

## 杉木无根组培苗移栽技术研究

何振革<sup>1</sup>, 陈琴<sup>2\*</sup>, 黄开勇<sup>2</sup>, 刘能科<sup>1</sup>, 劳广杰<sup>1</sup>

(1. 广西融安县西山林场, 广西融安 545400; 2. 广西林业科学研究院, 广西南宁 530002)

**摘要** [目的]获得一种较好的杉木组培苗移栽方式,降低杉木组培苗生产成本。[方法]以广西杉木种子园混系的组培继代瓶苗为试验材料,研究不同浓度(0、600、800、1 000 mg/L)ABT1#生根剂对杉木无根组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响;在同一浓度 ABT1#生根剂处理下,研究不同移栽基质对杉木无根组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响。[结果]随着生根剂浓度的升高,生根率和平均根系数逐步增大,在该浓度范围内可安全使用;当 ABT1#生根剂浓度设定为 800 mg/L 时,最适合杉木组培苗瓶外生根的移栽基质是黄泥。[结论]该研究可为杉木无性系苗的市场化应用提供科学依据。

**关键词** 杉木;组培苗;移栽

中图分类号 S723.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)11-0127-02

**Study on Transplanting Technique of Root Tissue Culture Seedling of *Cunninghamia lanceolata*****HE Zhen-ge<sup>1</sup>, CHEN Qin<sup>2\*</sup>, HUANG Kai-yong<sup>2</sup> et al** (1. Xishan Forest Farm, Rong'an, Guangxi 545400; 2. Guangxi Forestry-Research Institute, Nanning, Guangxi 530002)

**Abstract** [Objective] In order to obtain a better transplanting method of tissue culture seedlings of *Cunninghamia lanceolata*, and reduce the production cost of tissue culture seedlings of *Cunninghamia lanceolata*. [Method] Taking the tissue culture form Guangxi fir seed orchard as test material, the effects of different concentrations (0, 600, 800, 1 000 mg/L) of ABT1 # rooting agents on the survival rate of rooting and transplanting of rootless shoots of *Cunninghamia lanceolata* was studied, and the effects of different transplanting substrates on rooting of roots and the survival rate of transplanting under the conditions of the same concentration of ABT1 # rooting agent was studied. [Result] The results showed that the rooting rate and average root coefficient were increased with the increase of the concentration of rooting agent, in the concentration range can be safely used. When the concentration of ABT1 # rooting agent was set to 800 mg/L, the transplanting substrate suitable for rooting of *Cunninghamia lanceolata* tissue culture seedlings was yellow mud. [Conclusion] The study can provide scientific basis for the market application of *Cunninghamia lanceolata* clones seedling.

**Key words** *Cunninghamia lanceolata*; Tissue culture seedling; Transplant

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国特有的针叶树种,也是我国华南地区重要的速生用材树种之一<sup>[1]</sup>。杉木材质轻韧、纹理通直、结构均匀、易于加工,不仅是良好的家具用材、建筑用材,还是优良的纸浆用材,深受广大林农青睐<sup>[2]</sup>。杉木在我国长江流域以南地区广泛种植,目前我国现存杉木人工林面积居各类用材树种之首。随着林权制度改革的稳步加快和国家推进良种化造林,每年造林对杉木良种苗的需要也越来越大<sup>[3]</sup>。广西每年杉木造林面积约 4.67 万 hm<sup>2</sup>/a,需要良种苗木近 2 亿株,杉木良种苗木的供应相对紧张。

目前,植物的组织培养技术已成为国内外工厂化育苗的重要手段之一。常规组培过程一般包括初代诱导、增殖扩繁、无菌培养体系的建立、生根和移栽等环节<sup>[4-5]</sup>。组培苗的生根和移栽是决定能否进行工厂化生产及应用的关键环节,因此提高组培苗生根和移栽成活率成为工厂化育苗的主要研究任务之一<sup>[6]</sup>。针对一些植物种类在瓶内都难以生根或者根系发育不良、吸收的功能极弱、移栽后有不易成活的特点,同时又为了缩短育苗周期、降低生产成本,国内外学者就现有生根及驯化的程序进行改进,从而产生了组培苗瓶外生根技术<sup>[7]</sup>。笔者以广西杉木种子园混系组培瓶苗为试验材料,研究不同移栽基质对杉木无根组培苗的生根率及

移栽成活率的影响,以期获得一整套杉木组培无根苗移栽技术模式,降低良种杉木组培苗生产成本,为杉木无性系苗推向市场化提供科学依据。

**1 材料与方法**

**1.1 试验地概况** 广西壮族自 治 区 林 业 科 学 研 究 院 (以 下 简称广西林科院)地处广西省南宁市北郊,属于亚热带典型季风气候,干湿季节明显,夏长高温多雨,冬短温暖干燥,无霜期长(可达 330 d)。年太阳总辐射量为 468.41 kJ/cm<sup>2</sup>,年均日照时数为 1 827 h。年均气温 21.6 ℃,其中月均气温在 20 ℃ 以上的有 7 个月。极端最低气温为 2.1 ℃,极端最高气温 40.4 ℃。年降水量为 1 304.2 mm,降雨主要集中在 5—9 月。

杉木无根组培苗瓶外生根试验于 2015 年 3—5 月在广西林科院温室大棚进行,棚内设置可移动式苗床,大棚天窗常开,两边卷帘拉起,棚内空气与外界相通,顶部加盖 2 层遮阴网(遮光度为 75%),棚内温度变化较小,湿度适中,适合开展苗木繁育相关试验。

**1.2 试验材料** 杉木组培无根苗移栽试验材料为由广西杉木种子园混系所诱导并进行继代增殖的继代小苗。以黄泥、椰糠等作为基质材料,对不同基质材料采用 RM 菌组配合堆沤进行发酵处理,获得原始基质材料,备用<sup>[5]</sup>。将经过处理的各类基质按照试验设计进行配制,得到不同移栽基质。将发酵处理基质原料按比例配制好,通过容器成型机生产成为规格直径 4.5 cm、长度 8.0 cm 的无纺布育苗容器杯,备用。杀菌剂分别为多菌灵、百菌清、甲基托布津、中生菌素等。

**1.3 试验预处理** 苗木移栽前 1 d,采用 0.5% 高锰酸钾溶液淋洒对基质进行消毒处理,淋洒高锰酸钾后采用薄膜覆

**基金项目** 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科转 1599004-9);广西林业科技项目(桂林科字[2014]01 号);广西科技计划项目(桂科 AB16380052)。

**作者简介** 何振革(1981—),男,广西柳州人,工程师,硕士,从事林木良种选育及苗木培育工作。\* 通讯作者,工程师,硕士,从事人工林定向培育研究。

**收稿日期** 2017-02-10

盖,次日掀开薄膜,将基质淋水湿透后进行移栽。苗木移栽后浇定根水并立即喷施0.1%多菌灵溶液,最后加盖薄膜保湿。加盖薄膜期间,根据温度和湿度,适时打开薄膜两头透气,15 d后逐渐除去薄膜。苗木移栽后视情况浇水,每隔7 d喷施1次杀菌剂,多种杀菌剂轮流使用。

#### 1.4 试验方法

**1.4.1 不同浓度生根剂对组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响。**以黄泥作为移栽基质,使用不同浓度ABT1#生根剂对试管苗进行处理,以未经生根剂处理作为对照(CK),研究不同浓度生根剂对组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响。ABT1#生根剂浓度分别为600、800、1 000 mg/L,将生根剂与黄泥混合制成泥浆,将无根苗基部蘸取混有生根剂的泥浆后进行移栽。每处理移栽54株,3次重复,每重复18株,移栽60 d后统计苗木成活率及生根率。

**1.4.2 不同移栽基质对组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响。**以800 mg/L ABT1#溶液对无根组培苗进行处理,以黄泥和椰糠进行混合获得不同配方基质材料,研究不同移栽基质对试管苗瓶外生根及移栽成活率的影响。共设5个处理,分别为黄泥、椰糠、90%椰糠+10%黄泥、70%椰糠+30%黄泥、50%椰糠+50%黄泥。每处理移栽54株,3次重复,每重复18株,移栽60 d后统计苗木成活率及生根率。

**1.5 数据统计** 数据经Excel整理后采用SPSS分析软件进行统计分析,处理间的差异显著性采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)检验,并用Duncan法进行两两之间的多重比较,显著性水平设为 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果与分析

**2.1 生根剂处理对组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响** 由表1可知,随着生根剂浓度的升高,生根率和平均根数均随之增大,生根以1 000 mg/L处理的效果最好,生根率、平均根数、>1.5 cm平均根数均显著大于其他处理( $P<0.05$ )。生根率达100%,平均根数达14.3根,>1.5 cm平均

根数达到11.3根;其次为生根剂浓度为800 mg/L处理,生根率达96.3%,平均根数达8.9根,>1.5 cm平均根数达到6.6根。综合来看,各处理生根效果较好,均达到90.0%以上,平均根数均达到4.7根以上,>1.5 cm平均根数也达到了4.3根以上。生根剂浓度对杉木组培苗生根具有一定影响,生根剂浓度适当增大有助于提高试管苗生根率及生根数量。

表1 不同浓度生根剂对组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响

Table 1 Effects of different concentrations of rooting agent on rooting and transplanting survival rate of tissue culture seedlings of *Cunninghamia lanceolata*

生根剂浓度 Rooting agent concentration mg/L	生根率 Rooting percentage//%	平均根系数 Average root coefficient//根	>1.5 cm平均根数 >1.5 cm average root coefficient 根
1 000	100±0 a	14.3±2.2 a	11.3±1.9 a
800	96.3±3.2 b	8.9±1.6 b	6.6±1.2 b
600	92.6±6.4 b	7.7±1.3 b	6.3±1.6 b
0	94.4±5.6 b	4.7±0.7 c	4.3±0.8 b

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase in the same column indicated significant differences ( $P<0.05$ )

**2.2 移栽基质对试管苗瓶外生根及移栽成活率的影响** 由表2可知,不同基质中生根率均达到较高水平,除了椰糠的生根率低于90.0%外,其余均高于90.0%。但从平均根数和>1.5 cm平均根数来看,试管苗生根效果最好的基质为黄泥,平均根数达27.4根,>1.5 cm平均根数达到26.2根,均显著大于椰糠、90%椰糠+10%黄泥、70%椰糠+30%黄泥处理( $P<0.05$ );其次为50%椰糠+50%黄泥处理,平均根数达27.1根,>1.5 cm平均根数达到25.6根;再次为椰糠,平均根数达24.6根,>1.5 cm平均根数达到22.3根。以上结果说明不同移栽基质对试管苗瓶外生根及移栽生根影响较大,当ABT1#生根剂浓度固定为800 mg/L时,最适合杉木试管苗生根的移栽基质是黄泥。

表2 不同移栽基质对组培苗瓶外生根及移栽成活率的影响

Table 2 Effects of different transplanting medium on rooting and transplanting survival rate of tissue culture seedlings of *Cunninghamia lanceolata*

移栽基质 Transplanting medium	生根率 Rooting percentage//%	平均根系数 Average root coefficient//根	>1.5 cm平均根数 >1.5 cm average root coefficient//根
黄泥 Yellow mud	94.4±5.6 a	27.4±0.4 a	26.2±1.0 a
椰糠 Coir dust	87.0±3.2 b	24.6±1.4 b	22.3±0.9 b
90%椰糠+10%黄泥 90% coir dust + 10% yellow mud	94.4±5.6 b	23.7±0.9 b	22.3±0.9 b
70%椰糠+30%黄泥 70% coir dust + 30% yellow mud	96.3±3.2 a	22.5±1.6 b	20.9±1.1 b
50%椰糠+50%黄泥 50% coir dust + 50% yellow mud	92.6±3.2 b	27.1±0.9 a	25.6±0.7 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase in the same column indicated significant differences ( $P<0.05$ )

## 3 结论与讨论

(1)该研究结果表明,随着生根剂浓度的升高,生根率和平均根数均随之增大。生根剂浓度对杉木试管苗生根具有一定影响,生根剂浓度适当增大有助于提高试管苗生根率及生根数量,在该浓度范围内可安全使用;研究不同移栽基质对试管苗瓶外生根及移栽生根影响较大,当ABT1#生根剂浓度固定为800 mg/L时,最适合杉木试管苗生根的移栽基质

是黄泥。

(2)从试验结果来看,杉木良种组培苗采用瓶外生根移栽方式适用于规模化生产。从杉木组培苗生产成本构成看,采用瓶外生根移栽方式生产杉木组培苗,可以有效降低苗木生产成本45%以上。试验证明该方法是一套科学、可行、可在生产上推广的杉木无性系快繁技术。

(下转第145页)

气表现出叶片发红萎缩,张开度收缩,茎干匍匐的现象。从生长情况看,垂盆草的覆盖度最好。

**2.4.2 多孔混凝土植被砖的立体绿化应用。**该研究研制出



图 2 多孔混凝土植被砖的立体绿化应用

Fig. 2 Application of porous concrete brick of vegetation in vertical greening

### 3 结论与讨论

研究结果表明,水灰比在 0.25 ~ 0.30 可以获得较高的抗压、抗折强度,同时可以避免因为胶体沉积造成有效孔隙率下降的现象。这与胡春明等<sup>[4]</sup>的研究结果是一致的,但黄剑鹏等<sup>[5]</sup>的研究结果则表明水灰比控制在 0.33 ~ 0.37 较适宜,徐荣进等<sup>[6]</sup>的研究结果则是水灰比在 0.42 左右较合适。

集料的尺寸大小会影响多孔混凝土的有效孔隙率,集料越大,有效孔隙率就越大,抗压和抗折强度就越低,这与魏清伟等<sup>[7]</sup>的研究结果一致。三重大学对细集料配制多孔混凝土的基本属性进行了试验研究<sup>[8]</sup>。Chindaprasirt 等<sup>[9]</sup>对集料的尺寸大小对多孔混凝土结合力、抗压强度和孔隙度的影响进行了研究,提出了集料的强度与多孔混凝土的强度、孔隙度成正比。韩国忠南大学在种植用的多孔混凝土中加入了硅灰和碳纤维来提高其物理机械性能,可以减少硅酸盐水泥的用量,抗折强度还得到提高<sup>[10]</sup>。悉尼理工大学经过试验研究使用粉煤灰替代 50 % 的硅酸盐水泥,同样可以配制出孔隙率大、抗压强度高多孔混凝土<sup>[11]</sup>。

集料类型对多孔混凝土的有效孔隙率、抗压强度和抗折强度均有影响。该研究的结果表明,用碎石作为集料得到的多孔混凝土抗压、抗折性能较好。刘聃等<sup>[12]</sup>的研究结果表明,增加碎石掺量可以提高多空混凝土抗压强度。

目前将多孔混凝土进行苗圃预制植被砖的应用研究暂时未见报道,尤其是根据立体绿化的环境进行多孔混凝土与抗逆性强的植物搭配的应用研究。该研究中进行的植生试验及小型工程试验表明,研究制备得到的多孔混凝土适宜植

的多孔混凝土植被砖在广州市林业和园林科学研究院进行小型工程试验,经过一段时间的观察,未发现植株死亡和植被砖断裂现象(图 2)。

物长期生长,并能实现绿化效果。该研究为了满足立体绿化需要,选择了 4 种适应立体绿化应用的植物。

### 参考文献

- [1] 王智,钱觉时,张朝辉,等. 多孔混凝土配合比设计方法初探[J]. 重庆建筑大学学报,2008,30(3):121-124.
- [2] 潘坤胜,张朝顺,王一新. 水库淤泥轻质骨料绿化混凝土之研发[C]//第七届全国轻骨料及轻骨料混凝土学术讨论会暨第一届海峡两岸轻骨料混凝土产制与应用技术研讨会论文集. 南京:中国硅酸盐学会房屋建筑材料分会轻集料及其制品专业委员会,2004.
- [3] 吕立祥. 绿化混凝土成浦东建设生态河道主力军[N]. 中华建筑报,2010-05-25(004).
- [4] 胡春明,胡勇有,魏清伟,等. 植生型生态混凝土孔隙碱性水环境改善的研究[J]. 混凝土与水泥制品,2006(3):8-10.
- [5] 黄剑鹏,胡勇有. 植生型多孔混凝土的制备与性能研究[J]. 混凝土,2011(2):101-104.
- [6] 徐荣进,刘荣桂,颜庭成. 植生型多孔混凝土的制备和性能试验研究[J]. 混凝土,2006(12):18-21.
- [7] 魏清伟,胡勇有,郑丙辉,等. 植生混凝土的透水性能研究[J]. 水利水电技术,2006,37(9):1-4.
- [8] 前川明弘,山本晃,三岛直生,et al. Experimental study on properties of small particle size porous concrete[C]//セメント・コンクリート論文集. 东京:公益社団法人日本コンクリート工学会,2006,28(1):1397-1402.
- [9] CHINDAPRASIRT P, HATANAKA S, MISHIMA N, et al. Effects of binder strength and aggregate size on the compressive strength and void ratio of porous concrete[J]. International journal of minerals, metallurgy and Materials, 2009,16(6):714-715.
- [10] PARK S B, KIM J H. Studies on the physical-mechanical properties of carbon fiber reinforced porous concrete for planting[C]//Proceeding of the 5th International Symposium on the Cement and Concrete. Beijing: The Chinese Ceramic Society Cement Sub-committee,2002.
- [11] YUKARI A. Development of pervious concrete[D]. Sydney: University of Technology,2009.
- [12] 刘聃,刘荣桂,胡白香,等. 掺碎石陶粒多孔混凝土基本性能试验研究[J]. 混凝土,2015(6):144-148.
- [13] 李勇. 杉木愈伤组织诱导及植株再生[J]. 林业勘察设计,2011(1):84-88.
- [14] 陈剑勇. 杉木茎尖诱导愈伤组织及植株再生研究[J]. 西南林学院学报,2009,29(5):37-41.
- [15] 欧阳磊,郑仁华,翁玉榛,等. 杉木优良无性系组培快繁技术体系的建立[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2007,31(3):47-51.
- [16] 高小坤. 杉木组培无根苗瓶外生根试验[J]. 福建林业科技,2006,33(4):163-165.

(上接第 128 页)

### 参考文献

- [1] 黄开勇,陈代喜,郝海坤,等. 杉木无性系对比测定与选择研究[C]//第三届南方林木育种研讨会论文集(摘要)集. 北京:中国林学会林木遗传育种分会,2006.
- [2] 彭万喜,吴义强,张仲凤,等. 中国的杉木研究现状与发展途径[J]. 世界林业研究,2006,19(5):54-58.
- [3] 韦华,何振革,黄开勇,等. 杉木轻基质容器育苗技术[J]. 广西林业科学,2014,43(2):332-334.