

## 欧李茎尖组织培养研究

焦淑华<sup>1,2</sup>, 林丽华<sup>1</sup>, 李宝江<sup>1\*</sup>, 张淑红<sup>1</sup>

(1 沈阳农业大学 园艺学院, 沈阳 110161; 2 赤峰农牧学校, 内蒙古 赤峰 024005)

**摘要:**以欧李3号、4号品种为试材,初步建立了茎尖组织培养的快繁体系。结果表明:欧李对激素反应比较敏感。分化基本培养基采用MS优于B5和White。在MS+0.25mg·L<sup>-1</sup>BA+0.1mg·L<sup>-1</sup>IAA的分化培养基上,萌发速度快,成苗率高。增殖培养时,增殖系数随BA浓度增大而提高;欧李3号在MS+0.5mg·L<sup>-1</sup>BA+0.075mg·L<sup>-1</sup>NAA的培养基上,增殖系数为5.43;欧李4号在MS+0.4mg·L<sup>-1</sup>BA+0.05mg·L<sup>-1</sup>NAA的培养基上,增殖系数为4.56,增殖效果较好。壮苗培养时,欧李3号适宜的培养基为改良MS+0.075mg·L<sup>-1</sup>NAA,欧李4号适宜的培养基为改良MS+0.05mg·L<sup>-1</sup>NAA。生根培养时,欧李3号适宜的培养基为1/2MS+0.4mg·L<sup>-1</sup>NAA;生根率达72.3%,欧李4号适宜的培养基为1/2MS+0.2mg·L<sup>-1</sup>NAA;生根率达74.6%。移栽采用草炭、田园土、珍珠岩(5:2:1),成活率达72.7%。

**关键词:**欧李;茎尖;组织培养

中图分类号: S662.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-1700(2006)04-0573-05

### Shoot-tip Culture of *Cerasus humilis*

JIAO Shu-hua<sup>1,2</sup>, LIN Li-hua<sup>1</sup>, LI Bao-jiang<sup>1\*</sup>, ZHANG Shu-hong<sup>1</sup>

(1 College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China;

2 Chifeng Agriculture and Husbandry Vocational School, Inner Mongolia Chifeng 024005, China)

**Abstract:** Rapid propagation of shoot-tip culture system was set up with Ouli3 and 4 as materials. The main results were as follows: Ouli was found sensitive to hormone. Medium MS was better for differentiation than B5 and white. The high rate of bourgeon and survival occurred in Medium MS+0.25mg·L<sup>-1</sup>BA+0.1mg·L<sup>-1</sup>IAA. As for multiplication culture, positive correlation was observed with multiplication coefficient and BA concentration. The coefficients were 5.43 and 4.56 for Ouli 3 in MS+0.05mg·L<sup>-1</sup>BA+0.075mg·L<sup>-1</sup>NAA and for Ouli 4 in MS+0.4mg·L<sup>-1</sup>BA+0.05mg·L<sup>-1</sup>NAA, respectively. The modified medium MS+0.75mg·L<sup>-1</sup>NAA was optimum for healthy seedling culture of Ouli 3, and the best one for Ouli 4 was MS+0.05mg·L<sup>-1</sup>NAA. 1/2MS+0.4mg·L<sup>-1</sup>NAA was the optimum medium for rooting culture of Ouli 3, while for Ouli 4, the optimum one was 1/2MS+0.2mg·L<sup>-1</sup>NAA. The rooting rate was 72.3% and 74.6% respectively. Survival rate was 72.7% when the seedlings were transplanted in peat+garden soil+pearlite(5:2:1).

**Key words:** *Cerasus humilis*; shoot-tip; tissue culture

欧李[*Cerasus humilis*(Bge)Sok]为蔷薇科(Rosaceae)樱桃属(*Cerasus*)矮生小灌木。欧李植株根系发达,耐旱、耐寒、耐瘠薄,适宜干旱地区栽培<sup>[1]</sup>。欧李结果早,坐果率高<sup>[2,3]</sup>,果实含有丰富的糖、蛋白质、矿质元素、维生素、氨基酸,尤其是钙和铁的含量较高。钙素多为活性钙,易被人体吸收,所以又被称为“钙果”。欧李植株矮小、栽培用苗量较大,如何提高繁殖速度是栽培和推广中的主要问题<sup>[4]</sup>。茎尖组织培养繁殖系数高,可在较短时间内为生产提供大量整齐一致的优良苗木,是快速繁殖优良苗木的有效途径<sup>[5]</sup>。欧李茎尖培养可直接分化成苗,具有操作方便,容易成活,成苗时间短,幼苗生长势强等特点。本研究以欧李3号和4号为试材,以春季一年生健壮枝条的腋芽为外植体,初步尝试建立了欧李茎尖组织培养的快繁体系,为欧李栽培推广提供了较可靠的快繁技术。

## 1 材料与方 法

试验用欧李材料取自辽宁省熊岳果树科学研究所,供试品种为山西农业大学选育的欧李3号和4号,取材

收稿日期: 2005-11-20

作者简介: 焦淑华(1972-),女,沈阳农业大学硕士研究生,从事果树遗传育种研究。\*通讯作者 Corresponding author: 李宝江(1955-),男,沈阳农业大学教授,博士,从事果树遗传育种研究。

母株为 4 年生成年树。

### 1.1 外植体消毒

2 月中旬至 3 月上旬,取欧李 3 号、4 号 1 年生休眠枝条在室内水培。当腋芽萌动时,剪成带有 1~2 个腋芽的茎段,用流水冲洗 20~30min。在超净工作台上,用 75% 酒精消毒 30~40s,再用 0.1% HgCl<sub>2</sub> 消毒 6~12min,然后用无菌水冲洗 3~4 次,切取 0.5~1.0mm 的茎尖,接种于茎尖分化培养基上。培养温度为(25±2)℃,光照强度 1.5~2.0 klx,每天光照时间 16h。

### 1.2 茎尖接种

将剥取的茎尖接种在基本培养基上(MS、B<sub>5</sub>、White),BA 浓度分别为 0.25,0.5,1.0 mg·L<sup>-1</sup>,IAA 浓度分别为 0.01,0.05 和 0.1mg·L<sup>-1</sup>。试验采用 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交设计,培养 20d 调查茎尖萌发率,35d 调查成苗率,筛选适宜的茎尖分化培养基。每处理接种 15 瓶,每瓶接种 5~6 个茎尖。

### 1.3 增殖培养

截取高 1.5cm,具有 2 个节间并带有顶芽的试管苗茎段,接种于基本培养基为 MS,BA 浓度分别为 0.2,0.4,0.5mg·L<sup>-1</sup>,NAA 浓度分别为 0.05,0.075,0.10,0.15mg·L<sup>-1</sup>的培养基上培养,探讨激素浓度对幼苗增殖生长的影响,筛选适宜的增殖培养基。

### 1.4 壮苗培养

截取高 1.5cm 左右,具有 2 个节间并带有顶芽的试管苗茎段,分别接种于 MS+(0.05,0.075,0.10)mg·L<sup>-1</sup> NAA 和改良 MS(铁盐含量增加 1/4)+(0.05,0.075,0.10)mg·L<sup>-1</sup> NAA 的培养基上,观察生长情况,筛选适宜的壮苗培养基。

### 1.5 生根培养

截取高度为 2.0~3.0cm 的壮苗,接种于 1/2MS 基本培养基,附加不同浓度的 IBA 和 NAA,琼脂含量为 6.5g·L<sup>-1</sup>,蔗糖为 15g·L<sup>-1</sup>,pH 值为 6.2 的生根培养基上,观察生长情况。培养 20d 时统计平均生根率和平均生根条数及根长。

### 1.6 幼苗移栽

当组培苗根长 0.5~1.0cm 时,选择苗高 2.0~3.0cm,茎秆粗壮,具有 6~10 片叶,叶片大而绿,根系质量好的幼苗进行移栽。移栽基质分别为河砂,珍珠岩、草炭+田园土+珍珠岩(5:2:1)、草炭+田园土+蛭石(4:2:1)。移栽前,用 50% 的多菌灵和福美双消毒基质,装入营养钵中,浇透水后放置 24h。移栽 15d 调查成活率。

## 2 结果与分析

### 2.1 培养基对欧李茎尖分化的影响

接种 2~3d 后茎尖开始萌动,15~20d 开始诱导出丛生芽,28~35d 丛生芽逐渐发育成苗。

表 1 不同培养基对欧李茎尖分化的影响

Table 1 Effects of different media on shoot-tip differentiation of *Cerasus humilis*

培养基 Culture medium	BA /mg·L <sup>-1</sup>	IAA /mg·L <sup>-1</sup>	茎尖萌发率/%		丛生芽发生率/%		成苗率/%	
			Percent of germination		Percent of tufted bud		Survival seedling rate	
			欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4	欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4	欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4
MS	0.25	0.10	100	100	60.2	84.5	71.2	74.5
	0.50	0.05	100	100	75.1	79.6	53.5	58.7
	1.00	0.01	71.4	61.2	51.2	53.5	35.6	38.9
B <sub>5</sub>	0.25	0.05	32.9	28.2	25.3	30.2	12.3	14.3
	0.50	0.01	33.6	34.6	27.6	32.3	4.6	3.6
	1.00	0.10	12.6	13.2	28.3	25.6	2.3	4.7
White	0.25	0.01	3.40	17.2	0	12.5	0	0
	0.50	0.10	15.9	21.2	0	0	0	0
	1.00	0.05	0	0	0	0	0	0

由表 1 可以看出,欧李 3 号和 4 号品种在 MS 培养基上萌发率均高于 60%,成苗率最高达 74.5%;在 B<sub>5</sub> 培

培养基上,萌发率均低于 35%,成苗率均低于 15%;在 White 培养基上,初期分化成黄白色丛生芽,后期形成愈伤组织,均未发育成苗。在 MS+0.25mg·L<sup>-1</sup>BA+0.1mg·L<sup>-1</sup>IAA 培养基上,欧李 3 号接种 35d 时平均苗高 1.7cm,节间长,茎秆粗壮,基部无愈伤组织,叶片大而平展;欧李 4 号平均苗高 2.3cm,茎基部和中上部分枝多,叶小而狭长,基部无愈伤组织。可见,MS+0.25mg·L<sup>-1</sup>BA+0.1mg·L<sup>-1</sup>IAA 的萌发率和成苗率均优于其他培养基,是欧李茎尖分化较适宜的培养基。

## 2.2 激素种类和浓度对欧李嫩茎增殖的影响

从表 2 可以看出,当 NAA 浓度一定时,增殖系数随 BA 浓度的增加而提高。当 BA 浓度一定时,NAA 浓度对欧李的增殖系数影响较小,嫩梢长度随 NAA 浓度的增加而提高。但欧李 3 号在 NAA 浓度高于 0.075mg·L<sup>-1</sup>、欧李 4 号在 NAA 浓度高于 0.05mg·L<sup>-1</sup>的培养基上,幼苗中上部易出现分枝,生长势减弱,不利于生根培养。欧李 3 号在 MS+0.5mg·L<sup>-1</sup>BA+0.075mg·L<sup>-1</sup>NAA 的培养基上,嫩茎粗壮,增殖系数为 5.43,欧李 4 号在 MS+0.4mg·L<sup>-1</sup>BA+0.05mg·L<sup>-1</sup>NAA 的培养基上,嫩茎粗壮,增殖系数为 4.56,增殖效果较好。

表 2 不同比例的 BA 和 NAA 浓度对欧李嫩茎增殖的影响

Table 2 Effects of BA and NAA concentrations on proliferation of *Cerasus humilis*

BA/mg·L <sup>-1</sup>	NAA/mg·L <sup>-1</sup>	增殖系数 Multiplication coefficient		嫩梢长度 Tender tip length/cm	
		欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4	欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4
0.2	0.05	2.41	2.68	2.6	2.7
	0.075	2.45	2.64	2.9	3.1
	0.10	2.42	2.61	3.0	3.4
	0.15a	2.44	2.65	3.6	3.6
0.4	0.05a	4.23	4.56	2.2	2.3
	0.075	4.28	4.58	2.4	2.5
	0.10	4.26	4.54	2.5	2.8
	0.15a	4.30	4.52	2.8	3.1
0.5	0.05a	5.41	5.81	2.0	2.2
	0.075	5.43	5.86	2.3	2.4
	0.10	5.42	5.82	2.4	2.7
	0.15a	5.48	5.87	2.7	2.9

## 2.3 培养基成分对欧李试管苗壮苗的影响

欧李试管苗扩繁培养时,随着继代次数的增加通常导致幼苗叶片变小,茎秆变细,生长势减弱,不利于以后的生根培养。因此,筛选适宜的培养基,培养出健壮的试管苗是欧李茎尖培养的关键。从表 3 可以看出,欧李 3 号在改良 MS+0.075mg·L<sup>-1</sup>NAA 的培养基上,欧李 4 号在改良 MS+0.05mg·L<sup>-1</sup>NAA 的培养基上,幼茎粗壮,节间数多,叶片大而平展,叶色深绿,幼苗健壮。以上两种培养基可以分别作为欧李 3 号和欧李 4 号品种的壮苗培养基。

表 3 不同培养基对欧李试管苗生长的影响

Table 3 Effects of different media on seedling growth of *Cerasus humilis*

培养基 Medium	NAA /mg·L <sup>-1</sup>	试管苗高度/cm		平均节间数/个		平均茎粗/mm		叶色	
		Height of seedlings		No of internode		Shoot shickness		Colour	
		欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4	欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4	欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4	欧李 3 号 Ouli 3	欧李 4 号 Ouli 4
MS	0	2.3	2.2	4.1	4.8	0.73	0.68	绿	Green
	0.050	2.8	3.7	3.7	6.5	0.65	0.57	绿	Green
	0.075	3.5	4.1	4.8	7.8	0.54	0.53	绿	Green
	0.100	4.1	4.8	5.7	8.8	0.48	0.42	绿	Green
改良 MS	0	2.1	2.0	3.9	4.0	1.18	1.15	深绿	Bottle green
	0.050	2.6	3.5	4.7	9.7	1.20	1.26	深绿	Bottle green
	0.075	3.3	3.7	10.7	7.1	1.30	1.23	深绿	Bottle green
	0.100	3.7	4.2	8.2	8.5	1.07	1.02	深绿	Bottle green

## 2.4 生长素对欧李试管苗生根的影响

从表 4 看出,欧李 3 号在 NAA 浓度为  $0 \sim 0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的培养基上,随 NAA 浓度的增加,幼苗的生根率和平均生根条数逐渐增高。在  $1/2\text{MS} + 0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  NAA 培养基上生根率最高为 72.3%。试管苗 8d 开始生根,11~13d 为生根高峰期,生根方式为基部直接生根。在 NAA 浓度为  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的培养基上,生根率为 75.6%,但生根方式为愈伤组织生根。在以 NAA 浓度  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  为基础,添加不同浓度 IBA 的培养基上,虽然幼苗的生根率和平均生根条数有增加的趋势,但幼苗的根系着生在愈伤组织上,移栽时易脱落,会降低移栽成活率。在试验中,欧李 3 号生根以  $1/2\text{MS} + 0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  NAA 培养基为最好。欧李 4 号试管苗在 NAA 浓度为  $0 \sim 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的培养基上,生根方式为基部生根,在 NAA 浓度为  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的培养基上,试管苗 7d 开始生根,10~12d 为生根高峰期,幼苗的生根率为 74.6%。在 NAA 浓度高于  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的培养基上,生根方式为愈伤组织上生根。以 NAA 浓度为  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  为基础,添加不同浓度的 IBA,幼苗的生根方式也为愈伤组织生根。欧李 4 号生根效果以  $1/2\text{MS} + 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  NAA 的培养基为最好。

表 4 IBA 和 NAA 浓度对欧李试管苗生根的影响

Table 4 Effects of different IBA and NAA concentrations on induction root of *Cerasus humilis*

IBA/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	NAA $/\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	平均生根率 Rooting rate/%		平均生根条数 No. of roots/条		平均根长 Root length/cm	
		欧李 3 号	欧李 4 号	欧李 3 号	欧李 4 号	欧李 3 号	欧李 4 号
		Ouli 3	Ouli 4	Ouli 3	Ouli 4	Ouli 3	Ouli 4
0	0	15.5	19.3	1.1	1.3	1.7	2.0
0	0.1	25.8	45.3	2.2	2.4	2.1	2.3
0	0.2	37.8	74.6	2.5	4.2	0.7	0.9
0	0.3	45.8	77.5	3.1	3.4	0.9	1.1
0	0.4	72.3	65.2	3.6	3.1	0.8	1.4
0	0.5	75.6	78.3	4.1	4.5	1.5	1.2
0.1	0.2	82.7	76.5	4.5	4.9	1.5	1.6
0.2	0.2	78.5	80.7	4.2	5.1	1.2	1.3
0.4	0.2	90.7	91.3	4.8	5.4	1.4	1.5
0.5	0.2	90.5	92.6	5.2	5.6	1.3	1.2

## 2.5 欧李试管苗移栽

欧李试管苗移栽时,在草炭+田园土+珍珠岩(5:2:1)的营养土中移栽成活率最高,可达 70% 以上(表 5)。在河沙和珍珠岩中移栽成活率较低,均在 40% 以下。欧李 4 号在不同基质中的栽成活率均高于欧李 3 号。

表 5 不同移栽基质对欧李移栽成活率的影响

Table 5 Effects of different cultivating media on transplant livability of *Cerasus humilis*

移栽基质 Cultivating medium	栽植株数 Transplanted plants/株		成活株数 Survival plants/株		移栽成活率 Livability/%	
	欧李 3 号	欧李 4 号	欧李 3 号	欧李 4 号	欧李 3 号	欧李 4 号
	Ouli 3	Ouli 4	Ouli 3	Ouli 4	Ouli 3	Ouli 4
河沙 River sand	115	121	41	45	35.7	37.2
珍珠岩 Pearlite	98	96	24	32	24.5	33.3
草炭:田园土:珍珠岩/5:2:1 Peat: garden soil: pearlite/5:2:1	124	132	87	96	70.2	72.7
草炭:田园土:蛭石/4:2:1 Peat: garden soil: vermiculite/4:2:1	110	102	48	57	43.6	55.9

## 3 讨论

### 3.1 激素对欧李茎尖培养的影响

欧李对生长素反应比较敏感。分化培养时,要求的 IAA 浓度不高于  $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ;增殖和壮苗培养时,在含有 IAA 的培养基上,部分试管苗顶梢易出现白化现象,在含有 IBA 的培养基上试管苗叶色多为黄绿色,而选用 NAA 无上述现象发生。欧李 3 号在 NAA 浓度高于  $0.075 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的培养基上、欧李 4 号在 NAA 浓度高于

0.05mg·L<sup>-1</sup>的培养基上,幼苗中上部易出现分枝。这说明欧李品种间基因型不同,对培养基的激素浓度的反应不同。欧李3号比欧李4号植株生长势强,枝条健壮,适应的NAA浓度较高。因此,应根据不同品种的特性,确定相应的生长素浓度。在茎尖培养时,BA浓度应不高于0.5mg·L<sup>-1</sup>。BA和生长素配合使用比单独使用更有利于分化和增殖<sup>[6]</sup>,MS+0.25mg·L<sup>-1</sup>BA+0.1mg·L<sup>-1</sup>IAA是欧李茎尖分化较适宜的培养基。欧李3号在MS+0.5mg·L<sup>-1</sup>BA+0.075mg·L<sup>-1</sup>NAA的培养基上,增殖系数为5.43,且试管苗嫩茎粗壮;欧李4号在MS+0.4mg·L<sup>-1</sup>BA+0.05mg·L<sup>-1</sup>NAA的培养基上,增殖系数为4.56,且嫩茎粗壮。

### 3.2 试管苗茎尖培养生长状态的影响因素

欧李试管苗扩繁培养时,随着继代次数的增加导致幼苗叶片逐渐变小,茎细弱,生长势减弱,培育出健壮的试管苗是试验研究的重点。在预备试验中发现,当铁盐浓度大于MS的1.5倍时,会使嫩茎木质化程度过高,不利于以后的生根培养。在铁盐浓度降至MS的1.25倍时,可使幼苗茎秆粗壮,叶片大,叶色深绿。因此,适量增加铁盐浓度有利于试管苗的健壮生长。这是因为适宜的铁离子浓度对叶绿素的形成、对呼吸光合和氮代谢等方面都起到良好的作用。但壮苗培养时间过长,也会使嫩茎木质化程度过高。一般在壮苗培养基上生长10~15d为宜。本研究发现,将欧李试管苗从较高的BA浓度(≥0.4mg·L<sup>-1</sup>)向较低浓度(≤0.1mg·L<sup>-1</sup>)的培养基上转接时,可加大幼苗健壮程度,但要根据试管苗的生长状态。当叶片较小、茎秆较粗壮时,及时进行壮苗培养。增殖培养不应超过20d,否则一旦叶片展开,再进行壮苗培养,会使幼苗徒长,不利于以后的生根培养。

### 3.3 试管苗生根和幼苗移栽

在试管苗生根培养时,欧李3号较适宜的NAA浓度为0.4mg·L<sup>-1</sup>,欧李4号为0.2mg·L<sup>-1</sup>,这和欧李不同品种的基因型有关。但欧李试管苗的生根率均不高于75%。暗培养、糖浓度的变化等对提高生根率有一定的效果,这方面还需进一步研究。赵玉军(1997)报道<sup>[7]</sup>的欧李生根生长素(IBA+NAA)最适的总浓度在1.0~1.2mg·L<sup>-1</sup>,生根率达82%。在此浓度范围内的试验结果表明,生根率确实较高(90%以上),但根着生在愈伤组织上,移栽不易成活。欧李幼苗移栽时,需结合其生物学特性进行管理。欧李喜光性强,移栽初期要保证一定的光照;欧李耐旱不抗涝,移栽后尽量减少浇水次数和水量,以免引起烂根;欧李喜中性至微碱性的土壤,移栽基质中采用碱性较强的珍珠岩与草炭、田园土按一定比例混合,移栽成活率较高。

### 参考文献:

- [1] 苏福才,钱国珍,李巧铃. 欧李种质特性研究[J]. 北方园艺, 1996, 5(4): 38-39.
- [2] 杜俊杰,杨怀义,曹琴. 欧李生物学特性研究[J]. 山西农业大学学报, 1992, 12, (4): 311-314.
- [3] 杜俊杰. 我国大西北干旱地区退耕还林的先锋树种-欧李[J]. 北方果树, 2001, (5): 31-32.
- [4] 刘坤,蒋明杉,于志清. 树莓、越桔、欧李等小浆果的发展前景[J]. 北方果树, 2004, (2): 30-32.
- [5] 钟晓红,戴思慧,马定渭. 核果类果树茎尖研究进展[J]. 果树学报, 2003, 20, (5): 388-392.
- [6] 钟士传,王侠礼,于军香. 植物激素对钙果组织培养的影响[J]. 山东农业大学学报, 2005, 36(1): 39-41.
- [7] 赵玉军,杜俊杰,郭黄萍. 欧李的组织培养[J]. 山西农业科学, 1997, 25(3): 65-67.
- [8] 赵玉芬,徐强,孟维英. 试管苗瓶外生根技术[J]. 河北林业科技, 2004(2): 50.
- [9] 任清盛. 钙果组织培养技术研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(1): 53-54.
- [10] 庄丽娟,苏福才. 欧李的组织培养与快速繁殖技术[J]. 内蒙古农业大学报, 2005, 26(1): 16-19.
- [11] ZIMMERMAN R H. Rooting apple cultivars. In vitro: Interaction among light, temperature, phloroglucinol and auxin[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1984, 3: 301-311.
- [12] LEIFERT C. Effect of medium acidity on growth and rooting of different plant species growing in vitro[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1992, (30): 171-179.

[责任编辑 于洪飞]