

黄芩植株光合特性初步研究

刘金花, 李 佳, 张永清*

(山东中医药大学, 山东 济南 250355)

摘要:目的 研究黄芩植株光合特性及其生理生态影响因子, 为确定合理栽培措施提供参考。方法 利用 CIR2 AS) 1 便携式光合作用测定仪测定日中不同时段、不同光子通量密度(PPFD)下的净光合速率(P_n)及部分生理生态因子变化。采用灰色关联分析确定黄芩植株 P_n 与生态因子间的关联度。结果 黄芩植株不同部位叶片 P_n 为中部叶片> 基部叶片> 顶部叶片, 光饱和点为 $1\ 302\ \text{Lmol}/(\text{m}^2\ \text{s})$, 光补偿点为 $10\ 11\ 5\ \text{Lmol}/(\text{m}^2\ \text{s})$; 日 P_n 变化呈双峰曲线, 有典型的光合/午休现象; P_n 与气孔导度(G_s)密切相关($r=0.88, P<0.05$)。结论 PPFD 和空气湿度是影响黄芩 P_n 的主要生态因子。

关键词: 黄芩; 光合特性; 生态因子

中图分类号: R282.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2009)06-0961-04

Photosynthetic characteristics of *Scutellariae baicalensis*

LIU Jin2hua, LI Jia, ZHANG Yong2qing

(College of Pharmacy, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China)

Abstract: Objective To discuss the factor that affected the photosynthetic characteristics, physiological and ecological property of *Scutellariae baicalensis*, and provide the reference for choosing reasonable cultural measurement. Methods The net photosynthetic rates (P_n) and some physiological and ecological factors were measured with CIRAS) 1 in different time and different photosynthetic photon flux density (PPFD). The correlation between P_n and ecological factor was done by grey correlation analysis. Results P_n changed with the parts that leaves seated in the plant, the middle leaves > the basal leaves > the terminal leaves, light saturation point was $1\ 302\ \text{Lmol}/(\text{m}^2\ \text{s})$, light compensation point was $10\ 11\ 5\ \text{Lmol}/(\text{m}^2\ \text{s})$; The diurnal change trend of P_n showed a double peak curve, presenting a typical phenomenon of photosynthesis midday depression. There was a close correlation between P_n and stomatal conductance (G_s) ($r=0.88, P<0.05$). Conclusion PPFD and air humidity are main ecological factor that affects P_n of *S. baicalensis*.

Key words: *Scutellariae baicalensis* Georgi; photosynthetic characteristics; ecological factor

黄芩为唇形科植物黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 的干燥根部, 可清热燥湿、泻火解毒、凉血、止血、除热安胎^[1], 属于大宗常用中药材之一。因功效卓著、临床应用范围广, 其市场需求量逐年大幅度增加, 仅靠有限的野生资源已经远远不能满足需要, 所以有关黄芩的人工栽培研究逐步深入。光合作用是植物药材产量和品质形成的基础, 是评价药用植物生产能力的重要指标。目前, 有关黄芩植株光合生理生态特性方面的研究报道很少, 许多问题有待深入探讨。本实验研究了黄芩植株的光合特性及其与生理生态因子之间的关系, 旨在为确定合理的栽

培措施、实现规范化种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料: 2007年4月10日, 取山东省日照市援康生态农业有限公司黄芩规范化种植基地(莒县库山乡)培育的一年生小苗进行盆栽, 常规管理。待植株进入花期后, 经山东中医药大学周凤琴教授鉴定为唇形科植物黄芩 *S. baicalensis* Georgi。

1.2 仪器: CIRAS) 1 便携式光合作用测定仪(英国 PP2Systems 公司); UV) 754 紫外可见分光光度计(上海分析仪器厂); 石英比色皿(江苏宜兴万石石英玻璃器件厂)。

* 收稿日期: 2008-10-25

基金项目: 山东省农业良种工程重大课题(2008LZ01302); 山东省自主创新重大科技专项计划项目(2006GG1109078)。

作者简介: 刘金花(1979), 女, 山东汶上县人, 山东中医药大学中药学专业 2008 级博士研究生, 研究方向为中药资源与中药材质量控制。

* 通讯作者 张永清 Tel: 13969053200 E2mail: zyq622003@126.com

11 3 方法: 试验在山东中医药大学药用植物栽培实验室进行。

11 31 1 叶绿素提取及测定: 分别取基部叶片(茎基部 3~5 节上着生的叶片)、中部叶片(茎中部叶片)和顶部叶片(茎顶端 3~5 节上着生的叶片)。用丙酮提取法提取后, 在分光光度计上于 663、646 nm 波长下比色, 计算叶绿素的量^[2]。

11 31 2 净光合速率(Pn)光响应曲线测定: 自然光下人工控制光强, 用不同层数的纱布控制照射到叶室的光强度, 每改变一个光强, 等待 CO₂ 差值稳定后存储测定结果, 然后再改变至另一光强。根据不同光强下的 Pn, 绘制 Pn 对光量子通量密度(PPFD)的响应曲线。

11 31 3 叶片 Pn 与 PPFD 的日变化测定: 2007 年 5 月 12 日(晴天无风), 自 7:00~17:00 每隔 1 h 测 1 次, 每次选择 3 个植株, 每植株选择中部 3 个成熟叶片进行测定, 取其平均值。由于黄芩植株叶片较小, 无法充满光合作用系统叶室, 测定前选择生长部位相同、大小一致、完全展开的成熟叶片挂牌标记, 叶面积用纸称质量法测定, 然后把测定数据输入光合作用系统, 系统根据叶面积大小自动计算出所测叶片 Pn 等数据。

测定指标包括叶片 Pn 1 Lmol/m² # s²、PPFD 1 Lmol/(m² # s)²、气孔导度 1 Gs, mmol/(m² # s)²、大气 CO₂ 浓度(Ca, Lmol/mol)、空气相对湿度(RH, %)、大气温度(Ta, e)等。

11 31 4 灰色关联分析: 设参考数列为 x₀, 比较数列为 x_i, i=1, 2, ..., n, 且 x₀c=[x₀c(1), x₀c(2), ..., x₀c(n)]; x_ic=[x_ic(1), x_ic(2), ..., x_ic(n)]。x₀c 数列为光合速率(x₀)序列均值化处理后的生成数列; x_ic(i=1, 2, ..., n)为相应 x_i 序列的生成数列。依据灰色关联分析法, 得 x₀c 与 x_ic 在第 k 点的关联系数:

$$N(k) = (v_{\min} + p @ v_{\max}) / (v_{ik} + p @ v_{\max}) \quad (1)$$
式中 v_{ik} 为差值, 表示 x₀ 数列与 x_i 数列在第 i 点的绝对值; v_{max} 为二级最大差, 表示在一级最小差的基础上, x₀ 数列与 x_i 数列对应点差值中的最大值。v_{min} 为二级最小差, p 为分辨系数, 一般取 p=0.5。

综合各时刻的关联系数, 得彼此比较数列 x_ic 与参考数列 x₀c 的关联度:

$$r_i = 1/n2N(k) \quad (k=1 \sim n) \quad (2)$$

由 r_i 依大小排成序列, 根据排列序次即可确定各比较数列对参考数列影响程度的重要性。

2 结果与分析

21 1 不同叶位叶片叶绿素的量及 Pn: 经测定, 黄芩

植株不同叶位叶片中的叶绿素的量及其 Pn 见表 1。

表 1 黄芩植株不同叶位叶片叶绿素量及 Pn($\bar{x} \pm s$)

部 位	叶绿素/(mg # g ⁻¹)			净光合速率/ (Lmol # m ⁻² # s ⁻¹)
	a	b	a+b	
基部叶片	0.11? 0.03	0.03? 0.01	0.14? 0.04	1.62? 0.64
中部叶片	0.15? 0.02	0.04? 0.00	0.19? 0.02	1.98? 0.92
顶部叶片	0.10? 0.04	0.03? 0.01	0.13? 0.05	1.31? 0.41

植株叶片光合能力与其叶绿素量之间有着密切的关系。表 1 结果显示, 黄芩植株叶片光合能力随其叶绿素量增加而增强, 经统计分析, 二者具明显正相关, 相关系数为 0.998 0(P<0.05)。黄芩植株不同叶位叶片叶绿素量以中部叶片最高, 所以其光合能力也最强, 其基部与上部叶片叶绿素量较低, 其光合能力也较低, 总体趋势是: 中部叶片>基部叶片>顶部叶片。

21 2 叶片 Pn 的光响应: 通过调节 PPFD, 测定叶片 Pn 的相应变化, 得到黄芩植株叶片 Pn 的光响应曲线, 结果见图 1。

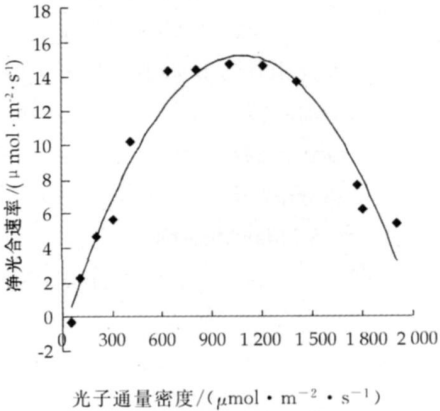


图 1 黄芩叶片 Pn 光响应曲线

Fig 1 PPFD Response curve of Pn in leaves of Sl baicalensis

图 1 结果显示, 随着 PPFD 的增加, 黄芩植株叶片 Pn 不断升高, 当 PPFD 达到 1 200 Lmol/(m² # s) 时, Pn 达到最大值, 为 15 Lmol CO₂/(m² # s)。根据光响应曲线, 计算出其光饱和点为 1 302 Lmol/(m² # s), 光补偿点为 1011.5 Lmol/(m² # s)。从光饱和点和光补偿点可以推断, 黄芩属于阳生植物, 在其生长发育过程中需要较强的光照。

21 3 叶片 Pn 与 PPFD 的日变化: 经测定, 黄芩植株叶片 Pn 与 PPFD 的日变化情况见图 2。

图 2 结果显示, 黄芩植株叶片在全光照条件下的 Pn 日变化呈双峰曲线状。第一个高峰出现在 11:00, 其 Pn 达到 201.2 Lmol/(m² # s), 此时的

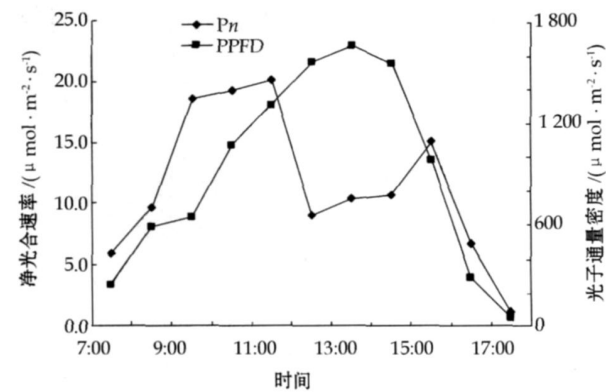


图 2 黄芩植株叶片 Pn 与 PPFD 的日变化
Fig 2 Diurnal changes in Pn and PPFD
in leaves of *Scutellaria baicalensis*

PPFD 为 1 306 Lmol/(m² # s)。此后,随着 PPFD 的增加,Pn 开始下降,至下午 14:00 时,其 Pn 迅速下降到 91.4 Lmol/(m² # s),为一天中的最低值,此时的 PPFD 为 1 554 Lmol/(m² # s),出现了所谓的“午休”现象。“午休”之后,随着 PPFD 下降,Pn 略有回升,在 15:30 时出现第二个高峰,其 Pn 达到 151.2 Lmol/(m² # s)。

2.1.4 叶片 Gs 与 Pn 的关系:黄芩植株叶片的 Gs 日变化与其 Pn 变化之间的关系见图 3。

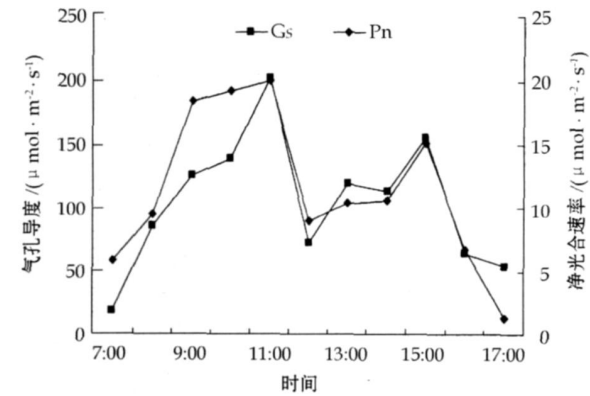


图 3 黄芩植株叶片 Pn 与 Gs 的日变化
Fig 3 Diurnal changes in Pn and Gs
in leaves of *Scutellaria baicalensis*

图 3 结果显示,黄芩植株叶片 Gs 的日变化与 Pn 日变化相似,也呈双峰曲线型。经统计分析,二者之间具有显著正相关($r=0.8800$, $P<0.05$)。“午休”现象的出现主要是由气孔关闭、CO₂ 浓度降低所导致的。

2.1.5 叶片 Pn 与生态因子的灰色关联分析:为探讨各种生态因子对黄芩植株叶片 Pn 的影响,将测定的有关数据代入公式(1)和(2),计算得到生态因子之间的关联度,并将其排序,结果见表 2。

表 2 黄芩植株叶片 Pn 与生态因子间的关联度及其排序

Table 2 Correlation and sequence between *Scutellaria baicalensis* leaves Pn and ecological factors

生态因子	关联度	关联序次
大气 CO ₂ 浓度	0.576 5	4
光子通量密度	0.714 6	1
空气湿度	0.685 1	2
大气温度	0.684 0	3

表 2 结果显示,与黄芩植株叶片 Pn 关系最密切的生态因子是 PPFD,其后依次是空气湿度、大气温度和大气 CO₂ 浓度。

3 讨论

3.1 黄芩植株叶片叶绿素的量与其光合作用的关系:植物的光合作用是在叶绿体中进行的。研究结果显示,黄芩植株叶片的 Pn 与其叶绿素的量成正比。植株不同部位叶片的 Pn 表现为中部叶片> 基部叶片> 顶部叶片。其原因在于顶部叶片属于幼嫩叶片,其叶绿素的量低,并且有一部分叶绿体结构还不完全,光合酶活性也相当低,所以其光能的转化效率低;中部叶片属于壮龄期,不仅叶绿素量高,而且叶绿体的结构都已高度分化形成,光合酶活性也大大增强,所以其光合速率达到叶片一生中的最大值;基部叶片进入衰老期,气孔阻力和叶肉细胞阻力增强,限制了二氧化碳的供应,叶绿体逐渐解体,叶绿素量与酶活性降低,因而光合能力逐渐减弱。

3.2 黄芩植株对光照的适应性:植物叶片的光饱和点与光补偿点反映了植物对光照条件的要求,一般情况下光饱和点和光补偿点均较低者属于耐阴植物,反之属于阳生植物。光补偿点较低、光饱和点较高的植物对光环境的适应性较强;而光补偿点较高、光饱和点较低的植物对光照的适应性较弱。研究结果表明,黄芩植株的光饱和点较高,而光补偿点较低,说明黄芩为典型的阳生植物,对光照的适应性较强,强光和弱光均可有效利用。所以栽培黄芩时宜选择光照充足地块,并适当加大种植密度,可以达到提高药材产量的目的。

3.3 黄芩植株叶片的光合“午休”现象:植物光合作用是一个非常复杂的生理过程,叶片光合速率与自身因素和环境因子密切相关。在自然条件下,黄芩 Pn 日变化呈明显双峰曲线,出现光合“午休”现象。Gs 是指植物气孔传导 CO₂ 和水气的能力,植物通过改变气孔的开度等方式来控制与外界的 CO₂ 和水汽交换,从而调节光合速率和蒸腾速率,以适应不同的环境条件^[3]。根据 Farquhar 理论判断^[4],黄芩 Pn 中午降低是由于气孔限制引起的,大气 CO₂ 浓

度是影响 P_n 的主要环境因子。黄芩植株出现光合 / 午休现象时, 光照强度变化不是很大, 光强可能不是导致光合速率中午降低的直接原因, 但它是引起日气温和湿度等变化的主要因素, 从而间接地影响光合作用。

3l 4 黄芩 G_s 与 P_n 的关系: 植物的光合作用受气孔调节与非气孔调节的共同影响, 但在不同的植物中其作用不等^[5]。本研究表明, 黄芩叶片气孔阻力在一天中呈现规律性变化, 并且同步同向对应着 P_n 的日变化, 两者之间呈极显著正相关, 表明黄芩植株 P_n 与气孔调节是密切相关的。

3l 5 黄芩植株 P_n 与生态因子的灰色关联分析: 本研究表明, PPFD、空气湿度是影响黄芩植株 P_n 的主要生态因子。由于 PPFD 依赖于自然条件的变

化, 不易控制, 而空气湿度则可以通过技术措施加以改变。因此生产上在 7~ 8 月高温干旱季节应加强黄芩田间水分管理, 合理灌溉, 增加土壤水分, 提高空气相对湿度, 以提高叶片光合能力, 增加光合作用日同化量。同时在有条件地区推广喷灌技术, 创造人工小气候, 从而减少或避免 / 午休现象的出现, 为药材产量的提高奠定基础。

参考文献:

- [1] 中国药典[S] 一部1 2005l
- [2] 山东农业大学 植物生理实验技术[M]l 泰安: 山东农业大学出版社, 2000l
- [3] 阎秀峰, 孙国荣, 李敬兰, 等l 羊草和星星草光合蒸腾日变化的比较研究[J]l 植物研究, 1994, 14(3): 287229ll
- [4] Farquhar S Stomatal conductance and photosynthesis [J]l Ann Rev Plant Physiol, 1982, 33: 312345l
- [5] 余叔文, 汤章城l 植物生理与分子生物学[M]l 北京: 科学出版社, 1998l

广东土牛膝 HPLC 指纹图谱的研究

张 军¹, 张晓琦², 汤 毅^{3*}, 林雪颖¹, 邓鲲鹏¹

(1l 广州中医药大学新药开发研究中心, 广东 广州 510405; 2l 暨南大学中药及天然药物研究所, 广东 广州 510632;

3l 广州中大创新公司, 广东 广州 510070)

摘 要: 目的 采用 HPLC 法对广东土牛膝进行指纹图谱研究, 为广东土牛膝药材质量控制提供依据。方法 实验采用 Kromasil C₁₈ 柱(250 mm @4l 6 mm, 5 Lm), 以乙腈2水为流动相梯度洗脱, 体积流量 1l 0 mL/ min, 柱温 25 e , 检测波长 230 nm。结果 建立广东土牛膝药材 HPLC 指纹图谱, 确定 13 个共有峰, 确定其相对保留时间和相对峰面积。结论 在选定的条件下所建立的指纹图谱为广东土牛膝药材质量控制提供依据。

关键词: 广东土牛膝; HPLC 指纹图谱; 泽兰素

中图分类号: R282l 7 文献标识码: A 文章编号: 025322670(2009) 060964204

Fingerprint of Eupatorium chinense by HPLC

ZHANG Jun¹, ZHANG Xiao2qi², TANG Yi³, LIN Xu2ying¹, DENG Kun2peng¹

(1l New Drug R& D Center, Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China;

2l Institute of Chinese Materia Medica and Natural Products, Jinan University, Guangzhou 510632, China;

3l Guangzhou Zhongda Innovation Company, Guangzhou 510070, China)

Abstract: Objective To establish the HPLC fingerprint of Eupatorium chinense1 Methods The ana2lysis was performed on a Kromasil C₁₈ column (250 mm @4l 6 mm, 5 Lm) with acetonitrile2water as mobile phase in a gradient model The flow rate was 1l 0 mL/ minl The column temperature was 25 e and the de2tection wavelength was 230 nml Results The fingerprint of El chinense with common 13 peaks was estab2lishedl The relative retention time and the ranges of relative area of the common peaks were determinedl Conclusion The established fingerprint could be used for the quality control of El chinense1

Key words: Eupatorium chinense 1l ; HPLC fingerprint; euparin

* 收稿日期: 200809218

作者简介: 张 军(1971) , 男, 山东淄博人, 副研究员、硕士, 研究方向为中药新药药学研究。

Tel: (020) 39358519 E2mail: zhjxsh@yahoo1 com1 cn

* 通讯作者 汤 毅 Tel: 13352816718 E2mail: tigertang@21cn1 com