

## 麻竹种苗工厂化生产的技术体系

何凤发<sup>1</sup> 倪 成<sup>1</sup> 江小华<sup>2</sup> 刘朝霞<sup>1</sup>

(1. 西南农业大学农学与生命科学学院 重庆 400716; 2. 重庆市绿川生物工程开发有限公司 重庆 401520)

关键词: 麻竹; 组织培养; 工厂化快速育苗

中图分类号: S723.1<sup>+</sup>32; S759.1<sup>+</sup>5 文献标识码: A 文章编号: 1001-7488(2006)04-0122-04The Technical System of the Mass Propagation of *Dendrocalamus latiflorus*He Fengfa<sup>1</sup> Ni Cheng<sup>1</sup> Jiang Xiaohua<sup>2</sup> Liu Zhaoxia<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy and Life Sciences, Southwest Agricultural University Chongqing 400716;

2. Chongqing Luchuan Bioengineering Co. LTD Chongqing 401520)

**Abstract:** Newly grown branch buds on node of *Dendrocalamus latiflorus* were used as explants to induce buds in MS, 1/2 MS, and N<sub>6</sub> media with different hormone combinations, and tube seedlings were obtained. In order to improve its reproductive coefficient, survival rate and rooting morphology, four aspects were tested: the number of the inoculated seedlings per cluster, multiplication culture, rooting culture and field transplanting. The results showed that the optimum medium for primary culture was MS + BA2.0 mg · L<sup>-1</sup> + IBA 0.5 mg · L<sup>-1</sup>; the reproductive coefficient reached 7.31 with sturdy seedlings during multiplication and rooting culture, if four seedlings were inoculated per cluster in MS + BA2.0 mg · L<sup>-1</sup> + IBA0.3 mg · L<sup>-1</sup> medium; the optimal medium for rooting was 1/2MS + IBA4.0 mg · L<sup>-1</sup>, with survival rate as high as 95%. The rooted seedlings were transplanted in the medium consisting of perlite + earth + cinders ash (1:1:1); After 3 to 7 days of hardening in the bottle and then growing for 10 to 15 days, 90% of the seedlings were survived. Through the above method, more than 2 million bamboo seedlings have been propagated so far.

**Key words:** *Dendrocalamus latiflorus*; tissue culture; rapid propagation in factory

麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)是一种多年生丛生竹类,为我国特产。麻竹是优质的笋材两用竹,生长快、产量高、用途广,具有显著的经济、社会和生态效益。许多适生地区已把麻竹列为退耕还林、调整农业产业结构的高效生态产业化项目加以实施。常规的分株育苗劳动强度大、耗材多、系数低、运输不便,造林成本高,阻碍了麻竹产业的快速发展。利用植物组织培养技术开展竹子的试管繁育,国内外已有大量研究报道(李云,2001;刘道平,2001;马艳梅等,1993;谭宏超等,1998;王裕霞等,2000;吴益民,1999;张光楚等,1993;1998;2001;张春霞,2000;阙国宁等,1991;朱红,1992),但存在繁殖系数低、生根率低、生根状况差和移栽成活率低等缺点,增加了成本,限制了工厂化规模生产。本研究进一步完善了麻竹种苗工厂化生产技术体系,为麻竹种苗工厂化规模生产提供了一条有效的途径,对麻竹产业化开发具有重要的实际意义。

## 1 材料与方 法

1.1 材料 3年生麻竹新生节芽,由四川省合江县麻竹生产基地提供。

1.2 方法 1)材料的消毒和接种 剪取生长旺盛的新生节芽3~5cm,剥去叶片后消毒。消毒时将材料先用75%乙醇浸泡30s,无菌水冲洗一遍,然后用0.1% HgCl<sub>2</sub>浸泡8min,无菌水冲洗4遍。接种时,在解剖镜下剥取0.5cm大小的芽尖,接种在配制好的培养基中。

2)诱导分化培养建立试管苗 以MS、1/2MS和N<sub>6</sub>为基本培养基,添加不同种类和浓度的植物激素(表1),诱导竹芽抽生。每瓶(200mL罐头瓶,下同)接种竹芽4个,每处理接种20个,培养30d后观察竹苗成苗率和竹苗生长状况。

3)每丛接种苗数对继代分化培养的影响 以MS + BA2.0 mg · L<sup>-1</sup> + IBA0.3 mg · L<sup>-1</sup>为基本培养基,单丛接种苗数分别为1,2,3,4,5和6以上(表2),每瓶接种5丛,每处理接种25丛,经25d培养后观察其繁殖系

数和竹苗生长状况。

4) 试管苗快速繁殖 以 MS 为基本培养基, 以不同浓度配比的 BA 和 IBA 进行 7 个处理的继代培养。BA 固定时, IBA 有 4 个浓度梯度; IBA 固定时, BA 有 4 个浓度梯度, 重复的浓度配比只进行一个处理。单丛的接种均为 4 苗, 每瓶接种 5 丛, 每处理接种 20 丛, 培养 25 d 后观察, 统计繁殖系数和竹苗生长状况。

5) 试管苗生根培养 取分化状况良好的竹苗进行生根试验, 以 MS 和 1/2MS 为基本培养基, 加入不同浓度的 IBA、NAA 和 IBA + NAA 配比。单丛的接种苗数均为 4 苗, 每瓶接种 7 丛, 每处理接种 35 丛, 经 25 d 培养后观察和统计其生根率及生根状况。

6) 培养条件 培养基附加琼脂 0.7%, 蔗糖 3.0%, pH 值为 5.8 ~ 6.0, 温度为 25 ~ 30 °C, 每天辅助光照 10 ~ 12 h, 光照强度为 1 600 ~ 2 000 lx。

7) 寄栽 将生根竹苗的培养瓶取出置于自然散射光、有一定昼夜温差的炼苗棚 3 ~ 5 d 后除去封口膜, 再炼苗 3 ~ 5 d, 从瓶中取出竹苗, 洗净琼脂, 以 5 cm × 10 cm 株行距寄栽于育苗床不同的基质上(蛭石:珍珠岩 1:1; 蛭石:珍珠岩:砂壤土 1:1:1; 珍珠岩:泥土:炉灰 1:1:1; 堆肥:砂壤土 1:2 ~ 3), 浇足定根水, 用塑料膜和遮阳网调节温度、湿度和光照; 定根后揭膜, 揭膜后根据苗情施用清粪水 (+ 0.2% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 0.2% 尿素), 30 d 后统计成活率及竹苗生长状况。

8) 种苗生产技术的优化 以去离子水、卡拉胶替代蒸馏水和琼脂, 观察对竹苗生长的影响, 并进行工厂化规模生产, 核算种苗生产的经济效益。

## 2 结果与分析

2.1 诱导分化培养 麻竹节芽在各种培养基中的生长情况见表 1。不同基本培养基及添加不同激素都能诱导节芽抽生, 在 1/2MS + BA2.0 mg·L<sup>-1</sup> + IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup> 培养基中的成苗率达 80%, 但苗弱, 长势差; 在 MS + 6 - BA2.0 mg·L<sup>-1</sup> + IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup> 培养基中的成苗率为 75%, 长势旺, 平均每个节芽可诱导 4.3 个嫩芽, 苗壮, 芽的平均长度 3.6 cm。因此较适合的诱导培养基为: MS + 6 - BA2.0 mg·L<sup>-1</sup> + IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup>。

表 1 麻竹节芽在各种培养基中的成苗率  
Tab.1 Survival rate of newly grown branch buds on node in different culture media

基本培养基 Basic culture medium	激素组合 Combination of hormone/ (mg·L <sup>-1</sup> )	成苗率 Survival rate/ %	诱导嫩芽 数/每节芽 No. of buds induced per node	芽的平均长度 Mean length of buds/cm	激素组合 Combination of hormone/ (mg·L <sup>-1</sup> )	成苗率 Survival rate/ %	诱导嫩芽 数/每节芽 No. of buds induced per node	芽的平均长度 Mean length of buds/cm
MS	BA1.0 + IBA1.0	60	2.7	3.3	BA2.0 + IBA1.0	35	3.6	3.5
	BA1.0 + IBA0.5	55	2.9	3.3	BA2.0 + IBA0.5	75	4.3	3.6
	BA1.0 + IBA0.2	65	3.3	3.5	BA2.0 + IBA0.2	60	3.4	3.4
1/2MS	BA1.0 + IBA1.0	35	2.3	3.1	BA2.0 + IBA1.0	40	2.8	3.6
	BA1.0 + IBA0.5	50	2.6	3.5	BA2.0 + IBA0.5	80	2.4	3.8
	BA1.0 + IBA0.2	60	2.8	3.7	BA2.0 + IBA0.2	50	3.0	3.2
N <sub>6</sub>	BA1.0 + IBA1.0	10	1.3	1.8	BA2.0 + IBA1.0	15	1.4	1.7
	BA1.0 + IBA0.5	15	1.6	1.4	BA2.0 + IBA0.5	30	1.2	1.5
	BA1.0 + IBA0.2	25	1.4	1.9	BA2.0 + IBA0.2	25	1.2	2.1

2.2 单丛接种苗数对继代分化培养的影响 试验证明, 接种苗数对增殖率有较大影响(表 2)。试验中发现, 当单丛接种苗数大于 6 时, 培养基过早被吸收完, 竹苗变黄, 且单丛接种竹苗过多时, 由于生长空间受限, 出现了大量纤细、弱小的竹苗, 甚至出现大量菊花状瘦小弱苗, 这些竹苗在以后的继代培养中很难再恢复生长粗壮。结果表明, 继代增殖培养时单丛接种以 4 苗最好, 繁殖系数最高, 竹苗长势也较为理想。

2.3 试管苗的快速繁殖 从表 3 可见, 当 IBA 浓度固定时, BA 浓度对竹苗的繁殖系数影响较大, 以 2.0 mg·L<sup>-1</sup> 繁殖系数最高, 达 7.31, 竹苗生长良好; 当 BA 为 2.0 mg·L<sup>-1</sup> 时, 4 个 IBA 浓度配方间的繁殖系数均较高, 都在 6 以上, 但当 IBA 浓度为 0.4 mg·L<sup>-1</sup> 时, 继代培养的竹苗有少量根的发生, 其中以 IBA 0.3 mg·L<sup>-1</sup> 繁殖系数最高。因此最适快繁培养基为: MS + 6 - BA2.0 mg·L<sup>-1</sup> + IBA0.3 mg·L<sup>-1</sup>。

2.4 试管苗生根培养 由表 4 可见, 在 MS 和 1/2MS 基本培养基中, 1/2MS 基本培养基有明显的优势, 3 种 1/2MS 培养基的生根率均比 MS 培养基高, 而且 MS 基本培养基的竹苗生根不理想, 其根毛较少。可见 1/2MS 基本培养基适于麻竹的生根培养。在 IBA、NAA 和 IBA + NAA 3 种处理中, IBA 的生根情况最好, 生根率最

表 2 单丛接种苗数对增殖培养的影响<sup>①</sup>

Tab.2 Effect of the number of inoculated seedlings per cluster on subculture

单丛接种苗数 Number of inoculated seedlings per cluster/plant	分化后平均苗数 Average number of seedlings/plant	繁殖系数 Reproductive coefficient	生长状况 Growth status
1	3.60	3.60	粗壮 Sturdy
2	8.73	4.37	粗壮 Sturdy
3	14.80	4.93	粗壮 Sturdy
4	28.80	7.20	粗壮 Sturdy
5	30.13	6.03	有少量纤细苗 With a few lanky seedlings
> 6	繁殖系数低,竹苗纤细,矮小,有较多的弱苗,出现一些菊花状弱苗 Low reproductive coefficient, dwarf seedlings, considerable weak seedlings, some chrysanthemum-like		

①繁殖系数为1次接种分化后的单丛苗数与最初所接的苗数的比值。The reproductive coefficient is the ratio of the number of differentiated plants in a single cluster to the number of plants in a single inoculation.

高,根的生长状况也较好,粗壮,有须根和根毛;IBA + NAA 的生根率偏低,但根的生长状况最好,粗壮,有须根,多根毛;而 NAA 最差,其生根率很低,且根的生长状况也很差,根较纤细,少须根,无根毛。

麻竹生根时生长素浓度均应较高,以 IBA4.0 mg · L<sup>-1</sup> 及 IBA2.0 mg · L<sup>-1</sup> + NAA2.0 mg · L<sup>-1</sup> 时生根率较高,但生长素的浓度对根的生长状况无明显的影响。因此最适生根培养基为: 1/2MS + IBA4.0 mg · L<sup>-1</sup>。

表 3 竹苗在各种快繁培养基中的生长情况

Tab.3 Bud growth status in different subculture media

BA 浓度 Concentration of BA/(mg · L <sup>-1</sup> )	IBA 浓度 Concentration of IBA/(mg · L <sup>-1</sup> )	平均分化率 Mean ratio of differentiation	生长状况 Status of growth
1	0.3	5.60	良好 Good
1.5	0.3	6.29	良好 Good
2	0.3	7.31	良好 Good
2.5	0.3	6.45	较好少量白化苗 Good but with a few white seedlings
2	0.1	6.16	良好 Good
2	0.2	6.54	良好 Good
2	0.4	6.73	有少量的根长出 A few roots emerged

表 4 麻竹试管苗在各种培养基中的生根率及生根状况

Tab.4 The rooting rate and root morphology of the tube seedlings in different culture media

基本培养基 Basic culture medium	生长素浓度 Concentration of hormone/(mg · L <sup>-1</sup> )	平均生根率 Mean of rooting rate/%	生根状况 Root morphology
MS	IBA4.0	71.0	粗壮,有须根,无根毛 Sturdy with fibrous roots and no root hair
	NAA4.0	46.0	纤细,少须根,无根毛 Lanky with a few fibrous roots and no root hair
	IBA2.0 + NAA2.0	62.0	粗壮,有须根,无根毛 Sturdy with hairy roots and no root hair
1/2MS	IBA2.0	74.5	粗壮,有须根,有根毛 Sturdy with fibrous roots and root hairs
	IBA3.0	80.0	粗壮,有须根,有根毛 Sturdy with fibrous roots and root hairs
	IBA4.0	95.0	粗壮,有须根,有根毛 Sturdy with fibrous roots and root hairs
	NAA2.0	55.5	纤细,少须根,无根毛 Lanky with a few fibrous roots and no root hairs
	NAA3.0	59.0	纤细,少须根,无根毛 Lanky with a few fibrous roots and no root hairs
	NAA4.0	67.0	纤细,少须根,无根毛 Lanky with a few fibrous roots and no root hairs
	IBA1.0 + NAA1.0	58.0	粗壮,有须根,多根毛 Sturdy with fibrous roots and many root hairs
	IBA1.5 + NAA1.5	68.5	粗壮,有须根,多根毛 Sturdy with fibrous roots and many root hairs
	IBA2.0 + NAA2.0	81.0	粗壮,有须根,多根毛 Sturdy with fibrous roots and many root hairs

2.5 炼苗寄栽与生产 1) 炼苗寄栽 麻竹苗在各种基质中均易寄栽成活,且成活后的竹苗长势很好。其中以珍珠岩:泥土:炉灰(1:1:1)最为理想,发根快,长势旺,竹苗的成活率可达 90% 以上。但使用珍珠岩的成本较高,用沙壤土也较为理想;而粘土则不宜于竹苗的寄栽成活。在炼苗寄栽时温度和水分对麻竹的成活影响较大,因麻竹不耐寒,所以应选温暖的季节炼苗寄栽,也要避免夏季的高温使竹苗失水过多而死亡。在移栽前土壤浇透水会大大提高麻竹苗的成活率。

2) 种苗生产 以去离子水、卡拉胶和白糖替代蒸馏水、琼脂和蔗糖,并不影响竹苗的生长,可大量节约成本。西南农业大学与重庆绿川生物工程开发有限公司合作已工厂化生产麻竹苗 200 多万丛,生产成本为 58.25 万元(表 5),组培工厂设备投资 50 万元,合计 110.25 万元;以市场优惠价 2.0 元/丛的商品苗计算,销售额为 2.0 元/丛 × 200 万丛 = 400 万元,以综合税率 10% 计,纯利润为:400 - 58.25 - 40 = 301.75 万元,资金投入回报率:(301.75 ÷ 58.25) × 100% = 518.03%,项目投资收益率(341.75 ÷ 50) × 100% = 683.50%;项目投资回收期:因种苗项目的特殊性,组培厂建设 2 个月,生产 1 年,苗圃生长 10 个月,加上销售 6 个月,2 年半即可

收回全部投资,取得了显著的经济效益,对竹产业的快速发展具有重要意义。

### 3 讨论

3.1 培养基对竹苗生长的影响 1)基本培养基 在离体培养中,基本培养基对节芽诱导分化培养影响很大, $N_6$ 培养基培养的效果不理想,这可能是由于高浓度  $N - NO_3$  不利于节芽生长所致;MS 和 1/2MS 效果都较好,但 1/2MS 培养的苗纤细、苗势弱,对以后继代培养影响较大,因此 MS 是麻竹节芽培养中最理想的。

2)外源激素 在节芽诱导与增殖培养中,6-BA 有利于节芽成活和形成芽丛,但由于工厂化生产中每瓶接种苗数较多(5 丛),营养和光照的不足影响苗的生长,当 6-BA 浓度高于 2.5 时,竹苗长势较弱,有少量白化苗,因此不宜采用过高浓度的 6-BA;少量的生长素有利于竹芽的生长。

3.2 单丛接种苗数对继代分化培养的影响 在试验中发现每丛少于 4 苗或几个单苗一起接种时,繁殖系数低,且容易褐化死亡;多于 4 苗时,繁殖系数下降,竹苗纤细,矮小,有较多的弱苗,竹叶黄化。由于麻竹是丛生竹,丛生有利于芽的萌发,因此单丛接种苗数太少,不利于竹苗生长和分化,而单丛接种苗数太多,由于营养和光照的不足使竹苗生长不良。

3.3 竹苗的工厂化生产 在竹苗生产中,成本控制是关键。以罐头瓶为培养瓶,去离子水、卡拉胶和白糖替代蒸馏水、琼脂和白糖,并不影响竹苗的生长,可大量节约成本。严格控制接种质量(污染率低于 5%,剥去苗丛基部黄化的叶鞘)和培养环境是保障繁殖系数和生根率的重点;提高炼苗寄栽的质量,加强温度、光照和水分的管理是炼苗成活的关键。

### 参 考 文 献

- 李 云. 2001. 林果花卉组织培养快速育苗技术. 北京: 中国林业出版社
- 刘道平. 2001. 中国竹业产业化现状及展望. 林业科技开发, 15(5):3-5
- 马艳梅,何远康,何琼英,等. 1993. 麻竹愈伤组织的诱导培养. 华南农业大学学报, 14(3):131-140
- 阙国宁,诸葛强. 1991. 竹子愈伤组织培养与植株再生. 竹子研究汇刊, 10(4):79-80
- 谭宏超,王灵昭,尹 芳,等. 1998. 竹子组织培养技术初步研究. 林业科技通讯, 5:26-27
- 王裕霞,张光楚. 2000. 麻竹实生苗快速繁殖技术的研究. 广东林业科技, 16(3):1-5
- 吴益民. 1999. 当前竹子的组织培养和植株再生研究. 竹子研究汇刊, 18(1):32-37
- 张春霞. 2000. 竹类植物的快速繁殖技术. 林业科技开发, 14(5):57-58
- 张光楚,王裕霞. 1998. 竹子育种工作现状及前景. 竹子研究汇刊, 17(1):6-9
- 张光楚,陈富枢,王裕霞. 1993. 麻竹离体快速繁殖技术的研究. 竹子研究汇刊, 12(4):7-15
- 张光楚,王裕霞. 2001. 竹子试管苗开花的初步研究. 竹子研究汇刊, 20(1):1-4
- 朱 红. 1992. 国外竹子组织培养研究的现状与前景. 竹子研究汇刊, 11(1):67-74

(责任编辑 郑槐明)

表 5 生产成本简表

Tab.5 The brief table of product cost

10 thousand yuan

厂 别 Factory	项目 Item	金额 Amount of money
组织培养育苗工厂 Tissue culture factory	管理人员工资 Administration payload	$0.34 \times 12 = 4.08$
	设备折旧 Equipment depreciation	5.0
	低值易耗品 Disposable vessels	2.0
	培养基原料费 Culture medium	$0.10 \times 10^{-4} \times 585\ 000 = 5.85$
	工人工资 Pay for workers	$0.12 \times 10^{-4} \times 585\ 000 = 7.02$
炼苗基地 Field testing	房租水电费 Utilities	$1.0 \times 12 = 12.0$
	洗苗工人工资 Pay for planters	$0.005 \times 10^{-4} \times 2\ 000\ 000 = 1.0$
	土地费 Land rent	$6\ 000 \times 10^{-4} \times 10 = 6.0$
	农药肥料 Agrochemicals and fertilizers	$45\ 000 \times 10^{-4} \times 10 = 45$
	管理工资 Administration payload	$400 \times 10^{-4} \times 20 \times 6 = 4.8$
	栽苗 Cultivation	$2\ 000\ 000 \times 30 \times 10^{-4} / 2\ 000 = 3.0$
	起苗 Transplanting	$2\ 000\ 000 \times 30 \times 10^{-4} / 2\ 000 = 3.0$
金额合计 Total		58.25