

文章编号:1001-7380(2017)03-0019-04

## 不同红蓝光质比 LED 光源处理对 铁皮石斛试管苗移栽的影响

周 鹏,张 敏\*,吴双竹,黄 婧

(江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

**摘要:**采用不同红蓝光质比(R, R7B3, R5B5, R3B7, B)的LED为光源,研究不同光源对铁皮石斛试管苗移栽后生长的影响,探讨适合铁皮石斛试管苗移栽的光质条件。结果表明:与对照荧光灯相比,LED红蓝复合光能提高铁皮石斛移栽成活率,其中,R5B5和R7B3下成活率显著高于其他处理( $P<0.05$ )。红光有利于铁皮石斛茎段和叶片的伸长,但不利于试管苗移栽成活;红蓝复合光有利于移栽苗叶片数增加,且促进移栽苗生根及根系伸长。在生物量积累方面,R7B3处理下铁皮石斛移栽苗鲜质量和干质量均达到最大值。综合分析,R7B3是适宜铁皮石斛试管苗移栽的最佳光质比。该研究结果为LED光源在铁皮石斛组织培养中的应用奠定了基础。

**关键词:**铁皮石斛;LED;离体培养;移栽

**中图分类号:**Q943.1;S567.23<sup>+</sup>.9

**文献标志码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2017.03.005

## Effect of different light quality ratios of light-emitting diodes on *Dendrobium officinale* transplant growth from *in vitro* culture

ZHOU Peng, ZHANG Min\*, WU Shuang-zhu, HUANG Jing

(Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China)

**Abstract:** In order to discuss the best light quality for transplanted *Dendrobium officinale* *in vitro*, the effects of light-emitting diodes and the cold cathode fluorescent lamp in the production for transplanted *D. officinale* *in vitro* were studied. The results showed that the mixture of red and blue LEDs had a positive effect on survival rate. And the survival rate in the LED of R5B3 and R7B3 was significantly higher than others ( $P<0.05$ ). Under red light illumination, plant height and leaf length were promoted, but survival rate was reduced. Number of leaves, roots and the root length were increased in the mixture of red and blue LEDs. The fresh weight and dry weight all reached the maximum in the LED of R7B3. To sum up, the LED of R7B3 was suitable for the transplanted *D. officinale* *in vitro*. The present study provides a proof of application of LEDs for transplanted *D. officinale* *in vitro*.

**Key words:** *Dendrobium officinale*; LED; *In vitro* culture; Transplant

铁皮石斛(*Dendrobium officinale*)属兰科多年生草本植物,生于海拔100—3 000 m之间的山地半阴湿岩石、树皮上,喜温暖湿润气候和半阴湿的环境<sup>[1]</sup>。铁皮石斛是我国传统名贵中药材,具有滋阴清热、益胃生津等功效<sup>[2]</sup>。野生铁皮石斛要求特殊

的生长环境,且随着铁皮石斛产业的快速发展,其野生资源被长期无限制地采挖,已经濒临灭绝。目前,利用组织培养方法快速繁殖已成为解决铁皮石斛野生资源紧缺最有效的途径<sup>[3]</sup>,但试管苗移栽仍是铁皮石斛规模化生产中的一个难题,普遍存在成

收稿日期:2017-06-04;修回日期:2017-06-20

基金项目:江苏省林业三新工程项目“名贵中药铁皮石斛高效栽培技术集成与示范推广”(LYSX[2015]27)

作者简介:周 鹏(1989-),男,江苏东台人,研究实习员,硕士。主要从事树木资源学和树木生理生化研究。

\* 通信作者:张 敏(1980-),女,内蒙古人,副研究员,博士。主要从事生物技术与林木花卉良种繁育工作。

活率不高和生长缓慢等问题<sup>[4]</sup>。近年来,铁皮石斛试管苗移栽试验虽有报道,但主要是集中在移栽基质筛选<sup>[5-6]</sup>。

发光二极管(light-emitting diode, LED)具有光谱性能好、发热少、体积较小和寿命较长等优点,在植物组织培养研究领域中的应用不断增加<sup>[7-8]</sup>。研究表明,不同植物在生长发育的不同阶段对光质的需求各异<sup>[8-10]</sup>。杨维杰等<sup>[11]</sup>在铁皮石斛组织培养研究中发现,LED红蓝复合光可有效缩短铁皮石斛播种阶段的培养周期,降低产业化生产成本。尚文倩等<sup>[12]</sup>研究发现红蓝复合光促进铁皮石斛试管苗的生长、叶绿素合成及干物质的积累。这些研究仅针对不同配比红蓝光质对铁皮石斛组织培养阶段生长的影响,而光质对试管苗移栽后生长影响报道较少。本研究采用不同红蓝光质比LED为光源,研究不同光质对铁皮石斛试管苗移栽后的影响,为铁皮石斛试管苗的移栽驯化提供技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以铁皮石斛种子为外植体,将其接种在MS培养基上诱导原球茎,并以诱导的试管苗作为供试材料。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 光质处理参照陈星星等<sup>[13]</sup>的方法,采用红光(660 nm)和蓝光(470 nm)LED作为光源,试验共设5种不同的红蓝光质比LED处理,分别是100%红光(R)、70%红光+30%蓝光(R7B3)、50%红光+50%蓝光(R5B5)、30%红光+70%蓝光(R3B7)和蓝光(B),以荧光灯为对照(CK)。选取形态及规格大体一致的苗(约4 cm)接种在无激素的1/2 MS固体培养基上进行培养,每个处理10瓶,重复3个。通过调节电流、占空比及植株与光源的距离,控制光量 $40 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,设定光照时间12 h/d,温度 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。经光质处理30 d后,进行移栽。

1.2.2 移栽和管理 经过不同光质处理后,将试管苗移栽。首先炼苗1—2 d,接着将试管苗取出,并用自来水冲洗干净。采用松树皮作为移栽基质,移栽后每3—5 d浇水1次,待植株恢复生长后喷施1/4MS营养液,以后每隔15 d追肥1次。

1.2.3 数据统计与处理 移栽后45、90 d分别统计试管苗移栽成活率,并在移栽后90 d测定植株的

株高、叶片数、叶长(试管苗自上而下第3片叶)、根数、最大根长(试管苗的最大根长平均值)。移栽苗用水冲洗干净并吸干水分后,测定鲜质量;105℃杀青30 min,75℃烘干至恒重后,测定干质量。

采用Excel 2003及SPSS 19.0对试验数据进行统计分析。利用Duncan方法检验不同处理间的差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同LED光质对移栽成活率的影响

结果见表1。试管苗移栽45 d后,处理R5B5成活率最高,达93.2%,其次是处理R7B3和R3B7,分别为90.1%和88.9%,且3者间无显著差异( $P>0.05$ );而单色光处理成活率较低,与对照差异达显著水平( $P<0.05$ )。移栽90 d后,较对照荧光灯,红蓝复合光有利于提高移栽成活率,其中处理R5B5和R7B3成活率较高,分别为89.6%和85.7%,且均与对照差异显著( $P<0.05$ );单色红光下成活率显著低于对照荧光灯( $P<0.05$ );单色蓝光对移栽成活率无显著影响( $P>0.05$ )。

表1 不同LED光质对移栽成活率的影响

处理	成活率/%	
	45 d	90 d
FL(CK)	85.0±1.5 b	70.4±2.0 bc
R	72.7±2.4 c	58.9±3.3 d
R7B3	90.1±1.5 a	85.7±3.1 a
R5B5	93.2±2.7 a	89.6±1.3 a
R3B7	88.9±2.9 ab	73.7±3.3 b
B	74.5±3.6 c	68.0±0.5 c

数据为平均值±标准误;同列数据后标注的不同字母表示在0.05水平上差异显著

### 2.2 不同LED光质对移栽后形态生长的影响

不同LED光质处理后铁皮石斛组织培养移栽苗的形态生长情况见表2。结果显示,株高在R处理时最大,达9.63 cm,显著高于与其他处理( $P<0.05$ ),且随着蓝光比例的增大,株高呈现逐渐降低的趋势,单色蓝光下株高最小,显著低于对照荧光灯( $P<0.05$ );叶长变化趋势与株高类似,在蓝光处理下的叶长最小,但与对照差异不显著( $P>0.05$ )。LED不同光质处理下叶数均有所增加,在R7B3、R5B5处理下达到最大值,显著高于对照( $P<0.05$ ),单色红光和蓝光对叶片数影响不显著

( $P>0.05$ )。在生根方面,红蓝复合光能促进移栽苗生根,其中,处理 R7B3 根数最多,达 8.07 条;而单色光下根数显著低于对照 ( $P<0.05$ )。根长在 R7B3 和 R5B5 处理下达到最大值,显著高于对照 ( $P<0.05$ ); R3B7 和 B 与对照差异不显著 ( $P>0.05$ );而根长最小值则出现在单色红色处理下,与对照差异显著 ( $P<0.05$ )。

表 2 不同 LED 光质对移栽后形态生长的影响

处理	株高/cm	叶数/片	叶长/cm	根数/条	最大根长/cm
FL(CK)	6.26±0.2 c	6.39±0.5 c	2.74±0.2 d	5.97±0.6 b	12.2±1.2 c
R	9.63±1.2 a	6.82±0.4 bc	4.01±0.1 a	4.10±0.5 c	10.0±0.6 d
R7B3	8.86±0.3 ab	8.79±0.3 a	3.41±0.2 b	8.07±0.4 a	14.5±0.6 ab
R5B5	8.61±0.4 ab	8.44±0.1 a	3.24±0.1 bc	7.80±1.0 a	15.8±0.6 a
R3B7	7.67±0.6 b	7.17±0.2 b	3.05±0.1 c	6.50±0.9 b	13.4±0.9 bc
B	5.17±0.2 d	6.62±0.4 bc	2.52±0.2 d	4.23±0.5 c	12.1±1.7 c

数据为平均值±标准误;同列数据后标注的不同字母表示在 0.05 水平上差异显著

2.3 不同 LED 光质对移栽后生物量的影响

结果见表 3。在生物量积累方面,铁皮石斛试管苗的总鲜质量和干质量均在 R7B3 处理时最大,R5B5 处理下次之,且在不同比例红蓝复合光的处理下,生物量显著高于单色红光和蓝光( $P<0.05$ )。鲜质量最小值出现在单色蓝光处理下,与其他光质处理差异显著( $P<0.05$ );而干质量最小值出现在单色红光处理下,与其他光质处理差异显著( $P<0.05$ )。

表 3 不同 LED 光质对移栽后生物量的影响

处理	鲜质量/g	干质量/g
FL(CK)	5.00±0.27 c	0.707±0.03 c
R	4.24±0.07 d	0.520±0.01 e
R7B3	7.16±0.16 a	0.853±0.04 a
R5B5	6.26±0.16 b	0.793±0.03 b
R3B7	5.26±0.16 c	0.787±0.03 b
B	4.01±0.15 d	0.640±0.03 d

数据为平均值±标准误;同列数据后标注的不同字母表示在 0.05 水平上差异显著

3 结论与讨论

光质作为影响植物生长发育重要因子之一,对植株形态建成及生长发育具有重要的调控作用<sup>[7, 14]</sup>。为了探讨最适合铁皮石斛试管苗移栽最适合的光源,本研究通过对铁皮石斛试管苗进行不同光质处理,结果表明,在不同的光质处理下,铁皮石斛移栽成活率和生长状况存在明显的差异,这可

能与不同光质在石斛试管苗生长阶段起到的作用不同有关<sup>[11-12]</sup>,从而导致其在移栽后表现出不同的抗性和生长势。

试管苗移栽成活率和后期生长势是决定铁皮石斛规模化繁育成功与否的关键<sup>[4, 15]</sup>。魏星等<sup>[16]</sup>研究发现单色红光下菊花根系活力及移栽成活率较低,而红蓝复合光下试管苗移栽全部成活。类似的结论也出现在本研究中,经红蓝复合光处理后铁皮石斛移栽成活率显著大于单色光和对照荧光灯,其中 R5B5 和 R7B3 处理中移栽成活率较高,这与红蓝复合光促进铁皮石斛生根和发育有关(见表 2, 3)。本研究发现,红光有利于铁皮石斛茎段和叶片的生长,红蓝复合光有利于促进幼苗生物量积累及叶片数增加,此结果与组织培养阶段 LED 对铁皮石斛的光质效应具有一致性<sup>[12]</sup>。其中,R7B3 处理后铁皮石斛试管苗移栽生长表现最佳,鲜质量和干质量均达到最大值,因而综合考虑移栽成活率和幼苗生长情况,选取 R7B3 作为铁皮石斛试管苗移栽最适合的光源。

综上试验表明,组织培养阶段使用的 LED 光源同样影响试管苗室外移栽后的生长成活情况。本试验中,LED 红蓝复合光源既能提高试管苗移栽成活率,同时有利于移栽后幼苗的生长,其中,R7B3 为铁皮石斛试管苗移栽的最佳光质。在实际的生产中,针对不同植物可通过移栽前适宜的光质预处理,提高试管苗根系活力及移栽成活率,从而达到改善试管苗驯化的效果。

## 参考文献:

- [1] 聂少平, 蔡海兰. 铁皮石斛活性成分及其功能研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(23):356-361.
- [2] 陈晓梅, 王春兰, 杨峻山, 等. 铁皮石斛化学成分及其分析的研究进展[J]. 中国药理学杂志, 2013, 48(19):1634-1640.
- [3] 赵兴兵, 吴维佳, 庞璐, 等. 珍稀濒危药材铁皮石斛组培快繁关键技术研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2012, 32(3):27-30.
- [4] 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.
- [5] 严旭超, 钟均宏, 周颖军, 等. 铁皮石斛试管苗移栽与大棚栽培管理[J]. 园艺与种苗, 2015(11):51-52.
- [6] 吴雅, 史骥清, 滕士元, 等. 铁皮石斛组培苗移栽基质的筛选[J]. 现代农业科技, 2010, 2010(6):107-108.
- [7] GUPTA S D, JATOTHU B. Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in in vitro plant growth and morphogenesis[J]. Plant Biotechnology Reports, 2013, 7(3):211-220.
- [8] 任桂萍, 王小菁, 朱根发. 不同光质的 LED 对蝴蝶兰组织培养增殖及生根的影响[J]. 植物学报, 2016, 51(1):81-88.
- [9] MA X, WANG Y, LIU M, et al. Effects of green and red lights on

the growth and morphogenesis of potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets in vitro[J]. Scientia Horticulturae, 2015, 190:104-109.

- [10] CAO D H, HONG C H, KIM S K, et al. LED light for in vitro and ex vitro efficient growth of economically important highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2016, 38(6):1-9.
- [11] 杨维杰, 梁君, 杨林林. 不同 LED 光质对铁皮石斛生长及多糖含量的影响[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(8):1188-1190.
- [12] 尚文倩, 王政, 侯甲男, 等. 不同红蓝光质比 LED 光源对铁皮石斛试管苗生长的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(5):155-159.
- [13] 陈星星, 徐明辉, 何松林. 新型光源发光二极管(LED)下白掌组培苗移栽后生长状况研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(19):196-200.
- [14] CAO D H, HONG C H, JUNG H B, et al. Growth and morphogenesis of encapsulated strawberry shoot tips under mixed LEDs [J]. Scientia Horticulturae, 2015, 194:194-200.
- [15] 吴雅, 史骥清, 滕士元, 等. 铁皮石斛组培苗移栽基质的筛选[J]. 现代农业科技, 2010(6):107-108.
- [16] 魏星, 顾清, 戴艳娇, 等. 不同光质对菊花组培苗生长的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(12):344-349.

(上接第 18 页)

叶紫薇的生长以及生根的综合效果最好;增殖系数达到 4.67,苗高度达到 2.53 cm,生根率 100%,平均根数 4.33 条。

本研究建立了红叶紫薇“一步法”快速繁殖体系,对于大部分植物来说,都可以使用本方法快速筛选最佳培养基以及配方。本文只是初步筛选了最佳培养基,有关红叶紫薇快速繁殖培养体系的建立还需要后续试验来完善。

## 参考文献:

- [1] 方文培.中国植物志[M].北京:科学出版社,1983:94.
- [2] 陈怡佳,崔媛媛,张晓明,等. 美国红叶紫薇的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学报,2015(6):882-886.
- [3] 蔡能,王小明,李永欣,等. 紫薇优良品种‘晓明 1 号’组培快繁体系的建立[J]. 中国农学通报,2016,32(1):22-27.
- [4] 唐丽丹. 紫薇组织培养快繁研究初探[D]. 郑州:河南农业大学,2014.
- [5] 曹受金,刘辉华,田英翠. 紫薇的组织培养与快速繁殖[J]. 北方园艺,2010(8):149-151.
- [6] 邓成军,张少华,巴音克西克,等. 枣组培快繁技术及正交设计

应用试验[J]. 山西果树,2004(1):5-6.

- [7] 王轲. 四种紫薇属植物快繁与再生体系的建立[D]. 北京:北京林业大学,2015.
- [8] 王轲,石俊,鞠易倩. 黑钻石系列紫薇品种组培快繁体系的建立[C]//中国观赏园艺研究进展(2014).中国园艺学会观赏园艺专业委员会,2014:5.
- [9] 李晓青,王慧瑜,张晓申,等. 紫薇组培快繁技术研究[J]. 现代农业科技,2009(19):91,93.
- [10] 李国瑞. 紫薇快速繁殖及植株再生的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2010.
- [11] 红叶乔木紫薇市场商机无限[J]. 农民科技培训,2010(2):44.
- [12] 王献. 我国紫薇种质资源及其亲缘关系的研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.
- [13] 张宏平,姬爱国,和林涛. 植物组培快繁褐化现象研究进展[J]. 农业工程,2013,3(5):128-132.
- [14] 任杰,丁增成,刘祚军,等. “一步法”诱导三角紫叶酢浆草再生体系的形成[J]. 中国农学通报,2009,25(3):60-62.
- [15] 贾志远,葛晓敏,唐罗忠. 木本植物扦插繁殖及其影响因素[J]. 世界林业研究,2015,28(2):36-41.
- [16] ZHANG Q Y, LUO F X, LIU L, et al. In vitro induction of tetraploids in carpe myrtle (*Lagerstroemia indica* L.) [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2010, 101(1):41-47.