

黄梁木组培快繁技术研究

邓小梅, 詹艳玲, 张倩, 黄浩, 陈晓阳

(华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

**摘要:**对黄梁木组培快繁及规模化育苗技术进行了研究,结果表明:最适诱导培养基为 MS + 6-BA 1.0 mg/L + IBA 0.1 mg/L + GA<sub>3</sub> 2.0 mg/L;最佳增殖培养基为 MS + 6-BA 1.0 mg/L + IBA 0.05 mg/L,增殖系数达 3.4 以上;适宜的生根培养基为 MS + NAA 0.1 mg/L,15 d 内生根率 100% 以上,平均根数为 7.8 条,平均根长为 1.42 cm.

**关键词:**黄梁木; 组织培养; 增殖; 生根  
**中图分类号:**S722.8      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-411X(2012)02-0216-04

Study on Tissue Culture of *Neolamarckia cadamba*

DENG Xiao-mei, ZHAN Yan-ling, ZHANG Qian, HUANG Hao, CHEN Xiao-yang  
(College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Tissue culture techniques and large scale micropropagation of *Neolamarckia cadamba* were studied in this paper. The results showed that the optimal inducing medium was MS + 6-BA 1.0 mg/L + IBA 0.1 mg/L + GA<sub>3</sub> 2.0 mg/L; the optimal multiplication medium was MS + 6-BA 1.0 mg/L + IBA 0.05 mg/L, the highest multiplication rate was 3.4. The optimal rooting medium was MS + NAA 0.1 mg/L. Within 15 d, the rooting rate could reach 100%, the average number of roots was 7.8, and the average length of roots was 1.42 cm.

**Key words:** *Neolamarckia cadamba*; tissue culture; proliferation; rooting

黄梁木 *Neolamarckia cadamba* 又名团花树, 隶属茜草科团花属, 常绿高大乔木. 树高可达 30 m, 胸径可达 1 m 以上. 分布于我国广东、广西和云南南部以及越南、缅甸、马来西亚、印度和斯里兰卡等地. 在云南, 5 年生以前为高生长旺期, 年平均高生长量 3.0 ~ 3.5 m, 10 年生以前为直径生长旺期, 年平均生长量 3 ~ 4 cm<sup>[1-3]</sup>. 在广东云浮, 水肥管理好, 1.5 年生幼树平均胸径可达 12 cm, 是罕见的速生型用材树种. 在 1972 年的世界林业大会上, 黄梁木被各国专家公认为“奇迹树”<sup>[4]</sup>. 黄梁木自然整枝好, 树干通直, 材质良好, 锯刨切削容易, 顺纹刨面光滑, 且干燥快, 变形较小. 木材适用于作箱侧板、火柴杆、茶叶箱或其他包装箱, 在建筑上可用作门窗、檀条、椽子、天花板、室内装修等, 也是人造纤维、纤维板、胶合板和浆粕等工业的理想原料<sup>[2,5]</sup>. 此外, 也是优良的园林绿化

树种、蜜源树种、饲料树种和药材树种<sup>[6]</sup>, 极具开发前景. 目前, 黄梁木繁殖主要以种子育苗为主. 由于黄梁木种子非常小, 千粒质量仅 0.04 g, 播种萌发后的 5 个月生长缓慢, 月均高生长仅 1 cm 左右<sup>[4]</sup>, 育苗期长, 管理困难, 成本高. 本研究旨在通过组织培养, 规模化快速繁殖黄梁木, 为营造黄梁木速生丰产林提供良种繁育技术.

1 材料与方法

1.1 外植体选择及其预处理

采集优树种子育苗, 筛选优良个体为试验材料. 在采集外植体前 1 个月左右, 每隔 10 d 用 1 000 倍多菌灵药液喷淋植株. 于晴天上午剪取黄梁木嫩枝, 用自来水冲洗干净, 去叶片 (留 2 cm 左右叶柄), 剪成长 5 ~ 6 cm 的茎段, 备用.

1.2 初代培养

将洗净的外植体置于超净工作台,依据茎段幼嫩程度用1 g/L的升汞浸泡2~10 min,用无菌水冲洗6~8次.消毒后,用无菌刀片将外植体切成长3~5 cm茎段,接种到诱导培养基中.

以MS+6-BA 1.0 mg/L+IBA 0.1 mg/L和MS+6-BA 1.0 mg/L+IBA 0.1 mg/L+GA<sub>3</sub> 2.0 mg/L为诱导培养基.每瓶接种1个外植体,每处理接种30瓶,重复3次.接种后4周统计外植体诱导率.

1.3 增殖培养

以MS为基本培养基,选用分裂素6-BA、KT和生长素IBA,每因素设4个水平,进行正交设计,共16个处理,进行增殖培养基的激素优化筛选.每处理接50个芽(每个芽生长状态基本一致,为带有2个茎节的无顶芽茎段),重复3次.培养20 d观察记录增殖情况.

1.4 培养基硬度、继代周期和温度对增殖培养效果的影响

黄梁木增殖培养过程中芽伸长快,容易出现玻璃化现象,严重时出现烂顶、有效芽(芽长≥1.5 cm)减少,同时影响到下一步增殖培养效果.为此,通过控制继代周期、培养温度、卡拉胶浓度等措施提高增殖系数和芽的质量.增殖系数=有效芽数/原有总叶腋数.

1.5 生根培养

将增殖培养20 d左右、高1.5 cm以上的嫩茎切下,接入生根培养基中进行生根培养.以MS为基本培养基,采用NAA与IBA 2种生长素各4个水平进行正交设计,共16个处理.每处理接50棵嫩茎,重复3次.所选的芽健壮,叶片舒展,长度1~2 cm.接种15 d之后统计生根率、根数、根长及须根数等.

1.6 组培各阶段的基本培养条件

培养温度为(25±2)℃,每天光照12 h,光照强

度1 000~1 500 lx.培养基添加糖30 g/L、卡拉胶9.0 g/L,pH 5.8.

1.7 移栽管理

移栽前将生根苗从培养基中取出,于清水中漂洗粘附幼苗根上的培养基,将幼苗移栽到基质中.栽培基质为进口泥炭土和黄心土.移栽前用多菌灵对基质进行消毒,移栽后浇一次透水,注意光照的调节及保湿保温.1个月后统计移栽成活率.

2 结果与分析

2.1 外植体的诱导

外植体接种到2种诱导培养基后,3 d左右,叶柄开始出现离层并慢慢脱落,10 d左右腋芽萌动,诱导率达80%以上(图1).但以添加GA<sub>3</sub>的效果为好,腋芽伸长更快.



图1 在诱导培养基上萌发的腋芽  
Fig.1 Axillary bud sprouted on inducing medium

2.2 激素比对增殖效果的影响

试验结果(表1)表明:6-BA 质量浓度对芽的分

表1 不同植物激素比对黄梁木增殖效果的影响

Tab.1 Effect of various plant hormones composition on proliferation of *Neolamarckia cadamba*

| 处理 | $\rho/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ |     |      | 增殖<br>系数 |  | 处理 | $\rho/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ |     |      | 增殖<br>系数 |
|----|--------------------------------------|-----|------|----------|--|----|--------------------------------------|-----|------|----------|
|    | 6-BA                                 | KT  | IBA  |          |  |    | 6-BA                                 | KT  | IBA  |          |
| 1  | 0.2                                  | 0   | 0    | 1.3      |  | 9  | 1.0                                  | 0   | 0.05 | 3.4      |
| 2  | 0.2                                  | 0.1 | 0.01 | 1.5      |  | 10 | 1.0                                  | 0.1 | 0.10 | 2.7      |
| 3  | 0.2                                  | 0.2 | 0.05 | 1.5      |  | 11 | 1.0                                  | 0.2 | 0    | 2.6      |
| 4  | 0.2                                  | 0.5 | 0.10 | 1.6      |  | 12 | 1.0                                  | 0.5 | 0.01 | 3.0      |
| 5  | 0.5                                  | 0   | 0.01 | 2.2      |  | 13 | 2.0                                  | 0   | 0.10 | 1.8      |
| 6  | 0.5                                  | 0.1 | 0    | 2.7      |  | 14 | 2.0                                  | 0.1 | 0.05 | 1.9      |
| 7  | 0.5                                  | 0.2 | 0.10 | 2.3      |  | 15 | 2.0                                  | 0.2 | 0.01 | 1.4      |
| 8  | 0.5                                  | 0.5 | 0.05 | 2.6      |  | 16 | 2.0                                  | 0.5 | 0    | 1.7      |

化作用影响较大,如 6-BA 质量浓度为 0.2、0.5 和 1.0 mg/L,对应的增值系数分别为 1.3、2.2 和 3.4,增值系数随 6-BA 质量浓度的升高而增大.尤其是当 6-BA 质量浓度到达 1.0 mg/L,腋芽分化生长快,一个腋芽能产生多个不定芽,且所萌腋芽叶腋处能再度分化出次生腋芽(图 2).但在 6-BA 质量浓度为 2.0mg/L 培养基上,分化能力明显减弱,芽节间变短,叶片舒展不开,有效苗少,如处理 13~16.当 6-BA 质量浓度一致时,添加 KT 对促进芽的增殖效果不明显. IBA 对黄梁木茎段增殖和生长有一定影响,适宜的浓度对增殖及生长具有促进作用.但当 IBA 质量浓度为 0.1mg/L 时,芽基部会出现大量的愈伤,从而影响到芽的生长.最好的增殖培养基为 MS + 6-BA 1.0 mg/L + IBA 0.05 mg/L.



图 2 黄梁木的继代培养

Fig. 2 Subculture of *Neolamarckia cadamba*

2.3 培养基硬度、继代周期和温度对增殖效果的影响

卡拉胶作为一种凝固剂,其浓度直接影响到培养基的软硬程度及培养瓶中的湿度,从而影响到瓶苗对营养物质的吸收及生长.表 2 结果显示,卡拉胶质

表 2 卡拉胶浓度对黄梁木增殖效果的影响  
Tab. 2 Effect of various carrageenan concentrations on proliferation of *Neolamarckia cadamba*

| $\rho(\text{凝固剂})/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$ |     | 增殖<br>系数 | 有效<br>芽数 | 芽生长情况       |
|---------------------------------------------------|-----|----------|----------|-------------|
| 卡拉胶                                               | 琼脂粉 |          |          |             |
| 6.5                                               | 0   | 1.5      | 2.1      | 叶卷曲,有玻化     |
| 7.0                                               | 0   | 1.4      | 2.1      | 叶卷曲,有轻微玻化   |
| 7.5                                               | 0   | 2.3      | 4.3      | 叶稍有卷曲,有轻微玻化 |
| 8.0                                               | 0   | 2.6      | 5.0      | 叶稍有卷曲,有轻微玻化 |
| 8.5                                               | 0   | 3.2      | 5.8      | 叶正常,舒展      |
| 9.0                                               | 0   | 3.0      | 5.4      | 叶正常,叶色浓绿    |
| 9.5                                               | 0   | 2.6      | 3.9      | 叶色深,叶狭长,苗粗老 |
| 0                                                 | 5.6 | 3.6      | 6.0      | 叶浓绿,稍卷曲     |

量浓度为 6.5~8.0 g/L 时,由于浓度低,培养基太软,增殖芽叶片出现不同程度的水渍化,即玻璃化现象(图 3).当添加量为 8.5~9.0 g/L 时,芽生长正常,叶色浓绿,有效芽也增多.若添加量大于 9.0 g/L,培养基太硬,影响培养基的渗透压,继而影响到芽对营养物质的吸收,苗较老.用琼脂粉作为凝固剂,芽的长势旺盛,生长伸长较快,有效芽数也最多.但卡拉胶以其价格便宜、培养基色泽清亮,易于对培养物及是否有感染菌的观察,更适于规模化生产.

试验观察到,接种后 15~20 d 即可继代,如果超过 20 d,增殖芽逐步出现烂顶、玻璃化现象,随着培养时间延长,烂顶现象越严重(图 3),从而影响到有效芽数及下一步的增殖培养.由于黄梁木继代周期较短,所以在生产过程中应注意及时接转.



图 3 黄梁木继代培养过程中的玻璃化苗

Fig. 3 Vitrified shoot of *Neolamarckia cadamba* in subculture

不同温度对芽生长效果影响的试验表明,黄梁木增殖培养的温度不宜高于 25℃,否则易于出现烂顶,但生根培养不受影响.因此,在规模化生产时,为了有效利用培养空间又能保证芽的质量,增殖培养放在培养架下部,生根培养放在培养架的上部.

2.4 生长素对生根效果的影响

由表 3 可以看出,不添加生长素的情况下,生根率也可达 85.3%,但出根缓慢,根系纤细,几乎没须根.在只添加 IBA 的培养基(处理 5、9、13)上,生根率达 82.7%~97.1%,出根也慢,根系纤细.在 IBA 质量浓度为 0.2 mg/L(处理 13~16),无论有无 NAA,均出现根系密而短、很多根长在茎段上的现象.当只添加 NAA 时(处理 1~4),一般第 4 d 基部变粗,有少量愈伤组织出现,第 6 d,肉眼可见白色的根点,15 d 生根率达 96%~100%,根系洁白粗壮,根数 6 条以上,且较其他处理长(图 4).在同等浓度 NAA 情况下,添加 IBA,无论生根率,还是根系生长均没有明显的促进作用.从生根效果及成本考虑,处理 3 即添加 NAA 0.1 mg/L 为较好生根培养基.

表3 生长素 IBA、NAA 对黄梁木生根效果的影响

Tab.3 Effect of various concentrations of IBA,NAA on root formation of *Neolamarckia cadamba*

| 处理 | $\rho/(mg \cdot L^{-1})$ |      | 生根率/<br>% | 根数/<br>条 | 根长/<br>cm | 须根数/<br>条 | 根系状况          |
|----|--------------------------|------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|
|    | IBA                      | NAA  |           |          |           |           |               |
| 1  | 0                        | 0    | 85.3      | 3.88     | 1.09      | 0.03      | 非常纤细,根系颜色稍绿   |
| 2  | 0                        | 0.05 | 96.0      | 6.72     | 1.58      | 1.93      | 较长,较粗         |
| 3  | 0                        | 0.10 | 100.0     | 7.81     | 1.42      | 1.33      | 长,粗           |
| 4  | 0                        | 0.20 | 97.3      | 8.33     | 1.28      | 1.53      | 长,粗           |
| 5  | 0.05                     | 0    | 97.1      | 6.03     | 1.13      | 0.30      | 纤细,根系颜色浅绿色    |
| 6  | 0.05                     | 0.05 | 96.0      | 5.51     | 1.15      | 1.35      | 部分较细,较短       |
| 7  | 0.05                     | 0.10 | 100.0     | 6.73     | 0.89      | 0.82      | 较短,较粗         |
| 8  | 0.05                     | 0.20 | 98.7      | 8.02     | 0.93      | 0.81      | 较短,较粗         |
| 9  | 0.10                     | 0    | 82.7      | 3.97     | 0.72      | 0.50      | 纤细            |
| 10 | 0.10                     | 0.05 | 93.3      | 6.20     | 0.96      | 1.09      | 较短,较粗         |
| 11 | 0.10                     | 0.10 | 98.7      | 6.47     | 0.89      | 0.94      | 根系密而短         |
| 12 | 0.10                     | 0.20 | 96.0      | 7.45     | 0.83      | 0.86      | 根系密而短,部分茎段上长根 |
| 13 | 0.20                     | 0    | 92.0      | 6.28     | 0.53      | 0.18      | 根系密而短,部分茎段上长根 |
| 14 | 0.20                     | 0.05 | 95.9      | 7.56     | 0.60      | 0.28      | 根系密而短,部分茎段上长根 |
| 15 | 0.20                     | 0.10 | 100.0     | 9.72     | 0.54      | 0.48      | 根系密而短,部分茎段上长根 |
| 16 | 0.20                     | 0.20 | 93.2      | 8.62     | 0.37      | 0.19      | 根系密而短,部分茎段上长根 |

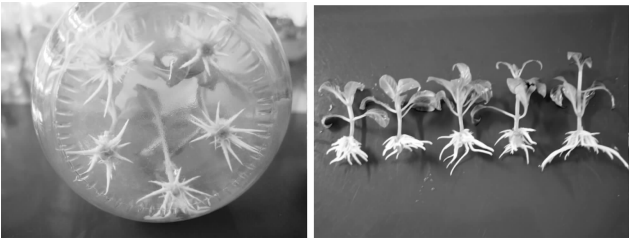


图4 接入生根培养基 15 d 的生根小苗

Fig.4 Rooted plantlet after 15 d on rooting medium

2.5 试管苗移栽技术研究

生根试管苗的移栽是组织培养育苗的重要环节.黄梁木生根培养 20 d 后,将瓶苗放到温室炼苗 5~7 d,再松开瓶盖炼苗 1~2 d,使幼苗逐渐与外界接触,提高适应能力.同时将基质在太阳下充分曝晒后,以用水稀释 800 倍的多菌灵溶液消毒,待用.将试管苗取出,洗净后移栽到基质上,浇透水,用塑料薄膜覆盖,并遮荫.统计结果表明,3 月份,移栽到进口泥炭土中生根苗第 7 天开始萌发新根,第 10 天开始萌发侧根,一个月后苗生长良好,新叶嫩绿光亮,移栽成活率达 95% 以上(图 5).在户外采用黄心土为基质,移栽成活率也在 90%,但生长较泥炭土差.黄梁木苗期不耐冻,组培苗冬季户外移栽一定要注意盖膜保温.



图5 移栽 40 d 生长情况

Fig.5 The plantlet after transplanted 40 d

3 讨论与结论

本研究对黄梁木进瓶诱导、增殖培养、生根培养及瓶苗移栽等技术进行了系统的研究,结果表明,适宜诱导培养基为 MS + 6-BA 1.0 mg/L + IBA 0.1 mg/L + GA<sub>3</sub> 2.0 mg/L,10 d 左右可见新萌动的腋芽,而林碧珍等<sup>[7]</sup>筛选的最好诱导培养基为 MS + 6-BA 0.5 mg/L + KT 0.05 mg,但要 20 d 后分化出不定芽,说明分裂素同为 6-BA,适量添加 IBA 和 GA<sub>3</sub> 后,可加快诱导速度.

黄梁木继代芽生长速度快,继代培养时温度高于 25℃ 或继代周期超过 20 d,容易出现玻璃化、烂

(下转第 224 页)

(1 831.6 t/hm<sup>2</sup>) 高 55.8 t/hm<sup>2</sup>.

尾巨桉和厚荚相思人工林的林分总持水量分别为 1 852.82 和 1 917.72 t/hm<sup>2</sup>, 林分单位面积水源涵养总价值分别为 1 241.39 和 1 284.87 元/hm<sup>2</sup>, 表明 2 种人工林的水源涵养价值都比较可观, 但由于厚荚相思人工林的枯枝落叶量较大并主要以落叶为主, 凋落物中含 N 量较高<sup>[7]</sup>, 有利于促进土壤良好结构的形成, 增加土壤的通气透水性能, 提高林分尤其是土壤容蓄能力, 因而更有利于改善土壤肥力和提高林分的水源涵养功能.

#### 参考文献:

- [1] 薛立, 李燕, 屈明, 等. 火力楠、荷木和黎蒴林的土壤特性及涵养水源的研究[J]. 应用生态学报, 2005, 169: 1623-1627.
- [2] 时志杰, 王彦辉. 宁夏六盘山林区几种主要森林植被生态水文功能研究[J]. 水土保持学报, 2005, 9(3): 23-28.
- [3] 何斌, 秦武明, 戴军, 等. 马占相思人工林不同年龄阶段水源涵养功能及其价值研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(5): 5-8.
- [4] 陈少雄, 杨建林, 周国福. 不同栽培措施对尾巨桉生长的影响及经济效益分析[J]. 林业科学研究, 1999, 12(4): 357-362.
- [5] 殷亚方, 姜笑梅, 吕建雄, 等. 我国桉树人工林资源和木材利用现状[J]. 木材工业, 2001, 15(5): 3-5.
- [6] 苏有文, 何斌, 张伟, 等. 尾巨桉人工幼林营养元素的生物循环[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(26): 12773-12775.

- [7] 秦武明, 何斌, 覃世赢, 等. 厚荚相思人工林营养元素生物循环的研究[J]. 水土保持学报, 2007, 21(4): 103-108.
- [8] ARNOLD R J, CUEVAS E. Genetic variation in early growth, stem straightness and survival in *Acacia crassiparpa*, *A. mangiu* and *Eucalyptus urophylla* in Bukidnon Province, Philippines[J]. Journal of Tropical Forest Science, 2003, 15(2): 332-351.
- [9] 何斌, 余春和, 何荣, 等. 厚荚相思中龄林养分分布与生物地球化学循环[J]. 华南农业大学学报, 2012, 33(1): 53-57.
- [10] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 112-129.
- [11] 薛立, 冯慧芳, 郑卫国, 等. 冰雪灾害后粤北杉木林冠残体和凋落物的持水特性[J]. 林业科学, 2008, 44(11): 82-86.
- [12] 杨玉盛. 不同栽杉代数林分水源涵养功能的分析[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(5): 120-124.
- [13] 何斌, 黎跃, 王凌晖. 八角林分水源涵养功能的研究[J]. 南京林业大学学报, 2003, 27(6): 63-66.
- [14] 李红云, 杨吉华, 鲍玉海. 山东省石灰岩山区灌木林枯落物持水性能的研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 44-49.
- [15] 王棣, 吕皎. 油松混交林的水土保持及水源涵养功能研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(4): 44-46.
- [16] 李晶, 任志远. 秦巴山区植被涵养水源价值测评研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(4): 132-134.

【责任编辑 李晓卉】

(上接第 219 页)

顶现象, 但生根培养不受影响. 因此, 在规模化生产时, 为了有效利用培养空间又能保证芽的质量, 继代芽要及时接转, 同时将增殖芽放在培养架下部, 生根培养放在培养架的上部.

黄梁木较好生根培养基为 MS + NAA 0.1 mg/L, 第 6 天肉眼可见白色的根点, 15 d 内生根率达 100%, 平均根数 7.8 条, 平均根长 1.4 cm. 林碧珍等<sup>[7]</sup>筛选出 1/2 MS + IBA 0.5 mg/L + NAA 0.1 mg/L 为最好生根培养基, 生根率也达到 100%, 但平均根数为 3.5 条. 可见, 低浓度 NAA 有利于黄梁木的生根培养.

黄梁木组培苗移栽以进口泥炭土或黄心土为基质, 移栽成活率均可达 90% 以上. 但黄梁木苗期不耐冻, 组培苗冬季户外移栽一定要注意盖膜保温.

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 71 卷: 第 1 分册[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 郑万钧. 中国树木志编辑委员会. 中国树木志: 第 4 卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 4594-4595.
- [3] 祁承经, 汤庚国. 树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 521.
- [4] 苏光荣, 易国南, 杨清. 团花生长特性研究[J]. 西北林学院学报, 2007(5): 49-52.
- [5] 速生树组. 团花树木物理力学性质的初步测定[J]. 热带植物研究, 1974(5): 11-13.
- [6] 徐英宝, 郑永光. 广东城市林业优良树种及栽培技术[M]. 广州: 广东科技出版社, 2005: 266.
- [7] 林碧珍, 张树河, 林加耕. 团花树组培快繁技术研究[J]. 中国热带农业, 2009(3): 46-47.

【责任编辑 李晓卉】