

郝振萍,王欢,司逸茹.解磷真菌对竹柳扦插苗生长和矿质元素吸收的影响[J].江苏农业科学,2015,43(3):169-171.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.054

# 解磷真菌对竹柳扦插苗生长和矿质元素吸收的影响

郝振萍,王欢,司逸茹

(金陵科技学院园艺学院,江苏南京 210038)

**摘要:**以竹柳扦插苗为试材,通过盆栽试验,研究解磷真菌(*Mortierella* sp. SM-1)对竹柳扦插苗生根、植株生长以及矿质元素吸收的影响。结果表明,竹柳扦插苗的地上部干质量及叶面积较对照都有明显优势。与对照相比,施入解磷真菌竹柳扦插苗的生根率、初生根条数、根干质量等地下生长指标没有显著差异。解磷真菌能够提高竹柳扦插苗叶绿素含量,同时降低了叶绿素a/叶绿素b值。土壤中施入解磷真菌后,竹柳扦插苗叶片中P含量显著提高,N、Ca、K等矿质元素含量较对照也有显著提高,表明解磷真菌能促进竹柳扦插苗对P、N、Ca、K等元素的吸收。

**关键词:**竹柳;解磷真菌;矿质元素

**中图分类号:** Q945.79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0169-02

磷是植物生长过程中必需的营养元素之一,但由于其在土壤中极易被固定导致有效性降低,土壤中的有机磷不能被植物直接吸收,因此,缺磷成为限制植物生长的主要因子之一<sup>[1]</sup>。增施磷肥虽然能改善土壤缺磷状况,但磷肥中可溶性磷酸盐极易被土壤固定。近年来,选用解磷菌剂改善土壤养分状况、增加土壤磷有效利用率成为研究热点<sup>[2-4]</sup>。解磷菌是指能够将植物难以吸收利用的磷转化为可吸收利用形态的微生物,包括细菌、真菌、放线菌等。作物生产中解磷菌作为肥料直接施入土壤,通过其生长代谢在作物根际形成磷供给较充分的微区,改善土壤磷元素供给状况,增加作物磷素吸收量,促进作物生长,提高作物产量<sup>[5-8]</sup>。解磷真菌与解磷细菌相比,虽然数量、种类较少,但由于其溶解磷能力较强,且遗传性状更稳定,因此,关于解磷真菌的研究越来越多<sup>[9]</sup>。竹柳(全称美国竹柳)隶属杨柳科(*Salicaceae*)柳属(*Salix*),是美国寒竹、朝鲜柳、筐柳杂交选育的优良杂交品系,具有生长速度快、耐盐碱、耐水淹、抗寒等特性,是工业原料林、盐碱地造林、湖泊滩涂造林、园林绿化、环境生物修复的理想树种,具有极大的推广价值及广阔的发展前景<sup>[10]</sup>。不少学者已陆续在竹柳引种、繁殖、病虫害防治及抗性生理等方面开展相关研究<sup>[11-15]</sup>,但关于竹柳扦插生根的研究不多,仅毛晓霞报道了关于激素对竹柳扦插生根的影响<sup>[16]</sup>。本研究探讨竹柳扦插苗根部土壤接种解磷真菌后植株生根、生长以及矿质元素吸收变化的规律,旨在为开发利用微生物菌肥提供理论依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 材料

试验在金陵科技学院园艺学院园艺实验站玻璃温室内进行。选长约10 cm不带叶的1年生竹柳嫩枝扦插苗,用50%

收稿日期:2014-04-16

基金项目:江苏省高校自然科学基金项目(编号:13KJD210001);江苏省林业三新工程[编号:lysx(2013)13];金陵科技学院教学管理专项课题(编号:zx201304)。

作者简介:郝振萍(1981—),女,河南卫辉人,硕士,讲师,主要从事植物生理研究。E-mail:yyxhao@jit.edu.cn。

多菌灵1 000倍液浸泡材料0.5 min,杀死切口微生物。浸泡后材料基部沾500~1 000 mg/L ABT生根粉溶液5 s,备用。采用盆栽法,试验设2个处理:对照组(CK)、解磷真菌组(Mo),每盆填充300 g样土;解磷真菌组(Mo)先在土层深约5 cm处均匀喷撒20 mL毛霉菌剂(*Mortierella* sp. SM-1),然后在菌剂上覆盖5 cm试验样土。每处理12盆,3次重复。试验组扦插苗插入时保证扦插苗切口能与毛霉菌剂接触<sup>[17]</sup>。

### 1.2 方法

1.2.1 生长参数测定 插条扦插50 d后计算生根率。每盆随机选取2棵苗,记录初生根条数,测量最长初生根的长度、株高、叶面积,称量地上部枝条以及根部干质量。扦插前及处理50 d后分别取叶片测定叶绿素含量。

1.2.2 矿质元素含量测定 处理50 d后随机取第2~4张叶,用蒸馏水清洗干净并烘干,粉碎、消解后采用等离子体原子发射光谱仪(ICP-AES)测定P、N、Ca、K等元素的含量。

1.2.3 数据分析 用SAS软件统计分析数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 解磷真菌对竹柳扦插苗生长的影响

解磷真菌接种的竹柳扦插苗初生根长度、地上部干质量及叶面积均与对照组(CK)差异显著。但生根率、根干质量、株高与对照组相比差异不显著(表1)。

### 2.2 解磷真菌对竹柳扦插苗叶绿素含量的影响

叶绿素是植物进行光合作用时吸收、传递光能的重要物质,其含量高低在一定程度上反映植物光合作用的强弱。从图1可以看出,50 d时,解磷真菌组(Mo)竹柳扦插苗叶绿素含量与对照组(CK)相比显著增加。50 d时,解磷真菌组(Mo)的总叶绿素(a+b)、叶绿素a、叶绿素b含量较对照组(CK)分别增长了47.5%、44.4%、55.6%。叶绿素a/叶绿素b的值较对照组(CK)低,与叶绿素含量的变化趋势相反,表明解磷真菌对竹柳扦插苗叶绿素b的促进效应较叶绿素a大。

### 2.3 解磷真菌对竹柳扦插苗叶片矿质元素含量的影响

与对照相比,竹柳扦插苗施入解磷真菌后,P、N、Ca、K含量均显著高于对照(图2)。

表1 解磷真菌处理对竹柳扦插苗各生长因子的影响

处理	生根率 (%)	初生根长度 (cm)	初生根数 (条)	根干质量 (g/株)	株高 (cm)	地上部干质量 (g/株)	叶面积 (cm <sup>2</sup> /株)
对照组 (CK)	100	7.11	7	0.052	7.10	0.49	1.7
解磷真菌组 (Mo)	100	8.67*	8	0.055	7.25	0.72*	2.4*

注:同列数据后“\*”表示差异显著( $P < 0.05$ )。

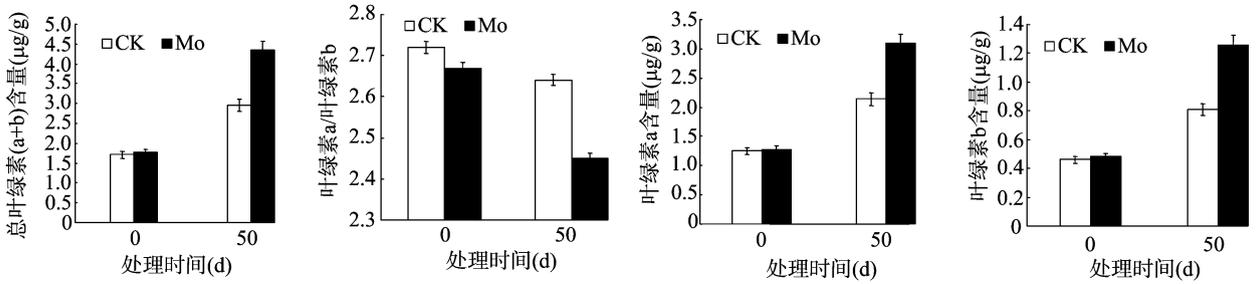


图1 不同处理对竹柳扦插苗叶绿素含量的影响

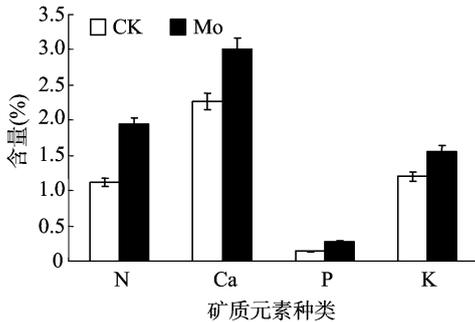


图2 解磷真菌处理对竹柳扦插苗叶片矿质元素含量的影响

### 3 结论与讨论

本研究结果表明,竹柳扦插苗的地上部干质量及叶面积较对照都有明显优势,这与郜春花等研究结果<sup>[18]</sup>一致。与对照相比,施入解磷真菌竹柳扦插苗的生根率、初生根条数、根干质量等地下生长指标没有显著差异,这可能是由于解磷真菌施入早期对根生长的促进作用较明显,随着时间的延长,促进作用慢慢减弱<sup>[19]</sup>。叶绿素含量是反映植物光合速率的重要生理指标之一。汪艳洁等认为,解磷菌能降低伊乐藻叶绿素含量<sup>[20]</sup>。本试验结果表明,解磷真菌能够提高竹柳扦插苗叶绿素含量,与蒋欣梅等研究结果<sup>[21]</sup>一致,同时降低了叶绿素a/叶绿素b值,可能是因为50d中阴天较多,导致竹柳提高了对蓝紫光的利用率,说明解磷真菌能够提高竹柳扦插苗在幼苗期利用弱光的能力<sup>[22-23]</sup>。解磷微生物对提高土壤有效磷含量、促进植物生长有着非常重要的作用<sup>[24]</sup>。本研究表明,土壤中施入解磷真菌后,竹柳扦插苗叶片中P含量显著提高,N、Ca、K等矿质元素含量较对照也有显著提高,表明解磷真菌能促进竹柳扦插苗对P、N、Ca、K等元素的吸收,由此可知,解磷真菌对提高土壤肥力、改善植物营养等具有重要的意义<sup>[25]</sup>。综上所述,解磷真菌处理下的竹柳扦插苗在地上部干质量、叶面积、叶绿素含量及矿质元素P、N、K、Ca吸收等方面都有着较为明显的优势。解磷真菌在竹柳的引种、繁殖、推广上具有一定的应用价值,可以作为微生物菌肥进行开发推广。

### 参考文献:

- [1] Kochian L V, Hoekenga O A, Pineros M A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency[J]. Annual Review of Plant Biology, 2004, 55: 459 - 493.
- [2] Ei - Tarabily K A, Nassar A H, Sivasithamparam K. Promotion of growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in a calcareous soil by a phosphate - solubilizing, rhizosphere competent isolate of *Micromonospora endolithica* [J]. Applied Soil Ecology, 2008, 39(2): 161 - 171.
- [3] Hameeda B, Harini G, Rupela O P, et al. Growth promotion of maize by phosphate - solubilizing bacteria isolated from composts and macrofauna [J]. Microbiological Research, 2008, 163(2): 234 - 242.
- [4] 田秀平, 马宏颖, 卢显芝. 解磷菌在土壤中解磷能力的研究[J]. 天津农学院学报, 2013, 20(1): 28 - 30.
- [5] 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.
- [6] 梁艳琼, 雷照鸣, 郑肖兰, 等. 解磷真菌 FM 菌株对 3 种作物促生作用的初步研究[J]. 广东农业科学, 2012(24): 65 - 68.
- [7] Singh H, Reddy M S. Effect of inoculation with phosphate solubilizing fungus on growth and nutrient uptake of wheat and maize plants fertilized with rock phosphate in alkaline soils [J]. European Journal of Soil Biology, 2011, 47(1): 30 - 34.
- [8] Yu X, Liu X, Zhu T H, et al. Isolation and characterization of phosphate - solubilizing bacteria from walnut and their effect on growth and phosphorus mobilization [J]. Biology and Fertility of Soils, 2011, 47: 437 - 446.
- [9] 李露莉, 邱树毅, 谢晓莉, 等. 解磷真菌的研究进展[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(7): 125 - 128, 124.
- [10] 郝姗姗, 宰学明. NaCl 处理对竹柳苗根系活力及抗氧化酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(15): 6587 - 6588, 6670.
- [11] 朱继军, 陈必胜, 王玉勤, 等. 苏柳、竹柳等速生能源柳引种研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(29): 14290 - 14291, 14322.
- [12] 张健, 李玉娟, 张树清, 等. 美国竹柳生物特性与繁殖试验简报[J]. 上海农业科技, 2009(6): 116, 118.
- [13] 陈惠, 张健, 王栋, 等. 江苏沿海地区竹柳主要虫害及防

刘威,宣亚楠,袁晓婷,等. 白花三叶草对3种草坪草种子萌发和幼苗生长的化感作用[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):171-174.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.055

# 白花三叶草对3种草坪草种子萌发、 幼苗生长的化感作用

刘威,宣亚楠,袁晓婷,张艳艳,闫永庆  
(东北农业大学园艺学院,黑龙江哈尔滨150030)

**摘要:**研究不同浓度白花三叶草(*Trifolium repense* L.)水浸液对草地早熟禾、高羊茅、多年生黑麦草3种禾本科草坪草种子萌发、幼苗生长以及超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)等保护酶活性和丙二醛含量的影响。结果表明,白花三叶草水浸液对3种草坪草种子发芽率、发芽势、幼苗苗高均表现出低浓度促进、高浓度抑制的作用趋势;对幼苗根长均有不同程度的抑制作用,水浸液浓度越高,抑制作用基本上也越强;对种子发芽指数、幼苗鲜质量的影响则因草坪草种类的不同而不同。在不同浓度的白花三叶草水浸液处理下,3种草坪草幼苗SOD、CAT活性呈现“低浓度上升、高浓度下降”的趋势,POD、APX活性和丙二醛含量则不同程度地升高。

**关键词:**白花三叶草;草坪草;化感作用;种子萌发;幼苗生长

**中图分类号:** Q945.79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0171-04

白花三叶草(*Trifolium repense* L.)为豆科车轴草属多年生草本植物,喜阳耐阴,具有适应性广、抗热抗寒性强、生长迅速、绿期长等优点,在世界各地作为优良草坪草广泛栽植。近年来,我国北方寒冷地区为了改善城市中草坪的适应性并延长其绿期,人们常将白花三叶草与冷季型禾本科草坪草混合建植草坪<sup>[1-2]</sup>。研究表明,白花三叶草会侵占禾本科草坪,在

禾本科草坪上形成小群落,影响原有的景观效果<sup>[1]</sup>。白花三叶草入侵禾本科草坪过程中,化感作用(allelopathy)被认为是一个重要因素<sup>[3-6]</sup>。植物的化感作用是植物通过茎叶挥发、雨水淋溶、根系分泌、残体分解等途径向环境中释放化感物质(allelochemicals),从而对其他植物或自身的生长发育产生促进或抑制作用<sup>[6-7]</sup>。化感作用广泛存在于自然界中,是生态系统中自然的化学调控现象以及植物适应环境的一种机制。开展化感作用研究对于生态系统中植被形成及演替、植物生长发育调控具有重要意义<sup>[8]</sup>。研究表明,植物通过化感作用造成细胞伤害进而影响自身或其他植物生长发育过程中,植物细胞内活性氧自由基代谢失衡进而引起自由基积累以及膜脂过氧化,导致膜系统结构、功能受到损伤是重要原因之一<sup>[9-11]</sup>。超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)等酶类是植物细胞在长期进化过程中形成的防御活性氧自由基毒害的保护酶

收稿日期:2014-05-06

基金项目:中国博士后科学基金(编号:2014M551209);黑龙江省教育厅科学技术研究项目(编号:12521030);东北农业大学博士启动基金(编号:2012RCB107)。

作者简介:刘威(1981—),男,辽宁沈阳人,博士,讲师,主要从事园林植物生理生态学研究。Tel:(0451)55190924;E-mail:liu\_wei1981@126.com。

通信作者:闫永庆,博士,教授,主要从事植物逆境生理及园林植物应用研究。E-mail:yanyongqing1966@163.com。

治技术[J]. 安徽农学通报,2011,17(3):119-120.

[14] 宰学明,郝姗姗,邵志广,等. 摩西球囊霉对NaCl胁迫下竹柳苗叶绿素含量和荧光参数的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(8):175-178.

[15] 邱权,潘昕,李吉跃,等. 速生树种尾巨桉和竹柳幼苗耗水特性和水分利用效率[J]. 生态学报,2014,34(6):1401-1410.

[16] 毛晓霞. 三种激素对竹柳扦插生根的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(5):1086-1089.

[17] Zhang H S, Wu X H, Li G, et al. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate-solubilizing fungus (*Mortierella* sp.) and their effects on *Kosteletzkya virginica* growth and soil enzyme activities of rhizosphere and bulk soils at different salinities [J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2011, 47:543-554.

[18] 邵春花,卢朝东,张强. 解磷菌剂对作物生长和土壤磷素的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(4):54-56,109.

[19] 王莉晶,高晓蓉,孙嘉怡,等. 土壤解磷微生物作用机理及解磷

菌肥对作物生长的影响[J]. 安徽农业科学,2008,36(14):5948-5950,5958.

[20] 汪艳洁,邹联沛,占金美. 光合细菌和有机解磷菌对伊乐藻生长的影响[J]. 科技创新导报,2008(28):7-8.

[21] 蒋欣梅,夏秀华,于锡宏,等. 微生物解磷菌肥对大棚茄子生长及土壤有效磷利用的影响[J]. 浙江大学学报:理学版,2012,39(6):685-688.

[22] 刘悦秋,孙向阳,王勇,等. 遮荫对异株荨麻光合特性和荧光参数的影响[J]. 生态学报,2007,27(8):3457-3464.

[23] 王建华,任士福,史宝胜,等. 遮荫对连翘光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J]. 生态学报,2011,31(7):1811-1817.

[24] 秦超琦,吴向华,郑琨,等. 解磷菌剂对海滨盐土有效磷含量及耐盐油料植物生长的影响[J]. 生态学杂志,2009,28(9):1835-1841.

[25] 余旋,朱天辉,刘旭. 不同解磷菌剂对美国山核桃根际微生物和酶活性的影响[J]. 林业科学,2012,48(2):117-123.