

# 菌根真菌对华石斛幼苗生长及光合性能的影响

周玉杰<sup>1</sup>, 杨福孙<sup>1,2</sup>, 宋希强<sup>1</sup>, 朱国鹏<sup>1,2</sup>, 胡美姣<sup>3</sup>

(1. 海南大学 热带园艺植物资源与遗传改良教育部重点实验室, 海南 儋州 571737; 2. 海南大学 农学院, 海南 儋州 571737; 3. 中国热带农业科学院 环境与保护研究所, 海南 儋州 571737)

**摘 要:** 为了探索菌根真菌在华石斛栽培和保育中的应用, 将从野生华石斛分离获得的 5 株内生真菌接种华石斛组培苗和盆苗。结果表明: 真菌能够成功侵入华石斛根内形成菌根; 供试菌株能不同程度地提高华石斛幼苗成活率, 生物量及促进华石斛幼苗根系生长; 并能提高华石斛幼苗叶绿素含量、净光合速率(Pn)和气孔导度(Gs), 进而提高其光合性能。综合来看, 对组培苗生长和光合性能促进作用较为突出的菌株为 S7、S9、S12, 对盆苗作用效果较为明显的是 S3、S9、S10 菌株。因此, 这几株菌根真菌对华石斛的人工繁殖、栽培和保育具有实际的应用价值。

**关键词:** 菌根真菌; 华石斛; 菌剂; 光合性能

**中图分类号:** S 682.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)12-0011-05

华石斛(*Dendrobium sinense*)为多年生附生兰科植物, 是海南特有种, 自然分布于海拔千米以上的热带常绿阔叶林或高山云雾林中<sup>[1]</sup>, 自然繁殖率低、生长缓慢。由于生态环境的破坏和人为过度采挖, 野生资源日益枯竭, 如今在海南自然分布区也难觅其踪影, 如何保护包括华石斛在内的濒危野生兰科植物成为当前兰科植物研究的热点和难点。另外, 组织培养虽已逐渐成为兰科植物的主要繁殖方式, 但仍存在一些问题亟待解决, 如组培苗品质差、生根难、移栽成活率低、幼苗生长缓慢, 一些珍贵野生兰科植物难以实现非共生萌发及从组培苗到人工栽培难以获得成功等。兰科植物为典型的菌根植物, 随着其菌根真菌的深入研究, 人们对菌根真菌在兰科植物生长发育中的有益作用也有了更深入的认识。菌根真菌是兰科植物赖以生存的营养之源<sup>[2]</sup>, 对其生长发育具有极其重要的作用。研究表明, 在兰科植物组培苗瓶内培养阶段和移栽后驯化培育阶段接种菌根真菌, 有助于提高移栽成活率和促进兰科植物幼苗生长<sup>[3-5]</sup>。而目前, 关于华石斛人工繁殖、栽培及菌根真菌的研究报道甚少。该试验利用菌根真菌与兰科植物长期形成的有益共生关系, 通过从原生境野生华石斛中分

离获得内生真菌, 并将其接种华石斛组培苗和移栽后的盆苗, 研究菌根真菌对华石斛幼苗生长及光合性能的影响, 为菌根真菌生物资源应用于华石斛人工栽培和保育提供科学依据和应用指导, 探索出一条保护华石斛及其它濒危野生兰科植物资源的新途径。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试植株为具有 3~4 片叶, 2 条根, 长势基本一致的华石斛组培苗及组培苗移栽 15 d 后的盆苗。供试菌株分离自霸王岭国家级自然保护区内野生华石斛, 并经初步筛选能与华石斛共生培养的有益内生真菌, 菌株编号为: S3、S7、S9、S10、S12。培养基和培养基质共生培养基为 1/2MS+蔗糖 7.5 g/L+琼脂 12 g/L, pH 5.8; 培养基质为消毒后的苔藓。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 内生真菌与华石斛组培苗共生培养** 将华石斛组培苗称取鲜重后转接入共生培养基中, 每瓶接种 2 株, 然后将在 PDA 培养基上活化后的真菌打取直径为 0.5 cm 的菌饼接入 2 株苗中间部分, 菌与苗的接种距离根据各菌株生长速度而定, 每瓶接种一片菌饼, 对照不接菌。每处理各接种 15 瓶。将接菌苗置于温度 28℃, 每天光照 12 h, 光照强度 2 000 lx 的人工培养箱中培养, 经常观察菌苗生长状况。

**1.2.2 内生真菌与华石斛盆苗共生培养** 将菌株在 PDA 固体培养基上培养活化后, 在菌落边缘打取菌饼接种到 PDA 液体培养基内, 置于 160 rpm 的摇床上振荡培养 15 d 后, 将菌丝体打碎和发酵液一起制备成液体菌剂。选取具 4~5 片叶, 3~4 条根华石斛组培苗, 练苗 1 周后将苗取出称取其鲜重, 移栽到穴盘中。移栽后第 15

**第一作者简介:** 周玉杰(1980-), 女, 在读硕士, 主要研究方向为兰科植物菌根生理。E-mail: zhouyujie@163.com.

**通讯作者:** 杨福孙(1975-), 男, 博士, 讲师, 研究方向为作物栽培生理生态。E-mail: fsyang1590@163.com.

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(30660153); 海南省自然科学基金资助项目(30808; 80652); 海南省博士创新科研基金资助项目(Hxwby2008-04)。

**收稿日期:** 2009-06-20

天在每株苗根部各施入真菌液体菌剂 10 mL, 以浇无菌水为对照, 以后每隔 25 d 施 1 次液体菌剂, 至试验结束, 共施菌剂 3 次。试验设 6 个处理, 重复 3 次。

1.2.3 菌根化检测 菌根染色法: 将未接菌和接菌各处理根分别放入 10% KOH 中, 121℃脱色 20 min, 无菌水中冲洗 3 次, 用苯胺蓝 90℃下染色 4 h, 碱性条件下用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 脱色 8 min。脱水后根段染有蓝色即为菌根, 说明真菌成功侵染<sup>[9]</sup>。真菌重分离: 从未接菌和接菌的各处理中随机抽取 6 株苗取其新生根经严格的表面消毒后, 采用根组织切片法分离, 接种于 PDA 培养基上, 28℃恒温避光培养, 观察各处理根长菌情况。

1.2.4 光合性能指标测定 叶绿素采用乙醇丙酮混合液去测定<sup>[7]</sup>; 净光合效率和气孔导度采用 LI—6400 便携式光合测定仪测定。

1.2.5 数据处理 培养 90 d 后, 计算各处理植株成活率及鲜重增长率, 鲜重增长率(%)=(接菌后鲜重—接菌前鲜重)/接菌前鲜重×100; 数据采用 Excel 2003 和 DPS 7.55 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 菌根化检测

分别取接菌和未接菌苗的新生根进行菌根染色, 结果表明接菌各处理植株根均被染上蓝色, 说明真菌侵入了植株根内形成菌根, 而未接菌根未染上颜色; 进一步对各处理根进行真菌重分离发现, 各接菌苗根内均分离到了原接种菌株, 未接菌组培苗根内未分离到真菌, 而未接菌盆苗个别植株根内分离到真菌 SX(表 1, 图 1、2)。

表 1 华石斛菌根真菌检测

处理 Treatment	组培苗 Seedling in vitro		盆苗 Seedling in pot	
	菌根染色	真菌重分离	菌根染色	真菌重分离
	Mycorrhiza coloration	Fungi reisolated	Mycorrhiza coloration	Fungi reisolated
CK	-	-	-	SX
S3	+	S3	+	S3
S7	+	S7	+	S7
S9	+	S9	+	S9
S10	+	S10	+	S10
S12	+	S12	+	S12

注: “+”表示根染色;“-”表示根未染色或未分离到真菌。  
Note: “+” indicate coloration of root; “-” indicate no coloration or not isolated fungi of root.



图 1 华石斛组培苗菌根染色检测

Fig. 1 Inspecting the seedling's mycorrhiza coloration of *Dendrobium sinense* in vitro



图 2 华石斛盆苗菌根染色检测

Fig.2 Inspecting the seedling's mycorrhiza coloration of *Dendrobium sinense* in pot

2.2 菌根真菌对华石斛组培苗生长及光合性能的影响

2.2.1 菌根真菌对华石斛组培苗成活率的影响 华石斛组培苗接菌培养 3 个月后, 接种 S7、S9、S12 菌株的植株全部成活, 成活率均为 100%; 接种 S3、S10 菌株的苗, 由于菌落生长太快, 菌丝侵染到茎叶, 致使部分植株被菌丝缠绕, 发黄至死亡, 其成活率相对较其它处理低, 成活率均为 80%; 未接菌处理植株成活率为 93.3%。

2.2.2 菌根真菌对华石斛组培苗生物量的影响 各供试菌株和华石斛组培苗在 1/2MS 培养基上共生培养后, 除 S10 鲜重增长率稍低于对照外, S3、S7、S9、S12 各接菌处理苗鲜重增长率均极显著高于对照苗, 分别比对照高出 23.27%、28.89%、24.24%、53.82%, 尤其是 S12 菌株处理苗鲜重增长率比对照高出一倍多, 且也极显著地高于与其它各接菌处理苗鲜重增长率; 各接菌处理苗鲜重也都高于对照, S3、S7、S9 与对照差异显著, S10、S12 则与对照差异不显著; 从植株干重来看, 部分菌根真菌有利于提高植株的干重, S9 处理苗干重与对照差异达极显著, S7 显著高于对照, S3、S12 植株干重与对照苗差异不显著, S10 干重稍低于对照苗(表 2)。

表 2 菌根真菌对华石斛组培苗生物量的影响

Table 2 Effects of mycorrhizal fungi on biomass of *Dendrobium sinense* seedling in vitro

处理 Treatment	鲜重增长率 Increase ment of fresh weight/ %	鲜重 Fresh weight/g	干重 Dry weight/g
CK	48.43 cC	0.5851 cA	0.0456 cB
S3	71.70 bB	0.7144 abA	0.0493 bcAB
S7	77.32 bB	0.7362 abA	0.0601 abAB
S9	72.67 bB	0.7763 aA	0.0663 aA
S10	35.78 cC	0.6263 abcA	0.0447 cAB
S12	102.25 aA	0.7727 cA	0.0556 abcAB

注: 表中同列不同小写、大写字母分别表示 5%、1% 水平的差异显著性, 下表同。

Note: The same row small letters and capital in table are significantly different at 5% and 1% levels respectively. Same as below.

2.2.3 菌根真菌对华石斛组培苗生根的影响 组培苗生根情况是其移栽后能否成活和生长好坏的关键因素。该试验结果表明, 接种内生真菌的植株根数量多, 根粗

而长, 生长健壮(图 3)。S7、S9、S12 接菌处理苗的根数和根长都极显著高于未接菌对照苗, 其中 S12 菌株处理植株根数是对照的 2 倍多, S10 根数及根总长高于对照, 但差异不显著, S3 的根数和根总长低于对照植株; 各菌株处理苗根冠比均高于对照植株(表 3)。说明在华石斛的组培苗生根培育阶段接种 S7、S9、S12 号内生真菌有利于植株根的生长, 这不仅有利于组培苗的成活, 而且有利于移栽后的培育。

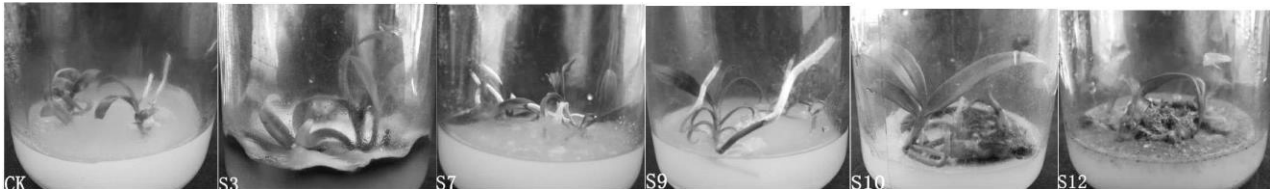


图 3 菌根真菌对华石斛组培苗生长的影响

Fig. 3 Effects of mycorrhizal fungi on seedling's growth of *Dendrobium sinense* in vitro

2.2.4 菌根真菌对华石斛组培苗光合性能的影响 通过测定各处理植株叶片叶绿素含量发现, 除 S10 菌株处理苗叶绿素含量与对照差异不明显外, 其它接菌处理植株叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总(a+b)含量均极显著高于未接菌苗; 且不同接菌处理苗间叶绿素 a、叶绿素 b 含量差异也达极显著。接菌处理植株净光合速率和气孔

表 3 菌根真菌对华石斛组培苗根系生长的影响

Table 3 Effects of mycorrhizal fungi on root growth of *Dendrobium sinense* seedling in vitro

处理 Treatment	根数 Number of root/ 条	根总长 Total length of root/ cm	根冠比 Root
CK	2. 7 cC	5. 20 bcC	0. 80 aA
S3	2. 7 cC	4. 08 cC	1. 09 aA
S7	4. 5 bAB	9. 01 aAB	1. 17 aA
S9	4. 6 bAB	8. 75 aAB	0. 97 aA
S10	3. 8 bcBC	6. 57 bBC	1. 54 aA
S12	5. 8 aA	9. 86 aA	1. 33 aA

导度高于未接菌植株, 其中接种 S7、S9 菌株植株的净光合速率和气孔导度极显著高于未接菌植株, S12 菌株处理植株的气孔导度极显著高于对照苗(表 4)。可见, 菌根真菌有利于华石斛组培苗叶绿素的形成, 从而提高了植株的光合效率。

表 4 菌根真菌对华石斛组培苗光合性能的影响

Table 4 Effects of mycorrhizal fungi on seedling's photosynthetic capability of *Dendrobium sinense* in vitro

处理 Treatment	叶绿素 a Chlorophyll a/ mg · g <sup>-1</sup>	叶绿素 b Chlorophyll b/ mg · g <sup>-1</sup>	叶绿素总量 Total chlorophyll/ mg · g <sup>-1</sup>	净光合速率 Pn Net photosynthesis rate/ μmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup>	气孔导度 Gs stomatal conductance/ cm · s <sup>-1</sup>
CK	0. 868 eE	0. 326 eE	1. 194 eE	5. 14 cB	0. 1687 cB
S <sub>3</sub>	0. 941 dD	0. 355 dD	1. 296 dD	5. 48 bB	0. 1705 bB
S <sub>7</sub>	1. 512 bB	0. 561 bB	2. 072 bB	6. 66 aA	0. 1810 abAB
S <sub>9</sub>	1. 816 aA	0. 696 aA	2. 513 aA	6. 72 aA	0. 1864 aA
S <sub>10</sub>	0. 859 eE	0. 335 eE	1. 194 eE	5. 66 bB	0. 1727 bcAB
S <sub>12</sub>	1. 006 cC	0. 421 cC	1. 427 cC	5. 82 bB	0. 1773 abcAB

2.3 菌根真菌对华石斛盆苗生长及光合性能的影响

2.3.1 菌根真菌对华石斛组培苗移栽成活率的影响 组培苗移栽成活率低是许多兰科植物栽培存在的问题, 华石斛组培苗移栽后能否成活是实现人工栽培的关键。华石斛组培苗移栽培养 3 个月后, 大部分苗生长正常, 未接菌处理苗成活率为 58.33%, 而 S3、S7、S9、S10、S12 菌株液体菌剂各处理成活率分别为 83.33%、66.67%、66.67%、68.39%、68.44%, 说明不同菌根真菌能不同程度的提高华石斛组培苗移栽成活率, 这为实现华石斛人工栽培奠定了基础。各处理有少数苗死亡, 可能与内生真菌未侵染成功, 或是由于菌液含菌量不均匀, 造成的植株施入菌剂量过大有关。因为内生真菌与宿主植物之间的共生平衡关系是有条件的, 只有真菌与植株形成共生关系并且长期共存, 才能互惠互利。同时, 真菌也需要在适量的条件下与兰科植物形成共生体系——菌

根, 量过大时则会使植株产生病害<sup>[9]</sup>。

2.3.2 菌根真菌对华石斛盆苗生物量及株高的影响 培养 90 d 后, 经液体菌剂处理的华石斛苗比未施液体菌剂对照苗生长旺盛, 叶片宽而翠绿, 植株高而健壮(图 4)。华石斛本身生长非常缓慢, 加上组培苗移栽后需要很长一段时间的环境适应期才能转为正常生长。组培苗移栽后未接菌处理苗鲜重增长率为负增长, 而经各液体菌剂处理的盆苗鲜重增长率均极显著高于对照苗, 除 S12 号菌株外, 其余菌株菌剂处理苗鲜重增长率达到了正增长, 说明菌根真菌可以加速幼苗生长, 缩短了华石斛组培苗的练苗时间; 另外, 各菌剂处理植株鲜重也极显著地高于对照; 同时菌根真菌还大幅度增加了植株干物质的积累, 除 S12 外, S3、S7、S9、S10 菌株处理植株干重极显著地高于对照苗; 所有供试菌株均不同程度的增加了幼苗植株高度, 其中 S3、S7、S9、S10 菌株液体菌剂处

理苗株高极显著高于对照植株(表5)。

2.3.3 菌根真菌对华石斛盆苗根系生长的影响 真菌菌剂处理盆苗既增加了根的数量,也增加了根的长度。各菌剂处理植株根数、根长都高于对照,其中S3、S9处理苗根数、根长与对照差异达极显著。根冠比通常作为植株生长状态特别是植株对土壤养分、水分状态反应的一个指标,从试验结果看,除S12菌株外,其它菌株菌剂处理苗根冠比均大于对照苗,有利于吸收更多的养分和水分。其中S3菌株最有利于华石斛盆苗根系生长,该处理植株根系发达,产生较多的新生营养根,根数、根长、根冠比都极显著高于对照苗(表6)。

表5 菌根真菌对华石斛盆苗生物量及株高的影响

Table 5 Effects of mycorrhizal fungi on seedling's biomass and plant height of *Dendrobium sinense* in pot

处理	鲜重增长率	鲜重	干重	株高
Treatment	of fresh weight/ %	weight/ g	weight/ g	height/ cm
CK	-9.08 bB	0.2340 cC	0.0218 aA	5.55 cC
S3	29.26 aA	0.6819 aA	0.0548 cC	8.58 aA
S7	23.76 aA	0.4745 bB	0.0325 bAB	7.24 bAB
S9	27.48 aA	0.4831 bB	0.0384 bB	7.79 abAB
S10	25.33 aA	0.4556 bB	0.0397 bB	6.79 bBC
S12	-3.96 aA	0.4678 bB	0.0184 aA	5.57 cC

表6 菌根真菌对华石斛盆苗根系生长的影响

Table 6 Effects of mycorrhizal fungi on seedling's root growth of *Dendrobium sinense* in pot

处理	根数	根长	根冠比
Treatment	Number of root/ 条	Total length of root/ cm	Root Root
CK	3.1 bB	5.13 dB	0.87 bB
S3	4.9 aA	12.97 aA	1.52 aA
S7	3.3 bAB	7.23 bcdB	0.90 bAB
S9	4.7 aAB	10.56 abAB	0.89 bAB
S10	4.2 abAB	9.81 abcAB	0.93 bAB
S12	3.7 abAB	6.23 cdB	0.75 bB

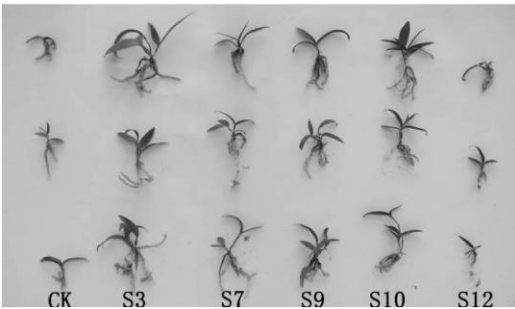


图4 菌根真菌对华石斛盆苗生长的影响

Fig. 4 Effects of mycorrhizal fungi on seedling's growth of *Dendrobium sinense* in pot

表7 菌根真菌对华石斛盆苗光合性能的影响

Table 7 Effects of mycorrhizal fungi on seedling's photosynthetic capability of *Dendrobium sinense* in pot

处理	叶绿素a	叶绿素b	叶绿素总量	净光合速率Pn	气孔导度Gs
Treatment	Chlorophyll a/ mg · g <sup>-1</sup>	Chlorophyll b/ mg · g <sup>-1</sup>	Total chlorophyll/ mg · g <sup>-1</sup>	rate/ μmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup>	conductance/ cm <sup>2</sup> · s <sup>-1</sup>
CK	1.098 dC	0.398 bB	1.496 cB	4.50 dC	0.1553 bC
S3	1.173 cB	0.479 aA	1.652 bA	5.97 abAB	0.1732 aA
S7	1.263 aA	0.460 aA	1.723 aA	5.24 bcdABC	0.1601 bBC
S9	1.057 eD	0.389 bB	1.446 dB	6.41 aA	0.1712 aAB
S10	1.210 bB	0.483 aA	1.692 abA	5.62 abcABC	0.1620 bABC
S12	1.206 bB	0.465 aA	1.671 bA	4.94 dBC	0.1597 bBC

2.3.4 菌根真菌对华石斛盆苗光合性能的影响 从试验结果来看,除S9菌株处理植株的叶绿素含量稍低于对照外,其余菌株液体菌剂处理的植株叶绿素a、叶绿素b、叶绿素总量均极显著地高于未经液体菌剂处理的植株,液体菌剂处理的植株净光合速率和气孔导度都高于对照植株,其中S3、S9菌剂处理净光合速率和气孔导度均极显著地高于对照苗,S10菌株菌剂处理植株净光合速率极显著高于对照(表7)。说明施入液体菌剂有利于提高华石斛盆苗的叶绿素含量及光合性能,但不同菌根真菌作用效果存在一定的差异。

3 讨论

真菌成功侵染是产生菌根效应的基础。该试验通过菌根染色法和真菌重分离相结合的方法证实了供试菌株均能与华石斛形成菌根。但在重分离时发现,未接菌组培苗根内未分离到真菌,而未接菌盆苗根内却分离到了其它真菌。分析其原因可能是由于内生真菌和华石斛组培苗是在无菌环境下进行共生培养,培养过程中

没有其它真菌的侵染,而内生真菌和华石斛盆苗是在盆栽条件下进行共生培养,受周围环境的影响,未接菌处理个别植株受环境中其它非接种菌的侵染;相反,施入菌剂的各处理盆苗由于内生真菌的有益作用,从而避免了环境中其它真菌的侵染。

从作用效果来看,不同菌根真菌对华石斛幼苗生长和光合性能的促进作用存在差异,且同种菌根真菌对组培苗和盆苗的作用效果亦有所不同。对组培苗促进作用较为明显的S12菌株对盆苗生长的促进作用却不是理想,相反,对组培苗促进作用不太突出的S3菌株却显著地促进了盆苗的生长,这是否与不同菌根真菌具有不同的生物学特性或是华石斛不同的生长阶段与某种菌根真菌更有益的共生有着明显的倾向性有关,下一步有必要针对这5株菌株的生物学特性进行研究,以根据菌和苗的生长特性提供最佳的共生培养条件,并且在华石斛的不同生长阶段选择适宜的优良共生菌株,使菌根真菌的作用得以充分发挥。另外,该试验是在实验室条

件下完成的, 在自然条件下, 内生真菌能否与华石斛更好地形成菌根还需进一步研究, 今后可考虑将华石斛组培苗移栽到野外, 通过接种优良真菌菌株, 更全面的了解菌根真菌对华石斛生长的影响。

石斛属植物叶面积较小, 光合强度较低<sup>[9-10]</sup>。以往的研究表明, 菌根真菌可增加植株的叶绿素含量, 并能提高单叶净光合速率、蒸腾速率和气孔导度<sup>[11]</sup>。菌根真菌与华石斛组培苗和盆苗共生培养 3 个月后, 明显提高了华石斛叶片的叶绿素含量、净光合速率及气孔导度, 其原因可能是菌根的形成促进了华石斛根系的生长, 从而能吸收更多的养分和水分供植株地上部生长, 进而提高了华石斛幼苗的光合性能; 而光合速率和性能的提高, 又有利于同化更多的光合产物, 为植株生长奠定基础。

参考文献

[ 1 ] 宋希强. 海南石斛属野生植物种质资源及华石斛保育生物学研究[ D ]. 北京: 北京林业大学博士学位论文, 2005.  
[ 2 ] Rasmussen H N. Recent developments in the study of orchid mycorrhizal[ J ]. Plant and Soil 2002; 244: 149-163.

[ 3 ] 宋经元, 郭顺星. 离体培养时真菌对铁皮石斛和金钗石斛生长的影响[ J ]. 中国医学科学院学报, 2001, 23( 6 ): 547-551.  
[ 4 ] 李明, 张灼, 杏黄兜兰菌根研究与应用[ J ]. 生物学杂志, 2001, 18( 6 ): 17-18.  
[ 5 ] Zettler L W, Piskin K A, Stewart S L, et al. Protocomm mycobionts of the federally threatened eastern prairie fringed orchid, *Platanthera leucophaea* (Nutt.) Lindley and a technique to prompt leaf elongation in seedlings[ J ]. Studies in Mycology, 2005( 53 ): 163-171.  
[ 6 ] Batty A L, Dixon K W, Brundrett M C, et al Constraints to symbiotic germination of terrestrial orchid seed in a mediterranean bushland[ J ]. New Phytologist, 2001( 152 ): 511-520.  
[ 7 ] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术[ M ]. 北京: 高等教育出版社, 2003.  
[ 8 ] 伍建榕, 金辉, 韩素芬, 等. 春兰菌根真菌的筛选[ J ]. 福建林学院学报, 2007, 27( 3 ): 267-271.  
[ 9 ] 徐云鹏, 于力文, 吴庆生, 等. 霍山石斛的光合特性研究[ J ]. 应用生态学报 1993 4( 1 ): 18-21.  
[ 10 ] 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, 35( 11 ): 1296-1298.  
[ 11 ] 王维华, 李敏, 刘润进, 等. AM 真菌对生姜某些生理指标的影响[ J ]. 莱阳农学院学报 2003 20( 3 ): 175-177.

Effects of Mycorrhizal Fungi on Seedling's Growth and Photosynthetic Capability of *Dendrobium sinense*, Endemic to Hainan

ZHOU Yu-jie<sup>1</sup>, YANG Fu-sun<sup>1,2</sup>, SONG Xi-qiang<sup>1</sup>, ZHU Guo-peng<sup>1,2</sup>, Hu Mei-Jiao<sup>3</sup>

( 1. Key Laboratory of Tropical Horticultural Plant Resources and Genetic Improvement, Ministry of Education, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737, China; 2. College of Agriculture, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737, China; 3. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan 571737, China )

**Abstract:** In order to study application of mycorrhizal fungi on cultivation and conservation of *Dendrobium sinense*, five endophytic fungus isolated from the wild plants of *Dendrobium sinense* were used to inoculated with vitro seedling and pot seedling of *Dendrobium sinense*. The results showed that these fungus can successfully infected and formed mycorrhiza root of *Dendrobium sinense*; Mycorrhizal fungus can increased the survival rate and biomass, promoted the growth of root at different level of *Dendrobium sinense* seedling; as well as enhanced chlorophyll content, net photosynthetic rate and stomatal conductance. The S7, S9, S12 strain had prominent effects on promoted growth and photosynthetic capability of vitro seedling; the S3, S9, S10 strain had obvious effects on pot seedling. Therefore, these fungus had practical application value on artificial propagation, cultivation and conservation of *Dendrobium sinense*.

**Key words:** Mycorrhizal fungi; *Dendrobium sinense*; Mycorrhizal fungal inoculum; Photosynthetic capability

