

# 不同光质对黄瓜种子发芽、幼苗生长及抗寒性的影响

刘卫成, 韦峰, 韩泽宇, 祁娟霞, 张亚红

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**以‘新优亮 K21’黄瓜为试验材料,采用 5 种光质(红 R、蓝 B、红蓝比 7R/1B、红蓝比 5R/1B、自然光 CK)对种子及幼苗进行处理,研究了不同光质对黄瓜种子萌发、幼苗生长及幼苗抗寒性的影响,以期筛选对黄瓜生长最优的光质。结果表明:R 处理下种子发芽率最高,比 CK 高 25.98%,且株高、鲜质量、干质量、根长等指标都随着复合光之中红光所占比例增大而逐渐增大,株高以 R 处理最高,比 CK 高 1.23 cm;茎粗以 7R/1B 处理最好,比 CK 高 0.43 mm;根长以 7R/1B 处理最大,比 CK 长 1.00 cm;幼苗经低温处理后,各处理相对叶绿素含量、电解质渗透率、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性及过氧化氢酶(CAT)活性均发生变化,且在处理第 5 天存在显著性差异,抗寒性表现最优的光质为 5R/1B。综合以上情况得出,对黄瓜生长发育最优光质处理为 5R/1B 和 7R/1B。

**关键词:**黄瓜;光质;抗寒性

**中图分类号:**S 642.204<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)19-0059-04

光是植物生长发育最重要的环境因素之一,控制着植物的生长、发育和分化的过程,且光质对植物气孔器

运动、叶片生长、光合色素以及光合碳同化都有一定的调控作用<sup>[1]</sup>。

**第一作者简介:**刘卫成(1992-),男,陕西咸阳人,本科,研究方向为设施园艺环境。E-mail:745761696@qq.com。

**责任作者:**张亚红(1965-),女,宁夏平罗人,博士,教授,博士生导师,现主要从事设施园艺环境教学与科研等工作。E-mail:zyh-cau@sina.com。

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2014BAD05B02);宁夏回族自治区科技支撑计划资助项目(2013)。

**收稿日期:**2016-04-20

传统用的白炽灯、荧光灯等,耗能高、能量利用率低且光谱与植物生长所需的光谱有一定差异。长期的科研试验和生产实践表明,传统光源不符合植物对光谱和能量分布的要求,致使植物对光能利用率低,生长发育状况较差。而 LED 灯具有体积小、耗电低、寿命长、单色性好、绿色环保等诸多优点,是继白炽灯、荧光灯和 HID 灯之后的第四代新型光源。郝东川等<sup>[2]</sup>研究表明,LED 灯补光对设施蔬菜产量有着不同程度的促进作用,尤其

**Abstract:** ‘Jinyou No. 1’ cucumber was used as test materials and one way ANOVA was used, the effects of continuous light and intermittent light with different frequencies of LED on the growth and photosynthesis of cucumber seedlings for the purpose of getting the best combination of frequency and duty ratio for the growth of cucumber seedlings, saving energy and having good quality and high yield were studied. The control group was continuous LED light(CK) and the treatment groups were intermittent light with frequencies of 0.1 Hz(T1), 100 Hz(T2), 100 000 Hz(T3). Each treatment had three replications. The results indicated that with the decrease of frequencies of LED, the plant height, fresh stalk and leaf mass of cucumber seedlings increased, which were significantly higher than the control group. With the increase of frequencies of LED, the stem diameter, leaf area, maximum quantum yield of PSII under dark adaptation increased, which were significantly higher than that of control group. Thus it could come to conclusions that different frequencies had positive effects on the growth, photosynthesis and fluorescence of cucumber seedlings. Intermittent light with low frequencies might be good for the increase of accumulation of dry matter, growth rate and fitness. That with high frequencies might be good for making plant morphology of cucumber seedlings better for photosynthesis.

**Keywords:** cucumber; LED; intermittent light; frequency

是瓜果类蔬菜促进最为明显。LED 光源在植物组织培养、育苗、花卉、瓜果蔬菜等的设施栽培上都有广泛的应用,有着很好的应用前景<sup>[3]</sup>。

低温冷害是影响农业生产持续稳定发展的重要灾害之一,它有大尺度性、综合性及地区差异等特点,对粮食、蔬菜生产都有很大的影响,在北方地区表现得尤为明显。因此,加强对低温冷害发生规律及防御技术的研究,对农业稳定和国民经济的发展有着重大而深远的意义。

目前补光技术在植物生长中应用的相当广泛,对于不同光质 LED 灯对植物光合特性<sup>[4]</sup>、生理特性<sup>[5]</sup>以及品质<sup>[6]</sup>等方面的研究较多,而不同光质对植物抗寒性的影响尚鲜见报道。现以黄瓜‘新优亮 K21’为试材,采用不同的光质对其进行补光处理研究种子萌发、幼苗生长及抗寒性,以期为北方设施蔬菜越冬提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2015 年 4—6 月在宁夏大学农科实训基地双连栋玻璃温室中进行。地理坐标为东经 105°49′~106°18′,北纬 38°08′~38°21′,年平均日照时数 2 800~3 000 h,年平均气温 8.5℃左右,无霜期 175 d 左右,年平均降水量 200 mm 左右。

### 1.2 试验材料

供试黄瓜品种为“新优亮 K21”。LED 灯管由宸华 LED 植物生长灯有限公司订做,分别为红光(R)、蓝光(B)、红光与蓝光比值(灯珠个数比)5/1(5R/1B)和 7/1(7R/1B),以自然光照射为对照(CK)。通过调节光源高度,使各处理光量子通量密度均保持在 $(100 \pm 2) \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。用反光板制作 4 个长×宽×高(100 cm×120 cm×100 cm)的暗盒并与外界通风,每个暗盒分别安装不同配比的 LED 灯管各 4 支。

测试仪器为 ZDR-11 型温湿度记录仪(杭州泽大有限公司)、便携式叶绿素荧光仪(德国 Walz 公司,PAM-2100)、人工气候箱(PGX-350D-30 型)等。

### 1.3 试验方法

1.3.1 种子萌发试验 温水浸种 6~7 h 后分装在铺有滤纸的培养皿中,每个培养皿放置种子 100 粒,在不同光质下开始发芽试验,各处理光照时间与 CK 时间相同,通过控制器进行控制,补光时间与室外光照时间相同;试验环境温度为 18.0~19.3℃,湿度为 58.0%~60.4%。每处理 3 次重复。

1.3.2 幼苗生长试验 分别在培养皿中挑选长势相同的幼苗,将其均匀放入营养钵内生长,基质成分为沙土:基质=6:2,加少量营养液。分别放在安装不同光

质(R、B、5R/1B、7R/1B、CK)的盒中培养,每个处理 80 株。光照时间、温度、湿度同上。

1.3.3 幼苗抗寒性试验 将不同光质处理 40 d 的幼苗(共 70 株)置于人工气候箱(PGX-350D-30 型)中进行低温处理,设置昼/夜温度 12℃/8℃,相对湿度 50%~60%,土壤湿度保持在 60%~80%;光源为智能人工气候箱自带灯管,设定光照强度为 4 000 lx,光照时间为 09:00—16:00(按冬季日光温室揭放苫时间设置),进行低温处理。

### 1.4 项目测定

萌发期每隔 24 h 统计发芽数,发芽率(%)=(发芽种子数/处理种子数)×100;发芽指数  $GI = \sum(Gt/Dt)$ , Gt 为在 t 日的发芽数, Dt 为相应的发芽日数。不同光质处理 30 d 后测试,每处理随机取样 10 株,分别测量株高、茎粗、根长、鲜质量、干质量等指标。在低温处理的第 0、5、10 天取各处理幼苗的生长点下第 3、4 片展开真叶进行相对叶绿素含量、电解质渗透率的测定。超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定采用氮蓝四唑比色法、过氧化物酶(POD)活性的测定采用愈创木酚法、过氧化氢酶(CAT)活性的测定采用紫外吸收法。

### 1.5 数据分析

试验数据采用 SPSS 17.0 数据统计软件和 Excel 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同光质对黄瓜种子萌发的影响

由表 1 可知,不同光质的处理影响了黄瓜种子的萌发。其中除 B 外,R、7R/1B、5R/1B 的发芽率均显著优于 CK,R 处理下萌发最好,比 CK 高 25.98%。且 B 处理下发芽率、发芽势显著低于 CK,比 CK 低 11.61%。

表 1 不同光质处理对黄瓜种子萌发的影响

Table 1 Effect of different light quality on seed germination of cucumber

| 处理<br>Treatment | 发芽率<br>Germination rate/% | 发芽指数<br>Germination index |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| R               | 86.37±0.5a                | 39.0±0.6a                 |
| 7R/1B           | 79.33±1.2b                | 36.0±0.3b                 |
| 5R/1B           | 81.22±0.4b                | 37.2±0.6b                 |
| CK              | 68.56±0.3c                | 31.6±0.6c                 |
| B               | 61.43±0.7d                | 28.5±0.6d                 |

注:不同小写字母表示  $P<0.05$ ,结果表示为  $M \pm SD$ 。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant difference at 0.05 level. The result shows as  $M \pm SD$ . The same below.

### 2.2 不同光质下黄瓜幼苗生长状况统计分析

不同光质处理的幼苗株高与 CK 处理的幼苗均有差异,以 R 处理最高为 4.40 cm,比 CK 高 1.23 cm,其次

为 7R/1B、5R/1B、B; 茎粗为不同光质处理下的幼苗均明显高于 CK 处理, 以 7R/1B 处理最大为 1.98 mm, 比 CK 大 0.43 mm; 根长指标, 不同光质处理下的幼苗与 CK 均有差异, 分别为 7R/1B>5R/1B>CK>B>R, 以 7R/1B 的根系最长为 8.86 cm, 比 CK 长 1.00 cm。从表 2 还可以看出, R、7R/1B 下的幼苗株高与 CK 在 0.05 水平存在

显著差异, 而 B、5R/1B 之间不存在显著差异; 茎粗方面, 7R/1B 和 CK 存在显著差异, 7R/1B、R、B 之间不存在显著差异; 根长方面, R、7R/1B、5R/1B、B、CK 之间不存在显著差异; 鲜质量以 7R/1B 最大, 与 R、5R/1B、CK 间存在显著差异; 干质量各处理间在 0.05 水平不存在显著差异。

表 2 不同光质下黄瓜幼苗的生长状况统计分析

Table 2 Cucumber seedling growth under different LED light treatments

| 处理<br>Treatment | 株高<br>Plant height/cm | 茎粗<br>Stem diameter/mm | 根长<br>Root height/cm | 鲜质量<br>Fresh weight/g | 干质量<br>Dry weight/g |
|-----------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| R               | 4.40±0.30a            | 1.80±0.06ab            | 6.63±3.00a           | 0.50±0.023b           | 0.029±0.002a        |
| 7R/1B           | 4.30±0.95a            | 1.98±0.30a             | 8.86±2.49a           | 0.67±0.045a           | 0.038±0.004a        |
| 5R/1B           | 3.76±0.21ab           | 1.57±0.25b             | 8.06±3.49a           | 0.48±0.013b           | 0.033±0.003a        |
| B               | 3.53±0.35ab           | 1.89±0.39ab            | 7.40±2.66a           | 0.54±0.033ab          | 0.035±0.002a        |
| CK              | 3.17±0.26b            | 1.55±0.05b             | 7.86±2.48a           | 0.41±0.021b           | 0.036±0.003a        |

### 2.3 低温处理对黄瓜幼苗叶绿素含量及相对电导率影响

从图 1A 可以看出, 经低温处理后, 各处理相对叶绿素含量呈下降趋势, 表明低温胁迫影响了相对叶绿素的含量并加速其衰减。下降幅度为 R>B>7R/1B>CK>5R/1B, 在低温处理的 5 d, CK、B、5R/1B 之间存在显著

性差异, R 和 7R/1B 差异不显著, B 处理下低温处理 5 d 后叶绿素含量最高; 图 1B 表明, 各处理所育幼苗的电解质渗透率在低温处理过程中均有上升。低温第 5 天, 5R/1B 幼苗电解质渗透率上升幅度为 3%, 显著低于 CK (10%), 而 7/1B、B 和 R 上升幅度 (20%、44.6% 和 30.5%) 显著高于 CK。

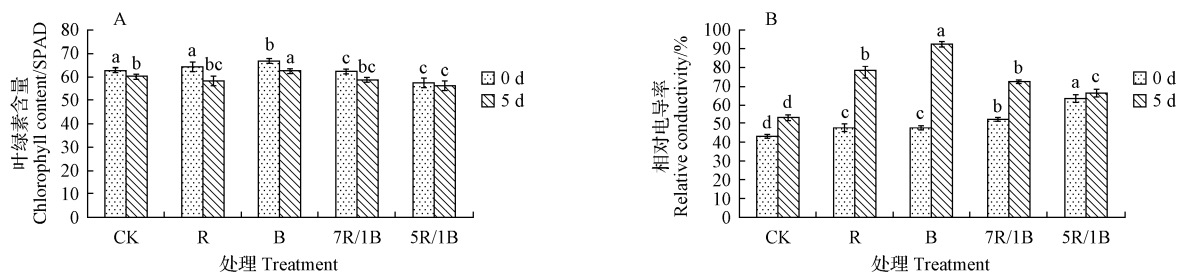


图 1 不同光质处理对黄瓜叶绿素含量及相对电导率的影响

Fig. 1 Effect of different light qualities on the chlorophyll content and relative conductivity of cucumber seedlings

### 2.4 低温处理对幼苗 SOD、POD、CAT 活性的影响

由表 3 可知, 低温期间各处理幼苗 SOD 活性均呈上升趋势。低温处理第 5 天, 上升幅度为处理前的数倍, 依次为 5R/1B(3.13 倍)>7R/1B(1.82 倍)>R(0.55 倍)>CK(0.50 倍)>B(0.48 倍); POD 活性经低温处理后也呈上升趋势, 在第 5 天, 上升幅度依次为 5R/1B (2.68 倍)>7R/1B(2.38 倍)>R(0.60 倍)>B(0.32 倍)>

CK(0.29 倍); 各处理 CAT 活性表现同 SOD 活性及 POD 活性相反, 呈下降趋势, 下降幅度为 B(1.52 倍)>R (0.99 倍)>CK(0.77 倍)>5R/1B(0.56 倍)>7R/1B (0.45 倍); 研究发现低温可影响膜系统, 从而影响膜上酶的活性。故综合上述情况, 各处理中以 5R/1B 所育幼苗在低温下表现较优。低温处理第 10 天, 酶活性丧失。

表 3 低温处理对幼苗 SOD、POD、CAT 活性的变化

Table 3 Changes of the activities of SOD, POD and CAT in the seedlings under low temperature

| 处理<br>Treatment | 超氧化物歧化酶活性 SOD activity/(U·g <sup>-1</sup> ) |             |      | 过氧化物酶活性 POD activity/(μmol·min <sup>-1</sup> ·g <sup>-1</sup> ) |              |      | 过氧化氢酶活性 CAT activity/(μmol·min <sup>-1</sup> ·g <sup>-1</sup> ) |             |      |
|-----------------|---|-------------|------|---|--------------|------|---|-------------|------|
|                 | CK  |             |      | CK  |              |      | CK  |             |      |
|                 | 0 d   | 5 d         | 10 d | 0 d   | 5 d          | 10 d | 0 d   | 5 d         | 10 d |
| R               | 47.6±12.1a                                  | 73.7±34.0ab | 0    | 23.50±8.10b   | 37.60±15.13a | 0    | 48.30±2.3bc   | 24.23±1.2b  | 0    |
| 7R/1B           | 34.2±6.3b                                   | 96.6±47.0a  | 0    | 16.53±2.40d   | 55.80±4.70a  | 0    | 51.20±1.6b  | 35.20±2.6a  | 0    |
| 5R/1B           | 25.3±12.1b                                  | 104.5±55.6a | 0    | 13.40±2.50c   | 49.29±7.10a  | 0    | 53.30±3.2b  | 34.22±3.7a  | 0    |
| B               | 28.4±8.2a                                   | 42.1±13.6b  | 0    | 59.08±6.80d   | 77.76±1.30a  | 0    | 48.40±1.8c  | 19.20±4.0b  | 0    |
| CK              | 26.4±10.1a                                  | 39.6±3.1b   | 0    | 40.65±5.70a   | 52.60±8.70a  | 0    | 68.20±7.8a  | 38.40±4.04a | 0    |

### 3 结论与讨论

不同光质下的黄瓜种子萌发有差异。以自然光为对照,红光下种子发芽率最高,比 CK 高 25.98%,而蓝光处理则显著低于对照,比对照低 11.61%。总体表现为,以红光为主导的光质利于黄瓜种子的萌发。

不同光质下黄瓜幼苗长势均优于 CK,且随 R 光质比例的增加,植株长势越好。不同光质处理的幼苗株高与 CK 处理的幼苗均有差异,以 R 处理最高,比 CK 高 1.23 cm,其次为 7R/1B、5R/1B、B;茎粗不同光质处理下的幼苗均显著高于 CK,以 7R/1B 处理最大,比 CK 高 0.43 mm;根长指标,不同光质处理下的幼苗与 CK 均有差异,从大到小依次为 7R/1B>5R/1B>CK>B>R,以 7R/1B 的根系最长,比 CK 长 1.00 cm,R 处理根长最小,比 CK 小 1.23 cm。这与前人研究的红光可以促进植株伸长生长,有利于可溶性糖的积累,而蓝光则有利于叶片的伸展及抑制茎的伸长结果相同。

不同光质处理下幼苗的 SOD、POD、CAT 活性、细胞膜透性是较好地反映其抗逆能力的指标。抗寒性试验结果表明,经低温处理后,各处理相对叶绿素含量呈下降趋势,下降幅度为 R>B>CK>7R/1B>5R/1B;各处理所育幼苗的电解质渗透率在低温处理过程中均有上升。低温第 5 天,5R/1B 幼苗电解质渗透率上升幅度

最小为 3%,而 B 幼苗电解质渗透率上升幅度最大为 44.6%;低温期间各处理幼苗 SOD 活性均呈上升趋势。上升幅度为处理前的数倍,在第 5 天时,5R/1B(3.13 倍)上升幅度最大,B(0.48 倍)的上升幅度最小;POD 活性经低温处理后也呈上升趋势,在第 5 天时,上升幅度为 5R/1B(2.68 倍)最大,CK(0.29 倍)最小;各处理 CAT 活性表现同 SOD 活性及 POD 活性相反,呈下降趋势,下降幅度为 B(1.52 倍)最大,7R/1B(0.45 倍)最小。

### 参考文献

- [1] 郑洁,胡美君,郭延平.光质对植物光合作用的调控及其机理[J].应用生态学报,2008,19(7):1619-1624.
- [2] 郝东川,司雨.LED 灯对设施栽培瓜果类蔬菜产量的影响[J].长江蔬菜,2012(18):58-60.
- [3] 赵根,潘月,杨钰,等.LED 光源在设施园艺生产中的应用与前景[J].浙江农业科学,2013,1(9):1110-1112.
- [4] 许莉,刘世琦,齐连东,等.不同光质对叶用莴苣光合作用及叶绿素荧光的影响[J].中国农业通报,2007,23(1):96-100.
- [5] 刘庆,连海峰,刘世琦,等.不同光质 LED 光源对草莓光合特性、产量及品质的影响[J].应用生态学报,2015,26(6):1743-1750.
- [6] 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(1):44-48.
- [7] 高波,杨振超,李万青,等.3 种不同 LED 光质配比对芹菜生长和品质的影响[J].西北农业学报,2015,24(12):125-132.

## Effect of Different Light Qualities on the Seed Germination, Seedling Growth and Cold Resistance of Cucumber

LIU Weicheng, WEI Feng, HAN Zeyu, QI Juanxia, ZHANG Yahong  
(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Taking 'New bright K21' cucumber as experimental materials and the seeds with five kinds of quality of lights (red R; blue B; 7 red and 1 blue, 7R/1B; 5 red and 1 blue, 5R/1B; natural light as CK) were treated to study the effect of different light qualities on cucumber seed germination, seedling growth and cold resistance of the seedlings, in order to select the best light quality for cucumber. The results showed that R treatment of seed germination rate was the highest which was 25.98% higher than CK treatment, additionally, plant height, fresh weight, dry weight, root length and other indicators increased as the compound light red proportion increased. The plant height of R treatment was the highest which was 1.23 cm higher than CK treatment. 7R/1B was the best treatment for stem diameter, 0.43 mm wider than CK treatment; the root length was the longest with 7R/1B treatment as well which was 1.00 cm longer than CK treatment. After low temperature treatment, the relative chlorophyll content, electrolyte leakage, SOD activity, POD activity and CAT activity of the seedling were changed, and on the fifth day there was a significant difference. The optimal quality for cold resistance was 5R/1B. Based on the above analysis, the best optimal light treatment for growth of cucumber were 5R/1B and 7R/1B.

**Keywords:** cucumber; light qualities; cold resistance