

## 以核桃壳为主要基质的铁皮石斛栽培研究

张爱丽<sup>1</sup>,何苗<sup>1</sup>,黄衡宇<sup>1,2</sup>,王元忠<sup>2,3</sup>,李继祥<sup>2</sup>

<sup>1</sup>云南中医学院/云南省道地濒危中药材繁育与栽培工程技术研究中心,昆明 650500;

<sup>3</sup>云南省玉溪市祥馨农产品种植基地,云南玉溪 653100;<sup>2</sup>云南农业科学院药用植物研究所,昆明 650200)

**摘要:**以核桃壳为铁皮石斛栽培的主要基质,按不同比例混合松树皮和锯木屑,同时结合大棚最佳露苗时间的筛选,进行铁皮石斛栽培试验,以提高试管苗的移栽成活率,并解决目前铁皮石斛栽培中基质成本过高、传统基质资源枯竭等问题。设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,将核桃壳作为基本基质,以不同比例松树皮、锯木屑及铁皮石斛生根瓶苗大棚露苗时间为因素,探究铁皮石斛栽培中较适宜的大棚露苗时间及核桃壳作为主要基质的可行性。研究结果表明,露苗时间对铁皮石斛炼苗成活率有显著影响;在单基质中,对瓶苗成活率而言,锯木屑最高,核桃壳和松树皮次之;对于生长势而言,松树皮略高于核桃壳,两者均显著高于锯木屑。正交试验结果显示,最佳露苗时间为14天,适宜的混合基质配比为核桃壳60%、松树皮30%、锯木屑10%。综上所述,混合基质以核桃壳为基本基质栽种铁皮石斛是可行的,结果为云南大理漾濞地区丰富的核桃壳资源利用提供了新途径,同时,也为大理漾濞地区铁皮石斛的规模化栽培提供试验依据。

**关键词:**铁皮石斛;核桃壳;混合基质;露苗时间;正交试验

中图分类号:S567.23

文献标志码:A

论文编号:casb18060004

### Cultivation of *Dendrobium officinale* Using Walnut Shell as the Main Growth Media

Zhang Aili<sup>1</sup>, He Miao<sup>1</sup>, Huang Hengyu<sup>1,2</sup>, Wang Yuanzhong<sup>2,3</sup>, Li Jixiang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yunnan University of Traditional Chinese Medicine/ Yunnan Breeding and Cultivation Research and Development Center of Endangered and Daodi Traditional Chinese Medicinal Materials, Kunming 600500;

<sup>2</sup>Yuxi Xiangxin Agricultural Plantation, Yuxi Yunnan 653100;

<sup>3</sup>Institute of Medicinal Plants, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650200)

**Abstract:** In the study, the walnut shell was used as the basic growth media and mixed with pine bark and sawdust at different ratios, aiming to solve problems such as high cost of growth media and deficient traditional growth media of *Dendrobium officinale*. Meanwhile, the study screened the best transplanting time after moving the root seedlings from the laboratory to the greenhouse to improve the transplanting survival rate. The  $L_9(3^4)$  orthogonal experiment was designed with walnut shell as the basic growth media, and different ratios of pine bark and sawdust and the acclimatization time as the main factors. The results showed that the acclimatization time of the seedlings had a significant impact on the transplanting survival rate, for different growth media, the transplanting survival rate in sawdust was higher than that in the walnut shell and pine bark; but the seedlings grew better in pine bark than that in walnut shell media and both of them grew significantly better than that in sawdust. The result of the orthogonal experiment showed that moving the root seedlings from the laboratory to the greenhouse about 14 days were the best acclimatization time, and the mixture of walnut shell, pine bark

**基金项目:**云南省科技计划项目青年项目“金铁锁三萜皂苷合成途径关键酶基因UGT的克隆与分析”(2015FD036);云南省科技厅重点实验室建设项目。

**第一作者简介:**张爱丽,女,1986年出生,四川人,讲师,博士研究生,研究方向为药用植物资源开发与利用。通信地址:650500 云南省昆明市呈贡新区雨花路1076号 云南中医学院,E-mail:yunnanzhongyi@hotmail.com。

**通讯作者:**黄衡宇,男,1969年出生,江苏人,教授,博士研究生,研究方向主要为植物发育生物学。通信地址:650500 云南省昆明市呈贡新区雨花路1076号 云南中医学院,E-mail:hhyhhy96@163.com。

**收稿日期:**2018-06-02,修回日期:2018-07-10。

and sawdust at the ratio of 60%, 30% and 10% was the most appropriate. The study indicates that it is feasible to cultivate *D. officinale* with mixed substrate based on walnut shell, and provides a new utilization approach of abundant walnut shell resources in Dali as well as a scientific basis for growing *D. officinale* in large scale.

**Key words:** *Dendrobium officinale*; walnut shell; mixed substrate; acclimatization time; orthogonal experiment

## 0 引言

铁皮石斛(*Dendrobium officinale*)为兰科石斛属(*Dendrobium*)多年生附生草本植物,具有增强免疫力、抗疲劳、抗氧化(抗衰老)、促消化、促进唾液分泌、降血糖、降血压、抗肝损伤以及抗肿瘤等药理作用<sup>[1-2]</sup>,其相关制剂在预防辐射性损伤方面以及止咳化痰等方面显示出良好作用<sup>[3-4]</sup>。显著的药理作用加上很高的观赏价值,使得铁皮石斛野生资源遭到过度采挖,资源已经濒临灭绝<sup>[5]</sup>,因此铁皮石斛的人工快繁技术及栽培研究成为研究的重点。

早在1988年国内便有了关于铁皮石斛试管苗快速繁殖的研究<sup>[6]</sup>。现今铁皮石斛的人工快繁技术已经非常成熟;对铁皮石斛组培苗炼苗移栽的相关文献及实例也很多<sup>[7-8]</sup>,基质大多采用树皮、锯末和核桃壳等<sup>[9-10]</sup>;尤其是松树皮,大多数的兰科植物栽培均能使用<sup>[11-12]</sup>。李雪等<sup>[13]</sup>将松树皮以及水苔分别在白色、黑色营养杯以及穴盘内作为植株的移栽基质进行试验,结果表明松树皮能够有效地提高铁皮石斛形态指标及植株蛋白质的质量分数;李泉森等<sup>[14]</sup>将锯末屑作为栽培基质进行试验,指出以锯末作为栽培基质时,有孔隙量大、透水性好以及保水保肥力强等优点,在该基质中生长的铁皮石斛根系发达且生长旺盛。铁皮石斛在组培和栽培上的突破,使国内铁皮石斛的栽培面积迅速扩大,其基质的需求亦日益增加,这也导致了松树皮资源枯竭,铁皮石斛的种植成本不断增加。同时,通过对大理漾濞地区核桃种植户走访得知,漾濞地区每年产出核桃4万t以上,核桃壳达8万m<sup>3</sup>,这些核桃壳通常以燃烧和制活性炭的方式消耗掉,其售价低至50元/m<sup>3</sup>,且燃烧对当地环境造成相当大的污染。

鉴于此,拟在大理漾濞地区开展铁皮石斛组培苗温室大棚栽种项目,本研究作为该项目的重要前期工作,针对炼苗和栽培基质进行选择,基于“因地制宜、就地取材”的原则,将核桃壳代替松树皮为基质进行试验。以期解决当地松树皮资源匮乏问题,为丰富的核桃壳资源提供新的利用途径。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试验时间、地点

铁皮石斛组培生根苗由云南中医学院云南省道地濒危中药材繁育与栽培工程技术研究中心提供,把瓶

内植株整体较为粗壮、株数多、叶片绿、根系发达、未发生变异且平均高度占瓶身4/5的瓶苗作为试验生根苗。松树皮、锯木屑和核桃壳于漾濞县采购。

试验于2016年8月30日开始,至2018年4月1日试验结束。试验用温室大棚位于云南中医学院内,按照长42m并设置活动卷帘,宽8m并安装进出活动门,高2.5m且棚顶装配可开关式天窗的方式搭建;栽培试验地位于漾濞县太平乡箐口村(99.815°E,25.550°N,海拔2200m)。

### 1.2 露苗时间筛选

基质分别选择松树皮、核桃壳和锯木屑3种单一基质进行试验,根据不同种植户对铁皮石斛生根瓶苗大棚露苗时间长短的不同反馈,以露苗时间7天为1个周期,处理7、14、21天。露苗后,采用完全组合试验,将不同露苗时间的组培苗移栽至各单一基质中,90天后统计平均每架铁皮石斛的成活率和出芽率。

### 1.3 混合基质筛选

将松树皮、锯木屑的使用比例和露苗时间作为因素,各设定3个水平,进行L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验(表1)。培养90天后,统计平均每架铁皮石斛的成活率及其平均生长势。按正交结果所得最佳组合进行栽培,360天后计算平均每架铁皮石斛的总鲜条质量。

表1 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验

水平	因素		
	A 松树皮/%	B 锯木屑/%	C 露苗时间/d
1	10	10	7
2	20	20	14
3	30	30	21

### 1.4 瓶苗移栽

1.4.1 瓶苗处理 移栽前一天傍晚将瓶苗开盖,不取出植株,避免移栽时出现瓶内温度过高导致植株烧尖的现象;若培养基质地较硬可往瓶内注入少量自来水软化培养基,以免取出生根苗时折断植株根部。

1.4.2 基质处理 移栽前将松树皮、锯木屑及核桃壳用沸水煮2h进行杀菌消毒处理后,再浸泡至800~1000倍的多菌灵水溶液中,待多菌灵水溶液完全渗透进基质后捞出备用<sup>[15]</sup>。

1.4.3 移栽 将植株从瓶内取出,用清水将根上的培养

基洗净,避免后期出现霉变及根腐病等疾病;植株洗净后放入多菌灵水溶液中浸泡 5 min 后取出,放置于阴凉通风处晾干至根发白后根据植株大小进行分类<sup>[6]</sup>。

把处理后的基质加入苗盆的 2/3 处,将分好类的植株以大小相似的 3 棵为一丛移栽至苗盆内,每盆 2 丛。移栽时尽量舒展开根部把苗直立种于盆内,伸展开的根能更多与基质接触,可充分吸收水和无机盐;基质刚好完全掩盖住根系且不能盖住地上部分,同时基质不高于苗盆内口。

### 1.5 管理方法

1.5.1 水和温度的管理 棚内温度保持在 20~35℃,定根水于移栽的第 2 日早上 9:00 之前完成浇灌(太阳暴晒时不浇水施肥),以基质完全浇透为准,并于之后的每天早上 9:00 之前完成浇水 1 次,以基质湿度达到 60%为准;在雨季,及时通风,减少喷雾次数,连续阴雨天气时不浇水,防止湿度过大引起试管苗霉变腐烂<sup>[7]</sup>。

1.5.2 肥料的使用 移栽后的第 20 天起(20 天时大部分植株的新根新芽已经长出,可以吸收肥料),于天晴的第 2 天早上 9:00 以前将中云大化-复合肥料(N-P-K=15-15-15)溶入水中完成浇灌,以基质完全浇透为准,施肥当日不用浇水,之后每 5 天施 1 次肥(肥料水溶液的浓度为 1.125 g/L)。

1.5.3 病虫害的防治 石斛主要病害有石斛黑斑病和石斛炭疽病等,根据文献结合实际情况进行防治<sup>[18]</sup>:移栽后第 15 天用 50%多菌灵的 1000 倍溶液喷雾 1 次;移栽后第 20 天用 70%甲基托布津的 1000 倍液喷雾 2 次;石斛主要的虫害有石斛菲盾蚧和软体动物等,管理过程中出现时用生物农药海正灭虫灵 4000 倍液喷雾杀灭后,把 50%辛硫磷乳油 0.5 kg 混合鲜草 50 kg 拌湿,于傍晚撒在田间诱杀同时在苗床四周撒石灰。

### 1.6 统计指标

所得数据采用 Excel 和 SPSS 19.0 软件处理分析。完全组合试验统计成活率和出芽率[式(1)~(2)];

正交试验统计成活率和生长势[式(3)]。成活标准为 30 天内不出现枯萎现象。盆内植株取出洗净基质后,放置于精确度为 0.01 g 的电子秤上称重,记为苗质量。

$$\text{每架成活率} = \frac{1 - \text{每架死亡丛数}}{240} \times 100\% \dots\dots (1)$$

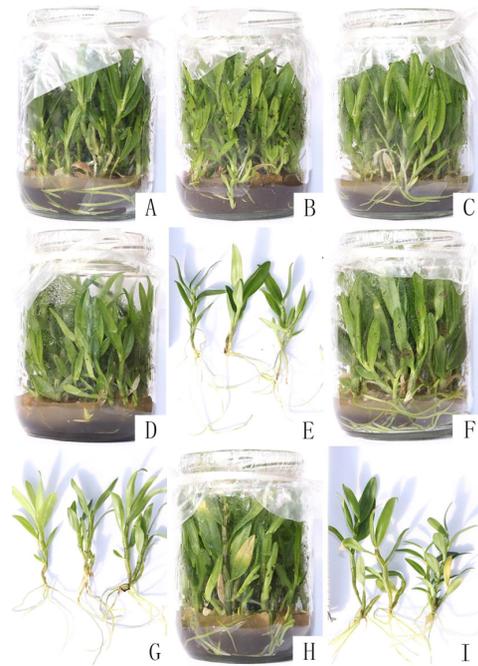
$$\text{出芽率} = \frac{\text{新芽数}}{\text{成活丛数} \times 3} \times 100\% \dots\dots (2)$$

$$\text{每盆生长势} = \frac{\text{苗总质量} - \text{苗初始质量}}{\text{苗总质量} \times 6} \times 100\% \dots (3)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 露苗

图 1 分别为露苗 7、14、21 天时生根苗的生长状况。



A~C 为刚从培养室取出时的生根苗;D~E 为露苗 7 天时的生根苗; F~G 为露苗 14 天时的生根苗;H~I 为露苗 21 天时的生根苗

图 1 生根苗

### 2.2 单一基质不同露苗时间完全组合试验

采用单一基质不同露苗时间完全组合试验结果如表 2。试验结果表明,锯木屑作为基质配合 21 天露苗

表 2 不同基质和不同露苗时间对铁皮石斛组培生根苗炼苗移栽的影响

基质种类	露苗时间/d	移栽数/架	成活率/%	出芽率/%
核桃壳	7	5	70.916±3.82283e	130.364±4.20234b
	14	5	85.000±1.93183c	135.620±7.77337b
	21	5	79.834±2.21664d	127.960±5.34389b
松树皮	7	5	72.918±1.92967e	151.620±16.20338a
	14	5	84.896±1.73163c	149.184±9.79460a
	21	5	79.002±2.40503d	157.226±10.99929a
锯木屑	7	5	84.582±1.97748c	14.684±1.38172c
	14	5	93.914±1.82852b	14.512±1.54252c
	21	5	97.250±1.39891a	14.362±0.89245c

注:同一列不同小写字母表示差异性显著(P<0.05),表 6 同。

时间,宜于铁皮石斛组培生根苗炼苗成活;炼苗时间和基质的变化对铁皮石斛组培生根苗成活率有显著影响,以松树皮、核桃壳为单一基质时,露苗时间7~14天成活率与之呈正相关,14~21天范围内呈负相关;基质为锯木屑时,成活率与炼苗时间7~21天范围内呈正相关;松树皮和核桃壳作为基质时,炼苗成活率在露苗时间相同的情况下无显著差异;锯木屑作为基质时,炼苗成活率在露苗时间相同的情况下显著高于前两者。将松树皮作为基质,宜于铁皮石斛组培生根苗栽培出芽;露苗时间的改变对相同基质中植株出芽率无显著影响;不论露苗时间如何,不同3种基质间出芽率均有显著差异(图2)。

### 2.3 炼苗栽培 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

表3成活率极差分析结果显示 $R_{时间} > R_{锯木屑} > R_{松树皮} >$

$R_D$ ,说明在铁皮石斛的混合栽培基质中,露苗时间为主要因子,在7~14天范围内与成活率呈正相关,而高于14天则呈负相关;松树皮则适合按照20%替代;对于锯木屑, $C_3 > C_2 > C_1$ ,表明水平3(30%)在成活率较水平2(20%)和水平1(10%)更好。3种因素的极差均大于空白组(1.223),暗示松树皮、锯木屑和露苗时间针对铁皮石斛炼苗成活率上的效应都是可靠的。

通过进行成活率的方差分析(表4)可知,松树皮、锯木屑和露苗时间对铁皮石斛炼苗成活率的协同效应较好,无显著差异。通过均值分析可知,铁皮石斛炼苗栽培中,成活率最佳因素组合为 $A_2B_3C_2$ ,即松树皮20%+锯木屑30%+露苗14天。

生长势极差分析表明(表3),松树皮为生长势最主要影响因素,其次为锯木屑和露苗时间。3个因素



A为锯木屑中90天时植株生长情况;B为核桃壳中90天时植株生长情况;C为松树皮中90天时植株生长情况

图2 各基质中的植株

表3  $L_9(3^4)$ 正交试验结果

编号	因素				存活率/%	生长势/%
	A 松树皮/%	B 锯木屑/%	C 露苗时间/d	D		
A1	10(1)	10(1)	7(1)	(1)	72.21	63.49
A2	10(1)	20(2)	14(2)	(2)	84.14	67.16
A3	10(1)	30(3)	21(3)	(3)	87.28	62.78
A4	20(2)	10(1)	14(2)	(3)	83.74	80.42
A5	20(2)	20(2)	21(3)	(1)	86.19	74.22
A6	20(2)	30(3)	7(1)	(2)	81.93	69.39
A7	30(3)	10(1)	21(3)	(2)	80.63	78.36
A8	30(3)	20(2)	7(1)	(3)	78.71	75.16
A9	30(3)	30(3)	14(2)	(1)	91.97	74.34
存活率	$K_1$	81.210	78.860	77.617	83.457	
	$K_2$	83.953	83.013	86.617	82.233	
	$K_3$	83.770	87.060	84.700	83.243	
	$R_1$	2.743	8.200	9.000	1.223	
生长势	$K_1$	64.477	74.090	69.347	70.683	
	$K_2$	74.677	72.180	73.973	71.637	
	$K_3$	75.953	68.837	71.787	72.787	
	$R_2$	11.476	5.253	4.626	2.104	

表4 成活率方差分析结果

源	III型平方和	自由度	均方	F	Sig.
A 松树皮	14.113	2	7.057	0.178	P>0.05
B 锯木屑	100.866	2	50.433	1.997	P>0.05
C 露苗时间	41.911	2	20.955	7.313	P>0.05
D	1.277	2	0.639	0.066	P>0.05

的极差均大于空白列(2.104),表明松树皮、锯木屑以及露苗时间在铁皮石斛炼苗栽培中对生长势的效应均是可靠的。方差分析(表5)显示,松树皮对生长势有显著影响( $P<0.05$ ),而锯木屑和露苗时间则无显著影响( $P>0.05$ );进一步对松树皮3个水平进行Duncan检验(表6)可知,铁皮石斛炼苗栽培中对生长势影响最大的是水平3(30%),与水平2(20%)无显著差异,而和水平1(10%)呈显著差异。通过均值分析可知,铁皮石斛炼苗栽培中,生长势最佳因素组合为A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>,即松树皮30%+锯木屑10%+露苗14天。

表5 生长势方差分析结果

源	III型平方和	自由度	均方	F	Sig.
A 松树皮	237.384	2	118.692	8.768	P<0.05
B 锯木屑	42.423	2	21.212	0.461	P>0.05
C 露苗时间	32.141	2	16.071	0.337	P>0.05
D	6.655	2	3.328	0.064	P>0.05

综合铁皮石斛组培苗炼苗栽培中成活率和生长势2个参数,以核桃壳作为基本基质是可行的。同时结

表6 松树皮3个水平Duncan检验

水平	平均值
3	75.9533a
2	74.6767a
1	64.6747b

合正交试验结果,本着一步到位,避免二次移栽的原则,采用组培苗露苗14天后,移栽至松树皮30%+锯木屑10%+核桃壳60%的基质中,作为进行铁皮石斛组培苗栽培的最佳组合方式。

#### 2.4 最佳组合移栽植株概况

将植株(图3A)移栽至基质中,15天后开始出现芽点,新芽从植株茎基发出,但芽的生长极为缓慢,30天时芽点发生比较明显(图3B),45天后植株新芽生长迅速,90天时生长至约5 cm长(图3C)。刚移栽及移栽30、90天后植株的生长状况如图4所示。移栽1年左右植株生长状况如图5所示。



A 为准备移栽时的植株;B 为移栽后30天的植株;  
C 为移栽后90天的植株

图3 移栽裸苗



A 为刚移栽的植株;B 为移栽后30天的植株;C 为移栽后90天的植株

图4 移栽后盆内情况



A 为最优基质栽培的单盆植株;B 为最优基质栽培的植株局部;C 为最优基质栽培的植株整体

图5 最优基质中生长360天时的植株

剪下鲜条后称重,平均每架铁皮石斛可产出8.94 kg鲜条,较云南省玉溪市祥馨农业技术开发有限公司使用松树皮种植的铁皮石斛平均每架产出约高出0.44 kg。

### 3 结论

大理漾濞是核桃之乡,作为中国核桃产业的龙头县,每年都有大量核桃壳残余。同时当地野生石斛种类繁多,说明该地区适合石斛属植物的生长。因此,利用核桃壳对铁皮石斛进行人工栽培对漾濞地区的经济具有发展意义。本研究作为云南大理地区大力开展铁皮石斛人工栽培项目的前期工作,证明漾濞核桃薄壳作为铁皮石斛的人工炼苗栽培基质是可行的。用锯木屑作为铁皮石斛的炼苗栽培基质,有成活率高的优点,但成苗后出芽率低生长缓慢;用松树皮和核桃壳炼苗栽培铁皮石斛成活率较低,却有着成苗后出芽率高、生长迅速的优点。规模化栽培中用锯木屑炼苗后再移栽至松树皮中的做法,虽利用各基质的优点,但也多出二次移栽的成本,亦增加移栽过程中二次死苗的风险。将核桃壳、松树皮和锯木屑三者按照核桃壳60%、松树皮30%、锯木屑10%进行混合,能达到炼苗移栽高成活率、人工栽培铁皮石斛产量高和炼苗栽培一步到位的目的,基质资源可源源不断;同时遵循资源循环科学,解决当地核桃壳资源常以燃烧和制活性炭方式消耗,出现二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫等挥发性物质和产生部分粉尘对大气造成污染的问题。本研究结果表明,大理漾濞地区在推动铁皮石斛产业发展的过程中,完全可以把废弃核桃壳作为栽培的主要基质加以再利用,既避免了环境污染和资源浪费,亦可大幅推动该地区的经济发展。

### 4 讨论

#### 4.1 铁皮石斛试管苗的露苗时间

李进进等<sup>[19]</sup>从栽培基质、扩繁代数和海拔等方面,研究影响铁皮石斛移栽成活率的因素;黄作喜等<sup>[20]</sup>从不同季节气温、不同基质、不同松树皮厚度和不同定植方式等方面进行试验,探究了影响铁皮石斛组培苗驯化成活率的因素。大多文献得出影响铁皮石斛试管苗成活的主要因素在于基质,而本研究发现,铁皮石斛瓶苗移栽前露苗对成活率也有显著性影响,而铁皮石斛试管苗栽培文献对露苗时间尚未有报道。

本研究结果表明,露苗时间的长短直接影响到铁皮石斛试管苗移栽炼苗的成活率,若不对铁皮石斛试管苗进行露苗,移栽后的石斛几乎不会成活,这一结论与铁皮石斛种植户移栽经验一致。推测试管苗的露苗是从适宜环境向自然环境的过渡过程,露苗可使瓶内植株逐渐适应外界光照和温度,可避免直接移栽使得

石斛生存环境急剧变化而导致的死苗情况发生。

#### 4.2 铁皮石斛的基质

本研究中把核桃壳、松树皮和锯木屑按一定比例(60%+30%+10%)混合作为铁皮石斛的栽培基质,研究结果表明该基质上移栽的铁皮石斛苗期生长出芽率高,后期植株长势较快。常美花等<sup>[21]</sup>研究发现,把混合基质(树皮、锯末等体积混合)作为铁皮石斛栽培基质,移栽的铁皮石斛成活率较高,与本试验中锯木屑可提高石斛炼苗成活率结论一致;常海楠等<sup>[22]</sup>在用山核桃薄壳作为铁皮石斛栽培基质的研究中也发现,60%山核桃薄壳混合40%松鳞时能提升铁皮石斛产量。

在完全组合试验中,把松树皮和核桃壳作为铁皮石斛栽培炼苗基质,出芽率显著高于以锯木屑作为基质,其中用松树皮基质栽培炼苗时出芽率略高于核桃壳基质;结合正交试验结果中的生长势发现,松树皮对铁皮石斛生长势有着显著提高,故在铁皮石斛人工栽培基质中适量的松树皮是必要的。同时,本研究发现混合基质中10%的锯木屑可显著提高石斛炼苗成活率,可能是锯木屑较为松软且吸水效果极好,水肥会先由锯木屑快速吸收,核桃壳和松树皮在直接吸收水肥的同时,间接地从锯木屑中吸收一部分,有效地减少了浇水喷肥的时间,更避免了水肥的过量流失,弥补了核桃壳和松树皮吸水慢、锯木屑透气性差等缺点。

目前对铁皮石斛移栽的研究中,多以树皮为主要基质<sup>[23-24]</sup>。本研究创造性地结合组培苗的露苗时间,应用核桃壳为主要基质,按不同比例混合松树皮和锯木屑进行铁皮石斛的栽培,既解决了现在铁皮石斛栽培过程中基质成本过高、传统基质资源枯竭等问题,又本着“因地制宜、就地取材”的原则,利用大理漾濞地区的核桃资源优势,为铁皮石斛的规模化栽培提供大量的栽培基质。铁皮石斛作为中药材,既可全株入药,也可以新鲜茎入药,因此单丛鲜重、株高、茎粗都是衡量产量的重要指标<sup>[25-26]</sup>。然而在本研究中仅对移栽后的铁皮石斛的成活率和生长势进行了比较,评价指标过于单一。因此在后期研究中,将综合考虑各处理下的单丛鲜重、株高、茎粗及生长动态等指标,进一步优化铁皮石斛的栽培基质。

### 参考文献

- [1] Meng L Z, Lv G P, Hu D J, et al. Effects of polysaccharides from different species of *Dendrobium* (Shihu) on macrophage function[J]. *Molecules*,2013,18(5):5779-5791
- [2] Xie S Z, Liu B, Zhang D D, et al. Intestinal immunomodulating activity and structural characterization of a new polysaccharide from stems of *Dendrobium officinale*[J]. *Food Funct*,2016,7(6):2789-2799.

- [3] 王崇道,强亦忠,崔凤梅.铁皮枫斗晶对小鼠辐射损伤的防护作用[J].辐射防护,2004,24(6):403-405,408.
- [4] 李慧林,耿宝琴,雍定国.铁皮枫斗晶对呼吸道功能的影响[J].中药药理与临床,2001,17(5):32-33.
- [5] 罗毅波,贾建生,王春玲.中国兰科植物保育的现状和展望[J].生物多样性,2003,11(1):70-77.
- [6] 戴小英,张淑霞,周莉荫,等.铁皮石斛不同外植体组培快繁技术比较研究[J].中国农学通报,2011,27(10):122-126.
- [7] Huang D, Huang S, Xie Q, et al. Advanced in Researches of Cultivation Technologies of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo [J]. Medicinal Plant,2016,7(11-12): 63-66.
- [8] Schendel Z. High- efficient propagation method of seedlings of *Dendrobium officinale*[J]. Journal of the American Academy of Dermatology,2013,68:190.
- [9] 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.
- [10] 肖强,杨丛,张峥,等.不同仿生态栽培方式对铁皮石斛多糖积累影响[J].中国农学通报,2015,31(10):142-147.
- [11] 陈亚丽.大花蕙兰的栽培管理深析[J].园艺与种苗,2014(9):4-7,13.
- [12] 朱虹,郝厚诚,孙长生.我国铁皮石斛产业现状和发展对策[J].陕西农业科学,2014,60(12):77-79.
- [13] 李雪,刘建福,曾小爱,等.不同基质和容器对铁皮石斛生长和生理特性的影响[J].西南师范大学学报:自然科学版,2012,37(8):124-128.
- [14] 李泉森,张明.石斛栽培基质的选择[J].重庆中草药研究,1999(39):15-16.
- [15] 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.
- [16] 刘海,张荷轩,罗鸣,等.铁皮石斛仿野生种植标准操作规程(SOP)(试行)[J].时珍国医国药,2016,27(4):957-959.
- [17] 斯金平,俞巧仙,宋仙水,等.铁皮石斛人工栽培模式[J].中国中药杂志,2013,38(4):481-484.
- [18] 崔之益,肖玉,杨曾奖,等.铁皮石斛种植技术体系[J].生态学杂志,2017,36(3):878-884.
- [19] 李进进,廖俊杰,许继勇,等.铁皮石斛试管苗栽培技术研究[J].中药材,2006,29(11):1133-1134.
- [20] 黄作喜,林忠全,陶广松,等.影响铁皮石斛组培苗驯化的关键因素探析[J].中药材,2011,34(12):1829-1833.
- [21] 常美花,金亚征,王莉.铁皮石斛快繁技术体系研究[J].中草药,2012,43(7):1412-1417.
- [22] 常海楠.山核桃薄壳用作铁皮石斛栽培基质的应用技术研究[D].临安:浙江农林大学,2015:25-33.
- [23] 郭顺财.铁皮石斛栽培基质研究[J].福建农业科技,2014,1(1):9-10.
- [24] 孙映波,黄丽丽,何慧中,等.桉树皮作铁皮石斛栽培基质的适应性研究[J].广东农业科学,2014,41(6):80-84.
- [25] 石丽敏,卢华兵,郭勇,等.铁皮石斛栽培基质筛选研究[J].农业科技通讯,2012(2):45-46.
- [26] 李宏蛟,蒋影,林昌虎,等.不同栽培基质对炼苗期铁皮石斛生长动态的影响[J].西南农业学报,2014,27(5):2131-2134.