

遮光对杨桐生长及叶片色素质量分数的影响

吴 江, 刘 鹏, 吴家胜

(浙江农林大学 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 为探明光照条件对杨桐 *Cleyera japonica* 采枝林枝条产量、质量的影响, 并为制定采枝林的经营措施提供理论依据, 开展了杨桐采枝林遮光试验, 测定了不同遮光强度下杨桐生长状况、叶片色素质量分数变化等指标。结果表明: ①遮光对叶绿素 a, 叶绿素 b 和花色素苷质量分数均有显著的影响, 其质量分数随着遮光强度的上升而上升, 以 3 层遮光处理的叶片叶绿素 a, b 和花色素苷质量分数为最高, 分别为全光照处理的 196.3%, 191.2% 和 134.5%; ②遮光对杨桐各项生长指标有明显影响, 1 层遮光处理下杨桐苗高、地径、生物量、根冠比和比叶面积最大, 而叶间距最小; 随遮光强度进一步加大, 杨桐植株生长明显受到抑制。1 层遮光能促进杨桐的生长, 并提高叶片叶绿素质量分数, 缩短叶间距, 从而提高杨桐枝条的利用率。表 3 参 15

关键词: 森林培育学; 杨桐; 遮光; 采枝林; 生长

中图分类号: S723 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2010)05-0786-04

Seedling growth and leaf pigments of *Cleyera japonica* with shade treatments

WU Jiang, LIU Peng, WU Jia-sheng

(School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: To determine branch yield and quality as well as to provide a theoretical basis for the formulation of cultural practices in a branch-producing plantation of *Cleyera japonica*, a shading experiment was carried out to measure growth indexes and leaf pigment content with shading treatments of 100% full-light (control), 50%, 20% and 12%. Results showed that (1) chlorophyll a, chlorophyll b, and anthocyanin in the leaf of *C. japonica* increased with an increase in shading with chlorophyll a, b and anthocyanin highest with the 12% shading treatment, which was significantly more than the control. (2) With 50% shading, seedling height, diameter, biomass, root to shoot ratio, specific leaf area were highest, whereas leaf spacing was lowest. As shading intensity increased from 50% to 12%, seedling growth was inhibited. Since the one-layer shading treatment (50%) promoted seedling growth, increased chlorophyll content, and reduced leaf spacing, utilization of *C. japonica* branches increased. [Ch, 3 tab. 15 ref.]

Key words: silviculture; *Cleyera japonica*; shading; branch-producing plantation; growth

杨桐 *Cleyera japonica* 是山茶科 Theaceae 杨桐属 *Cleyera* 植物, 常绿灌木与小乔木。在日本, 杨桐是传统的敬神祭祖材料, 市场容量大且稳定。由于, 大量的杨桐野生资源被采伐, 野生资源已远远不能满足市场需要^[1], 因此, 必须营建杨桐人工(采枝)林基地。目前, 有关杨桐人工栽培研究已有一些文献报道^[2-6], 然而有关生长环境光照强度对杨桐人工(采枝)林生长及枝条质量影响的研究到目前为止尚未见报道。全光照下栽培的杨桐生长缓慢, 叶色发红(加工上不能利用), 而在侧方遮光的情

收稿日期: 2009-10-22; 修回日期: 2009-12-07

基金项目: 浙江省科学技术重点项目(2006C22078)

作者简介: 吴江, 从事森林培育研究。E-mail: wujiang19762001@yahoo.com.cn。通信作者: 吴家胜, 教授, 博士, 从事森林培育和数量遗传学等研究。E-mail: wujsh@zjfc.edu.cn

况下, 杨桐生长较快, 叶色深绿发亮, 枝条利用率高^[1]。为进一步揭示光照强度对杨桐生长及叶片色素质量分数的影响, 笔者于 2008 年 5 月开展杨桐遮光试验, 研究不同遮光强度对杨桐生长状况及叶片色素质量分数的影响, 以期找出最适遮光强度, 为杨桐采枝林栽培技术措施制定提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点设在浙江省临安市高虹镇大田生花科技园艺有限公司杨桐栽培基地。该地气候属亚热带季风气候, 年平均气温为 15.6 ~ 16.0 ℃, 年平均降水量为 1 600 ~ 1 700 mm。试验地地形为山底平地, 土壤为红壤, 土层湿润。

1.2 试验材料 and 设计

试验材料为生长状况基本一致的 4 年生杨桐实生地栽苗, 平均株高为 125 cm, 株行距为 80 cm × 100 cm。试验共设置 4 个处理: ①全光照(ck), ②1 层黑色尼龙遮阳网遮光(A), ③2 层黑色尼龙遮阳网遮光(B), ④3 层黑色尼龙遮阳网遮光(C), 用照度计测得 1, 2, 3 层遮阳网下光强分别为自然光照的 50%, 20%, 12%。设置 4 个重复·处理⁻¹, 各重复 10 株苗木。于 2008 年 5 月 20 日开始遮光处理, 遮光过程中进行正常的水肥管理及病虫害防治, 遮光处理结束后(9 月初)进行各项指标的测定。

1.3 指标测定方法

①生长指标: 用卷尺和游标卡尺分别测定试验所有苗木的苗高和地径; 各处理选取着生方向相对一致的 10 根枝条, 用游标卡尺测定相邻叶片的叶间距; 通过打孔法求算比叶面积, 比叶面积($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) = 叶面积/叶干质量。试验结束时, 分别各处理将苗木整株挖起并清洗晾干, 按地上、地下部分测定其鲜质量, 然后取样带回实验室, 于干燥箱中 105 ℃杀青 30 min, 再在 70 ℃下烘 24 h, 用分析天平测定其质量。②叶绿素质量分数: 采用乙醇浸提法测定^[7], 将采回的样叶快速洗净擦干, 称取 0.1 g, 剪成条状, 置于大试管, 加 15 mL 体积分数为 95% 的乙醇, 保鲜膜封口, 黑暗中浸提, 中间摇晃几次, 至叶片发白为止。分光光度法测定波长 645 nm 和 663 nm 下的光密度, 按照下述公式计算出 1.0 g 叶片的叶绿素 a, 叶绿素 b 和总叶绿素质量分数: 叶绿素 a($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) = $(12.7D_{663} - 2.69D_{645}) \times [V/(1\ 000 \times W)]$; 叶绿素 b($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) = $(22.9D_{645} - 4.63D_{663}) \times [V/(1\ 000 \times W)]$ 。其中: D 为吸光度读数, V 为叶绿素提取液总体积(10 mL), W 为测试用叶片鲜质量(g)。③花色素苷质量分数^[8]: 取 0.2 g 鲜叶剪碎, 放于试管中, 加入体积分数为 1% 盐酸甲醇 5 mL 提取, 试管口用保鲜膜密封, 32 ℃烘箱中提取 4 h, 测定上清液的 D_{520} 值。花色素苷质量分数的计算公式: 花色素苷质量分数($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) = $D_{520} \times V \times 1\ 000 \times 455.2 / (29\ 600 \times d \times m)$ 。其中: D_{520} 为 520nm 处的吸光度; V 为定容体积(L); 1 000 是 g 换算成 mg 扩大的倍数; 455.2 为矢车菊素-3-葡萄糖苷的分子质量($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$); 29 600 是矢车菊素-3-葡萄糖苷的浓度比吸收系数($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$); d 为比色杯光径(cm); m 为测试用叶片鲜质量(g)。

2 结果与分析

2.1 遮光对叶绿素和花色素苷质量分数的影响

叶片颜色是杨桐枝条编织加工的重要指标之一, 而光照强度影响叶片色素的合成。从表 1 中可以看出, 光照强度对叶绿素 a, 叶绿素 b 质量分数和花色素苷质量分数均有显著的影响, 其质量分数随着遮光强度的上升而上升。全光照条件下, 叶片的叶绿素 a, b 和花色素苷质量分数都明显低于各遮光处理, 其中以 3 层遮光处理的叶片叶

表 1 遮光对杨桐叶片叶绿素和花色素苷质量分数的影响

Table 1 Effects of shade on the contents of chlorophyll and anthocyanin in the leaves of *Cleyera japonica*

处理	叶绿素 a/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	叶绿素 b/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	叶绿素 a/b	花色素苷/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
ck	1.07 ± 0.13 a	0.34 ± 0.06 a	3.13 ± 1.09 a	0.29 ± 0.01 a
A	1.33 ± 0.06 b	0.42 ± 0.01 b	3.20 ± 1.12 a	0.33 ± 0.02 ab
B	1.99 ± 0.06 c	0.63 ± 0.07 c	3.18 ± 1.02 a	0.35 ± 0.03 bc
C	2.10 ± 0.07 c	0.65 ± 0.02 c	3.12 ± 1.56 a	0.39 ± 0.01 c

说明: 表中数据为平均值 ± 标准差($n = 3$), 同一列不同字母标记表示不同处理间差异达到显著水平($P < 0.05$, 采用 Duncan 法进行多重差异性比较)。

绿素 a, b 和花色素苷质量分数为最高, 分别为全光照处理的 196.3%, 191.2% 和 134.5%, 表明遮光有利于叶绿素 a, b 和花色素苷的合成。1 层遮光下叶绿素 a/b 比值最大, 但处理间差异不显著。

2.2 遮光对生物量及生物量分配的影响

从表 2 可以看出, 遮光对杨桐的生物量的积累和分配均有显著的影响。无论是地上部分还是地下部分生物量, 均以 1 层遮阳网遮光处理为最大, 各遮光处理生物量从大到小的次序为 1 层遮光(A) > 全光照(ck) > 2 层遮光(B) > 3 层遮光(C)。说明一定程度的遮光对杨桐生长是有促进作用的, 但过度遮光会影响到杨桐的正常生长。在生物量分配方面, 也存在着类似的规律, 一定程度的遮光也有利于根冠比的提高, 但过度遮光(C)会造成根冠比显著下降。

表 2 遮光对杨桐生物量及生物量分配的影响

Table 2 Effects of shade on biomass and biomass allocation in *Cleyera japonica*

处理	鲜质量/(g·株 ⁻¹)		干质量/(g·株 ⁻¹)		根冠比
	地上部分	地下部分	地上部分	地下部分	
ck	569.7 ± 96.5 a	93.7 ± 51.8 a	230.3 ± 32.55 a	72.8 ± 20.1 a	0.317 ± 0.011 a
A	681.4 ± 98.1 b	120.9 ± 35.5 b	248.2 ± 41.03 a	81.8 ± 22.4 b	0.330 ± 0.018 a
B	409.0 ± 29.9 c	71.1 ± 29.9 c	176.4 ± 42.28 b	55.1 ± 19.0 c	0.312 ± 0.013 a
C	311.0 ± 39.3 d	44.5 ± 14.0 d	124.6 ± 32.04 c	35.2 ± 14.3 d	0.283 ± 0.014 b

说明: 表中数据为平均值 ± 标准差 (n = 3), 同一列不同字母标记表示不同处理间差异达到显著水平 (P < 0.05, 采用 Duncan 法进行多重差异性比较)。

2.3 遮光对杨桐苗高、地径和叶间距的影响

遮光处理对杨桐高生长、径生长及叶片叶间距均有明显的影响 (表 3)。1 层遮光处理(A)下, 杨桐植株的地径和苗高最大, 分别是全光照处理 (ck) 的 110.0% 和 108.3%, 而 1 层遮光下的叶间距又最小, 是全光照处理的 82.2%; 随遮光强度进一步加大, 杨桐生长受到明显影响, 地径和苗高明显下降。说明适当遮光(50.0%光照)有利于杨桐植株生长, 并能减少叶间距, 从而提高杨桐枝条的利用率。比叶面积在一定程度上是叶片相对厚度的一种度量, 其数值越小, 叶片越厚。比叶面积对光照变化较敏感。从表 3 可以看出, 随遮光强度加大, 比叶面积略有增大, 即叶面积变大, 叶变薄, 但各个处理间差异不显著。

表 3 遮光对杨桐苗高、地径、比叶面积和叶间距的影响

Table 3 Effects of shade on height, stem base, specific leaf area and leaf spacing of *Cleyera japonica*

处理	苗高/cm	地径/mm	比叶面积/(cm ² ·g ⁻¹)	叶间距/cm
ck	149.9 ± 16.3 a	20.91 ± 2.02 a	22.04 ± 1.87 a	3.49 ± 0.40 a
A	164.4 ± 18.9 b	22.65 ± 2.18 a	22.08 ± 1.66 a	2.87 ± 0.41 b
B	145.0 ± 15.5 a	21.10 ± 1.48 a	22.10 ± 1.42 a	3.06 ± 0.47 c
C	138.7 ± 15.6 c	19.81 ± 1.62 a	22.12 ± 1.35 a	3.11 ± 0.36 c

说明: 表中数据为平均值 ± 标准差 (n = 3), 同一列不同字母标记表示不同处理间差异达到显著水平 (P < 0.05, 采用 Duncan 法进行多重差异性比较)。

3 结论与讨论

叶绿素的生物合成对光合作用非常重要, 如果它的生物合成受到抑制, 将引起色素缺乏和叶绿体结构的改变。叶绿素是捕获光能的物质基础, 遮光条件下叶绿素质量分数增加有利于对光能的捕获和吸收, 有助于光合作用的进行, 是植物适应荫蔽环境的典型特征^[9]。叶绿素 b 质量分数的增加有助于提高捕光色素蛋白复合体(LHCP)的含量, 从而提高叶绿体的捕光能力, 增强对弱光的利用率^[10]。本研究遮光处理显著提高了杨桐叶片的叶绿素质量分数, 特别是叶绿素 b, 说明遮光可提高杨桐叶片对光能的捕获和吸收能力, 这与其他植物的研究结果基本一致。弱光下比叶面积增加是植株耐荫性的一种形态适应性变化。杨桐为喜荫植物, 自然光照条件下很容易导致光抑制现象的发生, 不利于杨桐的生长。本研究结果表明, 1 层遮光(50.0%光照)条件下, 杨桐植株生长旺盛, 株高增加, 叶片长宽和

叶面积增大, 比叶面积比全光照下增加, 有利于植株在荫蔽环境中接受光能。过度遮光尽管使杨桐的叶绿素质量分数也在增加, 但是由于不能吸收到足够的光能, 导致生物量积累的下降。1984 年, Drumm-Herrel 提出花色素苷能减轻光损伤的程度, 特别是减轻高能量蓝光对发育中的原叶绿素的损伤。其他学者研究表明, 花色素苷具有多种生理功能, 可作为抗氧化剂清除稳定性自由基和活性氧自由基及 H_2O_2 ^[11-12], 作为膜脂过氧化作用的抑制剂^[12], 还可以作为一种渗透剂^[13]。叶片中花色素苷的产生可受多种胁迫条件诱导^[14], 说明花色素苷有助于植物应对环境条件的改变^[15]。在本研究中花色素苷随着遮光程度的增加而升高, 说明花色素苷可能在吸收光能或过度遮光下对植物细胞具有一定的保护作用, 但其具体的作用机制仍有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 吴家胜, 应叶青, 程晓建, 等. 杨桐不同立体经营模式比较研究[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (5): 555 – 558.
WU Jiasheng, YING Yeqing, CHENG Xiaojian, *et al.* Comparison of four intercropped tree-shrub (*Adinandra millettii*) comprehensive management models [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2007, **24** (5): 555 – 558.
- [2] 傅益群, 方腾, 黄建胜. 杨桐的繁殖和培育技术试验研究[J]. 浙江林业科技, 1999, **19** (6): 25 – 28.
FU Yiqun, FANG Teng, HUANG Jiansheng. Experimental research on techniques for reproduction and breeding of *Cleyera japonica* [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 1999, **19** (6): 25 – 28.
- [3] 吕世新, 徐国绍, 赵锡成. 杨桐的育苗及造林技术[J]. 林业科技开发, 2003, **17** (1): 59.
LÜ Shixin, XU Guoshao, ZHAO Xicheng. The Nursing and afforestation technology of *Cleyera japonica* Thunb. [J]. *China For Sci Technol*, 2003, **17** (1): 59.
- [4] 吕世新, 董少锋. 杨桐育苗及人工营林技术[J]. 特种经济动植物, 2003 (3): 19 – 20.
LÜ Shixin, DONG Shaofeng. The nursing and afforestation technology of *Cleyera japonica* Thunb. [J]. *Spec Econ Anim Plant*, 2003 (3): 19 – 20.
- [5] 应叶青, 吴家胜, 钱莲芳, 等. 杨桐、桉木扦插育苗技术[J]. 林业实用技术, 2005 (7): 20 – 21.
YING Yeqing, WU Jiasheng, QIAN Lianfang. A study on propagation techniques of *Cleyera japonica* Thunb. and *Eurya japonica* Thunb. by cuttage [J]. *Pract For Technol*, 2005 (7): 20 – 21.
- [6] 吴家胜, 应叶青, 黎章矩. 杨桐苗期光合特性研究[J]. 江西农业大学学报, 2004, **26** (6): 896 – 900.
WU Jiasheng, YING Yeqing, LI Zhangju. A study on photosynthetic characteristics of *Cleyera japonica* Thunb. at its seedling stage [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2004, **26** (6): 896 – 900.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [8] 杨夫臣, 吴江, 程建徽, 等. 葡萄果皮花色素的提取及其理化性质[J]. 果树学报, 2007, **24** (3): 287 – 292.
YANG Fuchen, WU Jiang, CHEN Jianhui, *et al.* Studies on extraction and physical-chemical properties of anthocyanin from Red Globe grape peel [J]. *J Fruit Sci*, 2007, **24** (3): 287 – 292.
- [9] 王博轶, 冯玉龙. 生长环境光强对两种热带雨林树种幼苗光合作用的影响[J]. 生态学报, 2005, **25** (1): 23 – 30.
WANG Boyi, FENG Yulong. Effects of growth light intensities on photosynthesis in seedlings of two tropical rain forest species [J]. *Acta Ecol Sin*, 2005, **25** (1): 23 – 30.
- [10] 潘远智, 江明艳. 遮荫对盆栽一品红光合特性及生长的影响[J]. 园艺学报, 2006, **33** (1): 95 – 100.
PAN Yuanzhi, JIANG Mingyan. Effects of shade on the photosynthetic characteristics and growth of *Poinsettia* [J]. *Acta Horticult Sin*, 2006, **33** (1): 95 – 100.
- [11] YAMASAKI H, UEFUJI H, SAKIHAMA Y. Bleaching of the red anthocyanin induced by superoxide radical [J]. *Arch Biochem Biophys*, 1996, **322**: 183 – 186.
- [12] TSUDA T, SHIGA K, OHSHIMA K, KAWAKISHI S, *et al.* Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. [J]. *Biochem Pharmacol*, 1996, **52**: 1033 – 1039.
- [13] CHALKER-SCOTT L. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses [J]. *Photochem Photobiol*, 1999, **70**: 1 – 9.
- [14] MERZLYAK M N, CHIVKUNOVA O B. Light-stress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples [J]. *Photochem Photobiol*, 2000, **55**: 155 – 163.
- [15] GOULD K S, MARKHAM K, SMITH R, *et al.* Why leaves are sometimes red[J]. *Nature*, 1995, **378**: 241 – 242.