

石榴根区土壤微生物分布及酶活性分析

张德刚, 刘艳红, 董木星, 李 河

(红河学院 生命科学与技术学院, 云南 蒙自 661100)

摘 要: 对云南蒙自石榴园根区土壤不同深度、不同水平距离的微生物分布与酶活性进行研究, 探索石榴种植的致病因素。结果表明: 在垂直方向上, 土壤微生物量与土壤酶活性随土层厚度增加而呈减少的趋势, 微生物主要集中在 0~40 cm 土层之中, 而 40~80 cm 土层含量较少。0~40 cm 土层与 40~80 cm 土层之间差异显著。在水平方向上, 土壤微生物与土壤酶活性表现为距树基处较近的 0~50 cm 范围内较高, 离树基处较远的地方较低, 但是统计结果显示, 除真菌、放线菌在距根 0~50 cm 与距根 50~200 cm 之间差异显著外, 细菌、土壤脲酶、脱氢酶和蔗糖酶各水平距离之间差异不显著。相关分析发现微生物含量与酶活性之间有较高的相关性。

关键词: 石榴; 根区; 土壤微生物; 土壤酶活性

中图分类号: S 665.454.38⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)08-0008-03

在长期的果树生产中, 同一块土地上进行同一种果树的更新换茬, 会出现果树生长不良、病虫害严重、产量和品质下降的现象, 这种现象被称为重茬障碍^[1]。过去人们认为重茬障碍主要是由非生物因素引起的, 如过高或过低的 pH 值、植物毒素、土壤营养的不平衡、重金属的污染、不良的土壤结构和灌溉方式、寒冷或干旱胁迫等。有研究发现, 随着作物栽培时间的延长, 寄居在土壤中的微生物群落系统从一个适合作物生长的生物系统转变为能引起重茬障碍的生物系统^[2]。土壤生物学性质能敏感地反映出土壤质量的变化, 是土壤质量评价不可缺少的指标^[3]。在土壤生物学指标中应用最多的是土壤微生物指标^[4]。土壤酶参与土壤中许多重要的生物化学过程, 也是评价土壤肥力和土壤生态环境质量的重要生物学指标之一^[5-7]。

云南省蒙自县栽种石榴已有 700 a 以上的历史, 在 20 世纪 80 年代末得到了大面积推广。近年来, 石榴枯萎病在蒙自县呈逐年加重的趋势, 发病果园土壤中病原菌为优势种群, 要从根本上解决该病害, 应考虑果园土壤生态系统的修复或重建^[8]。试验选择该地区石榴园, 以石榴树根区不同部位的土壤为研究对象, 通过对土壤微生物数量和酶活性变化特征的研究, 探索石榴种植障碍的致病因素, 以期今后的研究及石榴园的管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用土壤样品采集于云南省蒙自县石榴园, 云南省蒙自县因石榴连片种植面积达 6 300 hm² 居全国前列, 每年实现产量 6 万 t, 为中国最高, 于 2005 年被誉为“中国石榴之乡”^[9]。所选石榴园石榴树龄在 20 a 以上, 采样于 2009 年 9 月进行。采样时在每一片区随机选 3 棵石榴树, 沿每棵石榴树对角线(与株距垂直), 水平方向以树干基部为中心, 向外每 50 cm 为 1 个采样段, 分 4 段; 垂直方向从表层向下每 20 cm 为 1 个采样段, 分 4 段取土, 其中, 水平方向向外 50 cm 和 100 cm 仅采集 0~20、20~40 cm 土样。每棵树采集 12 份土样, 用四分法将采集的土样进行取舍, 直至剩下的土样约为 1 000 g 左右为止。将土样分成 2 份, 一份在 2℃ 冰箱保存, 迅速进行三大类群微生物分析, 另一份去杂、风干、磨细过 1 mm 筛后进行各类土壤酶活性的测定。在石榴园选择土壤质地、施肥习惯基本相同的 4 个片区分别采样。

1.2 试验方法

土壤微生物数量的测定: 采用稀释平板法进行培养计数, 细菌用牛肉膏蛋白胨培养基, 真菌用马丁氏培养基, 放线菌用高氏一号培养基。土壤酶活性的测定: 脲酶采用苯酚一次氯酸钠比色法, 蔗糖酶采用 3,5-二硝基水杨酸比色法, 脱氢酶 TTC 法^[10]。试验所得数据采用 SPSS 11.5 软件进行方差分析、多重比较和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 石榴根区垂直方向土壤微生物类群数量和酶活性

由表 1 可以看出, 石榴根区土壤微生物以细菌占优势, 达到 96.27% 以上, 放线菌与真菌数量较少, 仅占总

第一作者简介: 张德刚(1977-), 男, 硕士, 讲师, 现主要从事植物营养与环境的科研工作。E-mail: zhangdg2000@163.com。

基金项目: 云南省教育厅重点科研基金资助项目(09Z0093); 红河学院博硕科研基金资助项目(xss08016); 红河学院 A 类校级重点建设学科资助项目(071010)。

收稿日期: 2010-01-08

数的 3.73%以下。从垂直方向上看,不同土壤层中不论是细菌、放线菌还是真菌都表现为随土层厚度增加而减少的趋势,微生物主要集中在 0~40 cm 土层之中,而 40~80 cm 土层含量较少。0~40 cm 土层与 40~80 cm 土层之间差异显著。0~20 cm 土层与 20~40 cm 土层只有放线菌差异显著,40~60 cm 土层与 60~80 cm 土层差异均不

显著。
根区土壤酶活性也表现为随土层厚度增加活性降低的趋势。基本上 0~40 cm 土层与 40~80 cm 土层差异显著。0~20 cm 土层与 20~40 cm 土层只有脱氢酶差异显著。40~60 cm 土层与 60~80 cm 土层差异均不显著。

表 1		石榴根区垂直方向土壤微生物类群数量和酶活性					
Table 1		Soil microbe strains amount and enzyme activities in the vertical direction					
垂直方向 Vertical/cm	样品数 Samples	微生物量 Microbe strains amount			土壤酶活性 Soil enzyme activities		
		细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	脱氢酶 Dehydrogenase	蔗糖酶 Invertase	脲酶 Urease
		/×10 ⁶ cfu·g ⁻¹	/×10 ⁴ cfu·g ⁻¹	/×10 ⁴ cfu·g ⁻¹	/μg·g ⁻¹ ·d ⁻¹	/mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹ /NH ₃ -N	mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹
0~20	16	5.93±1.26 a	4.76±2.00 a	4.97±1.52 a	7.98±1.46a	21.07±10.48 a	1.22±0.32 a
20~40	16	5.23±1.22 a	5.37±1.30 a	3.66±1.13 b	6.30±1.44b	13.73±10.92 ab	1.19±0.41 a
40~60	12	1.70±0.39 b	1.08±0.40 b	0.54±0.19 c	4.65±1.32 c	8.28±11.30 bc	0.85±0.26 b
60~80	12	1.37±0.53 b	0.29±0.07 b	0.35±0.07 c	3.61±1.31 c	4.77 ±8.05 c	0.62±0.35 b

注:表中数值表示为平均值±标准差。不同小写字母表示 0.05 水平下差异显著。下同。
Note: The table values expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicated significant difference level of 0.05 the same below.

2.2 石榴根区水平方向土壤微生物类群数量和酶活性
表 2 为根区水平方向土壤微生物类群数量和酶活性统计结果。由表 2 可以看出,从水平方向上看,土壤微生物与土壤酶活性表现为距根较近的 0~50 cm 范围内较

高,但是统计结果显示,除真菌、放线菌在距根 0~50 cm 与距根 50~200 cm 之间差异显著外,其它指标及其它距离差异不显著。

表 2		石榴根区水平方向土壤微生物类群数量和酶活性					
Table 2		Soil microbe strains amount and enzyme activities In the horizontal direction					
垂直方向 Vertical/cm	样品数 Samples	微生物量 Microbe strains amount			土壤酶活性 Soil enzyme activities		
		细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	脱氢酶 Dehydrogenase	蔗糖酶 Invertase	脲酶 Urease
		/×10 ⁶ cfu·g ⁻¹	/×10 ⁴ cfu·g ⁻¹	/×10 ⁴ cfu·g ⁻¹	/μg·g ⁻¹ ·d ⁻¹	/mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹	/NH ₃ -N mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹
0~50	8	5.04±1.53 a	6.85±0.99 a	4.81±1.11 a	6.06±1.18 a	17.89±12.47 a	1.17±0.48 a
50~100	16	3.47±2.17 a	3.21±2.52 b	2.76±2.66 b	5.95±2.26 a	13.15±13.35 a	1.03±0.38 a
100~150	16	3.53±2.15 a	2.77±2.26 b	2.24±2.06 b	5.97±2.26 a	9.63±9.25 a	1.02±0.42 a
150~200	16	3.94±2.68 a	1.74±1.52 b	1.89±1.76 b	5.52±2.44 a	12.87±12.28 a	0.87±0.40 a

2.3 土壤酶活性与微生物数量的相关性分析
很多研究认为,土壤微生物含量与各种酶活性之间有较高的相关性^[11]。该研究结果经过软件进行简单相关性分析(表 3)后发现,细菌、真菌和放线菌均分别与脲酶和脱氢酶呈极显著正相关;细菌与蔗糖酶呈正相关但不显著,真菌与蔗糖酶呈显著正相关,放线菌与蔗糖酶呈极显著正相关。总体上,表现出微生物含量与酶活性之间有较高的相关性。

状态下的生化过程,而微生物种群的生命周期中不同阶段存在特定的土壤酶,甚至还存在非生物酶,因而土壤酶与微生物等土壤性质不一定具备很好的相关性。

3 讨论

连作所引起的土壤理化性状的改变及作物根系分泌物和残茬在土壤中的长期存留均可导致土壤微生物的变化,影响作物的生长,导致连作障碍^[12]。石榴园长期的单一种植和清耕,对土壤微生物数量和酶活性在石榴树根区的空间分布有很大影响。

结果表明,土壤微生物数量和酶活性在石榴根区有一定的变化特征:在垂直方向上,土壤微生物量与土壤酶活性随土层厚度增加而减少,微生物主要集中在 0~40 cm 土层之中,而 40~80 cm 土层含量较少。0~40 cm 土层与 40~80 cm 土层之间差异显著。在水平方向上,土壤微生物与土壤酶活性表现为距树基处较近的 0~50 cm 范围内较高,离树基处较远的地方较低,但是统计结果显示,除真菌、放线菌在距根 0~50 cm 与距根 50~200 cm 之间差异显著外,细菌、土壤脲酶、脱氢酶和蔗糖酶各水平距离之间差异不显著。相关分析发现细菌、真

表 3 土壤酶活性与微生物类群数量的相关关系			
Table 3 Correlation between soil enzyme activity and microbe strains amount			
相关因子 Correlation factor	脲酶 Urease	蔗糖酶 Invertase	脱氢酶 Dehydrogenase
细菌 Bacteria	0.562 **	0.263	0.662 **
真菌 Actinomycetes	0.514 **	0.279 *	0.502 **
放线菌 Fungi	0.584 **	0.660 **	0.732 **

注: *表示 $P<0.05$ 显著相关 **表示 $P<0.01$ 极显著相关。
Note: *Correlation is significant at the 0.05 level ** Correlation is significant at the 0.01 level .

但是,土壤酶活性由于是在人工培育条件下测定的,只能反映土壤潜在的生物活性,不能完全表达自然

菌和放线菌均分别与脲酶和脱氢酶呈极显著正相关;细菌与蔗糖酶呈正相关但不显著,真菌与蔗糖酶呈显著正相关,放线菌与蔗糖酶呈极显著正相关。此结果与赵国栋等研究苹果根区土壤微生物分布及土壤酶活性结果、与司美茹等^[13]研究菜田土壤微生物区系的结果有相同也有不同。总体上,果园土壤微生物仍以细菌占绝对优势,其次为放线菌和真菌,土壤各类微生物主要集中在0~20 cm和20~40 cm的土层中,并且随着土层加深呈递减趋势。土壤酶活性也表现为在0~20 cm和20~40 cm的土层中较高,随着土层加深呈递减趋势。土壤酶活性与土壤微生物之间具有极显著正相关性。有研究表明,土壤表层积累了腐殖质,有机质含量高,有充分的营养源以利于微生物的生长,加之表层水热条件和通气状况好,利于微生物的生长和繁殖,因而使表层的土壤酶活性较高。随着土壤剖面的加深,土壤环境条件变差,不利于土壤酶活性的增加,所以酶活性较低^[13]。

参考文献

- [1] 肖宏,毛志泉,于明革,等.连作土与灭菌土对平邑甜茶幼苗生长发育的影响[J].果树学报,2004,21(4):370-372.
- [2] 赵国栋,赵政阳,樊红科.苹果根区土壤微生物分布及土壤酶活性研

究[J].西北农业学报,2008,17(3):205-209.

- [3] 黎宁,李华兴,朱凤娇,等.菜园土壤微生物生态特征与土壤理化性质的关系[J].应用生态学报,2006,17(2):285-290.
- [4] 路鹏,苏以荣,牛铮,等.土壤质量评价指标及其时空变异[J].中国生态农业学报,2007,15(4):190-194.
- [5] 刘恩科,赵秉强,李秀英,等.长期施肥对土壤微生物量及土壤酶活性的影响[J].植物生态学报,2008,32(1):176-182.
- [6] 李美茹,李世奇,黄瓜大棚土壤肥力与土壤酶活性关系初探[J].北方园艺,2008(9):66-68.
- [7] 邓丰产.果园生草的生态效应及在果树上的应用[J].北方园艺,2009(1):133-136.
- [8] 邓吉,陆进,李健强,等.石榴枯萎病发生危害与防治初步研究[J].植物保护,2006,32(6):97-101.
- [9] 中国南方果树信息中心.蒙自县荣获“中国石榴之乡”称号[J].果业快讯,2004(4):31.
- [10] 姚槐应,黄昌勇.土壤微生物生态学及其试验技术[M].北京:科学出版社,2006:186-188.
- [11] O'Donnell P J, Calvert C, Atzorn R, et al. Ethylene as a signal mediating the wound response of tomato plants[J]. Science, 1996, 274: 1914-1917.
- [12] 刘峰,温学森.根系分泌物与根际微生物关系的研究进展[J].食品与药品,2006(9):37-40.
- [13] 司美茹,赵云峰.不同种植年限菜田土壤微生物区系的研究[J].微生物学杂志,2009,29(2):71-76.

Study on Soil Microorganism Distribution and Enzyme Activities of Pomegranate Root Area

ZHANG De-gang, LIU Yan-hong, DONG Mu-xing, LI He

(College of Life Science and Technology, University of Honghe, Mengzi, Yunnan 661100)

Abstract: This paper studied on the research about the microbe distribution and the enzyme activity in different depths and plots of the soil in the pomegranate garden which locate the countryside of Mengzi of Yunnan province. The results showed that in the vertical direction, microbial biomass and enzyme activities were declining as the layer thickness of soil was increasing. Microbes concentrated in the soil layer of 0~40 cm, less distributing among the layer of 40~80 cm. There were significant differences between the layer of 0~40 cm soil and the layer of 40~80 cm. In the horizontal direction, the distribution of microbial biomass and enzyme activities were higher at the around range of 0~50 cm away from the tree base. Statistical results also showed that, in addition to, the difference of distribution of fungi, actinomycetes were also significant differences between the range of 0~50 cm and 50~200 cm away from the root, but the difference of bacteria, soil urease, Dehydrogenase and Invertase was not significant. Correlation analysis revealed that had significant positive correlation between soil microorganisms and enzymes.

Key words: pomegranate; root area; soil microbe; soil enzymatic activity