

保水剂对苗期番茄根际土壤微生物数量及土壤酶活性的影响

崔娜^{1,2}, 张玉龙¹, 曲波², 白丽萍², 杨红³

(1. 辽宁省农业资源与环境重点实验室, 沈阳农业大学 土地与环境学院 辽宁 沈阳 110161; 2. 沈阳农业大学 生物科学技术学院 辽宁 沈阳 110161;

3. 沈阳农业大学 植物保护学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:以普通栽培型番茄“辽园多丽”为试材, 采用不同粒径保水剂进行土壤拌施, 研究了其对番茄幼苗根际微生物数量和土壤酶活性的影响。结果表明: 不同粒径保水剂均降低了根际土壤中细菌的数量, 提高了真菌的数量, 大粒和中粒保水剂处理提高了放线菌的数量。不同粒径的保水剂处理均降低了过氧化氢酶的活性, 提高了蔗糖转化酶的活性; 中粒和粉末状的保水剂处理提高了蛋白酶的活性; 大粒和中粒保水剂提高了多酚氧化酶活性; 中粒保水剂处理提高了脲酶的活性。

关键词: 保水剂; 根际; 土壤微生物; 土壤酶

中图分类号: S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)23-0024-03

根际微生态系统是植物—土壤—微生物及其环境条件相互作用的特殊系统, 土壤生物是土壤环境的重要组成部分和物质能量转化的重要因素^[1], 土壤生物学变化主要反映在微生物区系、种群和数量的变化以及酶活性的变化等方面, 是综合评价土壤生态环境质量的重要指标, 与土壤的理化、生物学特性、植物养分的转化、吸收都有着非常密切的关系, 对土壤肥力形成及植物营养转化起着重要作用^[2], 土壤环境的改变势必直接或间接地影响到作物的生长发育。许多地区使用抗旱保水剂提高水分利用率, 取得了较好的节水效果^[3-4], 但保水剂为人工合成的化学物质, 而且粒径大小不同会影响土壤的性质, 土壤性质的变化必然影响作物的生长发育。对不同类型保水剂在生产上使用后增产的效果研究报道较多^[5], 但不同粒径保水剂施用于土壤后对作物根际微生物及土壤酶活性的影响还鲜见报道。该试验研究了不同粒径保水剂土壤拌施后对苗期番茄根际土壤微生物数量和土壤酶活性的影响, 为生产上合理使用保水剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

供试番茄品种为普通栽培型番茄“辽园多丽”, 供试保水剂为聚丙烯酰胺类保水剂, 分为 Tb: 大粒保水剂(粒径 10~20 目)、Tm: 中粒保水剂(粒径 20~40 目)、Tp: 粉末状保水剂(粒径 40~100 目), 均由广州市德一丰生物科技有限公司提供的稷丰保水剂。

试验于 2008 年春季在沈阳农业大学工厂化高效农业工程技术研究中心基地日光温室进行。育苗基质为草炭:蛭石=3:1, 采用 50 孔穴盘育苗, 4 叶 1 心期移栽到 15 cm×25 cm 的营养钵中, 园土:草炭=3:1, 分别混入 0.5% 不同粒径的保水剂, 每钵土重相同。共分为 4 个小区, 3 个不同粒径保水剂小区, 在移栽后浇足水分以后不再补充水分; 一个正常水分供应小区(CK)作对照, 始终保持水分充足。在处理 24 d 取根际土用于根际微生物数量和土壤酶活性的测定, 3 次重复。

1.2 试验方法

根际微生物的取样和分离培养方法: 参照王茹华的方法^[6]略有改动, 采用洗涤法取样, 剪下抖土后的植株根系, 每个处理从 3 株根上取须根共约 2 g, 放入装有 100 mL 无菌水的三角瓶中, 在振荡器上振荡 30 min, 将三角瓶内水溶液摇匀后即成根际土壤悬浮液。为了在培养皿中得到适量的根际微生物, 使结果更加可靠, 每种微生物各设 3 个浓度处理, 细菌使用浓度为原液稀释 3、4、5 倍, 放线菌使用浓度为原液稀释 1、2、3 倍, 真菌使用浓度为原液、原液稀释 1、2 倍。根际真菌、细菌、放线菌分别采用马丁氏培养基、牛肉膏蛋白胨培养基和改良高氏 1 号培养基进行分离, 每次各处理分离 3 种微生物

第一作者简介: 崔娜(1968), 女, 辽宁桓仁人, 博士, 教授, 现从事农业资源利用和发育分子生物学的研究工作。E-mail: syaua@163.com.

基金项目: 国家支撑计划资助项目(2006BA D29B06); 辽宁省教育厅科学技术研究资助项目(2008623); 沈阳农业大学博士后基金资助项目(62658)。

收稿日期: 2010-10-08

每种类群微生物各浓度处理均分离 3 皿(3 次重复)。稀释分离后放入 25 °C 温箱内培养, 每天注意观察菌落生长情况, 选择生长菌落数 10~100 个/皿的浓度及时计数。根际土壤质量采用烘干法测定: 取 1 mL 混匀的土壤悬浮液, 放入蒸发皿内烘干, 计算出 1 mL 土壤悬浮液中根际土壤重量。最后计算出 1 g 干土中根际微生物的数量。土壤酶活性测定方法: 过氧化氢酶、蔗糖转化酶、蛋白酶、多酚氧化酶和脲酶等均采用严积升的方法^[7]。

2 结果与分析

2.1 土壤拌施不同粒径保水剂对番茄幼苗根际微生物数量的影响

从表 1 可看出, 与始终保持充足水分的对照组相

比, 不同粒径保水剂土壤拌施后明显使根际土壤中细菌的数量减少, 减少量依次为大粒保水剂 77.99%、中粒保水剂 43.18%、粉末状保水剂 89.35%; 而大粒和中粒保水剂处理提高了放线菌的数量, 较对照分别增加了 12.89% 和 22.59%; 3 种粒径的保水剂处理均提高了真菌的数量, 增幅依次为大粒保水剂处理 82.50%、中粒保水剂为 29.68%、粉末状保水剂为 72.23%。说明土壤拌施不同粒径保水剂对苗期番茄根际土壤的微生物数量和种类产生了影响。3 种粒径的保水剂处理组的 B/F 和 A/F 值均小于对照组, 但以中粒保水剂处理组最高, 说明中等粒径的保水剂土壤处理在维持根际土壤微生物多样性方面具有较积极的作用。

表 1 土壤拌施保水剂对番茄幼苗根际土壤微生物数量的影响 $\times 10^5 \text{ g}^{-1} \text{ DM}$

处理	细菌(B)	放线菌(A)	真菌(F)	B/F	A/F
CK	166 666.67aA	7 477.48aA	15.77bB	474	10 568
Tb	36 690.65cC	8 441.25aA	28.78bA	293	1 275
Tm	94 696.97bB	9 166.67aA	20.45abB	448	4 631
Tp	17 746.91cC	3 533.95bB	27.16aB	130	653

注: 同列不同大小写字母分别表示在 0.01 或 0.05 水平上差异显著。

2.2 土壤拌施不同粒径保水剂后番茄幼苗根际真菌种类的变化

3 种粒径的保水剂处理组的真菌数量均较对照组多(表 1), 其真菌种类与对照组相比也有一定区别, 优势种主要有拟青霉属(*Paecilomyces*)、镰刀属(*Fusarium*)、枝顶孢属(*Acremonium*)、青霉属(*Penicillium*)、曲霉属(*Acremonium*)等。但二者的主要类群差别不大, 主要是拟青霉属(*Paecilomyces*)、镰刀属(*Fusarium*)、枝顶孢属(*Acremonium*)、青霉属(*Penicillium*)等。区别之处在于对照组中还有金孢属(*Chrysosporium*), 而保水剂处理组则有曲霉属(*Acremonium*)。

2.3 土壤拌施不同粒径保水剂对番茄幼苗根际土壤酶活性的影响

土壤酶主要来自微生物和植物根系分泌等途径, 此外还有土壤动物和植物残体的释放, 各种酶在土壤中的积累与土壤微生物及植物根系的生命活动有关。过氧

化氢酶具有分解土壤中对植物有害的过氧化氢物的作用, 从而防止对植物体的毒害作用; 多酚氧化酶是净化土壤有毒污染物的主要氧化还原酶类; 土壤脲酶和蛋白酶参与土壤氮素转化, 为作物生长提供氮源; 蔗糖酶是土壤中参与碳循环的一种重要酶, 可促进蔗糖水解生成葡萄糖和果糖, 对增加土壤的可溶性营养具有重要作用^[8]。由表 2 可知, 不同粒径保水剂处理与对照组相比, 降低了过氧化氢酶的活性, 提高了蔗糖转化酶的活性。中粒和粉末状保水剂处理提高了蛋白酶的活性。大粒和中粒保水剂处理提高了多酚氧化酶的活性。中粒保水剂处理提高了脲酶的活性。综合来看, 中粒保水剂处理使蔗糖转化酶、蛋白酶、多酚氧化酶和脲酶的活性都能够提高, 可能有利于氮素和碳素的循环和转化, 帮助净化土壤中有毒的污染物, 但由于降低了过氧化氢酶的活性, 可能降低了对过氧化物的降解能力。

表 2 土壤拌施保水剂对番茄幼苗根际土壤酶活性的影响

处理	过氧化氢酶	蔗糖转化酶	蛋白酶	多酚氧化酶	脲酶
CK	0.4409a	1.0504bA	10.5658abA	9.7404bA	218.14aA
Tb	0.4207ab	1.2125abA	10.0976bA	10.3272aA	208.23bA
Tm	0.4086ab	1.5002aA	10.9170abA	10.50575aA	231.86bA
Tp	0.3722b	1.1075bA	11.7364aA	9.4087bA	208.23bA

3 讨论

土壤微生物和土壤酶是土壤有机物转化的执行者, 是植物营养元素的活性库^[9-10]。土壤微生物多样性能敏感地反应生态系统的功能演变, 揭示土壤微生物种类和功能的差异^[11-12], 其变化也与酶活性密切相关^[8]。土壤生态环境中, 微生物群落多样性和活性受许多环境因子

的影响^[3], 该试验在土壤中拌施保水剂虽然提高了水分的利用率, 达到了节水的目的, 促进了番茄幼苗的生长发育, 但作为人工合成的聚丙烯酰胺类物质, 不可避免地要对土壤的生态环境产生影响, 并且粒径不同的保水剂会对土壤的固、液、气组成产生不同程度的影响, 从而影响微生物的活动和土壤酶的活性。该研究结果显示, 不同

粒径的保水剂土壤拌施后影响了番茄幼苗根际土壤中微生物的数量、种类和土壤酶的活性。根际土壤中细菌和真菌的比值及放线菌和真菌的比值显示,保水剂处理较充足水分处理组略微降低了土壤地力^[14]。但综合来看,中粒保水剂适合土壤拌施,能提高放线菌、真菌数量,提高蔗糖转化酶、蛋白酶、多酚氧化酶和脲酶等的活性,可能会对根际微生物的多样性和土壤地力产生积极地影响。但是,植物根际分泌物对微生物提供重要的营养和能量物质,其成分和含量影响根际微生物的数量和种类^[15-16],因此不同粒径保水剂处理对根际分泌物的影响还有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] 胡亚林,汪思龙,颜绍道.影响土壤微生物活性与群落结构因素研究进展[J].土壤通报,2006,37(1):170-176.
- [2] 田春杰,陈家宽,钟扬.微生物系统发育多样性及其保护生物学意义[J].应用生态学报,2003,14(4):609-612.
- [3] 李能英.节水农业新技术[M].南昌:江西科学技术出版社,1998,8-13.
- [4] 杜建军,王新爱,廖宗文,等.不同肥料对高吸水性树脂吸水倍率的影响及养分吸持研究[J].水土保持学报,2005,19(4):27-31.
- [5] 武继承,郑惠玲,史福刚,等.不同水分条件下保水剂对小麦产量和水分利用的影响[J].华北农学报,2007,22(5):40-42.
- [6] 王茹华,周宝利,张启发,等.嫁接对茄子根际微生物种群数量的影响

- [J].园艺学报,2005,32(1):124-126.
- [7] 严昶升.土壤肥力研究方法[M].北京:农业出版社,1988.
- [8] 杨万勤,王开运.土壤酶研究动态与展望[J].应用与环境生物学报,2002,8(5):564-570.
- [9] Klemetsson L, Berg P, Clarholm M. Microbial nitrogen transformation in the root environment of barley [J]. Soil Biol Biochem, 1987, 19(3):551-558.
- [10] Singh J S, Raghubanshi A S, Srivastava S C. Microbial biomass as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna [J]. Nature, 1989, 338:499-500.
- [11] Jacek K, Jan K E. Response of the bacterial community to root exudates in soil polluted with heavy metals assessed by molecular and cultural approaches [J]. Soil Biol Biochem, 2000, 32(10):1405-1417.
- [12] Kell J J, Tate R L. Effects of heavy metal contamination and remediation on soil microbial communities in the vicinity of a zinc smelter [J]. Journal Environment Quality, 1998, 27(3):609-617.
- [13] 肖春玲,邹小明,李文芳,等.大棚辣椒和小白菜根际土壤微生物的研究[J].江苏农业科学,2008(1):223-224.
- [14] Bailey V L, Smithand J L, Bolton H. Fungal-to-bacterial ratios in soils investigated for enhanced C sequestration [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2002, 34:997-1007.
- [15] 王茹华,张启发.浅析植物根系分泌物与根际微生物的相互作用关系[J].土壤通报,2007,38(1):167-170.
- [16] Sojka R E, Entry J A, Fuhmann J J. The influence of high application rates of polyacrylamide on microbial metabolic potential in an agricultural soil [J]. Applied Soil Ecology, 2006, 32(2):243-252.

Effects of Super Absorbent Polymers on Soil Microbe Amounts and Enzyme Activities of Rhizosphere in Tomato Seedling

CUI Na^{1,2}, ZHANG Yu-long¹, QU Bo², BAI Li-ping², YANG Hong³

(1. Liaoning Key Laboratory of Agricultural Resources and Environment, College of Land and Environment, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Biological Science and Technology College, Shenyang, Liaoning 110161; 3. College of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: Tomato cv. "Liaoyuanduoli" was cultivated in order to study the effects on soil microbe amounts and enzyme activities of rhizosphere in tomato seedling by super absorbent polymers (SAP) with different granularity. The results showed that the soil bacteria amounts of rhizosphere were decreased by super absorbent polymers with different granularity, while fungus were increased. Actinomyces amounts were raised by the slightly larger particle size and medium granularity of SAP. Catalase activities were reduced by SAP with different granularity, meanwhile saccharase activities were enhanced. Protease activities were increased by medium granularity and powder of SAP. Polyphenoloxidase activities were enhanced by the slightly larger particle size and medium granularity of SAP. Urease activities were only increased by medium granularity of SAP.

Key words: super absorbent polymers (SAP); rhizosphere; soil microbes; soil enzyme