

复合菌剂对樟树苗移栽生长及圃地土壤的影响

丁莉萍¹, 孙维红², 李朋飞²

1.福建三明林业学校, 福建 三明 365001;

2.福建农林大学林学院, 福州 350002

摘要: 为了研究复合菌剂对樟树苗移栽生长的影响,对樟树苗移栽进行了施用复合菌剂和未施用复合菌剂的对比试验。结果表明,施用复合菌剂后,移栽苗的成活率高于对照组 30.0%;平均苗高高于对照组 12.71%;移栽苗体内 N、P、K、Na、Ca、Mg 元素含量分别高于对照组 28.81%、12.75%、12.04%、19.63%、16.86%、23.64%;可溶性糖、叶绿素、脯氨酸含量分别高于对照组 8.85%、11.13%、10.45%;施用菌剂的土壤速效氮、速效磷、速效钾分别比对照提高了 29.11%、118.31%和 11.79%,DOC、MBC 含量明显提高,呼吸作用增强;研究结果说明复合菌剂可以提高土壤速效 N、P、K 含量,同时有益于樟树苗对营养元素的吸收及主要元素和重要化合物的积累,促进樟树苗移栽后的生长发育。

关键词: 复合菌剂;樟树苗;移栽

DOI:10.19586/j.2095-2341.2016.0108

Effect of Composite Microbial Agents on Transplant of *Cinnamomum camphora* Seedlings and Nursery Soil

DING Liping¹, SUN Weihong², LI Pengfei²

1.Fujian Sanming Forestry School, Fujian Sanming 365001, China;

2.College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

Abstract: In order to study the effect of composite microbial agents on transplant and growth of *Cinnamomum camphora* seedlings, we conducted a comparative test—with and without composite microbial agents in transplanting *C. camphora*. The results showed that the survival rate of plants in the test group was 30.0% higher than those in the control group. The height increment was 12.71% higher than those in the control group. The contents of N, P, K, Na, Ca, Mg were 28.81%, 12.75%, 12.04%, 19.63%, 16.86%, 23.64% higher than those in the control group. Meanwhile the contents of soluble sugar, chlorophyll and proline were increased by 8.85%, 11.13% and 10.45%. Available nitrogen, available phosphorus, available potassium of the soil with composite microbial agents were increased by 29.11%, 118.31% and 11.79%, DOC and MBC content significantly increased, the respiration enhanced. It was proved that composite microbial agents could improve the content of soil available N, P and K, and also be beneficial to the accumulation and absorption of nutrient elements, the main elements and compounds of *C. camphora*, and promote the development of the growth of *C. camphora* seedlings after transplanting.

Key words: composite microbial agents; *Cinnamomum camphora* seedlings; transplant

樟树 (*Cinnamomum camphora*) 又名香樟、乌樟、芳樟、樟木等,是樟科 (Lauraceae) 樟属 (*Cinnamomum*) 常绿高大乔木,原产于我国东南及西南各地^[1],现分布于亚洲东部、大洋洲和太平洋诸岛,生长在山坡或者沟谷中^[2],是亚热带常绿阔叶林的代表树种。樟树是一种极具经济价值的珍

贵用材及工业原材料树种,其木材有特殊香气,耐腐蚀防虫,切削容易^[3];其种子可榨油;根、枝可以提取樟脑;在园林绿化方面,可作为行道树和防风林。因其广泛的应用价值,樟树苗木的需求量极大,但是在樟树苗移栽初期,成活率较低,且移栽过程对技术水平要求较高,樟树苗移栽宜在早春

收稿日期:2016-09-13; 接受日期:2016-10-24

基金项目:福建创新领军人才资助项目 (118/K1516023A) 资助。

作者简介:丁莉萍,高级讲师,主要从事园林植物与森林病虫害防治研究。E-mail:dlp116@163.com

进行,在移栽中采用浅栽高培法、截根、截干以及用栽物激素处理均能提高樟树苗移栽后的成活率^[4~6],移栽后采用地膜包扎、地膜覆盖等技术,可将大樟树的移栽成活率由原来的 30%~40% 提高到 90%~95%^[7],但是关于施用复合菌剂对樟树移栽成活率影响的研究还未有报道。研究表明,金叶连翘的菌根接种菌株后,移栽成活率高于对照组^[8];福建金线莲接种真菌 AR-18 后,成活率提高了 4%~5%^[9],复合菌剂能帮助提高苗木的移栽成活率。本文利用复合菌剂处理樟树移栽苗,从其移栽后生长情况、菌根侵染情况、植物体与土壤矿质元素和重要化合物变化情况 4 部分进行研究,探索复合菌剂对樟树苗移栽及圃地土壤速效成分变化的关系,以期对樟树苗的移栽和推广提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为来自浙江嘉兴的 1 年生樟树实生苗,未切根,通过快递 48 h 送达。圃地试验地为福建农林大学田间试验室,环境条件为自然条件,采用喷雾的方法进行浇灌,每 2 h 喷雾 5 min,顶部用 20% 透光网布遮阴。

试验中采用的 DIEM-A 型复合菌剂,购于福建大用智能生物公司,主要包含光合细菌、酵母菌、芽孢杆菌、乳酸菌、放线菌等十几个菌种,液体高浓缩微生物含有效活菌 300 亿/mL。按照菌剂使用说明,浸泡溶液配置采用 20 mL/L 大用 DIEM-A 型微生物菌剂与泥沙混合,保证微生物菌可以通过泥沙附着在植物根部。

山地圃地试验地及施用菌剂试验地位于农林大学校内植物园,样地处于同一坡地的同一水平面上,且周围环境一致。

1.2 试验方法

取大小均一、生长状况大致相同的 1 年生樟树裸根苗 40 株,每 10 株 1 组,分为施用菌剂组(3 个重复)和对照组。施用菌剂组施用 DIEM-A 型复合菌剂进行处理,共 30 株;对照组 10 株。移植前,将施用菌剂组苗木根部浸泡在菌剂溶液中 5 min,对照组苗木根部浸泡在水中 5 min,浸泡范围以没过根部为宜。然后将施用菌剂组和对照组的苗木移到同一环境中,按照 10 cm×10 cm 的行间

距分别种植在两块独立且经过消毒的苗床上,施用菌剂组在移栽后的第 3 天、第 6 天、第 14 天、第 21 天、第 36 天、第 51 天、第 81 天,共 7 次用 20 mL/L 浓度的菌剂喷施,对照组喷施相同量的无菌水,其他培养环境均相同。试验结束后选取功能叶对各生理指标进行测定。

山地圃地试验地及施用菌剂试验同上。

1.3 生理指标的测定

植物的株高用游标卡尺测量,每两周测定一次;植物成活率测定在试验结束时计算;菌根侵染率测定采用切片染色法^[10];菌根感染等级划分标准为:菌根感染率 0~5% 为 1 级,6%~25% 为 2 级,26%~50% 为 3 级,51%~75% 为 4 级,76%~100% 为 5 级;可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[11];叶绿素含量采用 SPAD-502 便携式叶绿素测定仪测定^[12];脯氨酸含量测定采用茚三酮法^[13];N 元素含量的测定采用凯氏定氮法^[14,15];P、K、Na、Ca、Mg 元素含量的测定采用原子吸收光谱法^[16,17]。

土壤理化性质在地上试验观察结束后取样测定,测定指标及方法:土壤速效钾的测定采用火焰光度计法;速效磷的测定采用碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法;有机碳的测定采用重铬酸钾—硫酸消化法;速效氮的测定采用碱解扩散法(康惠法)测定^[18];土壤可溶性有机碳(dissolved organic carbon, DOC)、微生物量碳(soil microbial biomass carbon, MBC)的测定采用氯仿熏蒸 0.5 mol/L K₂SO₄浸提法^[19];土壤呼吸强度的测定采用氢氧化钡吸收—容量法^[20]。

1.4 数据分析

试验数据用 SPSS 10.0 和 Microsoft Excel 进行统计分析和数据处理,并分析不同处理间的显著性差异。

2 结果与分析

2.1 施用菌剂对樟树苗移栽成活率和苗高生长的影响

通过对圃地不同处理樟树移栽苗苗高的监测可以看出(图 1),施用菌剂组和对照组的苗高在整个生长期都呈现连续增长的趋势,但二者之间存在一定的差异。施用菌剂组苗移栽 10 d 后植

株生长快速,生长速率开始高于对照组,且增长量较为稳定,试验结束后,施用菌剂组平均苗高比对照组高约 12.71%。

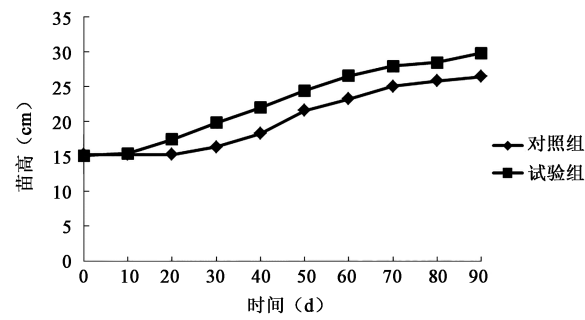


图 1 不同处理的樟树苗移栽苗高生长
Fig.1 The growth of *C. camphora* seedlings in different treatment.

从表 1 可见,移栽前圃地施用菌剂的试验组移栽成活率普遍高于对照组,且均达到显著水平($P<0.05$)。不同立地条件使用菌剂的效果不同,条件越差的成活提高越明显,水肥条件较好的圃地移植成活率虽高达 93.3%,但仅高于对照组 6.6%;水肥条件较差的山地圃地施用菌剂后,樟树苗的成活率虽然只有 80%,但高于对照组 30.0%。同时,施用菌剂对樟树苗菌根侵染率的提高有一定的影响,施用菌剂组的菌根侵染率高

表 1 不同处理的樟树苗移栽成活率
Table 1 Survival rate of *C. camphora* seedlings transplant in different treatment.

组别	菌根感 染率(%)	圃地移栽 成活率(%)	山地移栽 成活率(%)
施用菌剂组	36.4 *	93.3 *	80.0 *
对照组	7.8	86.7	50.0

注: * 表示与同列对照组相比差异显著($P<0.05$)。

于对照组 28.6%,表明施用菌剂可以提高樟树苗菌根的感染率。说明施用菌剂能促进根部形成菌根从而提高了植物的抗性,提高植物对不同环境的适应能力,促进樟树移栽苗的生长速率和移栽成活率的提高。

2.2 施用菌剂对樟树苗体内主要元素的影响

从表 2 可以看出,施用菌剂组的 N、P、K、Na、Ca、Mg 元素含量均高于对照组,且均达到显著水平($P<0.05$)。施用菌剂组 N 元素含量高于对照组 28.81%,P 元素含量高于对照组 12.75%,K 元素含量高于对照组 12.04%,Na 元素含量高于对照组 19.63%,Ca 元素含量高于对照组 16.86%,Mg 元素含量高于对照组 23.64%,表明施用菌剂可以提高樟树苗体内 N、P、K、Na、Ca、Mg 元素的含量。

表 2 不同处理樟树苗的 N、P、K、Na、Ca、Mg 元素含量
Table 2 Content of N, P, K, Na, Ca, Mg of *C. camphora* seedlings in different treatment.

项目	N	P	K	Na	Ca	Mg
施用菌剂组	9.339±0.069 19 *	0.345±0.042 23 *	3.528±0.060 33 *	2.340±0.089 87 *	12.195±0.092 04 *	2.866±0.038 64 *
对照组	7.250±0.077 89	0.306±0.018 97	3.149±0.042 28	1.956±0.097 21	10.436±0.170 18	2.318±0.049 84

注: * 表示与同列对照组相比差异显著($P<0.05$)。

2.3 施用菌剂对樟树体内重要化合物的影响

通过表 3 可以看出,施用菌剂组樟树苗体内的可溶性糖、叶绿素和脯氨酸含量均高于对照组。施用菌剂组可溶性糖含量高于对照组 8.85%,叶绿素含量高于对照组 11.13%,脯氨酸高于对照组 10.45%,菌剂对叶绿素和脯氨酸含量的影响均达到显著水平($P<0.05$),表明菌剂有助于樟树苗体内重要化合物的积累,有利于樟树苗的生长。

2.4 施用菌剂对圃地土壤的影响

2.4.1 土壤速效性营养元素变化 由表 4 可知,施用菌剂后,试验组土壤速效成分均显著高于未

施用菌剂的对照组($P<0.05$)。试验组速效氮含量高于对照组 29.11%,速效磷含量高于对照组 118.31%,速效钾含量高于对照组 11.79%。菌剂对土壤各组分的效用大小依次为速效磷>速效氮>速效钾>有机质。结合上文试验中植物体内氮素含量也相应增加的试验结果,说明该菌剂中所含有的菌种能通过自身的作用,增加土壤中速效氮磷钾的供应量。

2.4.2 土壤有机碳 通过测定,结果如图 2 所示,试验地土壤可溶性有机碳(DOC)和微生物生物量碳(MBC)含量在施用菌剂后都呈现出一定

表 3 不同处理樟树苗的可溶性糖、叶绿素、脯氨酸含量

Table 3 Content of carbohydrate, chlorophyll and proline of *C. camphora* seedlings in different treatment.

项目	可溶性糖 (mg/g)	叶绿素 (mg/g)	脯氨酸 (μg/g)
施用菌剂组	23.368±0.750 11	1.597±0.031 99 *	184.156±6.625 30 *
对照组	21.468±2.616 60	1.437±0.041 65	166.740±1.529 63

注: * 表示与同列对照组相比差异显著($P<0.05$)。

表 4 土壤速效性营养元素
Table 4 Soil chemical properties.

组别	有机质 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
试验组	15.756±1.686 96 *	70.799±5.136 44 *	2.325±0.154 22 *	109.158±2.567 24 *
对照组	15.573±1.678 52	54.837±7.920 26	1.065±0.138 02	97.643±3.175 94

注: * 表示与同列对照组相比差异显著($P<0.05$)。

的变化,其中试验组的 DOC 和 MBC 都高于对照组。试验组可溶性有机碳 (DOC) 含量为 73.526 mg/kg,对照组为 72.628 mg/kg,试验组高于对照组 1.24%。此外,试验组微生物生物量碳 (MBC) 为 196.618 mg/kg,对照组为 169.871 mg/kg,试验组同样高于对照组 15.75%。由此表明,土壤在菌剂中微生物的作用下,土壤的微生物活动与积累变化明显,对土壤有机物质的利用和贮藏产生较大的影响。利用 SPSS 10.0 对土壤可溶性有机碳、微生物生物量碳含量进行独立样本 t 检验分析可知,土壤微生物生物量碳含量达到显著水平 ($P<0.05$),可溶性有机碳含量未达到显著水平 ($P>0.05$)。

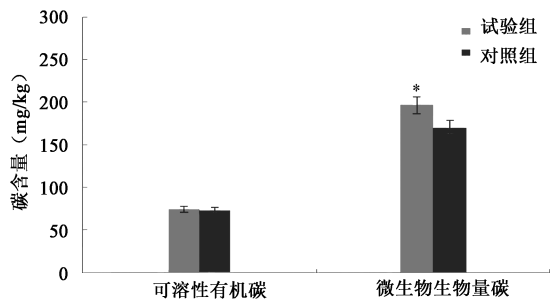


图 2 不同处理土壤可溶性有机碳、微生物生物量碳含量

Fig.2 Content of dissolved organic carbon and microbial biomass carbon in different treatment.

注: * 表示与对照组相比差异显著($P<0.05$)。

2.4.3 土壤呼吸变化 由图 3 可知,在施用菌剂后试验组土壤呼吸提高幅度明显,达到显著水平 ($P<0.05$)。由于试验时间为 8 月,平均气温达

29.8℃,土壤呼吸速率随着气温的升高而升高,由试验发现对照组土壤呼吸速率也在缓步提高,但是变化幅度不如施用菌剂的试验组。试验组土壤呼吸速率变化的范围为 1.92~3.45 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$,变化幅度为 1.8 倍,对照组土壤呼吸速率变化的范围为 1.93~2.17 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$,变化幅度为 1.1 倍。土壤呼吸速率自施用第 8 天开始出现差异,试验组速率高于对照组。由此说明,施用菌剂后能引起土壤呼吸速率的提高,可能是由于土壤中微生物数量增多,土壤微生物活动程度加大导致。

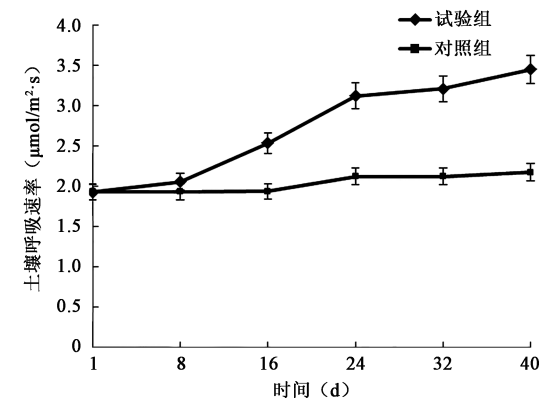


图 3 不同处理土壤呼吸速率动态变化
Fig.3 Dynamic changes of soil respiration in different treatment.

3 讨论

复合微生物菌肥即多菌种的复合系统,利用不同菌种间的协同作用,充分发挥各自的优势且

互相促进,进一步加强复合菌肥对植物的促进作用^[18,19]。在菌剂肥料中,光合细菌通过结合碳水化合物和氮等合成各种植物所需的有机化合物,从而促进植物生长;放线菌可以抑制土壤中细菌数量的增加,促进对地上部分磷的积累;乳酸菌主要通过分解其他菌类生成的木质素和纤维素,转化成植物可以利用的养分。试验结果也显示,施用菌剂后,樟树苗的生长速率、移栽成活率、以及 N、P、K、Na、Ca、Mg 元素含量和可溶性糖、叶绿素、脯氨酸含量均显著高于对照组,表明施用复合菌剂可以促进樟树苗移栽后的生长,这与黄铭星等^[21]对于施用人工菌剂对圆齿野鸭椿幼苗移栽后生长影响的研究结果一致。这可能是因为复合菌剂中含有大量功能菌,加快了土壤中有有机物质的分解,增加了土壤无机物质的含量,从而促进樟树苗生长,但是复合菌剂中不同菌种如何相互作用,还需更深层次的研究。此外,试验结果表明施用菌剂可以在一定程度上提高菌根的侵染率,樟树苗根系可以与真菌形成共生关系,扩大根部吸收面积,提高根系吸收营养和水分的能力,有助于樟树苗移栽后的生长、对矿质元素的吸收和体内重要化合物的积累,与韩翠丽^[22]研究的菌根对栽物生长有促进作用的结果一致。复合菌剂有利于提高樟树苗移栽后的成活率并且能够促进其生长,本试验为探索应用复合菌提高绿化造林苗木移植成活率或促进生长提供了借鉴。

致谢:本试验得到了福建农林大学生物资源保育利用福建高校工程技术研究中心的大力支持,深表感谢!

参 考 文 献

- [1] 戴宝合.野生植物资源学[M].北京:农业出版社,1993.
- [2] 中国油脂植物编写委员会.中国油脂植物[M].北京:科学出版社,1987.
- [3] Mascioli E A, Babayan V K, Bistran B, *et al.*. Novel triglycerides for special medical purposes[J].Parent. Enteral Nutr., 1988(6):12.
- [4] 邱运亮.提高大苗木樟树一直成活率的技术探讨[J].海南师范学院学报(自然科学版),2004,4(17):42-43.
- [5] 丁俊.提高大樟树移栽成活率的关键技术研究初报[J].现代园艺,2007(11):43-44.
- [6] 王红花.樟树大树移栽技术试验[J].福建林业科技,2005,32(3):143-145.
- [7] 蒋小军.地膜覆盖对香樟树成活率的影响[J].绿色大世界,2007(7):31-32.
- [8] 任萌圃,李青,王幼珊,等.几种丛枝菌根真菌对金叶连翘组培苗生长的影响[J].北京林业大学学报,2004,26(6):66-70.
- [9] 唐明娟,孟志霞,郭顺星,等.内生真菌对福建金线莲栽培及酶活性的影响[J].中国药理学杂志,2008,43(12):890-893.
- [10] 郭春珍,毕国昌.林木菌根及应用技术[M].北京:中国林业出版社,1989,263-268.
- [11] 李合生.栽物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000,14-185.
- [12] 王文杰,李雪莹,王慧梅,等.便携式测定仪在测定叶片衰老过程中氮和叶绿素含量上的应用[J].林业科学,2006,42(6):20-25.
- [13] 职明星,李秀菊.脯氨酸测定方法的改进[J].栽物生理学通讯,2005,41(3):355-357.
- [14] 张厚锋,张淑萍.缩短凯氏定氮法消化时间的探讨[J].中国畜牧兽医,2008,35(9):157-158.
- [15] 吴晓荣,叶祥盛,赵竹青.流动注射法与凯氏定氮法测定土壤全氮的比较[J].华中农业大学学报,2009,28(5):560-563.
- [16] 周恩库,潘晓亮.原子吸收光谱法测定豆粕、棉粕和棉壳中的钙、镁和钾[J].饲料研究,2009,13(14):52-53.
- [17] 汪雨,刘晓端.高分辨连续光源原子吸收光谱法测定栽物中的磷[J].岩矿测试,2009(2):113-118.
- [18] 马祥华,焦英菊,温仲明,等.黄土地陵沟壑区退耕地土壤速效 N 的分布特征及其与物种多样的关系[J].水土保持研究,2005,12(1):13-16.
- [19] 陈安强,付斌,鲁耀,等.有机物料输入稻田提高土壤微生物碳氮及可溶性有机碳氮[J].农业工程学报,2015,31(21):160-167.
- [20] LYT 1220-1999. 森林土壤呼吸强度的测定[S]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [21] 黄铭星,邹双全,陈琳,等.施用人工菌剂对圆齿野鸭椿幼苗移栽生长的影响[J].福建林学院学报,2013,1(33):25-27.
- [22] 韩翠丽.水稻应用光合菌肥研究初探[J].农林与科技,2011,10:261.