



### 氮磷钾对四季海棠组培苗生长的影响

雪文晶 郑田恬 张黎

#### **Effects of N, P and K on the Growth of Tissue Culture Seedlings of *Begonia semperflorens***

Xue Wenjing, Zheng Tiantian, Zhang Li

引用本文:

雪文晶, 郑田恬, 张黎. 氮磷钾对四季海棠组培苗生长的影响[J]. *西南林业大学学报*, 2020, 40(6):166–170. doi: 10.11929/j.swfu.201908039

Xue Wenjing, Zheng Tiantian, Zhang Li. Effects of N, P and K on the Growth of Tissue Culture Seedlings of *Begonia semperflorens*[J]. *Journal of Southwest Forestry University(Natural Science)*, 2020, 40(6):166–170. doi: 10.11929/j.swfu.201908039

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201908039>

### 您可能感兴趣的其他文章

#### **Articles you may be interested in**

#### 不同植物生长调节剂对樟叶越桔组培苗6'-O-咖啡酰熊果苷生产的影响

Effects of Different Plant Growth Regulators on the Production of 6'-O-Caffeoylarbutin in Tissue Culture Seedlings of *Vaccinium dunalianum*

西南林业大学学报. 2020, 40(4): 157 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201906048>

#### 外源性氮和磷对杉木和藜蒭锥混合凋落叶分解的影响

Effects of N and P Additions on Mixed Leaf Litter Decomposition in *Cunninghamia lanceolata* and *Castanopsis fissa* Plantations

西南林业大学学报. 2017, 37(4): 103 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2017.04.016>

#### 黑木相思无性系组培生根技术研究

Rooting Techniques of Tissue Culture Seedlings on *Acacia melanoxylon* Clones

西南林业大学学报. 2019, 39(3): 161 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201903108>

#### 外源性氮和磷对杉木林凋落叶分解的影响

Effect of N and P Additions on Decomposition of Leaf Litter in a *Cunninghamia lanceolata* Plantation

西南林业大学学报. 2017, 37(3): 95 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2017.03.015>

#### 日本落叶松种子园结实母株种实性状对氮磷钾配比施肥的响应

Response of Seed Characteristics of Seed-bearing Mother Plant of *Larix kaempferi* Seed Orchard to Nitrogen, Phosphorus and Potassium Proportional Fertilization

西南林业大学学报. 2020, 40(6): 6 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201909004>

#### 植物生长调节剂和基质种类对杉木无性系瓶外生根组培苗质量的影响

Effect of Exogenous Hormone and Media Type on Quality of *Ex Vitro* Rooting Subculture Plantlet of *Cunninghamia lanceolata*

西南林业大学学报. 2019, 39(6): 49 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201811040>

DOI: 10.11929/j.swfu.201908039

引文格式: 雪文晶, 郑田恬, 张黎. 氮磷钾对四季海棠组培苗生长的影响 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2020, 40(6): 166-170.

## 氮磷钾对四季海棠组培苗生长的影响

雪文晶 郑田恬 张黎

(宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021)

**摘要:** 以四季海棠组织培养增殖阶段组培苗为试验材料, 采用单因素和正交实验, 探究大量元素 N、P、K 含量对组培苗生长状况的影响。结果表明: N 素对四季海棠组培苗的株高、增殖系数和植株鲜质量影响最大; P 素对四季海棠组培苗的叶片数、根数和鲜质量有显著影响, 但对叶片数影响最大; K 素对根数影响最大。四季海棠组培苗增殖阶段, N、P、K 元素的最佳配比分别为 15、0.8、4 mmol/L, 即质量浓度比为 3.75 : 2 : 10。

**关键词:** 四季海棠; 氮; 磷; 钾; 营养水平; 组培苗

中图分类号: S661.4

文献标志码: A

文章编号: 2095-1914(2020)06-0166-05

## Effects of N, P and K on the Growth of Tissue Culture Seedlings of *Begonia semperflorens*

Xue Wenjing, Zheng Tiantian, Zhang Li

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan Ningxia 750021, China)

**Abstract:** In this experiment, the tissue culture seedlings of *Begonia semperflorens* at the propagation stage were used as experimental materials. The effects of plenty of N, P and K on the growth of tissue culture seedlings were investigated by single factor and orthogonal experiments. The results showed that N had the greatest influence on plant height, proliferation coefficient and fresh weight. P had significant effects on leaf number, root number and fresh weigh, with the greatest effect on the number of leaves. K has the greatest influence on the number of roots. The optimal ratios of N, P and K for *B. semperflorens* tissue culture seedlings at proliferation stage were 15, 0.8 and 4 mmol/L, the mass concentration ratio was 3.75 : 2 : 10, respectively.

**Key words:** *Begonia semperflorens*; N; P; K; nutritional level; tissue culture seedling

四季海棠 (*Begonia Semperflorens*), 又称瓜子海棠、玻璃翠。为秋海棠科 (*Begoniaceae*), 秋海棠属, 多年生草本花卉, 属须根海棠类。其花期长, 花色丰富, 株姿秀美, 极具观赏价值。由于四季海棠不易结实, 茎段扦插生根较慢, 繁殖率又低。因此, 通过组织培养快速繁育四季

海棠种苗对其资源保护及可持续利用具有重要意义。

近年来, 国内外对于四季海棠组织培养的研究主要集中于最佳植物生长调节剂配比筛选方面<sup>[1-3]</sup>, 采用的基本培养基为前人研究固定的 MS、1/2MS 配方<sup>[3]</sup>, 而很少有对组织培养所需大

收稿日期: 2019-08-29; 修回日期: 2019-10-06

基金项目: 宁夏回族自治区重点研发项目 (2019BBF02011) 资助。

第 1 作者: 雪文晶 (1996—), 女, 硕士研究生。研究方向: 园林植物与观赏园艺。Email: 1932400124@qq.com。

通信作者: 张黎 (1962—), 女, 硕士, 教授。研究方向: 观赏园艺。Email: zhang\_li9988@163.com。

量元素精细化的研究, 缺乏对其组培阶段大量元素需求的精细化研究数据; 采用不同种类和浓度的植物生长调节剂有助于提高四季海棠不定芽和丛生芽分化率, 但随着植物生长调节剂浓度的增加, 四季海棠生长受到抑制, 并容易出现卷叶、矮化等畸变现象, 甚至枯萎死亡。有研究表明, 适宜的 N、P、K 营养含量也可以提高组培苗的质量, 缩短育苗周期, 同时有利于组培苗的生长<sup>[4-5]</sup>。目前, 极少有培养基中 N、P、K 营养含量对四季海棠组培苗生长影响的相关报道。本试验以四季海棠组培苗为材料, 采用单因素和正交试验, 研究不同 N、P、K 用量对四季海棠组培苗生长的影响, 探讨其对营养元素的需求, 为完善其组培快繁技术及提高田间施肥管理水平提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料来源于宁夏贺兰园艺产业园科研大楼组培室生长健壮的四季海棠组培苗。

### 1.2 方法

选取基本培养基为 MS 培养基, 添加 6-BA 0.1 mg/L, NAA 0.05 mg/L, 琼脂 6 g/L, 蔗糖 30 g/L<sup>[6]</sup>。将四季海棠组培苗接种于培养基, 每瓶接种 3 株, 每个处理接种 10 瓶, 3 个重复, 培养 50 d 后测定各处理植株的株高, 叶片数, 根数, 增殖系数, 鲜质量等指标。

#### 1.2.1 N、P、K 素水平单因素试验

本试验通过调整  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{KNO}_3$  浓度设置 5 个 N 素水平, 分别为低 N (1、2 mmol/L), 中 N (5、10 mmol/L), 高 N (35 mmol/L)。分别标记  $\text{N}_1$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{N}_3$ 、 $\text{N}_4$ 、 $\text{N}_5$ 。调整  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  浓度设置 3 个水平 (0.3、0.6、1.2 mmol/L)。分别标

记  $\text{P}_1$ 、 $\text{P}_2$ 、 $\text{P}_3$ 。调整  $\text{KNO}_3$  和  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  浓度设置 3 个水平 (4、5、6 mmol/L)。分别标记  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_2$ 、 $\text{K}_3$ 。

#### 1.2.2 正交试验

以 1.2.1 试验结果为基础, 以 N、P、K 浓度为变量, 设 3 因素 3 水平正交试验, 见表 1。

表 1 培养基 N、P、K 水平  
Table 1 Concentration of N, P and K in medium

水平	因素/(mmol·L <sup>-1</sup> )		
	N	P	K
1	5	0.4	3.5
2	10	0.6	4.0
3	15	0.8	4.5

#### 1.2.3 统计分析

数据采用 SPSS 24.0 进行方差分析, 邓肯新复极差法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同 N 素水平对四季海棠组培苗生长的影响

由表 2 可以看出, N 素对四季海棠不同部位的生长均有不同的影响, 且差异性各不相同。株高、叶片、根数、增殖系数、鲜质量在低 N 水平时差异均不显著; 当 N 素水平达到中 N 水平时, 除增殖系数和鲜质量外, 株高、叶片和根数均表现出显著差异; 当 N 素水平达到高 N 水平时, 与中 N 水平相比, 差异显著; 随着 N 素浓度的增加, 株高、叶片数、增殖系数均呈现先增高后降低的趋势, 株高和增殖系数在  $\text{N}_4$  水平下达到最高, 而叶片数在  $\text{N}_3$  水平下达到最大; 根数和鲜质量随着 N 素浓度的增加呈现先降低后增高的趋势, 在  $\text{N}_4$  水平下达到最高; 综上所述,  $\text{N}_4$  水平下四季海棠组培苗生长最好。

表 2 不同 N 素水平对四季海棠组培苗生长的影响

Table 2 Effects of different N levels on the growth of *B. semperflorens* tissue culture seedlings

处理	株高/cm	叶片数	生根数	增殖系数	鲜质量/(g·株 <sup>-1</sup> )
$\text{N}_1$	6.23±0.20 <sup>bc</sup>	6.33±0.67 <sup>b</sup>	11.33±0.88 <sup>b</sup>	6.00±0.58 <sup>a</sup>	55.85±4.27 <sup>b</sup>
$\text{N}_2$	6.86±0.55 <sup>b</sup>	7.00±0.58 <sup>b</sup>	10.33±0.67 <sup>b</sup>	6.33±0.88 <sup>a</sup>	51.34±1.58 <sup>b</sup>
$\text{N}_3$	7.88±0.33 <sup>b</sup>	11.00±1.15 <sup>a</sup>	14.33±1.76 <sup>b</sup>	6.33±1.45 <sup>a</sup>	73.54±3.24 <sup>a</sup>
$\text{N}_4$	8.41±0.08 <sup>a</sup>	9.00±0.58 <sup>b</sup>	18.33±0.67 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	79.09±1.41 <sup>a</sup>
$\text{N}_5$	5.51±0.47 <sup>c</sup>	6.67±0.88 <sup>b</sup>	12.67±0.88 <sup>b</sup>	6.33±0.33 <sup>ab</sup>	56.20±3.25 <sup>b</sup>

注: 不同小写字母之间表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

### 2.2 不同 P 素水平对四季海棠组培苗生长的影响

由表 3 可以看出, P 素水平对四季海棠组培

苗的叶片数、根数和鲜质量有显著影响, 而对株高、增殖系数无显著影响。随着 P 素含量的增

加, 叶片数、根数和鲜质量呈现先上升后下降的趋势, 在  $P_2$  水平下达到最高。综上所述,  $P_2$  水平下四季海棠组培苗的生长情况最好。

表3 不同 P 素水平对四季海棠组培苗生长的影响

Table 3 Effects of different P levels on the growth of *B. semperflorens* tissue culture seedlings

处理	株高/cm	叶片数	生根数	增殖系数	鲜质量/(g·株 <sup>-1</sup> )
$P_1$	7.38±0.29 <sup>a</sup>	7.33±0.33 <sup>b</sup>	12.33±0.58 <sup>b</sup>	6.67±0.67 <sup>a</sup>	55.45±3.27 <sup>b</sup>
$P_2$	7.66±0.29 <sup>a</sup>	8.67±0.88 <sup>a</sup>	15.00±0.58 <sup>a</sup>	6.32±0.58 <sup>a</sup>	78.17±1.26 <sup>a</sup>
$P_3$	7.41±0.22 <sup>a</sup>	7.00±0.58 <sup>b</sup>	13.33±0.33 <sup>b</sup>	6.00±0.58 <sup>a</sup>	63.63±3.54 <sup>b</sup>

注: 不同小写字母之间表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

### 2.3 不同 K 素水平对四季海棠组培苗生长的影响

由表4可以看出, K 素水平对于四季海棠组培苗的增殖系数无显著影响, 而对于株高、叶片数、根数和鲜质量有显著影响。随着 K 素含量的增加, 四季海棠组培苗的株高、叶片数、根数都

呈现下降的趋势; 而鲜质量随着 K 素含量的增加呈现先上升后下降的趋势。综合分析 K 素对四季海棠组培苗各部分的影响, 发现  $K_1$  水平下组培苗的生长情况最好。

表4 不同 K 素水平对四季海棠组培苗生长的影响

Table 4 Effects of different K levels on the growth of *B. semperflorens* tissue culture seedlings

处理	株高/cm	叶片数	生根数	增殖系数	鲜质量/(g·株 <sup>-1</sup> )
$K_1$	7.89±0.17 <sup>a</sup>	9.33±0.88 <sup>a</sup>	17.33±0.67 <sup>a</sup>	7.33±0.88 <sup>a</sup>	59.36±2.81 <sup>b</sup>
$K_2$	7.05±0.09 <sup>b</sup>	7.33±0.88 <sup>ab</sup>	15.33±0.88 <sup>ab</sup>	8.67±0.33 <sup>a</sup>	73.60±2.95 <sup>a</sup>
$K_3$	6.34±0.35 <sup>b</sup>	6.33±0.33 <sup>b</sup>	14.00±0.58 <sup>b</sup>	6.00±1.15 <sup>a</sup>	62.17±3.64 <sup>b</sup>

注: 不同小写字母之间表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

### 2.4 N、P、K 组合对四季海棠组培苗生长的影响

如表5, 根据 1.2.1 实验结果, 设计 3 因素 3 水平正交试验, 试验结果如下: 不同 N、P、K 水平组合对株高的影响: 处理 1、2 对比差异不

显著; 处理 3、4、5、6、8、9 对比差异不显著, 而处理 7 与 1、2、4、5、6、8、9 对比差异显著; 处理 1、2 与处理 3、4、5、6、8、9 对比差异显著。

表5 不同水平 N、P、K 组合对四季海棠组培苗生长影响的正交分析结果

Table 5 Orthogonal analysis of the effects of different levels of N, P, K combinations on the growth of *B. semperflorens* tissue culture seedlings

处理	N	P	K	株高/cm	叶片数	根数	增殖系数	鲜质量/(g·株 <sup>-1</sup> )
1	1 (5)	1 (0.4)	1 (3.5)	7.11±0.08 <sup>c</sup>	8.77±0.48 <sup>b</sup>	17.57±0.06 <sup>d</sup>	6.81±0.05 <sup>c</sup>	82.50±1.12 <sup>a</sup>
2	1	2 (0.6)	2 (4.0)	6.98±0.08 <sup>c</sup>	8.82±0.08 <sup>ab</sup>	18.18±0.05 <sup>a</sup>	6.34±0.07 <sup>c</sup>	59.86±1.30 <sup>c</sup>
3	1	3 (0.8)	3 (4.5)	7.33±0.06 <sup>ab</sup>	9.05±0.06 <sup>ab</sup>	17.76±0.05 <sup>c</sup>	6.68±0.04 <sup>d</sup>	43.49±2.95 <sup>d</sup>
4	2 (10)	1	2	7.50±0.04 <sup>a</sup>	8.96±0.07 <sup>ab</sup>	17.93±0.05 <sup>b</sup>	6.65±0.04 <sup>d</sup>	45.65±2.01 <sup>d</sup>
5	2	2	3	7.55±0.05 <sup>a</sup>	8.80±0.06 <sup>b</sup>	17.91±0.06 <sup>bc</sup>	7.14±0.05 <sup>b</sup>	79.10±1.88 <sup>ab</sup>
6	2	3	1	7.53±0.08 <sup>a</sup>	9.37±0.05 <sup>a</sup>	17.91±0.03 <sup>bc</sup>	6.90±0.03 <sup>c</sup>	56.40±3.01 <sup>c</sup>
7	3 (15)	1	3	7.34±0.08 <sup>b</sup>	9.05±0.04 <sup>ab</sup>	17.87±0.04 <sup>bc</sup>	7.06±0.03 <sup>b</sup>	72.72±2.77 <sup>b</sup>
8	3	2	1	7.48±0.09 <sup>a</sup>	8.88±0.05 <sup>ab</sup>	17.85±0.03 <sup>bc</sup>	7.11±0.02 <sup>b</sup>	78.35±1.11 <sup>ab</sup>
9	3	3	2	7.36±0.11 <sup>a</sup>	8.84±0.04 <sup>ab</sup>	17.87±0.05 <sup>bc</sup>	7.42±0.03 <sup>a</sup>	83.16±1.35 <sup>a</sup>

注: 不同小写字母之间表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

不同 N、P、K 水平组合对于叶片数的影响: 处理 2、3、4、7、8、9 相比差异不显; 处理 1 和处理 6 和处理 1、5 相比差异显著, 而处理 6 与处

理 2、3、4、7、8、9 相比差异不显; 处理 1 和处理 5 相比差异不显著。不同处理对根数的影响:

处理4与处理5、6、7、8、9相比无显著差异, 而处理1、2、3、4之间差异显著; 处理1、2、3与处理4、5、6、7、8、9相比差异显著。各处理对于增殖情况的影响差异较大, 处理1与处理6相比差异不显著; 处理3和处理4相比差异不显著; 处理5、7、8相比差异不显著; 处理1、6, 处理3、4, 处理5、6、7, 处理2, 处理9之间相比差异显著。

对于鲜质量, 处理1、5、8、9之间差异不显

著; 处理2、6之间差异不显著; 处理3、4之间差异不显著; 处理5、7、8之间差异不显著; 而处理1和9与处理2和6与处理3和4与处理7之间差异显著。

极差分析结果(表6)表明, N元素对四季海棠组培苗株高、增殖系数和植株鲜质量的影响最大,  $R$ 值均大于P、K元素; P元素对于叶片数的影响最大,  $R$ 值明显高于N、K元素; K元素对于根数的影响最大,  $R$ 值明显高于N、P元素。

表6 不同水平N、P、K组合对四季海棠组培苗生长的影响极差分析结果  
Table 6 Range analysis of the effects of different levels of N, P, K combinations on the growth of *B. semperflorens* tissue culture seedlings

指标	因素	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	R	顺序
株高	N	7.53	7.36	7.14	0.39	1
	P	7.41	7.35	7.32	0.09	3
	K	7.41	7.35	7.28	0.13	2
叶片数	N	9.04	8.95	8.88	0.16	2
	P	9.09	8.95	8.83	0.26	1
	K	9.01	8.95	8.87	0.14	3
根数	N	17.92	17.87	17.84	0.08	3
	P	17.98	17.87	17.79	0.19	2
	K	17.99	17.87	17.78	0.21	1
增殖系数	N	7.20	6.90	6.61	0.59	1
	P	7.00	6.90	6.84	0.16	3
	K	6.94	6.76	6.63	0.31	2
鲜质量	N	78.08	65.92	57.72	20.36	1
	P	72.44	66.81	61.02	11.42	2
	K	72.42	66.80	62.89	9.53	3

综合表5~6可知, 可以选出最佳的N、P、K水平配比组合。对于N素, 其对四季海棠组培苗的株高、增殖系数和植株鲜质量影响最大, 但对叶片数和根数影响不大, 当N素水平为10 mmol/L时, 四季海棠组培苗的株高最高, 当N素水平为15 mmol/L时, 增殖系数和植株鲜质量最大因此, 可以考虑组培苗增殖阶段选用N素水平15 mmol/L。对于P素, 极差分析结果显示对于叶片数的影响排在第1, 且P素水平为0.8 mmol/L时叶片数最多, 因此考虑选取0.8 mmol/L最佳P素配比含量。为对于K素, 分析结果显示对于根数的影响最大, 极差分析排在第1位, 且4 mmol/L时根数最大, 因此考虑选取4 mmol/L最佳K素配比含量。因此, 四季海棠组培苗增殖阶段最佳N、P、K水平为15、0.8、4 mmol/L。

### 3 结论与讨论

前人对四季海棠的研究多数为组培快繁最佳植物生长调节剂配比筛选和组培苗出瓶后的驯化苗, 极少有对组培阶段大量元素需求的研究报道, 本试验以四季海棠组织培养增殖阶段组培苗为试验材料, 采用单因素分析和3因素3水平N、P、K元素正交试验, 探究N、P、K元素对四季海棠组培苗生长的影响, 明确其养分需求量。

孔德栋等<sup>[7]</sup>研究发现高N可以显著影响植物的株高, 且植物会出现徒长现象, 本研究中N元素对四季海棠组培苗株高影响显著, 与上述研究结果相似, 但发现P、K元素对株高影响不显著, 可能是本研究所用材料与上述研究材料不同, 不同植物不同生理机制不同所致。此外, 本

研究发现在一定的N浓度范围内,随着N素浓度的增加,株高、叶片数、增殖系数均呈现先增高后降低的趋势。由于N素具有加速植物生长、增加分枝及使营养体健壮的作用<sup>[8]</sup>,因此,在组培苗分化增殖阶段,适当增加培养基的N含量,可以提高组培苗的增殖率,壮苗阶段相对减少N含量,可以促进植物长高,减少分蘖。王辉等<sup>[9]</sup>研究发现,P元素对植物的株高、茎粗等均有显著影响。本研究结果与其不一致,极差分析结果显示P元素对四季海棠组培苗的叶片数有一定影响。本研究发现K含量对四季海棠根数有一定的影响,因此,在四季海棠组培苗的生产中适当加大K离子含量,在大棚种植中可增施K肥,有利于四季海棠根系发育,同时可以改善四季海棠品质。

不同氮磷钾配比对于不同植物生长的影响不同。刘迪等<sup>[10]</sup>研究表明仙客来(*Cyclamen persicum*)氮、磷、钾组合为86.6~263.4、60~100 mg/L和250~400 mg/L时生长效果最佳,这与四季海棠组培苗相比有所差异;刘玉艳等<sup>[11]</sup>研究表明氮、磷、钾浓度均为100 mg/L时可促进植株的生长;罗剑飘等<sup>[12]</sup>研究表明铁皮石斛(*Dendrobium officinale*)组培苗增殖阶段培养基中最佳氮、磷和钾含量配比分别为60.0、1.2 mmol/L和20.0 mmol/L,这与本试验结果四季海棠组培苗增殖阶段N、P、K元素最佳配比有所差异;卫晋芳<sup>[13]</sup>研究发现:氮、磷、钾肥施用量对彩色马蹄莲(*Zantedeschia hybrida*)苗期株高、叶片数、植株地径及叶面积有显著影响;廉华等<sup>[14]</sup>研究结果表明:在N素水平为8.0 mmol/L、K素水平为5.0~7.5 mmol/L时,可有效提高麦瓶草(*Silene conoidea*)的株高、茎粗、叶长、叶宽、叶面积和根长;王素娟<sup>[15]</sup>研究结果表明N、P、K质量浓度比为2:1:1时适合赤皮青冈(*Cyclobalanopsis gilva*)容器苗生长;孙向丽等<sup>[16]</sup>研究表明丽格海棠(*Begonia x aelator*)的氮、磷、钾肥利用率在不同发育阶段的不同。

常规四季海棠快繁流程包括萌芽、增殖、壮苗和生根等不同阶段,本研究对象为四季海棠壮苗阶段的组培苗,但研究结果对快繁的其他阶段也有一定参考价值,实际操作中可在本研究最佳氮、磷和钾含量配比基础上调整培养基的其他组分。

本研究结论为:1) N元素对四季海棠组培苗株高、增殖系数和植株鲜质量的影响最大,P元素对于叶片数的影响最大,K元素对于根数的影响最大。2) 四季海棠组培苗增殖阶段N、P、K元素最佳配比分别为15、0.8、4 mmol/L,即质量

浓度比为3.75:2:10。

#### [参 考 文 献]

- [1] 许良飞. 四季海棠与丽格海棠再生体系的建立 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2009.
- [2] 周南镞. 四季海棠和绿巨人的离体培养及快速繁殖技术 [J]. 安徽农学通报, 2007, 13(20): 90, 71.
- [3] 周鑫, 孙凤杰, 李亚军. 四季海棠的组织培养 [J]. 中国林副特产, 2002(2): 39.
- [4] 罗昌国, 袁启凤, 樊国盛, 等. 不同氮磷钾比对帝王花苗期生长的影响 [J]. 贵州农业科学, 2010, 38(11): 102-104.
- [5] 柴仲平, 王雪梅, 蒋平安, 等. 氮磷钾配方施肥对库尔勒香梨果7种重要元素含量的影响 [J]. 西部林业科学, 2012, 41(6): 20-776.
- [6] 金雯, 彭佳佳, 秦扬, 等. 丽格海棠的组织培养 [J]. 农业科学研究, 2015, 36(1): 65-68.
- [7] 孔德栋, 沈宏亮, 钟远香, 等. 不同施肥措施对铁皮石斛生长和品质的影响 [J]. 农业科技通讯, 2015(8): 108-111.
- [8] 潘瑞焱. 植物生理学 [M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [9] 王辉, 杜慧, 何正兴, 等. 不同氮磷钾比对生姜脱毒苗生长和根茎鲜重的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2019(2): 159-164.
- [10] 刘迪, 毛洪玉. 不同氮磷钾比对仙客来生长的影响 [J]. 北方园艺, 2010(23): 109-111.
- [11] 刘玉艳, 伍敏华, 于凤鸣, 等. 不同氮磷钾配比追肥对盆栽小苍兰生长发育的影响 [J]. 西北林学院学报, 2009, 24(3): 91-94.
- [12] 罗剑飘, 谭嘉娜, 杨俊贤, 等. 不同氮磷钾营养水平对铁皮石斛组培苗生长的影响 [J]. 南方农业学报, 2017, 48(3): 481-487.
- [13] 卫晋芳. 彩色马蹄莲离体快繁条件优化及氮磷钾营养对其苗期生长的影响 [D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [14] 廉华, 刘涛, 马光恕, 等. 氮钾配施对麦瓶草形态指标和产量的影响 [J]. 北方园艺, 2013(19): 174-177.
- [15] 王素娟. 基质、施肥对青冈栎和赤皮青冈容器苗生长的影响 [D]. 杭州: 浙江农林大学, 2012.
- [16] 孙向丽, 张启翔. 丽格海棠对水分、养分吸收利用规律的研究 [J]. 华北农学报, 2011, 26(S1): 192-197.

(责任编辑 张 坤)

