

罗光明,董艳凯,朱玉野,等. 不同产地栀子种子同工酶比较[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):244-247.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.081

# 不同产地栀子种子同工酶比较

罗光明,董艳凯,朱玉野,王晓云  
(江西中医药大学药学院,江西南昌 330004)

**摘要:**采用聚丙烯酰胺凝胶电泳法,对 20 个产地的栀子种子进行酯酶(EST)、过氧化物酶(POD)同工酶测定和谱带分析,用 Ntsys 2.10 软件计算遗传相似性系数,并进行聚类分析,评价不同种源的亲缘关系。结果发现,20 个产地的栀子种子在 2 个同工酶系统中均有栀子物种的共同特征谱带,但酶带数量与活性强度有差异,酯酶同工酶共出现 9 个谱带类型, $R_f$  值范围 0.64~0.90,其中  $R_f$  值 0.67、0.71、0.73 为 3 条特征谱带;过氧化物酶同工酶共出现 5 个谱带类型, $R_f$  值范围 0.70~0.77,其中  $R_f$  值 0.70 为特征谱带;酯酶同工酶和过氧化物酶同工酶图谱能大致反映不同种源之间的遗传相似度,不同产地的栀子遗传相似度在 0.50~1.00 之间。酯酶同工酶和过氧化物同工酶图谱带能有效地鉴定出种子真实性,并能大致区分栀子种子的来源。

**关键词:**栀子;种子;同工酶;真实性;聚类分析

**中图分类号:** R282.5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0244-03

栀子为茜草科植物栀子(*Gardenia jasminoides* Ellis)的成熟果实,入心、肝、肺、胃经,具有泻火除烦、清热利尿、凉血解毒之功效,内服用于热病心烦、黄疸尿赤、血淋涩痛、血热吐血、目赤肿痛、火毒疮疡,外治扭挫伤痛<sup>[1]</sup>。主要含环烯醚萜类、西红花苷类、黄酮类等成分,是卫生部颁布的第 1 批药食两用资源。栀子还有很多其他用途,栀子是古代应用广泛的黄色染料,现代还用于提取工业染料和食用色素。国内外对于栀子的需求量很大,且不断上升,具有很好的市场前景,野生的栀子资源已经难以满足市场需求,只能靠人工栽培来解决这一问题。但栀子种子混杂现象严重,不同产地的种子良莠不齐,不利于大面积的栽培繁殖。

同工酶是生物体代谢的调节者,与生理功能和细胞分化相联系,而且同工酶的发生与基因进化及种的演变有关。它不仅是生理指标,也是可靠的遗传指标<sup>[2]</sup>。根据同工酶谱的变化,可以用来鉴别生物类别及其亲缘关系<sup>[3]</sup>。尽管可用来分析的同工酶有百余种,但过氧化物酶(POD)、酯酶(EST)是 2 种最常被用来分析的同工酶<sup>[4]</sup>。本研究通过分析栀子种子过氧化物酶、酯酶同工酶谱带的多样性来评价种群间的遗传差异,为种质资源的保障提供可靠的参考依据。同时通过确立栀子种子同工酶特征谱带,为种子真实性鉴定、药材品种鉴别和资源的合理利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

收稿日期:2014-09-04  
基金项目:国家科技支撑计划(编号:2011BAI04B01);中央本级重大增减支项目子课题(编号:20603020213、20603020110)。  
作者简介:罗光明(1957—),男,江西彭泽人,博士,教授,主要从事中药资源研究。Tel:(0791)87118982;E-mail:jzlgm88@163.com。  
通信作者:朱玉野,硕士,讲师,主要从事药用植物研究。Tel:(0791)87118873;E-mail:zyy711@126.com。

样品为 2013 年 11—12 月采自湖南省、江西省、湖北省、浙江省、广西壮族自治区、重庆市、四川省等 20 个地区野生或栽培居群栀子的种子,具体来源和编号见表 1。将已经除去外果皮和果肉的种子漂洗干净,选取健康饱满的种子放在密封袋里保存。

表 1 栀子种子来源

编号	产地	药材状态
1	江西省九江市湖口县武山镇何家埂	栽培
2	江西省九江市湖口县武山镇塘落村	栽培
3	江西省吉安市新干县界埠镇南排镇	栽培
4	江西省吉安市新干县界埠镇胡家老村	栽培
5	江西省宜春市丰城市隍城镇南田村	栽培
6	福建省宁德市福鼎市贯岭镇茗洋村	栽培
7	福建省宁德市福鼎市分水关	栽培
8	重庆市南川县三泉镇	栽培
9	四川省内江市资中县	栽培
10	四川省资阳市雁江区	栽培
11	广西省南宁市四塘镇那垌村	野生
12	广西省南宁市隆安县	野生
13	浙江省温州市永嘉县下桥镇吴垟村	栽培
14	浙江省温州市平阳县昆阳镇莲花山	栽培
15	浙江省温州市文成县金星乡	栽培
16	湖南省宁乡县青山桥镇柳家塘村	野生
17	湖南省永州市零陵区邮亭圩镇毛坪村	野生
18	湖北省大悟县新城镇江冲村	栽培
19	湖北省孝昌县花园镇龙井村左家河	栽培
20	湖北省孝感市孝南区西河镇安平庙林果场	栽培

### 1.2 方法

1.2.1 酶液制备 取不同产地栀子干种子 0.5 g,加入 2 mL 提取液(1 mol/L Tris-HCl, pH 值 6.8),冰浴研磨匀浆,12 000 r/min 条件下离心 10 min 2 次。上清液即为酶提取液,用于同工酶分析。加入等体积的 40% 蔗糖溶液、0.1% 溴

酚蓝 25  $\mu\text{L}$ ,  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  冰箱保存、备用,使用时于  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  下溶解。

**1.2.2 电泳** 采用电泳仪(天能 EDS300 型)和 DYCZ-30B 型垂直电泳槽(北京六一仪器厂)进行垂直平板不连续系统的聚丙烯酰胺凝胶电泳(PAGE)分离同工酶,胶板厚度为 1.5 mm。分离胶缓冲液为 1.5 mol/L Tris-HCl, pH 值 8.9, 酯酶同工酶采用 10% 的分离胶,过氧化物酶采用 8% 的分离胶;浓缩胶 4%,缓冲液为 0.5 mol/L Tris-HCl, pH 值 6.8。电极缓冲液为 Tris-Gly 系统(15.14 g 的 Tris 加 72.07 g 的甘氨酸,用双蒸水定容至 5 L)。在冰浴条件下,浓缩胶稳压 100 V,分离胶稳压 200 V,电泳时间 1.5~2.0 h,溴酚蓝至玻璃板底部 0.5 cm 时停止电泳。每孔上样 40  $\mu\text{L}$ ,重复 2 次。

**1.2.3 染色** (1)酯酶染色。称取 100 mg 重氮坚牢蓝溶于 100 mL 磷酸缓冲液(11.876 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  定容于 1 000 mL 的容量瓶中,9.078 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  定容于 1 000 mL 的容量瓶中,然后以 3:7 的比例混合即可)。加 9 mL 1.3% 的乙酸- $\beta$ -萘酯(用丙酮配制),6 mL 2.5% 的  $\beta$ -萘酚(用 83% 丙酮配制,现用现配)。室温下染色 30 min,待褐色酶带显示清晰后弃掉染色液。用 7% 冰乙酸固定 30 min,用蒸馏水将凝胶冲洗干净后观察。(2)过氧化物酶染色。称取 2 g 联苯胺溶于 18 mL 冰乙酸,加 72 mL 双蒸馏水( $\text{ddH}_2\text{O}$ )配成母液,染色液取 5 mL 染色母液加入 93 mL  $\text{ddH}_2\text{O}$ ,染色前加 2 mL 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$ 。室温下染色 30 min,显示出蓝色谱带并转变为棕色之后弃掉染色液,用水将凝胶冲洗干净后观察。

**1.2.4 数据统计** 染色后照相,作出酶谱图,记录酶带迁移距离,计算迁移率( $R_f$  = 酶带迁移距离/前沿指示剂距离)。根据每张同工酶图谱上的谱带分布确定带的有无,并转化成二项数据,在同一  $R_f$  处,有谱带的条带记为 1,无谱带的记为 0,把同工酶谱信息处理为 0、1 数据后,通过 NTSYS 2.10 软件,计算遗传相似系数和遗传距离,并进行聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 梔子酯酶和过氧化物酶同工酶酶谱分析

对 20 个不同产地的梔子种子依序进行酯酶和过氧化物酶同工酶测试。参照王中仁的方法<sup>[5]</sup>确定 9 个酯酶同工酶位点,即 EST1~EST9,各位点集中在中( $\text{SF}$ ,  $0.33 < R_f < 0.70$ )、快( $F$ ,  $0.7 < R_f < 1.0$ )2 个区,由负极到正极  $R_f$  值依次为 0.64、0.67、0.71、0.73、0.77、0.80、0.83、0.88、0.90(图 1)。样品间存在一定差异,最多出现 8 个位点,是 3、5、8、18 号样品;最少出现 5 个位点,是 11 号样品。

5 个过氧化物酶同工酶位点,即 POD1~POD5,集中在快( $0.7 < R_f < 1.0$ )区,由负极到正极  $R_f$  值依次为 0.70、0.71、0.73、0.76、0.77;最多的出现 5 个位点,是 1、13、14 等样品,最少的出现 2 个位点,是 3 号样品(图 2)。20 个产地的梔子种子同工酶在各泳道的酶带数、迁移率、酶带浓度、扩散程度都不尽相同,同时各种质间酶带差别还表现在酶带的深浅不同,说明梔子种子同工酶谱带表现出较强的多态性<sup>[6]</sup>。

### 2.2 梔子种子真实性鉴别

在酯酶和过氧化物酶同工酶的所有位点中,EST  $R_f$  值为 0.67、0.71、0.73 的条带,POD  $R_f$  值为 0.70 的条带活性强,带

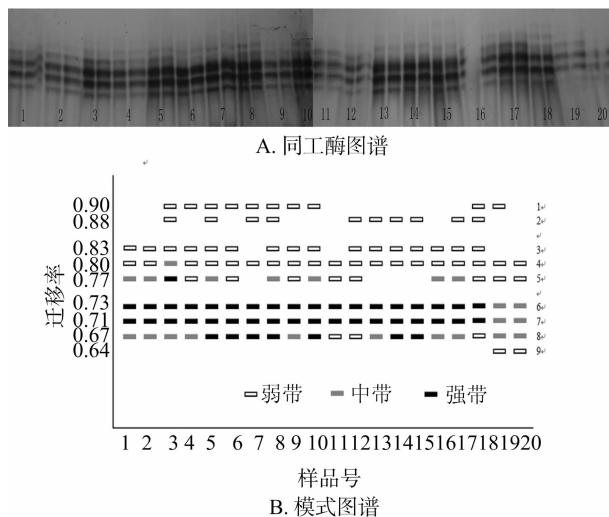


图1 梔子种子酯酶同工酶图谱和模式图谱

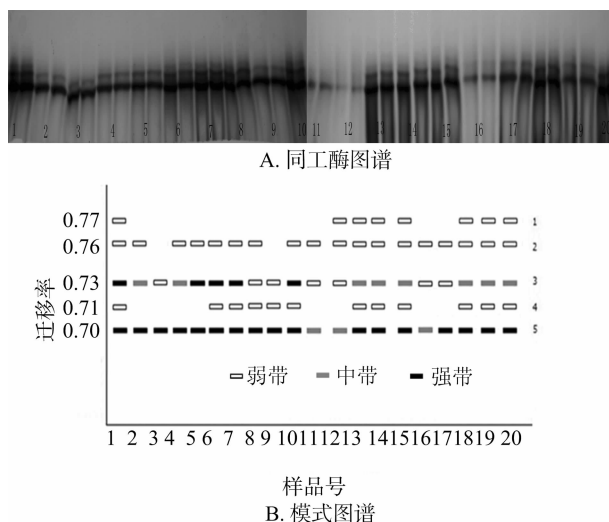


图2 梔子种子过氧化物酶同工酶图谱和模式图谱

深、染色清晰、较稳定,染色时出现较快,分辨率高,为主酶带,可以作为种子酯酶和过氧化物酶同工酶的特征酶带,依据此特征带可以准确地鉴定种子的真实性。

### 2.3 种子遗传距离分析

以同工酶图谱记录数据及相似系数为测量指标,记录酶谱间遗传相似系数和遗传距离,结果见表 2。从表 2 可以看出,各个种源间的遗传相似度在 0.50~1.00 之间,说明不同种源的梔子种子间有不同程度的遗传差异,但整体上梔子种子亲缘关系比较接近。采用 NTSYS 软件对 20 个不同产地的梔子种子的亲缘关系及遗传差异进行聚类分析,结果见图 3。从树状图可以看出,20 个种质资源可以分为 5 类:1、12、13、14、15、18 为一类种质资源,2、4、11、16、17 为一类种质资源,3、5、6、8、9、10 为一类种质资源,7 为一类种质资源,19、20 为一类种质资源。

由图 3 还可以看出,某些省份之间种源的差异较明显:江西省的 5 个种源被分在 3 个不同的类群;湖北省的 3 个种源被分类在 2 个类群,且类群之间遗传距离较大;福建省宁德市福鼎市分水关的种质资源与其他产地的资源差异最明显,为单独的一类;浙江省的种质资源差异小,属于同一类群。此

表 2 梔子种子遗传相似性分析

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		0.86	0.64	0.79	0.71	0.86	0.64	0.79	0.79	0.86	0.79	0.86	0.86	0.86	0.86	0.79	0.79	0.93	0.79	0.86
2	0.10		0.79	0.93	0.86	0.86	0.64	0.79	0.79	0.86	0.93	0.86	0.71	0.71	0.71	0.93	0.93	0.79	0.64	0.71
3	0.27	0.17		0.86	0.93	0.79	0.71	0.86	0.86	0.79	0.71	0.79	0.64	0.64	0.64	0.86	0.86	0.71	0.57	0.50
4	0.15	0.05	0.11		0.93	0.93	0.71	0.86	0.86	0.93	0.86	0.79	0.64	0.64	0.64	0.86	1.00	0.71	0.71	0.64
5	0.20	0.10	0.05	0.05		0.86	0.79	0.93	0.79	0.86	0.79	0.86	0.71	0.71	0.71	0.79	0.93	0.79	0.64	0.57
6	0.10	0.10	0.15	0.05	0.10		0.79	0.93	0.93	1.00	0.79	0.71	0.71	0.71	0.71	0.79	0.93	0.79	0.79	0.71
7	0.27	0.30	0.22	0.22	0.15	0.15		0.86	0.71	0.79	0.71	0.64	0.79	0.79	0.79	0.57	0.71	0.71	0.71	0.64
8	0.14	0.14	0.09	0.09	0.04	0.04	0.09		0.86	0.93	0.71	0.79	0.79	0.79	0.79	0.71	0.86	0.86	0.71	0.64
9	0.15	0.17	0.11	0.11	0.15	0.05	0.22	0.09		0.93	0.71	0.64	0.64	0.64	0.64	0.86	0.86	0.71	0.71	0.64
10	0.10	0.10	0.15	0.05	0.10	0.00	0.15	0.04	0.05		0.79	0.71	0.71	0.71	0.71	0.79	0.93	0.79	0.79	0.71
11	0.16	0.06	0.25	0.11	0.16	0.16	0.25	0.20	0.25	0.16		0.79	0.64	0.64	0.64	0.86	0.86	0.71	0.71	0.79
12	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.20	0.27	0.14	0.27	0.20	0.16		0.86	0.86	0.86	0.79	0.79	0.93	0.64	0.71
13	0.10	0.22	0.27	0.27	0.20	0.20	0.15	0.14	0.27	0.20	0.29	0.10		1.00	1.00	0.64	0.64	0.93	0.64	0.71
14	0.10	0.22	0.27	0.27	0.20	0.20	0.15	0.14	0.27	0.20	0.29	0.10	0.00		1.00	0.64	0.64	0.93	0.64	0.71
15	0.10	0.22	0.27	0.27	0.20	0.20	0.15	0.14	0.27	0.20	0.29	0.10	0.00	0.00		0.64	0.64	0.93	0.64	0.71
16	0.16	0.06	0.11	0.11	0.16	0.16	0.40	0.20	0.11	0.16	0.13	0.16	0.29	0.29	0.29		0.86	0.71	0.57	0.64
17	0.15	0.05	0.11	0.00	0.05	0.05	0.22	0.09	0.11	0.05	0.11	0.15	0.27	0.27	0.27	0.11		0.71	0.71	0.64
18	0.04	0.14	0.20	0.20	0.14	0.14	0.20	0.09	0.20	0.14	0.20	0.04	0.04	0.04	0.04	0.20	0.20		0.71	0.79
19	0.14	0.26	0.31	0.20	0.24	0.14	0.20	0.18	0.20	0.14	0.20	0.24	0.24	0.24	0.24	0.34	0.20	0.18		0.93
20	0.10	0.22	0.40	0.27	0.32	0.20	0.27	0.24	0.27	0.20	0.16	0.20	0.20	0.20	0.20	0.29	0.27	0.14	0.04	

注:左下角为遗传距离,右上角为遗传相似度。

外,江西省吉安市与湖南省永州市、福建省宁德市与四川省资阳市地理位置较远,气候条件差异明显,但 4 号与 17 号样品、6 号与 10 号样品具有相同的遗传相似度。在小范围内,6 号、7 号样品均产自福建省宁德市,但遗传差异显著,遗传距离很大;11 号、12 号均产自广西省南宁市,遗传相似度为 0.79;而 1 号、2 号与 12 号的遗传相似度为 0.86。由此可见,梔子种子的遗传关系与地域没有必然的联系,可能由于不同产地之间最初引进的种源不同。

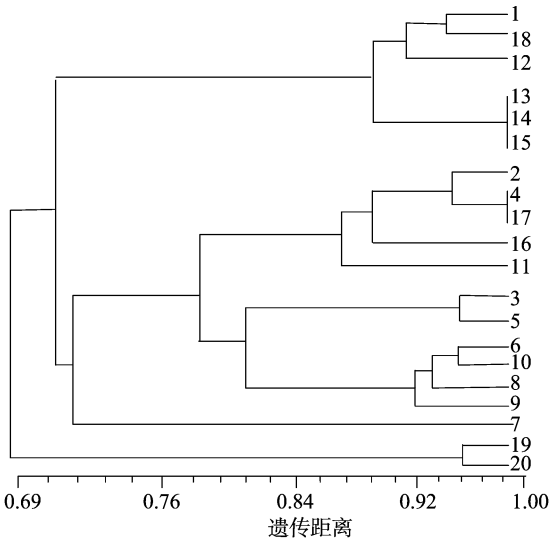


图3 聚类分析结果

3 讨论

同工酶是基因编码的产物,它在电场中迁移率的变化反映了酶蛋白的大小、构形和肽链氨基酸的序列变化,即编码 DNA 上的变化,所以可通过分析同工酶酶谱的变化获得我们

所需要的遗传信息<sup>[7]</sup>。植物同工酶分析技术为估计植物群体遗传多型性、分析种内及种间差异、探讨植物起源与进化等提供了可靠的试验手段<sup>[8]</sup>。利用过氧化物酶同工酶和酯酶同工酶来研究种间的亲缘关系已经很遍,种子真实性和品种纯度代表种子的遗传品质。在本研究范围内,不同产地种子之间的酶带有共同的分布图谱,也有各自的酶谱特征,说明它们之间存在基因组的差异。

同一居群中一定种类的同工酶谱带相对稳定,所以选择一定种类的同工酶是鉴定药用植物及其原产地的适宜生化指标<sup>[9]</sup>。本试验表明,EST、POD 同工酶是梔子种子纯度鉴定宜选的酶系统,鉴定不同种源之间的遗传相似度宜选用酯酶同工酶图谱。梔子是我国大宗药材,栽培历史悠久,在引种栽培过程中,受多年的自然环境变化及不同产地之间地理、气候等诸多不同因素的影响,其遗传多样性是否遭到破坏尚不十分清楚。本研究通过对全国范围内具有代表性的 20 个不同产地梔子种子的酯酶与过氧化物酶同工酶酶谱进行分析,探究不同产地种源之间的遗传多样性,结果表明,不同种源之间的同工酶图谱既有梔子属的共同特征谱带,又具有各自的特征带,说明不同产地的梔子种源既具有一定的遗传稳定性,又存在各自的遗传特征。通过对梔子的过氧化物酶、酯酶同工酶酶谱分析,发现不同产区、不同栽培类型梔子的酶谱均存在一定差异,这也为揭示它们之间药性、药效、有效成分含量存在差异的原因提供一定的研究基础。

目前梔子通过种子繁育技术大力发展人工种植栽培,而稳定的种源将是保证种子质量的前提与关键<sup>[10]</sup>。本研究通过梔子种子酯酶同工酶和过氧化物酶同工酶来探讨梔子种质遗传关系,本方法具有简便易操作、周期短、成本低等优势。种源间的亲缘关系可根据酶谱特征有效地反映出,便于鉴别种源,有利于筛选优良品种,提高药材产量和质量<sup>[11]</sup>。

许 奕,宋 顺,王安邦,等. 不同培养基对铁皮石斛壮苗生根的影响及移栽条件优化[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):247-249.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.082

# 不同培养基对铁皮石斛壮苗生根的影响及移栽条件优化

许 奕,宋 顺,王安邦,李艳霞,李羽佳,林 妃,黄东梅,李敬阳

(中国热带农业科学院海口实验站/海南省香蕉遗传改良重点实验室,海南海口 570102)

**摘要:**以铁皮石斛的无菌组培苗为材料,探讨不同培养基、激素对组培苗壮苗生根的影响,同时筛选出最适合移栽组培苗的基质。结果表明:最适合铁皮石斛壮苗生根的培养基为 MS+0.5 mg/L NAA+0.5 mg/L 6-BA+30 g/L 蔗糖+8 g/L 琼脂+1 g/L 活性炭;移栽基质以泥炭土+树皮+碎砖+活苔藓组合效果最佳。

**关键词:**铁皮石斛;壮苗生根;移栽;基质

**中图分类号:** S567.23<sup>+</sup>9.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0247-03

铁皮石斛别称铁皮兰、吊兰、云南铁皮、铁皮吊兰,是兰科石斛属多年生草本植物,铁皮石斛是石斛类药材的上品,素有“中华仙草”“药中黄金”之美称,以茎入药,含有多糖、石斛碱、生物碱等有效成分,具有滋阴清热、生津益胃、润喉明目等功效,在抗肿瘤、提高人体免疫力、治疗胃肠道疾病、抗衰老、抗氧化、抗血小板聚集、降低血糖、治疗白内障等方面均有良好疗效<sup>[1-4]</sup>。铁皮石斛大多生长在炎热潮湿的热带、亚热带的岩石缝隙中,繁殖率很低,自然野生状态下繁殖率只有 10%~17%;果实为蒴果,种子小而多,种内胚发育不全或不成熟,胚胎少胚乳,自然结实率低于 5%,在自然条件下须与兰菌共生才能萌发<sup>[5-7]</sup>,因此无法在大田或苗床上播种,很难生产足够的实生苗用于栽培。铁皮石斛对生长环境要求苛刻,成苗困难,采用传统的分株、扦插等人工繁殖方法进行繁殖,增殖速度非常低,目前组织培养是铁皮石斛增殖扩繁的主要方法。关于铁皮石斛的组织培养已有相关报道,但还存在试管苗质量难以保证、移栽成活率低等问题,极大地制约了铁

皮石斛生产规模的扩大<sup>[2]</sup>。壮苗生根是铁皮石斛组织培养的关键。本试验对铁皮石斛的组培苗壮苗生根培养基进行优化,筛选出能够获得铁皮石斛优质移栽组培苗的培养基,以期为实现铁皮石斛产业化生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选取长 1~2 cm 未长根的无菌试管苗进行试验。

### 1.2 方法

**1.2.1 壮苗生根培养基的筛选** 壮苗生根培养以 MS 培养基为基础培养基,设 3 个处理,分别为 A1:MS+1 mg/L NAA+1 mg/L 6-BA;B1:MS+0.5 mg/L NAA+0.5 mg/L 6-BA;C1:MS+0.5 mg/L NAA。每个培养基中均加入 30 g/L 蔗糖、8 g/L 琼脂、1 g/L 活性炭,pH 值调至 5.8±1.0,每处理接种 20 瓶,置于培养温度为 (25±2)℃、光照度为 1 500~2 000 lx、光照时间 12 h/d 条件下培养。培养 30 d 后,统计组培苗的生根数、根长、株高等。

**1.2.2 组培苗移栽基质的筛选** 选取在壮苗生根培养基中生长状况良好、株高 4~5 cm、根长 4 cm、具有 5 条长根的组培苗移栽。首先将组培苗移至室外通风处炼苗 2 周左右,炼苗温度为 20~25℃,将组培瓶盖逐日拧松,移栽前 2 d 揭盖,使组培苗逐渐适应自然环境。将培养基与小苗一起取出,先用自来水冲洗干净,再用蒸馏水冲洗几遍。移栽基质选用泥炭土、树皮、刨花、碎砖、细锯末进行不同比例(体积比)搭配,

收稿日期:2014-08-29

基金项目:海南省产学研一体化专项资金(编号:CXY2013035);海南省自然科学基金(编号:314099)。

作者简介:许 奕(1985—),女,广东汕头人,硕士,研究实习员,从事热带植物组织培养研究。E-mail:lukydog163@163.com。

通信作者:李敬阳,助理研究员,主要从事热带植物组织培养研究。E-mail:jingyangli@aliyun.com.cn。

## 参考文献:

- [1]傅春升,姜红祥,张学顺. 栀子的化学成分与药理作用[J]. 国外医药:植物药分册,2004,19(4):152-156.
- [2]周延清,杨清香,张改娜. 生物遗传标记与应用[M]. 北京:化学工业出版社,2008.
- [3]陈红林,陈志远,梁作侑,等. 泡桐属植物同工酶分析[J]. 湖北林业科技,2003(2):1-4.
- [4]邹春静,盛晓峰,韩文卿,等. 同工酶分析技术及其在植物研究中的应用[J]. 生态杂志,2003,22(6):63-69.
- [5]王中仁. 植物等位酶分析[M]. 北京:科学出版社,1996:10-36.

- [6]易刚强,李云耀,崔培梧,等. 栀子过氧化物酶、酯酶同工酶的遗传多样性分析[J]. 中南药学,2012,10(6):428-432.
- [7]季维智,宿 兵. 遗传多样性研究的原理与方法[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1999:71.
- [8]伍世平,王君健,于志熙. 10 种草坪及地被植物的同工酶研究[J]. 武汉植物学研究,1994,12(3):259-262.
- [9]张袖丽,谢中稳,陶汉之. 半夏属植物同工酶的电泳分析[J]. 安徽农业大学学报,1997,24(3):291-295.
- [10]方 磊,罗光明,蔡财军. 等. 草珊瑚种子遗传多样性的酯酶同工酶研究[J]. 江西中医学院学报,2011,23(3):42-44.
- [11]韩琳娜,李红梅. 白花丹参和紫花丹参生化标记分析[J]. 时珍国医国药,2009,20(1):211-212.