

杜俊卿. 接种丛枝菌根真菌对不同绿化植物根际微环境的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(18): 149–152.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.18.037

接种丛枝菌根真菌对不同绿化植物根际微环境的影响

杜俊卿

(呼和浩特职业学院生物化学工程学院, 内蒙古呼和浩特 010051)

摘要:为改善城市绿化土壤环境、提升绿化苗木的栽培效率,以常见绿化植物大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药为试验材料,采用盆栽试验研究丛枝菌根真菌(AM 真菌)接种对不同绿化植物根际微环境的影响。结果表明,5 种不同绿化植物接种后均会发生侵染,法国冬青侵染率最大,达到 72.1%;接种 AM 真菌后,不同绿化植物 pH 值均显著下降;接种 AM 真菌的绿化植株根际土壤微生物数量较对照显著增加,法国冬青中细菌、真菌、放线菌增加幅度最大,分别为 56.54%、70.83%、72.51%;接种 AM 真菌的植株根际土壤酶活性较对照显著增加,法国冬青磷酸酶、蛋白酶、脱氢酶、蔗糖酶增加幅度最大,分别为 18.95%、43.64%、41.46%、17.17%;接种组植株根际土壤养分含量较对照显著增加,法国冬青有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量增幅最大,分别为 10.63%、11.51%、5.99%、9.87%;接种组植株生物量较对照显著增加,法国冬青株高、地径、总干质量增幅最大,分别为 23.29%、41.07%、26.73%。这说明丛枝菌根真菌可改善绿化植物的根际微环境,提高土壤肥力,从而促进绿化植物生长发育。

关键词:丛枝菌根真菌;根际微环境;绿化植物;土壤;微生物;养分;生长发育

中图分类号: S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)18-0149-04

丛枝菌根真菌(arbuscular mycorrhizae, 简称 AM 真菌)是土壤中分布最广泛的一类真菌,类型丰富,可与大多数植物结合形成互惠共生体—丛枝菌根^[1-3]。关于丛枝菌根的生物学效应,前人在小麦^[4]、紫苜蓿^[5]、甜椒^[6]、南方红豆杉^[7]、翅果油树^[8]、红花^[9]、枳椇^[10]、紫穗槐^[11]等植物上进行了大量的研究,认为丛枝菌根可降低植株根际的 pH 值,改善土壤微环境,提升土壤养分含量,促进作物生长和增强抗逆性。大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药是最常见的城市绿化植物,在城市环境美化中发挥着非常重要的作用,为人们提供了文明、健康的生活、学习及工作环境。近年来,随着城市化建设的飞速发展,城市绿化土壤生态环境日益恶化,对绿化植株生长产生了严重的影响,如何改善绿化土壤生态环境已成为当务之急。大量研究表明,丛枝菌根可改善土壤环境,促进植株

生长,提升植株抗逆性,但相关研究大都集中在作物栽培等方面,而关于丛枝菌根真菌对绿化植物根际微环境的影响尚未见相关报道。因此,本试验以常见的绿化植物大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药为材料,研究 AM 真菌接种对不同绿化植物生物量和根际土壤微环境的影响,并初步对 AM 真菌促进绿化植物生长的机理进行探讨,以期改善城市绿化土壤环境、促进绿化植物生长提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物为常见的城市绿化植物:大叶女贞(*Ligustrum lucidum*)、法国冬青(*Viburnum odoratissimum*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、三叶草(*Galium odoratum*)、芍药(*Paeonia lactiflora*)。供试 AM 菌种为摩西球囊霉菌(*Glomus mosseae*),由北京市农林科学院丛枝菌根真菌种质库提供。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2016 年 3 月 20 日开始实施,选购长势一致的大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草及芍药幼苗各

收稿日期:2017-03-20

基金项目:内蒙古自治区教育厅项目(编号:NJZY16451)。

作者简介:杜俊卿(1975—),女,内蒙古太仆寺旗人,硕士,讲师,研究方向为园艺作物栽培。E-mail:dujunqing7511@163.com。

[27] 黄升谋. 干旱对植物的伤害及植物的抗旱机制[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(22): 10370–10372.

[28] 龚明. 作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价[J]. 云南农业大学学报, 1989, 4(1): 73–81.

[29] 胡荣海. 农作物抗旱鉴定方法和指标[J]. 作物品种资源, 1986, 8(4): 36–39.

[30] Yang S L, Lan S S, Gong M. Hydrogen peroxide-induced proline and metabolic pathway of its accumulation in maize seedlings[J]. Journal of Plant Physiology, 2009, 166(15): 1694–1699.

[31] 赵江涛, 李晓峰, 李航, 等. 可溶性糖在高等植物代谢调节中的生理作用[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(24): 6423–6425, 6427.

[32] 宋英淑, 尹田夫, 王以芝, 等. 大豆对于干旱胁迫的抗性效应[J].

大豆科学, 1987, 6(4): 277–282.

[33] 陆茂林. 水分胁迫下小麦品种间几类渗透调节物质积累的比较[J]. 云南农业大学学报, 1987, 2(2): 107–122.

[34] Westoby M, Wright I J. Land-plant ecology on the basis of functional traits[J]. Trends in Ecology and Evolution, 2006, 21(5): 261–268.

[35] Felsenstein J. Phylogenies and the comparative method[J]. The American Naturalist, 1985, 125(1): 1–15.

[36] Swenson N G. Functional and phylogenetic ecology in R[M]. New York: Springer-Verla, 2014: 147–150.

[37] 孟婷婷, 倪健, 王国宏. 植物功能性状与环境 and 生态系统功能[J]. 植物生态学报, 2007, 31(1): 150–165.

40 株,分别定植于花盆中,每盆定植 1 株,栽培基质为沙:蛭石:绿化土壤=1:1:1 的混合基质。每种植物试验中共设置 2 个处理,即分别于定植时单株接种 AM 真菌接种物 15 g 和接种灭菌的 AM 真菌接种物 15 g,每处理各重复 20 次。试验期间,给予各处理植株正常的水肥管理,定植 180 d 后,分别进行各指标测定。

1.2.2 测定指标及方法 绿化植物菌根侵染率采用 Phillips 等的方法进行测定,菌根侵染率=侵染菌根段数/检测菌根段数 $\times 100\%$;绿化植物生物量测定主要测定植物的株高、地径及总生物量干质量;根际土壤采样方法为:将整个植株从培养基中连根取出,将根系表面的土壤轻轻抖落,然后用试管刷将紧密黏附在根系周围的土壤轻轻刷下并收集,作为根际土壤用于后续研究。绿化植物根际土壤 pH 值测定采用去离子水浸提法测定;绿化植物根际土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量分别采用外加热重铬酸钾容量法、碱解扩散法、碳酸氢钠提取-钼锑抗比色法、乙酸铵提取-火焰光度法测定;绿化植物根际土壤酸性磷酸酶、脲酶及蛋白酶活性分别用磷酸苯二钠比色法、靛酚比色法及茚三酮法进行测定;绿化植物根际细菌、真菌、放线菌数量测定采用稀释平板法,培养基分别为牛肉膏蛋白胨培养基、孟加拉红培养基和改良高氏一号培养基。

1.2.3 数据处理 试验数据用 Excel 2010 进行整理及作图,用 SPSS 18.0 软件进行差异显著分析。

2 结果与分析

2.1 接种 AM 真菌后不同绿化植物的菌根侵染率

5 种不同绿化植物经 AM 真菌接种 180 d 后,根际土壤中均发现有大量的菌丝生成,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药的菌根侵染率分别达到 58.3%、72.1%、68.2%、48.6%、50.26%,对照无菌根产生,差异显著(图 1)。这说明 AM 真菌接种可显著提升绿化植物的菌根侵染率,侵染率水平与植物种类有关。

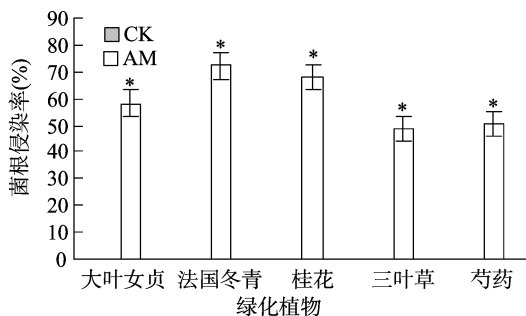


图1 接种 AM 真菌后不同绿化植物的菌根侵染率

2.2 接种 AM 真菌对不同绿化植物根际土壤 pH 值的影响

根际土壤 pH 值是根际微环境的重要因素,通过影响土壤微生物群落结果、土壤酶活性及矿质元素形态等来对植物的生长发育产生影响。5 种不同绿化植物经 AM 真菌接种过后,植物根际土壤的 pH 值显著降低,其中法国冬青下降幅度最大,达到 8.21% (图 2)。这表明接种 AM 真菌可显著降低绿化植物根际土壤的 pH 值,下降幅度可能与菌根侵染率和植物种类存在一定相关性。

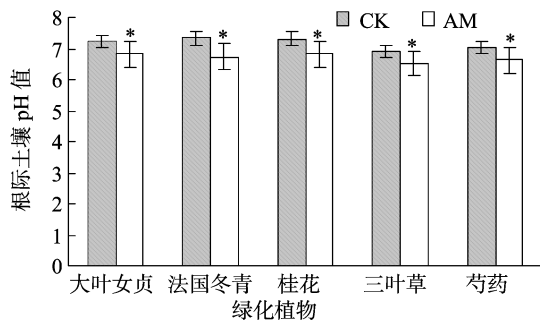


图2 接种 AM 真菌对不同绿化植物根际土壤 pH 值的影响

2.3 接种 AM 真菌对不同绿化植物根际微生物数量的影响

细菌是土壤中数量最多、分布最为广泛的微生物,有自养细菌和异养细菌两大类型,常见的有固氮菌、硝化细菌、硫化细菌、溶磷细菌等,对土壤肥力和活性有显著影响。AM 真菌接种后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药根际土壤中细菌的数量分别较对照增加 30.94%、56.54%、33.92%、30.85%、46.58%,均达到显著差异水平(图 3-a)。这说明接种 AM 真菌可显著增加绿化植物根际土壤的细菌数量。真菌在土壤中类型众多、分布广泛,具有分解有机质、促进碳氮循环等重要功能,常见的有根表真菌、菌根真菌等,对土壤肥力和活性影响显著。AM 真菌接种后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药根际土壤中放线菌的数量分别较对照增加 41.27%、70.83%、57.35%、44.38%、45.70%,均达到显著差异水平(图 3-b)。这说明接种 AM 真菌可显著增加绿化植物根际土壤的真菌数量。放线菌在土壤中广泛分布,主要以孢子或菌丝状态存在,属异养型微生物,具有分解有机物,促进物质循环及改善土壤团粒结构等重要功能,对于土壤肥力和活性影响显著。AM 真菌接种后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药根际土壤中放线菌的数量分别较对照增加 47.83%、72.51%、39.71%、42.67%、44.36%,均达到显著差异水平(图 3-c)。这说明接种 AM 真菌可显著增加绿化植物根际土壤的放线菌数量。综上所述,绿化植物接种 AM 真菌后,可显著增加植物根际土壤的微生物数量。

2.4 接种 AM 真菌对不同绿化植物根际土壤酶活性的影响

磷酸酶是土壤中一类非常重要的水解酶,它可将有机磷化合物进行分解形成可供植物直接利用的磷素形态,对植物磷营养吸收具有非常重要的作用。从表 1 可以看出,接种 AM 真菌后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药根际土壤磷酸酶活性分别较对照增强 14.16%、20.39%、17.80%、14.85%、16.02%,均达到显著差异水平。这说明接种 AM 真菌可以显著增强绿化植物根际土壤磷酸酶活性,其原因可能是接种 AM 真菌致使根际土壤 pH 值显著下降,进而促进根际土壤磷酸酶活性上升。蛋白酶是与土壤中氮素循环紧密相关的酶类,其活性影响植物对氮素的吸收和利用。接种 AM 真菌后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药根际土壤蛋白酶活性分别较对照增强 34.21%、43.64%、38.04%、44.20%、38.33%,均达到显著差异水平。这说明接种 AM 真菌可以显著增强绿化植物根际土壤的蛋白酶活性,其原因可能是接种 AM 真菌后微生物数量显著增加,导致根际蛋白酶活性上升。脱氢酶是一类反映土壤微生物群落结构和功能多

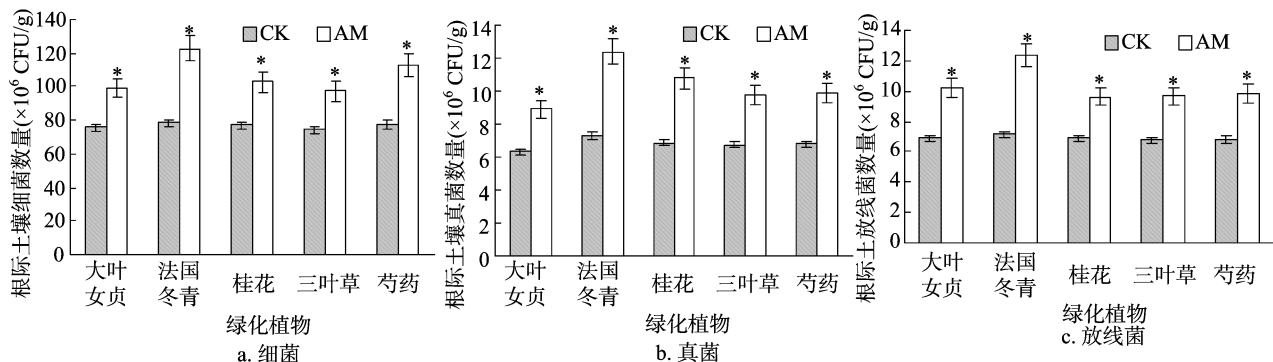


图3 AM 真菌接种对不同绿化植物根际微生物数量的影响

表 1 接种 AM 真菌对不同绿化植物根际土壤酶活性的影响

绿化植物	组别	根际土壤酶活性[mg/(g · d)]			
		磷酸酶	蛋白酶	脱氢酶	蔗糖酶
大叶女贞	CK	3.051	0.532	0.075	0.493
	接种 AM 真菌组	3.483 *	0.714 *	0.102 *	0.548 *
法国冬青	CK	3.124	0.582	0.082	0.501
	接种 AM 真菌组	3.761 *	0.836 *	0.116 *	0.587 *
桂花	CK	3.113	0.552	0.079	0.494
	接种 AM 真菌组	3.667 *	0.762 *	0.109 *	0.546 *
三叶草	CK	3.064	0.543	0.082	0.499
	接种 AM 真菌组	3.519 *	0.783 *	0.109 *	0.573 *
芍药	CK	2.984	0.587	0.073	0.489
	接种 AM 真菌组	3.462 *	0.812 *	0.103 *	0.535 *

注: * 表示同种植物接种 AM 真菌组与 CK 差异显著 ($P < 0.05$)。表 2 同。

样性的重要指标,与土壤有机质的降解密切相关。接种 AM 真菌后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药根际土壤蛋白酶活性分别较对照增强 36.00%、41.46%、37.97%、32.93%、41.10%,均达到显著差异水平。这说明接种 AM 真菌可以显著增强绿化植物根际土壤的脱氢酶活性,其原因可能是绿化植物接种 AM 真菌后,根际土壤的微生物数量显著增加所致。蔗糖酶是别称转化酶,它的功能是促进蔗糖水解生成葡萄糖和果糖,增加土壤中的可溶解养分,为植物生长发育提供能源物质,其活性与土壤中微生物活性及土壤状况有关。接种 AM 真菌后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药根际土壤蛋白酶活性分别较对照增强 11.16%、17.17%、10.53%、14.83%、9.41%,均达到显著差异水平。这说明接种 AM 真菌可以显著增强绿化植物根际土壤的蔗糖酶活性,其原因可能是绿化植物接种 AM 真菌后,根际土壤微生物数量显著增加所致。综上所述,绿化植物接种 AM 真菌可显著增强根际土壤酶活性,增加幅度与菌根侵染率和植物种类有关。

2.5 接种 AM 真菌对不同绿化植物根际土壤养分含量的影响

有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量是反映土壤养分质量的重要指标,直接影响绿化植物的生长发育。大量研究表明,根际丰富的微生物和较高的土壤酶活性有助于提升根际土壤的养分含量。经 AM 真菌接种后,5 种绿化植物根际土壤的有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量较对照显著增加。其中,大叶女贞接种 AM 真菌后根际土壤的有机质、速效氮、

速效磷、速效钾含量分别增加 9.93%、9.86%、5.7%、3.77%;法国冬青接种 AM 真菌后根际土壤的有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量分别增加 10.63%、11.51%、5.99%、9.87%;桂花接种 AM 真菌后根际土壤的有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量分别增加 9.85%、9.02%、4.38%、3.09%;三叶草接种 AM 真菌后根际土壤的有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量分别增加 9.88%、9.07%、2.73%、5.04%;芍药接种 AM 真菌后根际土壤的有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量分别增加 9.92%、8.86%、3.31%、8.04% (图 4)。这表明接种 AM 真菌可显著提升绿化植物根际土壤的养分含量,其原因可能是接种 AM 真菌后,植物根际的微生物数量和土壤酶活性显著提高,进而导致根际土壤养分含量显著增加。

2.6 接种 AM 真菌对不同绿化植物生物量的影响

5 种不同绿化植物接种 AM 真菌 180 d 后,对各植株的株高、地径及总干质量进行测定,结果表明,接种 AM 真菌后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药的株高分别较对照增加 12.73%、23.29%、10.26%、12.10%、8.81%,差异达到显著水平;接种 AM 真菌后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药的地径分别较对照增加 32.02%、41.07%、23.57%、38.46%、19.23%,差异达到显著水平;接种 AM 真菌后,大叶女贞、法国冬青、桂花、三叶草、芍药的总干质量分别较对照增加 12.44%、26.73%、25.68%、12.40%、9.84%,差异达到显著水平。上述结果表明,接种 AM 真菌可显著增加绿化植物的生物量,其原因可能是接种 AM 真菌后,植物根际微生物数量和土壤酶活性显著提高,导致根际土壤养分含量大幅提升,进而促进了绿化植物的生长发育。

3 结论与讨论

目前,关于丛枝菌根对植物生长发育的效应及其机制已有大量的研究,如袁丽环等采用温室盆栽试验的方法研究了丛枝菌根接种对翅果油树幼苗根际微环境的影响,结果表明,接种 AM 真菌的翅果油树幼苗根际土壤 pH 值显著下降,根际土壤的细菌、放线菌、固氮菌等土壤微生物数量,磷酸酶、脲酶、蛋白酶等土壤酶活性及根际的速效氮、速效磷等含量均显著提升,进而导致生物量显著增加,其中尤以摩西球囊霉和脆无梗囊霉双接种效果最为显著^[8]。相关研究表明,土壤微生物及土壤酶是土壤微环境中非常重要的活性物质,通常参与土壤中众多的化学过程,其含量和活性与土壤肥力状况息息相关^[12]。本试验首次就 AM 真菌接种对绿化植物的影响进

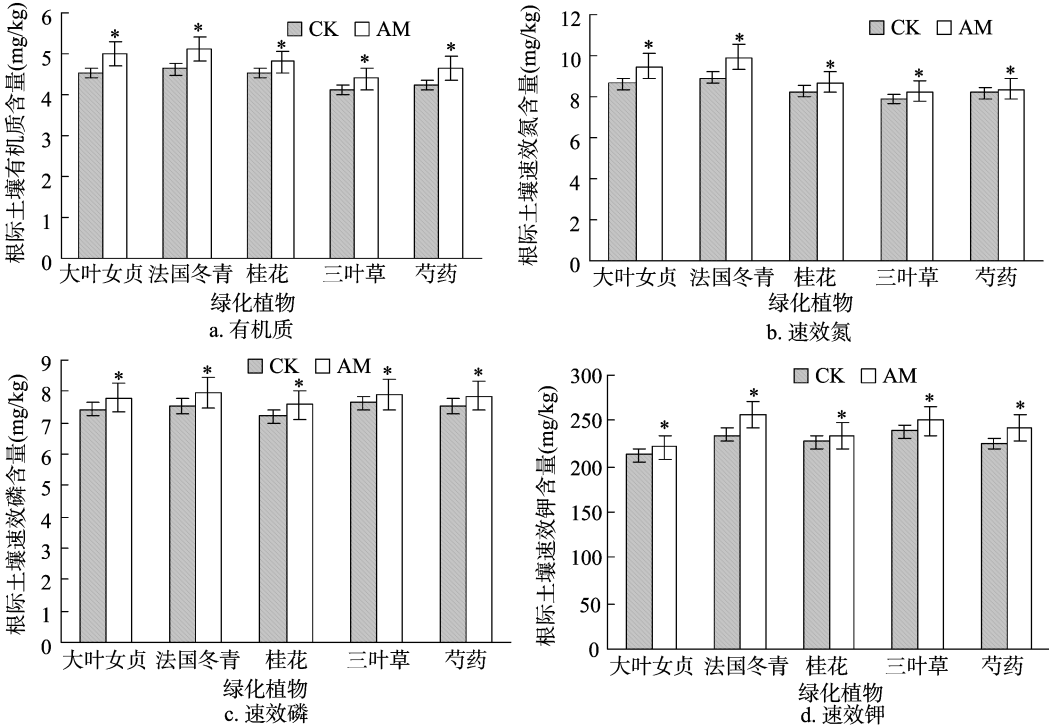


图4 接种 AM 真菌对不同绿化植物根际土壤养分的影响

表 2 接种 AM 真菌对不同绿化植物菌根侵染率及植物生物量的影响

绿化植物	组别	株高 (cm)	地径 (cm)	总干质量 (g)
大叶女贞	CK	50.21	3.31	16.32
	接种 AM 真菌组	56.60 *	4.37 *	18.35 *
法国冬青	CK	33.62	0.56	7.82
	接种 AM 真菌组	41.45 *	0.79 *	9.91 *
桂花	CK	49.30	4.03	11.33
	接种 AM 真菌组	54.36 *	4.98 *	14.24 *
三叶草	CK	34.22	0.13	1.21
	接种 AM 真菌组	38.36 *	0.18 *	1.36 *
芍药	CK	38.72	0.26	1.83
	接种 AM 真菌组	42.13 *	0.31 *	2.01 *

行了研究,结果表明,AM 真菌接种显著降低绿化植物根际土壤的 pH 值,根际土壤细菌、放线菌和真菌等微生物数量和土壤磷酸酶、蛋白酶、脱氢酶和蔗糖酶等土壤酶活性均显著提高,根际土壤的有机质、速效氮、速效磷及速效钾等含量显著提高,土壤肥力状况明显好转,绿化植株的生物量显著提高,这与前人对丛枝菌根真菌的生物学效应研究较为一致。其机制可能是不同绿化植物接种 AM 真菌后,根际土壤的微生物含量和土壤酶活性较对照显著提高,而根际 pH 值的降低进一步促进了土壤磷酸酶等活性提高,进而促使绿化植物根际的有机质、速效氮、速效磷及速效钾含量显著增加,土壤肥力较对照得到明显改善,因此,植株生物量显著提高。同时,本研究发现,虽然不同绿化植物接种 AM 真菌均可显著提高根际环境和生物量,但是提高效果不一,这可能是由于 AM 真菌与不同绿化植物的亲和度不一所致。综上所述,接种 AM 真菌可显著改善绿化植物根际的土壤微环境,促进绿化植物的生长和发育,可以为城市绿化土壤改善提供参考和借鉴。

参考文献:

[1] Smith S E, Smith F A, Jakobsen I. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses[J]. Plant Physiology, 2003, 133(1): 16-20.

[2] Harley J L. The significance of mycorrhiza [J]. Mycological Research, 1989, 92(2): 129-134.

[3] Arines J, Quintela M, Vilari O A, et al. Protein patterns and superoxide dismutase activity in nonmycorrhizal and arbuscular mycorrhizal *Pisum sativum* L. plants [J]. Plant & Soil, 1994, 166(1): 37-45.

[4] 崔美香, 李 焱, 卢彦琦. 不同丛枝菌根真菌对小麦幼苗侵染及生物产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(1): 57-59.

[5] 韩华雯, 孙丽娜, 姚 拓, 等. 不同促生菌株组合对紫花苜蓿产量和品质的影响[J]. 草业学报, 2013, 22(5): 104-112.

[6] 王林闯, 贺超兴, 张志斌. AM 真菌对不同栽培基质甜椒生长及产量品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2010(16): 32-37.

[7] 付晓峰, 张桂萍, 张小伟, 等. 溶磷细菌和丛枝菌根真菌接种对南方红豆杉生长及根际微生物和土壤酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2016, 36(2): 353-360.

[8] 袁丽环, 闫桂琴. 丛枝菌根化翅果油树幼苗根际土壤微环境[J]. 植物生态学报, 2010, 34(6): 678-686.

[9] 王振楠, 杨美玲, 刘 鸯, 等. 丛枝菌根真菌对红花生长及根际土壤微环境的影响[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(4): 904-909.

[10] 徐海燕, 雷世梅, 熊 伟, 等. 丛枝菌根化枳椇根际微生态环境的研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2012, 34(10): 65-71.

[11] 岳 辉, 陈秋计, 刘 英. 接种菌根对矿区植物根际微环境的改良效果研究[J]. 中国农业科技导报, 2015, 17(6): 88-93.

[12] 张恩和, 张新慧, 王惠珍. 不同基因型春蚕豆对磷胁迫的适应性反应[J]. 生态学报, 2004, 24(8): 1589-1593.