

文章编号: 1000-5277(2007)01-0087-04

**诺丽 (*Morinda citrifolia* L.) 离体快速繁殖研究**黄 骐<sup>1,2,3,4</sup>, 何文锦<sup>1</sup>, 叶冰莹<sup>1</sup>, 陈由强<sup>1,3,4\*</sup>, 陈如凯<sup>3</sup>

(1. 福建师范大学生命科学学院, 福建 福州 350108;

2. 福州市农业科学研究所, 福建 福州 350018;

3. 农业部甘蔗生理生态与遗传改良重点开放实验室, 福建 福州 350108;

4. 发育与神经生物学福建省高等学校重点实验室, 福建 福州 350108)

**摘要:** 以诺丽 (*Morinda citrifolia* L.) 种子为试材。诺丽子叶和下胚轴均能单独由细胞分裂素 BA 0.7~2.0 mg/L 诱导不定芽发生, 不定芽可直接从外植体发生, 也可从愈伤组织发生, 添加生长素 NAA 0.05~0.1 mg/L 则完全抑制不定芽发生, 同时强烈促进愈伤组织和不定根发生。茎段在 BA 0.5~5.0 mg/L 或 ZT 1.5 mg/L 或 KN 1.5 mg/L 时均能通过腋芽萌发和不定芽发生而增殖。芽梢在 NAA 0.1 mg/L、IBA 0.1 mg/L 或 IAA 0.1 mg/L 均有根群发生, 但 NAA 0.1 mg/L 诱导生根时切口愈伤组织较多, 部分不定根由愈伤组织发生, 而 IAA 0.1 mg/L 诱导生根时根群欠发达, 以 IBA 0.1 mg/L 为最佳。试管苗移植到泥炭上 10 d 后即可在全光照下生长。

**关键词:** 诺丽; *Morinda citrifolia* L.; 组织培养; 不定芽; 不定根; 分化**中图分类号:** Q945.95 **文献标识码:** A**Studies on the Micropropagation of Noni  
(*Morinda citrifolia* L.)**HUANG Qi<sup>1,2,3,4</sup>, HE Wen-jin<sup>1</sup>, YE Bing-ying<sup>1</sup>, CHEN You-qiang<sup>1,3,4\*</sup>, CHEN Ru-kai<sup>3</sup>

(1. College of Life Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350108, China;

2. Fuzhou Institute of Agricultural Sciences, Fuzhou 350008, China; 3. Key Lab of

Eco-physiology &amp; Genetics Improvement of Sugarcane, Ministry of Agriculture, Fuzhou 350108, China;

4. State Key Laboratory of Developmental Biology and Neurobiology,

Institution for Higher Learning in Fujian, Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** Seeds of noni without seedcoat germinated on MS medium. Cotyledons and hypocotyls of noni showed the ability to generate adventitious buds direct from explants or from callus when inoculated on MS media with BA 0.7~2.0 mg/L only, and NAA 0.05~0.1 mg/L inhibited adventitious bud generating completely but enhanced intensively adventitious root generating. Shoots multiplied by axillary bud germinating and adventitious bud differentiating when stem sections with axillary buds were cultured on media containing BA 0.5~5.0 mg/L or ZT 1.5 mg/L or KN 1.5 mg/L. Adventitious roots were induced by NAA 0.1 mg/L, IBA 0.1 mg/L or IAA 0.1 mg/L, and the best rooting medium was MS + IBA 0.1 mg/L. Plantlets could grow normally in full sunlight 10 d after transplanted in peatmoss.

**Key words:** Noni; *Morinda citrifolia* L.; plant tissue culture; adventitious buds; adventitious roots; differentiation

诺丽 (*Morinda citrifolia* L.) 是一种茜草科巴戟天属常绿小乔木或灌木。原产地在太平洋热带岛屿、澳大利亚、亚洲其他地区及我国台湾、海南南部<sup>[1]</sup>。诺丽的抗逆性极强, 在恶劣环境下有突出的生存能力, 可生长于贫瘠的酸性或碱性土壤。诺丽既可生长于非常干旱的地区, 也可生长于非常潮湿的

收稿日期: 2005-08-28

作者简介: 黄骐 (1963—), 男, 福建福州人, 硕士研究生, 主要从事植物生理生化与分子生物学研究。

\* 通讯作者: yqchen@fjnu.edu.cn

地区,分布区从海边开阔地到海拔 396 m 高的林地. 诺丽在波利尼西亚民间已经有 2 000 多年的药用历史<sup>[2]</sup>. 已经发现, 诺丽含有茛菪亭、多种萜类化合物、多种蒽醌类化合物、多种生物碱、谷甾醇、多种黄酮糖苷、茜素、芸香苷等药用成分, 现代药理实验揭示诺丽有抗细菌、抗病毒、抗真菌、抗肿瘤、抗寄生虫、镇痛、降血压、消炎和提高免疫力的活性<sup>[3]</sup>. 已有学者成功克隆了诺丽脱氧木酮糖-5-磷酸合酶<sup>[4]</sup>. 我国海南南部低纬度地区属热带海洋季风气候, 有着适合诺丽生长的气候和土壤条件, 是世界上少数有诺丽自然分布的地区, 十分有利于发展诺丽产业. 海南南部沿海虽然是诺丽的自然分布区, 但没有栽培的历史和栽培的品种, 只有少数野生诺丽生长, 并不适合商业性栽培, 而夏威夷有悠久的诺丽栽培历史和丰富的种质资源. 夏威夷作为果用栽培的主要是卵叶、大果型诺丽. 鉴于诺丽的药用、食用价值以及在保健品市场的广阔前景, 从夏威夷引进诺丽优良品种进行诺丽离体快速繁殖方法研究将有助于解决国内诺丽资源稀缺的问题.

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

诺丽种子引自夏威夷.

### 1.2 培养基

以 MS 配方、蔗糖 30 g/L、琼脂 6.0 g/L 为基本培养基.

### 1.3 无菌播种

诺丽种子细心剥去种皮, 于含 4% 有效氯的次氯酸钠溶液中轻柔振荡 15 min, 无菌水清洗 4 遍, 种子无菌播种于 MS 基本培养基上, 于  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ , 200 lx 弱光下培养.

### 1.4 不定芽诱导

种子培养 1 个月左右至子叶展平后, 将子叶切成约  $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$  小块, 下胚轴切成长度约为 2 mm 的小段, 分别接种于含不同生长调节剂的不定芽诱导培养基上, 于  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ , 1 000 lx 下培养, 30 d 后观察.

### 1.5 芽增殖

将按 1.4 方法诱导的不定芽转接到 MS+BA 1.5 mg/L+IAA 0.1 mg/L 培养基上, 于  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ , 1 000 lx 下继代培养 30 d 后, 转接到相同的新鲜培养基上, 按相同的培养条件再继代培养 30 d. 将经过相同条件连续继代后生长均匀的不定芽切取带一个节的茎段, 接种于含不同生长调节剂的增殖培养基上, 于  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ , 1 000 lx 下培养, 50 d 后观察结果.

### 1.6 壮苗生根

从 1.5 方法培养得到的丛芽中, 切取长约 1 cm 的带顶芽芽梢, 接种于含不同生长调节剂的壮苗生根培养基上, 于  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ , 1 000 lx 下培养, 培养 30 d 后观察结果.

### 1.7 移植

将诺丽根群已发育良好的培养瓶移置遮光率 75% 左右的温室中驯化 1 周. 泥炭粉碎过筛, 弃去粗块和粉末, 剩余纤维部分用含多菌灵和福美双各 0.1% 的自来水湿润, 过夜. 将诺丽试管苗从培养瓶中倒出, 小心洗去琼脂, 叶子剪去半叶, 以减少水份蒸发, 移植到泥炭基质上, 遮光 75% 培育, 视苗情和基质干湿情况及时喷雾或淋水. 10 d 后移置全光照下正常管理.

## 2 结 果

### 2.1 不定芽诱导

诺丽的子叶和下胚轴接种于含不同生长调节剂的不定芽诱导培养基上培养, 结果见表 1.

表 1 可见, 生长调节剂在试验范围内都能诱导愈伤组织发生, 细胞分裂素 BA 0.7~2.0 mg/L 范围均能诱导子叶和下胚轴发生不定芽, 不定芽同时从外植体表面直接发生或从愈伤组织上发生 (见图 1), 下胚轴比子叶更容易发生不定芽, 没有添加生长素 NAA 时, 未见不定根发生, 添加低质量浓度的生长素 NAA 0.05~0.1 mg/L 则完全抑制不定芽的发生, 愈伤组织的生长量大幅度提高, 同时不定根大量从愈伤组织上发生.

表1 不同植物生长调节剂组合对诺丽子叶和下胚轴不定芽分化的影响

$\rho_{\text{培养基}} /$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	外植体类型	愈伤组织诱导率/%	不定芽诱导率/%	不定根诱导率/%
BA 0.7	子叶	100	37.5	0
	下胚轴	100	100	0
BA 1.0	子叶	100	33.3	0
	下胚轴	100	50.0	0
BA 1.5	子叶	100	37.5	0
	下胚轴	100	66.7	0
BA 1.5+NAA 0.05	子叶	100	0	50.0
	下胚轴	100	0	75.0
BA 1.5+NAA 0.1	子叶	100	0	87.5
	下胚轴	100	0	50.0
BA 2.0	子叶	100	25.0	0
	下胚轴	100	62.5	0

## 2.2 芽增殖

在试验范围内, 细胞分裂素种类和质量浓度对诺丽芽增殖倍数的影响差异不显著, 但对芽的质量有一定的影响, 当 BA 质量浓度达到 3.0 mg/L 以上时, 叶片开始变肥厚, 边缘上卷, 呈勺状, 当 BA 质量浓度达到 5.0 mg/L 时, 叶片边缘开始愈伤化, 幼叶局部玻璃化 (见表 2)。从直观上看, BA 1.5 mg/L 时增殖率较高。

表2 细胞分裂素对诺丽芽增殖的影响

$\rho_{\text{培养基}} /$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	50 d 增殖倍数	不定芽形态
BA 0.5	3.22	正常
BA 1.5	3.68	正常
BA 3.0	3.18	叶边缘略上卷
BA 5.0	3.05	叶边缘上卷, 愈伤化
ZT 1.5	3.10	正常
KN 1.5	3.02	正常



图1 诺丽外植体上不定芽发生

在 BA 1.5 mg/L 基础上添加生长素, 在试验范围内对诺丽芽增殖倍数的影响差异不显著 (见表 3)。

表3 添加生长素对诺丽芽增殖的影响

$\rho_{\text{培养基}} /$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	50 d 增殖倍数	不定根
MS+BA 1.5+IAA 0.02	3.00	不定根发生
MS+BA 1.5+IAA 0.10	4.60	不定根发生
MS+BA 1.5+IBA 0.01	4.27	不定根发生
MS+BA 1.5+IBA 0.10	3.45	大量不定根发生

芽的增殖一方面通过顶端优势解除, 腋芽萌出, 另一方面不定芽从茎段表面和愈伤组织上发生 (见图 2)。

## 2.3 壮苗生根

在生长素的诱导下, 诺丽不定芽的芽梢在切口附近发生不定根, 不定根纤细, 短而多分枝, 形成密集的根群 (见图 3)。以 NAA 0.1 mg/L 诱导的生根率最高, IBA 0.1 mg/L 和 IAA 0.1 mg/L 次之 (见表 4)。但 NAA 诱导生根在切口处容易发生疏松愈伤组织, 部分根系从愈伤组织发生, 与茎维管束之间缺乏联系, 而 IAA 诱导的根群不发达, 稀少细长, 以 IBA 诱导的根群质量最好。

## 2.4 移植

经过驯化的诺丽试管苗从培养瓶中移植到泥炭上, 在开始的 2~3 d 内, 幼苗对水分非常敏感, 当叶面间歇喷雾形成的水膜基本蒸发后, 幼叶叶缘和叶尖就开始变软萎蔫, 所以要注意保持叶面湿润; 移植 2~3 d 后, 幼苗叶片逐渐变绿变硬, 逐步延长喷雾间歇时间; 移植 5 d 后, 保持基质湿润, 停止叶面喷雾, 幼苗能够保持挺立状态; 移植 10 d 后, 叶片开始恢复生长, 并且能够在全光照下生长, 30 d 后统计, 成活率达到 92.2% (见图 4), 此时新根已经充分发育 (见图 5)。

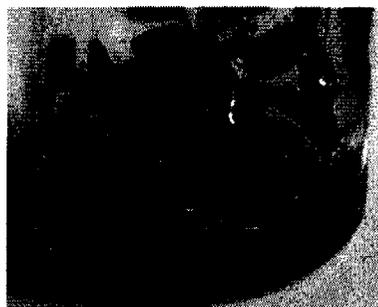


图2 诺丽芽的增殖

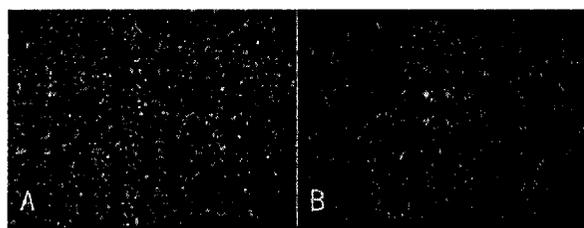


图3 诺丽芽梢切口处的不定根发生

表4 生长素对诺丽芽梢不定根发生的影响

$\rho_{\text{培养基}} / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	生根率/%	不定根形态
MS+NAA 0.1	100a	根群发达, 短而分支多, 愈伤组织多
MS+IBA 0.1	83.3ab	根群发达, 长短适度
MS+IAA 0.1	66.7bc	根群不发达, 根细长稀疏

注: 相同字母差异不显著



A. 定植; B. 定植后 30 d

图4 诺丽试管苗移植

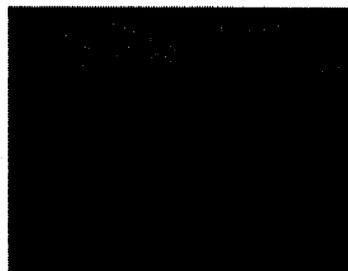


图5 诺丽试管苗移植 30 d 根系发育情况

### 3 讨论

诺丽子叶和下胚轴在添加 BA 0.7~2.0 mg/L 的不定芽诱导培养上常可见数个至数十个不定芽分布于组织块表面及切口上, 表明子叶和下胚轴的不定芽分化能力很强。在相同培养基继代, 这些不定芽继续发育长大, 少见腋芽萌发, 新的不定芽形成数量也较少, 在试验范围内, 芽增殖对细胞分裂素浓度和种类反应较不敏感, 增殖倍率偏低, 显示诺丽不同发育阶段的材料分化潜能差异较大, 或存在植物生长调节剂以外的限制因子, 需要进一步深入研究, 以提高诺丽离体快繁的效率。

诺丽不定芽芽梢不定根发生能力很强。经生根壮苗培养, 发生的不定根根群发达, 根细而短, 分枝多, 质地柔韧, 不易折断, 叶片厚呈革质不易失水, 移植 10 d 后即可在全光照下生长, 管理方便, 成活率高, 适于产业化生产。

值得注意的是诺丽种苗的过冬防寒问题。诺丽是热带植物, 健康的成年植株能耐受 8℃ 的短期低温, 但幼苗的耐寒力较差, 气温低于 12℃ 即出现萎蔫症状, 所以诺丽种苗生产需要保温性能很好的温室或选择冬季气温较高的地区。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴: 第四册 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 368.
- [2] Scot C, Nelson. *Morinda citrifolia* Permanent Agrilallture Resources (PAR) [EB/OL]. (2003-10-08) [2005-05-16]. [http://www.ctahr.hawaii.edu/noni/Downloads/morinda-species\\_profile.pdf](http://www.ctahr.hawaii.edu/noni/Downloads/morinda-species_profile.pdf).
- [3] Wang Mian-Ying, Brett J West, C Jarakae Jensen, et al. *Morinda citrifolia* (noni): a literature review and recent advances in noni research [J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2002, 23 (12): 1127-1141.
- [4] Ying-Shan Han, Sittiruk Roytrakul, Marianne C, et al. Cloning of a cDNA encoding 1-deoxy-xylulose 5-phosphate synthase from *Morinda citrifolia* and analysis of its expression in relation to anthraquinone accumulation [J]. *Plant Science*, 2003, 164 (6): 911-917.

(责任编辑: 余 望)