

LED 光源不同光质对白掌组培苗生长的影响

陈星星^{1,2}, 邵秀丽², 何松林¹

(1. 河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南农业职业学院, 河南 郑州 451450)

摘 要:以白掌试管苗为试验材料, 采用 LED 光源的蓝光(100%B)、80%R+20%B、70%R+30%B、50%R+50%B、红光(100%R)5 种不同光质配比, 以普通荧光灯(PGFL)作为对照, 探讨不同光质比例对白掌组培苗生长的影响。结果表明: 在 80%R+20%B 处理下, 白掌组培苗的叶长、叶幅、根数、最大根长、根系活力、整株鲜重、地上鲜重和地下鲜重都达到最大值。因此, 适合白掌组培苗生长的 LED 红蓝光的最佳比例为 8:2。

关键词:白掌; 组培苗; LED; 光质比

中图分类号:S 682.1⁺4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)06-0086-04

发光二极管(LED)作为新型的高效节能光源, 越来越多的应用于各行各业中。如果将其应用于农业生产的补光措施中, 特别是应用于植物组织培养中, 会大大的降低组培成本, 带来极大的经济效益。同时由于 LED 具备的光质可调、光强可调、波段窄等优点, 其在组培中应用的优势越来越明显。那么如何将 LED 更好地应用于植物组织培养中, 需要投入更多的关注和研究; 同时选择更适合植物生长的 LED, 应充分考虑到植物对光谱的需求和 LED 的特性, 合理地采用 LED 光源, 结合环境调控的其它因素, 如温度、湿度、昼夜温差、CO₂ 施肥等因素^[1-2], 结合植物生长调节剂一起使用, 使 LED 光源在植物组培中优势得以更好的发挥。

白掌(*Spathiphyllum*)属天南星科多年生草本植物^[3], 又名白鹤芋。近年来, 随着人民生活水平的提高, 白掌在花卉市场上一直处于供不应求的状态, 采用组织培养技术生产白掌种苗可以极大地满足市场需要。目前, 关于白掌组培的研究已有不少文献报道, 主要集中于不同品种的组培快繁体系研究, 而光质对白掌组培苗生长的影响方面的研究较少。现采用不同光质组成的 LED 光源照射白掌组培苗, 研究其对白掌组培苗生长的影响, 以确定适宜白掌组培苗生长的最佳红/蓝光比例, 并建立一种高效、低成本的白掌组织培养体系。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“亮叶”白掌(高约 1.5 cm), 购于山东普朗特科技有限公司。将购买的组培母瓶苗接种于 1/2 MS+20 g/L 蔗糖+7 g/L 琼脂(pH 5.8)的固体培养基上, 以 100 mL 的三角瓶为培养容器, 在温度(22±1)℃、光照强度 1 800 lx、光照时间 12 h/d 的常规培养条件下壮苗培养。试管苗经过 1 个月左右培养, 苗高约 2.0 cm, 可选取形态及规格大体一致的苗作为供试材料。

白掌组培苗培养试验以 MS 为基本培养基, 并附加 0.1 mg/L NAA 和 7 g/L 琼脂、30 g/L 蔗糖, pH 5.8。

1.2 试验方法

1.2.1 接种方法 供试材料在无菌环境下接入培养基中, 接种 20 瓶, 每瓶接种 5 株试管苗。预培养 1 周后, 将组培苗放于 LED 光照培养系统内进行培养, 白掌组培苗培养的光照强度为 1 800 lx, 光照时数 12 h/d(8:00—20:00), 培养时间 90 d, 培养温度均为(22±1)℃。

1.2.2 试验设计 LED 光源培养系统是采用光质比例和光量子数可调的超亮高度红光 LED 与蓝光 LED, 人工光源光照强度为 1 700 lx, 试验共设计了 5 种不同的红蓝光比例处理, 分别是蓝光(100%B), 80%R+20%B, 70%R+30%B, 50%R+50%B, 红光(100%R), 以普通荧光灯(PGFL)作为对照(CK)。

1.3 项目测定

1.3.1 组培苗的形态指标 株高, 叶数, 叶幅(试管苗自上而下第 3 片叶的叶幅平均值), 叶长(试管苗自上而下的第 3 片叶); 根数、最大根长(试管苗的最大根长平均值); 总鲜重、根部鲜重以及地上部鲜重, 总干物重、根部干物重以及地上部干物重; 全干物率, 根部干物率和地上部干物率。

第一作者简介:陈星星(1983-), 女, 河南南阳人, 硕士, 讲师, 研究方向为园林植物。E-mail: abing2745@sina.com

责任作者:何松林(1965-), 男, 博士, 教授, 研究方向为园林植物生物技术。E-mail: hsl213@163.com

基金项目:河南省重大科技攻关资助项目(132102110184)。

收稿日期:2014-11-13

1.3.2 叶绿素含量的测定 采用张志良等^[4]的无水乙醇和丙酮混合液提取法进行测定。

1.3.3 根系活力的测定 采用李合生^[5]的 TTC 法测定。

1.3.4 可溶性糖含量的测定 采用李合生^[5]的苯酚法测定。

1.4 数据分析

数据处理均采用邓肯氏新复极差测验法(SSR 法)测验其差异显著性,显著水平 $P \leq 0.05$ 。采用 DPS 3.01 和 Excel 2003 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同光质组成对白掌组培苗形态的影响

2.1.1 株高 由表 1 可知,株高最大值出现在 100%B 处理下,其次为 80%R+20%B 处理下,且都与对照差异显著。株高的最小值则出现在 50%R+50%B 的光源处

表 1 LED 光源不同光质比例对白掌组培苗生长的影响

Table 1 Effect of various red and blue LED ratios on the growth of *Spathiphyllum in vitro*

光质比例 Light quality ratio	株高 Plant height/mm	叶数 Leaf number/片	叶长 Leaf length/mm	叶幅 Leaf width/mm	根数 Root number/条	最大根长 Biggest root length/mm
100%R	57.63b	9.88ab	34.13ab	9.99 b	5.75c	30.61c
80%R+20%B	68.94a	9.80ab	40.62a	13.45a	12.40a	44.12a
70%R+30%B	59.76b	10.80a	32.29b	11.22ab	10.20ab	41.43ab
50%R+50%B	54.32b	10.00ab	32.21b	11.15ab	9.30b	43.61a
100%B	73.35a	9.40ab	35.83ab	11.79ab	10.30ab	35.29bc
CK	59.86b	8.70b	28.64b	9.33b	7.50bc	35.89bc

2.2 不同光质组成对白掌组培苗鲜重、干物重及干物率的影响

2.2.1 鲜重和干物重 由表 2 可知,整株鲜重、根部鲜重、地上部鲜重在 80%R+20%B 处理下都达到最大值,分别达到了 0.77、0.45、0.32 g,且都与对照处理差异性

表 2 LED 光源不同光质比例对白掌组培苗鲜重、干物重的影响

Table 2 Effect of various red and blue LED ratios on the fresh weight, dry weight of *Spathiphyllum in vitro*

光质比例 Light quality ratios	鲜重 Fresh weight/g			干物重 Dry weight/g		
	整株 The whole plant	地上部 Overground part	根部 Root	整株 The whole plant	地上部 Overground part	根部 Root
100%R	0.56b	0.31a	0.25b	0.11ab	0.07a	0.04b
80%R+20%B	0.77a	0.32a	0.45a	0.10ab	0.05ab	0.05ab
70%R+30%B	0.59ab	0.28a	0.31b	0.09ab	0.05ab	0.04b
50%R+50%B	0.57b	0.25a	0.32b	0.08b	0.04b	0.04b
100%B	0.67ab	0.32a	0.35ab	0.12ab	0.07a	0.05ab
CK	0.56b	0.24a	0.31b	0.13a	0.07a	0.06a

2.2.2 干物率 由图 1 可知,5 种光质比例白掌组培苗根部干物率的最大值在 100%R 处理下出现,整株干物率最大值在对照处理出现,地上部干物率最大值同样也在对照处理出现。而 80%R+20%B 和 50%R+50%B 处理下白掌组培苗的干物率都较低。

2.3 不同光质组成对白掌组培苗叶绿素含量的影响

由图 2 可知,80%R+20%B 和 100%B 处理下的白掌组培苗叶绿素含量高于对照处理,其它 3 个处理的叶绿素含量均低于对照处理。且在 100%B 处理下叶绿素含

理下。

2.1.2 叶长、叶数和叶幅 从表 1 可以看出,就叶长来说,在光质比为 80%R+20%B 处理下达到最大值,与其它各处理间有显著性差异;对照下的叶长最小。叶数最大值出现在 70%R+30%B 处理下,最小值为对照处理,且各处理间差异不显著。叶幅最大值出现在 80%R+20%B 处理下,且高于其它处理;对照叶幅最小,与 100%R 处理的叶幅相当。

2.1.3 根数及最大根长 从表 1 可以看出,根数的最大值出现在 80%R+20%B 处理,且与 100%R、50%R+50%B 和对照间存在显著性差异,而与 70%R+30%B 和 100%B 处理差异不显著。最大根长同样出现在 80%R+20%B 处理下,达到 44.12 mm。根长的最小值则出现在 100%R 处理下。

明显。在整株干物重方面,对照达到最大值,最小值则出现在 50%R+50%B 处理下。在地上部干物重方面,100%R、100%B 和对照几乎是一致的,而最小值则出现在 50%R+50%B 下。根部干物重方面,对照处理达到最大(0.06 g),其它处理间差异性不显著。

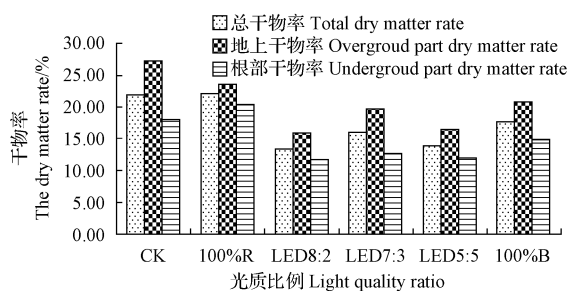
量达到最大值,而最小值则出现在 70%R+30%B 处理下。

2.4 不同光质组成对白掌组培苗根系活力的影响

从图 3 可以看出,80%R+20%B、70%R+30%B 和 50%R+50%B 处理下白掌组培苗的根系活力都强于对照处理,且最大值出现在 80%R+20%B 处理;100%B、100%R 处理低于对照。

2.5 不同光质组成对白掌组培苗可溶性糖含量的影响

由图 4 可知,在 100%R 处理下白掌组培苗的可溶



注:LED 8:2,LED 7:3,LED 5:5 分别表示 80%R+20%B,70%R+30%B,50%R+50%B,下同。

Note:LED 8:2,LED 7:3,LED 5:5 respectively show 80%R+20%B,70%R+30%B,50%R+50%B,the same as below.

图1 LED光源不同光质比例对白掌组培苗干物率的影响

Fig.1 Effect of various red and blue LED ratios on dry mass rate of *Spathiphyllum in vitro*

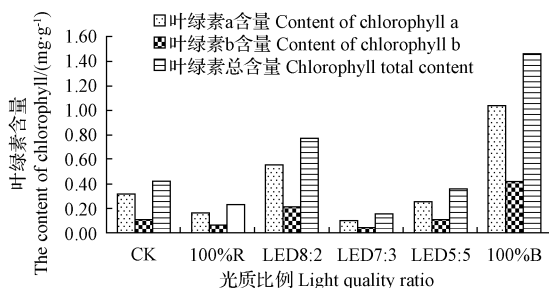


图2 LED光源不同光质比例对白掌组培苗叶绿素含量的影响

Fig.2 Effect of various red and blue LED ratios on leaf chlorophyll content of *Spathiphyllum in vitro*

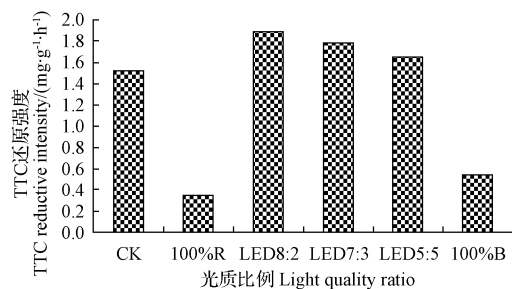


图3 LED光源不同光质比例对白掌组培苗根系活力的影响

Fig.3 Effect of various red and blue LED ratios on root system activity of *Spathiphyllum in vitro*

性糖含量达到最大值,达到 1.19%,且要明显高于对照处理。除了 100%B 和 100%R 外,其余 3 个处理的可溶性糖含量也要高于对照处理。

3 结论与讨论

光质作为影响植物生长发育重要因子之一,其影响首先表现在对植物光形态建成方面。有研究表明,光质比例和光照强度可调的 LED 光源比普通的植物组织培

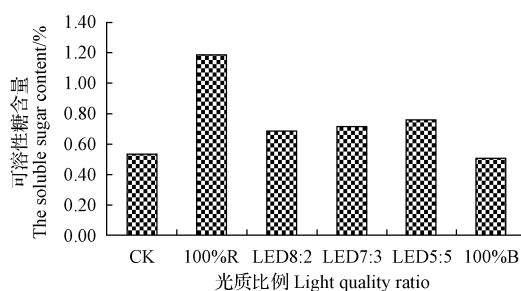


图4 LED光源不同光质比例对白掌组培苗可溶性糖含量的影响

Fig.4 Effect of various red and blue LED ratios on the soluble sugar content of *Spathiphyllum in vitro*

养的荧光灯能更有效的促进试管苗的生长^[6-8]。特别是LED光源产生的红蓝光能明显影响着植物生长^[9],如LED蓝光对小苍兰的愈伤组织诱导率、叶绿素含量以及试管苗的干物重/生物量有明显的促进作用^[10],而红光可以显著促进杜鹃组培苗的生根^[11]。

通过对白掌组培苗在不同比例的LED光源下进行培养,结果表明,在株高方面,最大值在100%B处理出现,其次为80%R+20%B处理下,且都与对照间有显著的差异,株高最小值在100%R处理下出现。岳岚等^[12]通过研究LED光源对牡丹组培苗生长的影响,结果表明在红蓝光比例为3:1时牡丹品种“乌龙捧盛”和“洛阳红”试管苗的各生长指标均较好。在叶数方面,最大值在70%R+30%B处理下,最小值是对照,且各项处理间差异不显著。张婕等^[13]研究表明,红蓝光比例7:3的条件下,菊花组培苗的生长状况最好。在叶长方面,光质比为80%R+20%B处理下达到最大值,与其它各处理间有显著性差异。Tanaka等^[14]利用LED作为兰花试管苗光源,发现红光可促进大花蕙兰试管苗叶片的生长。在叶幅、根长、根数、最大根长和根系活力方面,最大值都出现在80%R+20%B处理下,这与刘晓英等^[15]、廖建良等^[16]、苏娜娜等^[17]的研究相一致,高比例红光可以促进植物的形态建成。

在鲜重方面,80%R+20%B处理达到最大值,且都与对照处理差异性显著。干物质含量是植物利用光能固定无机物、合成有机物的直接表现^[18],在该试验中,整株干物率、根部干物率和地上部干物率的最大值出现在对照处理。说明强光照条件下有利于干物质的积累,这个结果与杨艳琼等^[19]在灯盏花上研究一致。

100%R处理下的白掌组培苗的可溶性糖含量最高,邸秀茹等^[20]对菊花的研究也是高比例红光下可溶性糖含量最高。另外可溶性糖含量还与耐寒性有着密切的关系^[21],由此推断经过100%R处理下培养在白掌组培苗的抗寒性可能会好于其它处理,这方面的研究还有待进一步深入。

叶绿素在植物光合作用中起到捕获光能的重要作

用,其含量直接影响植物光合能力的强弱,100%B处理下白掌组培苗的叶绿素含量最高,可见LED蓝光有利于白掌组培苗叶绿素的积累。这与Saebo等^[22]对白桦林、廖建良等^[16]对金银花的研究一致,与郭子霞等^[23]的研究结果有相似的地方,光照强度过高或过低均不利于叶绿素的积累。

从整体来看,在80%R+20%B处理下,白掌组培苗的叶长、叶幅、根数、根长、根系活力、整株鲜重、地上鲜重和地下鲜重都达到最大值,可以发现最适合白掌组培苗生长的LED红蓝光比例为8:2,这与王政等^[24]对非洲菊组培苗的研究,Tanaka等^[14]对大花蕙兰试管苗生长研究发现的LED最佳红蓝光比例为8:2的结果一致,由此可知,高比例红光最有利于植物茎和根的伸长,促进植物组培苗的生长。

综上所述,单独的红光和蓝光都不足以使植物获得良好的生长状况,而一定的红蓝光光质比例最有利于促进植物的生长。在实际的生产中,应当根据不同植物和不同培养时期研究最适合的光质条件,调整最佳的红蓝光比例,以期达到生产良好品质组培苗的目的。

参考文献

- [1] 许桂芳,董诚明,周吉源,等.不同光质对华黄芩愈伤组织诱导、增殖及器官分化的效应[J].华中师范大学学报(自然科学版),1994,28(4):533-536.
- [2] 苏达,王德苗.大功率LED散热封装技术研究的新进展[J].电力电子技术,2007,41(10):13-15.
- [3] 张燕.园林花卉学[M].北京:中国林业出版社,2003:294-295.
- [4] 张志良,翟伟菁.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2004:15-20.
- [5] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:25-40.
- [6] 刘文科,杨其长.LED植物光质生物学与植物工厂发展[J].科技导报,2014,32(10):25-28.
- [7] 郭云香,项丽敏,黄宏,等.LED在生物产业中的应用研究[J].现代农业科技,2012(10):26-32.
- [8] Nhut D T, Takamura T, Watanabe H, et al. Responses of strawberry plantlets cultured *in vitro* under superbright red and blue light-emitting diodes (LEDs) [J]. Plant Cell, 2010, 73: 43-52.
- [9] 诸葛强,关亚丽,施季森,等.组培新技术及其在桉树快繁中的应用[J].林业科技开发,2003,17(6):37-38.
- [10] 车生泉,盛月英,秦文英.光质对小苍兰茎尖试管培养的影响[J].园艺学报,1997,24(3):269-273.
- [11] Read P E, Economou A. Supplemental lighting in the propagation of deciduous azaleas[J]. Proceedings of International Plant Propagators' Society, 1982, 32: 639-645.
- [12] 岳岚,张玉芳,何松林,等.植物组织培养新技术的应用现状与发展趋势[J].现代园林,2008(3):48-51.
- [13] 张婕,高亦珂,何琦,等.发光二极管(LED)在菊花组织培养中的应用研究[C]//中国观赏园艺研究进展 2008—中国园艺学会观赏园艺专业委员会 2008 年学术年会论文集.北京:中国林业出版社,2008:296-299.
- [14] Tanaka M, Takamura T, Watanabe H, et al. *In vitro* growth of Cymbidium plantlets cultured under superbright red and blue light-emitting diodes(LEDs) [J]. Journal of Horticultural Science, 1998, 73(1): 39-44.
- [15] 刘晓英,焦学磊,徐志刚,等.红蓝LED光对叶用莴苣生长、营养品质和硝态氮含量的影响[J].南京农业大学学报,2013,36(5):139-143.
- [16] 廖建良,刘欢欢,贺握权,等.LED补光对金银花栽培影响研究[J].惠州学院学报(自然科学版),2013(12):54-58.
- [17] 苏娜娜,郭奇,崔瑾.LED光质补光对黄瓜幼苗生长和光合特性的影响[J].中国蔬菜,2012(24):48-54.
- [18] 王忠.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2010:121-150.
- [19] 杨艳茹,王荔,陈疏影,等.不同光照强度对灯盏花无糖组培苗生长发育的影响[J].云南农业大学学报,2007,22(3):323-326.
- [20] 邱秀茹,焦学磊,崔瑾,等.新型光源LED辐射的不同光质配比光对菊花组培苗生长的影响[J].植物生物学通讯,2008(8):661-664.
- [21] 李合生.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2012:70-94.
- [22] Saebo A, Krekling T, Appelgren M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets *in vitro* [J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 2011, 41(2): 177-185.
- [23] 郭子霞,尚文倩,同新房,等.光照强度对白掌试管苗生长的影响[J].江西农业大学学报,2011(6):1131-1138.
- [24] 王政,李高燕,何松林,等.不同比例光质冷阴极荧光灯(CFL)培养后非洲菊试管苗移栽生长情况的研究[J].河南农业科学,2010(11):85-89.

Effect of Different Light Quality Ratios of LED on Growth of *Spathiphyllum in vitro*

CHEN Xing-xing^{1,2}, SHAO Xiu-li², HE Song-lin¹

(1. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002; 2. Henan Agricultural Vocational College, Zhengzhou, Henan 451450)

Abstract: Taking *Spathiphyllum in vitro* as material, the aim of this research was to evaluate the effect of different light quality ratios of LED on the growth of *Spathiphyllum in vitro* with different light quality ratios (100%B, 80%R+20%B, 70%R+30%B, 50%R+50%B, 100%R), as well as PGFL(CK). The results showed that, in the light intensity of the red/blue ratio of 8:2, the leaf length, blade width, root number, the biggest root length, root vigour, fresh weight and so on all reached the maximum. It's found that the LED of the red/blue ratio of 8:2 was the best way to cultivate in *Spathiphyllum in vitro*.

Keywords: *Spathiphyllum*; plantlets *in vitro*; LED; light quality ratios