

滨梅茎段组织培养研究

胡淑英, 王小敏, 张春红, 吴文龙, 李维林, 汤飞云

(江苏省中国科学院植物研究所, 南京 210014)

摘要: 以滨梅 (*Prunus maritima* Marshall) 带腋芽茎段为外植体进行了组织培养技术的研究。结果表明, 植物生长调节物质种类及浓度、碳源、光照度对滨梅不定芽增殖和生长均有显著影响。综合分析单因素试验和正交试验结果表明, 在滨梅组织培养中, 最佳初代培养基为 MS+0.5 mg·L⁻¹ TDZ; 最佳继代增殖培养基为 MS+0.3 mg·L⁻¹ TDZ+0.1 mg·L⁻¹ 2,4-D; 最佳生根培养基为 1/2 MS + 0.2 mg·L⁻¹ NAA。培养基以质量浓度为 30 mg·L⁻¹ 的葡萄糖为碳源, 光照度为 3 000 lx。

关键词: 滨梅; 组织培养; 植物生长调节物质; 碳源; 光照度

中图分类号: Q945.52

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2012)05-0816-05

Tissue culture with the stem of *Prunus maritima* Marshall

HU Shu-ying, WANG Xiao-min, ZHANG Chun-hong, WU Wen-long, LI Wei-lin, TANG Fei-yun

(Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014)

Abstract: The research was conducted on *in vitro* culture of *Prunus maritima* Marshall with stem segments as explants. The results showed that the kinds and concentrations of plant growth regulator, carbon source, and illumination intensity have significant effects on shoot proliferation and growth. Based on single factor and orthogonal tests, we concluded that the optimum medium for explant growing is MS+0.5 mg·L⁻¹ TDZ; the optimum medium for proliferation is MS+0.3 mg·L⁻¹ TDZ+0.1 mg·L⁻¹ 2, 4-D; the optimum medium for rooting is 1/2 MS + 0.2 mg·L⁻¹ NAA. In every cultivation stage, it is more suitable for using 30 mg·L⁻¹ glucose as the carbon source with 3 000 lx of illumination intensity.

Key words: *Prunus maritima* Marshall; tissue culture; plant growth regulator; carbon source; illumination intensity

滨梅 (*Prunus maritima* Marshall) 是蔷薇科李属的一种海滩沙生灌木类果树, 从美国的纽芬兰州到北卡罗莱那州的北大西洋海岸都有分布^[1-2]。滨梅适应性较强, 能够在多种逆境中生存并开花结果, 其果实香甜多汁, 色泽宜人, 除鲜食外还可用于生产果酱、果汁、果酒、果冻、软糖等^[3], 是一种兼有重要经济价值和生态价值的树木^[4]。我国已经有滨梅的引进, 它可能成为沿海地区适生的新型经济作物。为了尽快将滨梅在我国沿海地区推广种植, 作者开展了滨梅的组织培养技术研究工作, 以期快速获得大量生长均匀的健壮苗木以应用于生产。

1 材料与方法

1.1 材料

滨梅种植于江苏省中国科学院植物研究所试验苗圃, 于 5~6 月选择晴天上午 10:00 左右, 剪取当年生半木质化枝条。

1.2 方法

1.2.1 基本培养条件 培养基中碳源浓度均为 25 g·L⁻¹, 琼脂浓度均为 5.5 g·L⁻¹, pH 6.0; 培养基在 1.05 MPa (121 °C) 条件下灭菌 15 min, 灭菌后的培养基平放于工作台上, 冷却备用; 培养条件为温

收稿日期: 2012-04-19

基金项目: 江苏省农业“三新”工程项目(sx(2011)240, SXGC(2012)411), 江苏省科技支撑计划项目(BE2011324)和江苏省中国科学院植物研究所青年科技创新基金项目(青 201101)共同资助。

作者简介: 胡淑英, 女, 硕士研究生。E-mail: hushuying3646@126.com

* 通讯作者: 李维林, 男, 博士, 研究员。E-mail: lwlcnbg@mail.cnbg.net

度(25±2)℃, 空气相对湿度约 70%, 光照时间 15 h·d⁻¹[15-7], 光照度 3 000 lx。

1.2.2 初代培养条件的筛选 将采集的枝条用自来水冲洗 10 min 后, 修剪成长 2~3 cm 长带 1 个腋芽的茎段, 加少量洗衣粉浸泡 10 min, 再用自来水冲洗 45~60 min, 转入超净工作台, 用 75% 酒精浸泡 45~60 s, 无菌水冲洗 3~4 次, 然后用 0.1% HgCl₂ 浸泡 5 min, 再用无菌水冲洗 3~4 次, 用吸水纸吸干表层水分, 茎段两头切去少许, 留长约 1~1.5 cm, 接种到添加不同种类和浓度植物生长调节物质的 MS 培养基中, 每处理接种 20 个材料, 重复 3 次。30 d 后, 统计萌芽率、增殖系数及平均芽长。统计好后, 将不定芽从基部切下, 分成单一的芽苗, 接种到 MS+0.5 mg·L⁻¹ ZT +0.2 mg·L⁻¹ NAA 的培养基中进行第 1 次继代培养, 为下面的试验材料做准备。

1.2.3 继代培养条件的筛选 不同细胞分裂素、生长素对滨梅增殖的影响。选择第 1 次继代培养 25 d 的健壮植株, 接种在添加不同种类和浓度植物生长调节物质的 MS 培养基中, 每处理接种 20 个材料, 重复 3 次。接种后统计接种的不定芽的芽长, 30 d 后统计增殖系数和芽长相对生长量。

碳源对滨梅增殖的影响。选择第 1 次继代培养 25 d 的健壮植株, 接种在添加不同种类碳源的 MS+0.3 mg·L⁻¹ TDZ+0.1 mg·L⁻¹ 2,4-D 的培养基中, 3 种碳源的质量浓度相同, 都为 25 g·L⁻¹。每处理接种 20 个材料, 重复 3 次。接种后统计接种的不定芽的芽长, 30 d 后统计增殖系数和芽长相对生长量。

光照度对滨梅增殖的影响。选择第 1 次继代培养 25 d 的健壮植株, 接种到含葡萄糖 25 g·L⁻¹、琼脂 5.5 g·L⁻¹、0.3 mg·L⁻¹ TDZ、0.1 mg·L⁻¹ 2,4-D 的 MS 培养基中 (pH 6.0), 分别置于不同强度的光照下培养。每处理接种 20 个材料, 重复 3 次。接种后, 统计接种的不定芽的芽长, 30 d 后统计增殖系数和芽长相对生长量。

正交试验。选用 L₉(3⁴) 正交试验设计, 试验因素和水平分别为光照度 (1 000、2 000、3 000 lx)、葡萄糖质量浓度 (20、25、30 g·L⁻¹)、TDZ (0.5、0.3、0.1 mg·L⁻¹)、NAA (0.1、0.2、0.3 mg·L⁻¹)。接种材料为第 1 次继代培养 25 d 的健壮植株, 每处理接种 20 个材料, 重复 3 次。接种后统计接种的不定芽的芽长, 30 d 后统计增殖系数和芽长相对生长量。

1.2.4 生根培养 选择第 1 次继代培养 25 d 的健壮植株, 转入以 1/2MS 为基本培养基并添加不同质量浓度 NAA、IBA 的生根培养基上。每处理接种 20 个材料, 重复 3 次, 30 d 后观察并统计试管苗生根

情况。

1.2.5 数据处理 增殖系数=增殖芽总数 / 接种芽总数; 芽长相对生长量=(培养 30 d 后不定芽长 - 培养前的芽长) / 培养前的芽长; 生根率(%)=(生根芽数 / 接种芽总数) × 100 %。用 Excel 2003 软件对试验数据进行统计和差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 初代培养基的筛选

带腋芽的茎段接种到添加不同植物生长调节物质的培养基上, 5~7 d 侧芽开始萌动, 8~10 d 开始展叶。初代培养的结果如表 1 所示, 5 个处理外植体的萌芽率、增殖系数和平均芽长各不相同。从萌芽率来看, 几个处理的萌芽率均较高, 其中处理 4 萌芽率最高。处理 4 的平均芽长、增殖系数都显著高于其他处理。在添加 6-BA 培养基中, 侧芽很快萌动, 平均芽长较长, 但萌芽率较低, 增殖系数也较低; 在未添加植物生长调节物质的 MS 培养基中, 萌芽率最低, 平均芽长和增殖系数都最小。因此, 以滨梅带腋芽的茎段进行初代培养时, 最佳的培养基为 MS+0.5 mg·L⁻¹ TDZ。

2.2 继代培养条件的筛选

2.2.1 细胞分裂素对不定芽增殖和生长的影响 试验中分别向培养基中添加了不同浓度的细胞分裂素 TDZ、6-BA、ZT 和 KT。结果表明 (见表 2), 就不定芽的增殖系数来说, TDZ 的效果明显好于 6-BA、ZT 和 KT。在添加 TDZ 的培养基中不定芽的增殖系数是添加 ZT 的 3 倍, 差异达极显著水平, 但不定芽的芽长相对生长量, ZT 的效果明显好于 TDZ, 说明 ZT 有助于滨梅不定芽的生长但不利于其增殖, 而且添加 ZT 的培养基的不定芽叶片到后期出现叶尖枯黄现象, 因此 ZT 不能用于滨梅的继代增殖培养。同一种植物生长调节物质的不同质量浓度对不定芽的增殖效果也不同, 如 TDZ 的高浓度处理显著高于低浓度处理, 其增殖系数达到 6.07, 但平均芽长最小, 并出现轻微玻璃化, 低浓度处理时虽然增殖系数较低, 但植株生长健壮, 且芽长相对生长量较大, 说明高质量浓度的 TDZ 抑制不定芽的生长。因此, 滨梅不定芽的继代增殖应选择 TDZ 作为细胞分裂素, 且质量浓度控制在 0.2 mg·L⁻¹ 左右, 最好不要大于 0.5 mg·L⁻¹。

2.2.2 生长素对不定芽增殖和生长的影响 试验中分别向培养基中添加了一定浓度的生长素 NAA、IBA、2,4-D 和 IAA。结果表明 (见表 3), 4 种生长素对不定芽增殖系数的影响差异不大, 对不定芽芽

长相对生长量的影响呈差异显著,其中 2,4-D 对不定芽生长的促进效果明显优于其他 3 个处理,长势健壮,而其他 3 个处理的不定芽的长势较弱,叶片

偏黄。因此,滨梅不定芽的继代增殖培养可选择 2,4-D 作为生长素。

表 1 植物生长调节物质对滨梅初代培养的影响

Table 1 Effects of hormones on initial culture of *Prunus maritima* Marshall

处理 Treatment	6-BA/mg·L ⁻¹	TDZ/mg·L ⁻¹	萌芽率/% Germination rate	平均芽长/cm Average length of bud	增殖系数 Proliferation coefficient
1	0	0	37.50	0.53 ^{Ee}	1.0 ^{De}
2	0.5	0	65.21	0.72 ^{Cc}	1.9 ^{Cd}
3	1.0	0	61.11	0.63 ^{Dd}	2.2 ^{Bc}
4	0	0.5	92.84	1.01 ^{Aa}	3.1 ^{Aa}
5	0	1.0	73.46	0.81 ^{Bb}	2.9 ^{Ab}

注:同列中不同的小写和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。下同。

Notes: The different letters in the same column indicate the significant difference at the 0.05 and 0.01 levels. The same below.

表 2 细胞分裂素对滨梅不定芽增殖的影响

Table 2 Effects of cytokinins on proliferation culture of *Prunus maritima* Marshall

处理 Treatment	浓度/mg·L ⁻¹ Concentration of hormone	芽长相对生长量 Relative growth of bud	增殖系数 Proliferation coefficient	长势 Growth vigor
6-BA	0.2	0.41 ^{Dd}	2.90 ^{Dd}	正常 Growth in general
6-BA	0.5	0.25 ^{Ff}	3.57 ^{Cc}	正常 Growth in general
TDZ	0.2	0.84 ^{Cc}	5.03 ^{Bb}	健壮 Strong shoot
TDZ	0.5	0.33 ^{Ee}	6.07 ^{Aa}	轻微玻璃化 Slight vitrification
ZT	0.2	0.94 ^{Bb}	1.87 ^{Ff}	叶尖枯黄 Yellow leaf tip
ZT	0.5	1.16 ^{Aa}	2.07 ^{Ee}	叶尖枯黄 Yellow leaf tip
KT	0.5	0.25 ^{Ff}	1.80 ^{Ff}	弱小 Weak shoot

表 3 生长素对滨梅不定芽增殖培养的影响

Table 3 Effects of auxins on proliferation culture of *Prunus maritima* Marshall

处理 Treatment	浓度/mg·L ⁻¹ Hormone concentration	芽长相对生长量 Relative growth of bud	增殖系数 Proliferation coefficient	长势 Growth vigor
NAA	0.1	0.51 ^{Dd}	3.5 ^{Aa}	叶片偏黄 Yellow leaf
IBA	0.1	0.61 ^{Bb}	3.1 ^{Bb}	弱小 Weak shoot
2,4-D	0.1	0.73 ^{Aa}	3.1 ^{Bb}	健壮 Strong shoot
IAA	0.1	0.45 ^{Dd}	3.4 ^{ABa}	叶片偏黄 Yellow leaf

表 4 碳源对滨梅不定芽增殖培养的影响

Table 4 Effects of carbon sources on proliferation culture of *Prunus maritima* Marshall

处理 Treatment	芽长相对生长量 Relative growth of bud	增殖系数 Proliferation coefficient	长势 Growth vigor
葡萄糖 glucose	1.81 ^{Aa}	1.53 ^{Aa}	健壮 Strong shoot
蔗糖 sucrose	0.79 ^{Bb}	0.65 ^{Bb}	正常 Growth in general
麦芽糖 maltose	0.57 ^{Cc}	0.42 ^{Cc}	弱小 Weak shoot

表 5 光照度对不定芽增殖培养的影响

Table 5 Effects of illumination intensities on proliferation culture of *Prunus maritima* Marshall

光照度/lx Illumination intensity	芽长相对生长量 Relative growth of bud	增殖系数 Proliferation coefficient	长势 Growth vigor
0	0.58 ^{De}	3.30 ^{Ee}	弱小 Weak shoot
1 000	0.66 ^{Cd}	5.40 ^{Dd}	叶片偏黄 Yellow leaf
2 000	0.93 ^{Bc}	5.83 ^{Cc}	正常 Growth in general
3 000	1.10 ^{Aa}	9.17 ^{Aa}	健壮 Strong shoot
4 000	0.96 ^{Bb}	7.80 ^{Bb}	健壮 Strong shoot

2.2.3 碳源对不定芽增殖和生长的影响 试验中培养基采用了葡萄糖、蔗糖和麦芽糖 3 种碳源。结果表明(见表 4), 相同浓度 ($25 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) 不同种类的碳源对不定芽增殖和生长的影响有显著差异。以葡萄糖作为碳源时, 不定芽的增殖系数和芽长相对生长量最大, 与蔗糖和麦芽糖之间存在极显著差异, 而且不定芽生长健壮。

2.2.4 光照强度对不定芽增殖和生长的影响 光照强度是影响组培苗光合作用和生长的内在因素。由

表 5 可以看出, 光照强度为 $3\ 000 \text{ lx}$ 时, 滨梅不定芽的芽长相对生长量最大, 达到 1.10, 极显著高于其它光照度, 增殖系数也最高, 达到 9.17, 而且试验中观察到芽长势良好, 粗壮, 新生叶多, 顶端叶大, 叶色浓绿; 光照度为 0 lx 时, 芽的增殖系数最低, 芽长相对生长量也最小。综合上述结果后认为, 较强光照有利于组培苗的生长, 且生长最适宜的光照度为 $3\ 000 \text{ lx}$ 。

表 6 滨梅增殖和生长培养的 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

Table 6 Results of orthogonal test $L_9(3^4)$ for proliferation culture of *Prunus maritima* Marshall

处理 Treatment	光照度/lx Illumination intensity	葡萄糖浓度/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ Glucose concentration	TDZ/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	2,4-D/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	芽长相对生长量 Relative growth of bud	增殖系数 Proliferation coefficient
1	1 000	20	0.1	0.1	0.76	5.2
2	1 000	25	0.3	0.2	0.82	10.0
3	1 000	30	0.5	0.3	0.98	8.4
4	2 000	20	0.3	0.3	0.63	7.6
5	2 000	25	0.5	0.1	0.70	9.4
6	2 000	30	0.1	0.2	0.80	5.2
7	3 000	20	0.5	0.2	0.70	8.2
8	3 000	25	0.1	0.3	0.85	4.2
9	3 000	30	0.3	0.1	1.10	11.2
$K I_1$	0.853	0.697	0.803	0.853		
$K I_2$	0.710	0.790	0.850	0.773		
$K I_3$	0.883	0.960	0.793	0.820		
$R I$	0.173	0.263	0.057	0.080		
$K II_1$	7.960	7.020	4.897	8.603		
$K II_2$	7.377	7.920	9.563	7.857		
$K II_3$	7.833	8.230	8.710	6.710		
$R II$	0.583	1.210	4.666	1.893		

表 7 不同浓度 NAA、IBA 对滨梅组培苗诱导生根的影响

Table 7 Effects of NAA and IBA on seedling rooting of *Prunus maritima* Marshall

处理 Treatment	NAA / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	IBA / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	生根率/% Rooting rate				平均生根数 Average number of rooting	平均根长/cm Average length of root
			10 d	20 d	30 d	45 d		
1	-	-	0.0	0.0	6.3	6.3	1.10 ^{Ff}	1.10 ^{Fg}
2	0.1	-	80.0	85.0	97.0	100.0	2.70 ^{Dd}	4.80 ^{Aa}
3	0.2	-	87.1	88.0	98.6	100.0	3.75 ^{Aa}	4.00 ^{Bb}
4	0.3	-	45.0	59.2	75.0	100.0	3.12 ^{Bb}	2.30 ^{Dd}
5	-	0.1	0.0	15.0	87.0	90.0	1.10 ^{Ff}	3.10 ^{Cc}
6	-	0.2	0.0	5.0	60.0	75.0	1.53 ^{Ee}	2.10 ^{De}
7	-	0.3	0.0	2.2	25.0	45.0	1.99 ^{Cc}	1.63 ^{Ef}

2.2.5 不定芽增殖和生长最佳条件的筛选 利用 $L_9(3^4)$ 正交设计试验研究了光照强度、葡萄糖质量浓度、TDZ 和 2,4-D 4 种因素对滨梅不定芽增殖和生长的影响, 结果见表 6。从极差 RI 和 RII 分别可

以看出, 影响滨梅不定芽的芽长相对生长量的因子由大到小依次是葡萄糖质量浓度>光照度>2,4-D>TDZ, 影响滨梅不定芽增殖的因子由大到小依次是 TDZ>2,4-D>葡萄糖质量浓度>光照度。综合考虑,

葡萄糖质量浓度 $30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、光照度 $3\ 000 \text{ lx}$ 、 $0.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ TDZ、 $0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 2,4-D 为滨梅增殖和生长的最佳条件。

2.3 生根培养基的筛选

由表 7 所示, 浓度相同时 NAA 对滨梅不定芽生根的促进效果明显优于 IBA。在试验中观察到, 添加 NAA 的培养基中滨梅试管苗生根早, 转接后第 6 d 根即开始萌动, 且根较粗壮, 不定芽健壮, 而添加 IBA 的培养基中试管苗生根较迟, 转接 16 d 才开始发根, 且根较细, 根部有稍许的愈伤, 不定芽叶片偏黄, 因此 NAA 比 IBA 更适合滨梅的生根培养。在添加不同浓度 NAA 的培养基中, 45 d 后组培苗均 100% 生根, 平均根数和根长差异显著, 其中添加 $0.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA 的处理中的组培苗生根最多, 根长较长。综合分析认为, 滨梅组培苗的最佳生根培养基为 $1/2 \text{ MS}+0.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA。这跟付素静等^[8]的研究结果一致。

3 讨论

以滨梅当年生茎段为外植体进行初代培养时, MS 培养基中添加 TDZ 和 6-BA 对不定芽的诱导效果均较好, 但从萌芽率、不定芽的芽长及增殖系数来看, TDZ 相对 6-BA 来说更有利于滨梅不定芽的诱导, 最终确定滨梅初代培养基为 $\text{MS}+0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ TDZ。

植物生长调节物质的种类、浓度是影响植物组织培养最重要的因素, 细胞分裂素能促进芽的分化, 生长素能促进芽的生长^[9]。滨梅继代增殖培养中细胞分裂素筛选试验表明, TDZ 更有利于滨梅不定芽的分化, ZT 在所试验的质量浓度范围内有利于组培苗的伸长生长, 与 TDZ 相比不定芽的增殖系数太小, 不能满足大规模生产的需要, 因此确定滨梅继代增殖培养的细胞分裂素为 TDZ, 浓度应控制在 $0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下。滨梅继代增殖培养中生长素筛选试验表明, 不同种类生长素对于滨梅不定芽增殖生长的影响不同, 其中 2,4-D 对不定芽生长的促进效果明显优于 NAA、IBA 和 IAA, 2,4-D 诱导的不定芽最健壮, 因此滨梅不定芽的继代增殖生长素可选择 2,4-D。

在滨梅不定芽培养过程中, 当光照度较低时 (0 和 $1\ 000 \text{ lx}$), 芽长势差, 叶色发黄, 新生叶少, 这跟李海燕等^[10]的研究结果一致。较强的光照度有利于芽的茁壮生长, 当光照度为 $3\ 000 \text{ lx}$ 时, 芽的整体长势最好, 粗壮、叶色浓绿、新生叶多, 因此在滨梅的组培中需要 $3\ 000 \text{ lx}$ 光照。

不定芽增殖培养碳源筛选试验表明, 葡萄糖是滨梅不定芽增殖培养的最佳碳源, 这可能是因为含有葡萄糖的培养基的渗透压较适合滨梅吸收营养, 更利于滨梅的生长。

本研究还利用正交试验考察了光照度、葡萄糖质量浓度、TDZ 和 2,4-D 4 种因素对滨梅不定芽增殖和生长的影响。试验结果显示, 影响滨梅不定芽增殖的因子由大到小依次是 $\text{TDZ} > 2,4\text{-D} > \text{葡萄糖质量浓度} > \text{光照度}$, 影响滨梅不定芽相对生长量的因子由大到小依次是 $\text{葡萄糖质量浓度} > \text{光照度} > 2,4\text{-D} > \text{TDZ}$ 。综合考虑, 滨梅组培中不定芽增殖和生长的条件以 MS 培养基添加 $0.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ TDZ、 $0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 2,4-D、葡萄糖质量浓度为 $30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、光照度 $3\ 000 \text{ lx}$ 为佳。

滨梅试管苗生根培养试验结果显示, 培养基中添加 NAA, 试管苗发根早, 且根较粗壮, 生长健壮, 添加 IBA 的试管苗发根较迟, 且根较细, 叶片偏黄, 因此认为 NAA 比 IBA 更适合滨梅的生根培养。从试验数据来看, 滨梅组培苗的最佳生根培养基为 $1/2\text{MS}+0.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA。

参考文献:

- [1] Clark R, Simser D, Uva R. The Beach Plum -A History and Grower's Guide[R]. Cape Cod Cooperative Extension, 2002: 1-14.
- [2] Uva R H, Whitlow T H. A shrub for low-maintenance landscapes[J]. Arnoldia (Jamaica Plain), 2005, 63(4): 19-20.
- [3] 闫道良, 王光, 方逵, 等. 耐盐果树滨梅的引种及开发利用[J]. 林业科技开发, 2006, 20(5): 67-69.
- [4] 王利民, 陈金林, 梁珍海, 等. 盆栽滨梅幼苗对 NaCl 胁迫的响应[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2010, 34(3): 89-92.
- [5] 闫道良, 王光, 方逵, 等. 滨梅的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(5): 921.
- [6] 付素静, 周玉珍. 滨梅的组织培养技术研究[J]. 广西农业科学, 2009, 40(8): 969-970.
- [7] 方逵, 龚津平, 闫道良, 等. 耐盐果树滨梅微繁殖体系的建立[J]. 南京大学学报: 自然科学版, 2006, 42(5): 490-498.
- [8] 付素静, 史骥清, 陈建芳, 等. 滨梅的快繁技术和组培苗生产简报[C]//2007 年中国园艺学会观赏园艺专业委员会年会论文集. 2007: 191-192.
- [9] Yu Y J, Dai H P. The application of phytohormone in pomology tissue culture[J]. Northern Garden, 2002, 6: 68-70.
- [10] 李海燕, 王小敏, 李维林, 等. 高粱泡组织培养技术[J]. 经济林研究, 2010, 28(1): 51-55.