

不同光照强度对幼龄期两面针光合特性及叶绿素含量的影响

胡永志¹, 孙世荣^{1,2}, 蒋水元², 李虹², 林钻煌¹, 李锋²

(1. 柳州两面针股份有限公司 广西 柳州 545001; 2. 中国科学院 广西植物研究所 广西 桂林 541006)

摘要: 研究不同光照强度处理对两面针叶片光合特性、叶绿素含量的影响。结果表明: 不同光照强度处理对光饱和点 LSP、光补偿点 LCP、表观量子利用效率影响不显著; 对叶绿素 a、叶绿素总量、最大净光合速率影响达到显著水平; 不同光强处理下叶绿素 b 含量差异达到极显著水平。

关键词: 两面针; 光胁迫; 光合特性; 叶绿素

中图分类号: S 567.23⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)07-0079-03

两面针 *Zanthoxylum nitidum* (Roxb.) DC. 系芸香科(Rutaceae)花椒属(*Zanthoxylum* L.)木质藤本植物。别名: 入地金牛、上山虎、下山虎、双面针(广西、广东、云南、福建), 山椒(海南)四季可采。根和根皮含两面针碱(nitidine)、氧化两面针碱(oxyinitidine), 根皮还含布枯叶甙(diosmin); 叶含有牡荆素(vitexin) 0.03%, 并含有挥发油, 油的主要成分为柠檬烯和糠醛等; 种子含脂肪油 18.5%, 可见其全株皆可利用。尤其是随着柳州两面针集团企业规模的扩大, 面对未来的国际市场, 自然要求更多的原料。因而如何提高产量, 增加经济效益, 扩大栽培规模是目前面临的重大问题。由于其多生长在海拔 800 m 以下的低山, 丘陵, 植被分布混杂, 伴生植物有马尾松、九节铃木、云实、山石榴、油桐、桉树、鸭脚木、人工八角等高大树木, 自然生长环境的透光度不好。目前人工栽培的地理环境多样, 因此, 研究两面针的光适应性, 对两面针人工栽培过程中的套种栽培有重要指导意义。

1 材料与方法

1.1 材料

以盆栽两面针为材料, 种子繁殖的实生苗高 20 cm 时开始试验, 装盆后遮荫, 每天淋定量麸水。

1.2 光响应曲线测定

采用 50%透光的遮阳网、30%透光遮阳网、15%透光遮阳网 3 种处理 全光照做对照。试验处理 30 d 后, 用 LI-6400 光合测定仪(Li-Cor Inc., USA)对不同处理的两面针叶片光响应曲线进行测定。

第一作者简介: 胡永志(1976-), 男, 广西柳州人, 工程师, 现从事项目管理与基地建设工作。E-mail: hu_happy@163.com.

基金项目: 广西柳州两面针股份公司资助项目。

收稿日期: 2009-02-10

1.3 叶绿素含量测定

丙酮提取加分光光度计法测叶片的叶绿素含量, 采用文献 [1] 提取方法, 提取后用分光光度计分别在波长 470、645 和 663 nm 下测定吸光度, 利用公式计算叶绿素含量(mg/g)。

叶绿素含量计算公式: 叶绿素 a: $Ca = 12.7A_{663} - 2.69A_{645}$; 叶绿素 b: $Cb = 22.9A_{645} - 4.68A_{663}$; 总叶绿素: $CT = Ca + Cb$ 。

1.4 数据分析

采用 SPSS11.0 软件进行数据处理、方差分析和差异显著性检验; Sigmpplot 软件对光响应曲线进行拟合。光响应曲线的数学模拟: 不同植株, 同一部位叶片的 P_n 与 PAR 之间的关系可用光合作用的非直角双曲线方程(索恩利, 1980)来拟合: $P_n = \{ \alpha I + P_{max} - [(\alpha I + P_{max})^2 - 4\theta(\alpha I P_{max})]^{-1/2} \} / 2\theta - R_d$ 。式中 P_n 表示叶片净光合作用速率, I 表示光量子通量密度, α 代表初始光量子利用效率(即表观量子效率), P_{max} 表示最大净光合速率, R_d 表示暗呼吸速率, 因其值相对较小, 这里在拟合时看作常数, θ 表示凸度。

用 Excel 统计软件中的非线性回归方法来估计模型参数。 PAR 在 $0 \sim 200 \mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的 P_n 观察值近似一条直线, 它与 X 轴(PAR)的交点就是光补偿点 LCP(light compensation point, $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) (许大全, 2002); 该直线与 $Y = P_{nmax}$ 直线相交, 交点所对应 X 轴的数值即光饱和点 LSP(light saturation point, $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) (Walker, 1989)。

2 结果与分析

2.1 植株成活率

对照处理的植株成活率不到 5%, 且成活株受太阳灼伤严重。

2.2 光饱和点的变化

经综合计算, 3 个处理 50%透光、30%透光、15%透光的光补偿点(LCP)依次为 12.82、7.95、2.26 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 而典型阳生植物 LCP 为 $[9 \sim 27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ ^[3]。光饱和点(LSP)依次为 276.415、332.86、347.82 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 与典型阳生植物 LSP $[360 \sim 900 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ ^[3] 相比, 说明幼苗期的两面针表现为非典型阳生植物的特性。光饱和点变化趋势是随胁迫强度增加而提高; 植株的光补偿点变化趋势为随胁迫强度增加而降低。由方差分析结果可知, 不同遮阳处理对光饱和点、光补偿点影响不显著 ($\text{Sig} > 0.05$), 对最大光合值影响显著 ($\text{Sig} < 0.05$), 见表 1。植株为适应生长环境, 在光胁迫条件下, 自身的光合生理特性有可能会发生变化, 但方差分析结果显示光胁迫对 SP、LCP 影响不显著, 所以说在光胁迫的条件下, 两面针表现出偏向阴生植物的特性, 这一性质适合于在高大植株下进行套种栽培。最大净光合速率代表植物潜在的光合能力, 低光胁迫的最大光合效率明显高于中度胁迫和重度胁迫, 因此, 只有找到最合适的光胁迫强度时才能达到提高作物产量的目的。

2.3 叶绿素含量变化

叶绿素含量变化趋势见图 2 随着光胁迫强度的增

表 1 光合特性与叶绿体色素的方差分析

Table 1 Variance analysis of photosynthesis characteristics and chloroplast pigment

	最大光合值 Pn(max) $/\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	光饱和点 Lsp $/\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$	光补偿点 Lep $/\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$	表观量子效率 α $/\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$	叶绿素 a Cha $/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素 b Chb $/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	a/b Cha/Chb	总叶绿素 Cht $/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
组间自由度 Between Groups df	2	2	2	2	2	2	2	2
组内自由度 Within Groups df	6	6	6	6	6	6	6	6
F 值	7.428	2.190	2.595	0.385	5.604	12.526	2.050	6.883
Sig 值	0.024	0.193	0.154	0.696	0.042	0.007	0.21	0.028

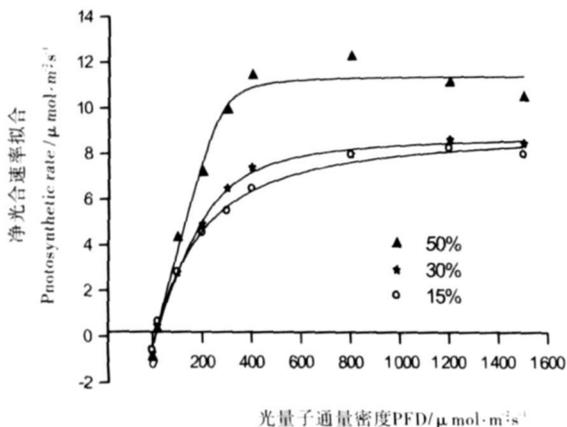


图 1 两面针光照强度与净光合速率响应曲线

Fig. 1 Responses of photosynthetic rate(Pn) to photosynthetic photon flux density (PPFD) of the *Zanthoxylum*

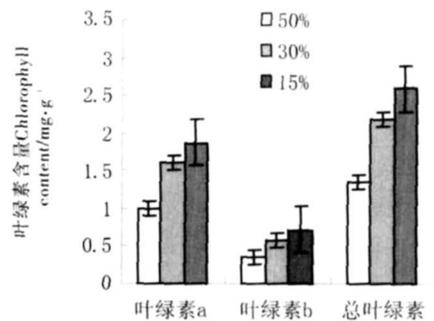


图 2 各处理两面针叶绿素含量曲线

Fig. 2 The chlorophyll content curve of the all *Zanthoxylum handling*.

2.5 两面针蒸腾速率与气孔导度关系

二者呈正相关, 30%透光处理植株的气孔导度在光

加, 叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量都呈上升趋势。表明胁迫强度越高, 植株自身的抗逆性越强。在逆境条件下, 植株通过改变自身的生理组成来适应环境。方差分析结果表明: 叶绿素 a 与总叶绿素含量差异显著 ($\text{Sig} < 0.05$) 而叶绿素 b 差异极显著 ($\text{Sig} < 0.01$)。叶绿素 b 含量的相对提高可能会更有效地利用漫射光中较多的蓝紫光^[3], 因此说重度光胁迫会影响两面针对蓝紫光的吸收利用, 间接影响作物产量。

2.4 光胁迫对产量影响

叶片的叶绿素含量只影响按入射光计算的表观量子效率, 而不影响按吸收光计算的量子效率。对于作物群体的高产来说, 除了强光下的高光合速率之外, 弱光下的高量子效率也是很重要的, 因为在一个群体中并不是所有的叶片都处于强光之下, 因此, 有的学者认为, 旨在通过改善光合功能来增加作物产量的努力, 应当聚焦在不饱和光下的运转效率上^[4]。也有与此相类似的观点, 认为生产力需要提高表观光合量子效率^[5]。光合速率和量子效率对作物高产同样重要。50%透光处理、30%透光处理、15%透光处理的表观量子效率分别为 0.045633、0.037867、0.034267, 方差分析差异不显著, 因此从量子效率方面考虑, 光胁迫对产量影响不大。

强 0~1 500 之间随光强增加一直呈上升趋势, 而另外 2 个处理的气孔导度在相同范围内呈先升后降趋势。尤

其是 50%透光处理在光强 0~600 稳步缓慢上升,在光强大于 600 时,植株出于自我保护,避免灼伤而促使气孔

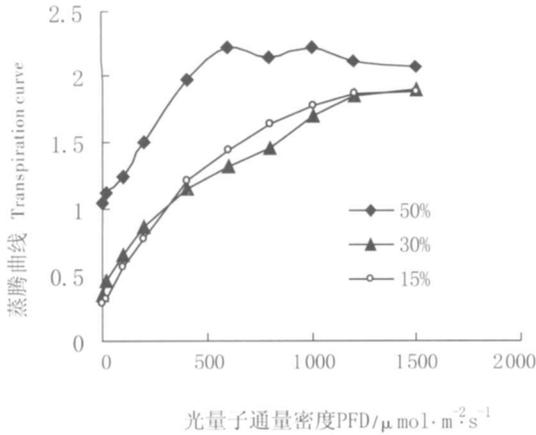


图 3 各处理两面针的蒸腾曲线

Fig. 3 Treatment of the all *Zanthoxylum handling* transpiration curve

3 结论

对照处理成活率极低,表明两面针种子繁殖幼苗在栽培初期需要一定的遮光处理。不同光照强度对光饱和点和 LSP、光补偿点 LCP、表观量子利用效率影响不显著;对叶绿素 a、叶绿素总量、最大光合值影响显著;各处理间叶绿素 b 含量差异达到极显著水平。光胁迫可提高两面针的光饱和点,降低光补偿点,扩大其对光的利用范围。同时光胁迫可提高植株叶片的叶绿素含量。在光胁迫的条件下,幼苗期的两面针表现为非典型阳生植物的生理特性,适合于在高大植株下的套种栽培。

参考文献

- [1] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [2] 赵霁, 王秀伟, 毛子军. 不同氮素浓度下浓度、温度对蒙古栎幼苗叶绿素含量的影响[J]. 植物研究, 2006, 26(3): 337-341.
- [3] 王忠. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000, 130-131.

导度急剧下降。表明 30%透光处理适应性强于 50%透光处理和 10%透光处理,有益于作物生长。

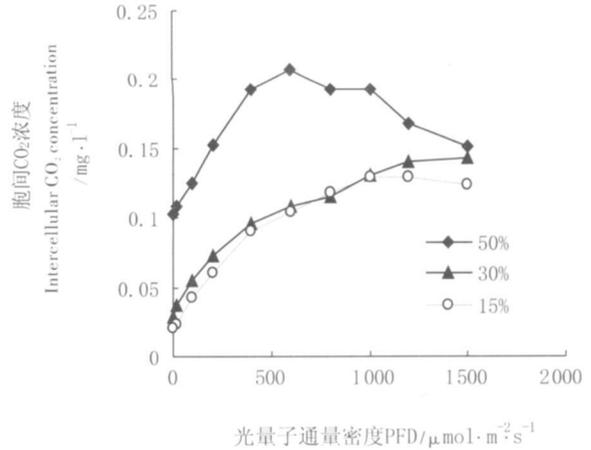


图 4 各处理两面针的胞间 CO₂ 浓度变化曲线

Fig. 4 The intercellular CO₂ concentration changes curve all *Zanthoxylum handling*

- [4] Ort D R, Baker N R. Consideration of photosynthetic efficiency at low light as major determinant of crop photosynthetic performance[J]. Plant Physiol Biochem, 1988, 26: 555-565.
- [5] Lawlor D W. Photosynthesis, productivity and environment[J]. J Exp Bot, 1995, 46: 1449-1461.
- [6] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1982, 33: 317-334.
- [7] 杨逢建, 庞海河, 张学科, 等. 光胁迫对南方红豆杉叶片中叶绿体色素和紫杉醇含量的影响[J]. 植物研究, 2007, 27(5): 556-558.
- [8] 阎秀峰, 王玉杰, 王洋, 等. 长白山高山红景天的气体交换特性[J]. 植物研究, 1999, 19(3): 273-281.
- [9] 王满莲, 韦霁, 蒋运生, 等. 野生与栽培黄花蒿净光合速率对光强和 CO₂ 浓度的响应[J]. 热带亚热带植物学报, 2007, 15(1): 45-49.
- [10] 张桂清, 李锋, 蒋水元, 等. 两种土壤含水率下匙羹藤的光合及水分利用率的初步研究[J]. 广西植物, 2007, 27(3): 508-512.
- [11] 赵则海, 麻汉林. 人工光强下月季气孔导度的变化[J]. 高师理科学刊, 2000, 20(1): 45-46.

The Effect of Photosynthesis Characteristics and Chlorophyll of the Young *Zanthoxylum* With Light Stress

HU Yong-zhi¹, SUN Shi-rong², JIANG Shui-yuan², LI Hong², LIN Zuan-huang¹, LI Feng²

(1. Liuzhou liangmianzhen Co. Ltd, Liuzhou, Guangxi 545001, China 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin, Guangxi 541006, China)

Abstract: The effect of the content of photosynthesis characteristics and chlorophyll in the leaves of *Zanthoxylum* were studied with light stress. The results showed that light stress wasn't significant influence on LSP, LCP, but significant ($Sig < 0.05$) on chl a, chl b and Pn(max) and significant variation ($Sig < 0.01$) on chl b.

Key words: *Zanthoxylum*; Light stress; Photosynthesis characteristics; Chloroplast pigment