

迷迭香带芽茎段的组织培养技术

李小川¹, 张华通², 周丽华¹, 李兴伟¹, 林晓萍², 曾雷¹

(1. 广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520; 2. 广东省林业学校, 广东 广州 510520)

[摘要] 以经种植筛选的迷迭香优株嫩芽和枝条为外植体, 研究了细胞分裂素、生长素、多效唑(PP₃₃₃)、三碘苯甲酸(TIBA)的不同浓度及其配比, 培养基成分的浓度, 附加物质椰乳(CM)及温度等对芽的诱导分化、芽的增殖、伸长及生根的影响, 并研究了温度、基质对试管苗移栽成活率的影响。研究结果表明: 培养基为 3/4MS+蔗糖 3%+6-BA 0.2 mg/L+NAA 0.01 mg/L+CM 150 mL/L, 温度 19~23℃有利于促进腋芽的形成和伸长; 1/2MS+蔗糖 1.5%+IBA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+PP₃₃₃ 0.05 mg/L 有利于诱导芽生根; 在试管苗移栽阶段, 基质选用粗河沙或粗河沙+珍珠岩(1:1), 于春天和冬天移栽, 可提高试管苗移栽的成活率, 使移栽成活率达到 90%左右。

[关键词] 迷迭香; 组织培养; 培养基

[中图分类号] S573+.9.035.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1003-8981(2006)03-0015-06

Tissue Culture Techniques of Buds in *Rosmarinus officinalis* L.

LI Xiao-Chuan¹, ZHANG Hua-Tong², ZHOU Li-Hua¹, LI Xing-Wei¹, LIN Xiao-Ping², ZENG Lei¹

(1. Forestry Academy of Guangdong Province, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Guangdong Forestry School, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

Abstract: Taken stem sections with shoots in *Rosmarinus officinalis* L. as materials, effects of different media supplemented with different concentrations and proportions of KT, 6-BA, NAA, IBA, PP₃₃₃ and TIBA, different concentrations of fundamental components in media, adding CM, and temperature, and so on, on inducing bud differentiating, multiplying, growing and rooting were researched, otherwise, effects of temperature and media on transplanting survival rate of test tube seedlings were researched. The results showed that the best medium for bud inducing and multiplying was 3/4MS supplemented with sucrose 3%, 6-BA 0.2 mg/L, NAA 0.01 mg/L and CM 150 mL/L, and culture temperature was at 23~19℃; the best medium for rooting was 1/2MS supplemented with sucrose 1.5%, IBA 1.0 mg/L, NAA 0.5 mg/L, PP₃₃₃ 0.05 mg/L; it could improve survival rate of seedlings to chose coarse sand or coarse sand and perlite (1:1) as media and transplant test tube seedlings in spring and autumn, and the rate was about 90%.

Key words: *Rosmarinus officinalis* L.; tissue culture; medium

迷迭香 *Rosmarinus officinalis* 系唇形科多年生矮灌木型或匍匐型木本植物, 原产地中海沿岸^[1]。叶片绿色、针形, 具有强烈清新的草香, 花色有蓝、淡紫、粉红及白色等, 亦能散发出浓郁的香味, 被广泛用于制作香水、浴液、化妆品、香皂、空气清新剂、食品调料等。在医用方面, 具有催经活血, 利胆降压、抗菌定神、抗癌等作用^[2]。鲜叶可提炼精油和抗氧化剂^[3]。该植物还可用于水土保持、园林绿化、家庭盆栽, 它还有驱蚊作用, 是具有较高综合开发利用价值的经济植物。

由于组织培养技术可以实现林木的快速繁殖^[4~10], 为了掌握迅速大量繁殖迷迭香的组培技术, 笔者进行了大量的试验和研究, 现将研究结果报道如下。

[收稿日期] 2006-05-12

[基金项目] 国家林业局 948 项目“2003-4-24”课题的部分研究内容。

[作者简介] 李小川(1962-), 男, 福建诏安人, 高级工程师, 硕士, 主要从事森林培育和生物技术方面的研究工作。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料采用从美国 MOUNTAIN VALLEY GROWER, INC. 引进的标准迷迭香优株带嫩芽的枝条作为外植体。

1.2 方法

1.2.1 无菌材料的获取

选取生长健壮的枝条,去除叶片,剪成5~7 cm的枝段,在超净工作台上进行以下无菌操作:第1次消毒用1 g/L的 HgCl_2 溶液浸3 min,用无菌水洗2次;接着进行第2次消毒,用1 g/L的 HgCl_2 溶液浸2 min,再用无菌水洗5次。将消毒好的材料切成约2.0~3.0 cm长的小段(带2~3芽)接种到1/2MS培养基诱导腋芽萌发或顶芽伸长^[11]。

1.2.2 丛生芽诱导培养基的筛选

取萌发的腋芽或伸长的顶芽进行丛生芽诱导试验,试验设计为基本培养基MS分别附加不同浓度的细胞分裂素KT或6-BA(均设计0.0 mg/L、0.2 mg/L、0.5 mg/L、1.0 mg/L 4种处理)和蔗糖30 g/L,共7种处理,每处理10瓶,每瓶10个芽,分成10组。接种材料在(23±2)℃的培养室中培养,光照8 h/d,光照强度为1 500~3 000 lx(如无另外说明以下试验的培养条件与此相同)。连续培养2次,每次20 d。第40天记录试验结果,观察记录分化出芽的总数、长度及生长反应情况,并进行统计分析。

1.2.3 芽增殖继代培养基的筛选

切取经丛生芽诱导培养的芽作为材料,进行如下连续2次的芽增殖继代培养基筛选试验。第1次试验,基本培养基为MS、3/4MS、1/2MS,分别附加细胞分裂素6-BA 0.2 mg/L、生长素NAA 0.01 mg/L和蔗糖30 g/L,共3种处理;第2次试验在第1次试验的基础上,选用培养基为3/4MS+6-BA 0.2 mg/L+NAA 0.01 mg/L+蔗糖30 g/L,再分别附加椰乳(CM)150 mL/L、水解乳蛋白(LH)10 mg/L、活性炭(AC)0.2 mg/L和三碘苯甲酸(TIBA)2.0 mg/L,共4种处理,两次试验每处理10瓶,每瓶10个芽,分成10组。第40天记录试验结果,观察记录分化出芽的总数、长度及生长反应情况,并进行统计分析。

1.2.4 壮芽培养基的筛选

将继代培养的芽接种到壮芽培养基中,壮芽培养基为3/4MS+6-BA 0.2 mg/L+NAA 0.01 mg/L+CM 150 mL/L+蔗糖30 g/L,再分别附加0.00 mg/L、0.01 mg/L、0.05 mg/L、0.10 mg/L和0.50 mg/L 5种浓度的多效唑(PP₃₃₃),共5种处理,每处理10瓶,每瓶10个芽(接种的密度不应过高),分成10组。培养条件为光照10 h/d,光照强度为3 000~5 000 lx。培养30 d,观察记录分化出芽的总数、伸长长度及生长反应情况,并进行统计分析。

1.2.5 不定根诱导培养基的筛选

切取壮芽培养基中长度为3.0 cm以上的单个芽,接种于诱导不定根的生根培养基。试验采用正交试验设计,试验因素为MS培养基(A)、NAA(B)和IBA(C),每因素各取3水平,即MS、1/2MS、1/3MS;NAA 0.0 mg/L、0.5 mg/L、1.0 mg/L和IBA 0.0 mg/L、0.5 mg/L、1.0 mg/L。用 $L_9(3^4)$ 正交表配制培养基,每处理再添加PP₃₃₃ 0.05 mg/L和蔗糖15 g/L。每处理接种10瓶,每瓶10个芽,分成5组。培养条件为光照8 h/d,光照强度为3 000~5 000 lx。培养第30天,记录试验结果,观察记录每处理不定芽的生根率及芽的生长反应情况,并进行统计分析。

1.2.6 温度对芽增殖的影响

将继代培养的芽接种于3/4MS+6-BA 0.2 mg/L+NAA 0.01 mg/L+蔗糖30 g/L+CM 150 mL/L的培养基,分4个温度段(14~18℃、19~23℃、24~28℃、29~33℃),放置在人工气候箱,光照3 000 lx,每处理10瓶,每瓶10个芽,分成10组。第30天记录试验结果,观察记录各处理芽的生长反应情况,并进行统计分析。

1.2.7 基质和季节对试管苗移栽的影响

根据迷迭香的生物学特性设计了如下两组试验。

(1)不同基质对移栽成活率的影响试验。本试验主要检验4种基质对移栽成活率的影响,即粗河沙、粗河沙+珍珠岩(1:1)、粗河沙+泥炭土(1:2)、泥炭土+珍珠岩(2:1)。

(2)不同季节对移栽成活率的影响试验。本试验主要检验季节对移栽成活率的影响,分别在春季、夏季、秋季、冬季进行该试验。

试验(1)在春季进行;试验(2)中,基质选用粗河沙。两组试验每处理移栽500株,分成5组。移栽后第50天记录试验结果,统计移栽成活率。

2 结果与分析

2.1 芽诱导培养基的筛选

迷迭香芽接种到芽增殖培养基5d后,芽开始伸长,15d左右开始分化形成丛芽,第40天记录结果(见表1、表2)。结果显示,培养基中激素的浓度和种类对接种的芽分化出芽、伸长和生长情况的影响比较明显。在添加不同浓度6-BA的试验中(见表1),芽的增殖倍数起初表现为随激素浓度升高而升高,但浓度升高到一定值后,芽增殖倍数又下降,芽的长度则表现为随浓度升高而降低,其中,不加激素的1号培养基诱导芽的增殖倍数为1.05倍,芽平均长为4.2cm,而6-BA浓度为0.2mg/L的2号培养基芽增殖倍数最高,达到2.10倍,平均长3.9cm,这两种培养基诱导芽的增殖呈显著性差异,芽生长都表现正常。从3号培养基开始,诱导出的芽表现为不正常的玻璃化现象,而在添加了KT的各组处理中均出现玻璃化现象(见表2)。另外,本研究结果表明,芽的增殖倍数还与芽的长度有关,芽越长腋芽越多,增殖倍数也就越高。因此,选择芽伸长和增殖倍数较高且芽生长正常的2号培养基作为芽增殖培养基较好。

表1 不同浓度6-BA对诱导不定芽增殖的影响[†]

编号	6-BA 浓度 (mg·L ⁻¹)	接种芽数 /个	增殖后总数 /个	增殖倍数	显著性	平均长 /cm	生长情况
1	0.0	100	205	1.05	b	4.2	正常,部分枯萎
2	0.2	100	310	2.10	a	3.9	正常,部分枯萎
3	0.5	100	145	0.45	c	2.7	玻璃化
4	1.0	100	193	0.93	b	2.5	玻璃化

[†] $LSD_{0.05}=1.458$;芽增殖倍数=(增殖后芽总数-增殖前接种芽个数)/增殖前芽个数(下同);芽包括腋芽和顶芽(下同)。

表2 不同浓度KT对诱导不定芽增殖的影响[†]

编号	KT 浓度 (mg·L ⁻¹)	接种芽数 /个	增殖后总数 /个	增殖倍数	显著性	平均长 /cm	生长情况
1	0.0	100	205	1.05	b	4.2	正常,部分枯萎
5	0.2	100	153	0.53	a	2.9	玻璃化
6	0.5	100	188	0.88	c	2.4	玻璃化
7	1.0	100	203	1.03	b	2.2	玻璃化

[†] $LSD_{0.05}=1.571$ 。

2.2 芽增殖继代培养基的筛选

如表3所示,本研究所采用的基本培养基的各种成分对芽增殖的影响不明显,没有显著差异,都出现芽梢枯萎现象,但表现出粗壮程度不同。

表3 培养基中不同浓度矿质元素对诱导芽增殖的影响[†]

编号	培养基浓度	接种芽数 /个	增殖后总数 /个	增殖倍数	显著性	平均长 /cm	生长情况
1	MS	100	315	2.15	a	4.4	正常,弱,部分枯萎
2	3/4MS	100	321	2.21	a	4.2	正常,弱,部分枯萎
3	1/2MS	100	309	2.09	a	4.1	正常,弱,部分枯萎

[†] $LSD_{0.05}=1.821$ 。

从表4的结果看,本研究所添加的附加成分对芽的增殖和生长都有不同程度的影响,处理间都呈显著性差异。其中椰乳(CM)对诱导芽增殖的影响最大,其芽增殖倍数达到3.12倍,而且无芽枯萎和玻璃化现象;三碘苯甲酸(TIBA)次之,增殖倍数2.75倍。因此,对于芽增殖继代培养来说,选择添加椰乳的2号培养基最为合适,也可选择添加三碘苯甲酸的5号培养基。

表4 培养基附加成分对诱导芽增殖的影响[†]

编号	培养基附加成分	接种芽数/个	增殖后总数/个	增殖倍数	显著性	平均长/cm	生长情况
1	蒸馏水(CK)	100	321	2.21	c	4.2	正常,部分枯萎
2	CM 150 mL/L	100	412	3.12	a	5.1	正常,弱
3	LH 10 mg/L	100	327	2.17	c	4.4	正常,弱,部分枯萎
4	AC 0.2 mg/L	100	293	1.93	d	3.8	正常,弱,部分枯萎
5	TIBA 2.0 mg/L	100	375	2.75	b	3.6	正常,弱,部分枯萎

[†] $LSD_{0.05}=1.950$.

2.3 壮芽培养基的筛选

在芽增殖继代过程中长出的芽都表现较弱,这些芽在接种到生根培养基之前有必要进行壮芽培养。植物生长延缓剂多效唑(PP_{333})能使植物节间缩短,叶数和节数不变,株型紧凑、矮小。通过在培养基中添加 PP_{333} 可取得比较理想的壮芽效果。表5显示

表5 不同 PP_{333} 浓度对芽生长的影响

编号	PP_{333} 浓度/($mg \cdot L^{-1}$)	接种芽数/个	芽生长表现		
			平均长/cm	粗细程度	叶片表现
1	0.00	100	4.9	细长,弱	正常
2	0.01	100	4.1	细长,弱	正常
3	0.05	100	3.8	粗,壮	正常
4	0.10	100	3.3	粗,强壮	正常
5	0.50	100	2.3	粗,矮,强壮	扭曲,不正常

了本研究得出的结果,从表5可以看出,添加 0.10 mg/L PP_{333} 效果最好,芽长得粗且壮, PP_{333} 浓度达到 0.50 mg/L 时则影响芽的正常生长,表现为矮小且叶片扭曲、不正常。

2.4 不定根诱导培养基的筛选

影响芽诱导不定根的因素很多,但主要有培养基中矿质元素的浓度、生长素的种类及浓度等。表6为不定根诱导的正交试验方案及结果。

从表6可看出,5号处理即A因素的2水平、B因素的2水平和C因素的3水平组合生根效果最好,生根率为95%,这与极差分析结果相同。因此,本试验中迷迭香芽诱导不定根的最佳培养基配方为1/2MS+NAA0.5 mg/L+IBA1.0 mg/L+ PP_{333} 0.05 mg/L+蔗糖15 g/L。

因素的主次是以极差的大小来衡量的,极差大表明此因素对生根率的影响大,极差小表明此因素对生根率的影响小。

主要因素为C,其次为A,再次为B,即主要因素为生长素IBA,其次为MS培养基中矿质元素的浓度,再次为生长素NAA。

从方差分析的结果看(见表7),A、B、C3因素的F值分别为1.78,1.17和2.25,均大于 $F_{0.05}$,表明A、B、C因素对试验结果有显著影响。

2.5 温度对诱导不定芽增殖的影响

环境条件特别是温度在增殖继代培养过程中起着重要的作

用,为检验温度在增殖继代培养过程中对诱导不定芽增殖的影响,本研究分4个温度段进行试验研究(见表

表6 不定根诱导 $L_9(3^4)$ 正交试验方案及试验结果[†]

编号	A	B	C	生根率/%
	MS	NAA	IBA	
1	1(1)	1(0.0)	1(0.0)	22
2	1(1)	2(0.5)	2(0.5)	88
3	1(1)	3(1.0)	3(1.0)	84
4	2(1/2)	1(0.0)	2(0.5)	92
5	2(1/2)	2(0.5)	3(1.0)	95
6	2(1/2)	3(1.0)	1(0.0)	82
7	3(1/3)	1(0.0)	3(1.0)	93
8	3(1/3)	2(0.5)	1(0.0)	84
9	3(1/3)	3(1.0)	2(0.5)	86
K_1	194	207	188	
K_2	269	267	266	
K_3	263	252	272	
K_1	64.67	69.00	62.67	
K_2	89.67	89.00	88.67	
K_3	87.67	84.00	90.67	
极差	25.00	20.00	28.00	
最优水平	2	2	3	
因素主次	C	A	B	

[†] 括号内数字表示MS培养基矿质元素用量倍数或激素用量(单位: $mg \cdot L^{-1}$)。

表7 不定根诱导试验结果方差分析

因素	F值	$F_{0.05}$ 值
A(MS)	1.78	0.359 6
B(NAA)	1.17	0.460 3
C(IBA)	2.25	0.307 5

8)。从表8显示的结果看,在增殖继代培养过程中,温度不同,芽增殖的程度不同。其中,19~23℃的温度段,芽增殖倍数最高,达到3.14倍,且芽长得高壮;24~28℃温度段次之,芽增殖倍数为2.54倍,芽长得长且弱;14~18℃温度段,芽增殖倍数最低,只有1.10倍,芽长得矮弱;而29~33℃温度段,由于芽不适应而导致枯黄,最后死亡。另外,方差分析结果显示,它们对诱导不定芽增殖的影响存在着显著性差异。

因此,在芽增殖继代培养过程中,为提高芽的增殖倍数,对培养环境温度的控制显得非常重要。对于迷迭香来说,温度控制在19~23℃比较合适。

表8 不同温度对诱导不定芽增殖的影响[†]

编号	温度/℃	接种芽数/个	增殖后总数/个	增殖倍数	显著性	平均长/cm	生长情况
1	14~18	100	210	1.10	c	2.5	正常,矮弱
2	19~23	100	414	3.14	a	4.8	正常,高壮
3	24~28	100	354	2.54	b	4.5	正常,长弱
4	29~33	100	—	—	—	—	枯黄,死亡

[†] $LSD_{0.05}=1.844$ 。

2.6 基质和季节对试管苗移栽的影响

组织培养试管苗移栽成活率的高低除了与生根苗的强壮程度有着密切的关系外,还与移栽的基质及环境温度有关系,为了筛选出理想的基质和合适的移栽温度,结合迷迭香的生物学特性,本试验设计了两个试验,试验结果见表9、表10。

2.6.1 基质对试管苗移栽的影响

本试验主要检验不

表9 不同基质对移栽成活率的影响[†]

同基质:粗河沙、粗河沙+珍珠岩(1:1)、粗河沙+泥炭土(1:2)、泥炭土+珍珠岩(2:1),共4种处理对移栽成活率的影响。从试验的结果可看出(表9),基质	编号	基质组成	移栽成活率/%	显著性	生长状况
1,2 移栽成活率均较	1	粗河沙	90	a	恢复快,14 d长新根,20 d芽开始抽长。
高,分别为90%和88%,没有显著性差异,且试管苗恢复较快。而基质3和4的移栽成活率分别只有72%和74%,它们之间没有显著性的差异,但与基质1和2的移栽效果存在显著性的差异,试管苗移栽后恢复较慢。故迷迭香试管苗移栽的基质选用粗河沙或粗河沙+珍珠岩(1:1)比较合适。	2	粗河沙+珍珠岩(1:1)	88	a	恢复快,15 d长新根,22 d芽开始抽长。
	3	粗河沙+泥炭土(1:2)	72	b	恢复慢,21 d长新根,25 d芽开始抽长。
	4	泥炭土+珍珠岩(2:1)	74	b	恢复慢,22 d长新根,27 d芽开始抽长。

[†] $LSD_{0.05}=5.063$ 。

高,分别为90%和88%,没有显著性差异,且试管苗恢复较快。而基质3和4的移栽成活率分别只有72%和74%,它们之间没有显著性的差异,但与基质1和2的移栽效果存在显著性的差异,试管苗移栽后恢复较慢。故迷迭香试管苗移栽的基质选用粗河沙或粗河沙+珍珠岩(1:1)比较合适。

2.6.2 季节对试管苗移栽的影响

本试验主要检验不同季节对试管苗移栽成活率的影响。

表10 不同季节对移栽成活率的影响[†]

编号	季节	移栽成活率/%	显著性	生长状况
1	春季 (4月,15~26℃)	90	a	恢复快,15 d长新根,20 d芽开始抽长。
2	夏季 (7月,26~33℃)	20	d	恢复慢,23 d长新根,29 d芽开始抽长。
3	秋季 (10月,24~30℃)	40	c	恢复比较慢,21 d长新根,25 d芽开始抽长。
4	冬季 (12月,12~24℃)	82	b	恢复比较快,18 d长新根,23 d芽开始抽长。

[†] $LSD_{0.05}=4.575$ 。

季最低,只有20%。从试验得出的结果看,迷迭香试管苗移栽应选择在春季和冬季比较好。

2.7 试管苗的移栽管理

移栽前,基质用35%的甲醛溶液50倍水淋透,15 d后使用。移栽时,将已生根且已经炼苗的合格试管苗取出,用自来水冲洗干净基部的培养基,然后种植在装好基质的育苗筛上,并盖上塑料薄膜保湿。10 d后逐渐打

开塑料薄膜,20 d 后把塑料薄膜完全打开。种植后第 1~2 天喷急救回生丹 1 次,以后每周喷 1/2MS 无机成分溶液和多菌灵、甲基托布津或急救回生丹 1 次。

60 d 后可出圃或移栽到花盆种植,移栽成活率达 90% 以上。

3 结论与讨论

(1) 培养基为 3/4MS+蔗糖 3%+6-BA 0.2 mg/L+NAA 0.01 mg/L+CM 150 mL/L, 温度 19~23℃ 有利于促进腋芽的形成和伸长;1/2MS+蔗糖 1.5%+IBA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+PP₃₃₃ 0.05 mg/L 有利于诱导芽生根。

(2) 在迷迭香组织培养芽诱导及增殖继代过程中,通过在培养基中加入椰乳(CM)的方法,可以有效地解决芽梢干枯的问题。

(3) 在培养基中加入三碘苯甲酸(TIBA)可适当提高芽的增殖率,这是因为 TIBA 可抑制植株的顶端优势,矮化植株,促进侧芽的形成。

(4) 在植物组织培养中,细胞分裂素 6-BA 和 KT 被广泛应用于芽的分化和增殖过程,但如果浓度过高则容易引起玻璃化,尤其是木本植物。在迷迭香组织培养诱导芽的增殖过程中,也出现了这种情况,接种的材料对细胞分裂素的反应显得比较敏感,高浓度的 6-BA 和 KT 都引起了芽的玻璃化。因此,在进行迷迭香组织培养诱导芽的增殖时,必须注意细胞分裂素的用量,一般不能超过 0.5 mg/L。

(5) 在迷迭香组织培养各环节中,培育壮苗是试管苗移栽成功的基础,光照、温度和湿度控制是移栽控制的关键因素,在壮苗和生根阶段,在培养基中加入多效唑(PP₃₃₃),可以有效地提高芽和苗的强壮度,而浓度以 0.10 mg/L 效果最好,芽长得既粗又壮,从而提高了芽的生根率和试管苗移栽的成活率。在试管苗移栽阶段,选择在春天和冬天进行移栽,并且适当提高移栽环境的光照强度和湿度(90% 以上),也可以提高试管苗移栽的成活率,使移栽成活率达到 90% 左右。

(6) 本研究通过 2 a 多的摸索试验,得到了一套关于迷迭香组织培养繁殖育苗的技术方法,应用该技术进行育苗,速度快、生产量大,是解决种苗缺乏的有效途径。

[参 考 文 献]

- [1] 欧阳宁,张正居,王卫亚,等.迷迭香引种及精油分析[J].香料香精化妆品,1990(2):8-9.
- [2] 周正友,郭玲玲.迷迭香引种栽培与应用[J].香料香精化妆品,1997(1):15-16.
- [3] 黄海英,黄绍华,沈玲霞.天然抗氧化剂——迷迭香的研究现状与展望[J].中国食品添加剂,2004(5):56-58.
- [4] 王义强,蒋琦村,石明旺,等.不同抗氧化剂对银杏愈伤组织褐变影响的研究[J].经济林研究,2003,21(4):21-23.
- [5] 宋锋惠,史彦江,卡德尔.美国黑核桃组织培养技术[J].经济林研究,2004,22(1):22-24.
- [6] 刘天顺,陈炳铨,陈锡沐.激素对沙漠玫瑰愈伤组织培养的影响[J].经济林研究,2004,22(1):25-28.
- [7] 王晓明,易霏琴,宋庆安,等.灰毡毛忍冬新品种组织培养的无菌体系建立[J].经济林研究,2005,23(4):14-16,31.
- [8] 闻丽,张日清,李典军.不同激素对比油茶花药愈伤组织形成的影响[J].经济林研究,2005,23(4):21-23.
- [9] 梁称福.植物组织培养研究进展与应用概况[J].经济林研究,2005,23(4):99-105.
- [10] 曹斌,李疆,张孝霖,等.库尔勒香梨砧木组织培养[J].经济林研究,2006,24(2):41-43.
- [11] Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture[J] Physiolplant,1962,15:473-497.