

# 吲哚丁酸处理对栀子花扦插水培苗生长的影响

周启贵, 吴朝群

(西南大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室 生命科学院, 重庆 400715)

**摘 要:**以栀子花扦插水培苗为试材,研究了浓度为 50、100、150 mg/L 吲哚丁酸(IBA)处理对其植株鲜重、根数、根长、株高、根重等植株形态指标及叶绿素 a、b 与 pH 值等生理指标的影响。结果表明:50~150 mg/L IBA 处理可增加水培条件下栀子花扦插苗的植株鲜重、根数、根长、株高和叶绿素含量,其中以浓度为 100 mg/L IBA 处理的扦插水培苗生长效果最显著。

**关键词:**吲哚丁酸(IBA);栀子花;水培;生长

**中图分类号:**S 685 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)17-0071-04

栀子 (*Gardenia jasminoides* Ellis.) 属茜草科 (Rubiaceae) 栀子属植物,其枝叶繁茂,叶色四季常绿,花芳香素雅,为重要的庭院观赏植物。除观赏外其干燥成熟果实含有大量的环烯醚萜类化合物,现代药理研究表明栀子具有抗炎、抗氧化、利胆、利尿、抗肿瘤、解热、镇痛、辐射防护、降血脂等多种药理活性<sup>[1]</sup>,栀子花的栽培和药用功效有许多研究。目前国内外关于植物生长调节剂对扦插枝条生根的研究主要以基质扦插为主,有关水培扦插和气插的研究较少。在试验和田间生产中,常采用植物生长调节剂如吲哚乙酸(IAA)、吲哚丁酸(IBA)等对扦插植株进行诱导处理以缩短生产周期并可解决农业栽培技术措施难以解决的问题,如打破休眠、调节花的性别、促进生根、增强抗性等。王娅丽等<sup>[2]</sup>报道 IBA 处理能够提高长柄扁桃扦插生根率,用 800 mg/L 扦插时蘸 30 s 扦插成活率可达 81.25%。王少平等<sup>[3]</sup>使用 IBA、茶乙酸(NAA)浸泡香石竹插穗发现可以促进生根,其中 NAA 与 IBA 各处理之间根重与根长有极显著差异,以 75、150 mg/L 的 NAA 浸泡插穗效果最佳。王晓红<sup>[4]</sup>、罗林会等<sup>[5]</sup>分别对金边虎尾兰、金叶女贞进行了研究,结果显示植物生长调节剂对水培扦插苗生长具有促进作用。

沈敏东<sup>[6]</sup>、刘奉昌<sup>[7]</sup>对栀子花水插试验进行了一些简略报道,但有关 IBA 等植物生长调节剂处理栀子花扦插水培苗的研究尚鲜见文献报道。而水培花卉卫生环保,格调高雅,新颖雅趣,可丰富人们的养花品种<sup>[8]</sup>。现

以栀子花扦插水培苗为试材,研究了 IBA 处理对其生长的影响并筛选出最适生长浓度,开拓培养栀子花的新途径,以期规模化水培栀子花生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试栀子花 (*Gardenia jasminoides* Ellis) 采自西南大学校园。

### 1.2 试验方法

试验于 2011 年 3 月至 5 月在西南大学生命科学学院中心实验室进行,温度 15~25℃,相对湿度 60%~70%。参考霍格兰营养液配方及有关文献,配制试验用营养液(表 1)。营养液的氮、磷、钾比为 6:1:7,在配制过程中,首先配制成浓缩液营养液(浓度为 10 倍),用 PB-10 pH 计调整 pH 为 5.5~6.5 范围(NaOH 调高,HCl 调低),使用时直接稀释至所需浓度。

表 1 营养液配方

Table 1 The prescription of the nutrient solution g/L

试剂 Reagent	营养液
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	5.8991
KNO <sub>3</sub>	2.5042
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.6788
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	3.4629
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.0140
MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	0.0093
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	0.0011
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0.0036
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0.0001
Na <sub>2</sub> Fe-EDTA	0.0094

从校园采取栀子花,选择 1 a 生、无病虫害的健壮花后枝条,生长状况相似、大小一致的栀子花枝条,长约 15 cm,用 0.5%高锰酸钾消毒处理 15 min,用蒸馏水冲洗后,分别置于 50、100、150 mg/L 的 IBA 溶液及对照(蒸馏水)中诱导 24 h;各处理 10 株,即 10 次重复,取出不同处理的枝条,放在 50 mL 的烧杯中,枝条浸没深度

**第一作者简介:**周启贵(1959-),男,重庆人,本科,高级实验师,现主要从事植物生理学与水培花卉研究工作。E-mail:zhouqigu@swu.edu.cn.

**基金项目:**三峡库区生态环境教育部重点实验室自由探索基金资助项目。

**收稿日期:**2013-04-08

约为 4 cm。先用清水培养 3 d,每天换 1 次水,然后换成 1/4 营养液(原液 1/4 浓度)中培养,每周换 1 次营养液。培养室空气流通,光照为自然散射光,室温为 25℃。

### 1.3 项目测定

叶绿素含量按 Arnon 法<sup>[9]</sup>用 UV-9100 紫外可见分光光度计测定,使用 PB-10PH 计监测营养液 pH 值的变化;每周定期测量新增根数、根长、新根重、植株株高、鲜重等形态指标。

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 软件和 SAS 软件对数据进行差异显著性分析。

表 2 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗平均新增根数、平均鲜重、株高、新根增重及新根总长的影响

Table 2 Effects of the different IBA gardenia of the *Gardenia jasminoides* on the weight of stem, the weight of stem, the root number and length

不同处理	平均鲜重增量/g	平均株高增量/cm	平均新根重/g	平均新增根数/根	平均新根总长/cm
50 mg/L IBA	0.1081±0.02bc	1.280±0.23bc	0.1007±0.01b	9.86±0.29ab	1.436±0.29b
100 mg/L IBA	0.19164±0.02a	2.520±0.41a	0.0772±0.01b	11.00±0.20a	2.880±0.20a
150 mg/L IBA	0.1380±0.03ab	1.520±0.15b	0.0551±0.01c	12.00±0.34a	2.820±0.54a
蒸馏水	0.0687±0.01c	0.700±0.07c	0.0196±0.01d	3.67±0.08c	1.540±0.08b

注:小写字母表示在  $P<0.05$  水平下;同一列中不同字母代表差异显著程度。下同。

Notes: The under case alphabet indicate the differentiation under  $P<0.05$ ; the different alphabet indicate the different significance. The same below.

2.1.2 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗平均鲜重增量的影响 从表 2 可以看出,对照组(蒸馏水)、50 mg/L IBA 处理与 100、150 mg/L IBA 处理的平均鲜重增量存在显著差异。100、150 mg/L IBA 处理后植株鲜重增量明显高于对照组(蒸馏水)和 50 mg/L IBA 处理,说明栀子花扦插苗在 100、150 mg/L IBA 处理下植株更健壮。

2.1.3 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗水培新根长度的影响 从表 2 可以看出,100、150 mg/L IBA 处理与对照组的新生根总长度存在显著的差异,而对照组和 50 mg/L IBA 处理的新生根总长度不存在显著的差异。IBA 处理后对栀子花扦插水培产生适应水生环境的根有较大影响。而 100、150 mg/L IBA 处理的栀子花扦插水培的效果中栀子花扦插水培新根长度最长。说明在 100、150 mg/L IBA 处理下栀子花扦插苗在水生环境下生出新根伸长的最快。

2.1.4 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗水培新根数的影响 从表 2 可以看出,50、100 和 150 mg/L IBA 处理与对照组(蒸馏水)的新根数存在显著的差异。50、100 和 150 mg/L IBA 处理长出的新根数明显高于对照组长出的新根数。而 50、100 和 150 mg/L IBA 处理长出的新根数并未达到显著性的水平,而是单株新根数在 100 mg/L IBA 处理下长出的新根最多。由此可知 100 mg/L IBA 处理最能促进栀子花水培扦插苗生根。

2.1.5 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗水培平均新根增重影响 从表 2 可以看出,50、100 和 150 mg/L IBA 处理与蒸馏水处理相比其平均新根重存在显著的

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗的平均鲜重、株高、新增根数、新根重和新根总长的影响

2.1.1 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗平均株高的影响 从表 2 可以看出,100、150 mg/L IBA 处理的株高增量明显高于对照组(蒸馏水)及 50 mg/L IBA 处理。100 mg/L IBA 处理的栀子花扦插苗在水培中株高增量最大,长势最好。经 3 种不同浓度的 IBA 处理后栀子花扦插苗水培的效果,100、150 mg/L IBA 处理最能促进栀子花的生长,且不同处理间存在显著差异。

差异。50 mg/L IBA 处理与 100、150 mg/L IBA 处理相比较差异不显著;50~100 mg/L IBA 处理能促进栀子花水培扦插苗平均新根重量的增加。

### 2.2 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗的生理指标的影响

2.2.1 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗的叶绿素含量的影响 叶绿素是光合作用中的主要色素,在光合作用中起着很重要的作用。植物的光合机构是由光合单位构成的,光合单位是叶绿素和其它组分组成的具有放氧能力的集团<sup>[10]</sup>。因此植物的光合能力的大小与叶绿素含量有关,一定程度上反映了植物的生长状况。从图 1 可看出,经 IBA 处理后与蒸馏水处理的对照组之间比较存在差异,其中 100 mg/L IBA 处理后差异较显著,叶片中叶绿素含量有较大增加。50、100 和 150 mg/L

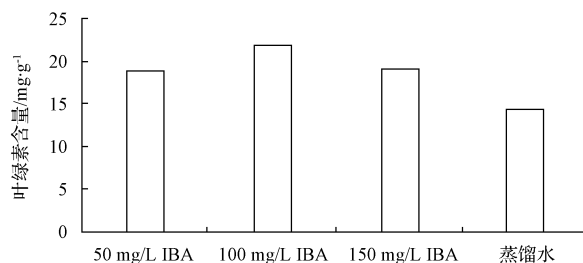


图 1 不同浓度 IBA 处理对水培栀子花扦插苗叶绿素含量的影响

Fig. 1 The effects of the different concentrations of IBA treatment on chlorophyll content of the *Gardenia jasminoides* leaf

IBA 3 个浓度 IBA 处理后对扦插水培栀子花叶片中叶绿素的合成有促进作用,其中 100 mg/L IBA 处理后对其影响最大,表明在该浓度下 IBA 扦插水培栀子花叶片中叶绿素含量最多。

2.2.2 经不同浓度 IBA 处理后栀子花生长活动对营养液 pH 的影响 pH 值影响到植物对营养元素的吸收,这与元素的特点及本身两方面原因有关。研究表明植物对磷的吸收量最有效的形式是  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,在  $\text{pH}<5.0$  时,磷元素几乎全部以  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  形式存在,而  $\text{pH}>7.0$  时 40% 以上的磷元素成为  $\text{HPO}_4^{2-}$  的形式;铁元素如果以  $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{FeCl}_2$  为铁源,营养液的 pH 必须保持较低的范围,才不易产生沉淀。在  $\text{Ca}^{2+}$  和磷酸根离子含量比较高的营养液中,保持低 pH 值可以防止  $\text{CaHPO}_4$  沉淀。但另一方面,如果营养液的 pH 值过低,又会影响到  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  等的吸收<sup>[11-12]</sup>。一般认为植物对 pH 的不同要求应该是对离子吸收的基因型引起的,植物种类不同对 pH 的要求不同。Brown 等<sup>[12]</sup>、Krej 等<sup>[13]</sup> 的研究认为营养液的 pH 在 6.0~6.5 最适合,若在 5.0~7.0 内,对生育无影响。

通过试验发现,50 mg/L IBA 处理后的营养液酸碱度波动不大,pH 范围在 5.6~6.5,说明栀子花经该浓度的处理后更适合生长。100、150 mg/L IBA 处理后的营养液酸碱度波动也不大,pH 范围在 6.5~7.0,说明在这 2 个浓度 IBA 处理后栀子花的生长良好。而经蒸馏水处理的溶液的 pH 值变化最大,说明栀子花经蒸馏水处理后生长状况不好,这与观测形态指标得出的结论和栀子花喜酸性环境生长一致。因此从营养液的 pH 值的范围来看,100 mg/L IBA 处理后对栀子花扦插水培效果最好。在这个范围内植物对营养液中离子的吸收也最好。

### 3 讨论

IBA 只是众多植物生长调节剂的一种,其作用具有双重性,即浓度过高和过低都不利于植株的生长,浓度适宜才适合植株的生长。使用 IBA 促根剂可促进插条细胞分裂和伸长,加强内含物淀粉和脂肪的水解,并使营养物质流向基部,活化形成层,促进根原基的形成<sup>[14-15]</sup>。该试验选用不同浓度 IBA 处理栀子花扦插苗,在此范围内均可促进栀子花扦插水培苗的生长,这与其扦插水培研究相一致<sup>[4-5]</sup>。

该试验证明 IBA 处理栀子花扦插水培苗能够促进其良好生长。观察测量不同浓度 IBA 处理下栀子花的叶片数、根数、根长、株高和叶片中叶绿素的含量等指标,结果显示 50、100 和 150 mg/L IBA 处理组与对照组蒸馏水处理存在显著差异。经 100 mg/L IBA 诱导后水培栀子花的生长状况最佳,叶绿素含量较多,光合能力较强,株高增量最大,长势最好;新根增加最多、生长的最快。试验同时显示在水培条件下栀子花扦插苗生根效果较好,与刘奉昌<sup>[7]</sup> 栀子花水插试验初报结果一致。

在水培花卉生产上运用适宜浓度的 IBA 进行处理可使植物及早形成适应水培环境的新根,从而提高花卉水培的成功效率,有助于保持植株的优良性状;同时还可以缩短水培花卉商品的生产周期,提高经济效益,增加三农的收入,体现出更高的观赏和应用价值。

### 参考文献

- [1] 孟祥乐,李红伟,李颜,等. 栀子化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中国新药杂志,2011,20(11):959-962.
- [2] 王娅丽,王钰,许楠. 长柄扁桃扦插繁育技术研究[J]. 林业实用技术,2013(1):30-31.
- [3] 王少平,郭超群,冯海燕. 不同激素处理对香石竹扦插生根的影响[J]. 北方园艺,2012(5):85.
- [4] 王晓红. 植物生长调节剂对金边虎尾兰叶插生根的影响[J]. 北方园艺,2007(10):143.
- [5] 罗林会,王勤. NAA 对金叶女贞水插生根效果试验[J]. 北方园艺,2010(24):118-119.
- [6] 沈敏东. 栀子花水插快速繁殖法[J]. 上海农业科技,2000(6):83.
- [7] 刘奉昌. 栀子花水插试验初报[J]. 江苏林业科技,1997,24(2):57.
- [8] 周启贵,汤绍虎. 水培花卉[M]. 重庆:西南师范大学出版社,2009.
- [9] 叶济宇. 关于叶绿素含量测定中的 Arnon 计算公式[J]. 植物生理学通讯,1985(6):69.
- [10] 丁映,李飞. 不同营养液对几种观叶植物的水培效应[J]. 贵州农业科学,2004,32(4):65-66.
- [11] 周艺敏. K、N 不同浓度对番茄生育、产量及品质的影响[J]. 华北农学报,1997,12(2):107-114.
- [12] Brown E F, Pokory F A. Physical and chemical properties of media composed of milled pine bark[J]. J Amer Soc Hort Sci,1975,100(2):119-121.
- [13] Krej J C. Comparison of physical analysis of peat substrates[J]. Acta Hortscience,1989,238:23-26.
- [14] 郭春兰,杨武英,胡冬南,等. 青钱柳嫩枝扦插育苗的研究[J]. 江西农业大学学报,2006,28(2):254-257.
- [15] 韩德元. 植物生长调节剂:原理与应用[M]. 北京:北京科学技术出版社,1997.

## Effect of Indole Acetic Acid Treatment on Water Culture Seedling Growth of *Gardenia jasminoides*

ZHOU Qi-gui, WU Chao-qun

(Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region (Ministry Education), School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715)

# 锌对高羊茅种子萌发及生理指标的影响

于凤鸣<sup>1</sup>, 刘玉艳<sup>2</sup>, 张海荣<sup>1</sup>

(1. 河北科技师范学院 生命科技学院, 河北 昌黎 066600; 2. 河北科技师范学院 园艺科技学院, 河北 昌黎 066600)

**摘要:**以“猎狗5号”高羊茅种子为试材,研究了不同浓度外源锌对高羊茅种子发芽率、发芽势,以及萌发过程种子内可溶性蛋白质、还原糖和总糖含量及淀粉酶活力的影响。结果表明:重金属 Zn 处理后降低了高羊茅种子的发芽率和发芽势,使种子萌发整齐度下降。Zn 处理使萌发初期高羊茅种子的淀粉酶总活力和可溶性总糖含量上升,但使  $\alpha$ -淀粉酶活力、可溶性蛋白质和还原糖含量下降。

**关键词:**锌胁迫;高羊茅;种子萌发;生理

**中图分类号:**Q 945.79 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)17-0074-04

重金属是环境的主要污染源之一。土壤中的重金属污染和防治一直是国际上研究的难点和热点。目前,主要采用物理法、化学法和生物法治理土壤重金属污染,其中物理方法和化学方法不仅成本昂贵,而且还会对土壤结构和土壤微生物造成破坏,并引起“二次污染”<sup>[1]</sup>。植物修复技术是一种新兴的绿色生物治理方法,能够在保持土壤的生态环境、结构和微生物活性的情况下修复被污染的土壤<sup>[2]</sup>。

Zn 是某些酶的活化剂和必需成分,是植物生长必需的微量元素之一。缺 Zn 时,植物的株型和生长习性会发生改变;Zn 超过一定含量时,也会导致植物代谢过程发生紊乱甚至死亡,但仍有些植物能在较高浓度的重金属中生存而不受明显的损害<sup>[3-4]</sup>。目前,世界上已经筛选出 400 多种重金属富集植物,并对重金属的伤害效应、机理和植物的抗性机理等方面进行了研究。

高羊茅是多年生草本植物,也是一种常见草坪植物,其适应性强,生活力、生长势、抗践踏能力亦强,抗寒,

也较抗热,耐干旱,耐潮湿,具有吸收深层水分的能力<sup>[5]</sup>。同时,由于草坪植物不直接进入人类食物链,具有较高的经济、生态和美学价值,因此,现以高羊茅为研究对象,研究了重金属 Zn 对其种子萌发及生理的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试高羊茅“猎狗5号”种子,购自国家林业局林木种子中心;ZnSO<sub>4</sub> 为分析纯试剂。

### 1.2 试验方法

试验于 2009 年 11 月至 2010 年 1 月在河北科技师范学院生命科技学院植物生理生化实验室和园艺科技学院园林实验室进行。选取均匀一致饱满的种子,用 3% 的高锰酸钾溶液消毒 15 min 后,用自来水冲洗 3 次,再用蒸馏水冲洗,将其整齐地排列在铺有 2 层滤纸的培养皿中,每皿 50 粒,加入不同浓度的 ZnSO<sub>4</sub> 溶液(100、200、400、800 mg/L,用蒸馏水配制),对照用蒸馏水培养,置于 26℃ 恒温培养箱中,用保鲜膜减少水分的蒸发。不同处理设置 3 次重复,并随时去除坏死种子,从第 2 天开始每天记录种子萌发数量,到对照种子不再萌发为止。计算种子发芽率及发芽势。

发芽率 = 萌发的种子数 / 种子总数 × 100%<sup>[6]</sup>。发

**第一作者简介:**于凤鸣(1966-),男,博士,教授,现主要从事植物抗性生理等研究工作。E-mail:yfm8371@163.com.

**基金项目:**河北省教育厅自然科学研究资助项目(2008445)。

**收稿日期:**2013-04-15

**Abstract:** Taking *Gardenia jasminoides* cuttings hydroponics seedlings as test materials, the effects of plant fresh weight, root number, root length, plant height, root weight branches of different treatment patterns observed indicators and chlorophyll a, b content and pH value of the physiological changes with 50 ~ 150 mg/L indole butyric acid (IBA) treatment were studied. The results showed that 50 ~ 150 mg/L IBA treatment increased water culture conditions, gardenia cuttings of the plant fresh weight, root number, root length, plant height and chlorophyll content, and 100 mg/L IBA treatments more significantly effective.

**Key words:** indole-3-butyric acid (IBA); *Gardenia jasminoides*; hydroponics culture; growth