

彩叶植物呈色机理与影响花色素苷因素研究进展

张 潇 汪 莹

(成都市永宁苗圃 四川 温江 611135)

摘 要:花色素苷是使植物叶片、花、果实和种子呈现彩色的物质基础。本文依据国内外近 20 年来的相关文献报道,在阐述彩叶植物呈色机理的基础上,简述了自身生长周期、光照、温度、土壤条件等有关因子对彩叶植物花色素苷积累、含量变化以及稳定性的影响。并指出了今后的研究方向,重点应明确不同栽培措施使用后对植株生理生态和光合作用的影响以及不同种类植物中的花色素苷对外界影响因子响应机制的差异等。

关键词:植物呈色;色素;花色素苷

中图分类号:Q946.83

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2015)01-0028-03

彩叶植物是指在整个生长季节或生长季节的某一阶段全部或部分的叶片较稳定地呈现非绿色的植物^[1]。彩叶植物根据叶片色彩呈现的不同时期可分为春色叶、秋色叶和常色叶植物 3 大类^[2]。春色叶和秋色叶植物在春季或秋季表现出彩叶特征,其他季节仍为绿色。如石楠、山麻杆、五角枫等在春季叶片呈彩色;鹅掌楸、红瑞木等在秋季色彩鲜艳。常色叶植物的叶片能长期呈现出彩色,如紫叶李、红枫等。根据叶片上的色彩分布可以分为:(1)单色叶类:叶片仅呈现一种色调,如紫叶朱蕉、金黄球柏等;(2)双色叶类:叶片的上下表面颜色不同,如红背桂、小蚌花(背面红色正面绿色有花纹);(3)花叶类:叶片上呈现不规则的彩色斑块或条纹,如花叶假连翘、白斑叶子花等;(4)彩脉类:叶脉呈现彩色,如金脉刺桐、金脉爵床等;(5)镶边类:叶片边缘彩色,如银边洋常春藤、红边朱蕉等^[3]。

1 植物色素与植物呈色的关系

1.1 植物含有的 3 类色素

高等植物叶片中主要含有 3 类色素,即类黄酮类色素(又称花色素苷)、类胡萝卜素类及叶绿素类。其中,类黄酮类类黄酮化合物广泛存在于植物花瓣、叶片果实、根茎中。类黄酮化合物按分子组成特征可分为两种。一种是花青素类色素,花青素类色素是赋予植物花瓣和叶片绚丽多彩颜色的主要组成色素,其光谱由橙红色到蓝紫色,十分丰富,2-苯

基苯并喃为花青类色素的基元。目前已知自然界存在的天然花青素有 20 多种,常见的主要有天竺葵素、矢车菊素、芍药色素、飞燕草素、3-甲花翠素和锦葵色素等 6 种^[4]。自然状态下游离的花青素极少见,主要以花色形式存在而且多数是基化花色。另一种是花黄素类色素,也称黄酮化合物,具有 2-苯基苯并喃酮的结构。植物中花黄素种类、数量都比花青素多得多,是潜在的植物色素来源。第二类为胡萝卜素包括叶黄素和胡萝卜素两种^[5-7],前者呈黄色,后者呈橙黄色,性质均比较稳定^[8]。类胡萝卜素能将吸收的光能传递给叶绿素 a,是光合作用不可少的光合色素。植物的类胡萝卜素存在于各种黄色质体或有色质体内;如秋季的黄叶,黄色花卉,黄色和红色的果实和黄色块根。其三,高等植物叶绿体中的叶绿素主要有叶绿素 a 和叶绿素 b 两种,叶绿素不很稳定,光、酸、碱、氧、氧化剂等都会使其分解^[4]。

1.2 植物呈色与花色素苷(类黄酮类色素)

植物叶片呈色是相当复杂的,它与叶片细胞内色素的种类、含量以及在叶片中的分布有关^[9]。由于普通叶片中叶绿素比类胡萝卜素多,所以叶片总是呈现绿色^[10]。彩叶植物呈现彩色的直接原因就是叶片中的色素种类和比例发生了变化^[11]。花色素苷是彩叶植物主要的色素之一,也是彩叶植物研究和关注的重点。花色素苷是一类陆生植物色素,它溶于水、无毒性,是分布广泛的植物多酚类黄酮化合物。花色素苷种类和数量的不同使种或品种表现

收稿日期:2014-06-27

作者简介:张 潇(1982-),女,四川成都人,工程师,从事园林绿化工作。Email:971815804@qq.com

不同颜色^[12]。一般认为,红枫、紫荆等红色、桃色、紫红色等与叶中含有花青素类色素有关^[4]。红枫叶片变红是花色素苷大量合成的结果^[13]。花色素苷是使叶片变红的主要物质基础。

2 影响花色素苷的因素

近 20 年来的研究表明,花色素苷的含量变化主要受植物自身生理周期、外界光照、温度、土壤条件等多种因素的影响。

2.1 生理周期

黄可^[14]等研究发现,红枫展叶初期叶片中的花色素苷的相对含量非常高,这可能是红枫叶片呈现红艳颜色的一个重要因素。分析原因可能是初期嫩叶中合成的花色素苷积累到一定程度,表现为上升趋势。随着叶片成熟,经光照和温度的增加,积累的花色素苷逐渐被分解而相对含量开始呈下降趋势。下位叶受光照不充足,花色素苷的合成受影响,相对含量始终呈下降趋势。各叶位的花色素苷相对含量变化均达到显著水平($P < 0.05$)。可见光照强度和花色素苷相对含量的变化有明显的相关性。陈继卫^[15]等研究发现,红枫转色期叶片中可溶性糖与花色素苷含量都呈增加趋势。孟祥春^[16]等研究表明:矮牵牛花刚开放时,花色素苷、还原糖含量最高。

2.2 光照

光照是影响彩叶植物叶色变化最重要的环境因素。它从强度、光质和光照时间等方面影响花色素苷的合成及调节相关酶的活性^[17-18]。紫叶矮樱、紫叶小檗等必须在全光照下才能发挥其彩叶的最佳色彩^[19]。彩叶秋海棠的叶色在遮阴处呈暗绿色,在全光下则呈红褐色^[20]。光质对叶色也有一定的影响。Withrow^[21]等首次报道了红光能促进菜豆中叶绿素的合成; Lichtenthaler^[21]等报道红光下生长的植物比蓝光下生长的积累叶绿素多。史宝胜^[22]对不同光照下紫叶李的叶色发育进行了研究,结果表明:经遮光处理,紫叶李的叶片呈现绿色;然后进行不同时间的光照处理,随光照时间的延长,叶绿素的含量先升高再降低,而花青苷、类黄酮、多酚成急剧增加的趋势,最后叶片变成鲜艳的紫红色。光照是影响花青苷合成的最重要的外部因子,合成花青苷的 4 个关键酶, PAL、CHS、DFR、UGT 都是光调节酶,都以光敏色素为受体^[23]。

2.3 温度

温度也是影响叶片中花色素苷含量的重要因

素。它不仅从基因转录水平上影响花色素苷合成,同时影响花色素苷的稳定^[24]。在拟南芥^[25]、黄栌属植物^[26]上的研究认为较低的温度可以诱导植物体内花色素苷的合成。昼夜温差大于 15℃ 有利于美人梅、紫叶李的彩叶表现^[27]。Deal^[28]指出红叶鸡爪槭从美国北部移植到南部叶片褪色的原因是南方地区较高的夜温所致。较高的夜温,呼吸作用加强,致使糖分不能积累,花色素苷也被消耗,造成叶色褪失。而刘厚成^[29]在芥蓝上的研究表明,夏季高温是导致芥蓝花色素苷积累的主要原因。

2.4 土壤条件

对于土壤条件对花色素苷的影响的研究,主要集中在 3 方面:一是土壤的 pH 值,即土壤的酸碱度;二是土壤中的含水量;三是土壤中的矿质元素的种类和含量。

土壤 pH 是通过影响花色素苷结构来改变其颜色的最重要因素。花色素苷的溶液在酸 pH 值时 ($pH < 3$) 往往显示出最强的红色,随着 pH 值的增加,颜色逐渐转淡为无色,最后转为紫色或蓝色 ($pH > 6$)^[30]。张佐双^[31]的研究结果表明,微酸性或中性土壤促进彩叶呈色,碱性土壤则抑制呈色。而土壤含水量的变化也会影响植物的生长及发育,影响到色素的合成。曹晶^[32]的研究表明,干旱胁迫能使红叶石楠叶片中的花青苷的含量升高。至于矿质元素,在对紫萍叶片色素的研究中发现,硫化物对花色素苷的生成有抑制作用,但其抑制机理尚不清楚^[21]。另外,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^[21]。

3 展望

了解彩叶植物的呈色机理和影响花色素苷的因素对选育彩叶植物新品种、合理进行苗木培育、工程应用和栽培养护都有着极其重要的意义。近年来,有关彩叶植物和花色素苷的研究进展迅速,花色素苷是影响彩叶植物色彩变化的重要色素之一,而多种因素对于花色素苷的合成影响也已初步明确。但还有许多问题没有解决,如:外界因子对不同种类的花色素苷合成及比例变化的不同影响;不同种类植物的花色素苷对外界因子反应机制差异等等,并且,具体到实际操作应用中的研究也甚少,如果只是停留在实验数据的研究,不能转化到具体的操作,彩叶

植物的应用价值也将大打折扣。因此,在理论上,今后应结合应用重点开展以下3方面的研究开发:一是研究多种外界环境因子综合对花色素苷代谢的综合影响及其机制;二是明确不同植物体内的不同种类的花色素苷代谢路径对外界因子的响应差异及其原因分析;三是研究不同栽培措施使用后对植株生理生态和光合作用的影响,选出既能提高或稳定花色素苷含量又对植物或环境安全无害且简易可操作的栽培方式。而在具体的应用中,更应该在理论的研究基础上,找到切实可行并且简便经济的方案,让彩叶植物的彩叶期延长,结合多种栽培方式,增加其在园林景观中的应用范围,如结合现今流行的无纺布容器栽培,使其应用更加灵活多变,彩叶期应用于各大景观,或点缀或营造节庆氛围,彩叶期过后可回收回圃更换其他彩叶期的植株,回圃后加强管理迎接下一次的应用;又比如利用红枫新叶红艳的特点,人为摘叶促发新叶使之在国庆前再度红艳动人。总之,让我们更加合理、科学的研究、应用彩叶植物,让彩叶植物为我的世界增加更多五彩斑斓的活力!

参考文献:

- [1] 张一明,王晓华. 灿烂一族——金叶乔灌木新品集锦(一)[M]. 中国花卉盆景, 2002, 4(5): 4~5.
- [2] 梁蕴,刘燕. 森林公园中的植物景观设计探讨[J]. 亚热带植物科学, 2004, 33(2): 47~49.
- [3] 袁涛. 彩叶植物漫谈[J]. 植物杂志, 2001, 4(5): 12~13.
- [4] 谢红英. 日本红枫叶片呈色机理与增色效应的研究[J]. 山东农业大学 硕士论文 园林植物与观赏园艺, 2011: 5.
- [5] 郝建军,康宗利. 植物生理学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 32~36.
- [6] 王宝山. 植物生理学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 67~73.
- [7] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 60~66.
- [8] 周云龙. 植物生物学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2003: 63.
- [9] 何亦昆,代庆阳,苏学辉. 雁来红叶色转变与超微结构及色素含量的关系[J]. 四川师范学院学报(自然科学版), 1995, 16(3): 195~197.
- [10] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学[M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1995: 77~79.
- [11] 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): 353.
- [12] 姜卫兵,徐莉莉,翁忙玲,等. 环境因子及外源化学物资对植物花色素苷的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1546.
- [13] 孙明霞,王宝增,范海,等. 叶片中的花色素苷及其对植物适应环境的意义[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(6): 688~694.
- [14] 黄可,王小德,柳翼飞,等. 红枫春季叶色变化与色素含量的相关性[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(5): 734~738.
- [15] 陈继卫,沈朝栋,贾玉芳,等. 红枫秋冬转色期叶色变化的生理特性[J]. 浙江大学学报, 2010, 36(2): 185.
- [16] 孟祥春,张玉进,王小菁. 矮牵牛花瓣发育过程中花色素苷、还原糖及蛋白质含量的变化[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2001, 2: 96.
- [17] 李红秋,刘石军. 光强度和光照时间对色叶树叶色变化的影响[J]. 植物研究, 1998, 18(2): 194~205.
- [18] 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: 533~538.
- [19] 张启翔,吴静,周肖红. 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, 18(2): 194~205.
- [20] Smith L B, Wasshausen D C. *Begonia solimutata*, a new Brazilian species whose leaf color varies with light intensity[J]. *Begonian*, 1990, 57: 151~152.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] Ju Z G, Liu C L, Yuan Y B. Activity of chalcone synthesis and UGDG: falvonoid-3-glycosyltransferase in relation to anthocyanin synthesis in apple[J]. *Scientia horticulturae*, 1995, 63: 175~185.
- [24] 张学英,张上隆,骆军,等. 果实花色素苷合成研究进展[J]. 果树学报, 2004, 21(5): 456~460.
- [25] Graham T L. Flavonoid and flavonol glycoside metabolism in *Ara-bidopsis*[J]. *Plant Physiol Biochem*, 1998, 36: 135~144.
- [26] Oren SM, Lev iN A. Temperature effect on the leaf pigmentation of *Cotinus coggygri*-Royal Purple[J]. *Journal of Horticulture Science*, 1997, 72: 425~432.
- [27] 张启翔,吴静,周肖红,等. 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.
- [28] Deal D L. Leaf color retention, dark respiration, and growth of red-leafed Japanese maples under high night temperature[J]. *J. Ame. Soc. Hort. Sei*, 1990, 115(1): 135~140.
- [29] 刘厚成,黄琴,陈日远. 高温条件下芥蓝菜薹色泽的形成[J]. 中国蔬菜, 2003, 6: 12~14.
- [30] 唐传核. 植物生物活性物质[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 231~238.
- [31] 张佐双,胡冬燕. 北京地区彩叶园林植物的引种与繁殖的研究[J]. 北京园林, 1997, 2: 5~10.
- [32] 曹晶,姜卫兵,翁忙玲. 夏秋季旱涝胁迫对红叶石楠光合特性的影响[J]. 园艺学报, 2007, 34(1): 163~172.