

彩叶植物的彩色形成研究进展

田立娟,赵瑞艳,翟登攀

(佳木斯大学 生命科学学院,黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:彩叶植物因其独特的色彩和形成的独特景观,在园林绿化中应用越来越广泛。对彩叶植物的色彩形成原因和色彩表现的影响因素等研究进展情况进行了综述。

关键词:彩叶植物;彩色;研究进展

中图分类号:S682

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)02-0118-03

彩叶植物是在生长季节或生长季节的某些阶段全部或部分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的影响)的植物。彩叶植物按色素分布可分为:单色叶类、双色叶类、斑叶类或花叶类、彩脉类、镶边类。按叶片呈现的色彩可分为:黄色类,包括黄色、金色、棕色等黄色系列;紫色类,包括紫色、紫红色、棕红色、红色;蓝色类,包括蓝绿色、蓝灰色、蓝白色等;白色类,包括白色、灰白色、银白色等;多色类,即叶片同时呈现2种或2种以上的颜色^[1]。彩叶植物因色素种类、含量、比例及分布等不同而形成不同的叶色,其色彩表现是遗传因素和栽培的外界环境共同作用的结果。

1 色彩形成的原因

彩叶植物的叶片所表现的各种颜色源于多种色素。每个叶片的叶肉细胞中都含有许多叶绿体,每个叶绿体内含有叶绿素(包括蓝绿色的叶绿素a和黄绿色的叶绿素b)、类胡萝卜素(包括黄色的叶黄素和橙黄色的胡萝卜素)等色素。当叶绿素含量高时使叶片呈现绿色,而类胡萝卜素的含量高时会让叶片呈现黄色或橙色。有些植物细胞的液泡中还含有花色素苷,它是一类主要的类黄酮色素,不同花色素苷具有不同的颜色,同一花色素苷也会因液泡中pH的变化呈现酸红、碱蓝的反应。一些植物的叶片之所以能够表现出红色、桃色、紫红色、蓝色等色彩,均与叶中含有花色素苷有关系。大部分彩叶植物是由于叶片或者叶片中的某些器官含有较多的非绿色色素而形成彩色。另外,叶片上分布有其它具有彩色的结构或者物质也

是叶片呈现彩色的原因之一。例如,芙蓉菊为少有的“白色植物”之一,其叶色白是由于叶片上密披白色绒毛的缘故。再如,紫鹅绒的色彩是来源于叶面分布着的许多天鹅绒般的紫色绒毛。

2 遗传与色彩稳定性表现

彩叶植物的遗传方式有易变核基因、质体突变、半配合遗传、转座遗传因子等几种。最主要的是易变核基因遗传方式,多种彩叶植物的遗传都属于该方式,而且这种方式被认为是最稳定的。质体突变一般认为有2种方式,即受隐性基因控制的质体突变和质体的自发突变。转座遗传因子是指在一些特定的植物种和特定的基因背景下,一系列遗传因子可以从染色体上的一个位点移到另一个位点,使染色体发生断裂,形成基因镶嵌。如果带有功能的基因和与色素有关的基因编码发生了这样的插入行为,就会引起彩斑。半配合遗传是一种比较少见的现象,它是由不正常受精引起的,即雄核进入卵细胞但不与卵细胞结合。雄核和雌核彼此单独进行分裂,形成嵌合的胚,同时具有父本和母本的部分组织。这种嵌合体是有性起源的,是单倍体^[2]。目前,对于控制叶色基因的研究还主要集中在大田作物上,一般认为控制非绿叶色表达的基因大多为隐性基因,突变属于核基因控制的突变^[3]。

园艺植物中大多是用无性繁殖方法来保持品种特性,但长期的栽培和繁殖过程经常会出现芽变,而使品种得到改进和退化。营养系变异一般都是嵌合体。由于嵌合体的类型不同,会出现不同的稳定性。按茎尖分生组织中不同基因型的细胞可将嵌合体分为3类:区分嵌合体、周缘区分嵌合体、周缘嵌合体,其中以周缘嵌合体最稳定。花叶类、彩脉类、镶边类彩叶一般认为是形成嵌合体所致。如何保持嵌合体彩斑的稳定性,是当前植物学家和园艺学家正努力解决的问题^[2]。由病毒引起的彩斑从某种意义上说,也可称之为嵌合体,据报道,花叶芋的花斑叶与病原物的侵染有关,在其叶片中发现了类菌质体和

收稿日期:2009-11-03

基金项目:佳木斯大学科学技术研究资助项目(S2008-049, S2006-17)

第一作者简介:田立娟(1977-),女,黑龙江省青冈县人,硕士,讲师,主要从事植物学教学及农药学的研究。E-mail:juanlit@gmail.com。

通讯作者:赵瑞艳(1956-),女,黑龙江省佳木斯市人,学士,教授,主要从事园林植物与花卉研究。E-mail:zhaoruiyan2002@yahoo.com.cn。

病毒(DMV)^[4]。

3 生长环境对叶色表现的影响

光照、温度、土壤条件(水分、pH等)、肥料、季节等都会对彩叶植物的叶色产生影响。

3.1 光照

光照是植物生长所必需的环境条件,也是影响彩叶植物叶色变化最重要的环境因素^[5],它影响植物色素的合成及调节有关的酶活性进而影响彩叶植物的呈色和生长。一般认为光能促进花色素苷的生成,光照越强则促进作用越大。史宝胜研究表明光照可显著增加紫叶李叶片中可溶性总糖、淀粉含量,且可溶性总糖、淀粉含量与花色素苷含量之间均呈显著正相关,说明叶片中的碳水化合物含量的增加可以促进花色素苷的合成。随光照时间的延长,花色素苷、类黄酮、多酚与叶绿素比值均为显著上升趋势^[6]。对金焰绣线菊^[5]、黄素梅和黄金榕^[7]、金叶假连翘^[8]、金叶莸^[9]、红叶石楠^[10]等的研究表明,光越强,叶色越艳,而随光强减弱,叶色逐渐变绿,叶绿素含量增加。说明光强直接影响叶绿素、类胡萝卜素和花色素苷的含量及比例,从而影响叶片的呈色。但光强对不同的彩叶植物的影响是不同的。有些植物的彩化程度随光强增加而增强,如彩叶秋海棠、红叶石楠、紫叶小檗、紫叶矮樱、金叶连翘、鸡爪槭、红继木、金叶女贞等必须在全光照下才能发挥其最佳色彩,在弱光下,观赏价值降低^[11-12];另有一些植物的彩化程度随光强的降低而增加,如豆瓣绿表现为弱光下彩斑或彩条清晰,数目较多。也有试验表明,光强还会影响花色素苷的类型^[13]。光质对叶色也有一定的影响。蓝光和绿光对紫叶小檗、美人梅、紫叶李、紫叶矮樱、金山绣线菊、金焰绣线菊的色彩表现有较强的影响,使紫红色或黄色叶色向绿色或绿褐色方向转化,红光有利于彩叶植物向紫色方向发展,远红光能抵消红光对花色素苷生成的促进效果,如对红卷心菜发芽种子的试验即证明了这一点^[11]。

3.2 温度

温度会影响叶片光合色素的含量,从而引起叶色变化。温度可以通过影响色素合成途径中关键酶活性,而调控色素之间的组成和比例,也可通过调节光合与呼吸的强弱,影响碳水化合物的积累,从而调节花青素的合成。试验证明,温度明显地影响叶片中的花色素苷、叶绿素b和总叶绿素的含量,但对叶绿素a没有影响,积温与花色素苷的含量呈负相关。低温有利于美人梅、紫叶李彩叶的表现,高温对花青素的形成有不利的影 响,温差变化大于15℃有利于彩叶表现^[11];黄金榕正常绿色叶片的叶绿素含量随温度升高而增加,而黄色叶片的叶绿素含量也随温度升高而增加;类胡萝卜素与叶绿素变化趋势一

致^[13]。文祥凤等研究认为,不同植物对于温度的反应有差异,如在低温条件下,黄素梅叶片叶绿素a含量总是高于叶绿素b的含量,且叶绿素a、b含量总和超过类胡萝卜素,叶片主要表现出浅黄绿色^[7]。随气温升高,黄素梅叶片的各种光合色素含量也随之增加,类胡萝卜素增加尤其明显,叶片呈现出类胡萝卜素和叶绿素的中间色,叶色金黄亮丽;但对于黄金榕,低温使叶片叶绿素a、b的含量降低,类胡萝卜素含量超过叶绿素a、b含量的总和,叶片主要表现出类胡萝卜素的橙黄色。姚砚武等报道,美国红栎叶片对低温的敏感性低于普通黄栌,保持叶片完整时期长于普通黄栌,观赏时间比普通黄栌长,观赏效果也优于普通黄栌^[14]。红叶石楠叶片中花色素苷在4~6月和9~10月大量积累,PAL活性迅速提高,可溶性糖含量也逐渐升高,而叶绿素含量却不断下降,这说明春、秋季的气候条件有利于叶片中花色素苷的合成,是红叶石楠叶色表现的最佳时期^[10]。不同彩叶植物叶色表现的最佳温度不同。

3.3 土壤条件

土壤的pH、水分、营养元素对叶色都有一定的影响。微酸性土或中性的湿润土壤促进许多彩叶树种呈色,碱性土壤则抑制呈色^[15]。

施肥水平对彩叶树种叶色也有较大的影响。如氮素缺乏时,叶片中叶绿素含量下降,叶子褪绿;而缺磷的植物,在生长的中晚期,会出现下部叶片颜色异常,叶脉变紫;Steven A. 研究五年生的红花槭结果表明,秋季彩叶的色泽与夏末时叶片中磷的含量有关,减少土壤中磷的含量有利于花色素苷的表达,使秋叶呈现鲜艳的色彩^[15]。果树缺铁失绿,更是十分常见的。一些特殊的元素或化合物也会影响叶片的着色。如氟化物会引起室内栽培的香龙血树产生黄化或白色的斑点^[16]。某些金属元素能以化合物或离子态促进花色素苷的合成,尤其以铜离子的促进作用最显著,有人推断铜离子是花色素苷合成的必需物质^[14]。

水分供应也影响花青素的形成,干旱有利于叶片呈现明快的红色。低温、干燥的天气为秋色叶树种叶色改变提供了很好的客观条件。研究发现,干旱可以使果树成熟叶的叶绿素含量下降,并且可以把叶绿素含量的下降看作是水分胁迫发展中由功能性影响到器官性伤害的一个中间过程,抗旱性越强的树种随着水分胁迫程度的加重,叶绿素含量下降的幅度越小^[17]。在叶片相对含水量降低时,叶片类胡萝卜素含量呈上升趋势,当降低到一定程度时,类胡萝卜素的含量会降低;彩叶树种尤其是秋色叶树种或春色叶树种,当叶片含水量降低时,有利于其变色。很多彩叶植物喜高温、高湿的环境,生长期间应给予充足的水分。

实际上环境因子常常是结合在一起共同影响植物的显色。Lee LM. 研究忍冬的金色彩斑时发现在高光强和土壤含低氮时有利于彩斑的表现^[18]。高光强和低氮量的土壤条件有利于金黄色叶色的表现;而在低光强和高水平含氮量的条件下,叶片更绿、更长,高的氮肥比例会抵消高光强对彩斑的影响。万寿菊的叶片中花色素苷的合成与高光强、低温和高辐射有关,Kramerand 指出,秋天叶片中花色素的合成与衰老期间的糖分积累有关^[19]。Dealls 研究了红叶鸡爪槭从美国北部移至南部时发生的叶色褪失的原因,限制南方红叶表达的主要原因是当地较高的夜温,因为花色素的合成与碳水化合物的代谢有关。在较高的夜温下,呼吸作用加强,致使糖分不能积累,花色素也被消耗,造成叶色褪失。随着温度的下降和日照时间的缩短,植物叶片开始自然衰老,叶绿素分解,而类胡萝卜素含量相对稳定,所以秋季的叶色多呈黄色。温度的下降、昼夜温差的增大及日照时间的缩短等不利的环境,反而促进了花色素的合成和积累,所以一部分树木的叶色在秋季变成了红色^[20]。

4 研究展望

彩叶植物的观赏价值高,形成的景观独特,已成为园林绿化的新宠。对彩叶植物的引种驯化、栽培管理、生理生化特性、色彩形成的机理和光合特性研究都越来越重视,但目前研究还不够深入,还应加强对彩叶植物色素种类、比例、变化动态与栽培条件、生态条件之间关系的研究,为新品种选育和生产栽培提供理论依据;研究叶色的基因调控,结合生物技术手段,繁育出更多色彩的彩叶植物;应加强彩叶植物新品种的选育,注重利用本地现有的和同纬地区的优良彩叶植物资源的同时,对本地的野生彩叶植物资源也要积极地开发和利用,增加选育资源的范围;深入研究彩叶植物的叶片结构特点和光合特性,为应用栽培、苗木繁育和养护管理提供依据。

参考文献:

- [1] 袁涛. 彩叶植物漫谈[J]. 植物杂志, 2001(5): 12-13.
- [2] 于晓南, 张启翔. 彩叶植物多彩形成的研究进展[J]. 园艺学报, 2000, 27(增刊): 533-538.
- [3] 姜卫兵, 庄猛, 韩浩章, 等. 彩叶植物呈色机理及光合特性研究进展[J]. 园艺学报, 2005, 32(2): 352-358.
- [4] 倪德祥, 蔡同润, 张丕方. 光质对花叶芋组织形态发生的影响[J]. 园艺学报, 1987, 14(4): 271-273.
- [5] 李红秋, 刘石军. 光强度和光照时间对色叶树种叶色变化的影响[J]. 植物研究, 1998, 18(2): 194-205.
- [6] 史宝胜, 卓丽环, 杨建民. 光照对紫叶李叶色发育的影响[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(4): 16-18.
- [7] 文祥凤, 赖家业, 和太平. 温度与光照对黄素梅、黄金榕叶色变化的影响[J]. 广西农业生物科学, 2003(3): 32-34.
- [8] 于精明, 柴素芬. 遮光处理对金叶假连翘生长的影响[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2002, 15(2): 20-23.
- [9] 袁涛, 苏雪痕. 彩叶木本花卉金叶莢的引种与栽培[J]. 园艺学报, 2004, 31(1): 112-114.
- [10] 崔晓静. 红叶石楠叶色变化的生理生化研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2008.
- [11] 张启翔, 吴静. 彩叶植物资源及其在园林中的应用[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(4): 126-127.
- [12] 丁廷发. 几种彩叶植物遮荫研究[J]. 农业与技术, 2006, 26(3): 102-104.
- [13] 安田齐. 花色的生理生物化学[M]. 付玉兰, 译. 北京: 中国林业出版社, 1989: 112.
- [14] 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(5): 32-34.
- [15] Messenger S A, Hruby B A. Response of interveinally chlorotic red maple trees treated with medicaps or by soil acidification[J]. J. Environ. Hort. , 1990, 8(1): 5-9.
- [16] Charles A C, Richard T P. Fluoride induced chlorosis and necrosis of *Dracaena 'Massangeana'* [J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. , 1982, 107(1): 136-139.
- [17] 刘长利. 甘草抗旱特性的初步研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2002.
- [18] Lee M K. Growth and color change of variegated *Lonicera japonica* var. *Aureoreticulata* under varied light intensity and nitrogen fertilization[J]. J. of Korean Society for Hort. Sci. , 1988, 29(1): 53-57.
- [19] Kramerand K W. Autumn and winter garden[M]. London: London press, 1992: 96.
- [20] Zhang Zuoliang, Pang Xuequn, Ji Zuoliang. Role of anthocyanin degradation in litchi pericarp browning [J]. Food Chemistry, 2001, 75: 217.

Research Progress on Color Formation of Colorful Plants

TIAN Li-juan, ZHAO Rui-yan, ZHAI Deng-pan

(Life Science College of Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract: Colorful plant for its unique color and could form a unique landscape was applied in garden greening more and more. The color formation of colorful plant was the joint effect of heredity and environment. The research progress on the color formation of colorful plant was summarized.

Key words: colorful plant; color; research progress