

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2019.11.005

不同栽培基质对两种石斛生长及生理的影响^①

胡小京¹, 曾燕颖¹, 敖飞雄¹, 关元静¹, 杜忠友², 官杰芳²

1. 贵州大学 农学院, 贵阳 550025; 2. 贵州贵阳国家农业科技园区管委会, 贵阳 550018

摘要: 以金钗石斛和蜂腰石斛为试验材料, 采用菌渣、松树皮、草炭、木屑、椰糠和水苔为栽培基质, 研究不同配比的栽培基质对两种石斛生长和生理的影响. 筛选出更适宜两种石斛幼苗生长的最佳基质配方, 为两种石斛的规模化生产奠定基础. 结果表明: 添加有菌渣、水苔、草炭和椰糠等材料的基质都较常规栽培基质(松树皮+水苔)能不同程度地增加两种石斛的成活率, 有效提高生物量, 促进植株生长. 通过隶属函数综合评价可知, $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$ 的基质配方最有利于金钗石斛幼苗的生长, 而 $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{椰糠}) = 1 : 2 : 1$ 的基质最有利于蜂腰石斛幼苗的生长. 且这两种混合栽培基质能有效增加金钗石斛和蜂腰石斛幼苗的叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白含量; 增强 POD 和 SOD 活性, 提高植株抗逆性.

关键词: 金钗石斛; 蜂腰石斛; 生长; 生理

中图分类号: R285

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)11-0029-07

石斛(*Dendrobium* spp.)系兰科石斛属多年生草本植物. 其花姿优美, 花色独特、艳丽, 有较高的观赏价值和药用价值, 市场潜力较大. 栽培基质是石斛栽培成功和优质高产的关键因素, 栽培基质应满足透气性优良、保水性好、不易腐烂 3 个条件, 同时酸碱度也要适合. 目前石斛使用的栽培基质主要有水苔、椰糠、树皮、泥炭土、砂石和菌渣等. 其中, 水苔在石斛栽培中应用最广泛, 但因其价格昂贵, 且过于干燥后不易淋湿, 一般不单独使用^[1]; 松树皮既透气而保水性又高, 还耐腐蚀, 故在生产上使用频率较高^[2]; 椰糠和菌渣等都是加工业的副产品, 富含多种有机质, 经过消毒后作为基质使用时能够为植株提供更多的营养成分, 节约成本; 而草炭土也同样富含有机成分, 且其保水性和透气性优良, 也常用于石斛的栽培^[3-5]. 王慧芳等人^[6]在铁皮石斛基质栽培研究进展中指出, 目前栽培基质分为生物和非生物两种, 但是生物基质成本较高, 而非生物基质与非生物基质配合使用, 不仅可以节约成本, 又可以为石斛生长提供更多的养分, 并且指出不同基质配比的栽培方式是石斛栽培发展的方向. 迄今, 对于石斛栽培基质的研究主要在铁皮石斛上, 有关金钗石斛和蜂腰石斛等石斛种类的栽培基质研究鲜见. 本研究以金钗石斛和蜂腰石斛为试验材料, 采用菌渣、松树皮、草炭、木屑、椰糠和水苔为栽培基质, 研究不同配比的栽培基质对两种石斛生长和生理特性的影响, 旨在筛选出更适宜两种石斛幼苗生长的基质配方, 为两种石斛的规模化生产奠定一定基础.

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地设在贵阳市乌当区羊昌镇, 当地年平均气温为 15.3 °C, 年平均日照时数 1 148.3 h, 年平均降

① 收稿日期: 2018-10-09

基金项目: 贵阳市科技计划项目(筑科合同[2017]14-4号).

作者简介: 胡小京(1969-), 女, 副教授, 主要从事园艺植物的教学与研究.

水量为 1 129.5 mm. 利用大棚进行规范种植, 灌溉水质优良、无污染.

1.2 试验材料

供试材料选择品质优良, 长势一致, 健壮、无病害的金钗石斛和蜂腰石斛一年生植株苗(苗高约 8 cm 左右), 栽培基质采用菌渣(含大量的菌丝体, 富含氨基酸和纤维素、碳水化合物和微量元素)、木屑(含木质素、纤维素和半纤维素)、松树皮(含大量的有机营养物质和较高矿物质元素)、水苔(含丰富的有机质及多种营养元素)、椰糠(具有较高的阳离子交换量, 保持营养更久)等, 用高锰酸钾消毒后待用. 石斛幼苗和基质材料均由贵州花石头石斛有限公司提供.

1.3 试验设计

试验在 2017 年 7 月实施, 采用 10 cm×10 cm 营养钵进行盆栽试验, 试验设 6 个处理. P1: $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$; P2: $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{椰糠}) = 1 : 2 : 1$; P3: $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{木屑}) = 1 : 2 : 1$; P4: $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$; P5: $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{椰糠}) = 1 : 2 : 1$; P6: $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{木屑}) = 1 : 2 : 1$. 以 $m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 3 : 1$ (生产上常用基质配方)为对照(CK), 每营养钵装基质 1L, 栽石斛种苗 1 株, 每个处理 30 株, 3 次重复. 然后将各处理植株置于大棚的育苗活动床上, 该大棚具有遮阳、喷灌设施, 定时对石斛植株进行浇水, 夏秋注意适当遮阴, 降温通风, 并及时对石斛的生长环境进行监测. 待生长到翌年 3 月检测各处理植株的生长及生理生化指标.

1.4 测定指标及方法

生长指标测定: 观察统计成活率、叶片数. 用游标卡尺或刻度米尺测定植株株高、茎粗、叶长、叶宽等指标平均值. 成活率: 至翌年 3 月每个处理中存活石斛植株数占全部定植石斛植株总数的比例.

生理指标测定: 叶绿素质量比测定采用丙酮乙醇混合液法^[7]; 可溶性糖质量比测定采用蒽酮比色法^[8]; 可溶性蛋白质质量比测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[9]; POD 酶活性测定采用愈创木酚法^[10]; SOD 酶活性测定采用 NBT 还原法^[11].

1.5 数据分析

试验数据用 Excel 软件进行数据统计和整理, 采用 DPS 软件进行方差分析. 采用隶属函数进行综合评价. 隶属函数计算公式为: $R(X) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$, 其中: $R(x)$ 为隶属度函数, X_{\max} 为最大特征数值, X_{\min} 为最小特征数值.

2 结果分析

2.1 不同基质对两种石斛苗生长状况的影响

2.1.1 不同基质对两种石斛移栽成活率的影响

从表 1 和表 2 可知, 各处理均能显著提高两种石斛的成活率. 对于金钗石斛来说, P3 处理成活率最高, 达到了 85.0%; P4 处理次之, 移栽成活率也达到了 83.5%, 分别比 CK 提高了 38.2% 和 35.8%. 说明配比为 $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{木屑}) = 1 : 2 : 1$ 的栽培基质最有利于金钗石斛移栽成活率的增加. 对蜂腰石斛而言, P4, P5, P6 处理的移栽成活率均达到了 80% 以上. 其中 P5 处理的成活率最高, 达到了 83.1%, 比 CK 提升了 39.9%. 可能是草炭的存在提高了蜂腰石斛的移栽成活率, 尤其是 $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{椰糠}) = 1 : 2 : 1$ 的基质对蜂腰石斛最佳.

2.1.2 不同基质对金钗石斛生长的影响

从表 1 可知, 各处理均能在不同程度上促进金钗石斛的生长. 其中 P3 处理的株高和茎粗都最大, 分别为 16.1 cm 和 1.00 cm, 株高较 CK 增加 41.2%, 茎粗则是 CK 的 2 倍. 就株高而言, P2 和 P5 处理次之, 且 P3, P2 和 P5 处理与 CK 的差异具有统计学意义; 对茎粗则是 P2 和 P6 处理次之, 除 P1 和 P4 处理外, 其余各处理与 CK 的差异均具有统计学意义. 在叶长方面, 采用多种基质配比处理后的均比传统的基质配方有提升, 各处理虽与 CK 的差异都具有统计学意义, 但以 P5 处理的效果最明显, 为 8.7 cm, 较 CK 增加

107.1%。各处理对金钗石斛叶宽增加效果也很明显,以 P4 处理最显著,较 CK 提高 58.3%。同样,不同处理也能有效增加叶片数,进而提高植株的光合能力。尽管各处理与 CK 的差异不具有统计学意义,但从数量可见,P1,P2 和 P3 处理都较 CK 有所增加,究其原因可能是这 3 种基质配方都添有菌渣而致使叶片数增加。结果表明,采用不同基质配方能提高金钗石斛的生物量,有效促进金钗石斛的生长。

表 1 不同栽培基质对金钗石斛生长的影响

处理	株高/cm	茎粗/cm	叶长/cm	叶宽/cm	叶片数/片	金钗成活率/%
P1	14.0±0.1 abc	0.73±0.03 ab	5.9±0.3 c	1.6±0.06 ab	4.0±0.01 a	70.5%±0.021 bc
P2	15.5±1.2 ab	0.93±0.03 a	6.7±0.5bc	1.7±0.09 ab	4.3±0.3 a	71.5%±0.021 bc
P3	16.1±0.9 a	1.00±0.10 a	7.0±0.3 bc	1.7±0.2 ab	4.3±0.3 a	85.0%±0.028 a
P4	13.6±0.2 abc	0.73±0.03 ab	7.9±1.0 ab	1.9±0.2 a	3.0±0.6 a	83.5%±0.007 a
P5	14.3±1.0 ab	0.83±0.12 a	8.7±0.7 a	1.6±0.07 ab	3.0±0.6 a	78.0%±0.071 ab
P6	13.1±1.1 bc	0.9±0.12 a	6.5±0.4 bc	1.5±0.07 bc	3.7±0.7 a	80.0%±0.042 ab
CK	11.4±0.3 c	0.5±0.06 b	4.2±0.4 d	1.2±0.06 c	3.0±0.6 a	61.5%±0.021 d

注:表中字母表示不同处理与 CK 的差异具有统计学意义($p<0.05$)。

2.1.3 不同基质对蜂腰石斛生长的影响

从表 2 可知,各处理均能一定程度促进蜂腰石斛植株的增高。P1,P2,P5 与 CK 差异均具有统计学意义,尤其是 P5 的株高较 CK 增加 74.9%。在促进茎粗的方面,也以 P5 的效果最为明显,比 CK 增加 83.1%,其余各处理与 CK 差异均不具有统计学意义。由此可见,添加有草炭和椰糠的组合基质对增加蜂腰石斛的株高和茎粗效果最好。除 P1 处理叶长和叶宽略低外,其余处理均能有效促进叶长和叶宽的增加,前者以 P2 的促进效果最为明显,较 CK 增加 35.6%;后者则是 P4 的促进效果最理想,比 CK 增加 69.2%。但各处理对蜂腰石斛叶片数的增加效果不明显,且差异不具有统计学意义,可能是品种本身原因所致。

表 2 不同栽培基质对蜂腰石斛生长的影响

处理	株高/cm	茎粗/cm	叶长/cm	叶宽/cm	叶片数/片	蜂腰成活率/%
P1	13.9±0.4 a	0.73±0.09 b	5.4±1.0 c	1.2±0.3 c	2.3±0.9 a	75.0%±0.0173 b
P2	12.4±0.2 ab	1.01±0.15 ab	8.0±0.2 a	2.1±0.4 ab	2.3±0.3 a	74.6%±0.0144 b
P3	10.3±0.3 bc	1.0±0.06 ab	6.5±0.1 ab	1.6±0.06 abc	2.0±0.3 a	71.5%±0.020 b
P4	8.8±1.1 c	0.77±0.12 b	7.4±0.06 a	2.2±0.06 a	2.0±0.6 a	80.2%±0.012 a
P5	14.9±1.3 a	1.3±0.09 a	6.1±0.4 ab	1.8±0.2 abc	2.0±1.2 a	83.1%±0.011 a
P6	9.7±1.1b c	0.82±0.06b	6.4±0.9 ab	1.4±0.1 bc	1.7±0.9 a	81.3%±0.006 a
CK	8.52±1.3 c	0.71±0.09 b	5.9±0.06 c	1.3±0.2 c	2.0±0.5 a	59.4%±0.012 c

注:表中字母表示不同处理与 CK 的差异具有统计学意义($p<0.05$)。

2.2 不同基质对两种石斛生理的影响

2.2.1 不同基质对两种石斛叶绿素质量比的影响

从图 1 可以看出,就金钗石斛来说,P5 处理的叶片叶绿素质量比为 0.855 mg/g,比 CK 的 0.690 mg/g 高 23.9%,能显著促进其叶绿素质量比的提高。P2 处理的叶绿素质量比也有一定促进作用,但所表现出的效果不甚明显。可见 $m(\text{草炭}):m(\text{松树皮}):m(\text{椰糠})=1:2:1$ 的基质效果最好。就蜂腰石斛来看,各处理均能不同程度地提高叶绿素质量比,以 P6 和 P5 处理的促进效果比较明显,其余各处理与 CK 的差异不具有统计学意义。尤以 P6 处理的效果最为明显,为 0.749 mg/g,对比 CK 的 0.322 mg/g,增加了 132.6%。由此表明,配比为 $m(\text{草炭}):m(\text{松树皮}):m(\text{木屑})=1:2:1$ 的基质最有利于蜂腰石斛叶绿素质量比的提升。综上所述,添加椰糠和草炭的基质最有利于金钗石斛叶绿素的积累,而对蜂腰石斛有利的则是添加有草炭和木屑的基质。

2.2.2 不同基质对两种石斛可溶性糖质量比的影响

从图 2 可以看出,各处理均可促进金钗石斛可溶性糖含量的提升,尤其是 P1 和 P5 处理的促进效果最为明显,与 CK 的差异具有统计学意义;相比 CK 来说,P1 处理的 0.022 15 g/g 高出 CK 的 0.002 35 g/g

约 8.4 倍, P5 处理为 0.017 94 g/g, 高出 CK 的 0.002 35 g/g 约 6.6 倍. 说明 $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$ 的基质对金钗石斛可溶性糖积累有较强的促进作用, 进而促进植株的生长. 蜂腰石斛各处理则表现参差不齐, P2 和 P3 处理有一定的抑制作用, 较 CK 分别降低 2.2%, 49.9%; 而 P4 处理为 0.021 28 g/g, 比 CK 的 0.004 01 g/g 高出约 4.5 倍, 有明显的促进效果. 说明基质配比为 $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$ 最有利于蜂腰石斛植株可溶性糖的积累.

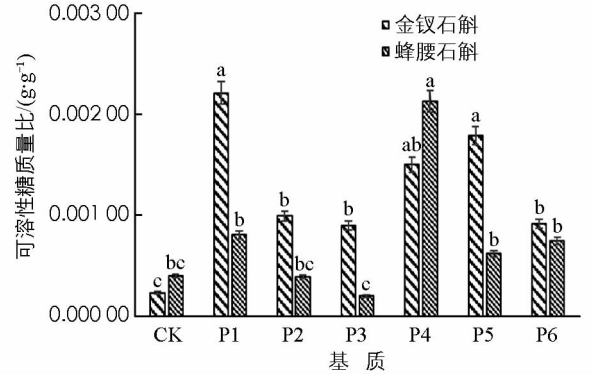
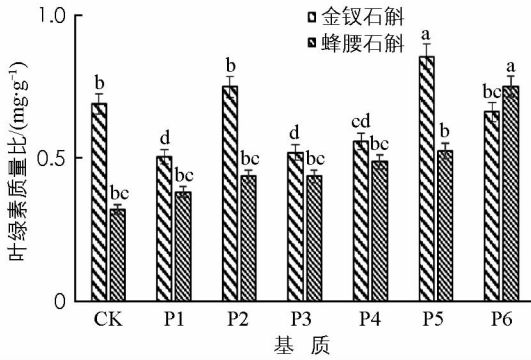


图 1 不同基质对两种石斛叶绿素质量比的影响

图 2 不同基质对两种石斛可溶性糖质量比的影响

2.2.3 不同基质对两种石斛可溶性蛋白质质量比的影响

从图 3 可以看出, 各处理均能提高金钗石斛可溶性蛋白质质量比. P1, P4 和 P6 处理与 CK 的差异均具有统计学意义, 尤以 P4 和 P1 处理的表现最好, 分别比 CK 高出 130.8% 和 115.4%. 可见 $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$ 的基质更有利于金钗石斛植株体内可溶性蛋白质质量比的累积, 从而反映出其具有较好的代谢能力, 在一定程度上也能提高对重金属胁迫的抵御能力. 对蜂腰石斛来说, 除 P5 处理外, 其余各处理与 CK 的差异均不具有统计学意义. P5 处理的可溶性蛋白质质量比为 0.018 mg/g, 对比 CK 的 0.007 mg/g 高出 157.1%, 由此看出, 质量比为 $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{椰糠}) = 1 : 2 : 1$ 的基质最有利于蜂腰石斛植株可溶性蛋白质的积累, 进而反映该基质最利于提升其营养代谢能力.

2.2.4 不同基质对两种石斛 POD 酶活性的影响

从图 4 可以看出, 各处理对金钗石斛叶片 POD 酶活性的影响参差不齐, 从高到低的顺序依次为: P1, P4, P3, P2, P5, P6, CK, 其中 P1 处理的 POD 酶活性最强, 为 37.97 $\mu\text{g}/\text{min}$; P4 处理次之, 为 37.94 $\mu\text{g}/\text{min}$, 二者与 CK 的差异均具有统计学意义, 分别较 CK 的 21.53 $\mu\text{g}/\text{min}$ 高出 76.4% 和 76.2%. 说明各处理均能不同程度地促进金钗石斛 POD 酶活性的增加, 进一步提高金钗石斛植株的抗性. 而蜂腰石斛各处理的 POD 酶活性从高到低依次为: P3, P5, P2, P1, P4, CK, P6. 其中 P3 和 P5 处理与 CK 的差异具有统计学意义, 以 P3 处理的表现最突出, 为 56.99 $\mu\text{g}/\text{min}$, 较 CK 的 38.17 $\mu\text{g}/\text{min}$ 高出 49.3%, 而 P6 处理低于 CK 1.6%. 由此表明, 最有利于蜂腰石斛植株体内 POD 酶活性提高的基质配方是 $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{木屑}) = 1 : 2 : 1$, 反映其能促进蜂腰石斛抗逆性的提升.

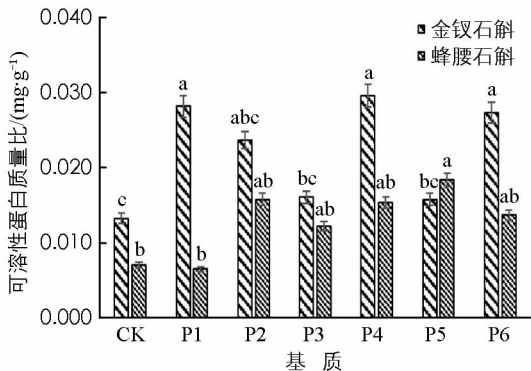


图 3 不同基质对两种石斛可溶性蛋白质质量比的影响

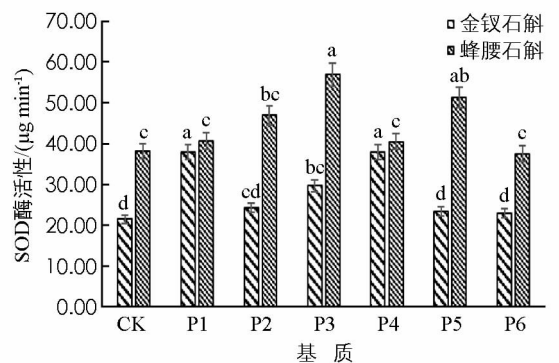


图 4 不同基质对两种石斛 POD 酶活性的影响

2.2.5 不同基质对两种石斛 SOD 酶活性的影响

从图 5 可知, 各处理对金钗石斛 SOD 酶活性的影响各异, 除 P1 处理外, 其余处理都较 CK 降低. 其中 P1 处理鲜质量为 196.22 μg , 较 CK 的 182.16 $\mu\text{g FW}^{-1}$ 高出 7.7%, 但与 CK 的差异不具有统计学意义; 而 P3 处理的效果最差, 鲜质量为 162.53 μg , 比 CK 低 10.8%. 由此看来, $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$ 的基质最有利于金钗石斛植株 SOD 酶活性的提高. 就蜂腰石斛而言, P3, P4, P5 和 P6 处理明显高于 CK, 且差异具有统计学意义, 余下处理较 CK 有所降低.

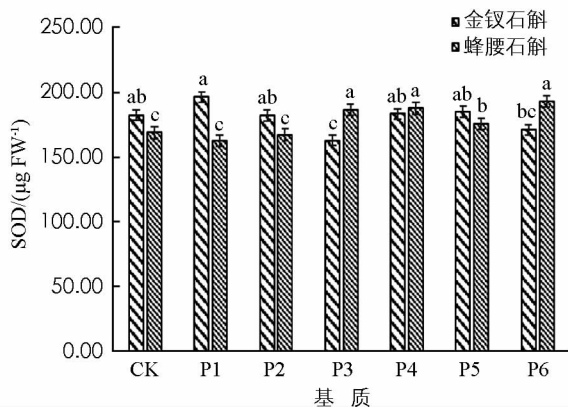


图 5 不同基质对两种石斛 SOD 活性的影响

其中 P6 处理最好, 鲜质量为 192.54 μg , 较 CK 高出 14.2%. 由此可见; $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{木屑}) = 1 : 2 : 1$ 的基质最有利于蜂腰石斛 SOD 酶活性的提高.

2.3 隶属函数分析评价

由于单一的某个因素不能科学、合理地反映栽培基质对某一石斛种类影响的优劣. 所以, 综合各生长性状指标和生理指标, 采取隶属函数对各栽培基质进行综合评判. 从表 3 可见, 金钗石斛各处理的评价指标优劣排序结果为: P1, P4, P2, P3, P5, P6, CK, 其中, P1 处理评分最高, 为 7.147 3, 隶属函数值排第一; 表现最差的是 CK, 评分仅为 1.332 4. 而蜂腰石斛各处理的评价指标优劣排序结果为: P5, P4, P2, P3, P6, P1, CK, P5 处理的综合评分最高, 为 7.161 5, 隶属函数值排在第一, 表现效果最好; 同样也是 CK 的综合评分最低, 为 1.221 6. 由此看来, $m(\text{菌渣}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{水苔}) = 1 : 2 : 1$ 的基质最有利于金钗石斛的生长发育, 对蜂腰石斛则是以 $m(\text{草炭}) : m(\text{松树皮}) : m(\text{椰糠}) = 1 : 2 : 1$ 基质促进作用最强.

表 3 不同基质处理对两种石斛的综合评价

品种	处理	株高	茎粗	叶长	叶宽	叶片数	成活率	叶绿素总量	可溶性糖	可溶性蛋白	POD 酶活性	SOD 酶活性	综合评分	排序
金钗石斛	P1	0.553 2	0.460 0	0.377 8	0.666 7	0.769 2	0.383 0	0.000 0	1.000 0	0.937 5	1.000 0	1.000 0	7.147 3	1
	P4	0.468 1	0.400 0	0.822 2	1.000 0	0.000 0	0.936 2	0.128 6	0.640 2	1.000 0	0.998 8	0.611 3	7.005 3	2
	P2	0.872 3	0.860 0	0.555 6	0.777 8	1.000 0	0.425 5	0.697 1	0.383 5	0.625 0	0.172 1	0.575 7	6.944 7	3
	P3	1.000 0	1.000 0	0.622 2	0.777 8	1.000 0	1.000 0	0.042 9	0.335 5	0.187 5	0.498 2	0.000 0	6.464 1	4
	P5	0.617 0	0.660 0	1.000 0	0.000 0	0.000 0	0.702 1	1.000 0	0.787 3	0.125 0	0.113 7	0.661 7	5.666 9	5
	P6	0.361 7	0.800 0	0.400 0	0.555 6	0.538 5	0.787 2	0.448 6	0.343 6	0.875 0	0.093 7	0.246 3	5.450 1	6
	CK	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.222 2	0.000 0	0.000 0	0.528 6	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.581 6	1.332 4	7
蜂腰石斛	P5	1.000 0	1.000 0	0.230 8	0.600 0	0.500 0	1.000 0	0.476 2	0.218 6	1.000 0	0.710 2	0.425 7	7.161 5	1
	P4	0.043 9	0.101 7	0.769 2	1.000 0	0.500 0	0.909 1	0.381 0	1.000 0	0.750 0	0.154 4	0.831 7	6.440 9	2
	P2	0.608 2	0.508 5	1.000 0	0.900 0	1.000 0	0.606 1	0.023 8	0.098 7	0.750 0	0.483 8	0.158 4	6.137 3	3
	P3	0.279 0	0.491 5	0.423 1	0.400 0	0.500 0	0.636 4	0.261 9	0.000 0	0.500 0	1.000 0	0.802 0	5.293 8	4
	P6	0.185 0	0.186 4	0.384 6	0.200 0	0.000 0	0.939 4	1.000 0	0.284 0	0.583 3	0.000 0	1.000 0	4.762 7	5
	P1	0.843 3	0.033 9	0.000 0	0.000 0	1.000 0	0.606 1	0.142 9	0.316 2	0.000 0	0.159 5	0.000 0	3.101 8	6
	CK	0.000 0	0.000 0	0.192 3	0.100 0	0.500 0	0.000 0	0.000 0	0.103 8	0.083 3	0.030 9	0.211 2	1.221 6	7

3 讨 论

基质是影响石斛营养生长的重要因素, 水苔具有较强的透气性, 且不易腐烂, 是当前生产中采用较为广泛的基质之一, 但将其作为单一基质进行培养时植株常出现营养不良等情况. 本试验中添加椰糠的处理其幼苗的生长情况及体内各项生理指标均比对照要好, 在海南人们将椰壳粉碎成椰糠, 就地取材可降低生产成本, 被认为是当地最有效的优良基质^[12], 前人研究后得出在金钗石斛的基质中添加椰糠能有效地提高

其幼苗移栽存活率,这一结论得到进一步论证.本试验中,不同配比下的石斛幼苗各项生长指标均比对照的要好,这与梁巧明等^[1]在石斛兰基质的研究中,将菌渣、杂木屑等废料代替水苔和泥炭土,得到木屑在栽培过程中新根数、叶面积等指标都显示达到或超过了水苔的结论相似.菌渣中的废弃物也是一种有机腐殖质,杂木屑容重小,紧实度低,不易固定植株,保持水分,作为基质使用时可以增加基质中养分的种类以及有效养分的含量^[13].试验中添加有菌渣处理的石斛幼苗也比对照的生长情况要好,究其原因是由于添有菌渣的基质中养分更全面、更丰富,故而在此环境下生长的幼苗较 CK 更好.

叶绿素质量比高低与植株的光合作用有着密不可分的关系,就金钗石斛而言 P5 处理明显高于 CK,而蜂腰石斛则是 P6 处理好过 CK,出现这样的现象可能是由于不同种间的生长特性所致.可溶性糖、可溶性蛋白是植物体内重要的能源物质和适应蛋白.本研究结果得知,添加少量草炭起到保水保肥功能,形成的疏松透气,营养充足的环境能够促进植株生物量的合成,提高可溶性糖、可溶性蛋白的积累,这与吴雅等人^[12]研究后得出,适量添加草木炭有助于铁皮石斛幼苗生长的结论相似.POD 和 SOD 酶活性与植株的抗逆性呈正相关关系,本试验研究后得出,添加菌渣能提高它们的酶活力,增加其对环境的适应能力,究其原因是菌渣中含有丰富的营养物质,能够促进植株的生长,从而提高其抗逆性.

结果表明:添加有菌渣、水苔、草炭、椰糠等材料的基质都较常规栽培基质(松树皮+水苔)能不同程度地提高两种石斛的成活率,有效提高生物量,促进植株生长.通过隶属函数综合评价可知, $m(\text{菌渣}):m(\text{松树皮}):m(\text{水苔})=1:2:1$ 的基质配方最有利于金钗石斛幼苗的生长;而 $m(\text{草炭}):m(\text{松树皮}):m(\text{椰糠})=1:2:1$ 基质最有利于蜂腰石斛幼苗的生长.金钗石斛和蜂腰石斛分别在这两种不同的混合基质上,其植株体内的叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白质量比较高;POD 和 SOD 酶活性较大,抗逆性较好.

参考文献:

- [1] 梁巧明,刘运权,叶庆生,等.4种废料基质对蝴蝶兰和石斛兰生长作用初探[J].园艺学报,2006,33(4):890.
- [2] 王慧芳,刘逊.铁皮石斛栽培基质的研究进展[J].南方农业,2018,12(23):23,26.
- [3] 蒋达波,宗秀虹,李帮秀,等.氮素胁迫对玉米光合及叶绿素荧光参数的影响[J].西南师范大学学报(自然科学版),2015,40(1):135-139.
- [4] EVANS M R, KONDURU S, STAMPSR H. Source Variation in Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust [J]. HortScience, 1996, 31(6): 965-967.
- [5] 赵阿香,瞿素萍,苏艳,等.不同栽培模式下切花月季生长状况及品质分析[J].西南大学学报(自然科学版),2018,40(11):10-19.
- [6] 麻永红,肖玉,杨曾奖,等.不同基质对铁皮石斛苗期生长特性的影响[J].中南林业科技大学学报,2017,37(7):73-77.
- [7] 张宪政.植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J].辽宁农业科学,1986(3):26-28.
- [8] 丁雪梅,张晓君,赵云,等.蒽酮比色法测定可溶性糖含量的试验方法改进[J].黑龙江畜牧兽医,2014(23):230-233.
- [9] 邓丽莉,潘晓倩,生吉萍,等.考马斯亮蓝法测定苹果组织微量可溶性蛋白含量的条件优化[J].食品科学,2012,33(24):185-189.
- [10] 郭晓勇,李潘,张敏,等.水涝胁迫下欧李 SOD 和 POD 的变化[J].成都大学学报(自然科学版),2016,35(2):130-133,139.
- [11] 曲敏,秦丽楠,刘羽佳,等.两种检测 SOD 酶活性方法的比较[J].食品安全质量检测学报,2014,5(10):3318-3323.
- [12] 吴雅,史骥清,滕士元,等.铁皮石斛组培苗移栽基质的筛选[J].现代农业科技,2010(6):107-108,110.
- [13] 戚志强,党选民,李汉丰,等.海南椰糠基质栽培小西瓜密度对产量和品质的影响[C]//2014年全国西瓜甜瓜学术研讨会论文集.榆林,2014:70-72.

Effects of Different Substrates on Growth and Physiology of Two Species of *Dendrobium*

HU Xiao-jing¹, ZENG Yan-ying¹, AO Fei-xiong¹,
GUAN Yuan-jing¹, DU Zhong-you², GONG Jie-fang²

1. Agricultural College of Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Guiyang National Agricultural Science and Technology Park Management Committee, Guiyang 550018, China

Abstract: In this study, *Dendrobium nobile* and *Dendrobium findlayanum* were used as experimental materials, with fungus residue, pine bark, peat, sawdust, coconut bran, water moss as the cultivation substrate, to study the effects of different proportions of cultivation substrate on the growth and physiology of two kinds of *Dendrobium*. The optimum substrate formula for the growth of two *Dendrobium* species was selected, which laid a foundation for the large-scale production of the two species. The results show that the substrate with fungus residue, water mosspeat and coconut bran could increase the survival rate, biomass of the two *Dendrobium* species to different extent compared with the conventional substrate (pine bark + water moss). According to the comprehensive evaluation of membership function, the substrate formula of pine bark: moss = 1:2:1 was the best for the growth of *Dendrobium nobile* seedlings, while the substrate of peat: pine bark: coconut bran = 1:2:1 was the best for the growth of *Dendrobium findlayanum* seedlings. Moreover, these two mixed cultivation substrate can effectively increase the chlorophyll, soluble sugar and soluble protein content of *Dendrobium nobile* and *Dendrobium findlayanum* seedlings, enhance POD and SOD activities, and improve plant stress resistance.

Key words: *Dendrobium nobile*; *Dendrobium findlayanum*; growth; physiology

责任编辑 潘春燕