

- colchicines and EMS [J]. *J Jimei Univ* (集美大学学报), 1998, (3)2: 77-82.
- [3] Wang S F, Wang N N, Wang Y, *et al.* Study on enhancing accumulation of indole alkaloids in crown gall cells of *M adagascar periwinkle* (*Catharanthus roseus*) [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1999, 30(2): 130-132.
- [4] Zhao J, Zhu W H, Hu Q, *et al.* Regulation of indole alkaloids synthesis and related enzymes during callus initiation and culture of *Catharanthus roseus* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1999, 30(7): 533-539.

3 种石斛的光合特性研究

吕献康, 徐春华, 舒小英*

(国药集团杭州新亚有限公司, 浙江 杭州 310009)

摘要: 目的 探明铁皮石斛、广东石斛和重唇石斛光合速率的日变化特性及与光强和温度的关系, 明确各种石斛叶片中叶绿素含量。方法 测定一天中不同时段(7: 30~ 16: 30 每隔 1.5 h 测定一次)、不同光合有效辐射(0~ 1 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)和温度(29.6~ 38.2 $^{\circ}\text{C}$)下的净光合速率, 测定叶片中叶绿素 a 和 b 的含量。结果 3 种石斛光合作用的净光合速率、光饱和点和光补偿点均较低; 净光合速率于早晨 8: 00~ 10: 00 处于高峰, 此后随温度升高、光照增强而迅速下降; 石斛叶片中叶绿素 b 的含量较高。结论 石斛的光合作用特性体现了其作为一种阴生植物对生长环境的高度适应性。

关键词: 铁皮石斛; 广东石斛; 重唇石斛; 光合速率; 叶绿素含量

中图分类号: R 282.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2004)11-1296-03

Characteristics of photosynthesis in three *Dendrobium* species

LU Xian-kang, XU Chun-hua, SHU Xiao-ying

(State Medicinal Group Hangzhou Xinya Co., Ltd., Hangzhou 310009, China)

Abstract: **Object** To determine the diurnal changes of photosynthesis, its relationships with light intensities and temperatures, and the contents of chlorophyll in leaves of *Dendrobium candidum* Wall. ex. Lindl., *D. wilsonii* Rolfe and *D. hercoglossum* Reichb. f. **Methods** The net photosynthetic rate (NPR) was measured at intervals of 1.5 h during daytime 7: 30—16: 30, under the photosynthetic affective rates 0—140 $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, and under the temperatures 29.6—38.2 $^{\circ}\text{C}$; contents of chlorophyll a and b in leaves were measured. **Results** NPR, light saturation point and compensation point were low in each of the three *Dendrobium* L. species. The NPR peaked during 8: 00 and 10: 00 am, and thereafter decreased rapidly as the temperature and light intensity increased. Content of chlorophyll b was high in the leaves. **Conclusion** These results indicated that the *Dendrobium* L. species, which are sciophyte plants, have great adaptations to their growing habitats.

Key words: *Dendrobium candidum* Wall. ex Lindl.; *D. wilsonii* Rolfe; *D. hercoglossum* Reichb. f.; net photosynthetic rate; chlorophyll content

石斛是兰科石斛属植物, 具有补虚、益胃生津、滋阴清热、清音明目、抗癌、镇痛等功效, 能增强人的抗病免疫能力和延年益寿^[1]。石斛对适生环境要求严格, 大多分布在海拔 450~ 900 m 的温凉高湿地带, 受小环境内的相对湿度、温度、光照等气候因子影响较大, 与伴生植物混生的条件下生长发育最

好^[2]。由于石斛对生长条件的要求苛刻, 且自然条件下适宜其生长的时间相当少, 因此野生石斛的生长发育缓慢, 数量较少。然而长期以来, 由于开发利用过度, 造成石斛野生资源的严重破坏, 在我国已近枯竭, 严重制约着大量相关药品的供应。加强对石斛野生资源的保护刻不容缓, 而实现石斛可持续利用的

* 收稿日期: 2004-02-28

作者简介: 吕献康(1957—), 男, 1979 年毕业于浙江省宁波商业学校中药专业, 1990 年毕业于光明中药函授学院, 主管中药师, 执业药师, 浙江省中药技术能手, 中国药学会会员, 浙江省药学会专家委员会成员。发表论文 10 篇, 其中《药用蛤壳及其混淆品的鉴别》获浙江省金华市科协优秀论文三等奖。Tel: (0571) 87177172

当务之急,是开展对石斛的人工栽培。

对石斛资源再生的研究主要集中在组织培养方面。迄今已经有试管苗的报道,但是移栽不易,难于在生产实践中应用^[3]。因此,弄清石斛生长所需的环境条件及其生理生化特点迫在眉睫。关于这方面的研究国内已经有一些探讨^[4,5]。本试验研究了不同光强、温度对铁皮石斛、广东石斛和重唇石斛光合特性的影响,旨在弄清石斛对光照、温度的需求规律,找出石斛生长的适宜范围,为石斛的栽培驯化和扩大繁殖提供理论依据^[5]。

1 材料和方法

1.1 材料:供试材料铁皮石斛 *Dendrobium candidum* Wall. ex Lindl.、广东石斛 *D. wilsonii* Rolfe 和重唇石斛 *D. hercoglossum* Reichb. f. 采自广西桂林,野生。

1.2 方法

1.2.1 光补偿点($LCP, \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)和光饱和点($LSP, \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)测定:使用英国ADC公司生产的LCA-4型便携式全自动光合测定系统进行测定。采用开放式气路,通过转动叶室与光源之间的角度和加盖纱布调节光合有效辐射(PAR, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),从0~1400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 每200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 左右一个梯度进行测量。在9:00~10:00测定。每次测定前,根据预测试结果用适宜光强进行诱导。每次测两组叶片,数据稳定后连续读取5~7个数据记录。

1.2.2 光合作用日变化测定:自然条件下不离体用LCA-4型便携式全自动光合测定系统进行测定。为有效减少因叶室而改变了测定叶周围的水气条件而造成的实验误差,用其开放系统测定净光合速率($P_n, \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、蒸腾速率($E, \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、 CO_2 浓度($C_a, \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)、气孔导度($G_s, \text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、光合有效辐射(PAR, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、叶室温度($T_{ch}, ^\circ\text{C}$)、空气相对湿度(RH, %)、胞间 CO_2 浓度($C_i, \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)。选择晴朗天气进行光合作用测定。7:30~16:30每隔1.5 h测定一次,持续测定稳定后记录数据,每次测定两组叶片,每组叶片测定5~7次,结果取平均值。

1.2.3 不同温度对光合作用特性影响的测定:保持光合有效辐射为 $(400 \pm 25) \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,在一天中的8:00、10:00、12:00、14:00和16:00 5个时间,每次测定在5 min内完成,利用一天中气温的变化,用LCA-4型便携式全自动光合测定系统进行测定,方法同上。

1.2.4 叶绿素含量测定:取与测定光合作用相同位置和发育阶段的叶片,用紫外分光光度计测定。每次测2个样叶,每个样叶重复测2次,结果取平均值。

2 结果与分析

2.1 净光合速率日变化:铁皮石斛、广东石斛和重唇石斛净光合速率日变化见图1。3种石斛的日均净光合速率均比较低,可见其光合能力较弱。在7:30~10:30这段时间,3种石斛的净光合速率相对较大。9:00后由于光强抑制,净光合速率开始出现下降趋势,至13:30前后光强下降到饱和点以下;此后,净光合速率出现一个短暂的回升,但不久随着光强的进一步下降,净光合速率又开始下降。说明早晨弱光照条件下光能转化效率处于最佳状态,这与其生长在高山、半阴的生态条件相适应,表现了阴性植物的特性。

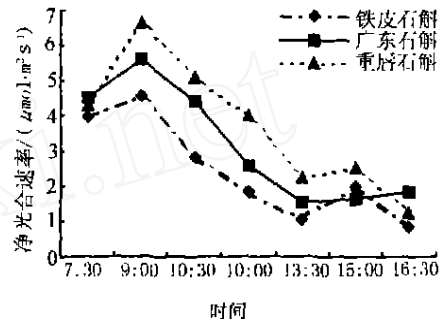


图1 铁皮石斛、广东石斛、重唇石斛净光合速率($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)日变化

Fig 1 Diurnal changes of net photosynthetic rate ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) in *D. candidum*, *D. wilsonii*, and *D. hercoglossum*

2.2 光合作用对光强的响应:结果见图2。铁皮石斛、广东石斛、重唇石斛的光补偿点都很低。在50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下,随着光合有效辐射的增强,净光合速率逐步上升;铁皮石斛、广东石斛、重唇石斛的光饱和点分别在380、380和470 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,光饱和和净光合速率分别为5.47、5.59、6.67 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。当光合有效辐射超过500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,3者的净光合速率开始下降,表现为受到光的抑制。

2.3 温度对净光合速率的影响:温度是光合作用的重要影响因子,植物光合作用与环境温度的关系表现在两个方面:一是光合作用需要一定的温度范围,二是植物光合作用对温度有一定的适应能力。测定结果表明,在温度超过25 $^\circ\text{C}$ 达到30 $^\circ\text{C}$ 并且继续升高时,3种石斛的净光合速率均出现明显下降趋势(图3)。表明高温环境不适于石斛的光合作用。

2.4 叶绿素含量:铁皮石斛、广东石斛、重唇石斛总

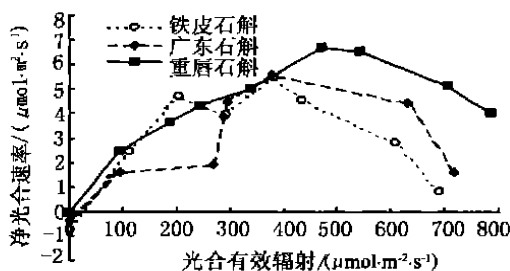


图 2 3 种石斛属植物净光合速率对光强的响应

Fig 2 Responses of net photosynthetic rate to light intensities in *D. candidum*, *D. wilsonii*, and *D. hercoglossum*

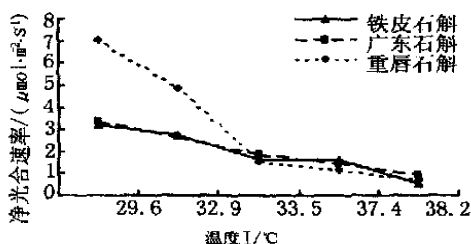


图 3 温度对铁皮石斛、广东石斛和重唇石斛净光合速率的影响

Fig 3 Effects of temperatures on net photosynthetic rate ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) in *D. candidum*, *D. wilsonii*, and *D. hercoglossum*

叶绿素含量见表 1。3 种石斛中叶绿素 a 与叶绿素 b 的比值均仅有 1.6~2.1, 如此低的比值是由于叶绿素 b 的含量较高所致。石斛的光合色素吸收高峰在 430 和 663 nm, 其中以 430 nm 处的吸收峰较高, 说明其吸收短波光较多^[5]。石斛中叶绿素 b 含量略高于一般植物, 在短波光 430 nm 处吸收峰高, 有利于其叶片对蓝紫光的吸收, 与其生长在高山、半阴多散射光、蓝紫光的生态环境相适应。

3 讨论

光合作用是一个十分复杂的过程。叶片光合效率除与叶绿素含量、光照强度、环境温度等因子有关

表 1 铁皮石斛、广东石斛和重唇石斛叶片中的叶绿素含量(鲜重)

Table 1 Chlorophyll in leaves of *D. candidum*, *D. wilsonii* and *D. hercoglossum* (fresh weight)

品 种	含量/%			a : b
	总叶绿素	叶绿素 a	叶绿素 b	
铁皮石斛	0.246	0.152	0.094	1.61
广东石斛	0.197	0.124	0.073	1.70
重唇石斛	0.169	0.144	0.055	2.05

外, 还受到叶片厚度、叶片成熟程度、空气湿度、土壤含水量等因子的影响。后面这些因子对石斛光合作用的影响如何, 有待今后研究。

3 种石斛属植物的光饱和点均很低(约 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 说明他们都是喜阴植物。净光合速率一般在 8:00~10:00 达到最高; 此后, 由于光照逐渐增强, 超过了 3 种石斛属植物的光饱和点, 石斛的光合作用受到控制, 因此光合速率持续下降。温度也是影响石斛光合作用的一个重要因子, 徐云鹃^[5]对霍山石斛的光合特性进行了研究, 认为石斛生长在 20~25 °C 的温度为宜。Nomura 也观察到石斛在此温度区间生长旺盛^[3]。本次实验也已证明 3 种石斛属植物不适于高温环境。

综上所述, 石斛的人工栽培或进行工厂化生产时, 应选择 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 左右的光照强度, 以散射光为好, 空气相对湿度维持在 80%~90%, 温度控制在 25 °C 左右, 通风条件良好的生态条件较为适宜。

References

- [1] Zhang Z, Zhe L Y. Anatomic structure of the vegetative organ of *Dendrobium* in Huoshan county [J]. *J Anhui Agric Univ* (安徽农业大学学报), 1995, 2(3): 301-304.
- [2] Zhao T B, Cheng Z X, Yang X G, et al. Development and utilization of *Dendrobium* plants in Henan province [J]. *Acta Res Devel* (地域研究与开发), 1994, 13(2): 59-61.
- [3] Zeng S J. Embryo culture and propagation of *Dendrobium* in vitro [J]. *Acta Horticult Sin* (园艺学报), 1998, 25(1): 75-80.
- [4] Chou M X. Effects of light intensities and temperatures on growth of *Dendrobium nobile* Lindl. [J]. *Acta Phytocool Sin* (植物生态学报), 2001, 25(3): 325-330.
- [5] Xu Y C. Photosynthetic characteristics of three species of *Dendrobium* in Huoshan county of Anhui Province [J]. *Chin J Appl Ecology* (应用生态学报), 1993, 4(1): 18-21.

山东药圣生物科技(平邑)有限公司荣誉推出“药圣 1+1®天然澄清剂”

“药圣 1+1®天然澄清剂”主要用于: 1. 传统中药“水提醇沉”工艺中乙醇的替代; 2. 传统中药提取物(如银杏叶干浸膏、山楂叶黄酮、叶绿素等)工艺中有机溶媒的水溶媒替代; 3. 中药水针、粉针、冻干粉针的澄清处理; 4. 无菌、无热原的中医药原料、生化原料澄清处理; 5. 中草药、生化药品、保健食品、口服液、果汁、茶饮料、啤酒等产品的澄清处理; 6. 氨基酸类、维生素类、有机酸类、抗生素类发酵液的澄清处理; 7. 对重金属污染的工业废水(水)及其他工业废水的澄清处理; 8. 对出口食品、药品、药材、保健品重金属农药残留超标的有效处理。收得率分别提高 30%~10 倍; 含量提高 10%~50%; 工厂成本下降 30%~80%; 还生产硫酸软骨素、黄连素系列、注射用黄芩苷(95%), 双花连翘苷, 银杏叶干浸膏、丹参素、丹参川芎浸膏等, 以及口服级中药提取物, 可根据客户要求生产, 亦可进行相应品种的技术转让。

地 址: 山东平邑县浚河路 78 号
江西公司地址: 江西苍源药业四楼
四川公司地址: 雅安鸿龙大厦三楼

电 话(传真): (0539) 4088727 4089366 13573927737
电 话(传真): (0794) 8231658 13307040029
电 话(传真): (0835) 7632956 13320931132