

不同 LED 光源对黄瓜幼苗质量的影响

段奇珍, 曲梅, 高丽红

(中国农业大学 农学与生物技术学院 北京 100193)

摘要: 根据 LED 光源特性以及植物幼苗对光质的反应, 设计 LED 蓝红光比例分别为 3 : 1 和 5 : 1, 以白光 LED 为对照, 研究了不同 LED 光源对黄瓜(津育 5 号)幼苗质量的影响。结果表明: 白光(CK)照射下幼苗的最大真叶面积、地上部鲜(干)重、全株干重、生长速率和壮苗指数均显著高于蓝红光比例为 3 : 1 和 5 : 1 的处理; 根冠比以蓝红光比为 5 : 1 的处理最大; 蓝红光比为 3 : 1 时叶绿素 a/b 比值最大, 比 CK 高 45.5%; 蓝红光比例为 3 : 1 和 5 : 1 的处理蒸腾速率分别比 CK 高 15% 和 25%。说明白光 LED 有利于培育黄瓜壮苗, 而增大蓝红光比例有利于同化物向地下部分配。

关键词: LED; 黄瓜; 幼苗

中图分类号: S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)15—0125—04

随着现代农业的发展 育苗业已经成为颇具活力的新兴产业。大规模生产低成本高品质种苗是育苗产业的研究重点, 也是现代育苗技术的重要目标。现代种苗生产主要是在温室环境下进行, 近年来又发展起植物工厂以及闭锁式育苗系统, 这样仅仅依靠太阳光作为光源是不能满足的。目前在设施育苗中使用的主要人工光源荧光灯由于光谱较宽、发热量大、能耗高, 使其不适宜作为高密度工厂化育苗的最佳光源。而新型人工光源 LED 光谱较窄、结构紧凑, 不仅能产生植物光合作用所需要的光谱还可以根据不同植物的需求调节光谱组合; LED 的冷光源特性使其可以近距离照射植物, 从而作为高密度立体架栽培的光源提高土地利用率。随着 LED 生产技术的提高及其价格的不断下降, LED 在植物工厂的应用受到世界各国的广泛关注。

植物主要吸收波长 610~720 nm 的红橙光和 400~510 nm 的蓝紫光, 有研究发现^[1-2]单一或组合 LED 光质能够调控植物形态建成和光合作用; 也有不少报道^[3-4]认为, 红蓝光组合相比单色光处理更能促进植物生长发育。对草本类 26 种、木本类 7 种、大田作物 8 种以及人工气象室 20 种光合作用曲线分析发现, 红蓝比综合平均为 1.84^[5], 但也有研究认为照射强度 PPF (Photosyn-

thetic Photon Flux)一定的情况下, 蓝红光比在 0.1~0.3 之间时生长速度最大^[6]。然而, 关于增加蓝光比例对蔬菜幼苗生长影响方面的研究较少, 有待进一步研究。

设施育苗蔬菜以果菜类对环境要求比较严格, 黄瓜 (*Cucumis sativus* L)是设施主要栽培蔬菜, 因此研究黄瓜育苗的光环境对设施育苗有重要意义。魏灵玲^[7]研究了不同比例红蓝光对黄瓜幼苗的影响, 发现红蓝光照度比为 7 : 1 时能更好的促进黄瓜幼苗的光合作用但与红蓝光照度比为 5 : 1 的处理无显著差异。因此, 探讨增大蓝光比例对黄瓜幼苗生长的影响是有必要的, 也是该研究的意义所在。

该试验通过调节蓝红光比例研究了不同组合对黄瓜幼苗质量的影响, 旨在寻求适宜设施环境育苗的最佳光源, 为工厂化育苗生产提供理论依据和数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在北京华夏九州农业科技学院连栋温室进行, 以“津育 5 号”黄瓜为试材, 育苗基质为商品基质。试验装置为 12 层立体栽培架, 该试验利用其中的 3 层(距离地面 1.2~1.6 m), 用不透明塑料布遮盖防止阳光射入, 内置保温板, 顶部布置光源, 每层间隔 20 cm, 面积为 1.2 m×1.0 m=1.2 m²。

试验光源由北京华夏九州农业科技学院提供, 灯条长 1 m, 每个灯条上布置 60 个 LED。不同光源的光谱采用远方 PMS—50UV 系统测定, 其中红、蓝光 LED 的峰值波长分别为 660 nm 和 443 nm, 白光 LED 的光谱分布如图 1。

1.2 试验方法

试验设计 3 个光照处理, 处理 1 (T1)的蓝红光比例

第一作者简介: 段奇珍(1984), 女, 在读硕士, 研究方向为设施园艺与无土栽培。E-mail: duan628630@126.com。

通讯作者: 曲梅(1972), 女, 博士, 副教授, 现从事设施园艺与无土栽培的研究与教学工作。E-mail: qumei@sina.com。

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2009JS52); “十一·五”科技支撑计划资助项目(2008BADA6B03)。

收稿日期: 2010—05—30

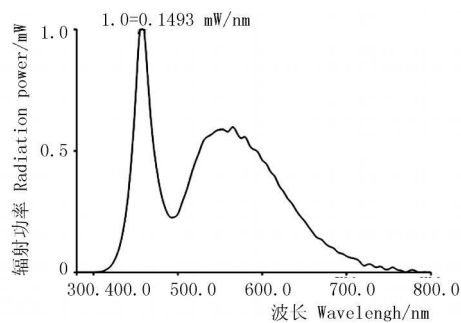


图1 白色LED光谱分布

Fig.1 Spectrum distributing of white LED

为3:1,处理2(T2)的蓝红光比例为5:1,以白光(CK)为对照。不同光源处理的灯条布置如图2,调节每个处理的灯条数量使得20 cm处的光照强度为 $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。温度控制在白天不高于 28°C ,夜间不低于 15°C ,湿度控制在70%~90%,昼夜光周期为10 h/14 h。3次重复,每个重复为一个50孔穴盘,于2009年10月12日播种后放入栽培架。播种50 d后,随机选取幼苗进行生长指标和生理指标的测定。

每处理随机取10株幼苗用直尺测定株高和叶面积,游标卡尺测茎粗,电子天平称量鲜干重。每处理分别取3株幼苗用丙酮法测定叶绿素;用Li-6400便携式光合仪测定光合速率、蒸腾速率和气孔导度,光强为 $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO_2 浓度 $440 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$;壮苗指数=茎粗/株高 \times 全株干样质量^[8];生长速率用G值表示,G=全株干质量/育苗天数;根冠比为地下部干重与地上部干重比。

表1 不同处理对黄瓜幼苗生长的影响

Table 1 Effects of different treatments on the growth of cucumber seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/mm	最大真叶面积 Most real leaf area/cm ²	G值 G value / mg · d ⁻¹	壮苗指数 Health index
CK	4.16a	2.44a	26.32a	2.25a	70.36a
T1	4.02a	2.55a	15.96b	1.72b	54.90b
T2	3.69a	2.36a	17.84b	1.78b	59.50b

注:表中数值为样本平均值,方差分析用duncan极差法分析,小写字母表示差异达5%显著差异水平,下表同。

表2 不同处理对黄瓜幼苗物质分配的影响

Table 2 Effects of different treatments on the matter distributing of cucumber seedlings

处理 Treatment	地上部鲜重 Leaf fresh weight/mg	地下部鲜重 Root fresh weight/mg	地上部干重 Leaf dry weight/mg	地下部干重 Root dry weight/mg	全株干质量 Plant dry weight/mg	根冠比 Root/Top
CK	1467.6a	144.4a	101.9a	11.3a	112.4a	0.09b
T1	1073.2b	85.9b	77.9b	6.9b	86.0b	0.10b
T2	1109.9b	139.7a	79.0b	10.5a	89.2b	0.15a

2.2 不同光源处理对黄瓜幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素能够吸收、传递和转换光能,是植物光合作用的物质基础,其含量和组成影响叶片的光合速率。由表3可看出,叶绿素a和总叶绿素含量随蓝光比例增加呈递增趋势,CK<T1<T2,但不同LED光源处理之间差异不显著;叶绿素b在不同光源处理间存在显著差

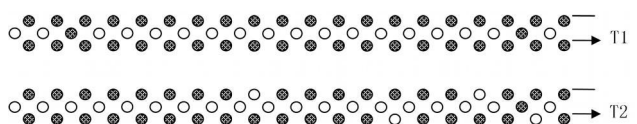


图2 不同LED光源处理的灯条红蓝色LED布置
Fig.2 Red and blue LED arranging of different LED pieces

1.3 统计分析

采用SPSS 13.0软件的Duncan极差法在 $P<0.05$ 的显著水平下对所测数据进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同光源处理对黄瓜幼苗生长状况的影响

株高、茎粗和真叶面积是幼苗表观生长状况的体现,而G值是生长期的干物质积累速率,G值与壮苗指数是评价幼苗整体生长状况的指标。由表1可知,白光有利于黄瓜幼苗叶面积扩展,生长速率快,增加蓝光比例对幼苗生长没有显著的抑制作用。T1和T2的2个处理的株高、茎粗与CK均无显著差异。T1和T2处理的最大真叶面积、G值和壮苗指数均显著低于CK,而2个处理间无差异。

地上、下部的鲜干重体现光质对幼苗物质分配的影响见表2。白光促进地上部物质的累积,增加蓝光比例有利于物质向地下部分配。地上部鲜重、干重和全株干重均以对照最大;地下部鲜、干重以T1处理最小,分别比对照降低了40.5%和38.9%;根冠比以T2处理的最大,比CK高66.7%。

异,T1比CK降低了20%;叶绿素a/b在不同光源处理间存在显著差异,T1比CK高45.5%。

2.3 不同光源处理对黄瓜幼苗光合特性的影响

由表4可看出,不同光源处理对光合速率的影响没有显著差异;随着蓝光比例的增加气孔导度和蒸腾速率均显著增加,T1和T2的气孔导度均比对照高27.8%,

T1 和 T2 的蒸腾速率分别比对照高 15%和 25%，且在 T1 和 T2 之间存在显著差异。

表 3 不同处理对黄瓜幼苗叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of different treatments on the chlorophyll content of cucumber seedlings				
处理 Treatment	叶绿素 a Chl a / mg · g ⁻¹ FW	叶绿素 b Chl b / mg · g ⁻¹ FW	叶绿素 a+b Chl(a+b) / mg · g ⁻¹ FW	Chl a/b
CK	2. 53a	0. 65a	3. 18a	3. 85b
T1	2. 91a	0. 52b	3. 43a	5. 60a
T2	2. 96a	0. 61 a	3. 57a	4. 85ab

表 4 不同处理对黄瓜幼苗光合特性的影响

Table 4 The effect of different treaments on photosynthetic characteristics of cucumber seedlings			
处理 Teatment	光合速率 Photosynthetic rate / $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	气孔导度 Stomata conductance / $\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	蒸腾速率 Evaporating rate / $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
CK	0. 40a	0. 036b	1. 85c
T1	0. 30a	0. 046a	2. 12b
T2	0. 35a	0. 046a	2. 31a

3 结论与讨论

该研究表明, 白色 LED 促进黄瓜幼苗地上部生长、叶面积扩展, 壮苗指数较大, 干物质累积量多; 而蓝红光比例为 5 : 1 时能提高叶绿素 a/ b 值并促进同化物向地下部分配; 增加蓝光比例能促进叶绿素 b 的形成并增加蒸腾速率。白色 LED 有利于培育黄瓜壮苗, 增加蓝光可以促进物质向地下部分配。

前人有研究认为, 红光能促进茎的伸长, 而抑制光合产物从叶中输出从而增加了叶片的淀粉积累^[9], 在该试验中, 发现白色 LED 能促进黄瓜幼苗地上部生长, 可能是由于白色 LED 中较低的蓝红光比例导致的。根冠比是一个表示生物体地上部和地下部物质分配比例的相对值^[10], 该试验发现增加蓝光, 根冠比显著增大, 说明蓝光能促进同化物向地下部的分配, 这与蒲高斌等^[11]的研究结论相符。

叶绿素含量体现了植物对光能的利用和调节能力, 是评价植物生长发育状况的一项基础指标^[12]。蓝光调控着叶绿素形成、叶绿体发育和气孔开启以及光合节律等生理过程^[13]。康孟利等^[14]得出蓝光有利于叶绿素 b 的形成, 该试验也发现增加蓝光比例显著增加叶绿素 b 的含量。储钟稀等^[15]研究了 $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的光照下不同光质(白、红、蓝)对黄瓜叶片光合特性的影响, 发现生长在蓝光下的叶片叶绿素 a/ b 比值最高, 该研究得出蓝红光比例为 3 时比白光显著增大叶绿素 a/ b 值, 与前人的结论基本一致。该试验发现增加蓝光可以促进气孔的开启, 这与 Zeiger^[16]和 Talbott^[17]的结论一致; 然而增加蓝光促进气孔开启、促进蒸腾的同时, 光合速率没有显著提高, 这一现象也解释了增加蓝光处理比白光地上部鲜重小的原因。

由于红蓝光比例以及其它光谱成分都会对幼苗的生长生理特性造成影响, 该试验没有做更深的研究, 有待进一步研究。

参考文献

[1] Yanagi T, Okamoto K. Utilization of super—bright light—emitting diodes as an artificial light source for plant growth [J]. Acta Horticulturae, 1997, 418: 223-228.

[2] Andrew C S, Christopher S B, Elizabeth C. Anatomical features of pepper plants(*Capsicum annuum* L.)grown under red light-emitting diodes supplemented with blue or far-red light[J]. Annals of Botany, 1997, 79: 273- 282.

[3] Yanagi T, Okamoto K, Takita S. Effects of blue, red, and blue/ red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants [J]. Acta Horti 1996 440: 117- 122.

[4] Tanaka T, Takamura T, Watanabe H, et al. In vitro growth of Cymbidium plantlets cultured under superbright red and blue light — emitting diodes (LEDs)[J]. Hortic. Sci. Biotech, 1998 73(1): 39-44.

[5] HE Dong-xian, YANG Qi-chang, MA Cheng-wei et al. Artificial light environment control in plant production systems[A]. The fifth conference on the teaching reformation of agricultural engineering specialty of national high-school & international academic workshop[C]. 2002: 178-183.

[6] 于海业, 王永志, 张蕾. LED 在设施农业中的应用[J]. 农机化研究 2009(5): 190-192.

[7] 魏灵玲, 杨其长, 刘水丽. 密闭式植物种苗工厂的设计及其光环境研究[J]. 中国农学通报, 2007, 23(12): 415-419.

[8] 张振贤, 王培伦, 刘世琦, 等. 蔬菜生理[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1993.

[9] Saebø A, Kækling T, Appelgren M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets in vitro[J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 1995, 41: 177-185.

[10] 李海云, 韩国徽, 任秋萍, 等. 不同光周期对黄瓜幼苗生长的影响[J]. 西北农业学报 2009 18(3): 201-203.

[11] 李承志, 廉世勋, 张华京, 等. 光合仿生农膜的作物栽培试验[J]. 湖南农业科学 2001(5): 22-23.

[12] 闻婧, 魏灵玲, 杨其长, 等. LED 在设施园艺中的应用系列(二)LED 在叶菜植物工厂中的应用[J]. 农业工程技术: 温室园艺 2009(6): 11- 12.

[13] 曹阳. 冬季温室补光对果菜类作物生长发育的影响(综述)[J]. 河北农业科学, 2009 13(3): 10-12.

[14] 康孟利, 薛旭初, 陈惠云, 等. 光质效应和作物光敏色素的研究进展[J]. 安徽农学通报 2006 12(4): 38-41.

[15] 储钟稀, 童哲, 冯丽洁, 等. 不同光质对黄瓜叶片光合特性的影响[J]. 植物学报 1999 41(8): 867- 870.

[16] Zeiger Em, Lino M, Ogawa T. The blue light response and some mech-

anistic implications [J]. Photochemistry and Photobiology, 1985, 42: 759-763.
[17] Talbot L D Zeiger E. Sugar and organic acid accumulation in guard

cells of *Vicia faba* in response to red and blue light [J]. Plant Physiology, 1993, 102: 1163-1169.

Effect of Different Light Emitting Diode Sources on the Quatity of Cucumber Seedlings

DUAN Qi-zhen, QU Mei, GAO Li-hong

(College of Agro-Bio Technology of China Agricultural University, Beijing 100193)

Abstract: The effects of the ratios of blue light to red light generated(B/R)by blue, red light emitting diodes(LED)on the qualities of cucumber ‘Jin Yu 5th’ seedlings were studied and responses were compared with seedlings grown under white light generated by white LED. The ratios were designed 3 : 1 and 5 : 1, and the treatments were based on the characteristics of the LED light source and the responses of plant seedlings to light qualities. The results showed that; the maximum true leaf area, fresh (dry) weight upground, dry weight of the seedlings, the growth rate and seedling index of the seedlings were significantly higher under white light than under the light of B/ R at 5 : 1 and 3 : 1. R/T or Chl a/b was highest when the seedlings grown under the light of B/ R at 5 : 1 or at 3 : 1, and Chl a/b was 45.5% higher when the seedlings grown under the light of B/ R at 3 : 1 than under white light. The transpiration rate of the seedlings grown under the light of B/ R at 3 : 1 and 5 : 1 was 15% and 25% higher separately than the seedlings grown under white light. The conclusion was that white light was in favor of cultivating cucumber seedlings and higher ratio of blue to red light was propitious to transporting the assimilated matter to underground.

Key words: light emitting diode(LED); cucumber; seedling

新疆塔城将建大型蔬菜出口基地

记者近日从新疆塔城市设施农业管理中心获悉,截至目前,塔城市建成了日光温室 5 300 座,上半年蔬菜出口 36 000 kg, 销售收入达 9 000 多万元,比去年同期增长了 30%。

新疆塔城市设施农业管理中心主任郭忠东介绍,今年上半年出口蔬菜达 36 000 kg, 比去年增长三成。特别是 4~6 月份蔬菜出口供不应求,成为外商购销热点。当地菜农反映,今年由于受年初雪灾影响,蔬菜比往年上市略晚一点,但对蔬菜销售影响不大。

塔城行署副专员候本智说,塔城地区以大农业资源推进资源转换战略,使农业产业升级。同时政府引导农民与当地企业“联姻”,走“订单+农户”的路子,并在新疆率先推行了“企业+基地+标准化”生产管理模式,促使农民快速找到了增收渠道。

候本智说,目前,塔城地区基本完成, 667 hm² 蔬菜

出口基地,其中塔城市建设 5 333 hm²,农九师建设 1 334 hm²。

如今,塔城市的蔬菜种植生产已经走向一条正轨化,呈现出良好的出口态势,在出口检疫方面,当地检疫部门还购买了各类大型仪器设备,为出口农产品农残检测提供技术支撑。同时,出入境检验检疫局积极构筑“源头备案、过程监督、抽查检验”三道防线,保障食品、农产品质量安全。

候本智说,塔城市邻近哈萨克斯坦和俄罗斯等中亚国家,距离巴克图口岸 20 000 km,对果蔬等农副产品出口有利,口岸蔬菜贸易十分旺盛。今年,上半年巴克图口岸进出口比往年同期增长较快,农副产品主要销售哈萨克斯坦、俄罗斯等地。

(摘自: <http://www.chinagreenhouse.com> 2010-7-13 中国新闻网)