

文章编号: 1001-1498(2010)06-0914-06

花吊丝竹组培快繁育苗技术研究

张 玮¹, 黄树燕², 谢锦忠^{1*}, 李树忠², 吴继林³

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 福建省永安林业股份有限公司种苗中心, 福建 永安 366000; 3. 福建省永安市林业局, 福建 永安 366000)

关键词: 花吊丝竹; 组织培养; 快繁; 育苗

中图分类号: S722.3

文献标识码: A

Study on Rapid Propagation Technology of *Dendrocalamus minor* var. *amoenus*

ZHANG Wei¹, HUANG Shu-yan², XIE Jin-zhong¹, LI Shu-zhong², WU Ji-lin³

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. Yong'an Forestry Co., Ltd., Yong'an 366000, Fujian, China; 3. Forestry Bureau of Yong'an City, Fujian Province, Yong'an 366000, Fujian, China)

Abstract: The rapid propagation technology of *Dendrocalamus minor* var. *amoenus* was studied by investigating the effects of some factors such as selection of explant, phytohormone, culture method etc. The results show that: The best month for explant collection of *D. minor* var. *amoenus* is May and June. The best position for explant collection is middle-upper part knot of semi-lignification branch. The clump shoot could be induced in medium with 3/4MS + BA 4 mg · L⁻¹ + KT 1 mg · L⁻¹ + CW 100 mL · L⁻¹. The optimal medium for subculture of *D. minor* var. *amoenus* is 3/4MS + BA 2 mg · L⁻¹ + KT 1 mg · L⁻¹ + CW 100 mL · L⁻¹. Liquid medium is beneficial for improving growth condition and proliferation rate of clump shoot. The medium 1/5MS + IBA 8 mg · L⁻¹ + NAA 4.5 mg · L⁻¹ + KT 0.1 mg · L⁻¹ is a relative suitable rooting medium for *D. minor* var. *amoenus*, with the rooting method of synchronized treatment first and then rooting. The survival rate of seedlings could be higher than 90% in substrate of fine river sand : peat soil = 3 : 1.

Key words: *Dendrocalamus minor* var. *amoenus*; tissue culture; rapid propagation; seedling breeding

花吊丝竹 (*Dendrocalamus minor* var. *amoenus* (Q. H. Dai et C. F. Huang) Hsueh et D. Z. Li) 为牡竹属 (*Dendrocalamus* Nees) 吊丝竹的变种, 丛生竹, 竹秆淡黄色, 有深绿色纵条纹, 形态优美, 顶梢长而下垂, 如钩丝, 长期被人们用作观赏竹类种植。花吊丝竹用途广泛、适应性强、产笋量高、笋味鲜嫩, 在南方具有广阔的发展前景^[1]。

常规的丛生竹繁育法效率低, 竹苗运输不便, 而

利用植物组织培养技术进行竹类植物的组培快繁, 可大量获得遗传品性相同的无性系^[2], 上山造林较方便容易, 成活率也较高。目前竹类植物的组培快繁技术已有不少研究报道^[3-13], 但成年竹 (生理年龄 > 25 a) 组培快繁成功的报道较少, 且在技术上存在繁殖系数低、培养基易褐化、继代苗生根率低、生根状况差等缺点, 增加了育苗成本, 限制了其工厂化规模繁育。本文结合作者对花吊丝竹组培快繁技术的

收稿日期: 2009-05-21

基金项目: 国家林业局“948”技术引进项目“竹子微繁殖技术引进”(2006-4-57); 科技部农业科技成果转化资金项目“优良丛生竹种组培快繁技术转化与示范”(2010GB24320622)

作者简介: 张 玮(1981—), 男, 山西大同人, 研究实习员, 硕士, 主要从事竹类资源与利用研究。

* 通讯作者: jzhxie@163.net

研究与生产实践,探索影响花吊丝竹组培快繁育苗的关键因子,为花吊丝竹及其它优良丛生竹种的规模繁育提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2007年4—11月期间,在福建省永安市大湖竹种园剪取花吊丝竹当年生未萌发节芽的主枝,作为外植体引入试管,同时在5月份采集花吊丝竹的主枝、次生枝以及竹秆丛芽,作为外植体引入试管。

1.2 试验方法

1.2.1 外植体的消毒和接种 对采集的茎段外植体材料,先用75%的酒精擦洗2~3次后置于10℃下存放12~24 h,接种前将茎段切成长度2~3 cm的带有节芽的小段,用2‰的升汞溶液(吐温作为表面活性剂)分3次各消毒20、10、5 min;采集的竹秆丛芽外植体材料用2‰的升汞溶液(吐温作为表面活性剂)分3次各消毒5、3、2 min,每次升汞消毒后均用无菌水清洗6次。消毒后,在超净工作台上将紧裹着茎段节芽的叶箨剥去后接于试管中,芽朝向试管口并稍露出培养基外;竹秆丛芽每2~3个芽切为一丛接于试管中。材料均接种于3/4MS(Murashige and Skoog) + 6-苄氨基腺嘌呤(BA) 4 mg · L⁻¹ + 6-糖基氨基嘌呤(KT) 1 mg · L⁻¹ + 椰乳(CW) 100 mL · L⁻¹的培养基中进行丛芽诱导,每瓶(200 mL 罐头瓶,下同)接种1个外植体,培养30 d并统计外植体污染率、成苗率和生长状况。

1.2.2 丛芽的继代培养与优化 将诱导出的丛芽从母秆切下转入继代培养基,每隔18~25 d继代1次(褐化的无性系提前继代),待丛芽增殖到一定数量时,选取BA、KT及CW在3/4MS + BA 4 mg · L⁻¹ + KT 1 mg · L⁻¹ + CW 100 mL · L⁻¹的基础上进行调整实验。丛芽先以3/4MS(不添加激素)为基本培养基预培养1周后,再进行增殖培养,并且采用3/4MS + BA 2 mg · L⁻¹ + KT 1 mg · L⁻¹ + CW 100 mL · L⁻¹不添加凝固剂(卡拉胶)的液体培养基进行花吊丝竹丛芽增殖对比实验。同一处理10瓶,每瓶5丛,重复2次,继代25 d后,统计丛芽增殖系数与生长情况。

1.2.3 丛芽生根培养 继代苗增殖到一定数量后,取分化状况良好的丛芽进行生根试验。以1/3MS为基本培养基,加入不同浓度的吲哚丁酸(IBA)、萘乙酸(NAA)、KT及CW,利用正交实验筛选最佳

的生根培养基配方。同一处理10瓶,每瓶5丛,统计丛芽生根率。

1.2.4 炼苗与移植 当花吊丝竹丛芽根长2~7 cm时,旋松培养瓶盖,在自然散射光下炼苗5~7 d。移植前,将基质用2.5‰的高锰酸钾溶液均匀消毒。移植后用2.5‰的多菌灵溶液作定根水,并覆盖塑料膜与遮荫网调节温度、湿度和光照,直至小苗开始抽新叶时揭膜。揭膜后,每周取稀释500倍的MS培养基中的大量元素喷施叶面肥。生根苗移植采用两种基质(细河沙 泥炭土 = 3 1,珍珠岩 泥炭土 = 2 1)进行移植。每类基质栽种生长情况相同的生根苗50株,45 d后统计成活率及竹苗生长状况。

1.3 培养条件

以3/4MS作为基本培养基,附加不同浓度和种类的植物激素、椰乳、蔗糖(继代 20 g · L⁻¹,生根 10 g · L⁻¹)、有机添加物(肌醇 100 mg · L⁻¹,甘氨酸 2 mg · L⁻¹,盐酸硫胺素 5 mg · L⁻¹,盐酸吡哆醇 1 mg · L⁻¹,烟酸 1 mg · L⁻¹,抗坏血酸 100 mg · L⁻¹)、卡拉胶(继代 4 g · L⁻¹,生根 5 g · L⁻¹), pH值5.8~6.0,温度(25 ± 4)℃,辅助光照14 h · d⁻¹,光照强度为1 600~2 000 lx。

1.4 数据处理

花吊丝竹丛芽继代增殖系数 = 新生总芽数 / 接种总芽数。因为生根率属于二项分布,故通过 $X = \sin^{-1} X^{1/2}$ 进行数据转换,取得服从正态分布的 X 进行统计分析与显著性检验。

2 结果与分析

2.1 花吊丝竹外植体最佳采集时间的选择

不同时间采集的花吊丝竹外植体消毒后的生长情况表明(表1):4月采集的外植体,消毒后超过50%的外植体产生药害;5—6月采集的外植体污染率与死亡率均较低,无菌活体得率在50%左右;7—11月采集的外植体,2周后平均有52%产生污染,有30%因药害死亡。说明4月采集的外植体枝条尚未完全木质化,因此在消毒过程中易受到药害。7—11月采集的外植体消毒后因茎段切口处易分泌出引起培养基褐化的物质,7 d左右要向新的培养基转移1次,且未污染的茎段芽细小、易褐化、生长缓慢,有的芽开始变黄,1个月后,仅有少数茎段产生了丛芽,其余无菌茎段逐渐枯死;且7—10月温度高、湿度大,外植体易带菌,难以消除,易产生黄色絮状污

染物,有的要经多次继代后才表现出来,说明不适宜在这个时期进行材料采集。11月至次年3月基本没有适合诱导的外植体。因此,花吊丝竹外植体(枝条)采集的最佳时期为5—6月。

表 1 不同时间采集的花吊丝竹外植体消毒后生长情况

引入时间 (月)	接种外植 体数/个	污染率/死亡率/ %	死亡率/ %	无菌活体率/ %
4	50	12	56	32
5	50	16	28	56
6	50	38	18	44
7	50	56	30	14
9	50	50	28	22
11	50	52	34	14

2.2 花吊丝竹外植体最佳采集部位的选择

5月份采集花吊丝竹的主枝、次生枝、竹秆丛芽作为外植体引入试管,结果表明(表2):有枝箨包裹的主枝和次生枝无菌活体率相对较高,适宜作为外植体;竹秆上萌发的丛芽由于材料幼嫩,消毒时间长易产生药害,反之消毒不彻底、易带菌,因此不适合作为外植体。以枝条为外植体诱导丛芽,实质上是以诱导其节上芽点萌发并产生丛芽为目的。一般竹枝基部节上的芽因未有竹箨包裹,在消毒时极易受药害而难于诱导成功,只有枝上第2~5个节上有枝箨包裹的芽较易获得无菌材料,易进一步诱导产生丛芽。因此选取半木质化的枝条,并且箨叶紧裹的竹节较易消毒。

表 2 花吊丝竹不同类型外植体消毒后生长情况

外植体类型	接种外植 体数/个	污染率/ %	死亡率/ %	无菌活体率/ %
主枝竹节 (有枝箨包裹)	50	16	28	56
主枝竹节 (无枝箨包裹)	50	20	68	12
次生枝竹节 (有枝箨包裹)	50	12	42	46
竹秆丛芽 (长度3~7 cm)	50	38	62	0

2.3 花吊丝竹丛芽的增殖培养与培养基优化

待丛芽增殖到一定数量时,选取BA、KT及CW在培养基3/4MS+BA 4 mg·L⁻¹+KT 1 mg·L⁻¹+CW 100 mL·L⁻¹的基础上进行微调,结果表明(表3):高浓度BA易诱导出丛芽,但多数为细弱的小丛芽,且极易褐化,逐渐降低BA用量到2 mg·L⁻¹时,可得到生长良好的丛芽;KT适量时,芽生长较绿,较高;加入CW也有改善丛芽生长的作用,而不加CW的丛芽生长较差,较易褐化。因此,花吊丝竹增殖培养较适宜的培养基为:3/4MS+BA 2 mg·L⁻¹+KT 1 mg·L⁻¹+CW 100 mL·L⁻¹。

在采用相同营养元素与激素浓度的液体培养基中,丛芽的增殖系数略高于固体培养基,且丛芽生长健壮,叶片黄化现象、基部褐化现象明显减轻(表3)。说明采用液体培养基更有利于花吊丝竹丛芽的增殖培养。

表 3 花吊丝竹丛芽在不同培养基中的生长状况

培养基配方	丛芽增殖系数 (继代 25 d)	丛芽生长状况
3/4MS+BA 2+KT 1+CW 0	1.24a	连续培养 25 d 后 34% 丛芽基部褐化, 20% 丛芽叶片出现黄化现象
3/4MS+BA 2+KT 1+CW 100	1.28a	丛芽长势良好, 基部褐化和叶片黄化丛芽数略有减少
3/4MS+BA 2+KT 1+CW 100 (不添加凝固剂, 液体培养基)	1.50a	丛芽长势良好, 叶片黄化、基部褐化现象明显减轻
3/4MS+BA 4+KT 0.5+CW 100	1.30a	增殖倍数略有增加, 部分丛芽矮小, 叶片黄化
3/4MS+BA 4+KT 1+CW 100	1.52a	丛芽大量增殖, 部分丛芽出现玻璃化现象
3/4MS+BA 6+KT 1+CW 100	2.10b	丛芽大量增殖, 有较多畸形芽, 丛芽基部褐化严重

注:BA、KT单位 mg·L⁻¹, CW单位 mL·L⁻¹。LSD多重比较, 同列中不同小写字母表示 5% 水平上差异显著。

2.4 花吊丝竹丛芽生根培养基的筛选

花吊丝竹丛芽生根培养基的筛选结果表明(表4):花吊丝竹丛芽的一次生根率均未超过 20%; 4 个因素中, 激素 NAA 的极差最大, 且生根率与 NAA 用量在一定程度上成正比, 但方差检验结果表明, NAA 各水平值对生根率影响差异不显著。统计结果表明:添加 CW 反而降低丛芽的生根率, 添加 KT 对丛芽的生长及生根状况有一定的改善作用。试验观测

到出根的丛芽往往都是新长出的小丛芽, 未有新芽发出的丛芽极少长根。将未生根的丛芽转入较适宜的继代培养基中, 待 10 d 左右长出新的丛芽后, 再转入较适宜的生根培养基(1/3MS+IBA 4 mg·L⁻¹+NAA 4.5 mg·L⁻¹+KT 0.15 mg·L⁻¹), 二次生根率可以达到 51%。说明对于生理年龄较大的丛生竹进行生根培养, 采用二次生根法比较适合, 但生根率仍然偏低。

表4 花吊丝竹丛芽生根培养基配方、结果分析

处理号	IBA/(mg·L ⁻¹)	NAA/(mg·L ⁻¹)	KT/(mg·L ⁻¹)	CW/(mL·L ⁻¹)	生根率/%	数值转换 $X = \sin^{-1} X^{1/2}$
1	4	2.5	0.05	30	10	18.43
2	4	3.5	0.10	50	10	18.43
3	4	4.5	0.15	70	18	25.10
4	5	2.5	0.10	70	4	11.54
5	5	3.5	0.15	30	14	21.97
6	5	4.5	0.05	50	18	25.10
7	6	2.5	0.15	50	14	21.97
8	6	3.5	0.05	70	4	11.54
9	6	4.5	0.10	30	18	25.10
T1	61.97	51.94	55.08	65.51		
T2	58.61	51.94	55.08	65.51		
T3	58.61	75.31	69.05	48.18		
X1	20.7	17.3	18.4	21.8		
X2	19.5	17.3	18.4	21.8		
X3	19.5	25.1	23.0	16.1		
极差	1.1	7.8	4.7	5.8		

注: T1、T2、T3 分别表示各水平的总值; X1、X2、X3 分别表示各水平的平均值; 下同。

为了进一步改善生根效果, 筛选适合的生根培养基, 直接采用二次生根法进行生根实验, 即继代丛芽引入生根培养基(1/3MS + IBA 4 mg·L⁻¹ + NAA 4.5 mg·L⁻¹ + KT 0.15 mg·L⁻¹) 1周后, 全部转回继代培养基(3/4MS + BA 2 mg·L⁻¹ + KT 1 mg·L⁻¹ + CW 100 mL·L⁻¹), 待 10 d 左右选择有新芽萌发的丛芽进行生根正交实验(表 5)。每处理 6 瓶, 共 30 个丛芽, 结果表明: 采用二次生根法提高了丛芽的生根率, 生根率最高达到了 80%。实验中影响生根率的 4 个因素作用由大到小依次为 KT > IBA

> NAA > 大量元素。经方差检验结果表明: 各因素对生根率的影响均未达到显著水平, 说明在今后的实验中还要加大各因素剂量差值。正交实验结果表明: 影响花吊丝竹二次生根的 4 个因素中, 大量元素为 1/5MS、IBA 为 8 mg·L⁻¹、NAA 为 5.5 mg·L⁻¹、KT 为 0.1 mg·L⁻¹ 时分别对应的生根率统计数值最高, 故花吊丝竹二次生根较适宜的培养基配方为: 1/5MS + IBA 8 mg·L⁻¹ + NAA 4.5 mg·L⁻¹ + KT 0.1 mg·L⁻¹。

表5 花吊丝竹丛芽二次生根培养基配方、结果分析

因素处理	大量元素	IBA/(mg·L ⁻¹)	NAA/(mg·L ⁻¹)	KT/(mg·L ⁻¹)	生根率/%	数值转换 $X = \sin^{-1} X^{1/2}$
1	1/3MS	4	3.5	0.05	26.7	31.09
2	1/3MS	6	4.5	0.10	26.7	31.09
3	1/3MS	8	5.5	0.15	36.7	37.27
4	1/4MS	4	4.5	0.15	20.0	26.57
5	1/4MS	6	5.5	0.05	36.7	37.27
6	1/4MS	8	3.5	0.10	80.0	63.43
7	1/5MS	4	5.5	0.10	76.7	61.12
8	1/5MS	6	3.5	0.15	20.0	26.57
9	1/5MS	8	4.5	0.05	46.7	43.09
T1	99.45	118.77	121.09	111.45		
T2	127.27	94.92	100.74	155.64		
T3	130.77	143.79	135.65	90.40		
X1	33.1	39.6	40.4	37.1		
X2	42.4	31.6	33.6	51.9		
X3	43.6	47.9	45.2	30.1		
极差	10.4	16.3	11.6	21.7		

2.5 花吊丝竹生根苗的移植

花吊丝竹生根苗移植3周后长出新叶,5周后开始发新芽,可以认为移植成活。细河沙与泥炭土(3:1)基质中成活竹苗46株,成活率92%;珍珠岩与泥炭土(2:1)基质中竹苗成活率只有20%。从结果可以看出,竹苗在有细河沙的基质上移植成活率较高,并且竹苗在有细河沙的基质上生长更绿、更高、发笋数量更多,根系比较发达。说明细河沙与泥炭土(3:1)是相对较好的移植基质。在移植7~9周后竹苗生长旺盛,这时应将竹苗移入圃地,否则竹苗生长会受到影响。

3 结论与讨论

通过对花吊丝竹组培快繁育苗技术的探索,初步得到以下结论:花吊丝竹丛芽诱导的成功与否与外植体的采集部位、采集时间等相关,外植体较好的采集季节为5—6月,最佳部位为有枝箨包裹的半木质化枝条中上部节段。以 $3/4MS + BA 4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + KT 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + CW 100 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 培养基进行诱导,经过多次继代可诱导出丛芽。花吊丝竹丛芽增殖阶段的相对较适宜培养基为: $3/4MS + BA 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + KT 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + CW 100 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$,采用液体培养基可以有效解决培养中竹苗褐化以及叶片黄化的问题;生根阶段采用二次生根法,先对丛芽生根过程中进行同步化处理,二次生根较适宜的培养基配方为: $1/5MS + IBA 8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + NAA 4.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + KT 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;花吊丝竹组培苗在细河沙与泥炭土(3:1)基质上移植成活率较高(92%)。

竹类植物因开花周期长、难预测、结实率低下等特殊生物学习性,使得人们无法像其它植物那样对其进行有计划的育种和多世代遗传改良,因而运用现代生物技术对竹类植物进行遗传育种具有现实意义和发展前景。近年来,不少关于竹类组织培养的最新报道都将侧重点放在了愈伤组织诱导进而得到植株再生方面,其中也不乏通过愈伤组织实现器官发生进而实现植株再生^[14-20],这为实现竹子的转基因育种提供了技术平台;而“以芽繁芽”技术实际上是竹子的试管微繁殖,可以对性状优良且基数较少的无性系进行快速扩繁,且能较好地保持无性系的优良性状,在优良种苗工厂化繁育方面具有特殊的优势。

本文探索了花吊丝竹组培快繁技术,由于本实验外植体采自生理年龄大于10a的花吊丝竹,因此

外植体的诱导、继代以及生根等环节都要比来自种胚的外植体更加困难。成年竹(生理年龄>25a)由于细胞已成熟,进行丛芽诱导相对较难,需要在高浓度的细胞分裂素下进行。降低培养基中大量元素的用量,提高细胞分裂素的浓度有利于丛芽形成^[10];但丛芽诱导出以后,需要逐渐降低激素的用量,否则会产生大量畸形苗及玻璃化苗;并且随着继代次数的增多,会出现丛芽增殖率下降、长势变差等现象,逐渐降低培养基中细胞分裂素的浓度,可使丛芽的生长状态有所改善。因此在实际操作中,应该根据丛芽的生长状态间或调高或调低培养基中的激素浓度,兼顾丛芽的增殖速率与生长状态,不能一味追求过高增殖速率,而且要控制丛芽的继代次数,以防无性系衰退。成年竹生根难主要是由于在生根过程中未生根的丛芽极易褐化死亡,这需要及时将未生根丛芽转入继代培养基继续培养,待其有新芽长出再进行生根,但由此也加大了规模化生产的强度。还需要进一步探索低成本的组织培养方式,为今后工厂化育苗提供参考。

花吊丝竹丛芽继代过程中基部易褐化,在继代转接过程中需要对褐化部分进行剥离,而采用液体培养基可大大改善这一现象,初期应用时效果很好,但因丛芽没有适合的固定装置,在多次继代后容易出现丛芽倒伏的现象,从而影响丛芽的长势,需要开发简易的固定装置以适应液体培养。在实际操作中,采用固体培养基与液体培养基交替继代培养模式可以保持一定的繁殖速度,而且丛芽又有比较好的长势。

参考文献:

- [1] 郭子武,李迎春,杨清平,等.花吊丝竹立竹构件与生物量关系的研究[J].热带亚热带植物学报,2009,17(6):543-548
- [2] 张光楚,陈富枢,王裕霞.麻竹离体快速繁殖技术的研究[J].竹子研究汇刊,1993,12(4):7-15
- [3] 马艳梅,何远康,何琼英,等.麻竹愈伤组织的诱导培养[J].华南农业大学学报,1993,14(3):131-140
- [4] 阙国宁,诸葛强.竹子愈伤组织培养与植株再生[J].竹子研究汇刊,1991,10(4):79-80
- [5] 谭宏超,王灵昭,尹芳,等.竹子组织培养技术初步研究[J].林业科技通讯,1998(5):26-27
- [6] 吴益民.当前竹子的组织培养和植株再生研究[J].竹子研究汇刊,1999,18(1):32-37
- [7] 张光楚,王裕霞.竹子试管苗开花的初步研究[J].竹子研究汇刊,2001,20(1):1-4
- [8] 何凤发,倪成,江小华,等.麻竹种苗工厂化生产的技术体系[J].林业科学,2006,42(4):122-125

- [9] 王光萍, 丁雨龙. 几种观赏竹种组织培养研究[J]. 竹子研究汇刊, 2002, 21(2): 5 - 9
- [10] 王裕霞, 张光楚. 麻竹实生苗无性系的组培繁殖及其生长[J]. 广东林业科技, 2000, 16(3): 1 - 5
- [11] 张光楚, 王裕霞. 杂种撑麻 7 号竹的组织培养研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(3): 245 - 253
- [12] 张光楚, 王裕霞, 李兴伟, 等. 丛生竹的组培快繁技术[J]. 竹子研究汇刊, 2004, 23(1): 13 - 20
- [13] 王敬文, 蒋 晶. 竹子的离体培养研究[J]. 林业科学研究, 1998, 11(6): 640 - 646
- [14] 袁金玲, 张 朵, 顾小平, 等. 孝顺竹种胚愈伤组织悬浮培养条件优化[J]. 分子植物育种, 2009, 7(4): 839 - 844
- [15] 袁金玲, 顾小平, 李潞滨, 等. 孝顺竹愈伤组织诱导及植株再生[J]. 林业科学, 2009, 45(3): 35 - 39, 172
- [16] 吴 涛, 卢娟娟, 丁雨龙. 金丝慈竹愈伤组织培养及植株再生研究[J]. 林业科技开发, 2008, 22(2): 19 - 22
- [17] 周 宏, 何 钢. 毛竹愈伤组织培养研究[J]. 湖南林业科技, 2005, 32(4): 41 - 42
- [18] 顾小平, 苏梦云, 岳晋军, 等. 几种丛生竹愈伤组织诱导与防褐变技术研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(1): 75 - 78
- [19] 李 楠, 金群英, 彭华正, 等. 毛竹种子发芽特性和愈伤组织诱导能力初探[J]. 浙江林业科技, 2009, 29(3): 73 - 76
- [20] 耿树香, 普晓兰, 王曙光. 巨龙竹种子、小穗外植体愈伤组织的诱导培养[J]. 西部林业科学, 2006, 35(4): 78 - 83