

# 植物生长调节剂对黑木相思优树腋芽增殖及生根的影响

黄烈健<sup>1</sup>, 王鸿<sup>1</sup>, 胡峰<sup>2</sup>, 施琼<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520; 2. 广东省农业科学院作物研究所, 广州 510640)

**摘要:** 为建立黑木相思(*Acacia melanoxylon*)快繁技术体系,以含 1 个腋芽的无菌茎段为材料,研究了植物生长调节剂对其增殖和生根的影响。结果表明, 6-BA 极易诱导黑木相思愈伤组织形成,但芽长势较差,不利于腋芽增殖体系的建立。而生长素既能诱导黑木相思生根,又能诱导腋芽增殖;将无菌茎段接入 MS + IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> + IBA 0.5 mg L<sup>-1</sup> 培养基中培养 20 d 的生根率为 98.41%,培养 40 d 的腋芽增殖倍数为 2.36,单株繁殖系数为 6.57。这是首次成功建立高效、简便的生根和增殖同步发生的黑木相思直接器官发生途径的组培技术体系。

**关键词:** 黑木相思;腋芽增殖;生根;直接器官发生;间接器官发生

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2015.06.011

## Effects of Plant Growth Regulators on Axillary Bud Proliferation and Rooting of *Acacia melanoxylon* Elite Tree

HUANG Lie-jian<sup>1</sup>, WANG Hong<sup>1</sup>, HU Feng<sup>2</sup>, SHI Qiong<sup>1</sup>

(1. *Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China*; 2. *Crop Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Science, Guangzhou 510640, China*)

**Abstract:** In order to establish rapid propagation system of *Acacia melanoxylon*, the effects of plant growth regulators on its axillary bud multiplication and rooting were studied by using sterile stem segments with one axillary bud as explants. The results showed that the calli of *A. melanoxylon* were easily induced and bud growth was poor by 6-BA, indicating the disadvantage of axillary bud proliferation. The proliferation and rooting of *Acacia melanoxylon* axillary buds could be induced by auxin. The stem sections were cultured on MS + IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> + IBA 0.5 mg L<sup>-1</sup> medium, rooting rate was 98.41% cultured for 20 d, and cultured for 40 d, the axillary bud multiplication and propagation coefficient were 2.36 and 6.57 per plantlet, respectively. It was successfully established the direct organogenesis technology system of *A. melanoxylon* for the first time with the advantages of high efficient, easy rooting and proliferation occur synchronous.

**Key words:** *Acacia melanoxylon*; Axillary bud proliferation; Rooting; Direct organogenesis; Indirect organogenesis

黑木相思(*Acacia melanoxylon*)为含羞草科(Mimosaceae)金合欢属植物,具有材质优良、速生丰产、适应性强等特点,且能与根瘤菌共生固氮,在改良土壤、提升地力、保持水土等方面作用显著,是优良的短周期工业原木供应树种和生态防护林树种<sup>[1]</sup>。

林木组织培养主要通过直接器官发生途径和间接器官发生途径来实现,直接器官发生途径是通过腋芽增殖来实现以芽繁芽的快速繁殖过程,具有性状遗传稳定,繁殖速度快,植株健壮等优点,是优良无性系扩繁的有效途径<sup>[2]</sup>,而间接器官发生途径

收稿日期: 2015-03-23 接受日期: 2015-04-30

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD01B0402)资助

作者简介: 黄烈健(1971~),男,博士,副研究员,主要从事相思育种研究。E-mail: 13802987948@163.com

主要包括外植体脱分化形成愈伤组织和愈伤组织再分化形成不定芽两个步骤,扩繁速度慢,植物突变率高,不利于保持优良性状<sup>[3]</sup>。对黑木相思的两种组培快繁途径均有报道,Meyer等<sup>[4]</sup>、苏景强等<sup>[5]</sup>、王盼盼等<sup>[6]</sup>利用细胞分裂素诱导黑木相思优树腋芽增殖,出现愈伤组织过度生长、增殖倍数偏低、芽质量较差等现象;戴智明等<sup>[7]</sup>以种子苗茎段为材料成功实现了腋芽增殖,但没有注意优树的选择;姬明<sup>[8]</sup>、林来水<sup>[9]</sup>、罗万业等<sup>[10]</sup>通过间接器官发生途径实现黑木相思组培苗的扩繁,但无法保持优良性状。为实现黑木相思优树的直接器官发生途径,防止出现大量愈伤组织、芽长势弱等问题,本研究通过调整培养基中的植物生长调节剂种类及其浓度,建立适宜于保持黑木相思良种优良性状的组织培养快繁途径,为其工厂化生产提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

从中国林业科学研究院热带林业研究所的3 a生黑木相思(*Acacia melanoxylon*)试验林中,选择树高和胸径生长量大、干形通直的优良单株AMN12001,以当年生半木质化、健康无病虫害的带腋芽枝条为外植体,剪成长1~2 cm的带腋芽茎段,流水冲洗0.5 h后,在超净工作台上用75%酒精和1 g L<sup>-1</sup>的升汞分别消毒30 s和10 min,无菌水洗4~6遍,滤纸吸干表面水分,接入MS培养基(添加蔗糖30 g L<sup>-1</sup>、琼脂7 g L<sup>-1</sup>)中进行初代培养,30 d后无菌茎段的腋芽处长出2~3 cm的新芽,以含1个腋芽的无菌茎段为试验材料。

### 1.2 方法

**6-BA对增殖的影响** 以MS为基本培养基,分别添加0.1、0.5、1.0、1.5和2.0 mg L<sup>-1</sup>的6-BA,每处理接种30个无菌茎段,重复3次,40 d后调查增殖苗的生长情况并统计有效增殖倍数和单株繁殖系数。

**6-BA和IAA对增殖的影响** 以MS为基本培养基,分别添加0.1、0.25和0.5 mg L<sup>-1</sup>的6-BA和0.5、1.0 mg L<sup>-1</sup>的IAA共6个处理,每处理接种30个无菌茎段,重复3次,40 d后调查增殖苗的生长情况,并统计其有效增殖倍数和单株繁殖系数。

**生长素对增殖和生根的影响** 以MS为基本培养基,分别添加0.1、0.5、1.0、1.5和2.0 mg L<sup>-1</sup>的IBA、NAA、IAA共15个处理,每个处理接种30个无菌茎段,重复3次,20 d后调查苗的生长情况,并统计生根率、生根数;40 d后调查苗的生长情况并统计有效增殖倍数、单株繁殖系数。

### IBA和IAA交互作用对增殖和生根的影响

以MS为基本培养基,分别添加0.5、1.0、1.5 mg L<sup>-1</sup>的IBA和0.5、1.0、1.5 mg L<sup>-1</sup>的IAA以3×3组合,共9组,每处理接种30个无菌茎段,重复3次,20 d后调查苗的生长情况并统计生根率、生根数,40 d后调查苗的生长情况并统计有效增殖倍数、单株繁殖系数。

以上培养基均添加琼脂7 g L<sup>-1</sup>、蔗糖30 g L<sup>-1</sup>,pH调节至5.5~6.5,培养基在121℃下高压灭菌15 min,培养温度为(25±2)℃,光周期为14 h d<sup>-1</sup>。

### 1.3 数据统计分析

有效增殖倍数是指1个含腋芽茎段经过1次增殖培养后,得到新的无菌苗的数目。单株繁殖系数是指1个含腋芽茎段经1次增殖培养后,得到新的含1个腋芽的茎段数目。

使用Excel, SPSS 18.0对数据进行处理和方差分析,以最小显著差数法(LSD)评价差异的显著性。

## 2 结果和分析

### 2.1 6-BA对黑木相思增殖的影响

含1个腋芽的黑木相思无菌茎段接入培养基10 d左右,即可见基部有愈伤组织形成,第25天可见部分茎段腋芽处有丛生新芽长出。培养40 d后调查(表1),黑木相思茎段在含细胞分裂素(6-BA)诱导下,基部均有大量愈伤组织形成。6-BA为0.1 mg L<sup>-1</sup>时,虽然有效增殖倍数为3.19,极显著高于其它处理,但基部有大量白色愈伤组织形成,芽丛生矮小,颜色偏黄,有落叶现象(图1:A);6-BA为1.0 mg L<sup>-1</sup>时,有效增殖倍数和单株繁殖系数为1.24和1.50,芽的长势变差,芽的茎段、叶片扭曲,呈半透明状,有玻璃化现象,基部愈伤组织呈白色(图1:B);6-BA高于1.5 mg L<sup>-1</sup>时,不仅无腋芽增殖,部分外植体完全形成愈伤组织,颜色浅绿,表面有绿色凸起物出现,愈伤组织即将再分化(图1:C)。

表 1 6-BA 对黑木相思腋芽增殖的影响

Table 1 Effect of 6-BA on axillary proliferation of *Acacia melanoxylon*

6-BA (mg L <sup>-1</sup> )	有效增殖倍数 Proliferation times	单株繁殖系数 Propagation coefficient
0.1	3.19 <sup>aA</sup>	3.57 <sup>aA</sup>
0.5	2.74 <sup>bB</sup>	2.98 <sup>bB</sup>
1.0	1.24 <sup>cC</sup>	1.50 <sup>cC</sup>
1.5	0.86 <sup>dCD</sup>	0.95 <sup>dD</sup>
2.0	0.69 <sup>dD</sup>	0.88 <sup>dD</sup>

同列数据后不同大、小字母分别表示差异极显著( $P < 0.01$ )和显著( $P < 0.05$ )(LSD多重比较)。下表同。

Data followed different capital and small letters within column indicate significant different at 0.01 and 0.05 levels by LSD multiple comparisons, respectively. The same is following Tables.

## 2.2 6-BA和IAA对黑木相思增殖的影响

培养 40 d 后调查(表 2), 6 种培养基上的黑木相思茎段均有大量愈伤组织形成, 增殖芽茎干细小, 颜色偏黄, 部分外植体形成的愈伤组织出现再分化现象。当 6-BA 为 0.1 mg L<sup>-1</sup>、IAA 为 1.0 mg L<sup>-1</sup> 或 0.5 mg L<sup>-1</sup> 时, 增殖芽细长且透明, 长势极差, 基

部形成大量愈伤组织, 愈伤组织底部还长出粗短且无须的根(图 1: D)。当 6-BA 为 0.25 mg L<sup>-1</sup> 和 IAA 为 0.5 mg L<sup>-1</sup> 时, 增殖现象减少, 增殖芽矮小, 基部有大量白色愈伤组织, 愈伤组织增大、颜色趋向绿色, 部分外植体被愈伤组织完全覆盖(图 1: E)。当 6-BA 为 0.5 mg L<sup>-1</sup> 和 IAA 为 0.5 mg L<sup>-1</sup> 时, 其有效增殖倍数极显著优于其它组合, 达 3.12, 但此时形成的增殖芽是由愈伤组织经再分化而来, 芽矮小, 茎段细且透明, 长势较差(图 1: F)。

表 2 6-BA和IAA对黑木相思腋芽增殖的影响

Table 2 Effects of 6-BA and IAA on axillary proliferation of *Acacia melanoxylon*

6-BA (mg L <sup>-1</sup> )	IAA (mg L <sup>-1</sup> )	有效增殖倍数 Proliferation times	单株繁殖系数 Propagation coefficient
0.1	0.5	1.55 <sup>cC</sup>	2.00 <sup>cB</sup>
0.25	0.5	0.93 <sup>dC</sup>	1.02 <sup>dB</sup>
0.5	0.5	3.12 <sup>aA</sup>	3.81 <sup>aA</sup>
0.1	1.0	1.72 <sup>cBC</sup>	3.03 <sup>abAB</sup>
0.25	1.0	1.48 <sup>cC</sup>	1.80 <sup>cdB</sup>
0.5	1.0	2.34 <sup>bB</sup>	2.82 <sup>bAB</sup>

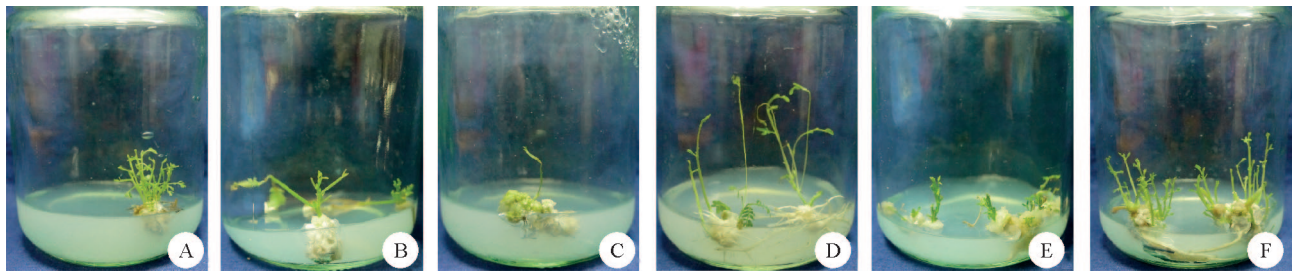


图 1 6-BA 和 IAA 对黑木相思腋芽增殖的影响。A: 0.1 mg L<sup>-1</sup> 6-BA; B: 1.0 mg L<sup>-1</sup> 6-BA; C: 2.0 mg L<sup>-1</sup> 6-BA; D: 0.1 mg L<sup>-1</sup> 6-BA + 1.0 mg L<sup>-1</sup> IAA; E: 0.25 mg L<sup>-1</sup> 6-BA + 0.5 mg L<sup>-1</sup> IAA; F: 0.5 mg L<sup>-1</sup> 6-BA + 0.5 mg L<sup>-1</sup> IAA。

Fig. 1 Effects of 6-BA and IAA on axillary proliferation of *Acacia melanoxylon*. A: 0.1 mg L<sup>-1</sup> 6-BA; B: 1.0 mg L<sup>-1</sup> 6-BA; C: 2.0 mg L<sup>-1</sup> 6-BA; D: 0.1 mg L<sup>-1</sup> 6-BA + 1.0 mg L<sup>-1</sup> IAA; E: 0.25 mg L<sup>-1</sup> 6-BA + 0.5 mg L<sup>-1</sup> IAA; F: 0.5 mg L<sup>-1</sup> 6-BA + 0.5 mg L<sup>-1</sup> IAA.

## 2.3 生长素对增殖和生根的影响

将含 1 个腋芽的黑木相思茎段接入只含 1 种生长素的 MS 培养基中, 培养 20 d 后调查, 不同浓度的 3 种生长素均能诱导黑木相思茎段生根, 但生根率和生根数量有区别(表 3)。IBA、NAA、IAA 诱导的生根率达显著差异, 随着 IBA 浓度增加, 生根率呈先上升后下降的趋势, 根数增多, 苗长势先是较好后又转差; 随着 NAA 浓度的增加, 生根率和根数均递增, 苗长势也逐渐变好; 而黑木相思茎段的生根率随着 IAA 浓度的增加先上升后下降, 以 IAA 为 1.0 mg L<sup>-1</sup> 时最高, 为 94.87%。

培养 40 d 后调查, 已经生根的黑木相思在腋芽处萌出多个新芽, 出现增殖现象, 新芽长势健壮, 叶片舒展。不同浓度的生长素对黑木相思的单株繁殖系数影响均达到了显著水平。随着 IBA 浓度升高, 单株繁殖系数逐步上升; 随着 NAA 和 IAA 浓度升高, 单株繁殖系数表现出先上升后下降的趋势, 当 IAA 为 1.0 mg L<sup>-1</sup> 时, 腋芽增殖效果最佳, 有效增殖倍数为 2.44, 单株繁殖系数为 6.47。

## 2.4 IBA和NAA对生根和增殖的影响

由表 4 可知, IBA 和 NAA 组合诱导黑木相

表3 生长素对黑木相思腋芽增殖和生根的影响

Table 3 Effects of auxins on axillary proliferation and rooting of *Acacia melanoxylon*

生长素 Auxin (mg L <sup>-1</sup> )		20 d			40 d		
		生根率 (%) Rooting rate	根数 Root number	长势 Growth	有效增殖倍数 Proliferation times	单株繁殖系数 Propagation coefficient	长势 Growth
IBA	0.1	69.74 <sup>ab</sup>	3.37 <sup>d</sup>	++	2.57 <sup>a</sup>	4.73 <sup>b</sup>	++
	0.5	76.28 <sup>ab</sup>	4.98 <sup>c</sup>	+++	1.96 <sup>b</sup>	4.88 <sup>b</sup>	+++
	1.0	78.00 <sup>a</sup>	6.80 <sup>ab</sup>	++++	2.21 <sup>ab</sup>	5.99 <sup>a</sup>	++++
	1.5	82.52 <sup>a</sup>	6.63 <sup>b</sup>	+++	1.87 <sup>b</sup>	5.12 <sup>ab</sup>	+++
	2.0	60.85 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>	++	2.39 <sup>ab</sup>	5.87 <sup>a</sup>	++
NAA	0.1	18.95 <sup>c</sup>	1.67 <sup>c</sup>	+	2.27 <sup>a</sup>	4.38 <sup>ab</sup>	++
	0.5	65.96 <sup>ab</sup>	1.80 <sup>c</sup>	+	2.03 <sup>a</sup>	4.69 <sup>ab</sup>	++
	1.0	64.60 <sup>b</sup>	2.47 <sup>b</sup>	++	1.99 <sup>a</sup>	5.35 <sup>a</sup>	+++
	1.5	73.70 <sup>b</sup>	2.59 <sup>ab</sup>	++	1.55 <sup>b</sup>	3.02 <sup>b</sup>	+++
	2.0	85.69 <sup>a</sup>	2.93 <sup>a</sup>	+++	2.06 <sup>a</sup>	3.91 <sup>b</sup>	+++
IAA	0.1	41.45 <sup>b</sup>	1.57 <sup>b</sup>	++	2.11 <sup>a</sup>	4.85 <sup>ab</sup>	+++
	0.5	43.22 <sup>b</sup>	6.67 <sup>a</sup>	++	2.01 <sup>a</sup>	4.87 <sup>ab</sup>	+++
	1.0	94.87 <sup>a</sup>	6.49 <sup>a</sup>	++	2.44 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>	+++
	1.5	55.32 <sup>b</sup>	7.00 <sup>a</sup>	++	2.00 <sup>a</sup>	4.29 <sup>b</sup>	+++
	2.0	74.44 <sup>ab</sup>	6.32 <sup>a</sup>	++	2.10 <sup>a</sup>	4.24 <sup>b</sup>	+++

+ 越多表示长势越好。下表同。

The more of +, the better of bud growth. The same is following Table.

思的生根率,比单种生长素诱导的生根率高,且增殖苗长势较好、单株繁殖系数高。IBA和IAA均 $\geq 1.0$  mg L<sup>-1</sup>时,生根率下降趋势明显,生根苗基部形成白色愈伤组织,根系多且短(图2: H),继续培养至40 d,愈伤组织增大,根系出现黑色节点,增殖苗矮且弱(图2: J)。IBA为0.5 mg L<sup>-1</sup>和NAA为0.5 mg L<sup>-1</sup>时,生根率最高,为98.41%,且根系粗壮,生根苗长势较好,宜于移栽(图2: G);继续培养至40 d,有效

增殖倍数达2.36,单株繁殖系数为6.57,增殖苗叶片舒展、茎段粗壮(图2: I),该处理是最理想的腋芽增殖和生根的处理。

### 3 结论和讨论

#### 3.1 细胞分裂素对黑木相思腋芽增殖的影响

细胞分裂素(6-BA)在植物组织培养中的主要

表4 IBA和IAA交互作用对黑木相思生根和腋芽增殖的影响

Table 4 Effects of IBA and IAA on rooting and axillary proliferation of *Acacia melanoxylon*

IBA (mg L <sup>-1</sup> )	IAA (mg L <sup>-1</sup> )	20 d			40 d		
		生根率 Rooting rate (%)	根数 Root number	长势 Growth	有效增殖倍数 Proliferation times	单株繁殖系数 Propagation coefficient	长势 Growth
0.5	0.5	98.41 <sup>a</sup>	4.62 <sup>b</sup>	+++	2.36 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	++++
0.5	1.0	88.89 <sup>a</sup>	4.96 <sup>ab</sup>	++	1.69 <sup>ab</sup>	5.83 <sup>a</sup>	+++
0.5	1.5	93.65 <sup>ab</sup>	5.26 <sup>ab</sup>	+++	1.83 <sup>ab</sup>	5.97 <sup>a</sup>	+++
1.0	0.5	90.48 <sup>ab</sup>	5.77 <sup>ab</sup>	++	1.67 <sup>ab</sup>	5.15 <sup>ab</sup>	+++
1.0	1.0	80.16 <sup>b</sup>	5.71 <sup>ab</sup>	++	1.56 <sup>b</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	+++
1.0	1.5	82.54 <sup>b</sup>	4.77 <sup>ab</sup>	++	1.59 <sup>ab</sup>	5.03 <sup>ab</sup>	+++
1.5	0.5	92.06 <sup>b</sup>	5.60 <sup>ab</sup>	+	1.04 <sup>c</sup>	2.31 <sup>c</sup>	++
1.5	1.0	82.33 <sup>b</sup>	6.31 <sup>a</sup>	++	1.47 <sup>b</sup>	4.10 <sup>b</sup>	+++
1.5	1.5	68.54 <sup>b</sup>	4.62 <sup>b</sup>	++	1.73 <sup>ab</sup>	5.02 <sup>ab</sup>	++++

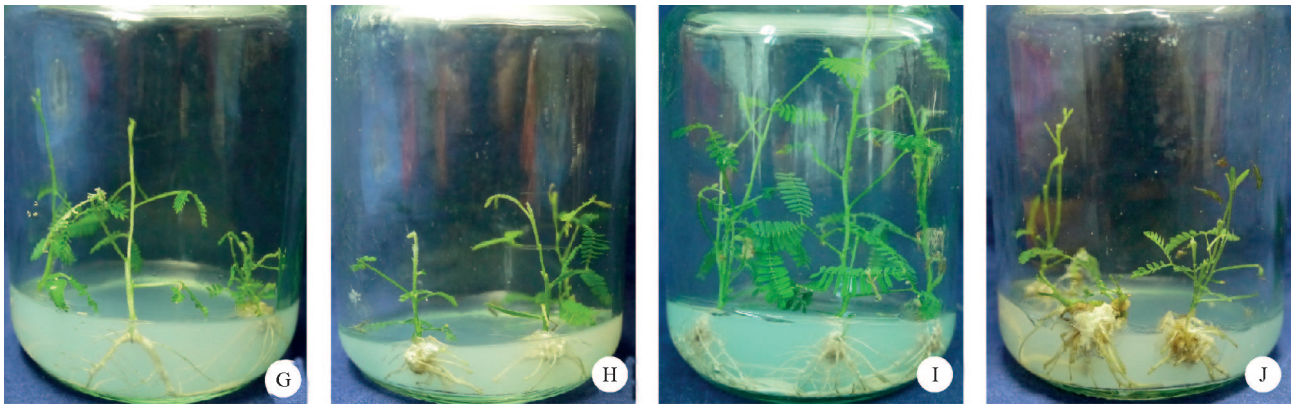


图2 IBA 和 IAA 对黑木相思生根和腋芽增殖的影响。G: IBA、IAA 均为  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$ , 培养 20 d; I: IBA、IAA 均为  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$ , 培养 40 d; H: IBA、IAA 均为  $1.5 \text{ mg L}^{-1}$ , 培养 20 d; J: IBA、IAA 均为  $1.5 \text{ mg L}^{-1}$ , 培养 40 d。

Fig. 2 Effects of IBA and IAA on rooting and axillary proliferation of *Acacia melanoxylon*. G: IBA and IAA were all  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$ , cultured for 20 d; I: IBA and IAA were  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$ , cultured for 40 d; H: IBA and IAA were  $1.5 \text{ mg L}^{-1}$ , cultured for 20 d; J: IBA and IAA were  $1.5 \text{ mg L}^{-1}$ , cultured for 40 d.

作用是促进细胞分裂和增殖,在桉树(*Eucalyptus tereticornis*)<sup>[11]</sup>、松树(*Cedrus atlantica* 和 *C. libani*)<sup>[12]</sup>、杨树(*Populus trichocarpa*)<sup>[13]</sup>、杂种相思(*Acacia hybrid*)<sup>[14]</sup>等木本植物的直接器官发生途径中均发挥了显著作用,能够有效刺激腋芽增殖。但不同物种受外源植物生长调节剂的影响不一,本研究结果表明,黑木相思茎段在细胞分裂素作用下均能形成大量的愈伤组织,且浓度越高,愈伤组织再分化现象越明显,直接器官发生途径实现难度增大。叶玲娟<sup>[15]</sup>等观察了黑木相思愈伤组织的细胞形态,其细胞小、形状规则、胞质浓、核大、具有分生组织细胞的特点,因此愈伤组织细胞分裂能力强、代谢活跃、具有较强的体细胞胚发生能力,在进行离体培养时,易受外源植物生长调节剂的作用,诱导出愈伤组织并再分化出植株,导致黑木相思直接器官发生途径不易实现。

### 3.2 生长素对黑木相思腋芽增殖和生根的影响

生长素能促进植物细胞的生长和伸长,在相思类树种的组培快<sup>[16-18]</sup>中,生长素主要是促进芽的生长和生根诱导,还未见利用生长素进行腋芽增殖的研究报道。但也有报道,生长素也能单独引起细胞分裂,促进腋芽增殖,楸树(*Catalpa bungei*)等树种的不定芽诱导时,仅用生长素就能获得较好的增殖效果<sup>[19]</sup>。本研究结果表明,黑木相思茎段在仅添加生长素的培养基上,既能促进生根现象也能促进腋芽增殖,这意味着生长素对黑木相思的作用机理较为复杂,有待进一步深入研究。

### 3.3 黑木相思生根和腋芽增殖同步发生的组培快繁技术

目前,虽然已有通过直接器官发生途径和间接器官发生途径建立黑木相思组培技术体系的相关报道,但均存在着以下问题:以直接器官发生途径的组培技术,要么是以种子苗茎段为材料,没有注重优树的选择<sup>[7]</sup>;而以优树腋芽进行增殖时,却出现愈伤组织过度生长、增殖倍数偏低、芽质量较差等现象<sup>[4-6]</sup>。以间接器官发生途径的组培技术,却因为在长期的继代增殖过程中,具有较高的突变率而无法保持亲本的优良性状<sup>[8-10]</sup>。这使得黑木相思工厂化育苗的发展进程受到非常大的影响,进而限制了黑木相思良种的推广应用。建立一种有效、简便的黑木相思通过直接器官发生途径的组培快繁技术体系,具有重要的现实意义。

本研究以黑木相思优树初代培养获得的新萌芽为材料,在  $\text{MS} + \text{IAA } 0.5 \text{ mg L}^{-1} + \text{IBA } 0.5 \text{ mg L}^{-1}$  上培养,首次成功建立了高效、简便的黑木相思通过直接器官发生途径的生根和增殖同步发生的组培快繁技术体系。在该培养基上培养 20 d,生根率可达 98.41%,培养至 40 d,有效增殖倍数为 2.36,单株繁殖系数可达 6.57。本研究建立的黑木相思快繁技术体系,克服了茎段基部愈伤组织生长过盛、芽长势弱、易转换成间接器官发生途径等问题;能有效保持亲本的优良性状,降低分化和变异;生根和增殖同时发生,极大缩短了组培时间,有效提升了组培苗品质。同时,以单株繁殖系数(6.57)代替有效增殖倍数(2.36),可以有效提高黑木相思的增殖效

率。本研究建立的组培快繁技术体系,为实现黑木相思组培工厂化育苗提供了重要的技术保障,并对其它树种的腋芽繁殖体系研究具有重要参考价值。

## 参 文 献

- [1] Pinkard E A, Beadle C L. Blackwood (*Acacia melanoxylon* R. Br.) plantation silviculture: A review [J]. *Aust For*, 2002, 65(1): 7–13.
- [2] Zhan Y G, Diao G P, Wang Q Y, et al. Rapid propagation of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by multiplication of axillary buds [J]. *J NE For Univ*, 2005, 33(2): 7–9.  
詹亚光, 刁桂萍, 王秋玉, 等. 叶腋增殖途径快速繁殖欧美杂种山杨 [J]. *东北林业大学学报*, 2005, 33(2): 7–9.
- [3] Li Y W, Liu X B. *Plant Tissue Culture Technology* [M]. Beijing: Peking University Press, 2007: 1–224.  
李永文, 刘新波. *植物组织培养技术* [M]. 北京: 北京大学出版社, 2007: 1–224.
- [4] Meyer H J, Van S J. Regeneration of *Acacia melanoxylon* plantlets *in vitro* [J]. *S Afr J Bot*, 1987, 53(2): 206–209.
- [5] Su J Q, Zhang F Q. Study on propagation technology about root sprout and tissue culture of *Acacia melanoxylon* [J]. *Guangdong For Sci Techn*, 2008, 24(3): 42–45.  
苏锦强, 张方秋. 黑木相思根蘖促萌及组培繁育技术研究 [J]. *广东林业科技*, 2008, 24(3): 42–45.
- [6] Wang P P. A comparative study on the techniques of tissue culture and rapid propagation in different fine clones of *Acacia melanoxylon* [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2011: 1–110.  
王盼盼. 黑木相思不同优良无性系组培快繁技术比较研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2011: 1–110.
- [7] Dai Z M, Liang R G, Zong Y C. Preliminary study on aseptical system establishment of *Acacia melanoxylon* seeds [J]. *Pract For Techn*, 2012(12): 35–36.  
戴智明, 梁日高, 宗亦臣. 黑木相思种子无菌体系建立的初探 [J]. *林业实用技术*, 2012(12): 35–36.
- [8] Ji M. *In vitro* culture and establishment of the regeneration system in *Acacia melanoxylon* [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2006: 1–53.  
姬明. 黑木相思离体培养与再生系统的建立 [D]. 福州: 福建农林大学, 2006: 1–53.
- [9] Lin L S. Study on *in vitro* culture and rapid propagation techniques of *Acacia melanoxylon* fine clones [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2008: 1–75.  
林来水. 黑木相思优良无性系离体培养与快速繁殖技术研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2008: 1–75.
- [10] Luo W Y, Fang Y W, Lin C L. Tissue culture technology of *Acacia melanoxylon* [J]. *Pract For Techn*, 2006(11): 24.  
罗万业, 房亦文, 林春兰. 黑木相思的组培育苗技术 [J]. *林业实用技术*, 2006(11): 24.
- [11] Sharma S K, Ramamurthy V. Micropropagation of 4-year-old elite *Eucalyptus tereticornis* trees [J]. *Plant Cell Rep*, 2000, 19(5): 511–518.
- [12] Renau-Morata B, Ollero J, Arrillaga I, et al. Factors influencing axillary shoot proliferation and adventitious budding in cedar [J]. *Tree Physiol*, 2005, 25(4): 477–486.
- [13] Kang B G, Osburn L, Kopsel D, et al. Micropropagation of *Populus trichocarpa* ‘Nisqually-1’: The genotype deriving the *Populus* reference genome [J]. *Plant Cell Tiss Org*, 2009, 99(3): 251–257.
- [14] nor Asmah H, nor Hasnida H, Noraliza A, et al. *In vitro* propagation of *Acacia* hybrid through alginate-encapsulated shoots and axillary buds [J]. *Afr J Biotechn*, 2012, 11(65): 12814–12817.
- [15] Ye L J, Lai Z X, Su Q Z, et al. The callus culture and histological observation on *Acacia* spp. [J]. *Chin Agri Sci Bull*, 2009, 25(16): 39–44.  
叶玲娟, 赖钟雄, 苏齐珍, 等. 相思树的愈伤组织培养及其组织细胞学观察 [J]. *中国农学通报*, 2009, 25(16): 39–44.
- [16] Beck S L, Dunlop R W. Micropropagation of the *Acacia* species: A review [J]. *In vitro Cell Dev Biol Plant*, 2001, 37(5): 531–538.
- [17] Rout G R, Senapati S K, Aparajeta S. Micropropagation of *Acacia chundra* (Roxb.) DC. [J]. *Hort Sci (Prague)*, 2008, 35(1): 22–26.
- [18] Girijashankar V. Micropropagation of multipurpose medicinal tree *Acacia auriculiformis* [J]. *J Med Plant Res*, 2011, 5(3): 462–466.
- [19] Wang J H, Wu L H, Lin J. Inducing and proliferating culture of adventitious buds from *Catalpa bungei* [J]. *For Sci Techn*, 2010, 36(1): 1–4.  
王军辉, 吴丽华, 林娟. 生长素对楸树不定芽的诱导和增殖培养影响的研究 [J]. *林业科技*, 2010, 36(1): 1–4.