

文章编号: 1001-1498(2008)06-0778-05

## 3种石斛在不同基质中的光合特性研究

王雁<sup>1</sup>, 孙晔<sup>1,2</sup>, 李振坚<sup>1</sup>, 岳桦<sup>2</sup>

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 东北林业大学园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

**摘要:**研究了玫瑰石斛、鼓槌石斛、翅梗石斛在 10 种栽培基质中叶片的光合速率和蒸腾速率的变化。结果表明:在同种基质中培养的 3 种石斛的净光合速率差异显著, 其中最大净光合速率同化量由多到少为鼓槌石斛 > 玫瑰石斛 > 翅梗石斛; 3 种石斛的蒸腾速率差异显著, 蒸腾速率由多到少为玫瑰石斛 > 鼓槌石斛 > 翅梗石斛; 同种植物在不同基质中的光合速率也有差异性: 玫瑰石斛和翅梗石斛在单一基质兰石中表现最好, 最大净光合速率分别达  $4.788, 2.640 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 鼓槌石斛在兰石 树皮 (1:1) 的混合基质中表现最好, 最大净光合速率达  $6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

**关键词:** 石斛; 栽培基质; 光合特性

中图分类号: S718.3

文献标识码: A

### Characteristics of Photosynthesis in Three Dendrobium Species with Ten Culture Media

WANG Yan<sup>1</sup>, SUN Ye<sup>1,2</sup>, LI Zhen-jian<sup>1</sup>, YUE Hua<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. College of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

**Abstract:** The experiments were made with *Den crepidatum*, *Den chrysotoxum* and *Den trigonopus*. The photosynthesis and transpiration rate of three *Dendrobium* species planted in ten media were tested. The results showed that three *Dendrobium* species performed great differences in photosynthesis with same culture medium. Photosynthesis rate of *Den chrysotoxum* was better than that of *Den crepidatum*, which was better than that of *Den trigonopus*. There also exists difference in transpiration rate among the three species. The transpiration rate of *Den crepidatum* was the highest, followed by *Den chrysotoxum*, and *Den trigonopus* was the least. The photosynthesis was difference in different culture media with same *Dendrobium* species. The best culture medium of *Den crepidatum* and *Den trigonopus* was orchid stone with the highest photosynthesis of  $4.788 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  and  $2.640 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . The best culture medium of *Den chrysotoxum* was orchid stone tree bark (1:1) with the highest photosynthesis  $6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**Key words:** *Dendrobium*; culture medium; photosynthesis characteristics

石斛属 (*Dendrobium*) 植物作为名贵中药在《本草纲目》已被收录, 在《神农本草经》中列为上品<sup>[1]</sup>, 有独特的肉质鳞茎, 且花色丰富, 花型迥异, 有很好的观赏价值<sup>[2]</sup>。由于石斛属植物的药用和观赏价值, 导致人们对野生石斛种的掠夺式开采<sup>[3]</sup>。另一

方面, 石斛属植物对生长环境要求严格, 受环境中温度、相对湿度、光照因子的影响较大, 而其在野生状态下, 生长缓慢, 繁殖能力低, 使某些资源濒临灭绝<sup>[4]</sup>。为保证石斛种质资源的可持续利用, 加强对石斛原生种的保护迫在眉睫, 尽快实现人工规模化

收稿日期: 2007-05-18

基金项目: 国家林业局 948 项目 (2005-4-55, 2006-4-C07) 部分研究内容

作者简介: 王雁 (1969—), 研究员. E-mail: wangyan@caf.ac.cn

栽培是有效保护石斛资源成败的关键。

目前,对石斛属植物的研究主要集中在组织培养方面<sup>[5-7]</sup>,并已得到部分原生种的组培苗,但是移植困难,出瓶以后生长状态差,成活率低,直接应用于实践还有一定的难度。因此,急需掌握石斛属植物所需要的环境条件、生理生化特征以及对栽培基质的要求。蔡永萍等<sup>[8]</sup>研究了环境条件对米石斛(霍山石斛)(*D. huoshanense* C. Z. Tang et S. J. Cheng)、铁皮石斛(*D. candidum* Wall ex Lindl)和铜皮石斛(细茎石斛)(*D. moniliforme* (L.) Sw.)生长节律的影响及其与生长因子之间的关系;丑敏霞等<sup>[4]</sup>研究了不同光强、温度对金钗石斛(*D. nobile* Lindl)生长的影响;吕献康等<sup>[9]</sup>通过不同的温度、光照对铁皮石斛、广东石斛(*D. wilsonii* Rolfe)和重唇石斛(*D. hercoglossum* Rchb f)光合特性的影响测定,得出适宜其生长的光照强度、空气湿度和温度。以上研究多集中在对石斛环境因子的研究。在适宜基质研究方面,目前仅见张明等<sup>[10]</sup>以产量和生长状况为指标,初步对比评估了金钗石斛在锯木屑、木质中药渣、石灰岩颗粒、石灰岩颗粒+锯木屑、砂页岩碎块、河沙、碎砖块+锯木屑、稻壳中的适应性,但文中所选用的基质材料只适合小规模栽培应用,难以产业化。因此,选择易获得和推广的基质是石斛产业化生产的迫切需求。本文在适宜温度(18~27)条件下,研究玫瑰石斛(*D. crepidatum* Lindl ex Paxt)、鼓槌石斛(*D. chrysotoxum* Lindl)和翅梗石斛(*D. trigonopus* Rchb f)等3种石斛的生长情况和光合特性,旨在筛选其适宜栽培基质,为引种驯化及规模生产提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

玫瑰石斛、鼓槌石斛和翅梗石斛均为野生,于2006年4月采自云南思茅。将3种石斛按照不同规格大小进行分类,每一个等级随机分配在不同盆中,以保证植物材料相对一致。3种石斛分别栽培于配制的单一型和复合型基质中(表1)。

表 1 10种栽培基质的配比

编号	基质材料	比例(v/v)	编号	基质材料	比例(v/v)
1	水苔	1	6	椰糠 树皮	7/3
2	树皮	1	7	椰糠 树皮	3/7
3	兰石	1	8	兰石 树皮	1/1
4	椰丝	1	9	兰石 树皮	7/3
5	椰糠 树皮	1/1	10	兰石 树皮	3/7

### 1.2 方法

试验地点为中国林业科学研究院科研温室。从2006年4月选择生长健壮一致的3种石斛兰分别栽植于10种基质中,每种基质栽植10盆。

1.2.1 相对生长量测定 2006年4月9日随机选取3种石斛兰各5盆,用游标卡尺测量假鳞茎高度,取平均值计算假鳞茎相对增长量;用Li-3000A测定叶面积,取平均值计算叶面积相对增长量。

1.2.2 光合速率动态变化测定 2006年9月,选择规格相近、生长健壮、无病虫害的植株各3盆,使用Li-6400型便携式光合系统,从早上6:00到第二天6:00每隔2h测定植物功能叶的光合速率、蒸腾速率、气孔导度及胞间CO<sub>2</sub>浓度,每个处理重复3次,每次重复读取7~10个数据,绘制日变化曲线。

表 2 3种石斛在 10种栽培基质中叶面积和鳞茎高度的相对增长量 %

基质材料	玫瑰石斛		鼓槌石斛		翅梗石斛	
	叶面积 相对增长量	茎高 相对增长量	叶面积 相对增长量	茎高 相对增长量	叶面积 相对增长量	茎高 相对增长量
水苔	54.12 <sup>i</sup> ±0.01	8.13 <sup>h</sup> ±0.02	15.56 <sup>j</sup> ±0.02	4.89 <sup>g</sup> ±0.01	25.53 <sup>h</sup> ±0.01	5.26 <sup>f</sup> ±0.01
树皮	76.52 <sup>b</sup> ±0.01	13.28 <sup>d</sup> ±0.02	26.24 <sup>i</sup> ±0.04	5.16 <sup>g</sup> ±0.01	28.72 <sup>g</sup> ±0.01	5.12 <sup>f</sup> ±0.02
兰石	82.23 <sup>a</sup> ±0.01	16.52 <sup>b</sup> ±0.01	29.68 <sup>h</sup> ±0.01	9.48 <sup>e</sup> ±0.01	46.27 <sup>a</sup> ±0.01	11.83 <sup>a</sup> ±0.01
椰丝	72.89 <sup>c</sup> ±0.04	17.86 <sup>a</sup> ±0.02	33.49 <sup>g</sup> ±0.01	10.06 <sup>e</sup> ±0.01	35.30 <sup>e</sup> ±0.01	8.61 <sup>e</sup> ±0.01
椰糠 树皮(1/1)	65.13 <sup>e</sup> ±0.02	12.11 <sup>e</sup> ±0.01	41.81 <sup>e</sup> ±0.01	11.45 <sup>d</sup> ±0.01	41.22 <sup>c</sup> ±0.02	9.16 <sup>d</sup> ±0.01
椰糠 树皮(7/3)	68.37 <sup>d</sup> ±0.04	13.85 <sup>c</sup> ±0.01	45.21 <sup>d</sup> ±0.03	10.67 <sup>e</sup> ±0.01	39.26 <sup>d</sup> ±0.01	9.69 <sup>c</sup> ±0.01
椰糠 树皮(3/7)	67.52 <sup>d</sup> ±0.02	13.62 <sup>c</sup> ±0.01	37.66 <sup>f</sup> ±0.01	12.38 <sup>c</sup> ±0.01	43.25 <sup>b</sup> ±0.01	10.64 <sup>b</sup> ±0.01
兰石 树皮(1/1)	56.47 <sup>h</sup> ±0.03	10.00 <sup>g</sup> ±0.01	60.59 <sup>b</sup> ±0.01	16.59 <sup>b</sup> ±0.02	32.81 <sup>f</sup> ±0.02	8.69 <sup>e</sup> ±0.02
兰石 树皮(7/3)	57.81 <sup>g</sup> ±0.01	11.57 <sup>f</sup> ±0.01	62.24 <sup>a</sup> ±0.01	16.42 <sup>b</sup> ±0.01	20.89 <sup>i</sup> ±0.01	4.32 <sup>g</sup> ±0.01
兰石 树皮(3/7)	63.28 <sup>f</sup> ±0.01	12.39 <sup>e</sup> ±0.02	52.48 <sup>c</sup> ±0.01	21.06 <sup>a</sup> ±0.01	18.23 <sup>j</sup> ±0.01	3.67 <sup>h</sup> ±0.02

注:表中同一列的数据中不同字母表示差异显著(P=0.05)。

## 2 结果与分析

### 2.1 3种石斛的生长表现

由表 2 可知,在 10 种栽培基质中石斛的叶面积和茎高相对增长量的变化趋势基本一致,但 3 种石斛的叶面积和茎高相对增长量差异显著,其叶面积和茎高平均相对增长量的变化规律由多到少的顺序基本为玫瑰石斛 > 鼓槌石斛 > 翅梗石斛。玫瑰石斛和鼓槌石斛在水苔中的生长均表现最差,翅梗石斛在水苔中的生长也不好,可能是水苔在透气、透水等方面存在明显不足,不适宜作为鼓槌石斛、玫瑰石斛和翅梗石斛的栽培基质。不同种类的石斛所适宜的基质不同,在同种基质中不同种石斛的表现差异显著,同种石斛在不同种基质中的表现差异显著。玫瑰石斛适宜种植于兰石、树皮、椰丝的单一基质中,其中兰石最佳;鼓槌石斛适合于椰糠树皮及兰石树皮的混合基质中,尤其以兰石 树皮 = 7 3 最佳;翅梗石斛在兰石基质中的表现最好,椰糠与树皮组合的基质次之。

### 2.2 3种石斛的日光合特性

图 1~3 表明,3 种石斛的净光合速率的日变化呈现单峰型和双峰型变化趋势,夜间的光合速率均趋于零。在基质 1、2、3、5、6、7 中,玫瑰石斛光合速率的变化曲线是双峰曲线,在 8:00 或 10:00 达最大,14:00 或 16:00 出现 1 个小幅度的回升;在基质 4、8、9、10 中,玫瑰石斛的光合速率变化曲线是单峰曲线。鼓槌石斛出现最高光合速率均在 10:00,在

基质 1、2、3、5、6 中,鼓槌石斛的光合速率变化曲线是双峰曲线,第 2 个峰值均出现在 14:00;在基质 4、7、8、9、10 中,鼓槌石斛光合速率的变化曲线是单峰曲线。在基质 1、2、3、4、6、7、8、10 中,翅梗石斛光合速率的变化曲线均为双峰曲线,在基质 5、9 中,翅梗石斛的光合速率变化曲线是单峰曲线。

在椰丝、椰糠 树皮 (3 7)、兰石 树皮 (1 1) 和兰石 树皮 (7 3) 中,玫瑰石斛净光合速率的峰值均出现在 8:00,分别是  $2.361$ 、 $1.353$ 、 $1.025$ 、 $1.892$   $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ;在水苔、树皮、兰石、椰糠 树皮 (1 1)、椰糠 树皮 (7 3)、兰石 树皮 (3 7) 的基质中,玫瑰石斛的净光合速率峰值均出现在 10:00,分别是  $2.51$ 、 $3.44$ 、 $4.79$ 、 $1.10$ 、 $1.18$  和  $1.20$   $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,其中在兰石中的净光合速率最高。

在 10 种栽培基质中,鼓槌石斛的净光合速率最大值均出现在 10:00,分别是  $4.16$ 、 $4.21$ 、 $4.56$ 、 $4.61$ 、 $5.14$ 、 $5.16$ 、 $5.36$ 、 $6.00$ 、 $5.75$ 、 $5.58$   $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,其中在兰石 树皮 (1 1) 中的净光合速率最高。

在水苔、树皮、兰石 树皮 (7 3) 和兰石:树皮 (3 7) 基质中,翅梗石斛净光合速率的峰值出现在 8:00 (图 3),分别是  $0.51$ 、 $0.97$ 、 $0.61$ 、 $0.65$   $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,在兰石、椰丝、椰糠 树皮、兰石 树皮 (1 1) 基质中,峰值均在 10:00,分别是  $2.64$ 、 $2.14$ 、 $1.69$ 、 $1.40$ 、 $1.12$  和  $1.92$   $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,其中在兰石中的净光合速率最高。总体而言,3 种石斛的净光合速率由高到低的顺序是鼓槌石斛 > 玫瑰石斛 > 翅梗石斛。

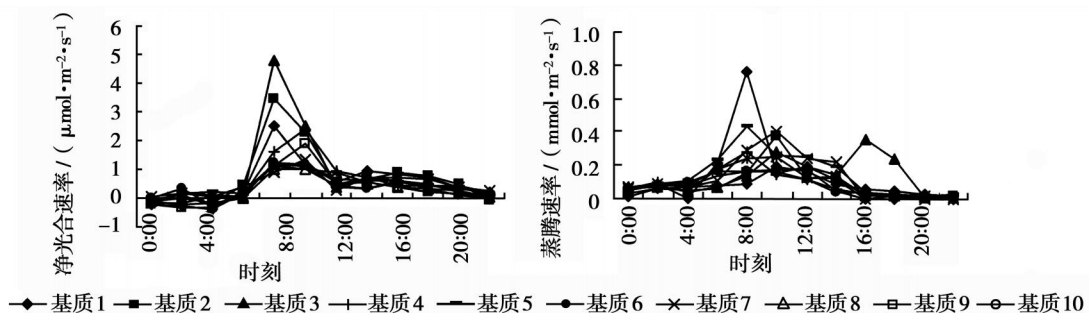


图 1 不同基质 (编号 1~10) 中玫瑰石斛净光合速率、蒸腾速率日变化

### 2.3 3种石斛的日蒸腾特性

图 1~3 表明,3 种石斛的蒸腾速率的昼夜变化和净光合速率的变化基本一致,蒸腾速率由高到低的顺序是玫瑰石斛 > 鼓槌石斛 > 翅梗石斛;同时,基质对各种石斛的蒸腾速率的变化曲线具有不同程度的影响。在基质 1、6、9 中,玫瑰石斛的蒸腾速率是单峰曲线,其它为双峰曲线;在基质 8 中,玫瑰石

斛蒸腾速率的峰值出现在 12:00,在其它基质中,最高峰值均出现在 8:00 或 10:00;在基质 1 中玫瑰石斛的蒸腾速率最高,可达到  $0.76$   $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

鼓槌石斛的蒸腾速率变化曲线均为双峰型,在基质 1~7 中最大峰值出现在 10:00,在基质 8~10 中的最大峰值出现在 8:00。在基质 10 中鼓槌石斛的蒸腾速率最高,可达到  $0.32$   $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

翅梗石斛的蒸腾速率变化曲线复杂,呈现起伏变化的状态,在 10种基质中,翅梗石斛蒸腾速率的最大

峰值出现在 10: 00 或 12: 00,而且翅梗石斛在基质 8 中的蒸腾速率最高,可达到  $0.52 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

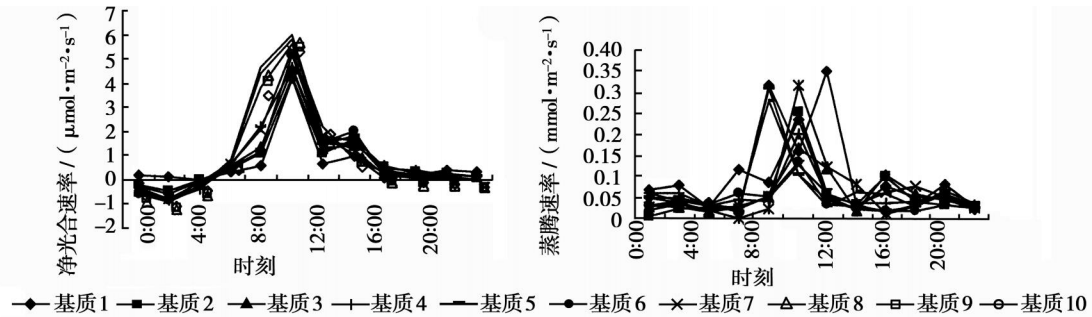


图 2 不同基质 (编号 1~10)中鼓槌石斛净光合速率和蒸腾速率的日变化

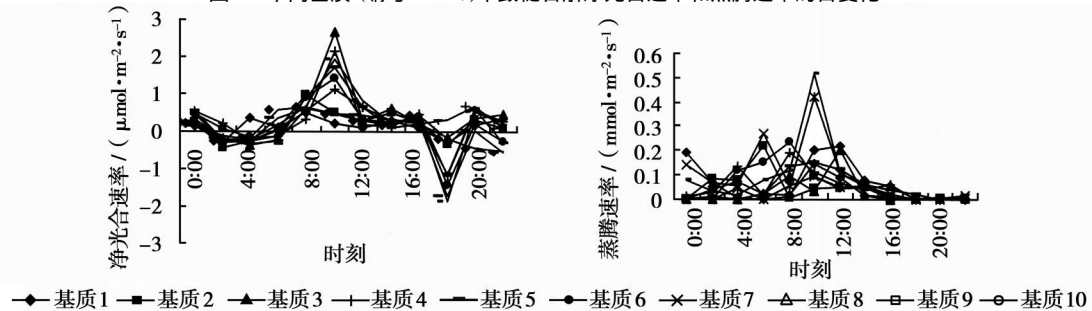


图 3 不同基质 (编号 1~10)中翅梗石斛净光合速率和蒸腾速率的日变化

### 2.4 3种石斛的气体交换特性

图 4~6表明,3种石斛的气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的日变化呈现双峰曲线,白天气孔导度的变化趋势和净光合速率的变化趋势保持一致,随着气孔张开,净光合速率的升高,胞间 CO<sub>2</sub> 浓度下降;气孔收缩,

胞间 CO<sub>2</sub> 浓度升高,净光合速率降低;夜间气孔在 22: 00 左右有开张反应,而在此时胞间 CO<sub>2</sub> 浓度也升到最高峰值。玫瑰石斛平均气孔导度最大,鼓槌石斛次之,翅梗石斛最小,胞间 CO<sub>2</sub> 浓度变化范围集中在  $0 \sim 700 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

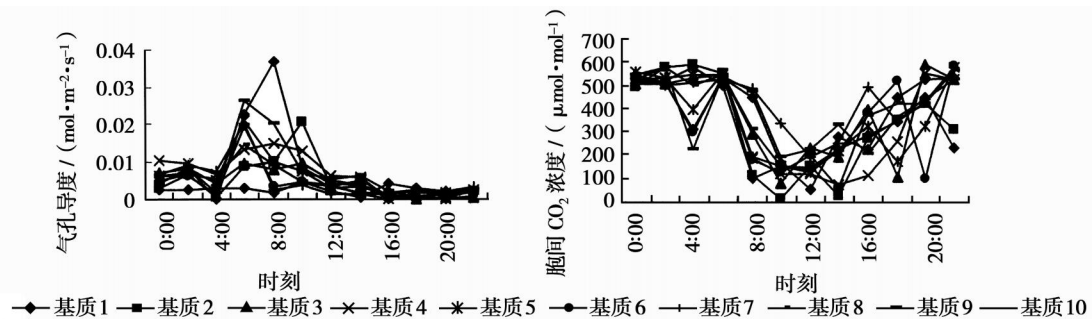


图 4 不同基质 (编号 1~10)中玫瑰石斛气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的日变化

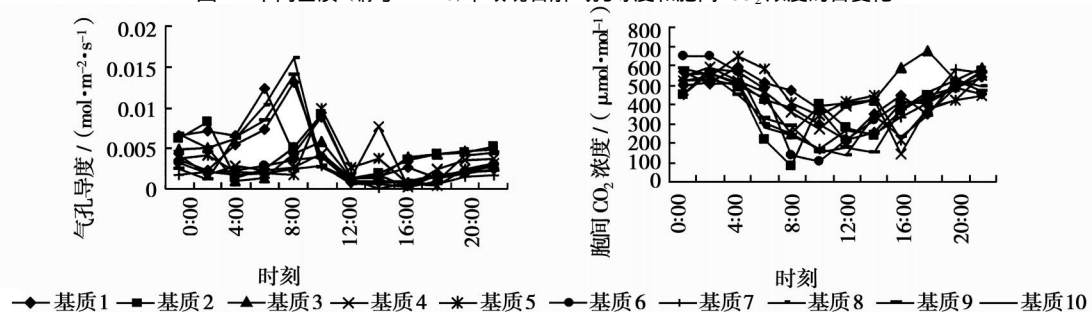


图 5 不同基质 (编号 1~10)中鼓槌石斛气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的日变化

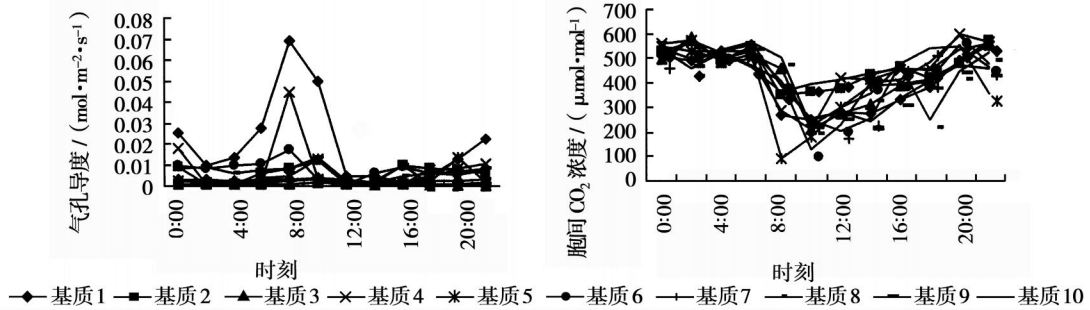


图 6 不同基质 (编号 1~10) 中翅梗石斛气孔导度和胞间  $\text{CO}_2$  浓度的日变化

### 3 结论与讨论

玫瑰石斛、鼓槌石斛、翅梗石斛的净光合速率和蒸腾速率在 8:00 或 10:00 达到最大, 3 种石斛的最大净光合速率均值由高到低的顺序是鼓槌石斛 > 玫瑰石斛 > 翅梗石斛, 三者之间的蒸腾速率由高到低的顺序是玫瑰石斛 > 鼓槌石斛 > 翅梗石斛。因此, 鼓槌石斛的同化量最大, 而蒸腾量居中, 所以生长势最高, 玫瑰石斛次之, 翅梗石斛最低。

3 种石斛兰在不同基质中的表现状况不同, 在同种基质条件下, 其相对生长量的变化趋势与净光合速率的变化趋势基本一致, 玫瑰石斛适合兰石的单一基质, 在兰石基质中其最大净光合速率可达到  $4.79 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 在兰石树皮 = 7 3 中的表现最差, 其最大净光合速率仅为  $1.03 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 鼓槌石斛适合兰石树皮 (1 1) 的复合基质, 其最大净光合速率可达  $6.00 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 在单一基质水苔中表现最差, 其最大净光合速率仅为  $4.16 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 翅梗石斛适合单一基质兰石, 其最大净光合速率可达到  $2.64 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 在单一基质水苔中表现最差, 其最大净光合速率为  $0.51 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。目前, 栽培石斛兰大量使用的是水苔基质, 本试验认为水苔对石斛的生长发育并不是最佳的。

石斛属植物为兼性 CAM 植物<sup>[12-13]</sup>, 随着环境条件的变化, 其光合作用在 CAM 途径与  $\text{C}_3$  途径间变化, 有的兼性 CAM 植物在几个小时内即可完成光合途径的转变。徐云娟等<sup>[14]</sup>的研究认为, 石斛属植物的光呼吸和暗呼吸相等, 二者共占 1/2 总光合, 而一般植物的呼吸占总光合的 1/10 ~ 1/20。本研

究的结果为不同基质培育的 3 种石斛兰净光合作用的变化曲线均为单峰型或双峰型, 其深层次的代谢原因有待于进一步探讨。

#### 参考文献:

- [1] 魏小勇, 方花. 石斛属药用植物分子生物学研究 [J]. 上海中医药大学学报, 2005, 19 (1): 47 - 49
- [2] 胡桂忠. 石斛属的生物学特征及繁殖技术 [J]. 思茅师范高等专科学校学报, 2002, 18 (3): 80 - 81
- [3] 中国医学科学院药用植物资源开发研究所. 中国药用植物栽培 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1991
- [4] 丑敏霞, 朱利泉, 张玉进, 等. 不同光照强度和温度对金钗石斛生长的影响 [J]. 植物生态学报, 2001, 25 (3): 325 - 330
- [5] 乙引, 张宇斌. 粉花石斛的组织培养和植株再生 [J]. 植物生理学通讯, 2004, 40 (1): 64
- [6] 谭云, 叶庆生, 刘伟. 霍山石斛的组织培养 [J]. 植物学培养, 2005, 22 (1): 58 - 62
- [7] 毛碧增, 李凤玉, 王春, 等. 春石斛组织培养技术研究 [J]. 浙江大学学报, 2003, 30 (5): 580 - 583
- [8] 蔡永萍, 李合生, 骆炳山, 等. 霍山 3 种石斛的生长节律及其与生态因子关系的研究 [J]. 武汉植物学研究, 2003, 21 (4): 351 - 355
- [9] 吕献康, 徐春华, 舒小英. 3 种石斛的光合特性研究 [J]. 中草药, 2004, 25 (11): 1296 - 1298
- [10] 张明, 别之龙, 陈仕江, 等. 金钗石斛驯化栽培的基质研究 [J]. 中药材, 2001, 24 (9): 628
- [11] 王晨, 林宏辉, 瓦松和长药景天 NADP—苹果酸酶的比较研究 [J]. 西北大学学报, 1994, 24 (4): 357 - 360
- [12] 苏文华, 张光飞. 铁皮石斛叶片光合作用的碳代谢途径 [J]. 植物生态学报, 2003, 27 (5): 631 - 637
- [13] 苏文华, 张光飞. 金钗石斛光合作用特征的初步研究 [J]. 中药材, 2003, 26 (3): 157 - 159
- [14] 徐云娟, 于力文, 吴庆生, 等. 安徽霍山石斛的光合特性研究 [J]. 应用生态学报, 1993, 4 (1): 18 - 21