

美国红栌叶片呈色差异的研究

刘桂林, 杜鸿云, 王 艳, 娄丽娜

(河北农业大学, 河北 保定 071000)

摘 要:本研究以美国红栌秋季叶片为试材,选取红色、中间色、绿色三种颜色的叶片,测定其叶绿素、花色素苷、苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性及叶片组织中的含水量,讨论其对美国红栌秋季叶片着色的影响,结果表明:美国红栌秋季叶片中,红色叶片叶绿素含量较低,PAL酶活性较高,花青素苷的含量较高,所以叶色呈现红色;绿色叶片中叶绿素含量较高,PAL酶活性较低,花青素苷的含量较少,所以呈现绿色。在红色叶片中的自由水和总含水量相对较低,这可能有利于花色素苷类物质的合成。

关键词:美国红栌; 叶色; 叶绿素; 花青素; 苯丙氨酸解氨酶(PAL)

中图分类号:S718.43

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2008)04-0042-03

Comparison of Physiological Characteristic between the Leaves with Different Colors of *Cotinus coggygia* 'Royal Purple'

LIU Gui-lin, DU Hong-yun, WANG Yan, LOU Li-na

(Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: The paper studied the physiological characteristics of the leaves of *Cotinus coggygia* 'Royal Purple' with different colors in autumn. Three kinds of leaf colors were selected to measure the contents of chlorophyll, anthocyanin, phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity and the water content in the leaves. The results showed that the leaves exhibited red if it had lower chlorophyll content, higher activities of PAL and higher content of anthocyanin. The green leaves had higher chlorophyll content, lower activity of PAL, less content of anthocyanin. The content of total water and the free water was relatively low in red leaves, favorable to the synthesis of anthocyanin.

Key words: *Cotinus coggygia* 'Royal Purple'; color of leaf; chlorophyll; anthocyanin; PAL

彩叶植物叶色亮丽美观,能够形成独特的景观效果,丰富城市的景观色彩,如北京西山的“香山红叶”、南京栖霞山的“栖霞丹枫”等著名景观。彩叶植物在现代城市园林绿化中发挥着越来越重要的作用^[1]。

美国红栌(*Cotinus coggygia* 'Royal Purple')为美国黄栌的变种类型,又名红叶树、烟树,为落叶灌木或乔木,原产美国。美国红栌叶色美丽,春季其叶片为鲜嫩的红色或紫红色,妖艳欲滴;夏季其上部新生叶片为红色或紫红色,下部叶片渐变为绿色,远

看色彩缤纷;秋季叶片全鲜红;入冬前美国红栌叶片着生时间长于普通黄栌,观景时间更长。美国红栌夏季开花,有时一年两次,枝条顶端花序絮状鲜红,观之如烟似雾,美不胜收,故有烟树之称。美国红栌的独特色彩、生长特性及适生性优于现应用于园林中的紫叶李、红叶桃、美人梅、红叶小檗等彩叶树种,它不但是城市及公园绿化的理想彩色植物材料,也是荒山、厂矿绿化美化、净化的优良树种。近年来,对彩叶树种的研究很多,但对美国红栌的研究主要集中在引种繁殖等方面,对其叶色的研究尚未见报

收稿日期:2008-02-17 修回日期:2008-04-23

基金项目:河北省科技厅科学技术项目(Y-060135)。

作者简介:刘桂林,男,高级工程师,主要从事园林植物栽培生理及应用研究

* 通讯作者:王 艳,女,在读硕士,主要从事园林植物资源利用及评价方面研究

道^[2-4]。本研究以秋季不同美国红栌叶片为试材,对比研究不同叶片叶色差异的原因,为彩叶树种的叶色研究及彩叶育种提供提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

研究试材取自河北农大西校区美国红栌的秋季叶片,采集红色、中间色(介于红色与绿色之间,叶脉间有黄色条纹)、绿色 3 种颜色的叶片,选择生长一致、树龄相同的树冠外围同一棵树的中上部不同枝条的叶片。

1.2 测定方法

叶色测定参照丁廷发等^[5]的方法。分别取不同颜色、具有代表性的叶片 5 枚,用扫描仪扫描后,利用 Photoshop 8.0 软件读取 R、G、B 数值;叶绿素与类胡萝卜素的含量参照刘秀丽等的方法测定^[6];叶片花青苷含量按 Pirie 和 Mullins 等的方法测定^[7];苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性参照王敬文等的方法测定^[8];叶片组织含水量的测定采用李合生等的方法^[9]。

2 结果与分析

2.1 不同叶片叶色 RGB 值比较

在 Photoshop 中,R、G、B 是颜色模式中的 3 个参数,R、G、B 称为三原色(R:代表红色、G:代表绿色、B:代表蓝色)。在 RGB 模式中 R、G、B 3 个色值同时为 0 时呈现的是黑色;如果 R、G、B 3 个色值同时为 255 时,呈现的颜色为白色。测定发现(图 1):红色叶片中 R 值显著高于 G 值、B 值,R 值是 G 值的 2.86 倍,因此,红色叶片中红色色阶多,从而使叶片呈现红色;而绿色叶片中 R 值低于 G 值,仅是 G 值的 74%,说明绿色叶片中以 G 为主色阶,其最终显现绿色;中间色叶片中,R 和 G 的值都较高,而 R 和 G 色阶融合在一起呈现黄色,从而使叶片表现为中间色。

2.2 叶绿素及类胡萝卜素含量变化

2.2.1 叶绿素 a 含量的变化 叶绿素 a 为蓝绿色,是叶片呈现绿色的主要色素。由图 2 可知:在 3 种叶片中,叶绿素 a 的含量由红到绿依次升高,且各颜色之间差值较大,其中绿色叶片是红色叶片含量的 3.89 倍。因此,叶片中叶绿素 a 对叶片呈色影响较大,含量越高叶色越绿。

2.2.2 叶绿素 b 含量的变化分析 叶绿素 b 在植物外观上表现为黄绿色,也是叶片呈现绿色的主要原因。叶绿素 b 的含量在美国红栌 3 种颜色叶片中

的变化趋势与叶绿素 a 相似(图 2),也是由红到绿依次升高,但其各颜色相对含量的差值较小,绿色叶片比红色叶片的叶绿素 b 含量高约 40%。

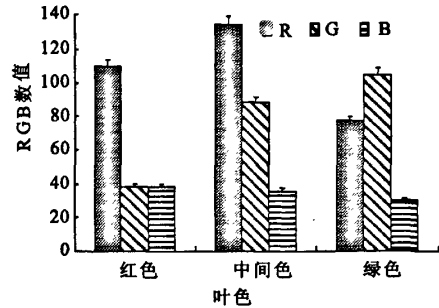


图 1 叶片 RGB 数值变化

Fig. 1 The variation of RGB in leaves

2.2.3 叶绿素(a+b)与 a/b 的变化分析 叶片中叶绿素(a+b)含量变化趋势与叶绿素 a、b 的变化趋势相同,由红色到绿色逐渐增加(图 2)。而叶绿素 a/b 的值也有类似的变化趋势。因此,叶绿素的含量决定着叶片绿色的显现,并与叶片的生长状况密切相关。

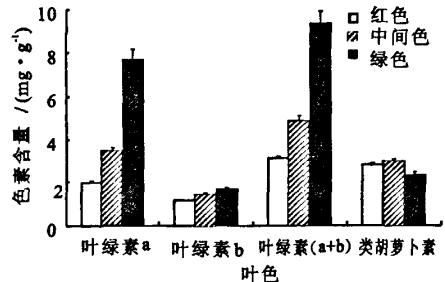


图 2 叶片中色素含量比较

Fig. 2 The comparison of chlorophyll and carotenoids contents in the leaves

2.2.4 类胡萝卜素含量的变化分析 类胡萝卜素表现为橙黄色,是植物叶片呈现黄色的主要原因^[6]。在美国红栌叶片的 3 种颜色叶片中,类胡萝卜素的含量以中间色较高,红色次之,绿色最低(图 2)。类胡萝卜素可能与黄色叶片的显现有关。

2.3 叶片中花青素含量的变化

花青素是自然界一类广存在于植物中的水溶性天然色素,属黄酮类化合物^[10],是植物花瓣中的主要呈色物质,水果、蔬菜、花卉等五彩缤纷的颜色大部分与之有关。在植物细胞液泡不同的 pH 值条件下,使花瓣呈现五彩缤纷的颜色^[11]。美国红栌 3 种颜色叶片中花色素苷含量变化由红到绿依次递减(图 3),红色叶片要比绿色叶片的含量高 2.80 倍。计算花色素苷与叶绿素的比值可知:红色、中间色、绿色叶片的比值分别为 4.94、2.37、0.59,红色叶片

的比值明显大于绿色叶片。因此,花色素苷相对含量较高是决定美国红栎红色叶片呈色的主要因素。

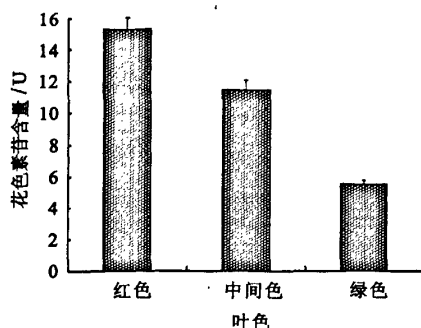


图3 花色素苷含量变化

Fig. 3 The variation of anthocyanins contents

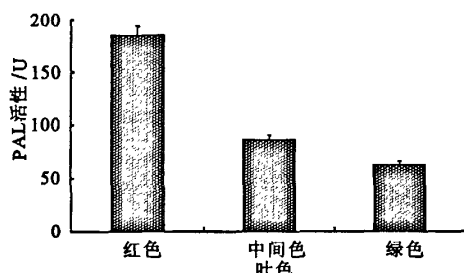


图4 PAL 的活性变化

Fig. 4 The variation of PAL enzymic activity

2.4 叶片 PAL 酶活性变化

苯丙氨酸解氨酶(PAL)在植物次生化代谢中具有极重要的位置,是苯丙烷类代谢途径的关键酶和限速酶,也是初生代谢和苯丙烷代谢的纽带^[12],对类黄酮、花青素等次生物质的形成起重要的调节作用。相关分析表明 PAL 酶活性变化与花色素苷、叶绿素的比值呈显著相关($r=0.983$)可知苯丙氨酸解氨酶活性高低影响美国红栎叶片颜色的显现, PAL 酶活性越高则叶片越红。由图 4 可知,秋季美国红栎 3 种颜色叶片的 PAL 酶活性由红色到绿色依次递减,且红色叶片 PAL 的活性分别比中间色、绿色高 2.14 倍和 2.97 倍。

2.5 叶片含水量的变化

植物组织中总含水量由自由水含量和束缚水含量组成。相关分析表明自由水含量、总含水量、自由水/束缚水的比值与叶绿素的总含量均达到极显著相关,相关系数分别为 0.998、0.997 和 1。因此,组织中水分含量显著影响叶绿素的含量,从而影响叶片的颜色。图 5 为各颜色叶片总含水量的变化趋势,由红色叶到绿色叶总含水量依次递增,红色叶片含量最低为 64%,中间色为 68%,绿色最高达 75%。自由水含量变化与总含水量的趋势相似。计算各颜色叶片自由水与束缚水含量之比可见,红色

叶片为 2.80、中间色为 2.93,绿色为 3.26,与总含水量、自由水含量的变化趋势相同。

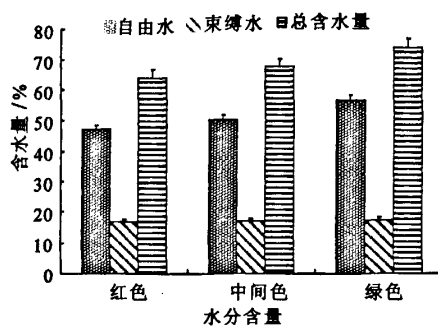


图5 叶片中含水量的变化

Fig. 5 The variation of water contents

3 结论与讨论

美国红栎的秋季叶片中,绿色叶片的叶绿素总含量较高、花色素苷/叶绿素的比值较低有显著的关系,叶绿素是绿叶呈现绿色的主要色素物质;红色叶片中花色素苷的含量最高,叶绿素含量最低,因此呈现红色。

美国红栎红色叶片 PAL 活性增加,花青素苷含量也增加,而花青素的含量的增高或降低都可能改变植物体的颜色,故红色叶片显示为红色。

美国红栎叶片的水分含量与叶片的色泽之间有显著的相关性,究其原因可能是水分含量较高时,植物组织代谢旺盛,积累的有机物质较少;而在水分含量低时,组织活力降低,有机物质大量积累,从而有利于花色素苷的生物合成。

叶色是多种因素综合影响的结果,对美国红栎叶片呈色的其他影响因素及其综合影响有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 董俊岚. 北京彩叶树种资源及其在园林中的应用[J]. 林业实用技术, 2004(12): 56.
- [2] 姚砚武, 周连第, 李淑英, 等. 美国红栎光合作用季节性变化的研究[J]. 北京农业科学, 2000, 18(5): 32-34.
- [3] 陈秀英, 应尚蛟, 吕明亮. 美国红栎的引种试验[J]. 防护林科技, 2007(3): 14-15.
- [4] 崔俊茹, 陈彩霞, 李成, 等. 美国红栎的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(5): 588.
- [5] 丁廷发, 谢必武, 张凤龙. 重庆市 5 种彩叶植物色素和色彩变化规律研究[J]. 重庆三峡学院学报, 2006, 22(3): 78-80.
- [6] 刘秀丽, 宋平, 孙成命. 植物叶绿素测定方法的再讨论[J]. 江苏农业研究, 1999, 20(3): 46-67.
- [7] PIRIE A, MULLINS M G. Changes in anthocyanin and phenolic content of grapevine leaf and abscisic acid[J]. Plant Physiol.

(下转第 51 页)

数进行量化,如 R_{LDI} 和 c_{LDI} ,结果显示各个种之间存在着不同的差异。另一方面,各个种的当年枝的叶数目线性密度(DLN)、树种平均个体叶面积(ILA_{ave})、叶序、单复叶状况和分枝状况也存在着显著的差异。这些因素都影响着当年枝的自遮程度和构型格局^[14, 18],且与 R_{LDI} 、 c_{LDI} 的值之间没有明显的关系。为了揭示植物构型系统复杂的内在规律,对更多的树种进行研究是十分必要的。同时植物构型与植物进化地位密切相关,今后的研究还应该关注当年枝层面上表现出的构型特征与整体植物构型之间的关系。

参考文献:

- [1] 臧润国,蒋有绪. 热带树木构筑学研究概述[J]. 林业科学, 1998, 34(5): 112-119.
- [2] HALLE F, OLDEMAN R A A, TOMLINSON P B. Tropical trees and forests: An architectural analysis [M]. Springer-Verlag, Berlin, 1978.
- [3] STEINGRAEBER D A, WALLER D M. Non-stationarity of tree branching patterns and bifurcation ratios [J]. Proc. Roy. Soc. London B228, 1986, 187-194.
- [4] JONES M, HARPER J L. The influence of neighbours on the growth of trees. II. The fate of buds on long and short shoots in *Betula pendula* [J]. Proc. Roy. Soc. London B232, 1987, 19-33.
- [5] YAGI T, KIKUZAWA K. Patterns in size-related variations in current-year shoot structure in eight deciduous tree species [J]. J. Plant Res., 1999, 112, 343-352.
- [6] MAILLETTE L. Structural dynamics of silver birch. I. The fates of buds [J]. J. Appl. Ecol., 1982, 19, 203-218.
- [7] CAESAR J C, MACDONALD A D. Shoot development in *Betula papyrifera*. IV. Comparisons between growth characteristics and expression of vegetative long and short shoots [J]. Canad. J. Bot., 1984, 62, 446-453.
- [8] WILSON B F. Shoot-length frequencies in black birch (*Betula lenta*) [J]. Canad. J. Forest Res., 1991, 21, 1 475-1 480.
- [9] GREGORY R A. Annual cycle of shoot development in sugar maple [J]. Canad. J. Forest Res., 1980, 10, 316-326.
- [10] POWELL G R, TOSH K J, MACDONALD J E. Indeterminate shoot extension and heterophyly in *Acer saccharum* [J]. Canad. J. Forest Res., 1982, 12, 166-170.
- [11] SAKAI S. Patterns of branching and extension growth of vigorous saplings of Japanese *Acer* species in relation to their regeneration strategies [J]. Canad. J. Bot., 1987, 65, 1578-1585.
- [12] ISEBRANDS J G, NELSON N D. Crown architecture of short-rotation, intensively cultured *Populus*. II. Branch morphology and distribution of leaves within the crown of *Populus* 'Tristis' as related to biomass production [J]. Canad. J. Forest Res., 1982, 12, 853-864.
- [13] NELSON N D, MICHAEL D. Photosynthesis, leaf conductance, and specific leaf weight in long and short shoots of *Populus* 'Tristis' #1' grown under intensive culture [J]. Forest Sci., 1982, 28, 737-744.
- [14] TAKENAKA A. Structural variation in current-year shoots of broad-leaved evergreen tree saplings under forest canopies in warm temperate Japan [J]. Tree Physiol., 1997, 17, 205-210.
- [15] KIMURA K, ISHIDA A, UEMURA A et al. Effects of current-year and previous-year PPFDs on shoot gross morphology and leaf properties in *Fagus japonica* [J]. Tree Physiol., 1998, 18, 459-466.
- [16] KOIKE F. Foliage-crown development and interaction in *Quercus gilva* and *Q. acuta* [J]. J. Ecol., 1989, 77, 92-111.
- [17] CANHAM C D. Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: Response to canopy gaps [J]. Ecology, 1988, 69, 786-795.
- [18] NIKLAS K J. The role of phyllotactic pattern as a "development constraint" on the interception of light by leaf surfaces [J]. Evolution, 1988, 42, 1-16.

(上接第44页)

- 1976, 58, 468-472.
- [8] 王敬文. 植物苯丙氨酸解氨酶的研究[J]. 植物生理学报, 1981, 7(4), 373-379.
- [9] 李合生, 孙群, 赵世杰. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [10] 温普红, 王晓玲. 紫外法测定葡萄籽中花青素的含量[J]. 西北药学杂志, 2000, 15(4), 155.
- [11] 王日为, 张丽霞, 高吉刚. 茶叶中花青素类物质研究展望[J]. 茶叶科学技术, 2002(4), 4-8.
- [12] 赵鸿莲, 于荣敏. 诱导子在植物细胞培养中的应用研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2000, 17(12), 152-155.

美国红栎叶片呈色差异的研究

作者：[刘桂林](#)，[杜鸿云](#)，[王艳](#)，[娄丽娜](#)

作者单位：[河北农业大学](#)，河北，保定，071000

刊名：[西北林学院学报](#) 

英文刊名：[JOURNAL OF NORTHWEST FORESTRY UNIVERSITY](#)

年，卷(期)：2008，23(4)

引用次数：0次

相似文献(5条)

1. 期刊论文 [聂庆娟](#), [史宝胜](#), [孟朝](#), [刘冬云](#), [娄丽娜](#), [NIE Qing-Juan](#), [SHI Bao-Sheng](#), [MENG Zhao](#), [LIU Dong-Yun](#), [LOU](#)

[Li-Na](#) 不同叶色红栎叶片中色素含量、酶活性及内含物差异的研究 -植物研究2008, 28(5)

为明确秋季不同叶色美国红栎叶片的生理差异,以秋季同一植株上红色、中间色、绿色三种颜色的美国红栎叶片为试材,测定了叶片中色素物质含量、酶活性以及叶片可溶性内含物的含量,结果表明:在红色叶片中,叶绿素含量较低, PAL、POD酶活性较高,花青素苷/叶绿素的比值较大,从而使叶色显现红色;而在绿色叶片中,叶绿素含量较高, PAL、POD酶活性较小,花青素苷/叶绿素的比值较低,叶片显现绿色. 通过可溶性内含物测定可知,在红色叶片中的可溶性糖和蛋白质含量相对较高,均与花青素苷/叶绿素的比值达到显著相关水平,表明这些内含物的积累有利于花色素苷的合成.

2. 期刊论文 [张文健](#), [郑红建](#) 美国红栎快速繁育技术 -河南林业科技2004, 24(2)

美国红栎(*Cotinus coggyria*. 'Royalpurple')为美国黄栌的变种,属漆树科黄栌属植物,为落叶灌木或小乔木,叶片紫红色,鲜艳夺目.一年三季,叶色变化,初春时树体全部叶片为鲜嫩的红色,春夏之交,叶色红而亮丽,至初夏时开始开花淡紫色,羽毛状的长花梗宿存在枝条顶端,花序繁状鲜红色,如烟似雾,故又有“烟树”之称;至盛夏时节,枝条下部叶片开始转为绿色,但顶部叶片始终为深紫色,而入秋后整体叶片又逐渐转变为深红色,保持一年三季常红,倍受园林界的青睐,市场发展前景相当广阔.为了迅速有效地开发园林的新品种,几年来,我们对多种快速繁育方法进行了研究,现将该试验结果报告如下:

3. 期刊论文 [张振刚](#) 美国红栎白粉病发病规律及防治措施 -林业实用技术2004(12)

美国红栎[*Cotinus coggyria* (Royal purple)]为漆树科,黄栌属,美国黄栌的变种类型,落叶灌木或小乔木,原产美国.其树形美观大方,一年三季叶色红而亮丽,夏季枝端簇状花序鲜红,观之如烟如雾,美不胜收.美国红栎引入我国后,经优选和驯化,表现出了独特的彩叶树性状,现已在我国大中城市园林绿化中推广应用.

4. 期刊论文 [郝峰鸽](#), [杨立峰](#), [周秀梅](#), [HAO Feng-ge](#), [YANG Li-feng](#), [ZHOU Xiu-mei](#) 4种彩叶植物生长期色素含量研究

-西北林学院学报2006, 21(6)

用分光光度法对紫叶矮樱、美人梅、美国红栎、红宝石海棠等4种彩叶植物叶片中的叶绿素、类胡萝卜素和花青素含量进行了测定.结果表明,紫叶矮樱的叶绿素a、叶绿素b和类胡萝卜素的含量最大;4种彩叶植物叶片中,叶绿素a与叶绿素b含量比值均小于3:1;花青素含量从高到低依次是:紫叶矮樱、美人梅、美国红栎、红宝石海棠,且花青素在紫(红)色系彩叶植物叶片的呈色中起主导作用.

5. 学位论文 [王金虎](#) 豫北地区彩叶植物引种栽培及园林应用模式的研究 2006

彩叶植物是指除绿色植物以外叶片呈各种颜色或叶片上有各种颜色或色斑的植物,其中还包括随季节或植物的不同发育阶段叶色发生变化的植物,即:凡在生长季节叶片可以较稳定呈现非绿色(排除生理、病虫害栽培和环境条件等外界因素影响)的植物称为彩叶植物. 彩叶植物有很高的城市绿化、美化应用价值,而我国又具有悠久的彩叶植物栽培历史和丰富的彩叶植物资源,但针对彩叶植物进行的相关研究报导却很少,进而影响了其进一步的开发应用.自彩叶植物在园林上应用以来,一直是红叶李、红叶碧桃、金叶女贞、紫叶小檗等几个老品种在担当主角,似有园林色彩丰富度不够之嫌.应该着力开展彩叶植物的引种栽培及推广应用研究. 本研究以推动彩叶植物的园林推广应用为目的,以豫北地区(河南省新乡市)及所临太行山区的彩叶植物为研究对象,以苗圃学、观赏树木学和植物引种驯化化学等为理论指导,进行了相关探索研究.本文全面综述了彩叶植物的国内外发展现状和研究进展;观察、记载了新乡市区园林应用的彩叶植物物候期;调查并分析了新乡市区及豫北太行山区的彩叶植物,确定了引种、驯化及栽培的彩叶植物名录,制定了引种、驯化及栽培的步骤,并对几种彩叶植物的繁殖技术和生理特性进行了试验研究,主要结果如下: 1.从美学的角度阐述了彩叶植物的观赏特性及在园林景观中的应用,定义了彩叶植物地内涵和外延,对彩叶植物的分类进行了归整,即按四大类别进行了分类:色素的分类、色素种类、色彩呈现阶段和形态学分类. 2.对河南省新乡市和豫北太行山区彩叶植物进行了调查,初步确定了先期引种的八种彩叶树种,它们分别是连香树*Cercidiphyllum japonicum* Var. *sinensis*,黄栌*Cotinus coggygia* Var. *glaucophylla*,黄连木*Pistacia chinensis*,鸡爪槭*Acer palmatum*,花椒树*Sorbus pohorashensis*,红瑞木*Swida alba*,四照花*Dendrobenthamia japonica* var. *chinensis*,南蛇藤*Celastrus orbiculatus*并制定了进一步的引种计划. 3.对河南省新乡市区彩叶植物的物候期进行了观察,给园林景观设计人员提供了科学的信息,使他们的设计更科学、合理、更富有实用性. 1.对引自上海、南京、北京、大连等地的30种彩叶植物进行了初步试验.其中红叶树种为红叶石楠,美国红栎等10种;黄叶及斑叶种有金叶刺槐,黄金槐等16种;地被彩叶植物是金叶过路黄,紫叶酢浆草等4种.初步认定金叶过路黄,金脉金银花等22种彩叶植物表现较好,可以大量推广应用;紫叶酢浆草,花叶长春蔓不耐0℃以下低温,可以局部应用,第二年能萌芽生长;金星小叶瓜子黄杨、金叶小檗、金叶连翘生长较差,是否可以推广,还在试验中. 5.对金叶过路黄、金脉连翘、金叶绣线菊进行了繁殖试验,为它们的推广提供了有用的技术. 6.通过对金叶女贞和小叶女贞叶绿体色素研究,紫叶碧桃和绿叶碧桃气孔特性研究,紫叶李、紫叶小檗叶绿素含量年周期变化的研究等,为彩叶植物栽培及管理奠定了理论基础. 7.通过对彩叶植物的应用模式与推广研究,科学地预测了彩叶植物未来的发展前景,为彩叶植物在园林绿化中更好地推广应用提供了理论指导和应用范例.

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_xblxyxb200804011.aspx

下载时间: 2009年9月24日