

## 功能性 LED 灯补光对微型月季越夏生长的影响

吴宗梅<sup>1</sup>, 葛少阔<sup>1</sup>, 严吴炜<sup>1</sup>, 瞿辉<sup>2</sup>, 翁惠琴<sup>3</sup>, 吕小亮<sup>4</sup>, 于永军<sup>5\*</sup>

(1. 无锡佳培科技有限公司, 江苏无锡 214107; 2. 江苏省农业技术推广总站, 江苏南京 210029; 3. 羊尖镇农业农村局农业发展科, 江苏无锡 214107; 4. 锡山区农业农村局, 江苏无锡 214100; 5. 锡山区先锋家庭农场, 江苏无锡 214107)

**摘要** 以微型月季“橙色宝石”和“辉煌”为材料, 采用基质营养钵育苗(基质为草炭:珍珠岩=8:2的混合基质)的方式, 每天对“橙色宝石”和“辉煌”用2种不同的补光时长进行定时补光(利用定时器设置), 整个试验持续30 d。共包括3种处理方式(CK, 不补光; T1, 每天06:00—08:00和18:00—20:00; T2, 每天05:00—08:00和18:00—21:00), 研究在夏季高温时期使用功能性LED灯补光对微型月季植株生长的影响。结果表明, 与CK相比, 高温时期在棚室内使用功能性LED灯每天进行定时补光对“辉煌”和“橙色宝石”2种微型月季的生长状况都会产生不同程度的影响。由此可知, 使用相同LED补光灯作为光源, 不同时长进行补光处理后2个微型月季品种植株的冠幅、株高、茎粗、分枝数、叶绿素含量、抗病能力等指标都有较显著的优化现象。早晚各补光3 h时, 这2个品种微型月季植株的生长发育情况最佳。

**关键词** 辉煌; 橙色宝石; LED灯; 补光; 生长指标

**中图分类号** S123 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)09-0045-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.09.013



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effect of Functional LED Lamp on *Rosa chinensis minima* Growth in Summer

WU Zong-mei, GE Shao-kuo, YAN Wu-wei et al (Wuxi Jiapai Technology Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu 214017)

**Abstract** In this experiment, the “orange gem” and “brilliant” rose were used as the materials, and the seedling was reared in a nutrient bowl (the substrate was peat:perlite = 8:2), the “orange gem” and “brilliant” were filled with 2 different time-lengths (set by timer) every day. The whole experiment lasted 30 days. There were three types of treatments (CK, no light; T1, 06:00—08:00 and 18:00—20:00; T2, 05:00—08:00 and 18:00—21:00), in order to study the effect of supplementary light of functional LED lamp on the growth of micro-rose during high temperature in summer. The results showed that compared with CK, the growth of two kinds of miniature roses, “brilliant” and “orange gem”, would be affected to some extent by using functional LED light to supplement light every day in high temperature period. According to the overall experimental data, using the same LED supplementary light as the light source, the crown width, plant height, stem diameter, number of branches, chlorophyll content and disease resistance of the two cultivars were all significantly optimized after different length of light supply. The growth and development of the two cultivars were the best when the light supply was 3 hours in the morning and 3 hours in the evening.

**Key words** Brilliant; Orange gem; LED lamp; Fill light; Growth index

微型月季(*Rosa chinensis minima*)是现代月季的一种, 株型较为矮小紧凑, 叶片和花朵娇小可爱, 花色丰富多彩, 用途广泛, 备受人们喜爱。在相同温差条件下, 较长光照时长可使微型月季开花数明显增多、开花提早, 使株型更加紧凑美观<sup>[1]</sup>。研究表明, 微型月季每天最好保持 10 000 lx 的光照量, 光照时长 18 h<sup>[2]</sup>。

光照是植物生长发育不可缺少的环境条件之一, 光通过影响光合作用、光形态建成和光周期来调节植物的生长发育。在光照充足的情况下, 微型月季生长速度快, 抗病能力强, 侧芽多, 花头数量多<sup>[3]</sup>。光周期可以调控作物的成花诱导和花芽分化<sup>[4]</sup>, 作物经受的光照时间越长越有利于其光合产物的积累, 越利于作物的生长发育。不同光质中, 红光显著提高地上生物量的积累, 有利于产量的提高, 但降低维生素 C 和粗蛋白质含量; 蓝光具有明显矮化植物的效果, 同时提高生菜的维生素 C 和粗蛋白质含量<sup>[5]</sup>; 紫外 UV-B 抑制作物徒长, 促进果实成熟, 提高蛋白质和维生素的含量, 促进花

果着色, 对土壤进行杀菌消毒, 激活植物免疫机能, 抑制植物病虫害。研究表明, 光周期延长极显著促进红皮云杉、沙松木的生长发育<sup>[6]</sup>; 延长光照时间可以促进茶苗的光合作用<sup>[7]</sup>。

而在越夏高温季节, 保护地栽培作物时为了降低棚内温度会采用开启遮阳、启动水帘风机的方式来降温, 造成保护地内光照强度弱、高温高湿的环境条件(温度长期超过 30 ℃, 湿度长期超过 80%), 非常不利于微型月季的生长发育。以功能性 LED 灯作为光源在微型月季越夏栽培期间进行一定时长的补光, 可以减少由于保护地遮阴对光照强度及光照时间所产生的不利影响, 改善保护地内光照条件的同时不会造成环境温度的升高。笔者在棚室内研究在高温季节利用功能性 LED 灯补光对 2 种微型月季“辉煌”“橙色宝石”冠幅、株高、茎粗、分枝数、叶绿素含量、病斑数等生长指标的影响, 以为微型月季越夏栽培提供科学依据。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 所用功能性 LED 补光灯为杭州小太阳公司出品的 LED 植物杀菌补光灯(主光谱集中于红光、蓝光和中波紫外 UV-B 3 种波段); 2 种微型月季分别为扦插 50 d 以上的辉煌和橙色宝石扦插苗。

**1.2 试验方法** 试验在先锋家庭农场的连栋塑料薄膜温室内进行, 采用草炭:珍珠岩=8:2的混合基质营养杯栽培的方

**基金项目** 江苏省现代农业(花卉)产业技术体系锡山推广示范基地项目(JATS[2020]034); 无锡市“太湖人才”计划乡土人才大师工作室建设项目。

**作者简介** 吴宗梅(1992—), 女, 安徽当涂人, 从事植物工厂、作物无土栽培研究。\*通信作者, 高级农艺师, 从事设施花卉栽培研究。

**收稿日期** 2021-08-30; **修回日期** 2021-09-02

式进行。2021年5月5日分别从以上2个品种的扦插苗中选取根系发达、长势健壮一致、茎粗均匀一致的植株定植到11.0 cm×9.5 cm的营养杯中,每个营养杯中定植3株。定植完成后每个品种分为3组作3个处理,分别为不使用补光灯进行补光的对照组(CK);使用LED灯每天定时补光4 h的补光1组(T1);使用LED灯定时补光6 h的补光2组(T2)。

每个品种微型月季分别选取108盆进行试验,分成3组,每组36盆,每个处理放置1组不同品种的微型月季。在同一条潮汐苗床上进行,营养杯放置时按相同的株行距呈网格状排布。这6个组放置在温室的相同位置,每个处理之间使用不透光的黑色帘布进行阻隔。2盏LED灯分别悬挂在所在处理组植株正中心的上部,距离植株顶部80 cm的位置处。具体处理方法见表1。

表1 试验处理方法  
Table 1 Test treatment method

组别 Group	处理 Treatment	处理方法 Treatment method
CK	不补光	放置在温室内自然生长,不额外使用光源进行补光
T1	补光4 h	每天06:00—08:00和18:00—20:00使用LED灯进行人工补光,共计4 h/d
T2	补光6 h	每天05:00—08:00和18:00—21:00使用LED灯进行人工补光,共计6 h/d

试验开始后,为保证所有植株充足且一致的水肥供应,高温时期及时使用温室内的降温设施,使温室内的温湿度环

境尽量满足这2个微型月季品种的生长发育需求,每隔5 d将各组内的营养杯进行一次内外前后位置的轮换,尽量使每株月季接收到的光照均匀一致。每天观察记录植株长势。至2021年6月5日试验结束并测定这6组植株生长状况。

### 1.3 测定项目与方法

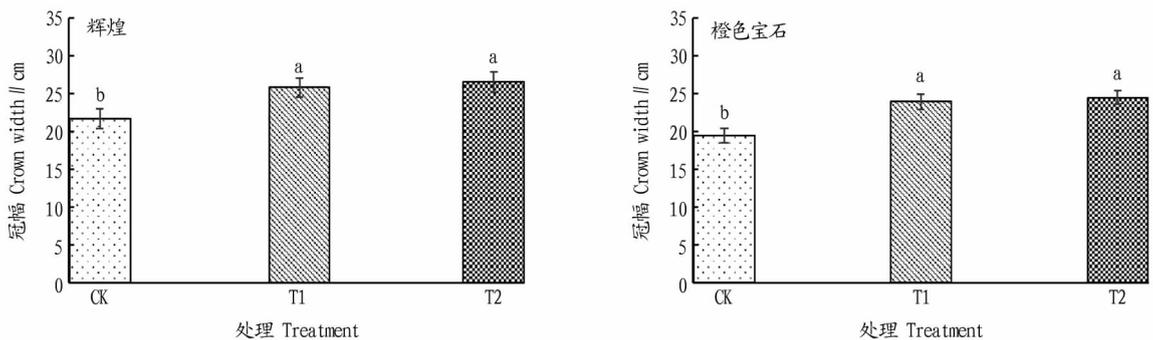
**1.3.1 生长指标。**试验结束后,分别测定各组植株的生长指标,包括冠幅、株高、茎粗、分枝数、相对叶绿素含量、病斑数等。使用普通钢尺测量植株的冠幅、株高,使用游标卡尺测量植株的茎粗。

**1.3.2 叶绿素含量。**使用手持式叶绿素测定仪进行检测。

**1.4 数据分析** 试验数据利用SPSS和Excel软件进行统计和分析。

## 2 结果与分析

**2.1 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季冠幅的影响** 由图1可知,使用LED灯补光后2种微型月季的平均冠幅均有所增加。品种“辉煌”中与CK相比T1、T2的冠幅分别增加了19.0%、22.5%，“橙色宝石”中与CK相比T1、T2的冠幅分别增加了23.2%、25.9%。2个品种均在6 h/d补光时长下达到最大冠幅,分别为26.4与24.3 cm。方差分析结果表明,这2个品种T1、T2之间冠幅差异均不显著,但均优于CK。由此可知,使用LED灯补光可以提高“辉煌”和“橙色宝石”的冠幅,但补光4 h/d和补光6 h/d对其影响程度差距较小。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

图1 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季冠幅的影响

Fig. 1 Effect of fill light on crown width of “brilliant” and “orange gem”

**2.2 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季株高的影响** 由图2可知,使用LED灯补光对2种微型月季的株高都有增高作用。“辉煌”中与CK相比,T1、T2的株高分别增加了23.9%、29.1%,在T2处理下达到最高17.9 cm,但该品种T1与T2、CK差异均不显著,T2与CK处理间差异显著。

“橙色宝石”中与CK相比,T1、T2的株高分别增加18.3%、19.0%,在T2处理下达到最高18.2 cm,该品种T1、T2之间差异不显著,但均与CK之间差异显著。说明使用LED灯补光对这2种微型月季都有一定的增加株高的作用。这3种处理对增加“辉煌”株高的效果:T1稍优于CK,但增效不显著,T2处理显著优于CK。对增加“橙色宝石”株高的效果:T1、T2处理均能显著增加株高,但这2种处理之间差异

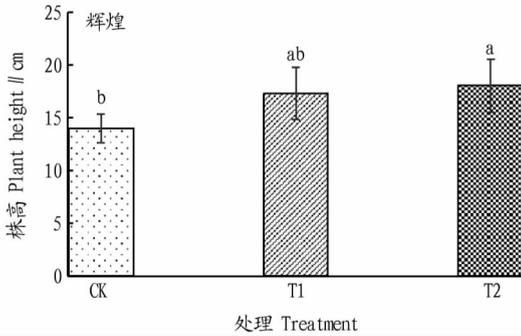
不显著。

**2.3 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季茎粗的影响** 由图3可知,与CK相比,T1、T2处理后“辉煌”茎粗分别增加了15.5%、24.5%，“橙色宝石”茎粗分别增加了14.7%、28.1%,且均在T2处理下达到最大值3.69和3.88 mm。方差分析结果表明,这2个品种的3个处理间差异显著。由此可知,使用LED灯补光能够增加这2个品种的茎粗,且增高效果为T2>T1>CK。

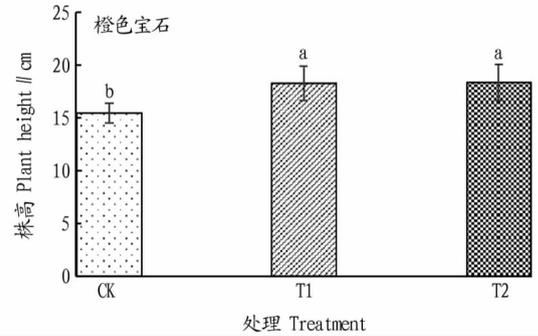
**2.4 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季分枝数的影响** 由图4可知,与CK相比,T1、T2处理后2个品种的分枝数均有一定的增加。

比CK相比,T1、T2处理后品种“辉煌”的分枝数分别

增加了 25.2%、34.8%，在 T2 处理时达到最大值为 5.65 枝。T1、T2 处理的效果均显著优于 CK，但 T1、T2 处理之间差异不显著。由此可知，LED 补光可以增加“辉煌”的分枝数，但补光 4 h/d 和补光 6 h/d 对其分枝数的影响差异不显著。



比 CK 相比，T1、T2 处理后“橙色宝石”分枝数分别增加了 19.3%、23.1%，在 T2 处理时达到最大值为 7.51 枝。T1 与 CK、T2 之间差异均不显著，但 T2 与 CK 之间差异显著。由此可知，LED 补光可以增加“橙色宝石”的分枝数，补光 6 h/d 对其分枝数的影响最大。

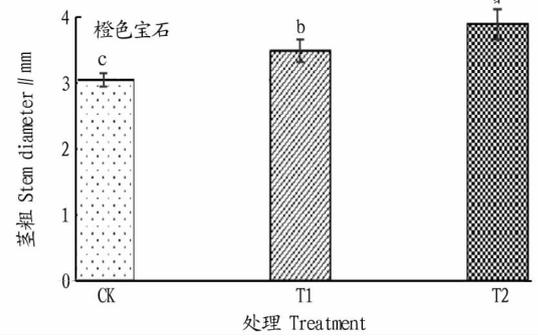
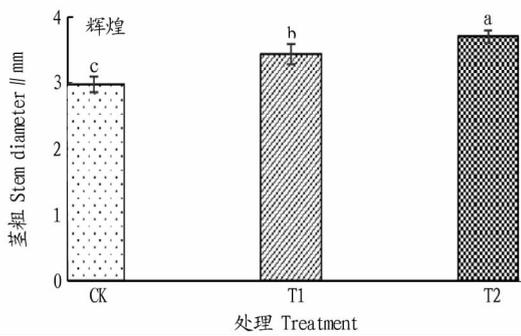


注：不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

图 2 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季株高的影响

Fig. 2 Effect of fill light on plant height of “brilliant” and “orange gem”

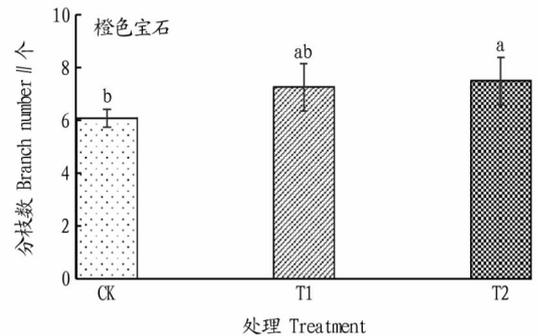
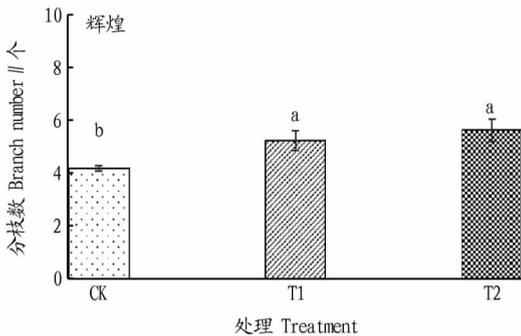


注：不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

图 3 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季茎粗的影响

Fig. 3 Effect of fill light on stem diameter of “brilliant” and “orange gem”



注：不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

图 4 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季分枝数的影响

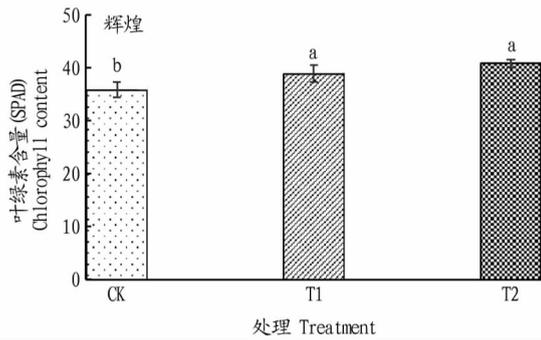
Fig. 4 Effect of fill light on branch number of “brilliant” and “orange gem”

**2.5 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季叶绿素含量的影响** 由图 5 可知，与 CK 相比，T1、T2 处理后 2 个品种的叶绿素含量均有一定的增加。

与 CK 相比，T1、T2 处理后“辉煌”的叶绿素含量分别增加了 8.5%、13.8%，“橙色宝石”的叶绿素含量分别增加了 13.9%、17.5%，均在 T2 处理时达到最大值 40.76 和 40.80。

这 2 个品种在经过 T1、T2 处理后的效果均优于 CK，但 T1、T2 处理之间差异不显著。由此可知，LED 补光可以增加

这2个品种的叶绿素含量,但补光4 h/d和补光6 h/d对其



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

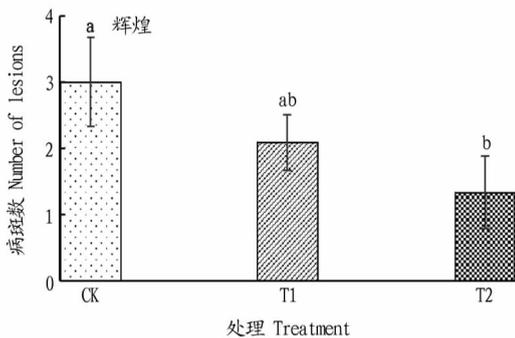
Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

图5 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季叶绿素含量的影响

Fig. 5 Effect of fill light on chlorophyll content of “brilliant” and “orange gem”

**2.6 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季叶片上病斑数的影响** 由图6可知,与CK相比,T1、T2处理后2个品种的病斑数量均明显偏少。

与CK相比,T1、T2处理后“辉煌”的病斑数量分别减少了30.6%、55.6%,在T2处理时达到最小值为1.34个/株。T1、T2处理的效果均优于CK,但T1与CK、T2处理之间差异不显著,CK与T2处理之间差异显著。由此可知,LED补光可以增加“辉煌”的抗病性,补光6 h/d对其抗病性提升效果



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

图6 补光对“辉煌”和“橙色宝石”微型月季病斑数的影响

Fig. 6 Effect of fill light on number of lesions of “brilliant” and “orange gem”

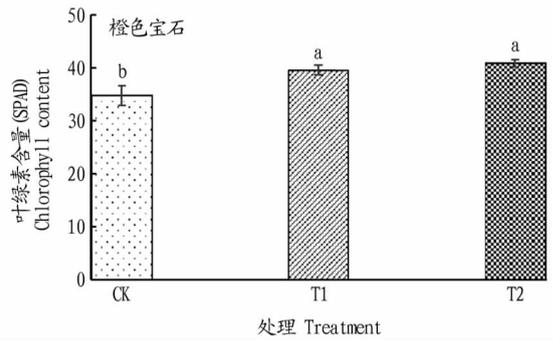
### 3 讨论

“辉煌”在平均冠幅、分枝数、叶绿素含量这3个指标上,表现为T1、T2处理均与CK差异显著,T2虽较T1有增幅但二者差异不显著;在平均株高、病斑数这2个指标上,表现为T2处理与CK差异显著,T1处理与其余2个处理差异均不显著,在平均茎粗上,3个处理之间差异均显著。

“橙色宝石”在平均冠幅、株高、叶绿素含量、病斑数4个指标上,表现为T1、T2处理均与CK差异显著,T2虽较T1有增幅但二者差异不显著;在平均分枝数上,表现为T2处理与CK差异显著,T1处理与其余2个处理差异均不显著;在平均茎粗上,3个处理之间差异均显著。

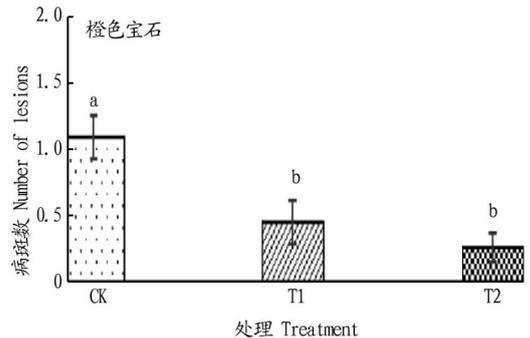
综上所述,与CK相比,T1、T2处理对“辉煌”和“橙色宝石”植株的平均冠幅、株高、茎粗、分枝数、叶绿素含量、病斑

叶绿素含量的影响差异不显著。



最为明显。

与CK相比,T1、T2处理后“橙色宝石”的病斑数分别减少了59.0%、76.9%,在T2处理时达到最小值为0.25个/株。T1、T2处理的效果均优于CK,且差异显著,但T1、T2处理之间差异不显著。由此可知,LED补光可以增加“橙色宝石”的抗病性,补光6 h/d对其抗病性提升最为明显,但与补光4 h/d的结果差异不显著。



数等生长指标都有优化的效果,虽然部分数据显示T1和T2之间差异不显著,但这几个指标均在T2处理时达到最优值,说明使用T2处理的2个微型月季品种的各生长指标的优化幅度基本大于使用T1处理后的植株。综合分析可知,这3种处理对微型月季“辉煌”和“橙色宝石”的部分生长指标的影响程度为T2>T1>CK。该结果与随补光时长的延长,微型月季芳香王阳台、红宝石阳台的平均冠幅、株高均有所增加,平均冠幅均在补光6 h达到最大,芳香王阳台在补光4 h后株高达最大,红宝石阳台在补光6 h后株高达最大;2个品种的叶绿素含量有微小变化<sup>[8]</sup>;每天光照7 h后,补光3和5 h可显著提高辣椒幼苗的株高,提高叶绿素a含量<sup>[9]</sup>;补光6 h草莓植株叶绿素含量、花期、生长发育状况达最佳指标<sup>[10]</sup>等

(下转第53页)

每年可以额外收获约 7 500 元/hm<sup>2</sup> 的野菊花药材。油茶种植行间距 1 m×2 m, 前 2 年生长较慢, 造成土地资源浪费, 通过野菊-油茶间套作模式, 野菊也起到了除草的作用, 油茶对野菊起到了通风预防病害的作用, 种植油茶的农户前 2 年每年可以额外收获约 4 500 元/hm<sup>2</sup> 的野菊花药材。野菊仿野生补种模式是在已有的野菊自然群落基础上进行补种, 提高野菊种群优势, 使原本经济价值太低无人采收的野生资源得到有效利用。综合来看, 野菊-柑橘间套作模式经济效益最高, 已有大面积的柑橘种植基地, 该种模式最易推广。

#### 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020 年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 295.
- [2] 陶弘景编, 尚志钧, 尚元胜辑校. 本草经集注(辑校本)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1994: 498.
- [3] 康传志, 吕朝耕, 黄璐琦, 等. 基于系统层次的常见中药材生态种植模

(上接第 48 页)

的结果相符。也与在促成栽培时将光周期延长 3~4 h, 有利于芍药的生长开花<sup>[11]</sup>的结果相符。

以上研究结果说明, 在夏季高温时节使用降温设备导致温室内光照强度变弱, 空气湿度增加的基础上, 对“辉煌”“橙色宝石”这 2 种微型月季每天早晚进行一定时长的 LED 灯补光, 均可以促进其生长发育并提高植株的抗病能力。

补光对其生长发育的有利影响主要表现在增加植株的冠幅和茎粗, 使植株的分枝数增多, 抗病能力提高。这样植株在后期的生长中才能吸收更多的肥水, 产生更多的叶片从而制造更多的光合产物, 促进更多花芽的形成, 利于后期植株产生更多的花朵数量, 提高这 2 种微型月季的观赏性和商品性。

#### 4 结论

在夏季高温时节, 在温室内种植微型月季为了避免高温强光灼伤叶片必须进行相应的遮阴处理, 而使用水帘风机等设施使温室内形成一个高温高湿的环境, 极易造成植株徒长和病虫害大面积暴发等不良状况, 严重影响植株前期的生长。无论是花卉还是其他作物, 前期的形态建成都是一个不可逆的过程, 前期的徒长会使植株柔弱, 对作物的生长发育产生直接影响, 并对作物的产量和品质产生不良影响。为了保证其能够在此逆境中正常生长, 减少病虫害发生的概率, 人工补光必不可少。

- 式及其配套技术[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(9): 1975-1981.
- [4] 赵云山, 李紫岩, 那木汗, 等. 内蒙古地区中蒙药药材生态种植现状分析及建议[J]. 中国现代中药, 2017, 19(7): 901-906.
- [5] 郭兰萍, 吕朝耕, 王红阳, 等. 中药生态农业与几种相关现代农业及 GAP 的关系[J]. 中国现代中药, 2018, 20(10): 1179-1188.
- [6] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 76 卷 第 1 分册[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 32-33.
- [7] 郭兰萍, 王铁霖, 杨婉珍, 等. 生态农业——中药农业的必由之路[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(2): 231-238.
- [8] 庞圣江, 张培, 杨保国, 等. 广西大青山西南桦人工林草本优势种群生态位研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(6): 94-101.
- [9] 刘大会, 黄璐琦, 郭兰萍, 等. 中药材仿生栽培的理论与实践[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(5): 524-529.
- [10] 尹三春. 生态学原理在河道景观设计中的应用探究[J]. 经贸实践, 2018(15): 327-329.
- [11] 康传志, 王升, 黄璐琦, 等. 中药材生态种植模式及技术的评估[J]. 中国现代中药, 2018, 20(10): 1189-1194.
- [12] 杨继祥. 药用植物栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [13] 孙跃春, 陈景堂, 郭兰萍, 等. 轮作于药用植物土传病害防治的研究进展[J]. 中国现代中药, 2012, 14(10): 37-41.

该研究结果表明, 这 2 个品种在夏季早晚分别补光 3 h 的情况下植株的生长状况最佳, 但考虑到 LED 补光会额外增加种植者的用电成本, 从而增加生产成本。所以在实际生产过程中, 种植者应根据具体的成本因素、实际的天气情况, 遮阳等降温设备的开启状况灵活调整补光灯的使用时间, 做到合理、经济、高效的安排补光, 使微型月季在越夏栽培过程中仍保持正常生长的状态。

#### 参考文献

- [1] 刘忠权, 洪智强. 微型月季及其研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2016(1): 170-172.
- [2] 华莹, 弓清秀, 陈洪菲. 微型月季生产关键技术[J]. 中国花卉园艺, 2018(8): 40.
- [3] 朱静娴. 人工补光对植物生长发育的影响[J]. 作物研究, 2012, 26(1): 74-78.
- [4] 李程, 裴忠孝, 甘林叶, 等. 光周期对春石斛开花及多胺含量的影响[J]. 植物生理学报, 2014, 50(8): 1167-1170.
- [5] 周华, 刘淑娟, 王碧琴, 等. 不同波长 LED 光源对生菜生长和品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(2): 429-433.
- [6] 龙作义, 刘汉平, 吴全德. 光周期对红皮云杉苗木的影响[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), 1999(1): 12-13.
- [7] 栾征, 曹前进, 成浩, 等. 冬季增温和延长光照对茶苗生长的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2007, 33(5): 519-524.
- [8] 于永军, 翁惠琴, 王李, 等. 不同人工补光处理对 2 个微型月季品种生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(2): 70-72.
- [9] 唐忠祺. 不同补光时长对辣椒幼苗生长生理的影响及其转录组分析研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2019.
- [10] 岳高峰, 王丽萍, 韩志强. 不同补光时长对草莓开花及产量品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(18): 144-148.
- [11] 周生地, 赵孝庆. 芍药在北方的冬季促成栽培[J]. 园林, 2002(11): 28-29, 84.