

## 菌肥对长山核桃容器苗生长的影响

鲍瑾<sup>1</sup>, 刘广勤<sup>2</sup>, 俞卫东<sup>3</sup>, 曹仁勇<sup>3</sup>, 傅松玲<sup>1\*</sup>

(1. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036; 2. 江苏省农业科学院园艺研究所, 南京 210014;

3. 江苏农林职业技术学院, 镇江 212400)

**摘要:** 通过对长山核桃容器苗进行不同微生物菌肥穴施试验, 探讨菌肥对长山核桃容器苗生长及生理状况的影响。结果表明, 对长山核桃一年生容器苗施用溶磷菌、解钾菌和溶磷菌解钾菌混合菌肥均可促进苗木高生长和地径生长, 增加苗木的生物量, 且提高叶片叶绿素、可溶性蛋白及可溶性糖的含量。其中溶磷菌对长山核桃容器苗的施肥效果优于解钾菌, 混合菌肥的效果不如单施肥的效果。

**关键词:** 菌肥; 长山核桃; 容器苗; 生长指标; 生理特性

中图分类号: S664.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2015)01-0056-04

### Effects of bacterial fertilizer on the growth of pecanized pecan seedlings

BAO Jin<sup>1</sup>, LIU Guangqin<sup>2</sup>, YU Weidong<sup>3</sup>, CAO Renyong<sup>3</sup>, FU Songling<sup>1</sup>

(1. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Institute of Horticulture, Jiangsu Academy of Agricultural Science, Nanjing 210014;

3. Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Zhenjiang 212400)

**Abstract:** Effects of different bacteria fertilizers on the growth and physiological conditions of the containerized pecan seedlings were determined. The results showed that application of phosphate-dissolving bacteria, potassium bacteria, or mixed bacteria on one-year-old containerized pecan seedlings could promote the growth of height and collar diameter, increase the seedling biomass and chlorophyll, soluble protein, and soluble sugar contents in the leaf. Overall, the effect of phosphate-dissolving bacteria was better than potassium-solubilizing bacteria and the effect of single fertilization was better than mixed bacteria on the growth and development of the containerized pecan seedlings.

**Key words:** microbial fertilizer; *Carya illinoensis*; container seedling; growth index; physiological characteristics

长山核桃 (*Carya illinoensis*) 又名薄壳山核桃、美国山核桃, 胡桃科山核桃属落叶乔木, 是全球范围内一种重要的经济树种。长山核桃具有主根深长, 侧根不发达的特点, 采用裸根苗造林成活率较低。容器育苗技术具有造林成活率高、造林后缓苗期短及生长快等优点, 是目前长山核桃育苗常用的方式<sup>[1-3]</sup>。

菌肥是微生物肥料的俗称, 是一种带活菌体的辅助性肥料。微生物菌肥通过微生物种群的生命活动, 直接或间接的分解、合成能促进植物生长的物

质, 增强抗逆性、抗病虫性<sup>[4]</sup>。微生物菌肥广泛应用于农作物上, 林木育苗应用上的研究在核桃<sup>[5]</sup>、赤松<sup>[6]</sup>、香榧、山核桃、杨梅<sup>[7]</sup>、香樟<sup>[8]</sup>、桉树<sup>[9]</sup>和油茶<sup>[10]</sup>等树种上已有报道。

微生物菌肥对植物生长发育及吸收养分有明显促进和改善作用, 其中溶磷菌和解钾菌分别具有溶解土壤中难溶性磷及钾的作用, 利于植物吸收<sup>[11-12]</sup>。微生物菌肥应用在长山核桃上的研究较少, 目前已见报道的有解磷菌剂在长山核桃 1 年生的实生苗上的应用<sup>[13]</sup>。本研究选用溶磷菌、解钾菌及其混合菌,

收稿日期: 2014-10-11

基金项目: 中央财政林业科技推广示范资金项目 ([2012]TK28 号), 中央财政林业科技推广示范资金项目 ([2013]TK26 号) 和江苏省林业三新工程项目 (lysx[2013]06) 共同资助。

作者简介: 鲍瑾, 硕士研究生。E-mail: 2857217805@qq.com

\* 通信作者: 傅松玲, 教授, 博士生导师。E-mail: fusongling@ahau.edu.cn

对长山核桃容器苗菌肥施肥效应进行比较, 研究不同处理幼苗施肥后苗高、地径、生物量及生理特性的差异, 分析微生物菌肥的促生效果, 以期对长山核桃容器苗的施肥方法提供科学指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验采用的长山核桃种子是从美国直接引进的品种 Elliot, 常温条件下保藏, 于 2014 年 4 月对种子进行处理。先用清水浸泡处理 7 d 后, 于河沙中进行催芽, 种子露白后播于容器袋中, 容器袋规格为 200 mm×300 mm, 育苗基质为黄棕壤, 容器苗于江苏省农科院六合实验基地进行培养管理。

供试微生物菌种为广州市微元生物科技有限公司生产的溶磷菌和解钾菌。溶磷菌的菌种主要成分为巨大芽孢杆菌 (*Bacillus megaterium*), 菌种含量为有效活菌数 $\geq 2 \times 10^{10}$  cfu/g; 解钾菌的菌种主要成分为胶质芽孢杆菌 (*Bacillus mucilaginosus*), 菌种含量为有效活菌数 $\geq 3 \times 10^9$  cfu/g。供试有机肥为标优美生态工程股份有限公司生产的生物有机肥, 总养分(N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O) $\geq 5\%$ 。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 试验设计** 6 月初挑选生长良好, 长势基本一致的小苗, 进行长山核桃容器苗菌肥施肥实验。共设 4 个处理, 每处理 10 株苗木, 3 次重复(表 1)。

表 1 不同菌肥处理

Table 1 The treatments with the different bacterial fertilizers

处理号 Treatment No.	菌肥名称 Name of bacterial fertilizer	每株施用量 Application amount per plant	剂型 Dosage form	施用方法 Application process	施用次数 Application times
1	解钾菌 Potassium-solubilizing bacteria	20 g 解钾菌种+8 g 有机肥	固体 Solid	穴施 Hole application	1
2	溶磷菌 Phosphate-solubilizing bacteria	20 g 溶磷菌种+8 g 有机肥	固体 Solid	穴施 Hole application	1
3	解钾溶磷菌 Phosphate and potassium-solubilizing bacteria	10 g 解钾菌种+10 g 溶磷菌种+8 g 有机肥	固体 Solid	穴施 Hole application	1
4	对照 Control	8 g 有机肥	固体 Solid	穴施 Hole application	1

**1.2.2 测定内容与方法** 处理苗木生长 3 个月后, 对幼苗生长指标及生理指标进行测定。每个处理随机取出 9 株幼苗, 分别用直尺和游标卡尺测量苗木的株高、地径。然后将样品于 105℃烘箱中杀青 15 min, 80℃烘箱中烘至恒重, 测定其干重, 即为植株的总生物量。

植株叶片叶绿素总量(C<sub>T</sub>)、叶绿素 a 含量(C<sub>a</sub>)、叶绿素 b 含量(C<sub>b</sub>)采用分光光度法测定, 叶片组织中可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定, 叶片组织中可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定<sup>[14]</sup>。

实验数据用 Excel 进行处理, SPSS 软件进行方差分析和多重比较(LSD 法,  $P < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对长山核桃容器苗生长的影响

不同处理下长山核桃高生长、地径生长及整株生物量状况见表 2。

由表 2 可以看出, 3 个接种处理与对照相比,

株高、地径及整株生物量均有一定程度的增加。处理 1、2 和 3 的株高分别比对照增加了 10.1%、19.08% 和 7.53%, 其中溶磷菌处理与对照差异显著, 其余处理与对照差异不显著, 3 个接种处理间差异不显著。处理 1、2 和 3 的地径分别比对照增加了 10.07%、19.04% 和 8.1%, 其中溶磷菌处理, 解钾菌处理与对照差异显著, 混合施肥处理与对照差异不显著, 3 个接种处理间溶磷菌处理与混合施肥处理差异达到显著水平。处理 1、2 和 3 的整株生物量分别比对照增加了 39.59%、54.21% 和 30.87%, 3 个处理与对照相比均差异显著, 接种处理间差异不显著。

### 2.2 不同处理对长山核桃叶片叶绿素含量的影响

在植株进行光合作用时, 叶绿素是吸收光的主要色素, 它可以将捕获到的光能转化为化学能。所以常把叶绿素含量作为一种比较指标来说明某种措施或环境条件对植株生长产生的影响。

由表 3 可以看出, 处理 1、2 和 3 植株叶片叶绿素 a 含量分别比对照增加 14.32%、20.52% 和 8.83%, 其中溶磷菌处理、解钾菌处理与对照差异显著, 处

理间溶磷菌处理与混合施肥处理差异达到显著水平；叶绿素 b 含量比对照增加 44.59%、24.1% 和 14.93%，3 种处理与对照相比差异均不显著，处理

间差异不显著；叶绿素总量比对照植株增加了 28.23%、26.61% 和 15.19%，其中溶磷菌处理、解钾菌处理与对照差异显著，处理间差异不显著。

表 2 不同处理对长山核桃容器苗生长的影响

Table 2 Effects of bacteria fertilizer treatment on the growth status of pecan container seedlings

处理号 Treatment No.	株高/cm Plant height	地径/mm Ground diameter	生物量/g Biomass
1	28.79±1.692 <sup>ab</sup>	5.804±0.198 <sup>ab</sup>	29.000±1.657 <sup>a</sup>
2	31.14±1.445 <sup>a</sup>	6.277±0.184 <sup>a</sup>	32.038±2.906 <sup>a</sup>
3	28.12±1.687 <sup>ab</sup>	5.700±0.184 <sup>bc</sup>	27.188±0.816 <sup>a</sup>
CK	26.15±1.046 <sup>b</sup>	5.273±0.171 <sup>c</sup>	20.775±1.010 <sup>b</sup>

表 3 不同处理对长山核桃叶片叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of bacteria fertilizer treatment on leaf chlorophyll content of pecan container seedlings

处理 Treatment	C <sub>a</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>T</sub>
1	2.707±0.138 <sup>ab</sup>	1.404±0.227 <sup>a</sup>	4.111±0.364 <sup>a</sup>
2	2.854±0.024 <sup>a</sup>	1.205±0.197 <sup>a</sup>	4.059±0.209 <sup>a</sup>
3	2.577±0.058 <sup>bc</sup>	1.116±0.066 <sup>a</sup>	3.693±0.123 <sup>ab</sup>
CK	2.368±0.063 <sup>c</sup>	0.971±0.040 <sup>a</sup>	3.206±0.124 <sup>b</sup>

表 4 不同处理对长山核桃叶片可溶性蛋白、可溶性糖含量的影响

Table 4 Effects of bacteria fertilizer treatments on leaf soluble protein and soluble sugar contents of pecan container seedlings

处理号 Treatment No.	可溶性蛋白/mg·g <sup>-1</sup> Soluble protein	可溶性糖/% Soluble sugar
1	1.570±0.063 <sup>ab</sup>	1.288±0.013 <sup>ab</sup>
2	1.507±0.032 <sup>ab</sup>	1.410±0.044 <sup>a</sup>
3	1.619±0.044 <sup>a</sup>	1.345±0.122 <sup>ab</sup>
CK	1.437±0.071 <sup>b</sup>	1.157±0.024 <sup>b</sup>

### 2.3 不同处理对长山核桃叶片可溶性蛋白、可溶性糖含量的影响

可溶性蛋白质是植物所有蛋白质组分中最活跃的一部分，包括各种酶源、酶分子和代谢调节物。可溶性蛋白反映植物的总代谢水平，其含量是了解植株对极端环境抗逆性的一个重要指标。植物体内碳氮代谢是影响植物体生长发育进程和影响经济作物产量和品质最重要的两大代谢过程。可溶性糖在植物碳代谢中发挥着极其重要的作用，其含量提升对于提高作物品质有重要作用。

由表 4 可以看出，处理 1、2 和 3 的植株叶片可溶性蛋白含量比对照增加了 9.26%、4.87% 和 12.67%，其中混合施肥处理与对照差异显著，其余处理与对照差异不显著，3 种接种处理间差异不显著。处理 1、2 和 3 的植株叶片可溶性糖含量比对照增加了 11.32%、21.87% 和 16.25%，其中溶磷菌处理与对照差异显著，其余处理与对照差异不显著，3 种接种处理间差异不显著。

## 3 小结与讨论

磷和钾是植物生长发育必需的营养元素。土壤

全磷、全钾含量虽较高，但多以难溶态存在于土壤中，难以被植物吸收利用。溶磷菌可产生植素酶、核酸酶和磷酸酯酶，促使有机磷转化为无机磷，被植物根系吸收利用；吸附作物根系周围的锌、铜、钙等微量元素，改善植物营养；分泌生长调节物质，促进根系生长<sup>[15]</sup>。余旋等将 3 种解磷菌剂应用于美国山核桃苗上，发现处理后的植株苗高、生物量、净光合速率、植株全磷含量均显著高于对照，说明解磷菌可促进美国山核桃苗植株的生长发育及磷素吸收<sup>[13]</sup>。

解钾菌应用在作物上，可转化土壤中的长石、云母及磷灰石中的磷钾营养元素，提高作物的产量，增强抗逆性，在氮磷钾营养严重失衡的情况下应用具有重要意义<sup>[12]</sup>。解钾菌的施用可增加植物叶片叶绿素含量，促进作物的光合作用，增进蛋白质合成，通过钾元素的充分供应实现植物体内氮磷钾比例平衡<sup>[16]</sup>。张辉等<sup>[17]</sup>将解钾菌接种到巨尾桉 (*Eucalyptus*) 无性系幼苗上，桉树人工林地径、胸径与树高较对照明显增加，土壤微生物及根际促生菌的数量明显增加，提高了土壤肥力。

微生物菌肥具有改善土壤、改善作物品质、减少化肥和农药施用量、降低植物病害、提高作物产量等优良特性,在林木容器育苗中取得良好的促生效。本试验采用的溶磷菌,解钾菌及其混合菌 3 个施肥处理均能促进长山核桃容器苗高生长和地径生长,增加幼苗的生物量,提高叶片中的叶绿素、可溶性蛋白和可溶性糖含量。其中溶磷菌对长山核桃的施肥效果优于解钾菌,混合施肥的效果不如单施肥的效果。因此在长山核桃容器苗的培育过程中,可将菌肥的施用技术作为容器苗培育的配套技术,提升长山核桃容器苗的品质与产量指标。

### 参考文献:

- [1] 戚连忠,汪传佳. 林木容器育苗研究综述[J]. 林业科技开发, 2004, 18(4): 10-13.
- [2] 朱海军,徐奎源,刘广勤,等. 美国薄壳山核桃设施育苗技术[J]. 浙江林业科技, 2010, 30(3): 75-78.
- [3] 邹伟烈,习学良,范志远,等. 美国山核桃容器苗造林试验[J]. 中国南方果树, 2006, 35(6): 57-58.
- [4] 姜妍,王浩,王绍东,等. 微生物菌肥在农业生产中的应用潜力[J]. 大豆科技, 2010(5): 25-27.
- [5] 王君,马海林,丁延芹,等. 4 株根际促生菌对核桃生长及生理特性的影响[J]. 山东农业科学, 2014, 46(4): 77- 79.
- [6] 陈荣. 菌肥对赤松苗木生长的影响研究[J]. 现代农业科技, 2014(11): 164-166.
- [7] 翁永发,康志雄,陈友吾,等. 菌肥对香榧等控根容器苗生长的影响[J]. 浙江林业科技, 2011, 31(3): 25-27.
- [8] 胡彩颜,康丽华,江业根,等. 三个乡土树种苗期微生物菌肥施肥效应的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(12): 18-24.
- [9] 张辉,黄宝灵,吕成群,等. 巨尾桉接种促生菌对根际土壤微生物及营养元素的影响[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(3): 69-72.
- [10] 杨芳芳. 菌肥不同配比对油茶生长及土壤养分的的影响[D]. 福州: 福建农林大学, 2013.
- [11] 邵玉芳,樊明寿,乌恩,等. 植物根际解磷细菌与植物生长发育[J]. 中国农学通报, 2007, 23(4): 241-244.
- [12] 蒋千里,李树品,李梅,等. 钾细菌在我国农业生产上的应用[J]. 山东科学, 1993, 6(4): 57-63.
- [13] 余旋,朱天辉,刘旭,等. 不同解磷菌剂对美国山核桃苗生长、光合特性及磷素营养的影响[J]. 果树学报, 2010, 27(5): 725-729.
- [14] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [15] Taha S M, Mahmoud S A Z, Halim El-Damaty A, et al. Activity of phosphate-dissolving bacteria in Egyptian soils[J]. Plant and Soil, 1969(1): 149-160.
- [16] 史静静,刘静洋,韩国民,等. 棉花根际解钾细菌的生理活性和促生效果[J]. 中国土壤与肥料, 2012(4): 87- 90.
- [17] 张辉. 人工接种促生菌对桉树林木生长及土壤肥力的影响[D]. 南宁: 广西大学, 2013.