

野菊生态种植技术研究与应用

马庆, 许雷, 李建领, 池莲锋, 魏民*, 韩正洲 (华润三九医药股份有限公司, 广东深圳 518110)

摘要 通过对野菊的种植模式研究, 为野菊生态种植模式的推广应用提供技术支持。采用文献调研、实地考察、种植研究相结合的方式, 对野菊的3种不同种植方式进行分析。综合分析生态优势、技术关键点、核心机理、效益评价因素, 确定野菊-柑橘间套作生态种植技术为最佳生态种植模式。建议推广野菊-柑橘间套作生态种植模式, 以获得较高的生态效益与经济效益。

关键词 野菊花; 间套作模式; 生态种植

中图分类号 S682.1⁺1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)09-0049-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.09.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research and Application of Ecological Planting Technology about *Chrysanthemum indicum* L.

MA Qing, XU Lei, LI Jian-ling et al (China Resources Sanjiu Medical & Pharmaceutical Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518110)

Abstract To provide technical support for the promotion and application of the ecological planting model of *Chrysanthemum indicum* L. by studying the planting model of *Chrysanthemum indicum* L. The three different planting methods of *Chrysanthemum indicum* L. medicinal materials were analyzed by a combination of literature research, field investigation, and planting research. Through experimental research, comprehensive analysis of ecological advantages, technical key points, core mechanisms and benefit evaluation factors, the ecological planting technology of *Chrysanthemum indicum*-citrus intercropping was determined as the best ecological planting mode. It was recommended to promote the ecological planting model of *Chrysanthemum indicum*-citrus intercropping to obtain a higher ecological value.

Key words *Chrysanthemum indicum* L.; Intercropping mode; Ecological planting

野菊花为菊科植物野菊(*Chrysanthemum indicum* L.)的干燥头状花序, 具有清热解毒、泻火平肝的功效^[1]。野菊花最早记载于南北朝梁代陶弘景《本草经集注》中, 名为“苦薏”^[2], 为我国常用中药材, 在药品、保健品、日化用品等行业广泛应用。野菊为多年生宿根植物, 生于山坡草地、灌丛、河边水湿地、海滨盐渍地及田边、路旁、岩石上, 在我国东北、华北、西北、华东、西南等地均有分布。通过对我国野菊花主产区大别山一带、秦岭淮河一带、巴中市及伏牛山等地进行资源调查, 发现野菊花虽储量丰富, 但已遭到不同程度破坏, 以大别山区域更为严重, 且大部分区域蒙花苷含量不符合2020年版《中国药典》要求, 药材品质差异较大, 市场缺口严重, 价格持续上涨。调查发现, 目前国内仅有华润三九医药股份有限公司开展大面积的产业化种植, 该公司于2012年开始在湖北黄石市开展野菊花野生转家种研究, 于2015年11月通过国家药总局GAP认证。

生态种植是应用生态系统的整体、协调、循环、再生原理, 结合系统工程方法设计, 综合考虑经济、生态和社会效益, 充分应用能量的多级利用和物质的循环再生, 实现生态与经济良性循环的生态农业种植方式^[3]。中药材生态种植是在目前中药材GAP生产过程中, 引入生态农业的理念和方法, 遵循生态与经济整体统一的原理^[4], 指由适用于某种中药材生态种植的一套完整、相对固定, 可在同种或同类中药材生产中复制的技术组成的技术体系^[5]。随着国家的高度重视和政策引导, 中药材生态种植取得了重要进展, “中药材生态种植技术研究及应用”被列入科技部十三五重点研发计划^[5]。

由于野菊的植物学特性, 单独种植野菊过程中病虫害、连作障碍等问题严重, 为进一步提升药材质量, 通过开展野菊-油茶套种、野菊-柑橘套种、野菊仿野生补种3种技术研究, 发现野菊-柑橘套种实现了降低病虫害、空间合理分布、杂草有效控制的目的, 单位面积产量提高20%以上。野菊-柑橘间套作栽培模式在野菊花主产区已成功推广面积超过400 hm², 因此, 有必要建立该模式的种植技术规程, 实现该模式标准化推广应用。

1 野菊形态特征及生物学特征

1.1 形态特征 野菊为多年生草本, 高0.25~1.00 m, 有地下长或短匍匐茎。茎直立或铺散, 分枝或仅在茎顶有伞房状花序分枝。叶卵形、长卵形或椭圆状卵形, 长3~7(10) cm, 宽2~4(7) cm, 羽状半裂、浅裂或分裂不明显而边缘有浅锯齿。头状花序直径1.5~2.5 cm, 多数在茎枝顶端排成疏松的伞房圆锥花序或少数在茎顶排成伞房花序。

1.2 分布 野菊是一个广布种, 在我国东北、华北、华中、华南及西南各地均有分布; 印度、日本、韩国、尼泊尔等国也有分布; 主要生于山坡草地、灌丛、河边水湿地、滨海盐渍地、田边及路旁, 海拔100~2 900 m均可生长^[6]。

1.3 生物学特征 野菊以宿根越冬, 根状茎仍在土中不断发育。开春后, 当气温稳定在10℃以上, 在根际的茎节萌发, 随着茎节伸长, 基部密生许多须根。苗期生长缓慢, 苗高10 cm以后, 生长加快, 苗高50 cm后开始分枝; 在日照短于13.5 h、夜间温度降至15℃、昼夜温差>10℃时, 开始从营养生长转入生殖生长, 即花芽开始分化, 此时植株不再增高和分枝; 9月下旬, 当日照短于12.5 h、夜间气温降至10℃左右, 花蕾开始形成, 此时, 花器官进入旺盛生长期。10月中下旬至11月上中旬盛花, 花期30~40 d, 头状花序花期为15~20 d, 初花期5~7 d, 开花时自上而下依次开放; 每个花

基金项目 国家重大科技专项(2012ZX09201201-001)。

作者简介 马庆(1985—), 男, 陕西咸阳市人, 工程师, 硕士, 从事中药资源研究。*通信作者, 农艺师, 硕士, 从事中药资源研究。

收稿日期 2021-06-22

枝,也是自顶而下开放。全生育期(从移栽至菊花采收)需150~180 d,其间需要光照1 200~1 800 h,积温4 500~5 000 ℃,降雨量800 mm以上。

2 生态种植技术

华润三九医药股份有限公司2012年开始在湖北黄石市建立野菊GAP种植基地,系统开展野生转家种研究,已成功实现产业化种植。为克服野菊产业化推广过程中病虫害严重、连作障碍等问题,开展野菊-油茶套种、野菊-柑橘套种、野菊仿野生补种等技术研究,发现野菊-柑橘套种在保证药材质量的基础上,实现了野菊-柑橘空间合理分布、杂草有效控制的目的,有效降低病虫害发生,单位面积产量提高20%以上。2016年至今持续推广生态种植模式,在实际生产中进行技术优化改进,目前该模式已成功种植400 hm²以上,取得了显著效果。

该研究涉及木本植物与草本植物的间套种。草本植物一年一收,木本植物则属于多年生植物,在其不同生长期和生长阶段,生态环境也会发生一些改变。根据柑橘的情况,分为早3年、中3年、后3年及后期等不同生长阶段。该研究适宜于柑橘种植早期3年的生长阶段。

2.1 野菊-柑橘间套作生态种植技术

2.1.1 适用范围。该技术适用于主产区湖北黄石市、孝感市、黄冈市等地野菊-柑橘间套作生态种植,其他野菊花产区可参照执行。

2.1.2 茬口选择。忌连作,与柑橘、油茶等套种,亦可与油菜、薏苡、蓖麻等作物轮作,不适于与菊花、苍术等菊科植物轮作。同一地块野菊花种植1~3年,最多3年后,换其他作

物进行种植。

2.1.3 产地环境。海拔1 500 m以下,阳光充足、排水良好的向阳坡地或平地;光照1 200~1 800 h,积温4 500~5 000 ℃,降雨量800 mm以上,年均气温15~18 ℃。土壤深厚,土质为砂质壤土、疏松,微酸性或中性土壤。

2.1.4 选地。野菊适宜生长在排水良好的缓坡地带或平整地块,土层深厚疏松、肥沃、排水良好的腐殖土或壤土栽种,盐碱地不宜栽培。

2.1.5 整地、起垄。12月整地,施用有机肥7 500 kg/hm²作底肥,同时对该地块进行测土增施微肥,增加湖北地区较缺少的硼肥、钼肥等微肥。根据地形做成高垄,垄高与垄面宽50 cm左右,垄垄之间平整,垄间距2 m,四周开排水沟。

2.1.6 柑橘种植。垄上柑橘,垄间野菊。于3月在垄上按株距1.5 m、行距2.0 m种植柑橘,种植密度3 330株/hm²。

2.1.7 野菊播种。播种方式:条播或撒播;播种时间:3—4月。播种方法:野菊种子与蛭石1:150体积比混匀,按照每750 g种子条播1 hm²的标准将野菊种子条播于柑橘等套种地块,行间距30 cm,播种后宜覆盖少许稻草等遮阴物,严禁覆土和镇压。

2.1.8 田间管理。除草:5—7月,视杂草生长情况,开展1~2次中耕除草。病虫害防治:以轮作、打顶及物理防治(杀虫灯、黏虫板)为主(表1)。野菊花基地不同时期的菊天牛见图1。打顶:分别于野菊株高50、70 cm时各打顶一次。宜选择晴天或无雨天进行,打顶时剪去顶梢3~5 cm。追肥:在野菊花的现蕾期(9—10月)叶面追施以钾肥为主的氮磷钾复合肥1次,浓度1.0%~1.5%。

表1 野菊主要病虫害种类

Table 1 Main diseases and insect pests of *Chrysanthemum indicum* L.

病虫害名称 Disease and insect pest	症状 Symptom	发病规律 Incidence law	防治措施 Control measures
枯萎病 <i>Fusarium wilt</i>	下部叶片发黄、萎蔫、枯死,茎秆维管束变褐;根部变黑腐烂	病菌在病株、土中越冬,夏季高温(24~32 ℃)、积水、土壤偏酸、种植过密等利于发病	排水、通风
叶枯线虫病 <i>Leaf blight nematode disease</i>	叶片有浅黄色斑点,幼叶常扭曲,长出畸形花或不开花,枯萎死亡	每年可繁殖10代,在17~24 ℃下每代10~12 d。先在菊叶外寄生,继之侵入叶片营寄生	轮作、套种
花叶病 <i>Mosaic disease</i>	顶梢和嫩叶蜷缩,出现淡黄斑块,植株矮小,叶片、花朵畸形	刺吸式口器昆虫传播	轮作、套种
褐斑病 <i>Brown spot</i>	茎基部叶片出现暗褐色斑点,逐渐扩大至3~10 mm黑斑,最终叶干枯	土壤中越冬,发病适宜温度24~28 ℃,8—10月发病盛期	轮作、套种
菊天牛 <i>Chrysanthemum longicorn</i>	成虫在茎梢咬孔,伤口以上枯萎,幼虫从上而下蛀食茎根,整株死亡	4—5月成虫飞出,产卵于茎梢,9月幼虫成熟,10月成虫羽化并以成虫在蛀道内越冬	5—6月打顶,除去带虫卵茎梢

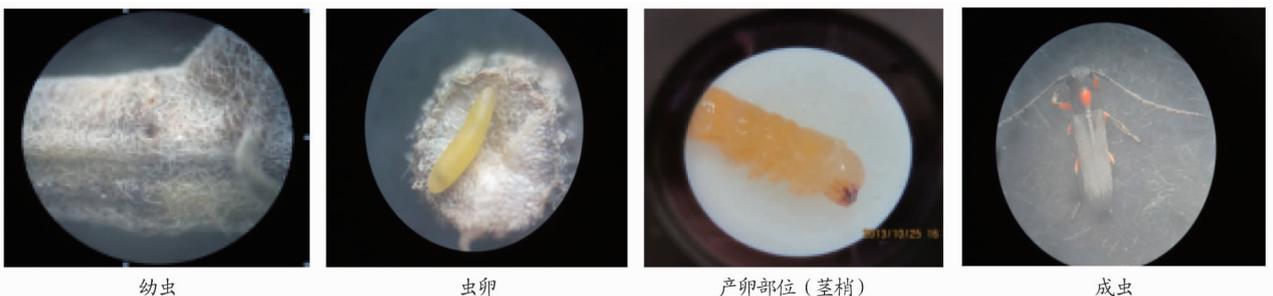


图1 野菊基地不同时期的菊天牛

Fig. 1 *Chrysanthemum longicorn* in different period of *Chrysanthemum indicum* L.

2.1.9 采收、加工。采收时间:野菊花在每年10月下旬或11月上中旬全田75%以上植株开放时采收。柑橘在定植3年挂果后采收。加工方法:鲜野菊花采摘后及时120℃高温杀青5 min,然后采用60℃热空气循环烘干18 h,直至水分含量不超过14%,去杂后,即为成品药材,密封、干燥保存。

2.1.10 种子采收、储藏。采收时间:野菊种子在每年12月下旬成熟,种皮呈黑褐色。采收方法:雨后天晴时,植株地上部分微湿,利用梳齿型拉花器将种子拉扯分离出来,再利用孔径2 mm的网筛初筛后阴干。储藏方法:将初筛的混合物过孔径1 mm的网筛,所得较纯的野菊花种子装入编织袋中,置室内阴凉处储藏。

2.2 野菊-柑橘间套作生态种植技术关键点

2.2.1 保湿。高垄栽培柑橘可以为干旱时节(7—9月)的野菊提供充足的水分,同时野菊的生长也可以为柑橘抑制杂

草生长。不同时间野菊-柑橘套种见图2~4。

2.2.2 病虫害防治。多样性是农业生态系统保持协调平衡,并尽可能实现自我循环,通过吸引-排斥克服病虫害害的关键^[7]。野菊-柑橘套种丰富生物多样性,有效利用生态位空间,撒播野菊种子可有效抑制杂草生长,减少病虫害发生,同样柑橘生长为野菊种子发芽提供必要遮阴条件,2种作物套作生物多样性提高,天敌种类和数量增加,降低了农药使用数量和次数,药材产量增加。

另外,可以通过安装黏虫板、杀虫灯、打顶等措施来防治害虫。具体操作:每年6月下旬,在野菊植株高50 cm时,对其进行第一次人工打顶,除去野菊顶端嫩梢,防止菊天牛吸食植株嫩芽并产卵,危害植株生长。此外,湖北阳新每年5—7月为雨季,降雨量较大,开设高垄种植与排水沟,可有效减少地块积水,预防根腐病与枯萎病的发生。



图2 6月28日野菊(垄间)-柑橘(垄上)套种

Fig. 2 Interplanting of *Chrysanthemum indicum* L. (between ridges) - citrus (on ridges) on June 28



图3 8月17日野菊(垄间)-柑橘(垄上)套种

Fig. 3 Interplanting of *Chrysanthemum indicum* L. (between ridges) - citrus (on ridges) on August 17

2.3 野菊-柑橘间套作生态种植技术核心机理

2.3.1 生态学原理。生态位原理^[8-9]。野菊-柑橘间套作形成的上下立体种植模式,保证了光能、水、肥等的充分利用且不冲突,达到空间和资源需求的合理配置,使小范围生境内生态系统结构达到空间垂直和多层次结构的完善。互惠共生原理^[10]。柑橘与野菊在农业生态系统中属于共生互利关系,柑橘的地上部分为野菊发芽提供了遮阴,保证种子萌发,野菊的生长为柑橘有效防控病虫害草害,提高生态系统的多样性和稳定性,提高了生态和经济效益。

2.3.2 经济学原理。野菊-柑橘间套作有效抑制杂草生长,减少了除草劳动成本。野菊-柑橘间套作的前3年野菊花每年均有较高产出,有效弥补了前期柑橘无收益导致的成本上涨压力,增加了农民的经济收入。

2.4 野菊-柑橘间套作生态种植技术效益评价

2.4.1 经济效益。以黄石产区为例,该产区野菊-柑橘间套作产野菊花900 kg/hm²左右(干花),利润为7 500元/hm²,而柑橘种植第4年才能创造利润,与单种柑橘相比增加利润7 500元/hm²。野菊种植周期较短,短期效益明显,而柑橘属

于多年生果树,长期效益明显。野菊-柑橘间套作增加了单位面积的经济效益。



图4 11月4日野菊(垄间)-柑橘(垄上)套种

Fig. 4 Interplanting of *Chrysanthemum indicum* L. (between ridges) -citrus (on ridges) on November 4

2.4.2 生态效益。柑橘间套作抑制了杂草生长,相对保持了土壤水分,野菊种子发芽率增加,同时降低了病虫害发生率,减少了化学农药使用,有效提高了药材产量及品质。此外,野菊-柑橘间套作在种植上可以形成田园生态综合体,种植区内形成景观示范,开展旅游、采摘、休闲活动,有利于生态环境的可持续、多广度发展。

2.4.3 社会效益。柑橘为黄石地区主要果树之一,同时亦为政府重点推广品种,但柑橘的短期收益低,投入大,农民积极性不高,野菊-柑橘套种后可产生固定收益,极大程度调动了农民积极性,示范案例的成功带动了500余户农民务工增收,更

鼓舞各方士气,看到了丰收的希望,有效助力精准脱贫。

2.5 野菊种植模式对比 为比较不同种植方式的效果,先后开展了野菊-柑橘间套作、野菊-油茶套作、野菊仿野生补种3种生态种植模式研究,结果表明3种生态种植模式均能有效提高土地利用效率,改善生态环境,野菊花蒙花苷含量均高于2%,显著高于《中国药典》2020年版中规定的0.80%,其中野菊-柑橘间套作生态种植模式效果最优,是已经通过推广应用的一套成熟体系,同时在生产实践过程中不断优化,能够有效提高土地利用效率,减少病虫害发生,提高单位面积的经济产值,具体对比见表2。

表2 野菊种植模式对比

Table 2 Comparison of planting patterns of *Chrysanthemum indicum* L.

序号 No.	模式 Mode	种植方法 Planting method	播种时间 Sowing time	采收时间 Harvest time	种植特点 Planting characteristics	蒙花苷含量 Mongolian anthocyanin content//%	经济优势 Economic advantage	生态优势 Ecological advantage
1	野菊常规种植	种子撒播	3—4月	当年11月	较多利用农田地种植,种植密度大	2.62	中	单一品种,种植密度大,病虫害多
2	野菊-柑橘间套作	种子撒播	3—4月	当年11月	柑橘前3年间套作,野菊花起到防草的作用	2.80	高	提高土地利用;减少杂草,减少病虫害
3	野菊-油茶套作	种子撒播	3—4月	当年11月	油茶前2年可间套作,可利用面积少	2.72	中	提高土地利用;减少杂草,减少病虫害
4	野菊仿野生补种	种子撒播	3—4月	当年11月	补种为主	2.76	中	有效利用荒地,提高野生资源利用

3 讨论

发展生态产业,进行中药材生态种植是我国中医药事业和天然药物产业健康发展的必由之路^[9]。野菊-柑橘间套作模式、野菊-油茶套作模式、野菊仿野生补种模式是目前野菊花药材主要的生态种植模式,都可以提高土地利用效率,改善生态环境,减少单独种植野菊时的病虫害发生,符合中药材生态种植模式及技术评估模型^[11]。实地调查发现,野菊种植过程中有明显的连作障碍,同一土地连续种植后容易发生大面积病害死亡,可能与土传病菌有关。轮作是同一田地上有顺序地轮换种植不同植物的栽培方式^[12],是生态种植的一种耕作方式,是减缓连作障碍的有效方式,也是控制药材生产中土传病害的有效措施^[13]。轮作能够抑制病原

微生物的繁殖,也可以减轻植物向环境释放化感物质。开展野菊轮作研究可以减缓野菊长期种植导致的连作障碍,减少农药使用,降低土壤污染概率,提高野菊花药材产量。在安徽调研时发现当地的小麦5月成熟,可立刻移栽野菊种苗进行轮作种植,种植的野菊11月开花采收后,检测药材质量达到《中国药典》标准,此模式值得进一步研究,具有广阔的推广价值。

4 结论

柑橘种植行间距1.5 m×2.0 m,树苗前3年生长速度慢,浪费大量的土地资源,农民不但没有收入还需要不断除草,通过野菊-柑橘间套作模式,野菊也起到了防草的作用,柑橘对野菊起到了通风预防病害的作用,种植柑橘的农户前3年

每年可以额外收获约 7 500 元/hm² 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/hm² 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^[11]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.