

三种土壤类型中南天竹差异性的研究

李颖^{1,2,3}, 钟章成^{1,2,3*}, 何跃军⁴, 刘锦春^{1,2,3},
李青雨^{1,2,3}, 金静^{1,2,3}

(1. 西南大学 生命科学学院, 重庆 400715; 2. 三峡库区 生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715; 3. 重庆市
三峡库区 植物生态与资源重点实验室, 重庆 400715; 4. 贵州大学 林学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 石灰岩地区的生态重建和植被恢复问题一直备受关注。用盆栽法,研究了黑色石灰土、紫色土、黄壤三种不同土壤类型对南天竹的影响。试验表明:除紫色土中的南天竹叶片P含量高于其他两种土壤,三者之间差异均达到显著水平($P < 0.05$)外,黑色石灰土中的南天竹叶绿素、类胡萝卜素、叶片的N、可溶性糖和蛋白质含量均高于其他两种土壤,其差异性与黄壤达到显著水平($P < 0.05$),与紫色土的差异性未达到显著水平($P > 0.05$),而紫色土与黄壤的差异也达到了显著水平($P < 0.05$)。各项测定指标的总体情况是黄壤 < 紫色土 < 黑色石灰土。该试验证明将南天竹用于石灰岩地区的植被恢复和经济发展是完全可行的。

关键词: 南天竹; 差异性; 黑色石灰土; 黄壤; 紫色土

中图分类号: Q948.11 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2006)02-0137-05

Research on differences of heavenly bamboo growing in three types of soil

LI Ying^{1,2,3}, ZHONG Zhang-cheng^{1,2,3*}, HE Yue-jun⁴,
LIU Jin-chun^{1,2,3}, LI Qing-yu^{1,2,3}, JIN Jing^{1,2,3}

(1. *School of Life Sciences, Southwest China University, Chongqing 400715, China*; 2. *Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorge Reservoir Region (Ministry of Education), Chongqing 400715, China*; 3. *Key Laboratory of Plant Ecology and Resources of Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715, China*; 4. *School of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China*)

Abstract: Ecological restoration and vegetation restoration in limestone zone are always on the focus of research. Heavenly bamboo was planted to pots with three different types of soil (black limestone soil, yellow soil and purple soil) in order to study the differences of heavenly bamboo. The results showed that the contents of phosphorus in heavenly bamboo growing in purple soil were higher than that in other two types (the difference among them was significant). But the contents of chlorophyll, carotenoid, nitrogen, soluble sugar and protein in black limestone soil were the highest. The difference of them between black limestone soil and yellow soil was significant, but the difference between black limestone soil and purple soil was not significant. The difference between purple soil and yellow soil was significant, too. In a word, heavenly bamboo grew best in black limestone soil but worst in yellow soil. So planting heavenly bamboo in limestone zone is a good way to realize ecological restoration and economic development.

Key words: heavenly bamboo; difference; black limestone soil; yellow soil; purple soil

收稿日期: 2005-07-04 修回日期: 2005-10-20

基金项目: 国家自然科学基金资助(30370279); 重庆市科委项目(2002-7535) [Supported by the National Natural Science Foundation of China(30370279); Science Technology Committee of Chongqing(2002-7535)].

作者简介: 李颖(1978-), 女, 重庆涪陵人, 在读硕士研究生, 主要从事植物生理生态学研究。

* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail: <zzhong@swu.edu.cn>.

石灰岩发育的土壤, pH 值偏高, Ca、Mg 含量多。其水土流失严重, 从而造成该地区植被稀少, 农作物产量较低, 严重影响了当地经济的发展和人民的生活。石灰岩地区的植被恢复和生态重建是改善该地区生态环境条件, 实现可持续性发展的根本途径。目前, 对石灰岩地区的生态恢复研究已引起国内外科研工作者的的高度重视。

本文选择的研究对象南天竹(*Nandina domestica*)是石灰岩地区的适生植物(刘玉成等, 1988; 叶向斌等, 1994), 多为花盆种植和庭园栽培, 是很好的观赏树种; 其叶为强壮剂, 而且果实为中药“天笠子”, 是著名的镇咳药。它既可以作为石灰岩地区植被恢复的先锋植物, 又可以作为石灰岩地区种植的经济植物, 具有较高的观赏价值和药用价值。

黄壤、紫色土和黑色石灰土都是重庆地区最常见、分布最集中的土壤类型(赵其国等, 1991)。选择前两种土壤类型不但可以了解南天竹在这两种土壤中的状况, 也可以为研究石灰岩土壤中的南天竹做一个很好的对比和参考。通过对南天竹在这三种土壤中差异性的分析, 从而最终达到为石灰岩地区的植被恢复和经济发展提供理论依据和指导实用的目的。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

1.1.1 土壤样品 选取重庆市北碚区鸡公山黑色石灰土, 缙云山黄壤和西南大学校内紫色土三种土壤类型。三种土壤的基本理化性质数据由西南大学环保实验室测试, 如表 1 所示:

1.1.2 供试植物 购自重庆市北碚区静观花卉基地的南天竹, 为小檗科(Berberidaceae)南天竹属的多年生常绿灌木。

1.1.3 供试花盆 内径 35 cm, 高 30 cm 的瓦盆。

1.2 试验方法

于 2004 年 4 月将生长基本一致的南天竹幼苗移栽至西南大学生命科学学院生态学实验园(海拔 249 m)内。每盆 1 株, 每种土壤类型各 16 盆, 共计 48 盆。常规管理, 没有追肥。2005 年 4 月 21 日取叶位一致的成熟叶片测定相关指标。

1.3 样品测定

分别测定叶片的叶绿素、类胡萝卜素、N、P、可溶性糖和蛋白质含量。叶绿素、类胡萝卜素采用浸

提法(邹琦, 1995), 称取新鲜叶片 0.1 g(去中脉)剪成碎块, 放入具塞试管中, 加入 10 mL 无水乙醇与丙酮体积比为 1:1 的混合液, 在室温(25 °C)下置于暗处浸泡, 将其摇动数次, 至材料完全变白为止, 取浸提液用岛津 UV-2550 型分光光度计在 663 nm 和 645 nm 处测定消光值; N 含量采用微量凯氏定氮法, 将新鲜叶片置 80 °C 烘箱烘至恒重, 研磨至粉状, 取叶片干样 0.05 g 在 BüCHI K-435 型消化管内消煮, 于 BüCHI B-324 型凯氏定氮仪测定 N 含量; P 含量采用钼锑抗比色法(史瑞和等, 1986), 取叶片干样 0.1 g 消煮后显色液用岛津 UV-2550 型分光光度计测定消光值; 可溶性糖采用蒽酮比色法(王晶英等, 2003), 称取新鲜叶片 0.1 g, 样品提取液用岛津 UV-2550 型分光光度计测定消光值; 蛋白质采用微量凯氏定氮法(张志良等, 2004)。所有测定结果用 SPSS11.5 统计软件和 Excel 进行数据分析和图表绘制。

2 结果与分析

2.1 不同土壤类型中南天竹叶绿素、类胡萝卜素含量的变化

表 1 三种土壤的基本理化性质
Table 1 Some basic physical and chemical properties of three types of soil

项目 Items	黑色石灰土 Black limestone soil	黄壤 Yellow soil	紫色土 Purple soil
pH 值 pH value	6.710	3.860	7.530
有机质 Organic matter (%)	4.216	3.800	2.013
全 N Total nitrogen (g/kg)	1.823	0.243	1.458
全 P Total phosphorus (g/kg)	0.686	0.125	1.105
全 K Total potassium (g/kg)	15.320	0.450	16.730
碱解 N Alkali hydrolysable nitrogen (mg/kg)	106.300	15.190	60.760
速效 P Available phosphorus (mg/kg)	3.047	1.840	16.185
速效 K Available potassium (mg/kg)	355.330	29.380	230.980
交换性 Ca Exchangeable calcium (mg/kg)	3298.800	210.000	4435.600
水分系数 Water coefficient	0.940	0.783	0.951

从图 1 可以看出, 在三种不同的土壤中, 在石灰岩中的南天竹的叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素和类胡萝卜素含量均高于其他两种土壤, 并且与黄壤的差异达到了显著水平($P < 0.05$), 与紫色土的差异并未达到显著水平($P > 0.05$)。而紫色土与黄壤两

者的差异也达到了显著水平($P < 0.05$)。

叶绿素是光合作用中最重要色素。它不仅可以大量吸收光能,而且可以构成光系统 I 和光系统 II 反应中心(Mathis 等,1989),通过激发形式将光子能量转变成化学能(Agostianoetal 等,1990)。叶绿素含量同光合作用的关系十分密切,其含量在一定程度上能反映植物同化物质的能力(吕建林等,1998;张守纯等,2000),而且是衡量植物光合作用强弱的一个指标(郝丽珍等,2000)。试验结果从一个侧面反映出在石灰土和紫色土中的南天竹光合作用较强,但两者的差异性不大。而黄壤中的南天竹光合作用较差。

类胡萝卜素也是植物必不可少的。它在光合作用过程中起两种作用:即光吸收和光保护(范立梅,2001)。试验结果表明,在黄壤中的南天竹类胡萝卜素含量最低,说明黄壤中的南天竹光吸收能力较弱,对叶绿素的光保护作用也较差。而石灰土则相反,紫色土次之。这与我们测定的叶绿素含量的高低顺序也是完全相符的。

2.2 不同土壤类型下南天竹叶片 N、P 含量的变化

N、P 是植物所必备的大量元素,它们在植物代谢中起着不同的作用。N 是蛋白质和酶的组成成分,光合作用中的 RuBP 羧化酶的活性就受到 N 含量的影响。测定结果显示南天竹在黑色石灰土中的 N 含量最高,紫色土次之,但两者未达到显著水平,而两者与黄壤的差异均达到显著水平(图 2)。P 参与碳水化合物的代谢作用,是植物体内核酸、ATP、磷脂等重要有机化合物的组成元素之一。其中 ATP 是作物代谢过程中能量转移的“中继站”,植物体内许多生化反应所需能量全由 ATP 供应。因此,P 素参与植物体内物质的吸收运输,合成等各种生命活动。而在三种土壤类型中,P 的含量表现出紫色土>黑色石灰土>黄壤,且三者之间的差异均达到显著水平(图 2)。

2.3 不同土壤类型中南天竹叶片可溶性糖含量的变化

植物体内碳水化合物的含量大约占干物质总量的 90%~95%,而碳水化合物能够互相转化和再利用的主要是可溶性糖。可溶性糖不仅是高等植物的主要光合产物,而且是碳水化合物代谢和暂时贮藏的主要形式,所以在植物代谢中占有重要位置(徐惠风等,2000)。南天竹是较好的观叶植物,其叶片中可溶性糖含量的多少将直接决定它品质的好坏。在这三种不同土壤中,以石灰土生长的南天竹叶片可

溶性糖含量最高,紫色土次之,而黄壤则最差(图 3)。试验表明石灰土生长的南天竹代谢较其他两种土壤的旺盛。

2.4 不同土壤类型中南天竹叶片蛋白质含量的变化

蛋白质是原生质的主要成分,任何植物体、器官组织和细胞都是由许多种蛋白质作为基本成分而构成的;同时,酶是一类具有催化功能的蛋白质,所以蛋白质在植物生命活动中起着重要作用。由图 3 可看出,石灰土中的南天竹蛋白质含量最高,与黄壤的差异性达到显著水平,与紫色土的差异未达到显著水平。而紫色土与黄壤的差异也达到了显著水平。

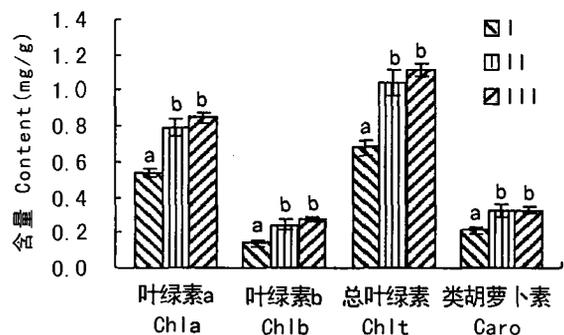


图 1 三种土壤类型中南天竹叶绿素、类胡萝卜素的含量
Fig. 1 The contents of chlorophyll and carotenoid in three different types of soil

I 表示黄壤, II 表示紫色土, III 表示黑色石灰土。应用 LSD 法检验处理间差异程度。相同或不同字母之间表示无或有差异。其差异达到显著水平 ($P < 0.05$) (下同)。

The meaning of I, II, III is yellow soil, purple soil and black limestone soil respectively. All the data are dealt with LSD significance test, of the same alphabets with no difference, of the different alphabets with significant difference. The notes of the next figures are the same as figure 1.

3 讨论

不同土壤所含 N、P、K、有机质等有差异,它们共同相互作用,对植物产生一定影响。南天竹在本文选择的三种土壤类型中表现出不同的状况,叶片中除 P 含量表现出紫色土>黑色石灰土>黄壤外,其他各项指标测定显示南天竹的情况是黑色石灰土>紫色土>黄壤。在一定范围内,叶绿素含量越高,光合作用越强,制造更多的光合产物,促进植物生长(赖家业等,1999)。类胡萝卜素在植物的光合作用中起着光保护和光吸收作用(徐昌杰等,2000)。N 是构成蛋白质、各种酶等的元素,在植物生命活动中占有重要地位(李合生等,2002)。植物体内的可溶

性糖是植物光合作用的主要产物(王琼等,2004),而蛋白质可参与植物体内的多种代谢活动。研究结果说明南天竹对最适的土壤类型有一定的选择性。

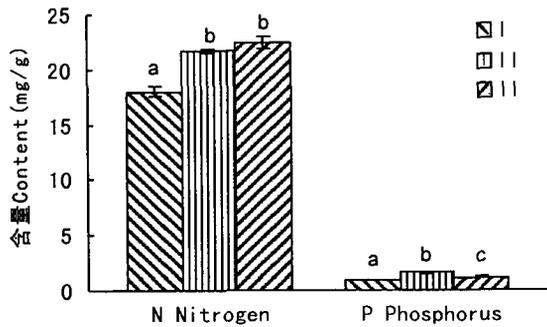


图2 三种土壤类型中南天竹 N、P 的含量
Fig. 2 The contents of nitrogen and phosphorus in three different types of soil

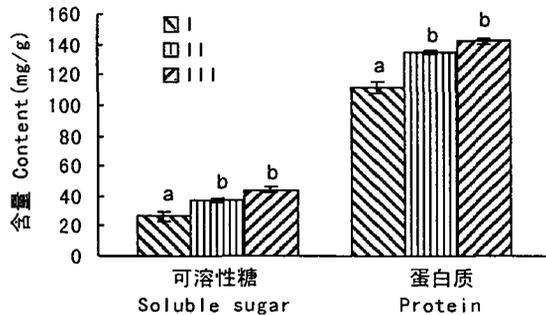


图3 三种土壤类型中南天竹可溶性糖、蛋白质的含量
Fig. 3 The contents of soluble sugar and protein in three different types of soil

南天竹对土壤的这种选择性与土壤的理化性质是分不开的。主要原因在于:首先,三种土壤的 pH 值在 3.86~7.53 之间,属于酸性到微碱性的范围。从测定结果来看,南天竹更喜爱中性至微碱性的土壤(黑色石灰土 pH 值为 6.71,紫色土为 7.53),这是由于南天竹是石灰岩地区的适生植物,在黑色石灰土中自然能够生长良好;而它又属于喜钙植物,偏好碱性土质(刘锦春,2004),在微碱性的紫色土中亦能很好生长;黄壤则不同,它是酸度较大(pH 为 3.86)的土壤,不利于南天竹的生长。其次,从土壤的有机质含量来看,有机质是植物养分的重要来源,它可以改善土壤的物理性质,并促进植物的生长发育(关连珠等,2000)。在供试的三种土壤中,黄壤有机质含量较低,植物养分较少,保肥能力弱(表 1)。土质常粘重,结构不良,耕性差,其特点为“浅、瘦、

酸、粘、板”,(李德融等,1985)。所以,对喜钙植物生长不利。南天竹在黄壤中就会表现出光合能力低,光合产物较少,生长不良的现象。因此各项测定指标都低于黑色石灰土,并且两者的差异达到显著性水平($P < 0.05$)。而紫色土的矿质养分丰富,肥力较高(表 1),能适合多种植物的生长,亦能够为南天竹提供较适宜的生长环境,并且南天竹喜爱微碱性土壤,所以与南天竹的适生黑色石灰土相比较,除叶片 P 含量高于黑色石灰土($P < 0.05$),其他指标都只是略低于黑色石灰土,两者的差异不明显($P > 0.05$),而它与黄壤的差异也可以达到显著水平($P < 0.05$)。第三,从土壤含 N 量来看,黑色石灰土的全 N 量和碱解 N 含量明显高于其他两种土壤类型。土壤中 N 素的供应对作物吸收 N 量有不可忽视的作用(赵其国等,1991),这就造成南天竹叶片的含 N 量高,而 N 又是构成叶绿素和蛋白质的重要元素(李合生等,2002),自然这两项指标就高于其他两种土壤,而叶绿素含量较高则有利于光合作用的进行,所以作为光合产物的可溶性糖含量也较多。但是,基于前面谈到的土壤 pH 和有机质的影响,所以这些指标与黄壤的差异性达到显著水平,与紫色土的差异性未达到显著水平,而且紫色土与黄壤的差异也达到显著水平。

对于紫色土中南天竹叶片 P 含量差异与黑色石灰土达到显著水平($P < 0.05$),笔者分析可能很重要的一个原因是植物生长的磷源主要来自于土壤(张福锁等,1995)。然而,不同土壤中的含 P 量是不同的。紫色土中的 P 含量本身较高(表 1),尤其是速效磷的含量较高,它可为南天竹代谢提供充足的磷源。南天竹从紫色土中可吸收大量的 P,其含量自然比土质含磷相对较少的黑色石灰土高。但从前面测定项目的综合分析来看,紫色土与黑色石灰土中南天竹叶片 P 含量出现的显著差异并不是影响南天竹的主导因子。整个试验的结果表明,南天竹在三种土壤中的总体情况是黑色石灰土 > 紫色土 > 黄壤,这说明将南天竹作为石灰岩地区植被恢复的先锋植物和经济植物是完全可行的,这可为石灰岩地区的植被恢复提供科学依据。本试验也存在一定的局限性,石灰岩地区的恢复是一个长期的过程,而这三种土壤对南天竹的影响我们只是做了短期的研究(生长一年左右),测定部位也仅限于南天竹叶片,对测定指标在根茎等部位的含量和分配问题尚未做探讨,且有关南天竹与三种土壤之间的关系,尤其

是黑色石灰土之间的关系,还有待进一步深入研究。

参考文献:

- 王晶英,敖红,张杰,等. 2003. 植物生理生化实验技术与原理[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,11-12.
- 史瑞和,鲍士旦,秦怀英,等. 1986. 土壤农化分析[M]. 第2版. 北京:农业出版社,218.
- 刘玉成,许鸿鹄,缪世利. 1988. 重庆石灰岩植被的初步研究. 常绿阔叶林生态学研究[M]. 重庆:西南师范大学出版社,559-572.
- 关连珠,韩小日,依艳丽,等. 2000. 土壤肥科学[M]. 北京:中国农业出版社,23-24.
- 李合生,孟庆伟,夏凯,等. 2002. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,190.
- 李德融,吴贵民,曹敏章. 1985. 土壤与耕作[M]. 北京:农业出版社,130.
- 张志良,翟伟菁. 2004. 植物生理学实验指导[M]. 第3版. 北京:高等教育出版社,154-157.
- 张福锁,龚石元,李晓林. 1995. 土壤与植物营养研究新动态(第3卷)(上)[M]. 北京:中国农业出版社,170.
- 邹琦. 1995. 植物生理生化实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,36-39.
- 范立梅. 2001. 类胡萝卜素的生物学功能[J]. 生物学通报,36(4):10.
- 赵其国,龚子同,徐琪,等. 1991. 中国土壤资源[M]. 南京:南京大学出版社,121-124,361-376,110.
- Agostiano A, Caselli M, Dlla MM, et al. 1990. Polarographic and wavelength-selected fluorescence excitation studies of chlorophyll a aggregation in water containing trace amounts of acetone[J]. *Bioelectrochem Bioenerg*, 23(3):301-310.
- Hao LZ(郝丽珍), Wang P(王萍), Tian ZL(田志来), et al. 2000. Studies on change patten of chlorophyll content and respiratory enzyme activity of *Pteridium a fuilium* var. *latiusculum*(蕨菜叶绿素含量及呼吸酶活性的变化规律研究)[J]. *J Inner Mongolia Agric Univ*(内蒙古农业大学学报), 21(2):45-48.
- Lai JY(赖家业), Yang ZD(杨振德), Wen XF(文祥凤). 1999. A study on leaf chlorophyll content from *Malania oleifera* under two kinds of site conditions *in vitro*(两种立地条件下蒜头果叶绿素含量比较研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 19(3):272-276.
- Liu JC(刘锦春). 2004. Study on the utilization and exploitation of *Nandina domestica* Thunb. resource(南天竹资源利用与开发研究)[J]. *Chinese Wild Plant Resources*(中国野生植物资源), 23(6):22-23.
- Lü JL(吕建林), Chen RK(陈如凯), Zhang MQ(张木清), et al. 1998. Seasonal change of the net photosynthesis rate, chlorophyll content and specific weight of leaf of sugar cane and their relationships(甘蔗净光合速率、叶绿素和比叶重的季节变化及其关系)[J]. *J Fujian Agric Univ*(福建农业大学学报), 27(3):285-290.
- Mathis JN, Burkey KO. 1989. Light intensity regulates the accumulation of the major light-harvesting chlorophyll-protein in greening seedlings[J]. *Plant Physiol*, 90(2):560-566.
- Wang Q(王琼), Su ZX(苏智先), Zhang SL(张素兰), et al. 2004. Soluble sugar content of clonal plant *Neosinocalamus affinis* at module and ramet levels(慈竹构件和分株水平的可溶性糖含量研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 15(11):1994-1998.
- Xu CJ(徐昌杰), Zhang SL(张上隆). 2000. Carotenoid biosynthesis and its regulation in plants(植物类胡萝卜素的生物合成及其调控)[J]. *Plant Physiol Commun*(植物生理学通讯), 36(1):64-70.
- Xu HF(徐惠凤), Jin YM(金研铭), Zhang CX(张春祥), et al. 2000. Content of soluble sugar in sunflower leaves(向日葵叶片可溶性糖含量的研究)[J]. *J Jilin Agric Univ*(吉林农业大学学报), 22(1):23-25.
- Ye XB(叶向斌), Li JS(黎基崧), Cai WP(蔡维藩), et al. 1994. An investigation on native ornamental plants in the limestone area of Guangdong Province(广东石灰岩地区野生观赏植物资源的调查研究)[J]. *J Zhongkai Agrotech Coll*(仲恺农业技术学院学报), 7(1):11-22.
- Zhang SC(张守纯), Lu M(陆敏). 2000. Study on chloroplast ultrastructure and chlorophyll content of leaf blades on different levels in sorghum(高粱不同叶位叶片叶绿素超微结构与叶绿素含量的研究)[J]. *J Liaoning Normal Univ*(Nat Sci)(辽宁师范大学学报(自然科学版)), 23(2):190-193.