

牛膝两个农家品种光合特性及 叶片解剖结构的比较

张红瑞^{1,2}, 高致明², 李志敏²

(¹北京中医药大学中药学院, 北京 100102; ²河南农业大学农学院, 郑州 450002)

摘要: 为了选择高光效牛膝品种, 以牛膝两个农家品种核桃纹和风筝棵为研究对象, 采用 LI-6400 光合测定系统和石蜡切片法对自然条件下牛膝叶的光合生理特性和解剖结构进行了研究。结果表明: 牛膝两个农家品种的净光合速率、光饱和点、光补偿点等光合指标间差异显著; 核桃纹对光照的适应性和光合作用的能力较强, 光饱和点为 221 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 光补偿点为 52.6 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$; 核桃纹和风筝棵的净光合速率日变化均呈“双峰”曲线, 上下午各有一高峰, 午后 2:00 净光合速率均显著降低, 出现光合“午休”现象; 核桃纹和风筝棵的叶片厚度、栅栏组织和海绵组织厚度差异显著, 核桃纹均大于风筝棵, 结果进一步证实了植物体的形态结构与生理功能的一致性。

关键词: 牛膝; 叶片; 光合特性; 解剖结构

中图分类号: S567.23+9 文献标识码: A

Comparative Analysis of Two Farm Cultivars of *Achyranthes bidentata* Based on Photosynthetic Characters and Leaf Structure

Zhang Hongrui^{1,2}, Gao Zhiming², Li Zhimin²

(¹School of Chinese Pharmacy, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102;

²Agronomy College of Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002)

Abstract: In order to select the high photosynthetic rate cultivar of *Achyranthes bidentata*, Photosynthetic characters and leaf structure of two farm cultivars of *A. bidentata* of HeTaoWen and FengZhengKe were compared by the LI-6400 portable photosynthetic system and paraffin section method. The results showed that photosynthetic rate, light saturation point and light compensation point of two farm cultivars of *A. bidentata* were obviously difference. The light of adaptability and photosynthetic capacity of HeTaoWen was stronger; and its light saturation point was up to 221 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ and light compensation point was 52.6 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$; The diurnal changes of photosynthetic rate presented a double-peak curve, the first peak was in the morning and the second was in the afternoon. The photosynthetic rate went down sharply at 2:00 in the afternoon, and the phenomenon of “photosynthesis midday depression” appeared. The structure of mesophyll was obviously difference in two farm cultivars, the thickness of leaf, palisade tissue and spongy tissue of HeTaoWen was thicker than FengZhengKe, the results further confirmed the plant's physical structure and function of consistency.

Key words: *Achyranthes bidentata*, leaf, photosynthetic characters, leaf structure

基金项目: 金陵药业股份有限公司“牛膝规范化生产基地建设”子项目(30200167)。

第一作者简介: 张红瑞, 女, 1978 年出生, 河南鄢陵人, 博士研究生, 主要从事中药资源和药用植物栽培方面的研究。通信地址: 100102 北京市朝阳区望京中环南路 6 号北京中医药大学中药学院 11 号, Tel: 010-84739436, E-mail: zhanghongrui2003@126.com。

通讯作者: 高致明, 男, 1960 年出生, 河南南召人, 教授, 主要从事药用植物资源研究工作。通信地址: 450002 河南省郑州市文化路 95 号河南农业大学农学院中药材系, Tel: 0371-63555995, E-mail: gaozhiming672@sohu.com。

收稿日期: 2008-09-27, 修回日期: 2008-09-29。

牛膝 (*Achyranthes bidentata* Bl.) 为苋科植物, 其干燥根入药, 为中国常用大宗中药材, 牛膝主要含有牛膝多糖、皂苷及甾酮等多种成份, 具有显著的免疫调节功能、抗衰老、抗炎和镇痛及抗肿瘤等作用^[1], 主要用于“腰膝酸痛, 筋骨无力, 经闭症瘕, 肝阳眩晕”等症^[2]。众所周知, 植物体的形态、结构与生理功能是统一的, 光合作用速率的差异也必然与叶的光合作用器官解剖学特征紧密相关。核桃纹和风筝棵是目前牛膝栽培的两个当家品种^[3], 而关于两者的光合特性及叶片解剖结构的差异目前还未见报道, 笔者对牛膝两个农家品种核桃纹和风筝棵的光合特性及叶片解剖结构进行了比较研究, 旨在为进一步开展牛膝高光效育种和栽培技术提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验在北京中医药大学中药学院药用植物园进行。试验土壤为砂壤土, 土壤基本理化性状: 有机质 14.25 g/kg, 全氮 1.09 g/kg, 碱解氮 72.31 mg/kg, 速效磷 12.03 g/kg, 速效钾 172.41 mg/kg。年平均温度 12.1 °C, 年均降水量 503 mm, 年平均日照时数 2778.9 h, 最热的 7 月平均气温为 25.9 °C。

1.2 试验设计

试验用种子来源于河南省温县农科所, 为农家品种核桃纹和风筝棵的秋子, 经河南农业大学高致明教授鉴定为 *Achyranthes bidentata* Bl.。2007 年 7 月 1 日播种, 栽培管理措施相同, 均采用常规管理。在牛膝开花期, 选晴天采用美国 LI-COR 公司生产 LI-6400 便携式光合测量系统观测自然条件下牛膝两个农家品种的光合生理指标, 对试验数据进行统计分析。

1.3 测定方法

1.3.1 光饱和点、光补偿点的测定方法 于 9 月 3 日上午 9:30~11:30 测定牛膝两个农家品种叶片的净光合速率 (P_n , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)。采用开放式气路, 样本室空气流速为 500 $\mu\text{mol}/\text{s}$, 温度为 25 °C, 光合有效辐射 (PAR) 采用 LI-6400 自带光源控制, 设定为 2000, 1800, 1400, 1200, 1000, 800, 400, 300, 200, 100, 50, 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 12 个梯度。每次测 5 片叶, 结果取平均值。

1.3.2 光合速率日变化测定方法 于 9 月 4 日 8:00~16:00 每隔 2 h 测定 1 次。测定叶片选择同上。测定指标包括: 牛膝叶片净光合速率 (P_n , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)、气孔导度 (G_s , $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)、蒸腾速率 (Tr , $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)、胞间 CO_2 浓度 (C_i , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)、光合有效辐射 (PAR, $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$) 等。

1.3.3 叶片解剖结构的光学显微镜观察 将测试后的叶片取样、分割后, 立即于 FAA 固定液中固定, 以常规石

蜡切片法制片, 切片厚度 8~10 μm , 番红 - 固绿对染。Olympus BX51 型显微镜观察、测量和照相。

1.4 数据处理

利用光合助手 (Photosyn Assistant) 软件进行光响应曲线以及光饱和点 (LSP) 与光补偿点 (LCP) 的绘图和计算^[4], 分析测定数据用平均数表示, 并用 SPSS 11.5 软件进行单因素方差分析和比较。

2 结果与分析

2.1 光饱和点和光补偿点

光响应测试可以获得叶片光合作用的光饱和点、光补偿点等重要参数。光合作用能力的强弱在一定程度上取决于物种的遗传特性, LSP、LCP 的高低可以衡量植物对强光或弱光的利用能力^[6]。根据光合助手软件, 计算出二者的 LSP 分别为 221 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 190 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, LCP 分别为 52.6 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 53.9 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 存在显著差异 ($P<0.01$)。核桃纹的 LSP 较高, 说明其对高光强利用能力较强, 光合作用能力较大。核桃纹的 LCP 较风筝棵低, 说明对弱光利用能力也较强。

2.2 净光合速率、气孔导度、蒸腾速率、胞间 CO_2 浓度的日变化

植物光合作用的日变化是在一定天气条件下各种生理生态因子综合效应的最终反映, P_n 日变化的研究结果可作为分析植物生长限制因素的依据之一^[7]。从图 1 可以看出, 牛膝两个品种的 P_n 日变化均呈双峰曲线, 上下午各有 1 个高峰, 午后 2:00 有 1 个低谷。两个品种的变化趋势一致, 核桃纹的 P_n 值在各个测定点高于风筝棵。除了 10:00 差异显著外 ($P<0.05$), 其余各点差异达到极显著水平 ($P<0.01$)。

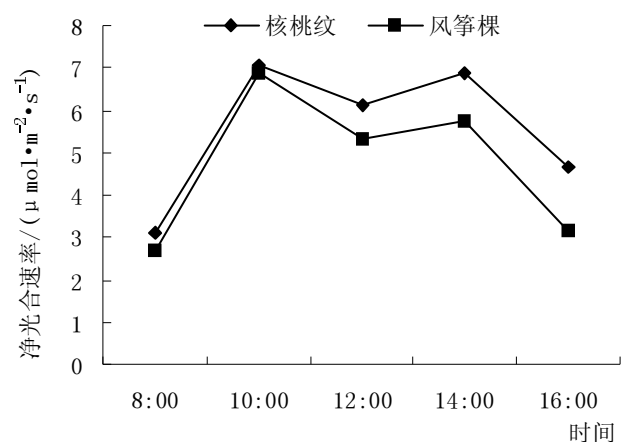


图 1 核桃纹和风筝棵净光合速率的日变化

气孔导度的日变化和 P_n 日变化规律基本相同 (图 2), 呈轻微双峰曲线, 在上下午各有 1 个高峰, 两个品种的变化趋势基本一致, 核桃纹的变化趋势比较平缓, 且日变化值高于风筝棵, 各个测定点值差异显著 ($P<0.01$)。

核桃纹和风筝棵的蒸腾速率的日变化均呈单峰曲线,变化趋势和峰值出现的时间一致(图 3),其各个点的测定值核桃纹均高于风筝棵,差异明显 ($P<0.01$)。

核桃纹和风筝棵的胞间 CO_2 浓度日变化趋势一

致(图 4),核桃纹在 8:00, 12:00 和 16:00 的测量值高于风筝棵,差异显著 ($P<0.01$),在 10:00 和 14:00 二者无显著差异 ($P>0.05$),其原因有待进一步研究。

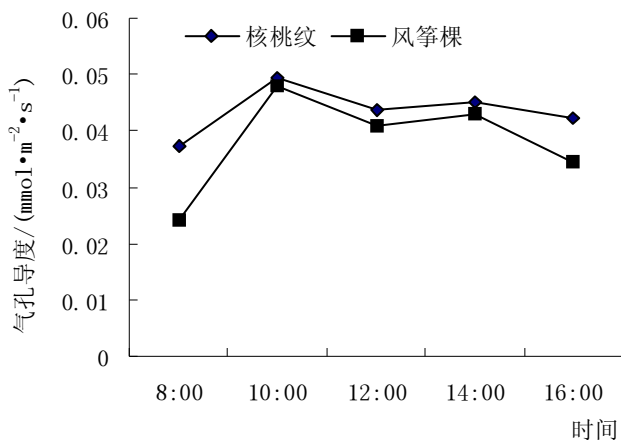


图 2 核桃纹和风筝棵气孔导度的日变化

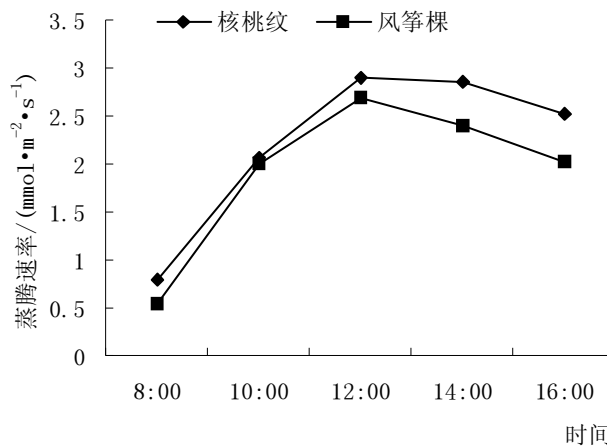


图 3 核桃纹和风筝棵蒸腾速率的日变化

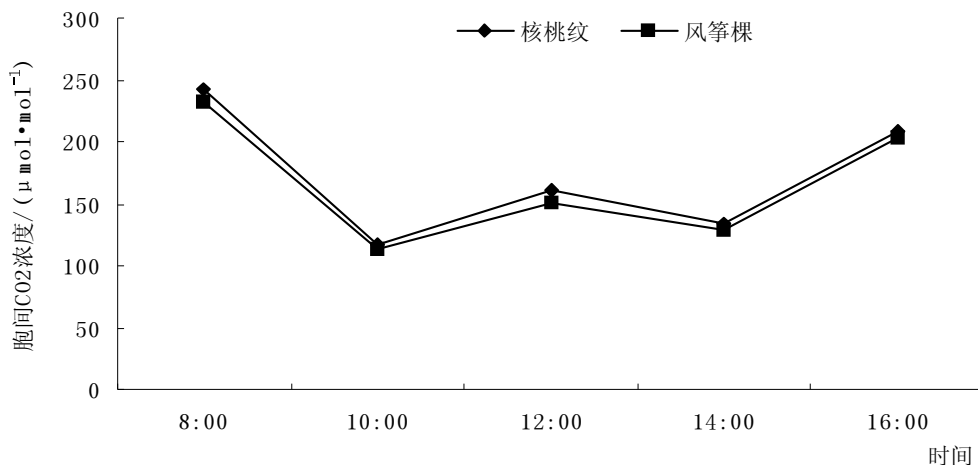


图 4 核桃纹和风筝棵胞间 CO_2 浓度的日变化

2.3 核桃纹和风筝棵叶片的解剖学分析

牛膝叶片同样具典型的双子叶植物异面叶的解剖结构。观察测定表明核桃纹和风筝棵的叶片厚度有明显差别 ($P<0.01$),具体测量结果其厚度为核桃纹大于风筝

棵(表 1)。牛膝叶肉组织栅栏组织和海绵组织两者的厚度相比前者大于后者。观察测定表明,核桃纹和风筝棵栅栏组织厚度和海绵组织厚度差异明显 ($P<0.01$),核桃纹的栅栏组织和海绵组织厚度均大于风筝棵(表 1)。

表 1 核桃纹和风筝棵叶片解剖学特性

品种	叶片厚度/ μm	栅栏组织厚度/ μm	海绵组织厚度/ μm
核桃纹	161.64	108.8	32.73
风筝棵	152.46	100.52	24.96

3 小结与讨论

植物的光合作用能力强弱在相当程度上取决于物种的遗传特性^[8],植物的 LSP 与 LCP 分别代表了光照强度与光合作用关系的上限和下限的临界指标。LCP 较低、LSP 较高的植物对光环境的适应性较强,而 LCP 较高、LSP 较低的植物对光照的适应性较弱^[9]。从核桃纹和风筝棵的 LSP 和 LCP 来看,核桃纹 LSP 较高,而 LCP 较低,说明其对光照的适应性较强,光合作用能力

较强。

光合作用是植物十分复杂的生理过程,叶片光合效率与自身因素如叶绿素含量、叶片厚度、叶片成熟度密切相关,又受光照强度、气温、空气相对湿度、土壤含水量等外界因素影响。牛膝两个品种光合日变化均是 1 条双峰曲线,上、下午各有 1 个高峰,午后 2:00 时 Pn 均下降,出现光合“午休”现象。

光合作用是在叶片中进行的,因此,叶片结构在一

一定程度上影响着光合作用。许多研究证明光合速率高低取决于叶肉组织和栅栏组织的厚度,也有人认为海绵组织的厚度也与光合速率密切相关^[10]。张桂茹等对不同光合特性类型大豆进行了比较解剖分析,结果表明不同类型的大豆叶片厚度是高光效品种大于低光效品种^[11]。这是由于叶片厚度的增加有利于气体的交换和减少叶肉对 CO₂ 扩散的阻力及光能吸收的适应。核桃纹叶片厚度、栅栏组织和海绵组织厚度均大于风筝棵,结果进一步证实了植物体的形态结构与生理功能的一致性。

参考文献

- [1] 孟大利,李锐.中药牛膝化学成分和药理活性的研究进展[J].中国药物化学杂志,2001,11(2):120.
- [2] 国家药典委员会.中华人民共和国药典[S].北京:化学工业出版社,2005:49.
- [3] 焦作市科技局.四大怀药[M].郑州:中原农民出版社,2004:395.
- [4] Prioul JL and Chartier P. Partitioning of transfer and carboxylation components of intracellular resistance to photosynthetic CO₂ fixation: A critical analysis of the methods used. *Annals of Botany*, 1977, 41:789-800.
- [5] Walker DA. Automated measurement of leaf photo synthetic O₂ evolution as a function of photon flux density. *Philosophical transactions of the Royal Society London B*. 1989, 323:313-326.
- [6] 傅松玲,黄成林,曹恒生,等.黄山松更新特性与光因子关系的研究[J].应用生态学报,2000,11(6):801-804.
- [7] 徐惠风,刘兴土,徐克章.乌拉苔草光合速率日变化及日同化量[J].湿地科学,2004,2(2):128-132.
- [8] 何文兴,易津,李洪梅.根茎禾草乳熟期净光合速率日变化的比较研究[J].应用生态学报,2004,15(2):205-209.
- [9] 金则新,柯世省.云锦杜鹃叶片光合作用日变化特征[J].植物研究,2004,24(4):447-452.
- [10] 许守民,苗以农,姜研秋,等.大豆光合生理生态的研究,第14报,大豆不同类型叶细胞中叶绿体的分布及超微结构.大豆科学,1992,11(1):57-63.
- [11] 张桂茹,杜维广,满为群,等.不同光合特性大豆叶的比较解剖研究.植物学通报,2002,19(2):208-214.