

# 北美悬铃木无性系间组培特性差异研究

蔡晓明, 杨立伟, 施季森

(南京林业大学林木遗传和基因工程重点实验室, 江苏南京 210037)

**摘要:** 为了加速北美悬铃木优良无性系的繁育, 对选育的 9 个无性系进行组织培养比较试验。结果表明: 芽的增殖在不同培养基间、不同无性系间、无性系与培养基的互作间差异均达到极显著 ( $P < 0.01$ ) 水平, 芽的增殖以 MS 或 DCR 基本培养基附加 NAA 0.1 mg/L、6-BA 0.5 mg/L、KT 0.3 mg/L 效果最佳。生根诱导试验发现, 外植体茎段在 1/2MS 培养基上可直接诱导生根, 以附加 NAA 0.02 mg/L、6-BA 0.1 mg/L、KT 0.05 mg/L、IBA 1.0 mg/L 效果最佳; 再生芽诱导生根以附加 6-BA 0.1 mg/L、IBA 1.0 mg/L 效果最佳, 1/2MS、1/2DCR 培养基上的生根率、生根数在不同培养基间无明显差异, 而不同无性系间差异达显著 ( $P < 0.05$ ) 水平。

**关键词:** 北美悬铃木; 无性系; 外植体; 组织培养

**中图分类号:** S722.3<sup>+</sup>7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2008)04-089-04

北美悬铃木 (*Platanus occidentalis* L.) 生长迅速, 是速生树种, 与杨树相比, 其扦插成活率不高, 在试验中观测发现, 北美悬铃木无性系扦插成活率平均不到 40%。为了加快北美悬铃木无性系繁殖效率, 有必要对其组织培养特性进行研究。本试验对选育的 9 个无性系进行组织培养比较试验, 以探讨北美悬铃木无性系再生芽增殖条件和组织培养生根条件, 以加快北美悬铃木无性系无性繁殖步伐。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为经苗期生根性状、生长性状、耐盐性、耐旱性等选育的较优良的北美悬铃木无性系, 初选出 12 个无性系用于组培试验, 它们的代号分别是 SJ8、SJ36、ZJ9、ZJ14、ZJ29、SX1、SX36、DY6、DY10、NY8、NY14、NY44。组培用无性系外植体取自定植于南京林业大学校内种质资源圃的采穗圃。2006 年 5~6 月间取当年萌生的带腋芽的枝条茎段作外植体接种。

### 1.2 材料表面灭菌试验

剪取的带芽茎段, 保留叶柄, 去叶片, 自来水冲洗干净。1 芽 1 段剪成小段于烧杯中用自来水冲洗

1 h 左右, 70% 酒精浸 30 s, 84 消毒液浸泡 10 min, 再用 0.1% 的  $\text{HgCl}_2$  灭菌 10 min, 无菌水冲洗干净进瓶。本试验设置了 4 种外植体灭菌方法, 方法一: 5% 消毒精 6 min + 0.1%  $\text{HgCl}_2$  6 min; 方法二: 5% 消毒精 10 min + 0.1%  $\text{HgCl}_2$  10 min; 方法三: 1:1 的 84 消毒液 6 min + 0.1%  $\text{HgCl}_2$  6 min; 方法四: 1:1 的 84 消毒液 10 min + 0.1%  $\text{HgCl}_2$  10 min。

### 1.3 芽的诱导、增殖及生根

芽诱导培养基为 MS, 附加 NAA (0.1 ~ 0.5 mg/L)、6-BA (0.1 ~ 2.0 mg/L)、KT (0.1 ~ 0.5 mg/L); 芽增殖培养基为 MS 和 DCR, 分别附加 NAA (0.1 ~ 0.5 mg/L)、6-BA (0.1 ~ 5.0 mg/L)、KT (0.1 ~ 1.0 mg/L); 生根培养基为 1/2 MS 和 1/2 DCR, 分别附加 6-BA (0.01 ~ 0.5 mg/L)、IBA (0.1 ~ 5 mg/L)。

### 1.4 外植体直接诱导生根

外植体表面灭菌后接种于 1/2 MS 生根培养基上, 分别附加 NAA (0.01 ~ 0.5 mg/L)、6-BA (0.01 ~ 0.5 mg/L)、KT (0.01 ~ 0.5 mg/L)、IBA (0.1 ~ 5.0 mg/L), 直接诱导外植体茎段生根。

### 1.5 统计方法

外植体接种后观察其生长等情况, 芽增殖系数于接种 30 d 左右进行统计, 芽的增殖系数 = 再生出的芽总数/接种芽个数。外植体直接诱导生根的, 于接种后 90 d 左右统计生根率, 生根率 = 生根外植体数/接种外植体数。对再生芽诱导生根的, 在生根培养基上 40 d 左右进行统计, 并观察其生根情况, 再生芽生根率 = 长出不定根的芽数/接种芽数; 平均不

收稿日期: 2008-06-06

基金项目: 国家林业局课题 (编号: 2003-002-10)。

作者简介: 蔡晓明 (1963—), 男, 四川营山人, 博士, 高级讲师, 研究方向为林木遗传育种。E-mail: csxcxmxm@126.com。

通讯作者: 施季森, 教授, 博士生导师, 研究方向为遗传学。E-mail: jshi@njfu.edu.cn。

定根数 = 不定根的总数 / 诱导出不定根的芽数。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同无性系的灭菌效果

北美悬铃木幼嫩外植体上有很多星状毛, 附生大量微生物, 且北美悬铃木幼嫩外植体中含有内生菌, 加之在茎段的剪切部位常分泌出一些淡黄色黏性物, 这对外植体灭菌带来极大难度。图 1 给出经不同灭菌处理后置 MS 芽诱导培养基上显示的灭菌效果, 方差分析(表 1)表明, 不同灭菌方法间达极显著差异水平, 无性系间差异不显著。以方法二和方

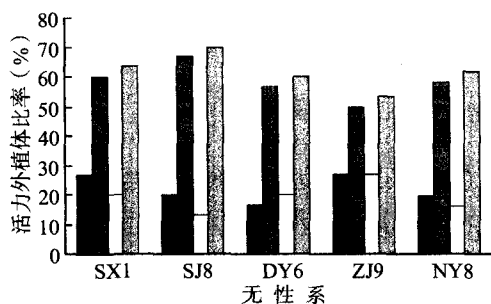


图1 不同灭菌方法对不同北美悬铃木无性系的灭菌效果

表 1 外植体不同灭菌方法方差分析

| 变异来源    | df | MS       | F        | P       |
|---------|----|----------|----------|---------|
| 不同无性系间  | 4  | 17.30    | 0.52     | 0.725 2 |
| 不同灭菌方法间 | 3  | 2 599.63 | 77.60 ** | 0.000 1 |

法四效果较好, 初期外植体成活可达50%以上, 这既可节约材料又可提高效率。

### 2.2 无性系不定芽诱导及增殖

在 MS 芽诱导培养基上没有污染的外植体, 3 周左右各无性系腋芽开始萌动, 6 周左右腋芽部位长出 1~5 个不定芽(图 2), 基本培养基附加激素配比为 NAA 0.1 mg/L、6-BA 0.3 mg/L、KT 0.1 mg/L 效果最佳, 各无性系均可适用, 且成活的各无性系外植体均能 100% 诱导出芽。将芽诱导培养基上的不定芽单个切下, 分别转接到 MS 和 DCR 芽增殖培养基上, 接种 10 d 左右芽开始膨大, 部分无性系在芽切口处长出愈伤组织, 15 d 左右在接种芽的表面有增殖芽的重新分化, 40 d 左右丛生芽可达 3~8 个, 丛生芽高度可达 2~4 cm(图 3)。



图2 北美悬铃木无性系在MS、DCR芽诱导培养基上产生多个不定芽



图3 无性系在MS、DCR芽诱导培养基上丛生的3个(左)、5个(右)芽

对于不同的芽增殖培养基来说, 不同无性系表现出不同效果。表 2 为不同无性系在 MS 和 DCR 基本培养基上附加 NAA 0.1 mg/L、6-BA 0.5 mg/L、KT 0.3 mg/L 后连续培养 3 代的芽增殖结果, 可见 ZJ14、SJ8、ZJ29 等无性系在 MS 基本培养基上效果较好; SX1、SX36、SJ36、DY10、DY6 等无性系在 DCR 基本培养基上效果较好。随着芽的继代增殖, 不同无性系的增殖效果明显出现差异, 说明不同无性系在芽增殖生长上对培养基具有选择性, 即有的

无性系适宜用 MS 培养基增殖, 有的无性系适宜用 DCR 培养基增殖。在 MS 培养基上, 芽增殖系数最高的为 SJ8, 达 5.53 倍; 最低的为 NY44, 为 3.65。在 DCR 培养基上, 芽增殖系数最高为 DY6, 达 5.93; 最低的为 ZJ14, 为 4.68。方差分析(表 3)表明, 芽的增殖在不同无性系间、不同培养基间、无性系与培养基的相互作用间差异均达到极显著水平。

### 2.3 无性系诱导生根

#### 2.3.1 外植体直接诱导生根 进瓶后无污染的外

表2 不同无性系在 MS 和 DCR 培养基上芽的不同增殖效果

| 培养基 | 无性系  | 一次继代再生芽数 | 一次继代增殖系数 | 二次继代再生芽数 | 二次继代增殖系数 | 三次继代再生芽数 | 三次继代增殖系数 |
|-----|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MS  | SX1  | 147      | 4.90     | 156      | 5.20     | 173      | 5.76     |
|     | SX36 | 146      | 4.86     | 127      | 4.23     | 88       | 2.93     |
|     | SJ8  | 162      | 5.40     | 166      | 5.53     | 170      | 5.66     |
|     | SJ36 | 133      | 4.43     | 111      | 3.70     | 106      | 3.53     |
|     | ZJ14 | 139      | 4.63     | 155      | 5.16     | 166      | 5.53     |
|     | ZJ29 | 135      | 4.50     | 144      | 4.80     | 159      | 5.30     |
|     | DY6  | 145      | 4.83     | 125      | 4.16     | 117      | 3.90     |
|     | DY10 | 141      | 4.70     | 153      | 5.10     | 158      | 5.26     |
|     | NY44 | 121      | 4.03     | 107      | 3.56     | 101      | 3.36     |
|     |      |          |          |          |          |          |          |
| DCR | SX1  | 136      | 4.53     | 148      | 4.93     | 153      | 5.10     |
|     | SX36 | 182      | 6.06     | 179      | 5.96     | 168      | 5.60     |
|     | SJ8  | 179      | 5.96     | 173      | 5.76     | 162      | 5.40     |
|     | SJ36 | 176      | 5.86     | 167      | 5.56     | 169      | 5.63     |
|     | ZJ14 | 113      | 3.76     | 142      | 4.73     | 167      | 5.56     |
|     | ZJ29 | 140      | 4.66     | 139      | 4.63     | 145      | 4.83     |
|     | DY6  | 178      | 5.93     | 177      | 5.90     | 179      | 5.96     |
|     | DY10 | 166      | 5.53     | 161      | 5.36     | 176      | 5.86     |
|     | NY44 | 131      | 4.36     | 143      | 4.76     | 157      | 5.23     |
|     |      |          |          |          |          |          |          |

表3 芽增殖效果方差分析

| 变异来源      | df | MS   | F        | P       |
|-----------|----|------|----------|---------|
| 不同无性系间    | 8  | 0.87 | 4.28 **  | 0.001 2 |
| 不同培养基间    | 1  | 6.17 | 30.52 ** | 0.001 0 |
| 不同继代次数间   | 2  | 0.05 | 0.24     | 0.787 2 |
| 无性系与培养基交互 | 8  | 1.34 | 6.62 **  | 0.001 0 |

植体,30~50 d 时可见成活外植体的基部于培养基中的部分皮孔边缘开始发白,55~75 d 时白色根开始突出茎表面,一般发根2~6条,90 d 时最长根长可达6.3 cm(表4、图4)。图4-1是高浓度(NAA 0.2 mg/L、IBA 2.0 mg/L)生长素条件下由 SX1 无性系外植体直接长出的根,图4-2是适宜生长素浓度条件下由 SJ8 无性系长出的正常根,根系白色。

从不同无性系外植体在适宜生长素浓度的1/2 MS 培养基上的生根情况看,去除污染或褐变的外植体,外植体直接生根率为40%,外植体不生根的占60%(表4)。

表4 不同无性系外植体在适宜生长素浓度的1/2MS 培养基上直接生根情况

| 无性系  | 接种数(瓶) | 生根数(瓶) | 生根率(%) | 平均生根时间(d) | 平均生根数(条) | 最长根长(cm) | 不生根数(瓶) | 污染数(瓶) |
|------|--------|--------|--------|-----------|----------|----------|---------|--------|
| SX1  | 40     | 7      | 31.8   | 62        | 3.7      | 4.3      | 15      | 18     |
| SJ36 | 40     | 7      | 46.6   | 58        | 3.7      | 4.7      | 8       | 25     |
| ZJ29 | 40     | 5      | 29.4   | 59        | 3.5      | 5.8      | 12      | 23     |
| DY10 | 40     | 8      | 44.4   | 63        | 3.4      | 4.4      | 10      | 22     |
| NY14 | 40     | 9      | 50.0   | 55        | 4.3      | 6.3      | 9       | 22     |

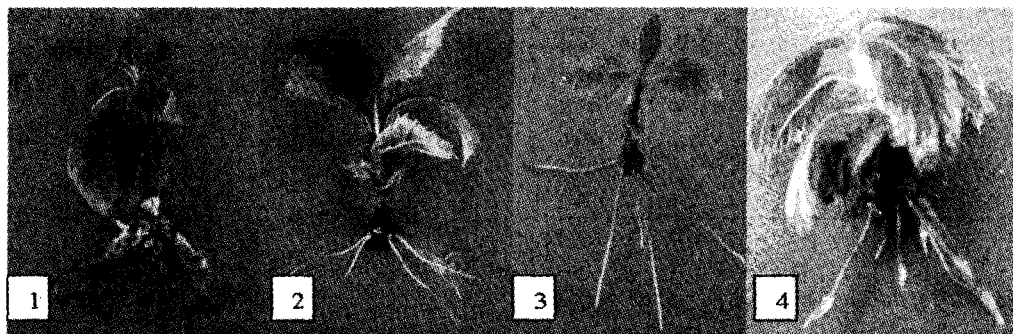


图4 无性系外植体(1、2)和丛生芽(3、4)直接诱导生根

2.3.2 再生芽的生根 在芽增殖培养基上,当丛生芽长到2~3 cm 时,将丛生芽单个切下,其余丛生芽基可以继续接种在芽增殖培养基上增殖。将再生芽基部的叶片剪掉1~2片,接种在1/2MS 和1/2DCR 的生根培养基上,分别附加 BA(0.01~0.5 mg/L)、IBA(0.1~5 mg/L),10 d 后可观察到不同无性系的基部有根原基陆续分化,12 d 可见根的伸长,40 d 时在芽的切口及茎上可见到4~13条根(图4-3、图4-4、图5),最长根长可达7.6 cm(表5)。

方差分析(表6)表明,再生芽在1/2 MS、



图5 无性系再生芽生根

1/2DCR培养基上的生根率、生根数在不同培养基间

无明显差异,而不同无性系间差异达显著( $P < 0.05$ )水平;从最长根长看,在不同培养基间无明显差异,而不同无性系间差异达极显著( $P < 0.01$ )水平;从生根时间看,集中在 10~20 d 生根,均无明显差异(表 5)。

表 5 不同无性系再生芽在 1/2MS、1/2DCR 培养基上的生根情况

| 培养基 | 无性系  | 生根率 (%) | 生根时间 (d) | 生根数 (条) | 最长根长 (cm) |
|-----|------|---------|----------|---------|-----------|
| MS  | SX1  | 66.7    | 12       | 6.3     | 7.5       |
|     | SX36 | 83.3    | 20       | 7.5     | 6.5       |
|     | SJ8  | 100     | 12       | 6.7     | 7.3       |
|     | SJ36 | 83.3    | 18       | 7.0     | 6.7       |
|     | ZJ14 | 100     | 10       | 6.6     | 7.6       |
|     | ZJ29 | 83.3    | 18       | 6.2     | 7.0       |
|     | DY6  | 50      | 20       | 5.3     | 6.3       |
|     | DY10 | 50      | 20       | 6.7     | 6.1       |
|     | NY44 | 83.3    | 18       | 5.3     | 6.3       |
|     |      |         |          |         |           |
| DCR | SX1  | 40.0    | 12       | 5.8     | 6.8       |
|     | SX36 | 60.0    | 19       | 6.4     | 6.3       |
|     | SJ8  | 83.3    | 12       | 6.0     | 7.1       |
|     | SJ36 | 66.7    | 18       | 6.5     | 6.6       |
|     | ZJ14 | 93.3    | 10       | 6.8     | 7.2       |
|     | ZJ29 | 73.3    | 18       | 6.1     | 6.7       |
|     | DY6  | 60.0    | 20       | 5.7     | 6.4       |
|     | DY10 | 73.3    | 20       | 6.1     | 6.4       |
|     | NY44 | 73.3    | 18       | 5.8     | 6.5       |
|     |      |         |          |         |           |

表 6 不同无性系再生芽在 1/2MS、1/2DCR 培养基上的生根方差分析

| 项 目  | 变异来源   | df | MS     | F      | P       |
|------|--------|----|--------|--------|---------|
| 生根率  | 不同无性系间 | 8  | 451.45 | 3.53*  | 0.046 6 |
|      | 不同培养基间 | 1  | 326.83 | 2.56   | 0.148 4 |
| 生根数  | 不同无性系间 | 8  | 0.52   | 3.49*  | 0.048 2 |
|      | 不同培养基间 | 1  | 0.32   | 2.15   | 0.180 6 |
| 最长根长 | 不同无性系间 | 8  | 0.36   | 7.46** | 0.005 1 |
|      | 不同培养基间 | 1  | 0.09   | 1.92   | 0.203 2 |

#### 2.4 移栽

由外植体直接诱导生根的培养苗,在生根培养基上的根长到 3~4 cm 时(约 90~100 d),将培养瓶移至自然温度下揭开封口膜,在培养瓶里炼苗 3~4 d。炼苗后将小苗取出,洗净苗上附着的培养基,移栽至含基质的营养钵中,注意保持营养钵内基质的湿度,成活率可达 100%。

由再生芽诱导生根的培养苗,在生根培养基上的根长到 5~6 cm、苗高 3~4 cm 时(约 30~40 d),将培养瓶移至自然温度下揭开封口膜,在培养瓶里炼苗 3~7 d。炼苗后将小苗取出,洗净苗上附着的培养基,移栽至含基质的营养钵中,注意保持营养钵内基质的湿度,成活率可达 85% 左右。

### 3 结论与讨论

生根诱导试验发现,外植体茎段在 1/2 MS 培养基上可直接诱导生根,以附加 NAA 0.02 mg/L、6-BA 0.1 mg/L、KT 0.05 mg/L、IBA 1.0 mg/L 效果最佳;再生芽诱导生根以附加 6-BA 0.1 mg/L、IBA 1.0 mg/L 效果最佳,1/2 MS、1/2 DCR 培养基上的生根率、生根数在不同培养基间无明显差异,而不同无性系间差异达显著( $P < 0.05$ )水平。

生物体的每一个细胞都包含有该物种所特有的全套遗传物质,都有发育成为完整个体所必需的全部基因,生物体的每一个活细胞都应该具有全能性。总体而言,受精卵的全能性最高,受精卵分化后的细胞中,体细胞的全能性比生殖细胞低。由于基因表达的选择性,处于离体状态的植物活细胞,在一定的营养物质、激素和其他外界条件的作用下,就可能表现出全能性,发育成完整的植株。本试验中由外植体直接诱导生根,亦即在自然条件下经过室外锻炼的茎段上的基因,仍然可以选择性表达而发育成根,最终长成完全植株。

北美悬铃木芽的增殖在不同培养基间、不同无性系间、无性系与培养基的互作间差异均达到极显著( $P < 0.01$ )水平,芽的增殖以附加 NAA 0.1 mg/L、6-BA 0.5 mg/L、KT 0.3 mg/L 效果最佳。这可能与几个因素有关。一是与无性系的基因型密切相关。北美悬铃木无性系遗传组成差别较大,导致对不同培养基的适应性差异。邹永梅等通过对北美悬铃木 ZJ18 号无性系的组培试验认为,ZJ18 号无性系芽的增殖不适宜用 MS 培养基,可能也与 ZJ18 无性系的基因组成有关<sup>[1-2]</sup>。二是与不同培养基中大量、微量元素的组成及其配比差别有关,这可能也影响不同无性系的芽增殖和生长发育<sup>[2]</sup>。何晓兰等用二球悬铃木试验认为,在 WPM 培养基上培养苗长势健壮,而在 MS 培养基上长势瘦弱,比较 MS、DCR、WPM 培养基组成可以看出,MS 培养基中  $K^+$ 、 $NH_4^+$  比 DCR、WPM 高,而 DCR、WPM 中  $Ca^{2+}$  比 MS 高,这种不同培养基中的营养元素含量及配比差异可能影响不同无性系培养苗的生长状况<sup>[3]</sup>。

试验表明,北美悬铃木外植体茎段直接生根与再生芽诱导生根有几点明显区别:第一,生根起源位置不同。外植体茎段直接诱导生根,由于灭菌影响,其基部及切口处均有明显褐变,生根部位都在茎段

(下转第 93 页)

# 非洲菊离体叶片两步成苗法研究

王江勇, 王家喜, 史 新

(山东省果树研究所, 山东泰安 271000)

**摘要:** 以非洲菊绿心和黑心品种各 2 个的试管苗叶片为外植体, 研究筛选了可通用的不定芽诱导及生根培养基配方。结果表明, 最佳的不定芽诱导配方为 MS + 6-BA 5.0 mg/L + IAA 0.2 ~ 0.3 mg/L, 诱导率均在 90% 以上。最佳生根配方为 MS + IAA 0.1 ~ 0.2 mg/L, 生根率可达 100%。不同滤光膜(绿膜、红膜、蓝膜、黄膜)对非洲菊不定芽的分化具有显著效应, 绿膜和红膜对芽的分化有明显促进作用, 诱导率高达 99.5%。非洲菊不定芽诱导不需要暗处理, 随着暗培养时间的延长, 诱导率、外植体再生芽数均降低。

**关键词:** 非洲菊; 品种; 试管苗; 叶片; 不定芽; 两步成苗法

**中图分类号:** Q945.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2008)04-0093-03

非洲菊(*Gerbera jamesonii* Bolus)为菊科扶郎花属多年生常绿草本植物, 在温暖条件下能周年开花, 是世界五大切花之一。非洲菊品种多, 种质类型复杂, 以花托<sup>[1]</sup>、花瓣<sup>[2]</sup>、嫩叶<sup>[3-4]</sup>、茎尖<sup>[5]</sup>、叶茎<sup>[6]</sup>为起始外植体组织培养已有较多报道, 但不同品种的研究结果差异明显, 特别是利用同一种培养基配方难以实现非洲菊“绿心”与“黑心”品种的不定芽诱导。对于种苗生产来讲, 仍须要进一步优化组培技术工艺。本研究以“绿心”和“黑心”品种试管苗叶片为外植体, 研究可通用的不定芽诱导培养基配方, 以及不同滤光膜和暗处理对不定芽分化的影响, 通

过不定芽诱导和生根培养成完整植株, 实现两步成苗, 不仅可保持非洲菊遗传稳定性, 而且繁殖周期短, 对进一步推动非洲菊组培快繁工厂化进程, 具有重大的现实意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验于 2006 年 10 月在山东省果树研究所组培室进行, 以 4 个非洲菊品种宠爱(红花绿心)、小白雪(白花绿心)、桑格里拉(红花黑心)、白云(白花黑心)的试管苗叶片为外植体, 试验材料由山东德州世纪风园艺科技创新有限公司提供。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 培养基的选择** 将非洲菊品种的试管苗叶片切成 3 ~ 4 mm 的方块, 接种到附加不同组合植物生长调节剂的 MS 培养基中, 筛选出不定芽诱导最

植体诱导生根的苗木移栽成活率明显较高。但如果管理措施和设施配套, 再生芽生根苗成活率同样可以达到较高水平。

### 参考文献:

- [1] 邹永梅, 施季森. 北美悬铃木的组织培养[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30(6): 61-66.
- [2] 邹永梅, 施季森. 北美悬铃木高效遗传转化体系的建立[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2005, 29(4): 15-19.
- [3] 何晓兰, 刘桂华, 余建明, 等. 悬铃木叶片不定芽再生[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(3): 225-228.
- [4] 韦小敏, 吕云峰, 李先芳, 等. 桉柳两种不同外植体生根效果比较[J]. 浙江林业科技, 2006, 26(4): 27-29.

收稿日期: 2007-12-28

基金项目: 山东省农业科学院资助项目(编号: 2006YQN022)。

作者简介: 王江勇(1978—), 男, 陕西韩城人, 硕士, 助理研究员, 从事高档园艺品种资源引种与微繁殖研究工作。Tel: (0538) 8266567; E-mail: sdwjy3000@163.com。

(上接第 92 页)

周围的皮孔上(图 4-2)。而外植体诱导丛生芽再进行生根培养, 生根起源既有切口处愈伤生根也有皮孔生根(图 4-4)。第二, 生根数量有差别。外植体茎段生根数量多为 2 ~ 6 条; 而再生芽生根数量多为 4 ~ 13 条, 生根数量明显较多。第三, 生根时间有差别。外植体茎段生根时间多为 55 ~ 75 d; 而再生芽生根时间在 10 ~ 20 d。第四, 移苗的成活率不同。外植体茎段生根的苗木, 由于已经经历了自然环境的锻炼, 生根成苗移栽后 100% 存活; 而再生芽生根苗木, 移栽后平均保存率约 85%。韦小敏等<sup>[4]</sup>以桉柳外植体及诱导芽进行生根、移苗比较也发现, 由外