

DOI:10.11937/bfyy.201709006

基于不同温度的不同光质处理对 黄瓜幼苗生长的影响

何伟明^{1,2}, 刘庞源^{1,2}, 武占会^{1,2}, 刘明池^{1,2}

(1. 北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 北京 100097; 2. 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097)

摘 要:以黄瓜为试材,采用发光二极管(LED)作为光源,在不同温度下以普通荧光灯为对照,研究纯红光(R)、纯蓝光(B)、红蓝混合光(R/B=5:5、6:4、7:3)对黄瓜幼苗生长的影响。结果表明:单一色光处理下黄瓜幼苗生长不良;综合各性状表现,在光强 $270 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $14 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期条件下,当温度控制在 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 30^\circ\text{C}$ 、 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 23^\circ\text{C}$ 时,红蓝光混合配比 7:3 处理有利于黄瓜幼苗生长;当温度控制 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 32^\circ\text{C}$ 、 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 26^\circ\text{C}$ 条件下,红蓝光混合配比 6:4 的处理有利于黄瓜幼苗生长。

关键词:LED;光质;温度;幼苗生长

中图分类号:S 642.204⁺.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)09-0030-04

光照是植物生长所需环境因子之一,光对植物的光合作用、生长发育、形态建成和物质代谢等都有调控效用,光照条件的好坏直接影响作物的产量和品质。补光作为促进植物生长抵御不良生长环境的措施被广泛应用,在农业生产中弥补阳光缺少所用的光源一般是荧光灯、高压钠灯和白炽灯等。LED (Light emitting diode)即发光二极管,作为一种节能环保、寿命长、体积小、易于组合安装的新型光源在农业领域中被应用^[1]。LED 作为冷光源,可近距离照射植物,能有效利用种植空间,提高单产,降低成本,因此被认为是在植物设施栽培中十分有前途的人工光源^[2]。随着能源紧缺和精细农业的不断发展,节能光源 LED 取代现有植物生长光源,实现植物的高效生产,具有广阔的应用前景^[3]。

LED 灯作为光源在蔬菜育苗生产中的应用研究近几年也多见报道,前人研究表明,红光下幼苗植株较高,蓝光及复合光下较矮,说明红光对茎的伸长有促进作用^[4]。红光有利于黄瓜幼苗根系、茎的伸长生长,可溶性糖含量的积累,蓝光不利于幼苗根系

生长,能使植株矮壮^[5]。与白光培养相比,红光和蓝光显著提高了黄瓜和番茄幼苗的叶面积、株高和壮苗指数,红光显著提高了幼苗的叶绿素含量,蓝光显著增加了茎粗;黄光和绿光则显著降低了幼苗的株高、叶面积、叶绿素含量和壮苗指数,对幼苗的生长有抑制作用^[6]。黄瓜幼苗在红、蓝单一光质下均生长不良,红蓝配比光处理下幼苗的壮苗指数、生物量均高于单一光质处理^[5]。

蔬菜育苗生产有冬春季育苗和夏季育苗,该试验在前人研究的基础上,研究了不同温度条件下,LED 红光、蓝光的不同配比对幼苗生长的影响,为 LED 用于不同蔬菜种类育苗提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在北京市农林科学院蔬菜研究中心人工气候室 NK SYSTEM GROWTH CABINET (LPH-1-CT) 进行。供试作物为黄瓜,采用 72 孔穴盘育苗,育苗基质为草炭和蛭石 3V:1V,基质中添加 N、P、K 复合肥,种子拱土后放入人工气候室。

1.2 试验方法

1.2.1 不同光质处理 飞利浦 LED 灯作光源,蓝光波长 450 nm,红光波长 660 nm,红蓝光混合处理按所占总光量子百分比设置,各处理如表 1 所示。

第一作者简介:何伟明(1963-),女,本科,副研究员,研究方向为蔬菜穴盘育苗技术。E-mail:heweiming@nercv.org.

基金项目:农业部公益性行业科研专项资助项目(201303014-03)。

收稿日期:2016-12-15

表 1 试验各处理光谱能量分布

Table 1 Light spectral energy distribution of different treatments

处理 Treatment	光质 Light quality	光谱能量分布 Light spectral energy distribution
W	荧光灯	荧光
R	纯红光	100%红
B	纯蓝光	100%蓝
55	红蓝光混合	50%红+50%蓝
64	红蓝光混合	60%红+40%蓝
73	红蓝光混合	70%红+30%蓝

1.2.2 试验环境条件设置 试验 1: 总光量子 $270 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $14 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期; 温度设置: $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 30^\circ\text{C}$, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 23^\circ\text{C}$ 。试验 2: 总光量子 $270 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $14 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期; 温度设置: $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 32^\circ\text{C}$, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 26^\circ\text{C}$ 。

1.3 项目测定

幼苗图像摄取每隔 3~5 d 进行一次, 记录各处理幼苗生长的变化。成苗时进行幼苗性状调查, 调查项目: 株高、胚轴长、茎粗、叶片数、最大叶长宽、干物质质量、根体积、叶绿素含量, 计算出全株干质量、叶面积、壮苗指数进行比较。

根体积测量采用试管中水面涨幅的数值大小计算, 叶片叶绿素含量采用日本产 SPAD-502 叶绿素计测定。叶面积=最大叶长 \times 最大叶宽 $\times 0.743^{[7]}$; 壮苗指数=全株干质量 \times 茎粗/株高 $^{[8]}$ 。

2 结果与分析

2.1 试验 1 条件下不同光质处理对黄瓜幼苗生长影响

从表 2 的调查数据显示, 纯红光影响幼苗生长, 胚轴最长, 呈徒长状态(图 2), 叶面积、根体积、全株干质量及壮苗指数都最小, 并且与其它处理差异显著; 从图 1 可以看出, 不同处理的壮苗指数差异趋势, 纯红光和纯蓝光都不同程度的抑制了幼苗生长, 红蓝光混合处理要优于单色光处理; 红蓝光不同配比之间随着蓝光所占比例的降低, 红光所占比例的升高, 叶面积、根体积、全株干质量及壮苗指数均升高, 差异显著, 以红蓝光配比 7:3 为最优; 普通荧光处理与红蓝光配比 6:4 处理相当。纯红光处理叶片颜色最浅, 叶绿素含量最低, 普通荧光处理其次。

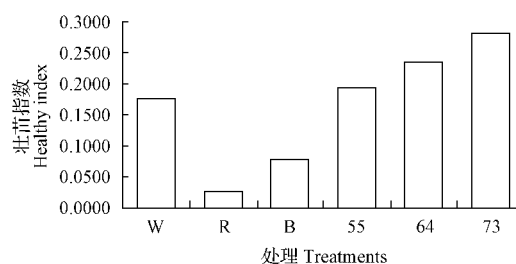


图 1 不同光质对黄瓜苗壮苗指数的影响

Fig. 1 Effects of different light qualities on healthy index of cucumber seedlings

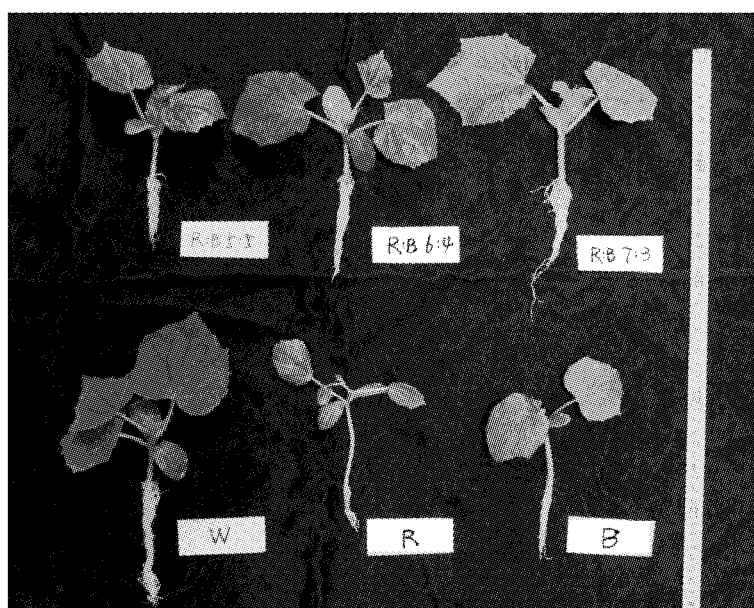


图 2 苗龄 30 d 的黄瓜幼苗

Fig. 2 30 days seedling age of cucumber

表 2

不同光质对黄瓜幼苗生长的影响

Table 2

Effects of different light qualities on growth of cucumber seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	胚轴长 Hypocotyl length /cm	茎粗 Stem diameter /mm	叶片数 Leaf number /片	根体积 Root volume /cm ³	叶绿素 Chl content /(mg · (100g) ⁻¹)	叶面积 Leaf area /cm ²	全株干质量 Dry weight /g	壮苗指数 Healthy index
W	6.19cd	3.48c	3.38c	3.1b	0.73b	52.73c	54.30a	0.324bc	0.176 6c
R	9.30a	6.70a	2.37d	3.0b	0.13d	41.86d	12.94e	0.105d	0.026 7d
B	6.34c	4.32b	3.29c	2.0c	0.17d	57.38b	24.80d	0.153d	0.079 1d
55	5.73de	3.44c	3.96b	3.0b	0.53c	63.49a	34.18c	0.281c	0.194 1c
64	5.41e	2.90d	3.74b	3.1b	0.77ab	57.41b	47.16b	0.340b	0.235 1b
73	7.01b	3.77c	4.44a	3.3a	0.82a	61.27a	53.31a	0.445a	0.282 0a

2.2 试验 2 条件下不同光质处理对黄瓜幼苗生长影响

从表 3 可以看出,纯红光幼苗生长缓慢,下胚轴最长,叶片稍卷曲,叶面积最小,叶色偏黄,显示非正常生长(图 4),性状指标均低于其它处理;各性状指标显示红蓝光混合处理要优于单色光处理,从 6 个处理的叶面积、全株干质量及壮苗指数(图 3)来看,以红蓝光混合 6:4 为最优,其次为普通荧光处理和红蓝光混合 7:3,纯红光处理最低。纯红光处理叶片颜色最浅,叶绿素含量最低,普通荧光处理其次,红蓝光混合 6:4 和 5:5 为优。

表 3

不同光质对黄瓜幼苗生长的影响

Table 3

Effects of different light qualities on growth of cucumber seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	胚轴长 Hypocotyl length /cm	茎粗 Stem diameter /mm	叶片数 Leaf number /片	根体积 Root volume /cm ³	叶绿素 Chl content /(mg · (100g) ⁻¹)	叶面积 Leaf area /cm ²	全株干质量 Dry weight /g	壮苗指数 Healthy index
W	11.59c	5.54cd	4.21ab	4.4a	0.48a	54.43c	47.74b	0.435b	0.158 1b
R	13.74b	10.49a	3.04d	3.9b	0.08c	36.34d	17.04e	0.147e	0.032 4e
B	15.57a	8.12b	4.13b	3.9b	0.28b	56.17bc	32.03d	0.344cd	0.091 4d
55	9.24d	5.23d	3.79c	4.1ab	0.17bc	58.01ab	32.71cd	0.311d	0.127 7c
64	11.80c	4.29e	4.48a	4.3a	0.59a	59.40a	56.31a	0.522a	0.198 3a
73	10.40d	5.89c	4.20ab	4.3ab	0.21bc	56.04bc	37.35c	0.364c	0.146 9bc

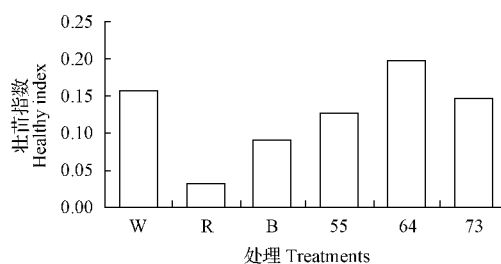


图 3 不同光质对黄瓜苗壮苗指数的影响
Fig. 3 Effects of different light qualities on healthy index of cucumber seedlings

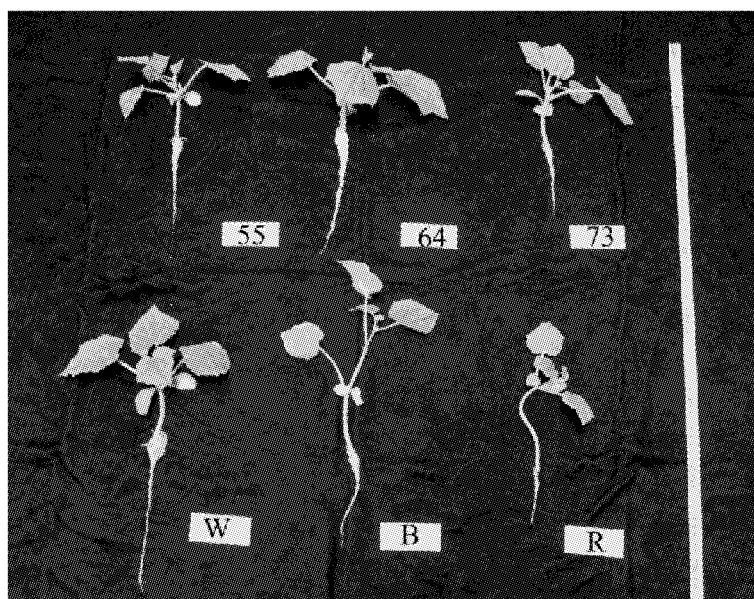


图 4 苗龄 33 d 的黄瓜幼苗
Fig. 4 33 days seedling age of cucumber

3 结论与讨论

从以上 2 个试验结果来看,黄瓜幼苗在红、蓝单一光质下均生长不良,红蓝光混合处理优于单色光,与多数的前人研究结果一致;红光可促进下胚轴伸长造成徒长,蓝光可降低下胚轴的高度抑制徒长;综合各性状表现,在光强 $270 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $14 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期、温度控制 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 30^\circ\text{C}$ 、 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 23^\circ\text{C}$ 条件下,红蓝光混合配比 7:3 的 LED 光源有利于黄瓜幼苗生长,这与唐大为等^[5]结果相一致;在光量子 $270 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $14 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期、温度控制 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 32^\circ\text{C}$ 、 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 26^\circ\text{C}$ 条件下,红蓝光混合配比 6:4 的 LED 光源有利于黄瓜幼苗生长。

该试验是在人工气候室内完成,温度容易控制,虽然 2 个试验温度相差小,但 2 个时间段的温度值相对稳定,日积月累对不同光质下光合产物的形成会有影响。通常温度升高易徒长,如果利用蓝光能使植株矮壮^[6]这一点,适当增加蓝光的比例能起到抑制徒长的作用。从该试验的结果看,当环境温度升高时,LED 光源从红蓝光配比 7:3 适宜变为 6:4 适宜。另外,该试验未在自然条件下进行,没有自然光介入,对于运用纯人工光照的工厂化育苗及生产,试验是有意义的,试验结果对于常规育苗生产也是可提供借鉴的。

该试验结果与闻婧等^[9]在相同红蓝光波长条件下得出的红蓝光混合 7:1 为最优的结论不一致,与曹刚等^[10]得出的红蓝光混合 8:2 为最优的结论也不一致。分析可能是与试验中的红蓝光波长、光强、光周期、温度均有关系,闻婧等^[9]试验所设光量子为 $(154 \pm 1) \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,光周期为 $10 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$;曹刚

等^[10]试验所设光量子为 $(50 \pm 5) \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,光周期为 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$,温度控制也与该试验不同;所以今后有必要对不同的光量子、不同光周期、不同温度条件下的 LED 红蓝光的使用配比进行研究,找出耦合点。

LED 光环境调控在我国蔬菜育苗生产中的应用还处于起步阶段,制约我国 LED 光调控技术在育苗生产中大面积应用的主要原因之一就是农用 LED 光源还处于试验研究阶段^[3],不论是工厂化育苗中作为光源利用还是农家育苗作为补光之用,针对 LED 利用于不同蔬菜种类育苗的研究还有待于进一步开展。

参考文献

- [1] 杨其长,张成波. 植物工厂概论[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2005.
- [2] 崔瑾,徐志刚,邸秀茹. LED 在植物设施栽培中的应用和前景[J]. 农业工程学报,2008,24(8):249-253.
- [3] 苏娜娜,郭奇,崔瑾. 光环境调控技术在蔬菜工厂化育苗中的应用及前景[J]. 中国蔬菜,2013(4):14-19.
- [4] 常涛涛,刘晓英,徐志刚,等. 不同光谱能量分布对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 中国农业科学,2010,43(8):1748-1756.
- [5] 唐大为,张国斌,张帆,等. LED 光源不同光质对黄瓜幼苗生长及生理生化特性的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2011,46(3):44-48.
- [6] 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.
- [7] 裴孝伯,李世诚,张福媛,等. 温室黄瓜叶面积计算及其与株高的相关性研究[J]. 中国农学通报,2005,21(8):80-82.
- [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] 闻婧,杨其长,魏灵玲,等. 不同波峰的 LED 红蓝光质组合对黄瓜苗生长和光合特性的影响[J]. 江苏农业学报,2013,29(3):619-625.
- [10] 曹刚,张国斌,郁继华,等. 不同光质 LED 光源对黄瓜苗期生长及叶绿素荧光参数的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(6):1297-1304.

Effects of Different Temperature and Different Light Qualities on Growth of Cucumber Seedlings

HE Weiming^{1,2}, LIU Panguan^{1,2}, WU Zhanhui^{1,2}, LIU Mingchi^{1,2}

(1. Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097; 2. Key Laboratory of Urban Agriculture (North), Ministry of Agriculture, Beijing 100097)

Abstract: Cucumber was used as test materials, the effects of different temperature and different light qualities generated by LED on growth of cucumber seedlings were studied. Treatments were designed with red LED (R), blue LED (B) and the complex light of red and blue LED (R/B=5:5, 6:4, 7:3), compared to the treatment of white fluorescent light (CK). The results showed that the cucumber seedlings had a bad growth status under only red or blue LED. Comprehensive various characteristics, under the conditions of $270 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ light intensity and $14 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ photoperiod, the treatment of R/B=7:3 LED was suitable for the growth of cucumber seedlings at $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 30^\circ\text{C}$, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 23^\circ\text{C}$, the treatment of R/B=6:4 LED was suitable for the growth of cucumber seedlings at $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 32^\circ\text{C}$, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1} 26^\circ\text{C}$.

Keywords: LED; light quality; temperature; seedling growth