

家庭园艺中植物补光光源类型及应用形式

王晨静^{1,2}, 赵习武^{1,2}, 陆国权²

(1. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江农林大学, 浙江省农产品品质改良技术研究重点实验室, 浙江 临安 311300)

摘要:近年来,我国家庭园艺事业得到长足的发展,但由于室内光照的不足,不仅影响了室内植物的观赏效果,更削弱了人们对家庭园艺的热情。对室内植物进行人工补光已经成为一种新的趋势,该文对目前常用的植物补光光源类型及补光特点进行了介绍,并对补光光源与植物结合的多种应用形式及发展前景进行了分析。

关键词:家庭园艺;光环境调控;人工光源

中图分类号:S 605 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)23-0102-04

1 我国家庭园艺中光环境现状及问题

随着经济的持续快速增长,人们的生活水平得到不断的提高,住房条件也不断得到改善,人们已不再满足

“居而有所”的简单生活,越来越多的人渴望与大自然实现亲密接触,人们对于家居环境的重视程度也越来越高,开始追求居住环境绿化的更高层次需求,对室内盆栽花木的需求持续增长^[1-2]。室内盆栽花木不仅可以美化室内环境、净化空气,还可以陶冶情操、使人精神愉悦。如今,无论是园艺爱好者,还是普通消费者,其居所及办公室内都或多或少有一些盆栽绿色植物作为点缀。

虽然如今家庭园艺市场喜人,室内绿化也得到越来越多的重视,但是由于室内环境的局限性,室内植物的生长状况并不是非常理想。植物生长发育需要一定的环境条件,影响植物生长发育的主要因素有温度、光照、

第一作者简介:王晨静(1990-),女,硕士研究生,研究方向为园林植物栽培与应用。E-mail:jeanwang9999@hotmail.com.

责任作者:陆国权(1963-),男,教授,研究方向为观赏根茎植物的园林应用及水培观赏植物培育。E-mail:luguq10@zju.edu.cn.

基金项目:校科技发展基金资助项目(20090012);2011年省重大科技专项计划资助项目(2011C12030)。

收稿日期:2013-09-13

[4] 刘鸿先,曾韶西,王以柔.低温对不同耐寒力黄瓜幼苗子叶各细胞器官中SOD的影响[J].植物生理学报,1985,11(1):48-57.

[5] 张志法,唐道城,杨春江,等.金叶莠与金山绣线菊的生理抗寒性评价[J].北方园艺,2010(5):97-100.

[6] 王倩,冷平生,关雪莲,等.九种景天植物在越冬期间生理生化指标的变化[J].北方园艺,2010(19):114-117.

[7] 张泽煌,黄碧琦.低温胁迫对茄子的伤害及茄子的抗寒机理[J].福建农业学报,2000,15(1):40-42.

[8] 朱立武,李绍稳,刘加法,等.李抗逆性生理生化指标及其相关性的研究[J].园艺学报,2001,28(2):164-166.

[9] 朱慧霞,孙万仓,邓斌,等.白菜型油菜品种的抗寒性及其生理生化特性[J].西北农业学报,2007,16(4):34-38.

Physiological Responses of Different Cultivars of Cut-Flowers *Antirrhinum majus* and Its Cold Tolerance Analysis Under Low Temperature

ZHU Guang-hui¹, TANG Rong¹, DENG Bo², WANG Cheng-zhong¹, GU Guo-hai¹

(1. Soochow Polytechnic Technology of Agriculture, Soochow, Jiangsu 215008; 2. Jiangsu Junma Agricultural Limited Liability Company, Zhangjiagang, Jiangsu 215600)

Abstract: Taking 4 cultivars of cut-flowers *Antirrhinum majus* as material, the effects of low temperature stress on soluble protein content, soluble sugar content, proline content, SOD activities of plant leaves were studied. The results showed that the contents of soluble protein and sugar increased at the beginning and declined afterwards in the range of 10~ -10°C. The changes of 4 cultivars of cut-flowers *Antirrhinum majus* were different in amplitude and procedure. The proline content changes were the same as soluble protein. The activity of SOD became higher at the beginning of stressing and lower later on. The enzyme activity decreased, but they still remained at a high level. It was concluded through these physiological and biochemical characteristics that the cold resistant ability of 4 cultivars of cut-flowers *Antirrhinum majus* was ‘Admiral’ pink (A2) > ‘Admiral’ purple (A1) > ‘Calima’ pink (C2) > ‘Calima’ yellow (C1).

Key words: cut-flowers *Antirrhinum majus*; cold tolerance; low temperature treatment; physiological and biochemistry

水分、大气成分、土壤、根际微环境等生态因子^[3]。而室内环境和室外环境相比,变化最大的是光照因子。张一平等^[4]的研究表明,南屋室内在临近窗户的小范围内可以受到太阳光直射,大部分时间则是太阳光的漫反射和散射辐射;而北屋几乎全年受不到太阳直射,只受到太阳光的漫反射和散射辐射。由于室内光照的不足,导致室内植物生长不良,茎秆细弱,叶片暗淡、甚至发黄,并出现徒长现象,不仅使植物失去应有的美观效果,也大大削弱了人们对盆栽植物的热情。若能有效解决室内光照不足的问题,使室内盆栽植物得到有效的补光,将会大大促进家庭园艺的发展。

2 家庭园艺中适用的补光光源类型

目前在植物设施栽培领域已有一套比较完善的光环境调控设施,所应用的补光光源类型丰富,这些植物补光光源在家庭园艺中同样适用。

2.1 白炽灯

白炽灯将电能转化为光能,是最早出现的电灯。其工作原理是将灯丝通电加热到白炽状态,利用热辐射发出可见光的电光源。白炽灯的外壳材质是耐热玻璃,内装灯丝,壳内是真空或低压惰性气体,目的是防止灯丝氧化和受热蒸发。白炽灯发光效率低,它消耗的电能有90%以上转化为热能,只有不到10%的电能转化为光。另外白炽灯发出的光是全色光,所以灯丝在将电能转化为可见光的同时,还会产生大量的红外线和少量的紫外辐射(非可见光)^[5],可见白炽灯的补光效率是非常低的。但白炽灯价格低廉,构造简便,且其发光光源中有对植物生长促进作用明显的红橙光部分,所以在设施园艺中可以用来维持植物光周期。由于其发热量过大,在对植物进行补光时应注意白炽灯的安装高度。

2.2 卤素灯

卤素灯是在白炽灯的基础上发展起来的,与白炽灯不同之处在于卤素灯是在灯壳内注入碘或溴等卤素气体。其工作原理是在高温下钨丝会升华,升华的钨和卤素气体会进行化学作用,而卤化钨是一种很不稳定的化合物,遇热后会重新分解,升华的钨会重新凝固在钨丝上,以此来延长灯丝的使用寿命,其寿命可比普通白炽灯长5倍。另外由于灯丝可以工作在更高的温度下,所以卤素灯的亮度和效率比白炽灯高,在设施园艺中也有一定的应用。

2.3 荧光灯

传统荧光灯即低压水银荧光灯,其灯管内壁涂有荧光粉,灯管内充有低气压的汞蒸汽和惰性气体,利用其在放电过程中发出的紫外线,使荧光粉发出可见光。荧光粉不同,发出的光线也不同,这就是荧光灯可以做成各种颜色的原因。无极荧光灯是在传统荧光灯的基础上改进而来的,发光原理和传统荧光灯相似,但发光效率更高。一

般来说,荧光灯的发光效率是白炽灯的2~5倍,显色性也远远好于白炽灯,但荧光灯的光谱是特定的,非连续性的,并且这些光谱中短波较多,长波即红光、远红光较少,与白炽灯、卤素灯相比,对植物的补光效果不是特别理想,在组培苗和种苗生产中有一定应用^[6]。

2.4 钠灯

钠灯是利用钠蒸汽放电来产生可见光的电光源。钠灯分为低压钠灯和高压钠灯。其工作原理是当灯泡启动后,电弧管两端电极之间会产生电弧,电弧的高温作用使管内的钠和汞受热蒸发为钠蒸汽和汞蒸汽,阴极发射的电子在向阳极运动过程中,撞击放电物质获得能量,一部分能量以光辐射的形式释放,即产生了光。低压钠灯的发射波长是为589 nm和589.6 nm的单色黄光,在对植物补光时需要和其它光源配合使用。高压钠灯是在低压钠灯的基础上研制出来的,高压钠灯中的钠原子密度更高,电子与钠原子之间的碰撞次数更加频繁,从而使共振辐射谱线加宽,因此高压钠灯的光谱宽于低压钠灯。它的发射光谱主要集中于黄光区和红光区^[5],蓝紫光较少,补光效率较高,是目前设施园艺中最常用的人工光源。

2.5 金属卤化物灯

金属卤化物灯是在高压汞灯的基础上添加各种金属卤化物制成的光源。其发光原理是在汞和稀有金属的卤化物混合蒸气中产生电弧放电而发光。其光谱随金属卤化物的成分不同而不同。镝灯是一种新型的金属卤化物灯,它利用充入的碘化镝、碘化亚铈、汞等物质发出其特有的密集型光谱,此光谱非常接近于太阳光谱,也可以应用于设施园艺中对植物进行补光,但在使用时要注意其紫外线对人眼的影响。

2.6 LED灯

LED(Light Emitting Diode)是发光二极管的简称,是一种固态的能直接把电能转化为光能的半导体器件。它的工作原理是利用固体半导体芯片作为发光材料,当两端加上正向电压时,半导体中的载流子发生复合,放出过剩的能量而引起光子发射产生可见光^[7],其光谱域宽在±20 nm左右。按发光光谱可以分为红外光、可见光、紫外光等^[8-9];按发光基色可以分为单色光(红光、蓝光、绿光、紫光、远红光等)和复合光(红成光、白光等);按发光强度可分为普通亮度的LED(发光强度<10 mcd)、高亮度的LED(发光强度在10~100 mcd之间)和超高亮度的LED(发光强度>100 mcd)等^[10];按脉冲连续性可分为连续光源和间歇光源。

LED因光质光量可调,寿命长,冷光源,高效节能等优点^[11-13],是近年来比较热门的植物补光灯。但由于LED是新型光源,将其应用于植物补光领域的研究还处在发展阶段,故成本较高,且补光效果还处在研究阶段,

在植物设施栽培领域中还未得到广泛应用。

除了这些补光光源外,国内外也已研究出一些植物照明专用灯,并有部分申请专利。如美国于 20 世纪 70 年代起就已陆续研制出 Cool-white lamp、Gro-Lux lamp、IR III lamp^[14]、Plant growth type fluorescent lamp^[15]、Illuminator for plant growth^[16]、Hybrid grow light^[17] 等植物照明专用灯,另外美国的 LED TRONICS 公司已经开发出效果较好的植物生长灯,广泛应用于大棚花卉栽培^[18];Newport Oriel 公司于 2010 年发布最新太阳光模拟器产品,使用 1.6 kW 的氙灯,输出功率相当于一个太阳,对于室内植物的补光也有非常好的效果;荷兰采用的飞利浦农艺钠灯,该灯的特点是发射光谱与植物生长所需光谱相符合,可以有效提高植物的光合作用^[19];英国的 LUXIM 公司生产的等离子灯,在光谱成分上非常接近自然光,此等离子灯可以获得人工很难获得的蓝光光谱,对植物生长有非常大的意义。国内也有一些学者致力于植物补光灯的研究,如复旦大学的王惠琴等^[20]于 1991 年研制的稀土植物生长灯可以显著促进植物的光合作用;刘景龙^[21]研制的促进植物生长的节能灯已申请专利。但这些补光光源因售价过高、技术不太成熟等原因在国内并没有得到大范围的应用。

3 家庭园艺中植物补光光源的应用形式分析

将植物补光光源应用于家庭园艺中,可以有多种应用形式,这些应用形式与灯具类型、盆栽植物种类及在室内摆放的位置等因素紧密相关。主要有以下几种形式。

3.1 悬挂式

将植物补光灯悬挂于植物上方对植物进行补光,并且根据植物高低和需光量的不同,植物和补光灯之间的距离可以调节。为确保植物的补光效果,应该将植物补光灯尽可能安装在植物的正上方,并且补光灯和植物的距离越近,补光效率越高。但是在应用的时候需要注意使用补光光源的类型,如果是冷光源,则补光灯和植物之间的距离可以近一点,如果是发热量过大的光源,就需要控制补光灯和植物之间的距离,以免灼伤植物从而影响植物正常的生长及观赏效果。这种形式的补光在植物设施栽培中比较常见,同样也适用于家庭园艺中的大型盆栽,如龙血树、苏铁、绿萝等。在应用的时候应该注意和整体家居的协调,最好能在补光灯的外型上多加考虑,使补光灯既能和所照明的植物交相辉映,又不至于在室内环境中显得多余和突兀。

3.2 壁挂式

将植物补光灯安装在室内墙壁上,补光灯下面是盆栽的攀援或匍匐类植物,如吊兰、常春藤等,利用补光灯的散射光源对植物进行补光,同时对家居环境也能起到一定的照明作用。这种形式的补光灯和室内光源设计

中所应用的壁灯类似。此种补光灯节约空间,比较受小户型消费者的青睐,同样也适用于大型家居环境中。壁挂的形式也和近年来比较热门的垂直绿化形式相吻合,发展前景较广。壁灯作为室内辅助照明灯具,其光线宜淡雅和谐,所以这种形式的补光灯在应用的时候不能一味追求它对植物的补光效果,应该在保证植物补光下限的基础上考虑人对照明强度的主观感受;同时也要注意补光灯的灯罩与墙色及植物种类的和谐。

3.3 台灯式

将植物补光灯做成台灯的形式,对桌面上的小型盆栽进行补光。此种形式的补光灯可以放在室内的任何一个地方,在家庭园艺中的应用最为简便也最易推广。事实上有一些消费者已经有意使用普通台灯对书桌上的小型盆栽进行补光,也能起到一定的效果。目前市面上有一种“Lightpot”灯具,即一个具有台灯功能,种植室内植物的小型盆栽。这展盆栽灯使用的照明灯具是 LED 灯,主要是考虑灯管和植物之间的距离比较近,使用冷光源可以避免植物灼伤。另外,国内外皆有就盆栽植物和台灯的结合形式进行的专利申请^[22-23]。

在使用补光光源对植物进行补光的时候,不仅仅局限于这几种固定的形式,只要能对植物的正常生长起到良好效果,同时又不影响整体家居的和谐,都可以应用到家庭园艺中。但在使用补光灯对植物进行补光的时候需要注意以下几点:一是不同植物所需光照时间、光照强度是不同的,同一植物在不同的生长时期所需光照也是不同的。补光的时间及强度要根据植物实际光照情况,补足植物生长所需要的最佳光照即可。一般来说,在植物的生长期补光时间要长点,休眠期少一点。二是同一植物在室内不同的摆放位置,由于其可接受的太阳散射光量的不同,其所需补充的光照时长是不同的。例如在光线不强但能照进太阳散光的室内,补光时间应不少于 5 h;少于 4 h 光照的阳台(只能上午或下午半天有光照的),补光时间应不少于 4 h;背阴处和不见阳光的室内应不少于 10 h 的补光;阴雨天也应用不少于 10 h 的补光。三是植物补光光源中灯光的配置比例需与植物的种类相适应。不同光质对植物的影响不同^[24]。蓝光可以促进茎的增粗,加速植物的生长发育进程,并且能促进花青素的形成,使花朵色彩绚丽;红光则促进茎的加长生长,有助于叶绿素的形成^[25-28]。

补光灯和植物相结合的形式不仅适用于盆栽植物,同样适用于水培植物的补光。对水培植物进行补光的时候,可以参照以上几种应用形式;对于大型的水培植物,也可以考虑做成室内水族培养箱的形式,形成花鱼同赏的效果。

4 前景与展望

国外已有一些自动化调控光温的盆栽植物产品在

家庭园艺市场上反响良好,但由于这类产品基本上是属于高端,售价都过高,而我国的家庭园艺市场发展年限短,国民经济水平也有一定的局限性,这种形式的盆栽植物并没有在国内得到大范围的应用。而用适当的形式将盆栽植物与家庭中必用的光源结合在一起,在照明的同时对室内盆栽植物进行补光,不仅形式新颖,提高家居档次,更是与创建节约型社会的理念不谋而合。若能将这种结合形式进行准确的市场定位,必能吸引消费者眼球,大大促进我国家庭园艺事业的发展。然而我国对植物补光光源和盆栽植物应用相结合的研究尚处在初步发展的阶段,缺乏实用性系统性的研究,因此应该对国外先进的研究成果进行借鉴,探索出适合我国家庭园艺中植物补光的应用形式,为补光光源在我国家庭园艺中发挥重要作用提供理论依据。

参考文献

- [1] 李鹏. 探索中国家庭园艺发展之路[J]. 中国花卉园艺, 2007, 24(21): 16-17.
- [2] 万婷婷. 我国家庭园艺行业的市场分析及其推广[J]. 中南财经政法大学研究生学报, 2011(6): 49-54.
- [3] 刘燕. 花卉学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 23.
- [4] 张一平, 何云玲, 王震, 等. 南北朝向室内光照温度水平分布特征初探[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(2): 171-176.
- [5] 复旦大学实验室. 电光源原理[M]. 上海: 科技出版社, 1979: 34.
- [6] 邹志荣, 邵孝侯. 设施农业环境工程学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 13, 32, 34-35.
- [7] 魏灵玲, 杨其长, 刘水利. LED 在植物工厂中的研究现状与应用前景[J]. 农业工程科学, 2007, 23(11): 408-411.
- [8] Nakamura S, Pearton S, Fasol G. The blue laser diode; the complete story[C]. Berlin: Springer, 2000: 23.
- [9] Morkoc H. Nitride semiconductors and devices[C]. Berlin: Springer, 1999: 56.
- [10] 刘江, 范广涵, 刘承宜. 改进实用型 LED 生物光源系列[J]. 应用激光, 2003, 6(3): 147-151.
- [11] Brown C S, Schuerger A C, Sager J C. Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far red lighting[J]. Hort Science, 1995, 120: 808-813.
- [12] Bula R J, Morrow R C, Tibbitts T W, et al. Light-emitting diodes as a radiation source for plants[J]. Hort Science, 1991, 26(2): 203-205.
- [13] Guo S, Liu X, Ai W, et al. Development of an improved ground-based prototype of space plant-growing facility[J]. Advances in Space Research, 2008, 41: 736-741.
- [14] Bickford E D, Dunn S. Lighting for plant growth[M]. Ohio: Kent State University Press, 1977: 46-56.
- [15] Richard C, Nutley N J. Plant growth type fluorescent lamp[P]. US: 3992646, 1976-11-16.
- [16] Takahiro H. Illuminator for plant growth[P]. US: EP 1269830 A1, 2003-1-2.
- [17] George M. Hybrid grow light[P]. US: US20120287617 A1, 2012-11-15.
- [18] 张瑞西, 王希玲, 王涛, 等. 促进植物生长的人工光源及发光材料的研究进展[J]. 材料导报, 2007, 21(10): 17-19.
- [19] 李同镭, 刘虎, 吴文旺. 植物光形态发生中光受体的研究进展[J]. 河北林果研究, 2003, 19(3): 283-287.
- [20] 王惠琴, 黄京根, 胡建国, 等. 稀土植物生长光源[J]. 复旦学报(自然科学版), 1991(3): 287-292.
- [21] 刘景龙. 促进植物生长的节能灯[P]. 中国: CN 202008981 U, 2011-10-12.
- [22] Bissonnette M W, Thompson J. Devices and methods for growing plants by measuring liquid consumption[P]. USA: US2008/0276534 A1, 2008-11-13.
- [23] 鹤山市明可达实业有限公司. 一种带植物盘景的台灯[P]. 中国: ZL 200620061463. X, 2007-08-22.
- [24] Bickford, Dunns. Lighting for Plant Growth[M]. Kent, Ohio: Kent-state University Press, 1977: 46-56.
- [25] 王羽梅, 赵清岩, 林维申. 不同光质的荧光灯对黄瓜、番茄幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 1988, 15(3): 180-184.
- [26] 杜洪涛, 刘世琦, 张珍. 光质对彩色甜椒幼苗生长及酶活性影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(2): 45-48.
- [27] 杜建芳, 廖祥儒, 叶步青, 等. 光质对油菜幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 植物学通报, 2002, 19(6): 743-745.
- [28] Poudel P R, Kataoka I, Mochioka R. Effect of red-and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes[J]. Plant Cell Tissue Organ Culture, 2008, 92: 147-153.

Light Type and Application Form of Supplemental Lights on Plants in Home Gardening

WANG Chen-jing^{1,2}, ZHAO Xi-wu^{1,2}, LU Guo-quan²

(1. School of Landscape and Architecture, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300; 2. The Key of Laboratory for Quality Improvement of Agricultural Products of Zhejiang Province, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an Zhejiang 311300)

Abstract: In recent years, home gardening has obtained considerable development in China. However, the shortage of indoor illumination not only affected the ornamental effect of indoor plants, but also weakened people's enthusiasm on the home gardening. Offering the artificial lights to indoor plants has been a new trend. The types and traits of supplemental lights on plants which were commonly used at present was introduced in this paper, and the application forms of supplemental lights on plants and development prospects were analyzed.

Key words: home gardening; light environment control; artificial light