

文章编号:1001-7380(2015)01-0008-03

金焰彩栎色素组成与叶片呈色的关系

黄利斌¹,施大伟²,周 鹏²,张 敏¹,江 舒²,何开跃²

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153;2. 南京林业大学,江苏 南京 210037)

摘要:为了揭示黄山栎金焰彩栎品种叶片呈色的生理机制,对叶片中色素进行了研究,结果表明:叶片中色素组成与叶色的表达显著相关。类胡萝卜素含量较高导致金焰彩栎春季叶片呈现黄绿色;色素含量变化幅度差异可能是引起金焰彩栎秋叶呈现金黄色的主要原因,金焰彩栎叶绿素含量显著降低,使得类胡萝卜素和花色素苷的相对含量提高。

关键词:栎树;金焰彩栎;叶色;叶绿素类胡萝卜素;花青素

中图分类号:Q949.755.5 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2015.01.002

Relationship between pigments content and leaf color in *Koelreuteria bipinnata* var *integrifoliola* ‘Jinyancailuan’

HUANG Li-bin¹, SHI Da-wei², ZHOU Peng², ZHANG Min¹, JIANG Shu², HE Kai-yue²

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China;

2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: Contents of chlorophyll a, b, carotenoid and anthocyanin were measured in leaves of *Koelreuteria bipinnata* in different seasons. The relationship between pigment contents and leaf color was discussed. The results showed that the pigment composition was significantly associated with leaf color. The leaf of Jinyancailuan in spring was yellow-green because the carotenoid content was relatively high. The difference in pigments change was possibly the key factor for the golden leaf for Jinyancailuan in autumn, with the content of chlorophyll significantly descending, leading to the relative contents of carotenoid and anthocyanin increasing.

Key words: *Koelreuteria paniculata*; Jinyancailuan; Leaf color; Chlorophyll; Carotenoid; Anthocyanin

栎树又称“灯笼树”、“摇钱树”,属无患子科(Sapindaceae)栎树属(*Koelreuteria*)落叶高大乔木,共有4种1变种1亚种,其中,栎树(*K. paniculata*)、复羽叶栎树和黄山栎树(*K. bipinnata*)在我国分布广泛,是重要的乡土树种^[1]。栎树树形端正,枝叶茂密而秀丽,春季嫩叶多为红叶,夏季黄花满树。栎树适应性强,季相明显,是理想的绿化、观叶树种,宜做庭荫树、行道树及园景树。此外,也可提制栲胶,花可作黄色染料,种子可榨油。栎树抗污染能力较强,也是工业污染区防护绿化的好树种。目前,国内外

对栎树的研究大多是在其育苗栽培技术及抗性研究方面^[2-4],很少涉及叶色变化与成色的生理机制。金焰彩栎是江苏省林业科学研究院选育的黄山栎树的彩叶观赏新品种,已获得国家林业植物新品种授权。该品种的主要特征为春季萌发的新梢呈桔红色,灿若火焰,后逐步转为黄绿色,秋叶金黄色,1~4年生枝树皮也呈金黄色,颇具观赏价值^[5]。本研究中,通过测定栎树叶片色素组成的变化,探讨其叶片呈色机理,为新品种的栽培与园林景观应用提供依据。

收稿日期:2014-08-26;修回日期:2014-11-15

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金项目[CX(12)2042];江苏省科技支撑(农业)项目“彩叶栎树新品种选育”(BE2013450);江苏省林业三新工程项目“金焰彩栎新品种区域试验与种苗快繁技术”(LYSX[2014]03)

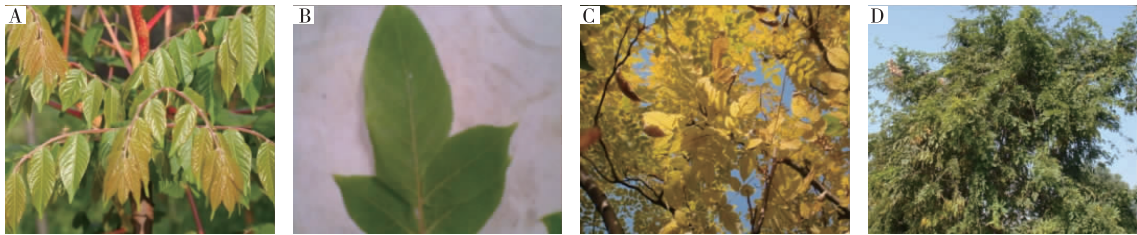
作者简介:黄利斌(1966-),男,江苏常熟人,研究员,硕士,从事林木育种和城市林业研究工作。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为江苏省林业科学研究院培育的金焰

彩栎无性系嫁接苗和黄山栎树原种实生苗。于春(4月)、秋(11月)季,采集枝条的中上部叶片。金焰彩栎春季叶片呈黄绿色,秋季呈金黄色;栎树原种春季叶片为绿色,秋季叶片泛黄(见图1)。



A、C 为金焰彩栎叶色;B、D 为黄山栎树原种叶色
图 1 春、秋季金焰彩栎品种与栎树原种叶色对比

1.2 试验方法

1.2.1 叶绿素、类胡萝卜素的测定 叶绿素 a,b 和类胡萝卜素的含量参照 Lichtenthaler 等^[6]的方法。称取去脉的叶片 0.2 g,加入预冷的 95% 的酒精研磨成浆,6 000 r/min 离心 10 min,取上清液,沉淀再用 95% 的酒精洗 1 次,离心,合并上清液,并定容至 20 mL,于 470,649,665 nm 处测定其光吸收值,根据公式计算叶片的叶绿素及类胡萝卜素含量。

叶绿素 a 含量 (mg/L) = 13.95 × A₆₆₅ - 6.88 × A₆₄₉;

叶绿素 b 含量 (mg/L) = 24.96 × A₆₄₉ - 7.32 × A₆₆₅;

总叶绿素用叶绿素 a 与 b 的含量之和表示;

类胡萝卜素含量 (mg/L) = (1 000 × A₄₇₀ - 2.05 × 叶绿素 a 含量 - 114.8 × 叶绿素 b 含量)/245。

1.2.2 花青素的测定 参照胡位荣等^[7]的方法。取 1 g 叶片,去脉,剪碎后加入 5~10 mL 1.5 mol/L

盐酸:95% 乙醇(体积比为 3:17)混合液,黑暗浸提 24 h,离心,定容至 10 mL,浸提液于 535 nm 处测定吸收值,根据公式计算叶片中花青素含量。

花青素含量 = A₅₃₅ × 100 × 20/1/98.2 (mg/100 g)。

2 结果与分析

2.1 黄山栎树叶片中叶绿素含量的比较

叶绿素是叶片呈现绿色的主要色素类物质。从结果(见表1)可知,春季,金焰彩栎叶绿素含量与黄山栎树原种无显著差异($P \geq 0.05$);随季节的变化,金焰彩栎及其原种叶片叶绿素含量均降低,但 2 者降低幅度不同。秋季,金焰彩栎叶片叶绿素含量显著低于原种($P < 0.05$),叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量分别仅为原种的 22.9%,45.3% 和 29.3%。

表 1 黄山栎树叶片中质体色素含量的比较

品种		叶绿素 a /(mg/g FW)	叶绿素 b /(mg/g FW)	总叶绿素 /(mg/g FW)
春季	金焰彩栎	12.50 ± 0.689	2.13 ± 0.595	14.63 ± 0.381
春季	原种	12.32 ± 0.324	2.84 ± 0.613	15.16 ± 0.639
秋季	金焰彩栎	1.30 ± 0.608 *	1.02 ± 0.260 *	2.32 ± 0.412 *
秋季	原种	5.68 ± 0.741	2.25 ± 0.471	7.93 ± 0.703

* 代表金焰彩栎与黄山栎树间存在差异显著性($P < 0.05$)。

2.2 黄山栎树叶片中类胡萝卜素和花色素苷含量的比较

类胡萝卜素在光合作用中起辅助色素的作用,

能使叶绿素免遭光氧化作用的破坏,使叶片呈现黄橙色;花色素属于酚类化合物,它在植物体内通常与糖结合为花色素苷,使植物叶片呈现多彩色^[8-9]。

由表 2 可知,秋季栾树叶片类胡萝卜素含量较春季均降低,但金焰彩栾叶片类胡萝卜素含量始终显著高于原种($P<0.05$),春、秋季,前者分别为后者的 1.45 倍和 1.32 倍;秋季,2 种栾树叶片花色素苷含量均下降,且春、秋季 2 种栾树花色素苷含量间均无显著差异($P\geq 0.05$)。

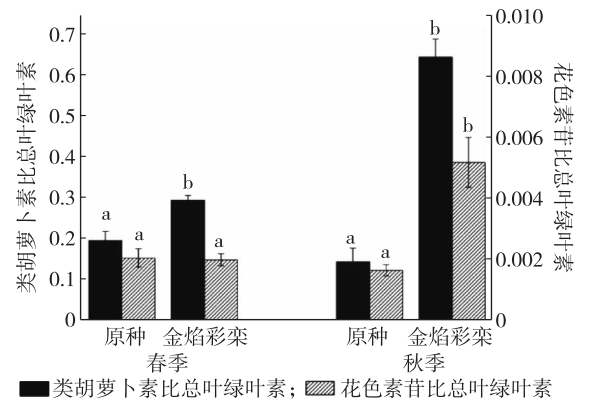
表 2 黄山栾树叶片中花色素苷和可溶性糖含量的比较

品种		类胡萝卜素 /(mg/g FW)	花色素苷 /(mg/g FW)
春季	金焰彩栾	4.31±0.261 *	0.029±0.002 2
	原种	2.97±0.997	0.031±0.002 3
秋季	金焰彩栾	1.50±0.549 *	0.012±0.001 2
	原种	1.14±0.119	0.013±0.001 4

* 表示在 0.05 水平上差异显著。

2.3 黄山栾树叶片中类胡萝卜素与总叶绿素、花色素苷与总叶绿素的比较

结果(见图 2)表明,春季,金焰彩栾叶片胡萝卜素与总叶绿素比值显著高于黄山栾树原种,2 种栾树叶片花色素苷与总叶绿素比值无显著差异;秋季,金焰彩栾叶片胡萝卜素与总叶绿素及花色素苷与总叶绿素比值均显著高于原种,分别达原种的 4.50 倍和 3.16 倍。



图中不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

图 2 类胡萝卜素比叶绿素总量、花色素苷比叶绿素总量

与此同时,总叶绿素变化与类胡萝卜素比总叶绿素和花色素苷比叶绿素总量的变化显著负相关($P<0.05$),相关系数达 -0.946 和 -0.905 ;而类胡萝卜素的变化与类胡萝卜素比总叶绿素变化呈正相关,但不显著;花色素苷含量变化比花色素苷比叶绿素总量的变化相关性不显著($P<0.05$)(见表 3)。

表 3 指标间的相关系数

指标	类胡萝卜素比 总叶绿素	花色素苷比 总叶绿素
总叶绿素	-0.946 *	-0.905 *
类胡萝卜素	0.439	-
花色素苷	-	-0.307

* 代表在 0.05 水平上显著性相关。

3 结论与讨论

叶色表现是遗传因素和外部环境共同作用的结果^[10]。研究认为,多彩的叶色主要是叶片中各种色素种类、含量以及分布的变化导致^[11-13]。本试验结果显示,不同叶色的栾树叶片中的色素含量存在差异。春季,金焰彩栾叶片类胡萝卜素含量比胡萝卜素比总叶绿素比值显著高于栾树原种,而其他色素组成无显著差异,说明类胡萝卜素可能是导致金焰彩栾春季叶片呈桔黄色的主要原因。

随春、秋季的变化,2 种栾树叶片总叶绿素含量下降,但金焰彩栾总叶绿素含量下降幅度显著大于其原种,叶绿素 a 和 b 含量的变化与总叶绿素的变化一致;类胡萝卜素的变化也随季节变化降低,但金焰彩栾类胡萝卜素含量降低的幅度较低;金焰彩栾叶片胡萝卜素比总叶绿素及花色素苷比总叶绿素比值均显著高于原种,且相关分析表明,总叶绿素变化与类胡萝卜素比总叶绿素和花色素苷比叶绿素总量的变化显著负相关($P<0.05$),而与类胡萝卜素、花色素苷绝对含量变化的关系不大。由此可知,金焰彩栾秋叶金黄色,可能是由于金焰彩栾叶绿素含量显著降低,使得类胡萝卜素和花色素苷相对含量提高,最终通过色素的共同作用而实现。

综上所述,栾树叶片中色素组成与栾树叶色的表达呈显著相关,色素组成是金焰彩栾叶片呈色的生理机制,然而,影响植物色素合成和积累的因素除遗传外,还与如光、氧气、温度、水和矿质元素等有关,其具体机制有待进一步研究。

参考文献:

[1] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志:47(1) 卷[M]. 北京:科学出版社,1985:54-55.
[2] 冯献宾,董 倩,李旭新,等. 黄连木和黄山栾树的抗寒性[J]. 应用生态学报,2011,22(5): 1141-1146.

子随粪便排出或呕出,鸟类种子传播量大,而距离较远,可达数千米,本地最常见的鸟类如喜鹊、灰喜鹊、斑鸠等,常见的鸟类传播种子的树种是构树、棠树、桑树、苦楝、乌桕、棠梨、君迁子、小叶女贞等。其次是风力传播种子。依靠风力传播种子的距离,受种子大小,风力大小等因子决定。一般在母树树冠投影向外延伸10~20 m,本地最常见有臭椿、五角枫、三角枫、枫杨等翅果类树种。三是依靠种子重力传播或弹射传播。一般为大粒较重的种子,传播的种子一般集中于母树树冠周围5~15 m范围内,如麻栎等。若种源传播不畅通,则自然更新演替就难以实现。

4.4 自然更新演替的主要生态条件

保持林内土壤湿润疏松是保证自然更新演替树种的种子发芽的关键。不同树种发芽的环境各有差异,如构树、楝树的果实经过鸟类食用后最宜在土壤中发芽成苗,而麻栎种子落入林中后,需有秋冬枯枝落叶覆盖,种子方可萌芽。此外,必须保护土壤表层1~3 cm腐殖质层,才能保证土壤疏松、湿润、保水,有利演替树种种子发芽。

林内适当的光照也是自然更新演替的主要生态条件。在更新初期阶段,幼苗生长期决定自然更新演替成败。通常地带性乡土树种定向培育的母树提供种源,其后代多能适应自己所需生境,形成适应当地立地条件的地带性森林。

5 小结

综上所述分析,笔者认为,石灰岩山地侧柏纯林

自然更新演替是人工促进侧柏纯林演替的一个部分,单纯依靠自然力很难完成建立一个多树种、多功能的和谐森林植物群落或建立地带性阔叶树种为主体森林植物群落,达到演替目的,必须采取人工措施加以调控,促进生态演替顺利进行。

侧柏纯林自然更新演替具随机性和局限性,自然更新演替进入地带性的和谐森林植物群落需一个极其漫长的岁月,甚至数百年以上也较难实现。为此,需要根据山地立地条件,采取封山育林措施,为自然更新演替创造良好生态环境,带动更新演替各项措施实施,为自然更新树种、植物生长发育奠定有力的基础。并根据不同基岩立地类型,选配更新演替树种及植物群落,分阶段调整森林群落植物种群间的生态关系,使之处于和谐共处、稳定的健康状况。

参考文献:

- [1] 东北林业大学. 森林生态学[M]. 北京:中国林业出版社,1982.
- [2] 苏智先,王仁卿. 生态学概要[M]. 北京:高等教育出版社,1989.
- [3] 黄宝龙. 江苏森林[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1998.
- [4] 朱绍辉,苏振武,李同立. 铜山县石灰岩山地不同造林树种生长状况的比较[J]. 江苏林业科技,2010,37(1):25-27.
- [5] 徐州市农业区划办公室. 徐州市农业资源与综合区划[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1991.
- [6] Lichtenthaler H K, Wellburn A R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents[J]. Biochemical Society Transactions,1983(11):591-592.
- [7] 胡位荣,张昭其,季作梁. 酸处理对采后荔枝果皮色泽与生理活性的影响[J]. 食品科学,2004,25(7):176-180.
- [8] 宫 硇,薛 静,张晓东. 植物花青素合成途径中的调控基因研究进展[J]. 生物技术进展,2012,1(6):381-390.
- [9] 宋幼良,吴殿星,钱国壬,等. 叶黄素研究进展[J]. 农业科技通讯,2013(11):138-140.
- [10] 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.
- [11] 胡永红,秦 俊,蒋昌华,等. 上海地区秋色叶成因的调查与分析[J]. 东北林业大学学报,2004,32(5):84-86.
- [12] 朱书香,杨建民,王中华,等. 4种李属彩叶植物色素含量与叶色参数的关系[J]. 西北植物学报,2009(8):1663-1669.
- [13] 孙苏南,王小德,徐 腾,等. 落羽杉秋冬季叶色变化的生理生态研究[J]. 浙江农林大学学报,2014,31(2):302-307.