

不同光环境对黄栌光合特性及生长势和叶色的影响

葛雨萱¹, 赵阳¹, 甘长青¹, 王亮生², 杜万光¹

(¹北京市香山公园管理处, 北京 100093; ²中国科学院植物研究所北京植物园, 北京 100093)

摘要:通过测定光合特性、枝叶生长量、叶片色素含量等指标,研究了不同光环境(相对光强分别为全光的100%、70%、40%、25%)对黄栌光合特性、生长势和叶色的影响,旨在阐明黄栌生长发育的最适光环境。结果表明:随着光照强度的降低,黄栌叶片的净光合速率、蒸腾速率和气孔导度均依次降低;主枝长度和叶片数量减小;叶片面积先增大后减小,在70%全光下叶面积最大。在生长期,全光及高光处理下的黄栌叶片中的叶绿素含量低于中、低光照处理,且具有显著性差异($P<0.05$),全光下叶色为黄绿色,而较低光照下叶片为深绿色。在变色期,全光及高光处理下的黄栌叶片中的叶绿素含量逐渐降低、花青素含量逐渐增加,呈现变红过程,但全光下黄栌叶片出现一定的日灼现象,而中、低光照处理下叶片基本没有花青素的积累,直接由绿色变为黄色。因此,初步认为黄栌属于喜阳不耐阴植物,但考虑到全光下叶片易出现日灼现象,稍遮阴(大于70%全光)是黄栌的最适光环境。

关键词:黄栌;光环境;光合特性;营养生长;叶色

中图分类号:S7

文献标志码:A

论文编号:2011-1297

The Effects of Different Light Environments on Photosynthetic Characteristics, Growth Potential and Leaves Color of *Cotinus coggygia* Scop.

Ge Yuxuan¹, Zhao Yang¹, Gan Changqing¹, Wang Liangsheng², Du Wanguang¹

(¹Management Department of Beijing Fragrant Hills Park, Beijing 100093;

²Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, The Chinese Academy of Science, Beijing 100093)

Abstract: The photosynthetic characteristics, growth potential and leaves color of *Cotinus coggygia* Scop. under different light environments were studied by measuring the photosynthetic characteristics, growth of leaves and branches and leaves pigment contents. The conditions of 100%, 70%, 40%, and 25% of full sunlight were set up to simulate different light environments. This study was for the purpose of clarifying the most suitable light environment of *C. coggygia* seedlings. The results showed that, as light intensity decreasing, the photosynthetic rates, transpiration rates and stomatal conductances in seedlings leaves decreased; the long of primary branches and leaf numbers decreased; the leaf areas increased, then decreased, in 70% of full light, seedlings gained the largest leaf areas. In growth period, the chlorophyll contents of seedlings leaves under all light and high light treatments were obviously lower than the leaves under middle and low light treatments, and had significant difference ($P<0.05$), so the leaves of seedlings under higher light were green yellow, while under lower light treatments were green. In changing color period, the leaves of seedlings under all light and high light turned red with chlorophyll contents decreased and anthocyanin contents increased, but the leaves got a little sunburn under all light, the leaves of seedlings under middle and low light treatments turned yellow. We suggested the *C. coggygia* seedling was a heliophilous plant, needed a light enough environment and slight shade (more than 70% of full sunlight) was the most suitable environment of *C. coggygia* seedling.

Key words: *Cotinus coggygia*; light environment; photosynthetic characteristics; vegetative growth; leaves color

基金项目:北京市公园管理中心科研资助项目(20100516)。

第一作者简介:葛雨萱,女,1983年出生,河北承德人,助理工程师,硕士,主要从事园林植物生理生化与遗传育种研究。通信地址:100093 北京市香山公园管理处, Tel: 010-62591155-6482, E-mail: yxge0828@163.com。

收稿日期:2011-05-04, 修回日期:2011-07-07。

0 引言

黄栌 (*Cotinus coggygria* Scop.) 为漆树科 (Anacardiaceae) 黄栌属 (*Cotinus*) 落叶灌木或小乔木, 叶片在秋天变为红色, 是中国华北地区主要的彩叶植物之一, 广泛应用于城市绿化和山地造林中。近年来, 黄栌光合特征的研究报道较多, 表明其净光合速率的日变化呈现不对称双峰曲线, 光合“午休”现象明显^[1-4], 但对黄栌的需光性及耐阴程度却很少涉及。在园林应用中, 黄栌一般会作为灌木层配置在松柏林下, 尤杨等通过光合特征日变化的测定认为黄栌既喜光又耐阴, 能适应多种光环境^[4], 但在营林过程中发现不同的光环境对黄栌生长发育及红叶观赏性影响显著。因此, 本实验通过搭建遮光网室来研究不同光环境下黄栌的光合特性及生长叶色情况, 旨在初步阐明黄栌幼树生长发育的最适光环境, 为黄栌林的群落配置、修剪养护及天然更新等营林措施提供实验支持。

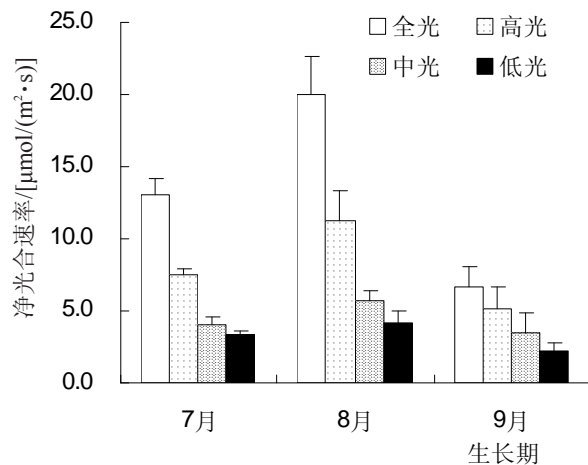
1 材料与方法

1.1 不同光环境处理

2010年3月29日, 在香山公园实验地, 选取生长良好、长势一致的3年生黄栌组培苗40株, 随机分成4组, 每组10株, 分别植入4个处理区中。2010年4月30日, 在幼苗开始萌发前, 搭设高2 m的3种遮光网室, 采用黑色尼龙网遮光, 相对光强分别为全光的70%(高光)、40%(中光)、25%(低光), 全光为对照, 共4个处理区。幼苗在4个处理区生长75天后进行各指标测定。

1.2 光合特性测定

在生长季节(7月—9月), 应用CIRAS-2便携式光合系统对不同光环境的黄栌进行了光合特性测定。测定指标主要有: 净光合速率、蒸腾速率、叶片气孔导度和胞间CO₂浓度等。光合测定在晴天9:00—11:00, 在4个处理区各选取5株长势基本一致的黄栌, 每株测定4个方向的成熟叶片。



1.3 生长势指标测定

对各处理区的10株黄栌, 分别测量其当年秋稍长度、秋稍上最大叶片的长度和宽度, 统计不同处理区植株白粉病发病率。

1.4 叶绿素含量和花青素相对含量测定

于2010年10月8日、10月22日、11月5日采集叶片。随机摘取每株样树向南方向的上部叶片, 放入自封袋中单独保存。采回叶片用纸擦净, 剪去主叶脉后立即液氮研磨, 置于-40℃冰箱保存, 供色素分析用。

叶绿素含量测定: 称取0.2 g左右液氮保存的新鲜叶粉末, 加入5 mL 80%丙酮, 置于4℃冰箱中避光浸提24 h, 过滤后取上清液, 用UV-vis双光束分光光度计(UV-4802)进行叶绿素的定量分析^[5-6]。

花青素相对含量测定: 精确称取1 g新鲜叶粉末, 加入10 mL 0.1 mol/L盐酸, 置于32℃提取4 h, 过滤后取上清液, 用UV-vis双光束分光光度计进行花青素的定量分析^[7]。

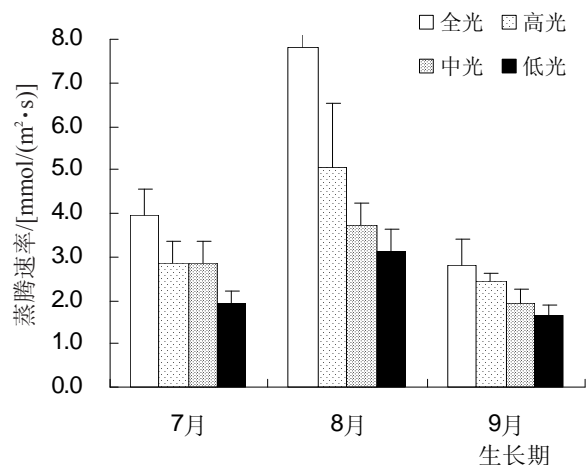
1.5 数据分析

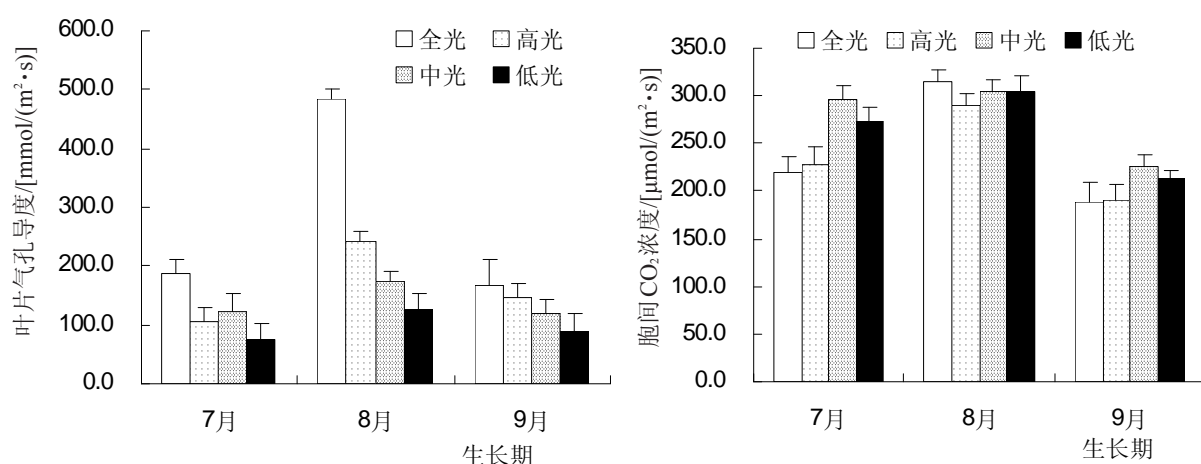
数据使用SPSS 11.5软件进行方差分析, 不同遮阴处理间各测定指标的差异性采用S-N-K多重比较进行显著性检验($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同光环境下黄栌的光合特性

光照是影响植物生长发育最重要的环境因素之一, 其最直接的影响是光合作用。在光合特性测定中, 最大净光合作用速率是反应植物耐阴性的主要指标^[8]。在7—9月生长季节, 与全光照相比, 随着光照强度的降低, 黄栌叶片的净光合速率均出现依次降低的趋势, 分别为全光照的55.7%、28.6%、21.1%(8月)。蒸腾速率和叶片气孔导度的变化趋势与净光合速率基本一致, 说明黄栌的耐阴性较弱, 低光照下光合作用不能正常进行(图1)。



图1 不同光环境下黄栌叶片的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO_2 浓度

在晴天条件下,黄栌的净光合速率在中午明显降低,光合“午休”现象明显^[4]。7月6日实验中,上午9时测得的全光照下黄栌叶片的净光合速率仅为 $3.8 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,低于其他遮阴处理,当时气温 41.0°C ,光照强,全光下的植株出现提前进入“午休”。“午休”的主要原因是强光、高温和低湿等条件引起的气孔部分关闭和光合作用光抑制。适度的遮阴可在一定程度上降温增湿,改善冠幕微环境,有效消除叶片光合作用的“午休”现象。7月7日9时,气温 35.2°C ,晴转多云,测量结果正常,全光下叶片的净光合速率最大。

2.2 不同光环境下黄栌的生长势

与全光相比,随着光照强度的降低,黄栌的秋稍长和叶片数量呈现减小的趋势,树势逐渐衰弱;叶片面积先增大后减小,在70%全光下最大(表1)。说明一定程度上的遮阴条件下,黄栌可以通过增大其叶面积尽可能多地捕捉弱光,以适应弱光环境。但随着光强的继续降低,黄栌的生长受到抑制,其叶面积将不再增大。

随着光照强度的降低,黄栌白粉病的发病率呈现上升趋势(表1)。白粉病是危害黄栌的主要病害之一。叶片被白粉覆盖后影响光合作用,致使叶色变为

表1 不同光环境下黄栌的生长势及白粉病发病情况

处理	秋稍长/cm	叶长/cm	叶宽/cm	白粉病发病率/%
全光	88.2 ± 10.1 a	9.5 ± 0.4 ab	9.2 ± 0.7 ab	8.9
高光	55.4 ± 10.0 b	10.3 ± 1.0 a	10.0 ± 0.9 a	45.2
中光	48.2 ± 7.4 b	8.6 ± 0.7 bc	9.1 ± 0.6 ab	68.3
低光	30.2 ± 9.5 c	8.0 ± 1.2 c	8.4 ± 0.5 b	93.9

灰黄色或污白色,严重影响红叶的观赏效果。

2.3 不同光环境下黄栌的叶色和叶片中色素的含量

在生长期,全光下叶片黄绿色,重遮阴下叶片深绿色,10月8日,中、低光照处理下黄栌叶片所含的叶绿素含量明显高于全光及高光下的处理,具有显著性差异($P < 0.05$)。

在变色初期,全、高光处理下黄栌叶片所含的叶绿素含量逐渐降低、花青素含量逐渐增加,叶片呈现变红过程,但全光下黄栌叶片出现一定的日灼现象。而中、低光照处理下的黄栌叶片最初积累少量的花青素,但随着时间的推移,叶片中的花青素含量逐渐降低,叶绿素含量也逐渐降低,叶片变为黄色,没有变红过程而直接落叶(表2)。

3 结论与讨论

中、低光照处理下黄栌叶片的光合作用降低,生长势减弱,植株不能正常生长,秋季叶片也不变红,而全光及高光处理下的黄栌生长势旺盛,秋季叶片呈现变红过程,因此,认为黄栌属于喜阳不耐阴植物,但考虑到全光下叶片易出现日灼现象,且光照过强对光合速率有抑制作用,稍遮阴(大于70%全光)是黄栌幼树的最适光环境。尤杨等^[4]认为黄栌为光补偿点低、光饱和点较高的植物,既喜光又耐阴,能适应多种光照环境。本研究发现,黄栌的耐阴能力并不强,40%的全光环境下黄栌的生长势和叶色观赏性均受到严重影响。在园林中复层配置时,黄栌适合处于上层或荫蔽度低的林缘从而充分吸收阳光,不适合处于下层和林间,如

表2 不同光环境下黄栌叶片中的叶绿素和花青素含量

色素类型	采样日期/(月-日)	处理			
		全光	高光	中光	低光
叶绿素	10-08	2.11±0.15 b	2.10±0.12 b	2.71±0.08 a	2.54±0.13 a
	10-22	0.91±0.09 a	0.54±0.01 b	0.53±0.02 b	0.24±0.01 c
	11-05	0.28±0.04 a	0.33±0.03 a	0.28±0.03 a	0.14±0.01 b
花青素	10-08	28.39±1.37 a	32.87±3.02 a	27.42±2.55 a	22.53±2.71 b
	10-22	52.33±2.42 a	51.95±5.13 a	20.00±2.82 b	12.74±1.23 c
	11-05	75.37±7.32 a	69.54±6.38 a	15.69±2.10 b	9.40±1.01 b

有冠幅大的遮挡树需要进行必要的修剪,保证黄栌生长环境的透光性,才能使其正常生长并发挥其彩叶的最佳观赏效果。

一般情况下,当环境光照强度较低时,植物将通过增加分枝、扩大冠径和叶面积等方式,来补偿光强不足,以维持正常的光合作用及其他生命活动。当光强极低时,植物不能有效捕获足够的光能,光合作用不能正常进行,就会导致植株生长发育停滞、器官脱落,严重时植株死亡^[9-10]。在本实验中,70%全光时,黄栌生长发育正常,叶片面积增大,但随着光强进一步减弱,黄栌生长发育受到抑制,分枝和叶片数量都明显减少,叶片易感染白粉病,光合作用不能正常进行,所以深度遮阴不利于黄栌正常的生长发育。

不同的植物对光强的反应表现不同,一般认为光能促进花青素的生成,光照越强则促进作用越大。于晓南对不同位置香山红叶的花青素含量变化进行了研究,表明黄栌叶片的红色程度受光照的影响十分明显^[11]。红叶小檠、彩叶秋海棠等^[12-13]叶片在弱光下叶绿素合成偏多,在强光下一部分叶绿素破坏而由花青素取而代之,呈现出彩叶的最佳色彩。黄栌秋季叶片变红是由于叶片中的叶绿素含量的下降及花青素的积累^[7]。本研究表明,光强直接影响了叶片中叶绿素和花青素的含量及比例,从而影响叶片的呈色,在中、低光照下黄栌叶片不能完成花青素的积累,随着叶绿素的降解而表现为黄色,严重影响了红叶的观赏性。

一般认为植物在不同的发育阶段,其需光性不同,红松在幼树期具有一定的耐阴性,随着年龄的增长其需光量也逐渐增大^[14-15],本研究的实验材料为3年生的黄栌幼树,可为黄栌幼苗人工造林提供参考,在此基础上,应继续开展不同树龄特别是黄栌老树需光性的研究,为黄栌林的养护及老树的复壮提供依据。

参考文献

[1] 尚小泉,傅松玲,李宏开.红栌与黄栌苗期生理生态特性研究[J].安

徽农业科学,2008,36(17):7203-7204,7213.

- [2] 齐艳玲.五种彩叶植物在高温高湿条件下叶片色素及光合特性研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2008:18-19.
- [3] 谭向峰,郭霄,杜宁,等.黄栌和小叶白蜡的光合特性研究[J].山东林业科技,2010,191(6):1-4.
- [4] 尤扬,贾文庆,周建,等.黄栌叶片光合特性[J].东北林业大学学报,2009,37(7):25-26.
- [5] Cox K A, McGhie T K, White A, et al. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass avocado' fruit[J].Postharvest Biol Tec, 2004,31: 287-294.
- [6] Lichtenthaler H K. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes[J]. Method Enzymol, 1987,148: 350-382.
- [7] 周肖红,葛雨萱,王亮生,等.黄栌叶片变色期生理变化及植物生长调节剂对叶色的影响[J].林业科学,2009,45(7):59-62.
- [8] 白伟岚,任建武,苏雪痕.八种植物耐阴性比较研究[J].北京林业大学学报,1999,21(3):46-52.
- [9] 王晓玲,石雷,孙吉雄,等.遮荫对山麦冬生长特性和生物量分配的影响[J].植物研究,2006,26(2):225-228.
- [10] 王雁,苏雪痕,彭镇华.植物耐阴性研究进展[J].林业科学研究,2002,15(3):349-355.
- [11] 于晓南.植物叶片中花青素的分析与研究[J].现代仪器,2000,4: 37-38.
- [12] 郝峰鸽,杨立峰,任军辉.不同光照条件对紫叶小檠光合特性及色素含量的影响[J].安徽农业科学,2006,34:1351-1352.
- [13] Smith L B, Wasshausen D C. Begonia soli-mutata, a new Brazilian species whose leaf color varies with light intensity[J]. Begonian, 1990,57:217-218.
- [14] 孙一荣,朱教君,于立志,等.不同光环境对红松幼苗光合生理特征的影响[J].生态学杂志,2009,28(5):850-857.
- [15] 张群,范少辉,沈海龙.红松混交林中红松幼树生长环境的研究进展及展望[J].林业科学研究2003,16(2):216-224.

致谢:感谢北京市植物园刘东焕高级工程师在光合生理特性测定上给予的指导和帮助!