

# 遮荫处理对不同苗龄交让木的生长和光合特性的影响

李晓征<sup>1,2</sup>, 郝日明<sup>2</sup>, 任燕<sup>2</sup>

(1. 广西交通职业技术学院 土木工程系, 广西南宁 530023; 2. 南京农业大学 园艺学院, 江苏南京 210095)

**摘要:** 运用生理生态研究方法, 选取不同苗龄(二年生和五年生)的交让木的幼苗, 对其光合色素、光合特性和株高增量等指标进行测试分析。结果表明, 遮荫后二年生和五年生交让木的叶绿素和类胡萝卜素含量上升, Chl. a/Chl. b 下降, 光饱和点和补偿点下降。和对照的全光照条件相比, 二年生交让木在遮荫处理下株高增量较大, 最大净光合速率较高, 光合优势明显; 而五年生交让木表现相反趋势。揭示了不同苗龄交让木的生长及光合特性, 为其科学栽培管理措施的制定提供了理论依据。

**关键词:** 遮荫处理; 光合特性; 交让木

**中图分类号:** Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)05-0499-04

## Effects of shading on growth and photosynthetic characteristics of *Daphniphyllum macropodum* in different ages

LI Xiao-zheng<sup>1,2</sup>, HAO Ri-ming<sup>2</sup>, REN Yan<sup>2</sup>

(1. Department of Civil Engineering, Guangxi Vocational & Technical College of Communication, Nanning 530023, China; 2. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** Photosynthetic pigment contents, photosynthetic characteristics and tall growth of *Daphniphyllum macropodum* in different ages (biennial and five years old) were studied by ecophysiological techniques. After shading, chlorophyll contents and carotenoid contents were increased, chl. a/chl. b was decreased, light saturation point and light compensation point were decreased. Acclimated to full light treatment(control), increments of plant, max net photosynthetic rate of *D. macropodum* in biennial were higher, but five-year-old seedings showed contrary trend. This study shows growth and photosynthetic characteristics of *D. macropodum* in different ages and will provide the scientific foundations for the establishments of measures of planting and management.

**Key words:** shading treatment; photosynthetic characteristics; *Daphniphyllum macropodum*

交让木(*Daphniphyllum macropodum*)是虎皮楠科的一种常绿乔木,高达20 m。主要产于长江流域以南各省地区及台湾,散生于海拔800~1500 m的较湿润林中,常与木荷、楠木、杜英、丝栗栲、马尾松等混生。因其新叶集生枝顶端,老叶在春天新叶长出后齐落,故名“交让木”。其用途较广,可作为庭院观赏树种,具有较高的园林应用价值,但目前园林绿化上应用较少,对其生态适应性方面的研究亦少见报道。本文以二年生和五年生两个不同苗龄的交

让木为材料,研究了遮荫处理对不同苗龄交让木生长及光合特性的影响,旨在为其田间科学栽培管理措施的制定提供科学依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 材料

本试验所用材料为交让木二年生实生苗和五年生实生苗,种植于高25 cm,直径20 cm的钵内,

收稿日期: 2004-09-06 修回日期: 2005-06-29

基金项目: 国家林业局“948”项目(2001-59-01)[Supported by the National Forestry Administration of(2001-59-01)]

作者简介: 李晓征(1978-),女,吉林延吉人,硕士,主要从事植物生理生态研究。

每盆1株,栽培基质为园土:泥炭:沙=4:2:2。于2003年4月7日开始在露地条件下用遮阳密度为60%的黑色遮阳网进行遮荫处理,以不遮荫的全光照处理为对照,遮荫后的光照强度为全光照的40%。每个处理重复5次,常规栽培管理。

## 1.2 研究方法

遮荫处理3个月后将开始采样,于清晨7点取新生叶第4片相同朝向的叶片,湿纱布包好,带回实验室后立即进行各项指标的测定。新鲜叶片以95%乙醇研磨提取测定其叶绿素、类胡萝卜素含量(李合生,2001)。遮荫前测定各试材的株高,遮荫3个月后再测定其株高,二者的差值为株高增量。

将测试植物搬到室内,用CIRAS-1光合测定系统设置光强分别为5、20、50、80、200、300、500、800、1000、1400、1700、2000  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$ 的梯度,同时记录各光强梯度下的净光合速率。光饱和点由光

一光响应曲线求得,最大净光合速率为饱和时的净光合速率。

## 1.3 数据分析

CIRAS-1光合测定系统测定的数据由仪器直接连接计算机输入,生成Excel表格。所有数据均采用Microsoft Excel进行标准差、方差、回归等数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 遮荫处理对不同苗龄交让木叶片光合色素的影响

遮荫对二年生和五年生交让木叶片光合色素的影响极为显著(表1)。遮荫后叶片的叶绿素a、叶绿素b、叶绿素a+b及类胡萝卜素含量都极显著地上升,而叶绿素a/叶绿素b极显著地下降,说明遮荫增加了叶片中光合色素尤其是叶绿素b的含量。就

表1 遮荫处理对不同苗龄交让木光合色素含量的影响

Table 1 Effects of shading on content of photosynthetic pigments of different ages *D. macropodium* seedling

处理 Treatment		色素含量 Content of photosynthetic pigments ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ )				
		叶绿素 a Chl. a	叶绿素 b Chl. b	叶绿素 a+b Chl. a+Chl. b	叶绿素 a/b Chl. a/Chl. b	类胡萝卜素 Carotenoid
二年生 Biennial	全光照 Full light	0.60bB	0.25bB	0.85bB	2.43bB	0.13bB
	遮荫 Shading	1.54aA	0.69aA	2.23aA	2.21aA	0.26aA
五年生 Five-year-old	全光照 Full light	0.49bB	0.19bB	0.68bB	2.55aA	0.11aA
	遮荫 Shading	1.06aA	0.38aA	1.44aA	2.50aA	0.16aA

注:同列不同大写或小写字母表示LSR检验达极显著水平( $P=0.01$ )或显著水平( $P=0.05$ )。

Note: The different capital and small letters stand for  $P=0.01$  and  $P=0.05$ .

变化的幅度而言,二年生交让木叶绿素和类胡萝卜素增加的幅度均高于五年生交让木,叶绿素a/叶绿素b的下降幅度也大于五年生交让木。

### 2.2 遮荫处理对不同苗龄交让木光—光响应曲线的影响

遮荫对二年生和五年生交让木的光—光响应曲线的影响表现不一致(图1、2)。就二年生交让木来说,遮荫处理下的净光合速率始终高于全光照处理,并且随着光强的增加,这种差异表现越来越明显,当光强大于800  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 后,全光照下的净光合速率是遮荫处理下的一倍左右,由此说明交让木二年生苗在遮荫处理下的光合能力较强,适合遮荫下生长。而就五年生交让木而言,在低于150  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的低光强范围内,遮荫处理下的幼苗净光合速率较高,当光强大于200  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 后,全光照处理下的幼苗光合优势明显,高于遮荫处理下15%左右。这一方面说明遮荫处理下五年生交让木

的植株对遮荫后的弱光生境已经出现了一定的适应,另一方面说明五年生交让木适合在全光照条件下生长,植株趋喜光特性。

### 2.3 遮荫处理对不同苗龄交让木光饱和点和补偿点的影响

遮荫明显降低了二年生和五年生交让木的光饱和点和光补偿点(表2),这和前人在其它植物上的研究结果是一致的(梁春,1997),由此说明长期生长在遮荫环境中的植株已经表现出对弱光环境的适应。就不同苗龄的交让木而言,五年生的交让木的光补偿点在全光照和遮荫处理下与二年生交让木相差不大,而光饱和点在两种光处理下明显高于二年生交让木。

### 2.4 遮荫处理对不同苗龄交让木最大净光合速率的影响

遮荫处理对二年生和五年生交让木的最大净光合速率影响表现不同(表2)。二年生交让木的最大

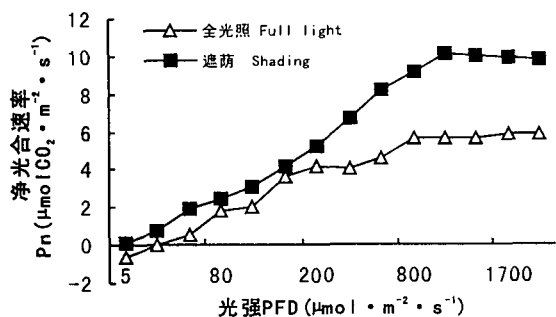


图 1 二年生交让木的光-光响应曲线

Fig. 1 Pn-PFD curve of biennial *D. macropodum* seedling

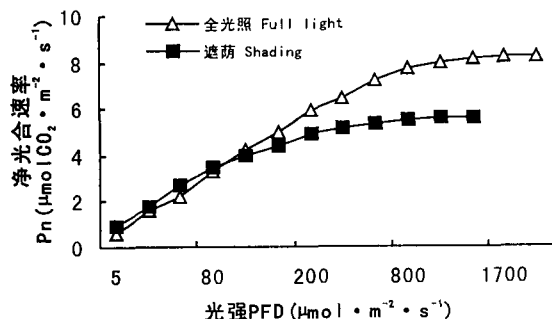


图 2 五年生交让木的光-光响应曲线

Fig. 2 Pn-PFD curve of five-year-old *D. macropodum* seedling

表 2 遮荫处理对不同苗龄交让木光饱和点、光补偿点、最大净光合速率和株高增量的影响

Table 2 Effects of shading on light saturation point, light compensation point, max net photosynthetic rate and plant increment of different ages *D. macropodum* seedling

苗龄 Age	光饱和点 Light saturation point ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )		光补偿点 Light compensation point ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )		最大净光合速率 Max net photosynthetic rate ( $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )		株高增量 Plant increment (cm)	
	全光照 Full light	遮荫 Shading	全光照 Full light	遮荫 Shading	全光照 Full light	遮荫 Shading	全光照 Full light	遮荫 Shading
二年生 Biennial	1 000~1 700	800~1 000	20~60	5~15	5.9	10.1	10.3aA	10.8aA
五年生 Five-year-old	1 700~2 000	1 000~1 400	10~50	5~15	8.2	5.6	3.3aA	2.0bB

注: 同列不同大写或小写字母表示 LSR 检验达极显著水平( $P=0.01$ )或显著水平( $P=0.05$ )。

Note: The different capital and small letters stand for  $P=0.01$  and  $P=0.05$ .

相同表现,出现趋同适应。前人在多种植物上的研究表明,遮荫对植物的生长及光合特性由明显影响(贺善安等,1999;郭志华等,1998),本试验进一步证实了这一点,但遮荫对不同苗龄的交让木的影响表现是不一致的。就株高增量而言,二年生交让木的株高增量在遮荫处理下有一定优势,而五年生交让木的株高增量在全光照处理下相对较高,可见遮荫条件有利于二年生交让木的生长,而对五年生交让

净光合速率在遮荫处理下较高,是全光照下的 1.7 倍;而五年生交让木的最大净光合速率在全光照下较高,高于遮荫处理下 50%左右。这说明二年生交让木在遮荫处理下的光合能力较强,而五年生交让木在全光照处理下的光合优势明显。

### 2.5 遮荫处理对不同苗龄交让木株高增量的影响

遮荫对二年生和五年生交让木的株高增量有较为明显的影响(表 2)。二年生交让木的株高增量在遮荫处理下较高,但和全光照下并没有显著差异;五年生交让木的株高增量在全光照下较高,极显著地高于遮荫处理下,由此说明遮荫处理抑制 5 年生交让木的高生长,进一步验证了 2 苗龄的光响应曲线测试结果。

## 3 讨论

光是调控植物生长发育的重要环境因子。不同植物对光强具有不同的适应性,这一方面与植物的生长发育的环境有关,另一方面也是植物长期适应环境的结果,其适应能力是可以遗传的,由基因型决定(Boardman,1977)。同种植物长期生长在不同的光环境下,光环境会对其表型及生理生态特性产生不同的影响,植物出现趋异适应;而不同植物长期生长其同种光环境下,其表型或生理生态特性可能有

木的生长产生抑制。

作为植物特有的进行能量转换的细胞器,叶绿体是植物进行光合作用的主要光合结构。目前,遮荫对叶绿体及叶绿素的影响方面的研究较多且较为深入。大多数研究表明遮荫处理可使叶片叶绿素含量上升(范燕萍等,1998;李军超等,1994)。本试验也证实了这一点。遮荫后,二年生和五年生交让木的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b 和类胡萝卜素的

含量都呈显著地上升趋势,这可能是因为遮荫后光强减弱,光合机构运转变缓,光合效率降低,植株为适应弱光,只有通过增加叶绿素的含量来尽可能地吸收光能。同时,本试验表明:虽然叶绿素总量在遮荫处理后有上升趋势,但是 chl. a/chl. b 有下降趋势,这与说明遮荫处理后交让木的叶绿素 b 含量增加较多,而叶绿素 b 比例的增高则能更好利用遮荫环境中的漫射光,有利于适应弱光环境。比较而言,遮荫处理,使 2 年生交让木的叶绿素含量上升更高, chl. a/chl. b 下降幅度更大,表明 2 年生苗的耐荫性优于 5 年生苗。

植物长期生长在不同的光环境下,其叶片的光响应特性也会随之改变,这是植物适应环境的一种表现,不同的植物其适应性大小有所不同,这已经在前人的研究中有所发现(蔡志全等,2003)。本试验结果表明,遮荫明显降低了 2 年生和 5 年生交让木的光饱和点和光补偿点,这和前人的研究结果一致(杨盛昌等,2003)。本试验同时表明,即使是同种植物,处在不同的苗龄阶段,其对光响应的适应表现也明显不同:在  $0\sim 200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  的低光强范围内,遮荫处理对 2 年生和 5 年生交让木的净光合速率无明显影响,但遮荫处理下的交让木幼苗有一定光合优势,说明遮荫处理下的幼苗对弱光环境能够产生一定的适应。当光强大于  $200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  时,2 年生交让木在一层遮荫下的净光合速率表现出明显的优势,这与前人在厚叶木莲、四季桂等中性或耐荫植物上的研究相一致(孙谷畴等,2001;彭尽晖等,2002);而 5 年生交让木的净光合速率在全光照下优势明显,说明随着苗龄的增大,交让木的光合特性逐渐趋于喜光。

研究结果表明,植物对光照的适应性不仅与植物种类有关,而且与植物的苗龄密切相关。对常绿阔叶树种而言,植物的苗龄越小越耐荫,与这些树种在自然森林中的更新方式密切相关。自然植被生境中处于发芽阶段的幼苗是在林下的遮荫环境中生存的,随着苗龄的增长,不同的植物种类对光照的要求表现出明显不同,喜光植物株高增长明显,以此来尽早突破上层树种对光的遮蔽而获得更多的光辐射,以利于自身的生长发育;而耐荫植物的株高增长缓慢,以便利用上层树种对强光的遮蔽,使自身处理适合的弱光条件下生长。

树种的耐荫性是指树种在弱光照条件下的一种生活能力。对树种的耐荫性进行评价,可以更好地

指导园林绿化树种的生产与实践。树种的耐荫性可以从生物量、生理特性和光合特性等多方面进行评价(张庆费等,2000)。本试验以 2 年生和 5 年生的交让木为材料,较为全面地研究了其生长特性、生理特性及光合特性。结果表明,2 年生交让木适宜于遮荫下生长,而 5 年生交让木则适宜于全光照的条件。这表明:交让木的幼苗随着苗龄的增大逐渐呈现喜光趋势,这与其遗传特性和对外界变化的光照条件的适应性有关。在园林苗圃生产管理上,对 2 年生以下的交让木幼苗应适当遮荫,对 5 年生以上的幼树可采用全光照条件培育,从而有针对性地采取栽培管理措施。

### 参考文献:

- 李合生. 2001. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京:高等教育出版社:134-137;184-185.
- Boardman N K. 1977. comparative photosynthesis of sun and shade plants[J]. *Ann Rev Plant Physiol*, **28**:355-377.
- Cai ZQ(蔡志全), Cao KF(曹坤芳), Feng YL(冯玉龙). 2003. Acclimation of foliar photosynthetic apparatus of three tropical woody species to growth irradiance(热带雨林三种树苗叶片光合机构对光强的适应) [J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **14**(4):493-496.
- Fan YP(范燕萍), Yu RC(余让才), Guo ZH(郭志华). 1998. Effects of shading on the growth and photosynthetic characteristics in *Spathiphyllum palls*(遮荫对匙叶天南星生长及光合特性的影响) [J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), **25**(3):270-274.
- Guo ZH(郭志华), Wang BS(王伯荪), Zhang HD(张宏达). 1998. On the characteristics of transpiration and its responses to shade in *Ginkgo biloba*(银杏的蒸腾特性及其对遮荫的响应) [J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), **40**(6):567-572.
- He SA(贺善安), Liu YL(刘友良), Hao RM(郝日明), et al. 1999. Differentiation of light ecological adaptability among populations of *Liriodendron chinense* in the process of being endangered(鹅掌楸种群间光生态适应性的分化) [J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **23**(1):40-47.
- Li C(梁春), Lin ZF(林植芳), Kong GH(孔国辉), et al. 1997. Photosynthesis-light response characteristics of subtropical tree species seedlings under different irradiances(不同光强下生长的亚热带树苗的光合光响应特性的比较) [J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **8**(1):7-11.
- Li JC(李军超), Su SM(苏陕民). 1994. Preliminary study on the shade tolerance of *Hemerocallis citrina* plant(黄花菜的耐荫特性的初步研究) [J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **14**(4):444-446.
- Peng JH(彭尽晖), Tang QR(唐前瑞), YU XY(于晓英), et al. 2002. Effects of shading treatment on the photosynthesis in *Osmanthus fragrans* var. *semperflorens*(遮荫对四季桂光合特性的影响) [J]. *J Hunan Agric Univ*(Nat Sci)(湖南(下转第 515 页 Continue on page 515))

根率、生根的数量和整齐度均与未经多效唑处理的结果相差不大,说明高浓度的多效唑对根的生长和分化具有抑制作用。



图1 不同浓度的多效唑对再生植株的矮化作用  
Fig.1 Effect of different concentration of PP<sub>333</sub> on the shortening of regenerative plantlets

左到右多效唑浓度为:1,2,3,4,5,0 mg/L。  
PP<sub>333</sub>'s concentration in the picture: 1,2,3,4,5,0 mg/L.

表3 不同浓度的多效唑对再生植株生根的影响  
Table 3 Effect of different concentration of PP<sub>333</sub> on the radication of regenerative plantlets

PP <sub>333</sub> 浓度 Concentration (mg/L)	生根率 Rate (%)	根数(条) Number	根长 Length (cm)	根的最大直径 Biggest diameter(mm)
0	83.25	3.6	1.2	0.48
1	86.7	4.7	1.5	0.79
2	89.2	10.1	0.7	1.03
3	91.3	9.3	0.3	0.78
4	90	7.8	0.8	0.62
5	85.7	3.4	1.0	0.56

以上试验表明:用多效唑对金钗石斛试管苗进行培养,对再生植株叶片的伸长有明显的抑制作用,使叶片的面积减少,有利于减少水分的蒸发,同时,多效唑对再生植株有明显的矮化作用,使植株节间的长度缩短,茎段变粗,这对提高试管苗的抗逆性和移栽成活率是比较有利的(朱凤荣,2000;高凤菊等,2002),另外,经多效唑的处理还可以提高再生芽分

化的数量,增加再生芽的总重量,促进再生苗根的分化率,提高再生植株的生根率和生根的数量,使金钗石斛的再生植株更好地适应外界的环境,提高移栽的成活率,但多效唑的使用抑制了再生植株根的伸长和整个植株的生长速度,这对生产又极为不利。多效唑在使用浓度方面对金钗石斛试管苗及其再生植株的影响具有明显的规律性,在低浓度时,多效唑对再生植株各项生理指标的抑制或促进作用均随着使用浓度的增加而增强,但当浓度增加到一定程度时,多效唑对再生植株的作用则出现减弱的现象,这可能与多效唑影响了植物体内生长素的含量有关。因此,在使用多效唑对金钗石斛试管苗进行调节时,还应考虑与其他激素配合使用,才能发挥多效唑对再生植株生长的促进作用。

### 参考文献:

- 王琳,叶庆生,刘伟. 2004. 金钗石斛研究概况[J]. 亚热带植物科学,33(2):73-76.
- 卢炳林. 2002. “神药”金钗[J]. 人与生物圈,3:20-22.
- 朱凤荣. 2000. PP<sub>333</sub>在植物组织培养中的作用[J]. 河南机电高等专科学校学报,8(1):57-59.
- 李合生. 2000. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 高等教育出版社,134-137.
- 陈龙清,张雨琴,袁芳亭,等. 2000. PP<sub>333</sub>及矮壮素对地被菊试管苗生根的影响(简报)[J]. 植物生理学通讯,36(5):425-427.
- 高凤菊,汤忠梅,王晓理,等. 2002. PP<sub>333</sub>在植物组织培养上的应用进展[J]. 农业与技术,22(2):66-69.
- 黄肇宇,蒋波,杨存亮,等. 2004. 金钗石斛老茎诱导无菌苗的初步研究[J]. 玉林师范学院学报(自然科学),25(5):76-79.
- Fu M(符明). 1998. Influence of PP<sub>333</sub> on the growth and development of *Chinesis narcissus* (PP<sub>333</sub>对水仙生长发育的影响)[J]. *J Hainan Univ(Nat Sci)*(海南大学学报(自然科学)),16(4):351-354.

(上接第502页 Continue from page 502)

- 农业大学学报(自然科学版),28(3):218-219.
- Sun GC(孙谷畴),Zhao P(赵平),Zeng XP(曾小平) et al. 2001. Variation in light response of photosynthesis in leaves of *Magnolia papyrophylla* grown along light gradients(不同光强下生长的厚叶木莲光合作用光响应的变化)[J]. *Chin J Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报),7(3):213-218.
- Yang SC(杨盛昌),Nakasuga T(中须贺常雄),Lin P(林鹏). 2003. Effect of light intensity on growth and photo-

- synthetic properties of *Kandelia candel* seedlings(光强对秋茄幼苗的生长光合特性的影响)[J]. *J Xiamen Univ(Nat Sci)*(厦门大学学报(自然科学版)),42(2):242-247.
- Zhang QF(张庆费),Xia L(夏楠),Qian YY(钱又宇). 2000. Diagnosis indexes system and its application of shade-tolerance characteristics of urban greenery plants(城市绿化植物耐荫性的诊断指标体系及其应用)[J]. *Chinese Garden*(中国园林),6:93-95.