

微生物菌肥对垃圾封场土中红叶石楠生长的影响

黄芳, 张春英*

(上海市园林科学研究所, 上海 200232)

摘要: 试验以老港垃圾填埋场封场土为栽培介质和盆栽红叶石楠为研究材料, 分别施入 AM 菌根制剂、微生物菌剂, 通过对红叶石楠的叶片性状、光合效率和生长量的监测, 研究不同微生物菌肥对垃圾封场土中植物生长的影响。结果表明, 菌肥提高了红叶石楠叶片的叶面积和干物质含量, 降低了叶片的比叶面积, 同时提高了红叶石楠叶片的净光合速率, 降低了气孔导度和蒸腾速率, 促进了红叶石楠地径、株高和新梢的生长量增加。在不同菌肥处理中, 菌根制剂的正向效应最突出。微生物菌肥, 尤其是菌根制剂, 能够促进垃圾填埋场封场土中的植物生长, 具有推广使用的潜力。

关键词: 垃圾填埋场封场土; 微生物菌肥; 菌根制剂; 红叶石楠

中图分类号: S718.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-7461(2014)-02-0160-05

Effects of Microbial Fertilizer on the Growth of *Photinia fraseri* in the Cover Soil of Waste Landfill

HUANG Fang, ZHANG Chun-ying*

(Shanghai Landscape and Gardening Research Institute, Shanghai 200232, China)

Abstract: The pot cultured seedlings of *Photinia fraseri* planted in the cover soil of the waste landfill were inoculated with arbuscular mycorrhizal (AM) inoculum, microbial inoculants and a mixture of both. The effects of the different kinds of microbial fertilizers on the seedling growth were studied by measuring the indexes of height, leaf area, and photosynthetic efficiency. The results showed that the microbial fertilizers improved the growth of the seedlings compared to the control. The net photosynthetic efficiency of the inoculated plants increased. Among the inoculated plants, AM inoculum inoculated seedlings grew best. It was concluded that the microbial fertilizer, especially AM inoculum, could promote the growth of the plants, which would have application potential in vegetation restoration and reconstruction in waste landfill.

Key words: cover soil of waste landfill; microbial fertilizer; AM inoculum; *Photinia fraseri*

老港垃圾填埋场位于上海市浦东新区境内, 31°N, 121°15'E, 其西北距市中心约 60 km, 北联长江口, 南距杭州湾 20 km^[1]。自 1989 年开始接收生活垃圾, 承担了上海市区 70% 以上生活固体废弃物垃圾, 是上海最大的垃圾填埋场。垃圾填埋过程中以及封场后产生的渗滤液具有较多难降解的有机物、微生物及营养元素比例失调、重金属含量高等问题^[2], 使封场土性状恶化, 导致植物难以生长、生态

环境破坏严重。因此, 如何改善封场土的土壤性状、提高植物的抗逆性是垃圾填埋场植被恢复的重要方向。

微生物菌肥含有特定的活微生物的肥料, 活微生物具有固氮、活化营养元素等作用, 可改善土壤的性状、促进植物的营养吸收和抗逆性的提高^[3-6]。微生物菌肥在农作物如蔬菜和水稻的生产中应用较多, 而在林木育苗和造林中等应用报道较少^[7]。以

收稿日期: 2013-08-15 修回日期: 2013-09-23

基金项目: 上海市科委项目(12231202400)。

作者简介: 黄芳, 硕士, 助理工程师, 研究方向: 园艺栽培技术。E-mail: gangruimei@163.com

* 通信作者: 张春英, 博士, 高级工程师, 研究方向: 园林植物引种及园艺栽培技术。

老港垃圾填埋场的封场土为盆栽介质,研究比较菌根制剂、微生物菌剂对红叶石楠生理作用和生长的影响,为微生物菌肥在垃圾填埋场植被恢复中的应用提供参考资料。

1 材料与方法

1.1 材料

本次盆栽试验采用老港垃圾填埋场封场土作为栽培基质,并将试验材料置于老港垃圾填埋场环境中,模拟老港垃圾填埋场封场后植物的种植情况。

以红叶石楠(*Photinia fraseri*)作为试验材料,株高约 30 cm 的 2 年生苗,共计 40 株,其材料健康,无明显病虫害,株高地径等基本保持一致。

菌根制剂是由上海弘升科技公司提供的丛枝菌根(arbuscular mycorrhizas, AM)制剂,供试菌种为根内球囊霉(*Glomus intraradices*),微生物菌剂则为多菌种复合菌剂,主要成分为芽孢杆菌、乳酸菌菌株及其活性代谢物。

1.2 方法

设置 3 种菌肥处理:1)施用 AM,使用量每盆 3 g,栽苗时一次性施肥;2)施用微生物菌剂,采用周期性施肥,每次使用量约 15 mL,约 45 d 为 1 个周期,共施肥 4 个周期;3)同时使用 AM 与微生物菌剂的复合处理,使用量和使用方法同上;设置相应的对照处理组,每个处理组设置 10 个重复。

1.3 生长指标测定

1.3.1 植物成活、生长指标 5 月份苗木栽培好后进行本底调查,包括存活率、地径、株高,当年生长季结束时(11 月份)测量植株生长量。地径测量使用游标卡尺在嫁接口以上 5 cm 处测量,株高为根际处至顶梢的垂直高度,1 年生新梢长为每株植物上选择固定标准枝 2 条。

在每株植株上采集 4 片叶子,分别在东南西北方向各采集 1 片,每 2 株植物的叶片作为 1 个重复。测定其鲜重和比叶面积,处理完 105℃ 杀青 10 min 后,80℃ 烘 48 h,测其干重,计算叶大小、比叶面积和叶干物质含量。计算每个处理的平均值及标准差,并统计分析各个数据是否差异显著。

1.3.2 植物光合生理指标的测定 选择晴朗无云的天气,采用 Licor-6400 光合测量系统(美国),每种植物设 3 个重复,选取靠近植株顶端的第 3~5 片健康无病害叶进行光合指标测量。测量叶室面积 2 cm×3 cm,测量时间为 9:00—11:30。测量参数包括净光合速率、气孔导度和蒸腾速率。计算每种植物每个处理的平均值及标准差,并统计分析各个数据是否差异显著。

1.4 数据分析

数据分析采用 Excel 2003、DPS 9.0 和 SPSS 17.0 等进行计算分析。

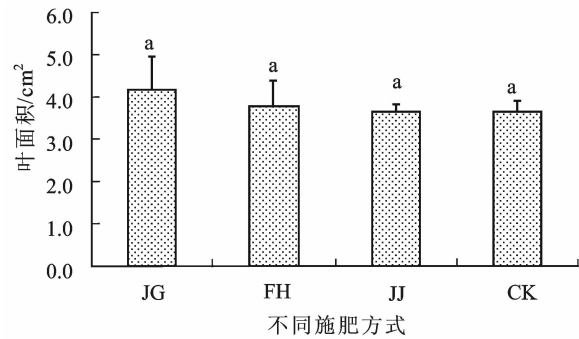
2 结果与分析

2.1 植物存活率统计

红叶石楠 3 种菌肥处理组和对照处理组的盆栽试验中植株的存活率均为 100%,无明显死亡植株。

2.2 植物性状

2.2.1 植株叶片叶面积 不同菌肥处理下红叶石楠的叶面积表现出一定程度上的差异,其效果均优于对照组(图 1)。AM 菌根处理、复合处理和微生物菌剂处理下的叶面积依次减小,均高于对照植株的叶面积,分别高出对照组 14.3%、4.2%和 1.0%,但差异均不显著($p>0.05$)。



注:CK 表示对照处理;JJ 代表菌剂处理;JG 代表菌根处理;FH 代表复合处理。图 2~图 9 同。

图 1 不同菌肥处理下盆栽植物叶片的叶面积大小

Fig. 1 Leaf area of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

2.2.2 植株叶片比叶面积 在不同处理间,红叶石楠的比叶面积差异显著(图 2)。红叶石楠对照植株叶片的比叶面积 SLA 最小,菌根组植株叶片的比叶面积比对照组的低 9.2%,差异显著($p<0.05$),复合菌肥和菌剂处理组的叶片比叶面积分别比对照组的值低 6.1%和 5.7%,但差异不显著($p>0.05$)。

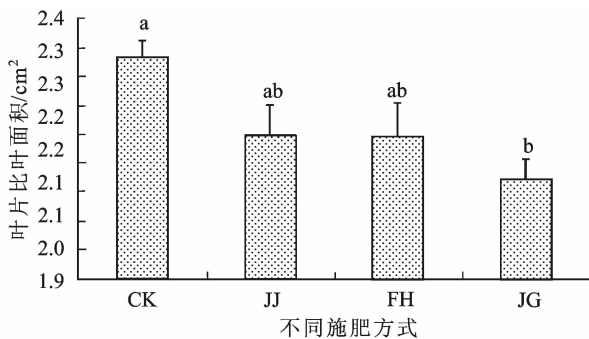


图 2 不同菌肥处理下盆栽植物叶片的比叶面积大小

Fig. 2 Specific leaf area of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

2.2.3 植株叶片干物质含量 如图 3 所示,菌根处理下红叶石楠的叶干物质含量值最大,比对照组高 15.7%,但 2 组的数值差异不显著($p>0.05$),菌剂处理组比对照组高 4.5%,差异显著($p<0.05$),菌剂处理组的干物质含量比对照组高10.8%,差异显著($p<0.05$)。

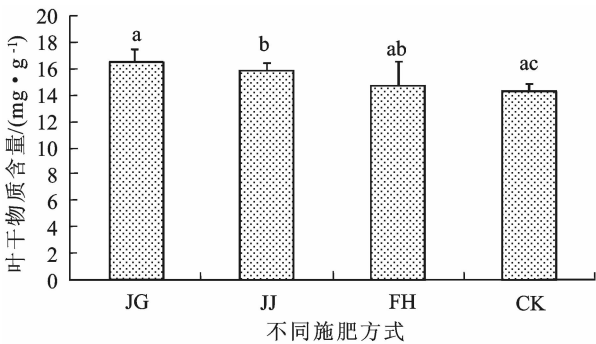


图 3 不同菌肥处理下盆栽植物叶片的叶干物质含量

Fig. 3 Leaf dry matter content of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

2.3 植物光合指标

2.3.1 植物净光合速率 不同菌肥处理下红叶石楠植株叶片净光合速率的有一定差异(图 4)。红叶石楠菌根处理组的净光合速率最大,比对照组高出 20.8%,复合和菌剂处理组的净光合速率次之,分别高出对照组 18.2%和 10.2%,但差异均不显著($p>0.05$)。

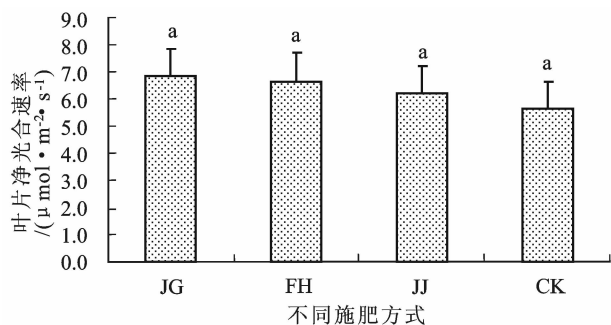


图 4 不同菌肥处理下盆栽植物叶片的净光合速率

Fig. 4 Photosynthetic of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

2.3.2 叶片气孔导度 红叶石楠菌根处理组的叶片气孔导度值最低,较对照组低 25%,差异显著($p<0.05$),菌剂和复合处理组的叶片气孔导度值分别低 16.7%和 8.3%,但与对照组差异不显著($p>0.05$)(图 5)。

2.3.3 叶片蒸腾速率 红叶石楠菌根组的叶片蒸腾速率最低,低于对照组 6.3 %,菌剂组低于对照组 6.1 %,菌根组的叶片蒸腾速率较为接近对照组,略低于对照组 1.2 %,但差异均不显著($p>0.05$)(图 6)。

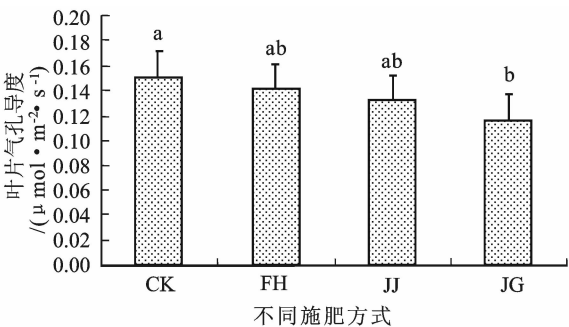


图 5 不同处理下盆栽植物叶片气孔导度

Fig. 5 Leaves cond of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

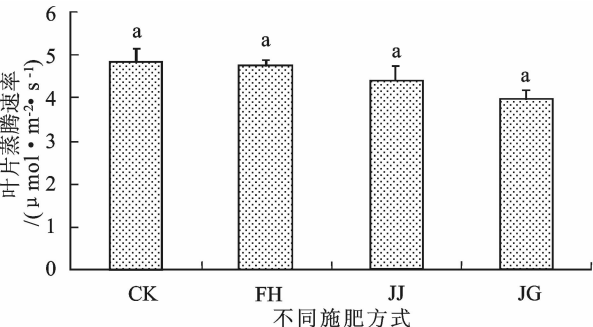


图 6 不同处理下盆栽植物叶片蒸腾速率

Fig. 6 Leaves transpiration rate of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

2.4 植物生长量

2.4.1 植物地径生长量 菌肥处理对红叶石楠植株的生长具有一定的促进作用。红叶石楠菌根和菌剂处理下植物的地径均显著高于对照组植株地径($p<0.05$),其中菌根处理下的植株地径生长量最大,为 10.37 mm,比对照组高 24.9%,菌剂处理下的植株地径生长量比对照组高 21.4%,略低于菌根处理组的值(图 7)。

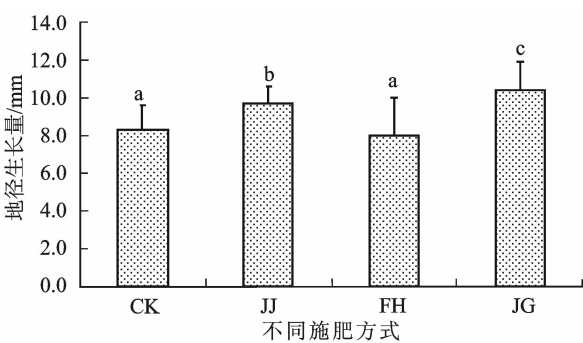


图 7 不同菌肥处理下盆栽植物的地径生长量

Fig. 7 Ground diameter of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

2.4.2 植株株高生长量 红叶石楠在菌肥处理下的植株均高于对照组的株高均值,但差异均不显著($p>0.05$)(图 8)。红叶石楠菌根处理组的植株株高最大,达 23.0 cm,高出对照组 15.4 cm,超出比例

为 202.6%，其次是菌剂组的株高，比对照组高 54.8%，复合处理组的株高比对照组高 40.8%。

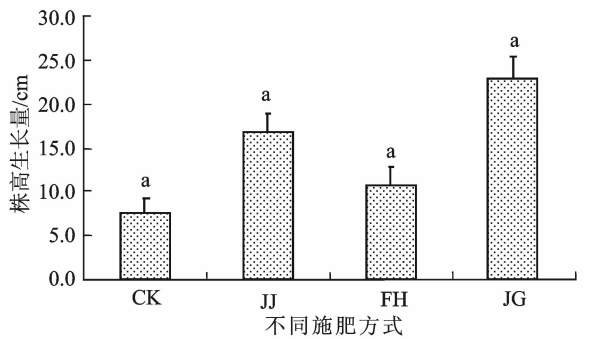


图 8 不同菌肥处理下盆栽植物的株高生长量
Fig. 8 Height increment of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

2.4.3 当年新枝生长量 红叶石楠在菌肥处理下的植株当年新枝生长量比对照组植株的新枝生长量效果好(图 9)。红叶石楠菌剂处理下的植株新枝生长量较对照组的效果稍好,但差异不显著($p>0.05$),复合和菌根处理下的植株新枝生长情况较好,与对照组差异显著($p<0.05$),复合处理下的植株新枝生长量比对照组高 4.1 cm,高出比例为 48.8%，菌根处理下的新枝生长量最大,达 12.9 cm,比对照组高 4.5 cm,高出比例为 53.6%。

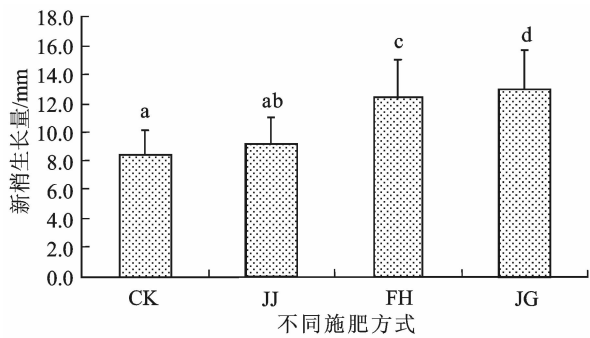


图 9 不同菌肥处理下盆栽植物当年新枝生长量
Fig. 9 New branch growth of potted seedlings under different microbial fertilizer treatments

3 结论与讨论

叶片是植物对环境变化最为敏感的器官之一，是植物进行光合作用的主要器官，是生态系统中初级生产者的能量转换器，其大小、性状和性质直接影响植物的结构和功能^[8]。叶面积是衡量叶片光合能力的指标，叶面积越大越有利于拦截更多的阳光制造有机物^[9]。比叶面积则是评价的植物对于环境资源的利用能力的指标，其数值大表示对于所获得资源的保存能力较差^[10]。红叶石楠在不同的菌肥处理中，叶面积及干物质含量增加、比叶面积减小、叶片的气孔导度和蒸腾速率降低，净光合速率增加，而

且菌肥处理组的红叶石楠地径、株高和新梢生长量均高于对照。以上结果说明，菌肥的使用调节了植物叶片的性状，提高了植物的生理适应性，从而促进了红叶石楠的生长。在不同的菌肥处理中，施用 AM 菌根制剂的植株生理指标变化量最明显，生长量也最大。因此根据本试验结果表明，在封场土植物栽培中施用菌肥，可以改善植物叶片的生理性状，提高植物的光合效率，促进植物生长，在垃圾填埋场植被恢复中施用微生物菌肥是有益和有效的，尤其是 AM 菌根制剂正向效应最为明显。AM 菌根制剂与植物形成互惠共生关系，通过增强苗木对光的利用效率，提高对氮、磷、镁和锌等营养元素的吸收和体内运输，促进植株的有机物质积累^[11-12]，同时也提高对环境的适应能力^[13]，从而促进植物的生长发育^[14-15]。

4 小结

菌肥施入土壤后能为植物营造一个良好的微生物环境，通过改善植物的光合强度以及叶片性状，从而促进植物生长以及对环境的适应性，在降低环境污染、提高作物品质、保护生态环境以及可持续发展等方面具有重要的意义。本试验中，菌根制剂、微生物菌剂和复合菌肥均能在一定程度上促进红叶石楠生长，其中 AM 制剂对红叶石楠促进最为显著。因此，在垃圾填埋场植被恢复中采用微生物菌肥可改善促进植物的生长，值得应用和推广。

参考文献:

[1] 丁振华, 王文华, 汤庆合, 等. 上海老港垃圾填埋场中汞的释放规律研究[J]. 地球与环境, 2005, 33(1):6-10.
DING Z H, WANG W H, TANG Q H, *et al.* Release of mercury from Laogang landfill, Shanghai[J]. Earth and Environment, 2005, 33(1):6-10. (in Chinese)
[2] 邓焕广, 陈振振, 许世远, 等. 夏季潮滩对上海老港垃圾填埋场渗滤液氮、磷净化效果研究[J]. 环境污染与防治, 27(6): 400-406.
DENG H G, CHEN Z L, XU S Y, *et al.* Removal of nitrogen and phosphorus in landfill leachate in summer by the tideland near Laogang landfill in Shanghai[J]. Environment Pollution & Control, 27(6):400-406. (in Chinese)
[3] PARADIS R, DALPE Y, CHAREST C. The combined effect of arbuscular mycorrhizas and short-term cold exposure of wheat[J]. New Phytologist, 1995, 129:637-642.
[4] RAI M, ACHARYA D, SINH A, *et al.* Positive growth responses of the medicinal plants *Spilanthes calva* and *Withania somnifera* to inoculation by *Piri formospora indica* in a field trial[J]. Mycorrhiza, 2001, 11(3):123-128.
[5] 赵平娟, 安锋, 丁明明. 菌根提高植物抗病机理的研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(1):93-97.

ZHA P J, AN F, DING M M. Advances in the researches of the mechanism of disease resistance promotion of mycorrhiza [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2004, 19(1): 93-97. (in Chinese)

[6] 李兰晓,王海鹰,杨涛,等. 土壤微生物菌肥在盐碱地造林中的作用[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(4):60-63.

LI L X, WANG H Y, YANG T, *et al.* The function of soil microorganism bacterial fertilizer in the salt and alkaline land on afforest [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(4):60-63. (in Chinese)

[7] 陈连庆,裴致达. 马尾松容器育苗菌根化对苗木生长及基质的影响[J]. 林业科学研究, 1995, 8(1):44-47.

CHEN L Q, PEI Z D. The effects of mycorrhizae on the growth of *Pinus massoniana* and the medium in containers[J]. Forest Research, 1995, 8(1):44-47. (in Chinese)

[8] 李素丽,孙倩,郑启恩,等. 飞机草、紫茎泽兰与两种近缘植物叶片解剖结构比较研究[J]. 广西农业科学, 2009, 40(8):972-975.

LI S L, SUN Q, ZHENG Q E, *et al.* Comparion of leaf anatomical characteristics of *Eupatorium odoratum*, *E. adenophorum* and two relative plants[J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2009, 40(8):972-975. (in Chinese)

[9] 卫新菊. 施肥对苜蓿开花期叶面积及比叶重的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(7):50-53.

WEI X J. Effect of fertilization on the leaf area and specific leaf weight(SLW) of Alfafa (*Medicago sativa*) in its flowering [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(7):50-53. (in Chinese)

[10] 马姜明,张秀珍,梁士楚,等. 桂林尧山常见植物叶片性状研究[J]. 广西师范大学学报:自然科学版, 2012, 30(1):77-82.

MA J M, ZHANG X Z, LIANG S C, *et al.* Leaf traits of common plants in Yaoshan Mountain of Guilin, China[J]. Journal of Guangxi Normal University: Nat. Sci. Edi., 2012, 30(1):77-82. (in Chinese)

[11] 唐明,任嘉红,薛蕙. 苹果树 VA 菌根真菌接种效应[J]. 西北林学院学报, 2002, 17(4):49-51.

TANG M, REN J H, XIE S. Efficacy of VA mycorrhizal fungi inoculation on apple trees [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2002, 17(4):49-51. (in Chinese)

[12] 袁丽环,王文科. 接种 AM 菌根对翅果油树幼苗生长及叶片光合作用的影响[J]. 西北林业学报, 2011, 26(4):33-35.

YUAN L H, WANG W K. Influence of AM fungion seedling growth and photosythesis of *Elaeagnus mollis* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(4):33-35. (in Chinese)

[13] 李思龙,张玉刚,陈丹明,等. 丛枝菌根对高温胁迫下牡丹生理生化的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(7):154-157.

LI S L, ZHANG Y G, CHEN D M, *et al.* Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on physoloy and biochemistry of tree Peony under high temperatura stress[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(7):154-157. (in Chinese)

[14] 刘润进,刘应龙. 菌根学[M]. 北京: 科学出版社, 2007:3-5.

[15] SMITH S E, READ D J. Mycorrhizal symbiosis[M]. London:Academic Press,1997.