种群数量的变化的基础上, 分析不同施肥处理对西瓜连作地土壤微生物区系在西瓜整个生育期的影响, 以期西瓜施肥提供实践指导, 并为抑制西瓜连作障碍提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试西瓜品种为“千鼎一号”; 试验在陕西省杨凌示范区揉谷乡西瓜试验田(已种植西瓜 1 a)进行。土壤理化性质: 有机质含量 9.96 g/kg, 全氮含量 12.8 g/kg, 速效钾含量 179.24 mg/kg, 速效磷含量 50.00 mg/kg。供试肥料: 化肥、牛粪、海藻有机肥、双钾型生物有机肥, 肥料成分见表 1(为实际测定值)。

表 1 供试肥料

肥料	全氮	全磷	全钾
Fertilizer	Total nitrogen	Total phosphorus	Total potassium
	/%	/%	/%
化肥 Chemical fertilizer	12.615	10.717	10.609
牛粪 Cow dung	1.043	0.466	1.786
海藻有机肥 Seaweed organic fertilizer	6.241	2.284	0.819
双钾型生物有机肥 Double K-type biological organic fertilizer	1.975	0.690	6.778

1.2 试验方法

试验在陕西省杨凌区揉谷乡设施西瓜大棚内进行, 设 7 个处理, 3 次重复, 共 21 个小区, 随机区组排列。试

第一作者简介:朱盼盼(1986-), 女, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜育种与生物技术。E-mail: zhupanpan19861213@163.com.

责任作者:张显(1961-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事西甜瓜育种研究工作。E-mail: zhangxian098@126.com.

基金项目:国家西甜瓜产业技术体系岗位科学家资助项目(CARS-26-18)。

收稿日期:2012-01-18

验在等磷条件(各小区施用纯磷 0.2 kg)基础上,保证各处理氮、磷、钾比例为 3:1:4,有机-无机组合施肥以有机肥含磷量占总磷量的 60%,化肥占 40%为配比,各处理中氮、钾含量不足的用尿素及硫酸钾补足。各处理施肥种类及组合见表 2。各处理肥料均在定植前 10 d 作为底肥一次性施入。西瓜栽培方式采用爬地栽培,每小区 30 株,定植株距为 0.5 m,行距为 1.8 m,小区面积为 30 m²,四周并设保护行。小区间定植沟侧壁用塑料薄膜与周围土壤隔开(挖深 0.5 m)。西瓜于 3 月 27 日定植,定植苗龄为 3 叶 1 心,采用“三蔓整枝法”。

表 2 各施肥处理种类及重量

处理 Treatments	施肥种类及重量 Fertilizing kinds and fertilizer amount
1(CK)	化肥 2.23 kg Chemical fertilizer 2.23 kg
2	牛粪 51.50 kg Cow dung 51.50 kg
3	牛粪 60%(30.90 kg)+化肥 40%(0.89 kg) Cow dung 60%(30.90 kg)+Chemical fertilizer 40%(0.89 kg)
4	海藻有机肥 10.51 kg Seaweed organic fertilizer 10.51 kg
5	海藻有机肥 60%(6.3 kg)+化肥 40%(0.89 kg) Seaweed organic fertilizer 60%(6.3 kg)+Chemical fertilizer 40%(0.89 kg)
6	双钾型生物有机肥 14.17 kg Double K-type biological organic fertilizer 14.17 kg
7	双钾型生物有机肥 60%(8.49 kg)+化肥 40%(0.89 kg) Double K-type biological organic fertilizer 60%(8.49 kg)+Chemical fertilizer 40%(0.89 kg)

1.3 项目测定

1.3.1 样品采集 分别于西瓜定植期、伸蔓期、膨瓜期与收获期进行土壤样品采集,各处理每个小区中在距西瓜植株主根 10 cm 处随机选取 3 个取样点,用土钻采取 0~20 cm 的土壤,并去除杂物、细根,碾碎过 1 mm 筛混匀后于 4℃ 保存,用于测定土壤微生物数量等。

1.3.2 土壤微生物区系测定 土壤微生物区系分析采用稀释平板法;真菌培养采用马丁氏培养基;细菌培养采用牛肉膏蛋白胨培养基;放线菌培养采用高氏 I 号培养基^[12]。

1.4 数据分析

所有试验数据采用 Excel 及 DPS 软件进行处理及分析。

2 结果与分析

2.1 有机肥与有机-无机复配施对土壤真菌数量的影响

土传病害多为真菌引起,因此一般把真菌型土壤认为是地力衰竭的标志^[13]。由图 1 可知,随着不同肥料施入土壤中时间的延长,各处理土壤真菌数量得以明显下降。

2.1.1 定植期 各处理土壤真菌数除双钾型生物有机肥与化肥混施外均显著低于对照,这可能是双钾型生物

有机肥与化肥混施处理中双钾型生物有机肥的肥效发挥慢的关系。

2.1.2 伸蔓期 除牛粪外的各处理土壤真菌数比定植期显著降低,其中双钾型生物有机肥与化肥的复混肥处理后土壤真菌数比定植期下降了 75.58%,而牛粪处理后的土壤真菌数比定植期反而增加了 46.38%。

2.1.3 膨瓜期 牛粪处理的土壤真菌数最高,并与其它各处理达到极显著差异水平,其它有机肥与有机-无机复混肥均显著低于对照处理。

2.1.4 收获期 各有机肥及有机-无机混施处理后的土壤真菌数均显著低于化肥处理,有机肥中牛粪及牛粪与化肥混施处理的土壤真菌数显著高于海藻有机肥与双钾型生物有机肥及其对应的复混肥。

纵观整个西瓜生长期,各处理收获期比定植期土壤真菌数降低百分数分别为:60.74%(CK)、41.42%、15.14%、72.22%、91.85%、96.97%、98.41%。由此可见,施用有机肥与有机-无机复混肥可以有效降低土壤真菌数量;有机无机混施对土壤真菌的抑制作用高于有机肥单施;各处理中,双钾型生物有机肥与化肥混施的效果最好,牛粪与化肥混施的效果较差。

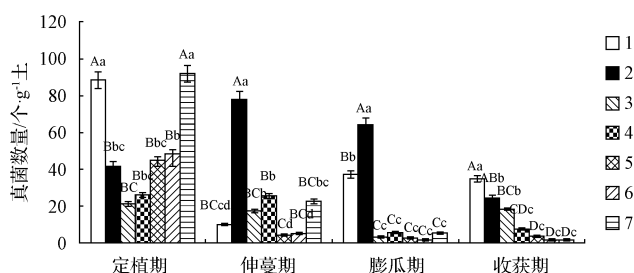


图 1 各生育期不同施肥处理对土壤真菌数量的影响

注:同一时期下不同肥料比较,相同小写字母表示在 $\alpha=0.05$ 水平上差异不显著,相同大写字母表示在 $\alpha=0.01$ 水平上差异不显著。下同。
Fig. 1 Effect of different fertilizer treatments of growth stages on soil fungi content of watermelon

Note: During the same period, compared with the different fertilizer, the same small letters shows no significant difference at 0.05 levels and the same capital letters shows no significant difference at 0.01 levels. The same below.

2.2 有机肥与有机-无机复混肥对土壤细菌数量的影响

由图 2 可知,土壤细菌数量在西瓜整个生育期中的变化规律与施肥种类有关,单施有机肥后,土壤细菌数量随着西瓜生育期的延长先升高后降低,而有机-无机混施下的土壤细菌数量呈先升高后降低再升高的变化趋势。

西瓜各生育期不同肥料处理比较结果表明,西瓜定植期,对照与双钾型生物有机肥处理的土壤细菌数显著高于其它处理;伸蔓期,各处理的土壤细菌数分别比化肥高 6.63%、9.11%、-44.3%、50.96%、470.45%、266.89%,其中双钾型生物有机肥及其复混肥处理与化肥达到了极显著差异水平;膨瓜期,牛粪处理后的土壤

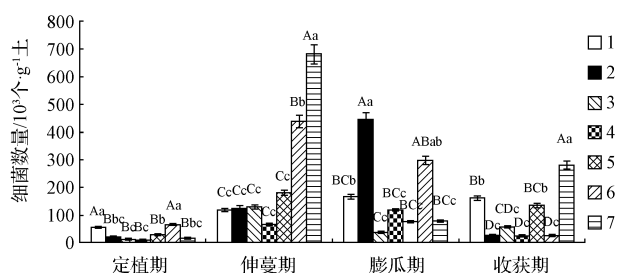


图2 各生育期不同施肥处理对土壤细菌数量的影响

Fig. 2 Effect of different fertilizer treatments of growth stages on soil bacteria content of watermelon

细菌数极显著高于对照,有机肥中双钾型生物有机肥处理的土壤细菌数显著高于其它有机和有机-无机复混肥;收获期,双钾型生物有机肥与化肥混施的土壤细菌数显著高于其它肥料处理,而其它有机及有机-无机复混肥的土壤细菌数显著低于对照,这可能是西瓜生育后期有机肥的肥力降低的原因。

土壤细菌参与土壤养分的分解,在西瓜伸蔓期及膨瓜期根际土壤含有较高的土壤细菌数有利于土壤养分的释放从而促进西瓜生长,因此,施用有机及有机-无机复混肥有利于连作西瓜地的土壤微生物环境改善,该试验中双钾型生物有机肥与化肥配施效果最好。

2.3 有机肥与有机-无机复混肥对土壤放线菌数量的影响

放线菌参与土壤中养分的转化并分泌抑制病原菌生长的放线菌素,因此有抑制土传病原真菌的作用^[14]。由图3可知,土壤放线菌数量在西瓜整个生育期中先升高后降低,其达到峰值的时期与施肥种类有关,牛粪、双钾型生物有机肥及其对应复混肥处理的土壤放线菌在伸蔓期达到最大,分别比定植期增加71.25%、98.54%、67.61%和20.32%;其它处理均在西瓜膨瓜期达到峰值,化肥增加最高为95.26%,并与其它处理达到极显著差异水平。

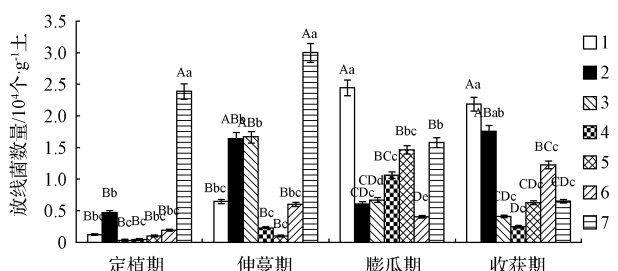


图3 各生育期不同施肥处理对土壤放线菌数量的影响

Fig. 3 Effect of different fertilizer treatments of growth stages on soil actinomycetes content of watermelon

纵观整个西瓜生育期,收获期的土壤放线菌数量除双钾型生物有机肥+化肥的处理外均高于西瓜定植期,其中施用化肥与牛粪对土壤放线菌数量增加的效果

较好,其次为双钾型生物有机肥。

2.4 有机肥与有机-无机复混肥对连作西瓜收获期土壤微生物区系的影响

由表3可知,不同有机肥及有机-无机复混肥对土壤微生物区系影响不同。施用双钾型生物有机肥后连作西瓜土壤微生物总量比对照增加58.84%,并达到极显著差异水平;双钾型生物有机肥的施用能增加土壤细菌所占比例,并有效降低土壤真菌含量,而双钾型生物有机肥与化肥混施处理在有效降低土壤真菌的同时增加土壤放线菌含量,表明双钾型生物有机肥及其复混肥均具有改善连作西瓜土壤微生物菌群的作用,这可能与肥料中本身含有有益菌群的关系;与此相反,牛粪处理后的土壤真菌比例增加而细菌比例下降,表明牛粪不利于连作西瓜土壤微生物群落的改善。

表3 收获期西瓜根际土壤微生物区系

Table 3 Rhizosphere soil microbial biomass of watermelon in harvest stage

处理 Treatments	微生物总数 Total microbial	真菌 Fungi/ %	细菌 Bacteria/ %	放线菌 Actinomycetes/ %
1(CK)	183 764.1 Bb	0.0212 ABbc	86.86 Aa	13.11 Bb
2	48 000.9 Cc	0.0587 Aa	58.99 Bb	40.95 Aa
3	61 525.8 Cc	0.0343 ABab	91.82 Aa	8.15 Bb
4	26 282.9 Cc	0.0405 ABabc	87.85 Aa	12.11 Bb
5	141 675.8 Bb	0.0024 Bc	95.19 Aa	4.81 Bb
6	291 894.7 Aa	0.0005 Bc	95.88 Aa	4.11 Bb
7	32 684.2 Cc	0.0032 Bc	77.78 ABa	22.22 ABb

3 讨论与结论

西瓜连作障碍是目前西瓜生产中面临的最严重问题之一,施肥可以有效改善土壤理化性质及微生态环境,因此科学合理施肥可以有效缓解蔬菜作物的连作障碍^[15]。该研究在同一设施大棚中研究了不同有机与有机-无机复混肥对西瓜连作地土壤微生物区系及品质的影响,虽然尽量保证了土壤环境的相似,但大田环境变化多端,结果中数据有部分偏离,可能是大棚中温、光、水的分布不完全平衡所致。

西瓜病害多为真菌病害,降低土壤真菌含量有利于增强西瓜抗病性,进而缓解西瓜连作障碍^[7]。就西瓜生育期总体趋势来看土壤真菌数量在西瓜整个生育期中呈下降趋势,除牛粪外,施入有机肥及有机-无机复混肥可以有效降低土壤真菌数量,这与吕卫光等^[10]的研究结果一致。然而,牛粪处理后土壤真菌数量在西瓜伸蔓期及膨瓜期未减反增,与之前结论相反,这可能与牛粪的肥力发挥程度及腐熟程度有关,需要进一步进行研究。曲再红等^[16]报道指出,土壤中细菌数量与放线菌数量与番茄株高和株重均存在显著性正相关关系,土壤中细菌与放线菌数量的增加有利于植株的生长。该试验结果表明,随着西瓜生育期的延长,单施有机肥处理的土壤细菌数表现出先升高后降低的变化趋势,有机-无机混施

处理的土壤细菌数随西瓜生育期先升高后降低再升高,其原因可能是西瓜伸蔓期及膨瓜期养分需求量大,土壤酶活性增加带动了与之代谢有关的土壤细菌的繁殖,到西瓜生长后期,随着养分需求量的降低,土壤酶活性下降,从而土壤细菌数量随之降低,其中有机-无机处理后土壤细菌含量增加可能与化肥在后期发挥优势有关。与化肥相比,有机肥与有机-无机复混肥在西瓜伸蔓期及膨瓜期对连作西瓜土壤细菌数增加显著,表明有机肥与有机-无机复混肥具有促进西瓜早期土壤细菌繁殖的作用,且有机-无机混施的效果优于有机肥单施,其中以双钾型生物有机肥+化肥的效果最好。土壤放线菌数量达到峰值时间与施肥种类有关,施用牛粪及双钾型生物有机肥及其复混肥在伸蔓期对土壤放线菌数量增加显著。就土壤微生物总量来看,牛粪及海藻有机肥及其复混肥处理在连作西瓜收获期的土壤微生物总量显著低于化肥处理,这可能与有机肥在西瓜生长末期肥力降低有关,但仍可以显著降低土壤真菌所占百分比,增加土壤细菌、放线菌等有益菌群。由此可知,有机肥料的施入,使得土壤中的微生物得到了充足的能源和养分,改善了植株根际微生物的种群结构,使有益菌变为优势菌种,增强西瓜抗病性,该试验中以双钾型生物有机肥与化肥混施的效果最好。该研究虽取得一定的结果,对生产具有一定的指导和参考,但关于有机肥与有机-无机复混肥,最优肥料品种与比例的组合能最有效解决西瓜连作障碍这一问题仍需进一步研究与探讨。

参考文献

[1] 吕卫光,戴富明,张春兰,等.设施西瓜连作障碍因子[J].北方园艺,2004(6):26.

- [2] 邱并生.西瓜连作障碍及其预防[J].微生物学通报,2010,37(6):943.
- [3] 丁金城,喻衣蓉,居玉玲,等.西瓜连作障碍及其对策的初步研究[J].华北农学报,1989,4(4):82-87.
- [4] Allison V, Miller M, Julie D, et al. Changes in soil microbial community structure in a tall-grass prairie chronosequence [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2005, 69: 1412-1421.
- [5] 赵萌,李敏,王森焱,等.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] 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.
- [7] 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,2000,31(3):241-247.
- [8] 孙兴全,陈捷,樊泽澍.浅析崇明设施大棚西瓜连作障碍的原因与对策[J].安徽农学通报,2010,16(22):81-94.
- [9] 高群,孟宪志,于洪飞.连作障碍原因分析及防治途径研究[J].山东农业科学,2006(3):60-63.
- [10] 吕卫光,杨广超,沈其荣,等.有机肥对连作西瓜生长和土壤微生物区系的影响[J].上海农业学报,2006,22(4):96-98.
- [11] Wu H S, Yang X N, Fan J Q. Suppression of Fusarium wilt of watermelon by a bio-organic fertilizer containing combinations of antagonistic microorganisms[J]. Bio Control, 2009, 54: 287-300.
- [12] 程丽娟,薛全宏.微生物学试验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000.
- [13] 费颖恒,黄艺,严昌荣,等.大棚种植对农业土壤环境的胁迫[J].农业环境科学学报,2008,27(1):243-247.
- [14] Khalifa O. Biological control of Fusarium wilt of peas by organic soil amendments[J]. Annual applied biology, 1965, 56: 129-137.
- [15] 李春九,马国瑞,石伟勇,等.新型有机无机复肥对土壤及蔬菜产量品质的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),1999,25(4):392-396.
- [16] 曲再红,杜相革.土壤添加剂、土壤微生物和番茄苗期生长相互关系的研究[J].中国农学通报,2004,20(4):84-86.

Effects of Different Fertilizer Application on Soil Microflora of Continuous Cropping Watermelon

ZHU Pan-pan, ZHANG Xian, REN Zi-li

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking continuous cropping land soil which cultivated watermelon two years as the experiment material, using chemical fertilizer as control and the same nutrient supply level, the effects of different organic fertilizer and organic-inorganic fertilizer treatments on the soil microflora dynamic change during the whole growth stages of watermelon were studied. The results showed that all of organic and organic-inorganic fertilization treatments obviously decreased compared with the control on the amount of fungi during the whole growth stages of watermelon, but added the amount of bacteria and actinomycetes in the soil during the setting and stretch tendril stage of watermelon. Among the fertilization, the effects of organic-inorganic mixed applied was better than that of organic fertilizer single applied, double K-type biological organic fertilizer+chemical fertilizer was of the most efficiency, the cow dung was the worst. Application of bio-organic fertilizer can effectively ameliorate the soil microflora of continuous cropping watermelon, and inhibiting the watermelon continuous cropping obstacle.

Key words: organic fertilizer; organic-inorganic fertilizer; soil microflora; watermelon quality; watermelon continuous cropping obstacle