

# 不同光照强度对彩色马蹄莲试管苗生长的影响

王 政<sup>1</sup>, 郭玉珍<sup>2</sup>, 何松林<sup>1\*</sup>

(1. 河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002; 2. 湖北城市建设职业技术学院, 湖北 武汉 430205)

**摘 要:**以彩色马蹄莲品种为试材, 研究不同光照强度对彩色马蹄莲试管苗生长的影响。结果表明: 高光强对促进彩色马蹄莲试管苗的生长和提高其品质效果显著。当光照强度大于  $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  时, 增加光强可明显促进试管苗的生长, 试管苗的株高、叶片数、叶长、叶幅、根数、根长及叶绿素指数均随光照强度增加而增加; 在  $27 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  处理下的试管苗株高和最大叶长略高于  $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  处理, 但其叶幅、鲜重、干物重、干物率及叶绿素指数均低于  $45$ 、 $63$ 、 $81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  处理; 试管苗的根系活力在  $27 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  处理下最低, 且与其他 3 种处理差异显著; 但  $45$ 、 $63$ 、 $81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  处理的根系活力差异不显著。

**关键词:**彩色马蹄莲; 光照强度; 试管苗; 生长; 根系活力

中图分类号: S682.264.035.3      文献标志码: A      文章编号: 1001-7461(2011)03-0084-04

## Effects of Illumination on the Growth of Colored *Zantedeschia* Shoots *in vitro*

WANG Zheng<sup>1</sup>, GUO Yu-zhen<sup>2</sup>, HE Song-lin<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;  
2. Hubei Urban Construction Vocational and Technological College, Wuhan, Hubei 430205, China)

**Abstract:** The shoots *in vitro* of colored *Zantedeschia* were used as material to study the effects of illumination on its growth. The results showed that the growth and quality of colored *Zantedeschia* shoots *in vitro* could be obviously improved by higher illumination. When intensities of the illumination were over  $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , the growth of the shoots could increased as the increase of illumination intensity, as well as plant height, leaf number, length and width of leaf, number and length of root and leaf chlorophyll content expressed as SPAD value. The leaf width, fresh/dry weight, dry mass ratio and SPAD value of shoot *in vitro* in the  $27 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  treatment were lower than that in  $45$ ,  $63$  and  $81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  treatments though its plant height and leaf length were a little higher than that in  $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  treatment. The root activity of shoots *in vitro* in the  $27 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  treatment was the lowest and had a significant difference among the four treatments, but it had no obvious difference among the  $45$ ,  $63$  and  $81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  treatments.

**Key words:** colored *Zantedeschia*; illumination; shoot *in vitro*; growth; root activity

在试管苗生产过程中, 光照和  $\text{CO}_2$  是影响试管苗光合作用和生长的重要因素<sup>[1-3]</sup>, 提高照度有利于促进试管苗的光合作用和生长发育, 提高试管苗质量<sup>[3-8]</sup>。因此, 试管苗培养过程中若能合理的提高光照强度, 就可培养出高品质试管苗。彩色马蹄莲以其花色艳丽、绿叶带月白色斑点或条纹等特点, 近年

来已成为我国主要的节日用花, 深受广大消费者青睐, 市场需求量急剧增加。目前, 国内已成功获得了彩色马蹄莲组培苗, 但在生产上组培苗存在苗生长势弱、生根效果不尽理想、移栽成活率不高等问题<sup>[9-13]</sup>。利用调控组织培养环境条件可有效提高试管苗的品质, 并降低试管苗生产成本。有关彩色马

收稿日期: 2010-04-28    修回日期: 2010-08-16

基金项目: 农业部“948”项目 (2009-z28)

作者简介: 王政, 男, 博士研究生, 主要从事园林植物生物技术研究。

\* 通讯作者: 何松林, 男, 教授, 博士生导师, 主要从事园林植物生物技术研究。E-mail: hsl213@163.com。

蹄莲试管苗组培环境调控方面的研究国内外尚未见报道。通过研究不同光照强度对彩色马蹄莲试管苗生长的影响,以期确立彩色马蹄莲试管苗生产所需的较为适宜的光照强度,从而改善试管苗的光合自养能力,提高其商品质量,为环境调控应用于彩色马蹄莲试管苗大规模生产提供理论和实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验用彩色马蹄莲品种为黄花品种,通过茎尖培养获得供试材料。(1)将带芽的小块茎接种于  $MS+6\text{-BA } 2.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}+\text{NAA } 0.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}+20\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  蔗糖( $\text{pH } 5.3$ )的固体培养基上,在常规培养条件(温度  $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,光强  $45\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,光照时间  $12\text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$ )下诱导分化形成幼苗;(2)当幼苗展叶 1~2 片时,按大小分级后转入新的培养基进一步培养,培养基配方为  $MS+\text{NAA } 0.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}+\text{IBA } 0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ( $\text{pH } 5.3$ ),培养条件同上;(3)将幼苗经 1 个月左右培养后,选取生长状况及规格一致(展叶 2 片)的试管苗并全部去除根后作为供试材料。

### 1.2 方法

在无菌条件下,将培养的供试材料均匀接种于 500 mL 三角瓶内,每容器接种 10 株试管苗,每处理重复 3 次。培养基为  $MS+6\text{-BA } 0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}+\text{NAA } 0.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}+20\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  蔗糖 +  $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  Gellan gum( $\text{pH } 5.8$ )。

### 1.3 培养条件

各处理接种后,置于光照培养箱内培养,光照强度设 4 个处理,分别为 27、45、63、81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,每处理重复 3 次;光照时数  $16\text{ h}\cdot\text{d}^{-1}$ ,培养温度为  $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,培养 60 d。

### 1.4 生长指标测定

试管苗经 60 d 培养后,测定株高、叶片数、最大叶长、叶幅(试管苗自上而下第 3 片叶)、根数、最大根长、总鲜重、地上部鲜重、根部鲜重、总干重、地上部干重、根部干重、全干物率、地上部干物率和根部干物率。测定干重时,用剪刀将试管苗的根全部剪下后,分别地上部和根部进行烘干。烘干时首先将材料在  $105^{\circ}\text{C}$  下杀青 30 min,之后移入恒温干燥箱内,在  $60^{\circ}\text{C}$  条件下干燥 48 h 后测定;叶绿素指数使用 MINOLTA SPAD 502 叶绿素计进行测定,测定材料为试管苗自上而下第 3 片叶;根系活力采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定。各项指标均重复 3 次,取其平均值。

试验数据均采用邓肯氏新复极差测验法(SSR 法)进行比较( $p<0.05$ )。数据统计采用 DPS 和 Excel 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 光照强度对彩色马蹄莲试管苗生长的影响

由表 1 知,试管苗在光照强度为  $45\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理下的株高低于其他 3 种处理;当光照强度  $\geq 45\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  时,试管苗的株高随着光照强度的增强而增高,且 27、45  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理的试管苗株高与 63、81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理差异显著。试管苗的叶片数不受光照强度的影响,且处理间差异不显著;叶幅随着培养过程中光照强度的增大而逐渐增大,且 27、45  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理的叶幅与 63、81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理差异显著;不同处理对试管苗最大叶长的影响与株高情况基本一致,45  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理的最大叶长低于其他 3 种处理;当光照强度  $\geq 45\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  时,试管苗的最大叶长随着光照强度的增强而增大。试管苗在 27、45  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理下根数相同,且当光照强度  $\geq 45\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  时,试管苗的根数随着光照强度的增大而增多;根长随着光照强度的增大而逐渐增长,但各处理间无显著差异;生根率随着光照强度的增大也逐渐增大,在高光强(81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )时,生根率最高;27  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理的生根率与其他 3 种处理间差异显著。

### 2.2 光照强度对彩色马蹄莲试管苗鲜、干重及干物率的影响

由表 2 可知,试管苗在培养过程中,其地上部、根部及整株的鲜重、干物重及干物率均随着光照强度的增强逐渐增大,光照强度为 81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理的各项指标均优于其他处理;光照强度为 27、45、63  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  的处理间地上部鲜重和干物重、整株鲜重及根部干物率差异不显著,但与 81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理间差异显著;而 27、45  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理的其他指标如根部鲜干重等均差异不显著,但与 63、81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理间差异显著。

### 2.3 光照强度对彩色马蹄莲试管苗叶绿素指数的影响

由图 1 可知,随着光照强度的增强,试管苗叶绿素指数逐渐增大。其中在光照强度为 81  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  处理的试管苗叶绿素指数最大。

### 2.4 不同光照强度对彩色马蹄莲根系活力的影响

由图 2 可知,试管苗在光照强度为 27  $\mu\text{mol}\cdot$

$\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时根系活力最小,而光照强度为 45、63、81  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的处理间根系活力无明显差异。

表 1 不同光照强度对彩色马蹄莲试管苗生长的影响<sup>①</sup>

Table 1 Effect of illumination on the growth of colored *Zantedeschia* shoots *in vitro*

光照强度 / $(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	株高 /mm	叶片数	叶长 /mm	叶幅 /mm	根数	根长 /mm	生根率 /%
27	6.42 b	3 a	6.66 c	4.89 b	4.33 b	3.07 a	59.33 b
45	6.38 b	3 a	6.57 c	5.02 b	4.33 b	3.24 a	74.33 a
63	7.14 a	3 a	7.03 b	7.09 a	5.00 ab	3.43 a	78.00 a
81	7.23 a	3 a	7.39 a	7.16 a	6.00 a	3.69 a	81.33 a

①同列不同字母表示差异显著( $p<0.05$ )。下同。

表 2 不同光照强度对彩色马蹄莲试管苗鲜、干重的影响

Table 2 Effects of illumination on the fresh weight and dry weight of colored *Zantedeschia* shoots *in vitro*

光照强度 / $(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	鲜重/mg			干重/mg			干物率/%		
	整株	地上部	根部	整株	地上部	根部	整株	地上部	根部
27	1069.3 b	591.1 b	1659.6 b	76.4 b	35.7 c	112.1 c	7.14 c	6.04 b	6.75 c
45	1074.2 b	628.3 b	1702.5 b	80.0 b	40.7 c	120.7 c	7.44 c	6.47 b	7.08 c
63	1105.4 b	693.0 a	1798.4 ab	98.7 b	48.1 b	146.8 b	8.93 b	6.94 b	8.16 b
81	1203.4 a	718.5 a	1921.9 a	119.1 a	50.4 a	169.5 a	9.90 a	7.01 a	8.81 a

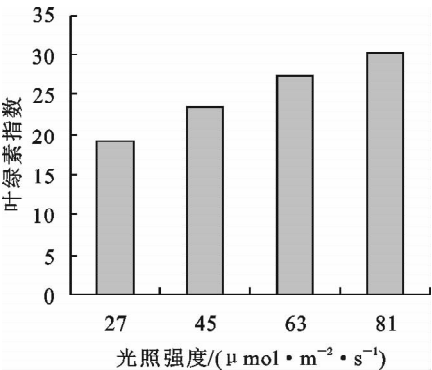


图 1 不同光照强度对彩色马蹄莲试管苗叶绿素指数的影响

Fig. 1 Effects of illumination on leaf chlorophyll content of colored *Zantedeschia* shoots *in vitro*

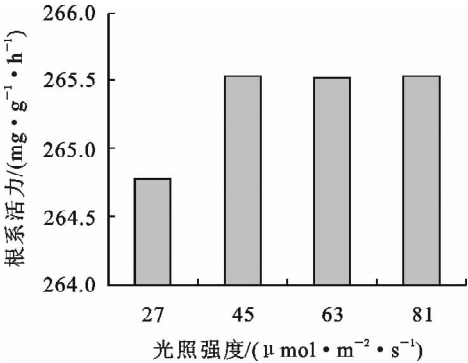


图 2 光照强度对彩色马蹄莲试管苗根系活力的影响

Fig. 2 Effects of illumination on root system vigor of colored *Zantedeschia* shoots *in vitro*

3 结论与讨论

研究结果表明,当光强大于 45  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot$

$\text{s}^{-1}$ 时,增加光照强度对试管苗的生长有明显的促进作用,并且随着光照强度的增加,试管苗的株高、叶片数、叶长、叶幅、根数、根长、生根率及叶绿素含量均随之增加;生长在 27  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 条件下的试管苗在株高和最大叶长方面略高于 45  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理,但其叶幅、生根率、鲜重、干物重、干物率及叶绿素含量均低于 45、63、81  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  3 种处理;试管苗的根系活力在 27  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理时最低,且与其他 3 种处理差异显著;但 45  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  与 63  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、81  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理的根系活力差异不显著。

不同光照强度对不同植物试管苗生长的影响不同。香蕉在组织培养过程中,其丛芽增殖、试管苗生长等不同阶段对光照强度的需求不同。增加光照强度可促进组培苗的生长及干物质积累<sup>[14]</sup>。但也有试验结果认为,该效应在一定的光照强度范围内有较好的效果,当光照强度超过一定范围后,对一些种类植物将会产生负面影响。如铁线莲试管苗随着光照强度的增加其光合作用能力及量子效率逐渐降低<sup>[15]</sup>;光照过强、过弱条件下均不利于魔芋试管苗叶片叶绿素的合成<sup>[16]</sup>。从本试验来看,提高光照强度可明显促进彩色马蹄莲试管苗的生长和试管苗干物质的积累,并提高叶片叶绿素指数,有效地改善了试管苗的品质;但在一定范围内,提高光照强度对试管苗根系活力的影响不大。另外,前人研究表明,增施 CO<sub>2</sub> 条件下,提高光照强度有利于提高试管苗的品质<sup>[1,4,6-8,17]</sup>。因此,彩色马蹄莲试管苗的最适光强还应该和 CO<sub>2</sub> 浓度结合起来考虑,有待今后进一步探讨。

参考文献：

[1] DESJARDINS Y. Factors affecting CO<sub>2</sub> fixation in strving to optimize to photoautotrophy in micro-propagation plantlets [J]. Plant Tissue Culture and Biotechnology, 1995, 1(1): 13-25.

[2] KOZAI T, KUBOTA C. Developing a photoautotrophic micropropagation system for woody plants[J]. Journal of Plant Research, 2001, 114(1116): 525-537.

[3] HEO J, KOZAI T. Forced ventilation micropropagation system for enhancing photosynthesis, growth and development of potato plantlets[J]. Environ Control in Biol, 1999, 37 : 83-92.

[4] 崔瑾, 丁永前, 李式军, 等. 增施 CO<sub>2</sub> 对葡萄组培苗生长发育和光合自养能力的影响[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(2): 28-31.

CUI J, DING Y Q, LI S J, *et al.* Effect of CO<sub>2</sub> enrichment on the growth and photoautotrophic capability of grape(*Vitis* L.) plantlet *in vitro*[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2001, 24(2): 28-31.

[5] 丁永前, 丁为民, 崔瑾, 等. 组培环境 CO<sub>2</sub> 增施监控系统的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 96-98.

[6] 金波, 东蕙茹, 杨孝汉. 气体环境和光照对香石竹试管苗生长的影响[J]. 园艺学报, 1993, 20(4): 389-393.

JIN B, DONG H R, YANG X H. Influence of gaseous environment and light on growth of tissue-cultured carnation plants [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1993, 20(4): 389-393.

[7] 尤海波, 毕洪文, 谭巍. 光、CO<sub>2</sub> 和蔗糖对蝴蝶兰组培苗生长及光合的影响[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(5): 75-77.

YOU H B, BI H W, TAN W. Influences of illumination, CO<sub>2</sub> and cane sugar intensive on the growth and photosynthesis of tissue culture seedlings of *Moth orchid* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(5): 75-77.

[8] 何松林, 蒋要卫, 王政, 等. 外施 CO<sub>2</sub> 时光照强度对大花蕙兰试管苗生长和叶片气孔特征的影响[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(6): 625-629.

HE S L, JIANG Y W, WANG Z, *et al.* Effects of light intensity on the growth and leaf stomata characteristics of *Cymbidium hookerianum* shoots *in vitro* under CO<sub>2</sub> enrichment [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2009, 43(6): 625-629.

[9] 王进忠, 高文, 高遐红, 等. 粉色马蹄莲组织培养研究[J]. 北京农学院学报, 2005, 20(2): 10-13.

WANG J Z, GAO W, GAO X H, *et al.* Tissue culture of coloured common callalily (*Zantedeschia*) [J]. Journal of Beijing Agricultural College, 2005, 20(2): 10-13.

[10] 吴丽芳, 熊丽. 彩色马蹄莲组培研究[J]. 西南农业大学学报, 1999, 21(5): 423-426.

WU L F, XIONG L. Tissue culture of coloured common callalily (*Zantedeschia*) [J]. Journal of Southwest Agricultural University, 1999, 21(5): 423-426.

[11] 李群. 热水浴预处理对马蹄莲初代培养过程中污染的控制[J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2001, 24(5): 520-521.

LI Q. Hot-water pretreatment reduces the contamination in initial cultural stage of *Zantedeschia* [J]. Journal of Sichuan Normal University: Natural Science Edition, 2001, 24(5): 520-521.

[12] 李群, 陈丽萍. 马蹄莲组培过程中真菌和细菌污染的消除方法研究[J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2001, 24(6): 607-609.

LI Q, CHEN L P. Study on methods of elimination of fungi and bacteria contamination in tissue culture of *Zantedeschia* [J]. Journal of Sichuan Normal University: Natural Science Edition, 2001, 24(6): 607-609.

[13] 范加勤, 张雯雯, 张娜, 等. 几个彩色马蹄莲品种的离体培养与快速繁殖[J]. 南京农业大学学报, 2005, 28(2): 28-31.

FAN J Q, ZHANG W W, ZHANG N, *et al.* *In vitro* culture and rapid propagation of several varieties of *Zantedeschia* spp. [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2005, 28(2): 28-31.

[14] 宋越冬, 马明建. 光照强度对大空间液体培养无糖菊花组培苗生长特性的影响[J]. 北方园艺, 2009(7): 44-46.

SONG Y D, MA M J. Studies of illuminace on growth characteristics of sugar-free micropropagation with liquid culture in open-space of *Chrysanthemum* plantlets [J]. Northern Horticulture, 2009(7): 44-46.

[15] LEES R P, EVANS E H, NICHOLAS J R. Effects of the light environment on photosynthesis and growth *in vitro* [M]. Dordrecht (The Netherlands): Kluwer Academic Publishers, 1994: 31-46.

[16] 钟刚琼, 陈永波, 李莉, 等. 光照强度对魔芋试管芋叶片叶绿素含量的影响[J]. 安徽农学通报, 2006, 12(10): 62-63.

[17] KHAN V S P S, KOZAI T, NGUYEN Q T, *et al.* Growth and net photosynthetic rates of *Eucalyptus tereticornis* Smith under photomixotrophic and various photoautotrophic micropropagation conditions[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2002, 71(2): 141-146.