

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.04.016

## 柳桉组培快繁技术体系研究

刘均利, 刘海鹰, 龙汉利, 吴宗兴, 武华卫, 杨晓蓉

(四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081)

**摘要:**以柳桉(*Eucalyptus saligna*)成年优株萌条的带芽茎段为外植体进行了组培快繁技术体系研究。研究结果表明:利用截干的方式,可获得最佳的促萌效果,萌芽率100%,平均萌芽数38。3月下旬为柳桉组培的最佳外植体获取时间。半木质化枝条为最佳外植体选择。MS+6-BA0.5 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.05 mg·L<sup>-1</sup>为柳桉初代诱导的最佳培养基,萌芽率66.67%。改良MS+6-BA1.0 mg·L<sup>-1</sup>+IBA0.02 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.05 mg·L<sup>-1</sup>为柳桉增殖培养的最适培养基,增殖系数5.44。改良MS+6-BA0.01 mg·L<sup>-1</sup>+IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.2 mg·L<sup>-1</sup>为柳桉生根的最佳培养基,生根率95%以上,平均根数9条以上。

**关键词:**柳桉;优树促萌;组织培养;快速繁殖

中图分类号:S722.3

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2016)04-0074-05

### A Study of Tissue Culture of *Eucalyptus saligna*

LIU Jun-li LIU Hai-ying LONG Han-li WU Zong-xing WU Hua-wei YANG Xiao-rong

(Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China)

**Abstract:** Studies were made of tissue culture and fast propagation system of *Eucalyptus saligna* by taking stem segments with auxiliary buds from superior plants' shooting as explants. The results showed that cutting the superior plants at the trunk base could get the best effect of promoting sprouting with germination rate of 100% and average number of 38 shoots. Late March was the best time to obtain explants and semi-lignified shoots were the best choice. The optimal medium for primary induction was MS+6-BA0.5 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.05 mg·L<sup>-1</sup> with a germination rate of 66.67%. The optimal medium for subculture was modified MS+6-BA1.0 mg·L<sup>-1</sup>+IBA0.02 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.05 mg·L<sup>-1</sup> with a multiplication coefficient of 5.44. The optimal medium for rooting was modified MS+6-BA0.01 mg·L<sup>-1</sup>+IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.2 mg·L<sup>-1</sup> with a rooting rate of 95% and the average root number of above 9.

**Key words:** *Eucalyptus saligna*, Promoting sprouting of superior plants, Tissue culture, Rapid propagation

柳桉(*Eucalyptus saligna*),桃金娘科桉树属高大乔木,原产澳洲,是适生于受近海洋影响的亚热带以及夏季多雨气候环境的一个典型树种<sup>[1]</sup>。桉树是短周期工业原料林的首选造林树种之一,但其不同种、种源和家系之间在生产量、适应性与抗逆性上相差较大<sup>[2,3]</sup>。为了选择适宜四川地区栽培的速生抗逆耐寒桉树品种,四川省林业科学研究院于2010

年从澳大利亚引进20个桉树品种71个种批号种子,育苗后在四川绵阳、合江、茂县等地营建了区域引种试验林<sup>[4]</sup>。结果表明柳桉在各地的生长均表现出快速、抗逆、耐寒等特点,发展前景广阔。为解决其优良种苗问题,林科院组培中心自2013年起从引种试验林中筛选优良单株为材料,开展了柳桉组培快繁技术研究,并取得成功。

收稿日期:2016-04-10

基金项目:四川省科技计划项目“林-板-家具一体化现代产业链关键技术集成研究与产业化示范”专题“速生材良种熟化及工厂化育苗技术集成与产业化示范”(2014NZ0033-1);四川省财政专项项目“柳桉、边沁桉早期选择与无性系开发研究”(ZL2014-03)。

作者简介:刘均利(1982-),女,硕士,助理研究员,主要从事林木育种和组织培养研究。

## 1 试验材料和方法

### 1.1 试验材料

在绵阳梓潼柳桉 3 a 生人工林中选择树干通直、高大粗壮的优良单株,经促萌处理后,采集优良萌条为外植体进行试验。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 促萌技术研究

通过环割、砍口、截干等不同措施对选出的优良单株进行促萌处理(共 36 株)。研究不同处理方式对萌条萌发的影响,处理后观察萌芽情况,统计萌芽率,找出适宜的促萌技术,试验结果见表 1。

表 1 不同处理方式对优树促萌的影响

处理措施	萌芽率 (%)	平均萌芽数	植株生长情况
截干	100	38	伤口处产生愈伤组织,后从皮部萌芽,萌条生长迅速,健壮。
砍口	0	0	在伤口处形成愈伤,最后伤口闭合,无萌条产生。
环割	60	30.6	环割宽度在 5 cm 以下的,伤口长出愈伤组织后,逐渐愈合,无萌条产生;环割宽度达到 8 cm 以上,萌条萌发,但环割部位以上的植株主体生长势大大减弱。

$$\text{萌芽率}(\%) = \frac{\text{萌发植株数}}{\text{处理的总植株数}} \times 100$$

$$\text{平均萌芽数} = \frac{\text{萌发的总枝条数}}{\text{处理的总植株数}}$$

#### 1.2.2 最佳取材时间筛选

在 3 月下旬、7 月中旬、12 月下旬分别采集了柳桉优良萌条,进行统一的试验处理,消毒时间为 75% 酒精 20 s, 0.1% HgCl<sub>2</sub> 5 min,接种于 MS 培养基上,每处理接种 30 管,重复 3 次。培养 30 d 后统计萌芽率、污染率、褐化率,确定优良采条的最佳取材时间。试验结果见图 1。

$$\text{污染率}(\%) = \frac{\text{污染的外植体数}}{\text{接种外植体总数}} \times 100$$

$$\text{褐化率}(\%) = \frac{\text{褐化的外植体数}}{\text{接种外植体总数}} \times 100$$

$$\text{萌芽率}(\%) = \frac{\text{萌发的外植体数}}{\text{接种外植体总数}} \times 100$$

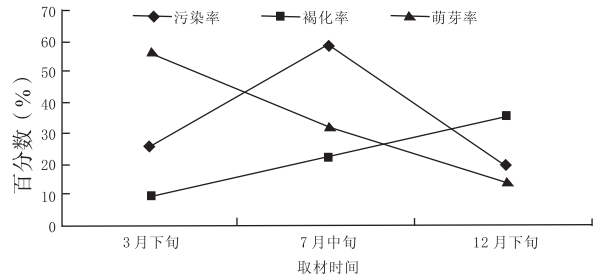


图 1 不同取材季节对柳桉外植体初代诱导的影响

#### 1.2.3 最佳生理状态外植体筛选

取柳桉优良萌条茎段,分为幼嫩、半木质化、木质化 3 种外植体进行统一的消毒处理培养,接种于 MS 培养基上,每处理接种 30 管,重复 3 次。培养 30 d 后统计萌芽率、污染率、褐化率,确定优良采条的最佳生理状态。试验结果见图 2。

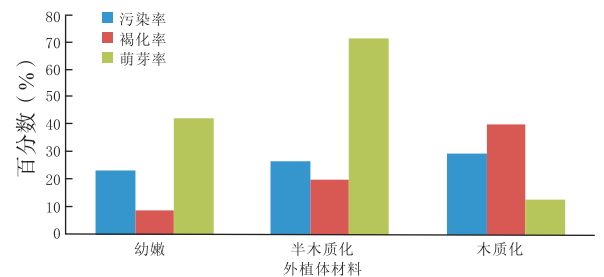


图 2 不同生理状态外植体对柳桉初代诱导的影响

#### 1.2.4 初代诱导培养基的筛选

将柳桉带芽茎段接种于表 2 所示初代诱导培养基上,筛选出适合柳桉顶芽、腋芽萌发的最适培养基。每处理接种 30 管,重复 3 次。培养 30d 后统计萌芽率和生长状况。试验结果以 DPS 统计软件进行方差分析、新复极差检验和 Duncan 多重比较。

表 2 初代培养试验结果

处理	基本培养基	6-BA (mg·L <sup>-1</sup> )	NAA (mg·L <sup>-1</sup> )	基部愈伤组织程度	萌芽率 (%)	腋芽生长状况
1	1(1/2MS)	1(0.1)	1(0.05)	+	23.33Cc	芽生长缓慢,叶色翠绿
2	1	2(0.5)	2(0.1)	++	34.44bcBC	芽少,叶卷曲,叶尖黄化枯死
3	1	3(1.0)	3(0.2)	++	48.89abABC	芽黄绿色,生长缓慢
4	2(3/4MS)	1	2	+	28.89bcBC	芽少,叶色翠绿
5	2	2	3	+	35.56bcBC	芽长势好,茎纤细
6	2	3	1	+++	56.67aAB	芽少,短且粗
7	3(MS)	1	3	+	46.67abABC	芽长势好,叶色翠绿
8	3	2	1	+	66.67aA	芽多,长势快,节间明显,高生长较好
9	3	3	2	+++	56.67aAB	芽玻璃化,脆弱易断

注: +, 苗基部愈伤量极少(0%~30%); ++, 愈伤量中等(30%~60%); +++, 愈伤量很大(60%~90%)。表中标注字母为 Duncan 新复极差检测多重比较结果,小写字母表示在 0.05 水平上显著,大写字母表示在 0.01 水平上显著,字母相同者表示水平间不显著(下同)。

### 1.2.5 增殖培养基的筛选

将初代培养 30 d 后获得的芽体,转接到增殖培养基中(以改良 MS 为基本培养基)培养,以获得数量更多,生长更快速、健壮的无根苗。培养方案见表 5,每个处理接种新芽茎段 30 个,重复 3 次,增殖培养 3 代后统计增殖系数,继代时间 30 d。试验结果以 DPS 统计软件进行方差分析、新复极差检验和 Duncan 多重比较。

增殖系数 = 1 cm 以上带腋芽茎段切段数/每个茎段上原有腋芽数/继代次数

### 1.2.6 生根培养基的筛选

增殖培养 30 d 后,将 1.0 cm 以上芽苗转接到生根培养基中(以改良 MS 为基本培养基)培养,考察激素对柳桉生根培养的影响。培养方案见表 8,每个处理接种芽苗 30 株,重复 3 次,培养 30d 后统计生根率和平均根数。试验结果以 DPS 统计软件进行方差分析、新复极差检验和 Duncan 多重比较。

生根率(%) = 发根的芽苗数/接种芽苗总数 × 100

平均根数 = 芽苗的发根数/接种芽苗总数

### 1.2.7 培养条件

所有培养基均附加 0.7% ~ 0.8% 的琼脂;蔗糖 30 g · L<sup>-1</sup>;灭菌后 pH5.8;培养温度为(25 ± 3)℃;湿度 50% ~ 70%;光照时间 12 h · d<sup>-1</sup> ~ 14 h · d<sup>-1</sup>,光照强度 1 500 lx ~ 2 000 lx。

## 2 结果与分析

### 2.1 优树促萌处理结果与分析

由表 1 可以看出,截干的方式,获得的促萌效果最好,但是要以砍伐掉优树为代价;砍口的方式,树体长势无明显影响,但无法获得萌条;环割的方式,能够促使优树产生萌条,效果略次于截干,但环割后对树体主体长势影响很大。如果不考虑树体主体,单从获得最多优树萌条的目的来讲,利用截干的方式是最有效的。

### 2.2 不同取材时间筛选试验结果与分析

取材时间对柳桉茎段萌有着显著影响。

从图 1 可以看出:从 3 月下旬开始到 7 月下旬止,污染率、褐化率随着时间的推移呈上升趋势,而萌芽率却呈下降的趋势。试验结果表明,3 月下旬为柳桉萌条茎段培养的最佳取材时期,在这个时期,接种的污染率、褐化率最低,分别为 25.56% 和 10%,而萌芽率最高,为 56.67%。12 月下旬最不适

宜柳桉茎段培养取材,其萌芽率最低且褐化率偏高,分别为 14.44% 和 35.56%,污染率为 20%;7 月中旬取材,污染率最高,为 58.89%,褐化率和萌芽率分别为 22% 和 32.22%,在该时期也不宜取材。

### 2.3 不同生理状态外植体筛选试验结果与分析

外植体是建立快繁体系的原材料,外植体生理状态的好坏是决定能否成功进行初代诱导的关键。

从图 2 可以看出,柳桉幼嫩的外植体在污染率(23.33%)和褐化率(8.89%)方面都较低,但萌芽率(42%)明显低于半木质化材料的萌芽率(71.44%),这是由于幼嫩的外植体在消毒处理时容易受到消毒剂的侵害,在后期培养过程中容易死亡,且由于材料幼嫩,形态建成能力不全,从而致使萌芽率较低;而半木质化材料能更快地在培养过程形成无菌体系。而木质化的外植体由于细胞活跃度下降,萌芽率偏低且褐化率较高。

### 2.4 初代诱导培养基筛选试验结果与分析

将柳桉茎段洗净消毒后切成 1 cm 左右小段接种到初代诱导培养基上。外植体接种 15 d 后出现萌动,茎段叶腋处膨大鼓起,有绿色小芽冒出。经过不断生长,35 d 后茎段叶腋处长出小苗。研究不同基本培养基和植物生长调节剂对外植体基部愈伤组织和增殖的影响。试验结果见表 2。

从表 2 多重比较可知,基本培养基、6-BA 和 NAA 各水平组合处理间,对于腋芽萌发,8 号处理 MS + 6-BA 0.5 mg · L<sup>-1</sup> + NAA 0.1 mg · L<sup>-1</sup> 呈极显著差异,萌芽率达到 66.67%,且腋芽长势较好,腋芽萌发数较多,节间明显,植株高生长也比较明显;而 6 号处理与 9 号处理萌芽率均为 56.67%,但比较其腋芽长势,有玻璃化的趋势,可能是由于培养基激素浓度较高,导致腋芽不正常生长。

将试验结果进行方差分析(表 3),分析结果表明,基本培养基和 6-BA 各水平间呈极显著差异,说明基本培养基对柳桉茎段萌芽有较大影响,P 值分别为 0.001 和 0.0015。由于基本培养基各水平间和 6-BA 各水平间差异达到了极显著,故有必要对各水平间进行多重比较,其结果见于表 4。而 NAA 对茎段腋芽萌发无明显影响。

表 3 初代培养试验方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	p-值
基本培养基	2203.2922	2	1101.6461	10.3359	0.0010
6-BA	2030.4531	2	1015.2265	9.5251	0.0015
NAA	358.8477	2	179.4238	1.6834	0.2137
空列	457.6131	2	228.8066	2.1467	0.1458
误差	1918.5183	18	106.5843		

多重比较结果(表4)表明,培养基各水平间,以 MS 效果最佳,平均萌芽率达到 56.67%,达到极显著水平;6-BA 各水平间,0.5 mg·L<sup>-1</sup>与 1.0 mg·L<sup>-1</sup>间差异不显著,以 1.0 mg·L<sup>-1</sup>效果最佳,根据实际试验表现来看,随着 6-BA 浓度的增大,萌芽率虽然提高了,但是出现了植株玻璃化现象。综合来看,6-BA 为 0.5 mg·L<sup>-1</sup>时,萌芽效果最佳。总的来看,MS + 6-BA 0.5 mg·L<sup>-1</sup> + NAA 0.05 mg·L<sup>-1</sup>是柳桉茎段腋芽萌发的最佳培养基配方。该配方与 8 号试验处理结果相符,在这个处理组合中,在

植株基部有少量愈伤组织,但对芽的萌发和生长并未产生不利影响,且芽的分化数多、长势好、植株生长健壮、茎叶生长正常。

表4 初代培养试验各水平间多重比较

因素	水平	萌芽率(%)
基本培养基	1/2MS	35.56bB
	3/4MS	40.37bB
	MS	56.67aA
6-BA	0.1 mg·L <sup>-1</sup>	32.96bB
	0.5 mg·L <sup>-1</sup>	45.56aAB
	1.0 mg·L <sup>-1</sup>	54.07aA

表5

增殖培养实验结果

处理	6-BA(mg·L <sup>-1</sup> )	IBA(mg·L <sup>-1</sup> )	NAA(mg·L <sup>-1</sup> )	增殖系数	生长状况
1	1(0.5)	1(0.0)	1(0.0)	2.61cD	植株矮小,1 cm 以下芽多
2	1	2(0.02)	2(0.02)	3.5bcBCD	植株生长正常,有分枝
3	1	3(0.05)	3(0.05)	5.07aAB	植株生长旺盛,分枝多,茎节间明显
4	2(1.0)	1	2	4.7abABC	分枝多,茎生长缓慢
5	2	2	3	5.44aA	分枝多,节间明显,叶色翠绿,有少量愈伤组织
6	2	3	1	3.21cCD	芽点多,茎生长缓慢
7	3(1.5)	1	3	5.07aAB	芽点多,芽透明,伴有少量愈伤组织
8	3	2	1	5.2aA	芽点多,茎透明,有玻璃化现象
9	3	3	2	5.65aA	芽多茎脆弱易断,有水渍状

## 2.5 增殖培养基筛选试验结果与分析

根据多重比较结果来看,5号、8号、9号处理均呈极显著差异,其中以9号处理最佳,但对比生长状况发现,8号、9号处理虽然增殖系数高,但均有明显玻璃化现象,因此可以看出5号处理改良 MS + 6-BA 1.0 mg·L<sup>-1</sup> + IBA 0.02 mg·L<sup>-1</sup> + NAA 0.05 mg·L<sup>-1</sup>组合最优。为找出影响柳桉增殖效果的影响因素,对实验结果进行方差分析(表6)。

表6 植物生长调节剂对柳桉增殖影响的方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	p-值
区组	0.1028	2	0.0514		
6-BA	11.2776	2	5.6388	27.5744	0.0001
IBA	1.8495	2	0.9247	4.5221	0.0278
NAA	10.6405	2	5.3202	26.0165	0.0001
空列	5.1798	2	2.5899	12.6648	0.0005
误差	3.2719	16	0.2045		
总和	32.3221				

方差分析结果表明,对于柳桉的增殖来讲,6-BA 和 NAA 的 P 值均为 0.0001,影响达到极显著水平;IBA 达到显著水平,P=0.0278。有必要对植物生长调节剂各水平间进行多重比较,比较结果见表7。

由表7可知,对于柳桉的增殖,6-BA 各水平间呈极显著差异,其中以 1.5 mg·L<sup>-1</sup>最佳,但此浓度下发现柳桉长势趋于玻璃化,因此需要降低其浓度,而 1.0 mg·L<sup>-1</sup>下植株长势正常,1.0 mg·L<sup>-1</sup>应是

更适宜柳桉增殖的 6-BA 浓度;对于 IBA 而言,3 个浓度水平间差异均未达到极显著水平,但以 0.02 mg·L<sup>-1</sup>平均增殖系数最高,因此 IBA 最适宜浓度为 0.02 mg·L<sup>-1</sup>;NAA 3 浓度水平间有极显著差异,其中以 0.05 mg·L<sup>-1</sup>最优。综合得知,改良 MS + 6-BA 1.0 mg·L<sup>-1</sup> + IBA 0.02 mg·L<sup>-1</sup> + NAA 0.05 mg·L<sup>-1</sup>组合为最佳柳桉增殖培养基配方。此结果也与 5 号实验处理的结果一致。

表7 植物生长调节剂各水平间多重比较

植物生长调节剂	浓度 mg·L <sup>-1</sup>	平均增殖系数
6-BA	0.5	3.7278cC
	1.0	4.45bB
	1.5	5.3089aA
IBA	0	4.1278bA
	0.02	4.7156aA
	0.05	4.6433abA
NAA	0	3.6733cB
	0.02	4.6167bA
	0.05	5.1967aA

## 2.6 生根培养基筛选试验结果与分析

根据多重比较结果来看,6号处理改良 MS + 6-BA 0.01 mg·L<sup>-1</sup> + IBA 1.0 mg·L<sup>-1</sup>生根率与平均根数最高,分别为 95.56%、9.35 条。且柳桉长势旺盛,虽然有少量侧芽生长,但不影响其生根与茎的增粗,且根系韧性好,侧根多并有根毛,利于移栽。对实验结果进行方差分析(表9)。

表8 生长调节剂对柳桉组培苗生根的影响实验结果

处理	6-BA (mg·L <sup>-1</sup> )	IBA (mg·L <sup>-1</sup> )	NAA (mg·L <sup>-1</sup> )	生根率 (%)	平均根数 (条)	根生长状况
1	1(0.0)	1(0.0)	1(0.0)	31.11dC	4.13Cb	根细长,有侧根,植株生长弱
2	1	2(0.5)	2(0.5)	84.44abAB	4.34cB	基部有愈伤组织,主根粗壮
3	1	3(1.0)	3(1.0)	60cB	6.9bAB	基部愈伤组织过多,根粗易断
4	2(0.01)	1	2	70bcAB	5.4bcB	侧芽较多,影响高生长
5	2	2	3	65.56bcB	5.36bcB	叶片上有愈伤组织,基部有少量愈伤组织,茎生长缓慢
6	2	3	1	95.56aA	9.35aA	有侧芽生长,根长韧性强,侧根较多,植株直立,茎粗壮
7	3(0.02)	1	3	58.89cB	6.17bAB	有侧芽,基部愈伤组织多,侧根较少
8	3	2	1	86.67abAB	5.8bcB	有侧芽,根韧性强,有侧根,植株直立
9	3	3	2	68.89bcAB	4.04cB	有侧芽,基部有少量愈伤组织,主根粗,易断

表9 植物生长调节剂对柳桉生根影响的方差分析

因子	变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p-值
生根率	6-BA	1625.5147	2	812.7574	7.3148	0.0047
	IBA	3393.4159	2	1696.7080	15.2704	0.0001
	NAA	815.6378	2	407.8189	3.6704	0.0460
	空列	2827.9836	2	1413.9918	12.7259	0.0004
	误差	2000.0003	18	111.1111		
平均根数	6-BA	13.2739	2	6.6370	5.0286	0.0184
	IBA	14.6856	2	7.3428	5.5634	0.0132
	NAA	17.6367	2	8.8183	6.6813	0.0068
	空列	21.3600	2	10.6800	8.0919	0.0031
	误差	23.7573	18	1.3198		

由表9可见,对柳桉的生根率影响较大的是IBA,其次为6-BA,影响最小的是NAA。IBA与6-BA对柳桉生根率影响极显著,而NAA对生根率影响显著。对柳桉生根数影响极显著的是NAA,而6-BA、IBA对其影响显著。为分析出对柳桉生根率和生根数的关键影响因素有必要对植物生长调节剂各水平间进行多重比较(表10)。

表10 植物生长调节剂各水平间的多重比较

植物生长调节剂	浓度	生根率(%)	平均根数(条)
6-BA	0	58.52bB	5.12bA
	0.01	77.04aA	6.71aA
	0.02	71.48aAB	5.35bA
IBA	0	53.33bB	5.24bA
	0.5	78.89aA	5.17bA
	1.0	74.82aA	6.76aA
NAA	0	71.11abA	6.43aA
	0.5	74.44aA	4.59bB
	1.0	61.48bA	6.14aAB

由多重比较结果得知,对生根率而言,6-BA最优浓度为0.01 mg·L<sup>-1</sup>,IBA和NAA的最优浓度均为0.5 mg·L<sup>-1</sup>;对平均根数而言,6-BA依然是浓度为0.01 mg·L<sup>-1</sup>时最佳,IBA浓度为1.0 mg·L<sup>-1</sup>时最佳,NAA最佳浓度为0.0 mg·L<sup>-1</sup>,综合看来,柳桉生根的最佳培养基在改良MS+6-BA0.01 mg·L<sup>-1</sup>+IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup>~1.0 mg·L<sup>-1</sup>+

NAA0.0 mg·L<sup>-1</sup>~0.5 mg·L<sup>-1</sup>的范围。我们结合后期生产,扩大接种株数,通过以改良MS+6-BA0.01 mg·L<sup>-1</sup>为基本培养基,在IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup>~1.0 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.0 mg·L<sup>-1</sup>~0.5 mg·L<sup>-1</sup>的范围内进行单因素筛选,综合考虑生根率与平均根数,确定出改良MS+6-BA0.01 mg·L<sup>-1</sup>+IBA0.5 mg·L<sup>-1</sup>+NAA0.2 mg·L<sup>-1</sup>为柳桉生根的最佳培养基,生根率可稳定维持在95%以上,平均根数9条以上。

### 3 讨论

从成年植株上采条作为外植体进行组织培养,受位置效应与成熟效应的影响,外植体的成活率一般都较低,有时甚至完全无法培养成功。因此,一般来说,萌条的采集是组培外植体的最佳选择。促萌技术的研究可为试验带来大量优质的萌条,保障组培体系能得以尽快建立。这一经验对于大多数木本植物的组培来说都是有效的。

组培体系建立的目的除保存优良种质资源外,主要是将其应用于生产,从而快速稳定的获得大量优质种苗。目前的试验配方我们均结合生产进行了摸索,可规模化推广。但随着培养次数的增多,苗木可能会出现一些退化的现象,应注意配方调整,同时进行复壮。

### 参考文献:

- [1] 祁述雄. 中国桉树[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [2] 白嘉雨. 桉树速生丰产培育技术[M]. 北京:中国科学技术出版社,1993.
- [3] 黄德龙. 柳桉优良家系多性状联合选择. 河南科技大学学报:自然科学版,2009,30(1):69~74.
- [4] 陈炎,杨晓蓉,刘均利,等. 不同降雨型桉树种苗期特性研究[J]. 桉树科技,2012,29(1):18~24.