doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2017.06.013

报春石斛根系对水培的适应性研究

秦玉川[1]，王丽玲[1]，钱 飞[2]，王衍彬[1]，刘本同[1]，柏明娥[1]，钱 华[1]，童晓青[1]

（1. 浙江省林业科学研究院， 浙江 杭州 310023；2. 杭州园林绿化股份有限公司，浙江 杭州 310020）

摘要：2016年9月，采用Hoagland营养液静止水培和泥炭藓作为基质了对报春石斛 *Dendrobium primulinum* Lindl. 试管苗进行了3个月的培养，比较不同基质对报春石斛根系生长的影响。检测结果表明，水培苗根系生长速度慢，但是地上部分茎杆粗壮，能快速生长，适生性较强。光镜观察水培苗和基质苗根尖、成熟区和根毛区，结果显示，水培苗根尖皮层细胞比较规则紧凑，细胞间隔比较小，而基质培养苗根尖细胞排列较松散，排列不规则；基质培养苗根系的中柱部分髓质较水培苗的大，且存在体积较大的淀粉粒。对两种栽培方式的新生根进行Evan blue染色，发现水培根成熟区较基质培养的更具活力。试验表明，报春石斛根系能够很好的适应水生环境。

关键词：报春石斛；根系；基质培养；水培养；显微结构；根系活力

中图分类号：S682.31 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-3776（2017）06-0074-05

Experiment on Root Adaptability of *Dendrobium primulinum* in Hydroponics

QIN Yu-chuan[1], WANG Li-ling[1], QIAN Fei[2], WANG Yan-bin[1], LIU Ben-tong[1], BAI Ming-e[1], QIAN Hua[1], TONF Xiao-qing[1]

（1. Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China; 2. Hangzhou Landscaping Incorporated Co., LTD, Hangzhou 310020, China）

Abstract: Experiments were conducted in September 2016 on culture of *Dendrobium primulinum* in hydroponics (Hoagland) and substrate (sphagnum) for comparing their root system growth. Determinations were implemented three months later. The result showed that root system growth of water cultured *D. primulinum* was slower but stem growth was larger than that of substrate cultured. Light microscope of root tip, mature zone and root hair zone of the two cultured seedlings demonstrated that cortical cells of root tip from water cultured seedlings were more compact and cell interval more smaller. The area of the pith was less in the stele of substrate cultivated and there were large starch grains. New root from the two tested seedlings was Evan blued, the result indicated that root activity of water cultured had better effect. The experiment concluded that *D. primulinum* could grow well in hydroponics.

Key words: *Dendrobium primulinum*; root system; substrate culture; hydroponics; microstructure; activity of root system

报春石斛 *Dendrobium primulinum* Lindl.为兰科 Orchidaceae 石斛属 *Dendrobium* 多年生草本植物，花多而鲜艳，具有极高的观赏价值和开发价值，多附生于海拔 700 ~ 1 800 m 的山地疏林中树干上，我国云南的东南部至西南部是其主要分布中心[1]。目前有关金钗石斛 *D. nobile* 和铁皮石斛 *D. officinale* 等药用石斛的研究颇为广泛[2-3]，但对报春石斛的报道相对较少。

近年来，石斛因广大消费者的保健需求而走进千家万户，消费市场的需求大增，兼有药用价值和观赏价值

收稿日期：2017-07-24；**修回日期**：2017-10-11

基金项目：浙江省科技计划项目“观赏用石斛水培关键技术研究与示范”（2014F50020）

作者简介：秦玉川，工程师，从事植物栽培工作；E-mail：hzqinchuan@163.com。通信作者：童晓青，副研究员，从事药用植物栽培工作；E-mail：81918735@qq.com。

的石斛盆景也应运而生，但盆栽石斛大多采用树皮基质，上层疏松易失水，下层却容易积水，容易产生烂根和黄叶现象，在室内高温、干燥的环境条件下不易栽培成活，很多消费者从市场买来的石斛盆景往往不到一年就枯死了，其根本原因就是水分供应条件不易控制。目前花卉市场缺乏水培的石斛盆景，据调查，许多花卉市场的经营者也十分看好水培石斛盆景，但由于技术原因，一直没有试验成功。

报春石斛根系具有适应水生环境的特性，但其形态发育特征及显微结构尚未见报道。本试验以报春石斛试管苗为材料分别进行水培和基质培养，再对根系显微结构进行观察和根系活力测定，揭示基质培养和水培介质中报春石斛根系的解剖学特性以及根系活力的变化规律，为不同生境下观赏石斛的培植提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　植物培养

将高 10 cm、长势基本一致的报春石斛试管苗分别进行基质培养和静止水培，各 60 株。2016 年 9 月 20 日至 12 月 20 日，在浙江省森林食品重点实验室组培温室进行。报春石斛采用报春石斛荚子组培繁殖。基质培养的泥炭藓 *Sphagnum palustre* L.购于杭州园林绿化股份有限公司，在穴盘中种植，基质培养每周用自来水喷雾，使基质保持湿润。试管苗在水培前先用自来水冲洗根系，剪除烂根、烂叶，采用 10 组 30 cm × 20 cm × 8.7 cm 的蓝色塑料周转箱，用低密度海绵包裹报春石斛苗根部，将报春石斛苗固定于打孔的雪佛板孔中，每孔种植 1 棵，每板 20 孔，每箱 1 块雪佛板孔，将雪佛板漂浮于 Hoagland 植物营养液面上进行培养，每 7 ~ 10 d 更换新液 1 次；长出新根后将雪佛板转入 1/2 浓度的培养液中。基质培养和水培植株生长在同一培养室内，室温 25 ~ 28℃，光照强度 200 μmol·m^{-2}·s^{-1}，培养 3 个月后用于后续实验。

1.2　植物形态测定

3 个月后（即 2016 年 12 月 21 日）对水培和基质培养报春石斛的根长、茎粗进行测定，根长测定须根的最长根，每次选取长势基本一致的苗 5 株，3 次重复，计算平均值。茎粗选取报春石斛主茎最粗部位进行测量，每次选取长势一致的苗 5 株，3 次重复，计算平均值。

1.3　根结构石蜡切片观察

分别选取水培和基质培养报春石斛长度相近的根的苗，由根尖至根基分别选取根尖、根成熟区、根毛区部位切取根段，每个区域取 3 个样本，分别固定于盛有 FAA 的青霉素小瓶内。4℃过夜。经乙醇梯度脱水、二甲苯置换、石蜡渗透包埋。在 LEICA ULTRACUTR 型切片机上进行半薄切片，厚度为 1 μm。用固绿和 HE 染色后用光镜观察根发育过程。

1.4　根系活力变化观察

选取生长基本一致的水培和基质培养的报春石斛根系，选取 3 个重复，参照 Baker 等[4]的 Evans blue 染色法略作修改。将生长状态一致的报春石斛根材料置于 0.25%依文思蓝溶液中，室温下染色 10 min，双蒸水清洗至无蓝色洗出，在体式显微镜下拍照观察。

1.5　数据处理

数据采用 Excel 软件进行作图及计算分析。

2　结果与分析

2.1　水培及基质培养对报春石斛生长的影响

定植后大约 10 d，肉眼观察即有新根长出，试验期间新长出的根系均保持黄中带绿色，无腐烂现象，老根保持原来的黄色，未发黑腐烂。说明水培的报春石斛根系活力旺盛，适合水培。从图 1 可看出，经过 3 个月的培养，水培的报春石斛根系比基质栽培的明显短小，但是水培的茎却较基质培养的更粗壮（图 2），由此可见，用适当的营养液水培可大大提高报春石斛的生长速度。

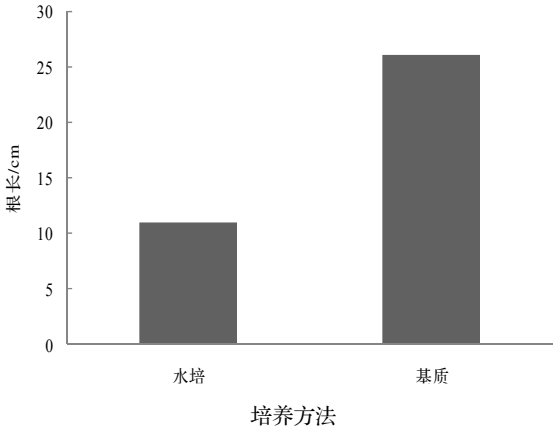


图 1 水培和基质培养对报春石斛根系生长的影响

Figure 1 Effect of different culture on root system growth of *D. primulinum*

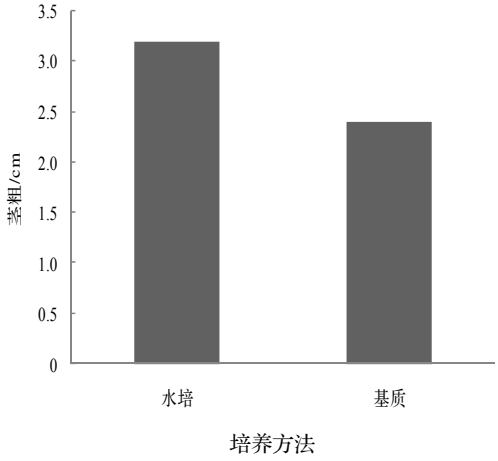
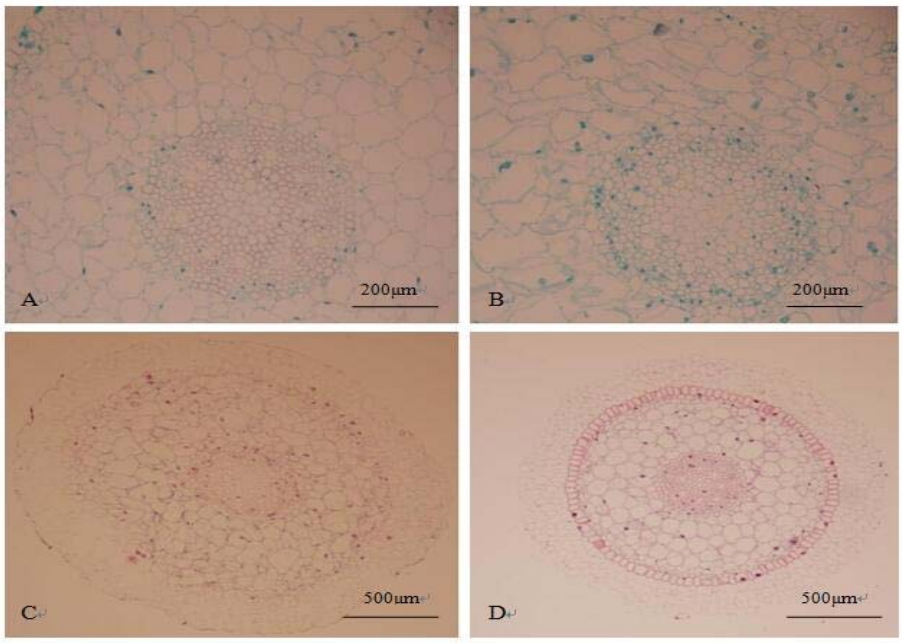


图 2 水培和基质培养的报春石斛茎粗度

Figure 2 Stem diameter of *D. primulinum* in different culture

2.2 水培及基质培养对报春石斛根系显微结构的影响

基质培养和水培报春石斛 3 个月后根的显微结构大致相似。图 3 为基质苗和水培苗新生根根尖横切面的显微结构的比较。由图 3 可以看出，水培根系的根尖细胞比较规则紧凑，细胞间隔比较小，而基质培养的排列较松散、不规则。且基质培养的报春石斛细胞中蓝色颗粒明显比水培的多，蓝色颗粒疑似淀粉粒。基质培养和水培苗的成熟区和生长区都出现中空现象，即髓质丢失，只出现皮层结构（数据未显示）。



A – 基质培养新生根尖；B – 水培新生根尖（固绿染色,20 倍光镜）；C – 基质培养新生根尖；D – 水培新生根尖（HE 染色 10 倍光镜）。

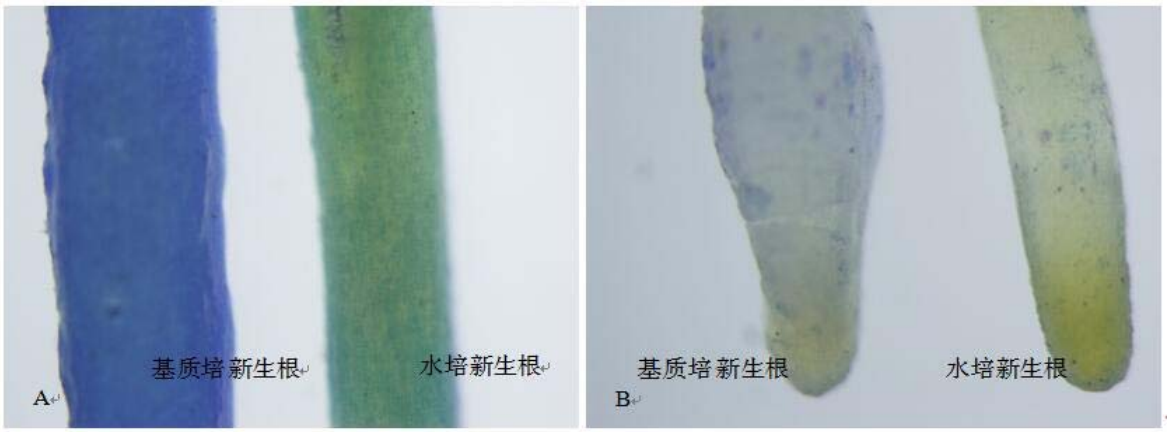
图 3 水培与基质培养报春石斛根系显微结构比较

Figure 3 Microstructure of root system of *D. primulinum* in different culture

2.3 水培及基质培养对报春石斛根系活力的影响

采用 Evans blue 染料分别对水培和基质培养的报春石斛新生根和老根进行染色，Evans blue 染料的特性是活

力差、组织死亡的细胞能够被染成蓝色，活力高、未死亡的细胞不能被染色，如图 4 所示。基质培养和水培的根尖活力都比较好，但是基质培养成熟区的新生根被染成了蓝色，说明活力较差，死亡细胞较多，而水培根依然呈现绿色，未被染成蓝色，说明活力较高，死亡细胞少。



A – 成熟区；B – 根尖。

图 4　水培和基质培养报春石斛根系活力比较

Figure 4　Root activity of *D. primulinum* in different culture

3　结论与讨论

3.1　报春石斛根系适应水培环境的特点

植物根系是活跃的吸收器官和合成器官。它直接影响地上部分的生长。根系健康的石斛其茎叶生长较好, 反之茎叶萎黄、长势差或叶片脱落。报春石斛生长与其根的长度及数量紧密相关。植物由基质培养到水培的过程中，主要问题来自根系的适应能力。报春石斛属须根系，实验中发现报春石斛根系细胞的生长显著受细胞水分状态的影响，基质培养由于接触水分较少，根系多且长，皮层细胞不规则排列间隙大，中柱大。而水培报春石斛根系由于吸收水分较容易，根系短而少，皮层细胞呈现规则的圆形，中柱小，老根呈现出浅黄色和棕黄色，含水量高，中柱丢失。许多研究认为，生活在水环境中的植物根皮层内一般会形成发达的通气组织[5-6]，金琥 *Echinocactus grusonii*，鸡冠花 *Celosia cristata* 和凤凰草 *Myriophyll umaquaticum* 根内都形成较发达的通气组织[7-8]，但是水培石斛根系并没有理想的通气组织结构，其细胞间隙相对较小且规则排列。这可能与报春石斛的生理特点有关，兰科石斛属的植物原生长在潮湿隐蔽的野生环境中，一旦环境改变，很容易长出气生根来调节水分和气体的吸收。因此报春石斛在水培的根系中没有形成通气组织，这与它自身的生理有及其密切的关系。这与吊兰 *Chlorophytum comosum* 的水培适应性一致[9]，也有气生根这一特殊组织结构。

3.2　报春石斛在水培环境下的根系活力

植物根系活力反映根系的生长发育状况, 是根系生命力的综合指标。由于水培条件下处于缺氧的逆境，一般来说花卉根系表现出来的活力能够直接说明该植物品种是否能适应水培条件，因此根系活力是水培适应性的指标之一。本研究采用直观的 Evans blue 染色发现水培和基质培养的报春石斛在根的成熟区根系活力有显著区别。水培新生根根系活力强，说明报春石斛的水适应性好。这个结果与根系结构的结果是相符合的。试验显示报春石斛由于其特殊的生理结构适应水培生长。

参考文献：

[1] 梅媛，叶庆华，杨培明，等. 报春石斛化学成分研究[J]. 中国医药工业杂志，2014，45（3）：224 – 228.

[2] 斯金平，诸燕，朱玉球. 铁皮石斛人工栽培技术研究与应用进展[J]. 浙江林业科技，2009，29（6）：66 – 70.

[3] 濮晓珍，尹春英，周晓波，等. 铁皮石斛组培苗移栽驯化过程中叶片光合特性、超微结构及根系活力的变化[J]. 生态学报，2012，32（13）：4114－4122.

[4] Baker C J，Mock N M. An improved method for monitoring cell death in cell suspension and leaf disc assays using evans blue[J]. PCTOC，1994，39（1）：7－12.

[5] Gunawardena A H，Pearce D M，Jackson M B，*et al*. Characterisation of programmed cell death during aerenchyma formation induced byethylene or hypoxia in roots of maize (Zea mays L.)[J]. Planta，2001，212：205－214.

[6] 樊明寿，张福锁. 植物通气组织的形成过程和生理生态学意义[J]. 植物生理学通讯，2002，38：615－618.

[7] 罗健，王英，林东教，等. 金琥快速水培技术及其根系适应性的研究[J]. 园艺学报，2007，34（3）：711－716.

[8] 汪强，苏菊，孙合金，等. 水培花卉水生根系诱导研究初报[J]. 中国农学通报，2008，24（1）：60－63.

[9] 孔妤，王忠，顾蕴洁，等. 土培和水培吊兰根系结构的观察[J]. 园艺学报，2009，36（4）：533－538.