

增施微生物菌剂对设施土壤理化性质及微生物的影响

宋晓, 陈莉, 李建芬, 李夕军* (石家庄市农林科学研究院, 河北石家庄 050041)

摘要 为探究微生物菌剂对设施土壤理化性质及微生物的影响,以微生物菌剂为研究对象,探讨在设施温室番茄种植中施用微生物菌剂对土壤理化性质、微生物种类、数量的影响。结果表明,增施微生物菌剂可以明显提升设施土壤速效磷、速效钾含量、微生物总量,改善微生物种类的结构,复合肥 750 kg/hm²+商品有机肥 9 000 kg/hm²+微生物菌剂 135 L/hm² 处理对速效磷、速效钾的提升最为显著,分别较对照提升 59.32%、48.50%;微生物总量较对照提升 70.90%。

关键词 微生物菌剂;土壤理化性质;微生物量

中图分类号 S 153 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)21-0169-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.21.042

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Microbial Agents on Physical and Chemical Properties and Microbial Biomass of Greenhouse Soil

SONG Xiao, CHEN Li, LI Jian-fen et al (Shijiazhuang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050041)

Abstract In order to explore the effect of microbial agents on facility soil, using microbial agents as research object, the effects of microbial agents on soil physical and chemical properties, microbial species and quantity in greenhouse tomato planting were studied. The results showed that the content of soil available phosphorus, available potassium and the total amount of microorganisms were significantly increased by adding microbial agents, improved the structure of microbial species, the treatment of 750 kg/hm² compound fertilizer + 9 000 kg/hm² commercial organic fertilizer + 135 L/hm² microbial agent had the most significant effect on the increase of available phosphorus and available potassium, compared with the control, it increased by 59.32%, 48.50% respectively, the total amount of microorganism increased by 70.90% compared with the control.

Key words Microbial inoculum; Physical and chemical properties of soil; Microbial biomass

近年来,设施蔬菜生产规模不断扩大,在设施蔬菜生产中,高温高湿以及肥料的不合理施用,使设施土壤连作障碍越来越明显,土壤板结、土壤养分失衡、土壤微生态环境遭到破坏等现象日益突出,肥料利用率不断降低,关注设施土壤,使土壤发挥应有的潜力成为当前十分关注的重要议题。微生物菌剂是指目标微生物(有效菌)经过工业化生产扩繁后,利用多孔的物质作为吸附剂,吸附菌体的发酵液加工制成的活菌制剂。微生物菌剂通过有益微生物的生命活动,可促进土壤中养分的转化,提高土壤养分的有效性,改善作物营养条件,明显提高土壤肥力,改善土壤结构;微生物菌剂还可以提升土壤中微生物的数量和整体活性,维持植物根际微生物区系平衡和降解有毒害物质等作用,具有消除土壤板结、改良土壤的作用^[1-3]。李硕等^[4]研究表明,在茄子各生育期施用微生物菌剂可提高茄子产量,提高土壤固定磷钾养分,张敏等^[5]研究表明,在马铃薯生育期施用微生物菌剂可提高马铃薯产量及品质,生育期可提高土壤速效磷钾养分,张佼等^[6]研究表明,增施有机肥及微生物菌剂可提高设施番茄产量、提高番茄品质。但微生物菌剂在番茄生产中应用对土壤养分及微生物量的影响鲜见报道。

笔者通过在植物生长过程的不同生育时期施用不同剂量的微生物菌剂,与生产中常规的施用方法比较,研究不同时期施用不同剂量的微生物菌剂对设施土壤理化性质、微生物结构及数量的影响,明确微生物菌剂对土壤理化性质及植

株微生态环境的影响,以改善、优化设施植株的生长环境,进一步明确微生物菌剂在设施温室番茄生产中的应用效果,以期微生物菌剂的有效利用及对土壤养分的提升、土壤微生态环境的改善提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于石家庄市赵县试验基地,属于暖温带大陆性季风气候,四季寒暖干湿分明,年平均气温 12.3℃,年日照时间 2 800 h,春季气候温和,日照充足,秋冬寒冷干燥,年均无霜期 190 d,试验区为轻壤质潮褐土,土壤基本理化性状:0~20 cm 深耕层土壤有机质 12.86 g/kg,碱解氮 72.65 mg/kg,有效磷 50.82 mg/kg,速效钾 230 mg/kg,土壤 pH 7.6。

1.2 试验材料 有机肥为润雨生物科技有限公司生产的以牛粪为原料的腐熟有机肥, N+P₂O₅+K₂O ≥ 5%,有机质 ≥ 45%;微生物菌剂是润雨生物科技有限公司生产,中华人民共和国肥料登记证号:微生物肥(2017)准字(2252)号,有效活菌 ≥ 2×10⁸ CFU/mL,有机质 ≥ 40%,腐殖酸 ≥ 30%(以干基计),主要成分是解淀粉芽孢杆菌、鼠李糖乳杆菌等有益微生物,水溶性缓释肥为河北盟邦水溶肥股份有限公司提供,结果初期采用 20:20:20 水溶肥,后期采用 16:6:30 水溶肥。供试番茄品种是“苏菲”,苗期 45 d,生长健壮。

1.3 试验设计 试验小区面积 30.24 m²,采用大小行定植,大行距 80 cm,小行距 60 cm,株距为 40 cm,周围设保护行,3 次重复,随机排列,复合肥、有机肥在整地时作为基肥一次施入,地面覆盖黑色地膜,其余各处理田间管理措施一致。2019 年 3 月 15 日定植,单杆整枝,每株留 5 穗果,每穗留果 3~4 个。灌溉采用滴灌,在番茄第 1 穗果实坐果后利用水肥一体化装置开始追施水溶肥,追施频率为每 7 d 追肥 1 次,追

基金项目 河北省石家庄市科学技术研究与发展计划项目(201490082A)。
作者简介 宋晓(1972—),女,河北辛集人,高级农艺师,从事设施蔬菜土壤改良与循环农业研究。*通信作者,高级农艺师,从事设施蔬菜生产与循环农业研究。

收稿日期 2021-03-15; **修回日期** 2021-04-19

施6次,其余按常规田间管理方法。

试验设4个处理:对照CK为复合肥750 kg/hm²+商品有机肥9 000 kg/hm²;处理①为复合肥750 kg/hm²+商品有机肥90 00 kg/hm²+微生物菌剂15 L/hm²,菌剂于定植时1:20蘸根10 min;处理②为复合肥750 kg/hm²+商品有机肥9 000 kg/hm²+微生物菌剂90 L/hm²,菌剂于定植时取15 L/hm²用1:20蘸根10 min,定植后75 L/hm²灌溉冲施;处理③为复合肥750 kg/hm²+商品有机肥9 000 kg/hm²+微生物菌剂135 L/hm²,菌剂于定植时取15 L/hm²用1:20蘸根10 min,定植后75 L/hm²灌溉冲施,膨果期45 L/hm²制成1:40倍液灌根;试验设3次重复。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 土壤理化性质。分别在番茄种植前期、生产结束后,采用“S”型5点取样法,确定采样点,取0~20 cm土层,钻取土壤,剔除杂物,自然风干,分别测定土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾等理化指标。有机质含量的测定采用重铬酸钾容量法;碱解氮的测定采用碱解扩散法;速效磷的测定采用NaHCO₃浸提钼锑抗比色法;速效钾的测定采用NH₄OAc浸提火焰光度法。

1.4.2 土壤微生物菌群。土壤微生物菌群的测定采用平板培养法;在施用微生物菌剂后15 d取0~20 cm土层土样,采用稀释培养测数法测定。

1.5 数据处理 试验数据采用Excel 2007进行数据整理,用SPSS 18.0软件对数据进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同微生物菌剂处理对设施土壤养分的影响 由表1可知,增施微生物菌剂,对有机质有很好的提升作用,T1、T2、T3处理均高于CK处理,T1与CK间无显著差异。碱解氮:施用微生物菌剂各处理碱解氮含量均显著高于CK。速效磷:施用微生物菌剂用量不同、时期不同,对土壤中速效磷含量的影响不同。番茄收获后土壤检测显示,各处理速效磷含量均高于对照,表现为T3>T2>T1>CK,T3处理最高,达83.37 mg/kg,在河北省温室菜地地力评价指标体系中土壤累积速效磷属于丰富级别(丰富级别>70 mg/kg),其中,T1、T2、T3分别较CK高24.42%、46.30%、59.32%,各处理呈显著增长趋势,说明施用的微生物菌剂含有活化土壤中难溶性磷化合物的微生物,增施微生物菌剂后使土壤中的难溶性磷

表1 不同微生物菌剂处理对土壤理化性质的影响

Table 1 Effects of different microbial agents on soil physical and chemical properties

处理 Treatment	有机质 Organic matter g/kg	碱解氮 Alkali hydr- olyzed nit- rogen/mg/kg	速效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potassium mg/kg
CK	12.56 b	118.12 c	52.33 c	240.14 c
T1	13.35 b	125.74 b	65.11 b	280.42 b
T2	14.12 a	131.23 ab	76.56 a	323.15 ab
T3	14.48 a	138.12 a	83.37 a	356.62 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

缓慢溶解和释放,转化为植物可吸收的形态,有效增加了土壤中速效磷的含量,以供给番茄生长^[7]。速效钾:土壤中速效钾可以被植物直接吸收和利用,施用微生物菌剂用量不同、时期不同,对土壤中速效钾的含量影响不同。番茄收获后土壤检测显示,各处理速效钾含量均显著高于对照,T3>T2>T1>CK,T3处理最高,达356.62 mg/kg,在河北省温室菜地地力评价指标体系中土壤累积速效钾属于丰富级别(丰富级别>350 mg/kg),其中,T1、T2、T3分别高于CK高16.77%、34.57%、48.50%,各处理呈显著增长趋势,说明微生物菌剂含有活化土壤中难溶性钾化合物的微生物,增施微生物菌剂可使土壤中的难溶性钾缓慢溶解和释放,有效增加土壤中速效钾的含量,供给植物生长。另由于种植之前为种植甘薯用地,钾肥投入量较多,故土壤中速效钾含量较高也是一个因素^[8]。

2.2 不同微生物菌剂处理对设施土壤微生物量的影响 土壤细菌、真菌、放线菌是土壤生态系统中微生物区系的主要组成,土壤微生物区系组成和数量的变化,对设施土壤养分的转化和吸收以及土壤微生态平衡有重要的影响,是反映土壤环境质量变化的重要生物学指标之一^[9]。由表2可知,施用微生物菌剂后,土壤微生物菌群总数各处理均高于CK,微生物总数为T3>T2>T1>CK,T3处理数量最高,达15.86×10⁶CFU/g,T1、T2、T3分别较CK高8.73%、33.08%、70.90%。

表2 不同微生物菌剂处理对土壤微生物量的影响

Table 2 Effects of different microbial agents on soil microbial biomass

处理 Treatment	细菌 Bacteria 10 ⁶ CFU/g	真菌 Fungus 10 ⁴ CFU/g	放线菌 Actinomycetes 10 ⁶ CFU/g	总数 Total 10 ⁶ CFU/g
CK	7.03 c	1.43 a	1.72 c	9.28 c
T1	7.63 b	1.33 a	1.83 b	10.09 b
T2	9.70 a	0.95 b	2.50 a	12.35 a
T3	12.80 a	0.93 b	2.93 a	15.86 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

细菌:细菌数量随着微生物菌剂施用数量的增加而增大,T1、T2、T3分别比对照增加8.53%、37.98%、82.08%,T2、T3呈显著增长趋势,T3数量最高,达12.80×10⁶CFU/g,这说明适时、适量增施微生物菌剂对番茄植株根系细菌数量增加有显著的提升作用。

真菌:真菌数量随着微生物菌剂施用数量的增加呈下降趋势,T1、T2、T3分别比对照降低6.99%、33.57%、34.96%,T3处理降幅最大,说明微生物菌剂对土壤真菌有一定的抑制作用,一般认为土壤真菌数量较高不利于植株的生长发育,因此施用微生物菌剂能使真菌数量呈下降趋势,可降低植株的不利生长因素,改善植株土壤微生物群落,使微生物菌群更加趋于合理^[10-11]。

放线菌:放线菌随着微生物菌剂施用数量的增加有一定程度的增加,但增加幅度低于细菌的增幅。T1、T2、T3分别比对照增加6.40%、45.35%、70.35%。T2、T3呈显著增长趋势,T3处理放线菌数量最高,达2.93×10⁶CFU/g,说明适时、

适量增施微生物菌剂对番茄植株根系放线菌数量增加有显著的促进作用。

施用微生物处理对番茄根际微生物数量有一定的影响,各处理微生物总数表现为 $T_3 > T_2 > T_1 > CK$, T_3 处理土壤最优,以细菌为主,占生物群落的 80.71%,其次为放线菌,占 18.47%,真菌占比很小,只占 0.0586%,施用微生物菌剂增加了对设施土壤有利的细菌、放线菌数量,降低了对设施土壤不利的真菌数量,优化了设施土壤菌群结构,改善了设施土壤的微生物环境,增加了对肥料的利用率,促进了植物生长发育。

3 结论与讨论

3.1 不同处理对设施土壤理化性质的影响 土壤速效养分能够很好地反映土壤养分的存在状况。该研究结果表明,处理 T_3 能够提高速效养分在土壤中的积累,0~20 cm 土壤中速效磷较对照增加了 59.32%,速效钾较对照增加了 48.50%,土壤中速效磷、速效钾在河北省设施土壤中属于丰富级别,提高了土壤中对植物的养分供应,保障了植株正常的生长发育。这是因为在施用微生物菌剂后,微生物菌剂含的有效菌能够活化土壤中的固定养分,促进沉积于土壤中难溶性磷、钾的溶解和释放,促进土壤中营养元素转化为植物可吸收的形态,显著提高了速效磷和速效钾的含量,提高了土壤速效养分的供应能力,改善了土壤中养分的供应状况,增加土壤肥力。但试验结果表明对氮肥利用率无明显影响,这可能是解淀粉芽孢杆菌能溶解土壤中难溶解的磷、钾化合物,加速了磷、钾的吸收与利用。同时,微生物菌剂还能产生植物激素类物质,刺激和调节作物生长,能激发土壤中固定的钙、锌等微量元素,使植物生长健壮,营养状况得到改善,使经济作物提高产量,改善品质^[6,12]。

3.2 不同处理对设施土壤微生物量的影响 研究表明,处理 T_3 定植时蘸根+定植时灌溉冲施+膨果期灌根施肥处理对番茄根际微生物数量有一定的影响。 T_3 处理微生物总数最高,细菌、放线菌分别较对照增加了 82.08%、70.35%,真菌数量较对照降低了 34.96%,处理 T_3 设施土壤主要以细菌为主,占生物群落的 80.71%,其次为放线菌占 18.47%,真菌只占 0.0586%,施用微生物菌剂增加了对设施土壤有利的细菌、放线菌数量,降低了对设施土壤不利的真菌数量,优化了

设施土壤菌群结构,改善了设施土壤的微生物环境。这是因为微生物菌剂施入土壤后,微生物菌剂的有益微生物生长繁殖在作物根际土壤微生态系统产生内能,游离功能菌快速繁殖并能形成活力强大的优势种群,土壤中对植株有益的细菌、放线菌数量显著增加,对植株不利的真菌数量明显降低,且随着施用微生物菌剂数量的增加而发生明显变化,优化了土壤微生物种群结构,从根本上改善了植株根系周边的生态结构,使植株土壤根部微生物区系微生态趋于平衡,从而有利于植株根系的正常生长,明显改善了设施土壤微生态环境,提高了土壤活性。综上所述,施用微生物菌剂,在定植时蘸根+定植时灌溉冲施+膨果期灌根施肥处理使土壤中的难溶性磷、钾得到了有效释放,土壤中为植物提供养分的速效磷、速效钾得到了大幅度的提升,提升了设施土壤的肥力,同时,植物根系微生物总数得到了大幅度的提高,为植株生长提供了良好的生长环境,为最佳的施肥处理^[13-14]。

参考文献

- [1] 金圣爱,李俊良. 设施菜地退化土壤修复技术[M]. 北京:中国农业出版社,2017.
- [2] 吴玉娥,姚怀莲,林惠莲,等. 设施蔬菜作物连作障碍研究进展[J]. 中国园艺文摘,2013,29(3):46-48.
- [3] 祝海燕. 过量施肥对设施果菜类蔬菜的影响:以山东省寿光市为例[J]. 中国瓜菜,2018,31(11):50-52.
- [4] 李硕,秦闯,魏欢,等. 设施茄子各生育期施用微生物菌剂对产量及土壤性状的影响[J]. 河北农业大学学报,2019,42(6):65-70.
- [5] 张敏硕,赵英男,杨威,等. 微生物菌剂对张北冷凉坝上地区马铃薯产量、品质及活化土壤磷钾的效果[J]. 水土保持学报,2019,33(3):235-239.
- [6] 张佼,屈锋,朱玉尧,等. 增施有机肥和微生物菌剂对春季杨凌设施番茄产量和品质的影响[J]. 西北农业学报,2019,28(5):767-773.
- [7] 赵英男,耿丽平,李博文,等. 多功能秸秆副腐熟剂对设施番茄产量和品质的影响[J]. 北方园艺,2016(2):42-45.
- [8] 张雅楠,张均,燕香梅,等. 氮肥减施配施菌剂对水稻生长及土壤有效养分的影响[J]. 土壤通报,2019,50(3):655-661.
- [9] 吕军,文庭池,郭坤亮,等. 酒糟生物有机肥和微生物菌剂对土壤微生物数量及高粱产量的影响[J]. 农业现代化研究,2013,34(4):502-506.
- [10] 赵利坤,张英. 作物连作障碍的影响因素及防治对策[J]. 黑龙江农业科学,2013(12):18-20.
- [11] 张绪美,曹亚茹,沈文忠,等. 微生物肥对设施土壤次生盐渍化和番茄生产的影响[J]. 中国土壤与肥料,2019(5):119-126.
- [12] 张志鹏,蔡燕飞,段继贤,等. 复合微生物菌剂在设施黄瓜上的应用效果研究[J]. 安徽农业科学,2020,48(2):168-170.
- [13] 岳明灿,王志国,陈秋实,等. 减施化肥配施微生物菌剂对番茄产质量和土壤肥力的影响[J]. 土壤,2020,52(1):68-73.
- [14] 耿士均,王波,刘刊,等. 专用微生物肥对不同连作障碍土壤根际微生物区系的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):758-764.
- [5] 确性研究[J]. 北京林业大学学报,2017,39(12):1-9.
- [10] 刘志勇,蒋岳新,申志强,等. 利用卫星系统提升我国森林火灾监测能力探讨[J]. 航天器工程,2019,28(6):96-100.
- [11] 舒立福,王明玉,赵凤君,等. 几种卫星系统监测森林火技术的比较与应用[J]. 世界林业研究,2005,18(6):49-53.
- [12] 田国华,杨松. 我国 31 个地区森林火灾时空分布特征[J]. 森林防火,2013(2):10-14.
- [13] 胡海清,魏书精,孙龙,等. 气候变化、火干扰与生态系统碳循环[J]. 干旱区地理,2013,36(1):57-75.

(上接第 144 页)

- [6] 彭徐剑,张惠莲,崔晓,等. 浅谈森林火灾预警体系构建[J]. 森林防火,2017(1):14-15.
- [7] 郑伟,邵佳丽,王萌,等. 多源卫星遥感草原火灾动态监测分析[J]. 自然灾害学报,2013,22(3):54-61.
- [8] 闫德民,李庆阁. 我国森林火灾监测体系现状及展望[J]. 森林防火,2017(3):27-30,54.
- [9] 杨光,宁吉彬,舒立福,等. 黑龙江大兴安岭卫星热点预报森林火灾准