

文章编号:1673-8411(2019)02-0051-05

不同光质 LED 灯对火龙果补光催花试验

陈丹¹, 范万新², 欧善生¹, 黄海生¹, 傅秀红¹, 黄树江³,
苏桂花¹, 梁耀平¹, 刘云¹, 陈宇³, 杨泽湘³, 周小花³

(1. 广西农业职业技术学院, 南宁 530007; 2. 广西区气候中心, 南宁 530022;
3. 宁明县驮排水坝家庭农场有限责任公司, 广西 宁明县 532500)

摘要: 选用目前广西火龙果种植基地普遍使用的3种不同光质LED补光灯对火龙果进行补光催花效果试验, 调查分析不同光质补光后火龙果现蕾情况。结果表明, 在相同田间管理水平下, 红黄灯、黄灯及红兰灯在春季共催生三批花蕾, 平均每株催花现蕾分别为13.0、13.0、11.3个, 而对照区仅在第三批平均每株有0.1个花蕾。在秋季催花虽因阴天多, 日照不足, 但红黄光灯、黄光灯及红兰光灯仍成功平均每株催花现蕾分别为1.2、0.4、0.3个, 对照区无花蕾。3种不同光质的LED灯补光, 均起到显著的催花效果, 其中红黄光灯效果最好, 其次是黄光灯, 最后是红兰灯。

关键词: 光质; 补光; 火龙果; 催花; 试验

中图分类号: P49

文献标识码: A

Experiments on Light Supplementary and Flowering Promotion of Pitaya Fruit by Different Light Quality LED Lamps

Chen Dan¹, Fan Wanxin², Ou Shansheng¹, Huang Haisheng¹, Fu xiuhong¹, Huang Shujiang³,
Su Guihua¹, Liang Yaoping¹, Liu Yun¹, Chen Yu³, Yang Zexiang³, Zhou Xiaohua³

(1. Guangxi Agricultural Vocational College, Nanning 530007; 2. Guangxi Climate Center, Nanning 530022;
3. Ningming County Tuopai Dam Family Farm Co, Ltd., Ningming Guangxi 532500)

Abstract: Photoperiod is an important factor affecting plant flowering. Prolonging the illumination time can promote the flowering of sunshine plants. Pitaya is a long-sunshine plant, and the light supplement can promote flower bud differentiation. In order to understand the effect of different light quality LED lamps on pitaya flowering promotion, three kinds of different light quality LED lamps commonly used in Guangxi are used as test materials in field experiments. The results show that three kinds of LED lamps with different light quality all have significant effects on flower forcing, among which red and yellow light lamps (λ_p : 636.6nm, λ_d : 521.0 nm) have the best effect, followed by yellow light lamps (λ_p : 604.1 nm, λ_d : 485.0 nm), and finally red-blue light (λ_p : 449.6 nm, λ_d : 559.9 nm).

Keywords: light quality; fill light; Pitaya; flower forcing; test

收稿日期: 2019-03-09

基金项目: 广西科技厅重点研发计划项目(桂科AB17292076), 广西农业重点研究计划项目(编号: 201525) 广西农业农村厅2019年广西农业科技自筹经费项目(桂农厅发[2019]105号), 广西农业职业技术学院科学研究与技术开发项目(桂农职院研[2018]5号)

作者简介: 陈丹(1967-), 女, 广西玉林人, 副教授, 主要从事农业气象与农业生态专业教学、科研与技术推广工作。

E-mail: ddan55@126.com

火龙果 (*Hylocereus undatus*) 为仙人掌科量天尺属多浆植物, 因其果实外表具软质鳞片如龙状外卷, 故称火龙果, 又称红龙果、仙蜜果、仙人掌果等, 原产于中美洲热带沙漠地区, 属典型的热带植物^[1-2]。20 世纪 90 年代初开始引进台湾试种, 并驯化改良。近年来, 大陆的广东、海南、福建、广西等省区陆续从台湾引种栽培^[3-6]。广西火龙果采收集中期 6 月~10 月, 此时期果多、较小、价格低; 11 月~次年 5 月, 火龙果市场缺口期果少、大、甜, 价格高^[7]。在火龙果市场缺口期, 用常规种植方法很难促使火龙果开花成果。光周期是影响植物成花的重要因素, 延长光照时间可以使长日照植物开花, 火龙果为长日照植物, 光照必须达到一定时间才能开花结果, 长日照可促进其花芽分化; 低温 ($\leq 20^{\circ}\text{C}$)、短日照则抑制花芽分化^[6-10]。在广西, 大部地区秋季(9 月下旬)到次年春季(4 月上旬), 日照时数偏少, 光照不足, 不能满足火龙果花芽分化、开花挂果。根据火龙果的光周期特性, 为提高火龙果的产量, 充分利用有利的气候条件, 对火龙果种植采用人工补光技术, 用光诱导调节火龙果产期, 对火龙果产期进行调控, 实现反季节成花, 鲜果可在 11

月至来年 5 月上市^[7, 11]。但是目前缺乏成熟的火龙果补光催花技术规程, 虽然在光具选择上已达成使用 LED 灯的共识, 但使用什么光质的 LED 灯未见成熟的科研结论, 生产火龙果补光灯的厂家选择的灯具光质也各不相同。针对此现状, 鉴于植物主要是吸收波长为 610~720 nm 的红橙光和 400~510 nm 的蓝紫光, 笔者 2018 年在宁明县梦湘源火龙果专业种植合作社火龙果基地, 用目前广西火龙果种植基地普遍使用的, 主波长及峰值波长均介于红橙光与蓝紫光的 3 种不同光质 LED 补光灯对火龙果进行补光催花效果试验研究, 旨在获取最佳的补光光源, 为广西火龙果补光催花、催花生产, 提供技术支撑及为火龙果产业发展提供参考^[12-14]。

1 材料与方

1.1 试验材料

供试验的灯具为主波长、峰值波长、光通量及光效不同, 功率为 15W 的 LED 灯。A 为红黄光灯, B 为黄光灯, C 为红蓝光灯, 具体参数见表 1。

表 1 不同光质 LED 灯主要参数

LED 灯	主波长 λ_d (nm)	峰值波长 λ_p (nm)	光通量 (lm)	光效 (lm/w)
A	521.0	636.6	1673.82	113.10
B	485.0	601.1	1509.30	101.98
C	559.9	449.6	851.79	60.84

1.2 试验地点

试验场地位于广西崇左市江州区宁明县驮排乡梦湘源火龙果专业种植合作社火龙果基地。宁明县属亚热带季风气候, 多年平均气温 22.3°C , 最冷月平均气温 13.9°C , 年极端最低气温 -1.0°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年活动积温 8130.9°C , 年平均降雨量 1157mm, 雨季集中在 6~9 月, 秋旱明显, 年日照时数 1445~2069h, 无霜期 364d 以上, 基本无霜冻, 为广西热量和光能资源最丰富、热带水果种植条件最好的地区之一, 适合种植火龙果^[15-18]。园地为壤土, 肥力中上, 种植“金都 1 号”火龙果 6.67 公顷, 试验期间统一进行常规水肥管理。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计

在“金都 1 号”火龙果种植区内取 0.13 公顷为试验地, 采用 3 种不同光质的 LED 灯进行人工

补光, 灯距 1.5m, 灯泡距火龙果植株顶部 30cm; 植株株距 30cm; 试验为随机区组排列, 设 3 个重复, 以不补光为空白对照 (CK); 每个重复安装 10 盏灯^[19]。

1.3.2 补光时间

春季补光为 2018 年 3 月 1 日至 5 月 1 日, 每天补光时间为 18 点 30 分至 23 点 30 分, 共补光 5 个小时; 秋季补光为 2018 年 10 月 1 日至 11 月 18 日, 每天补光时间为 18 点至 23 点, 共补光 5 个小时^[8-9]。

1.3.3 试验观测

每个重复选取灯光区中间的 16 株火龙果植株, 观测记录经过补光的现蕾数量。未采用观测开花数量, 是基于第一、二、四批现蕾量少, 全部留蕾开花; 第三批因现蕾量大, 进行了必要的疏花处理, 开花数量不能代表催花效果, 故本试验采用观测现蕾量分析不同光质灯光对催花效果的影响。

1.4 试验数据处理方法

利用 Visual Basic 设计的方差分析数据处理系统进行方差分析, 比较不同光质 LED 灯补光对火龙果催花现蕾的效果^[20-22]。

2 结果与分析

2.1 试验结果

经过人工补光, 春季 4 月 10 日第一批开始现蕾, 4 月 19 日第二批开始现蕾, 4 月 28 日第三批开始现蕾; 秋季 10 月 16 日独一批开始现蕾。在各批现蕾盛期 4 月 17 日、4 月 26 日、5 月 3 日、10 月 20 日对火龙果现蕾数量进行观测 (如表 2)。

2.2 试验分析

2.1.1 春季补光第一批现蕾差异性分析

对表 2 数据进行方差分析, 结果表明: 不同光质补光现蕾区组间差异不显著 ($F = 0.49 < F_{0.05} = 5.14$), 各处理差异显著 ($F = 31.49 > F_{0.05} = 4.76$)。不同光质促蕾平均值的新复极差多重比较结果见表 3, 其中 A、B、C3 种灯平均每株现蕾数 1.1、0.5、0.3 个, CK 无现蕾, A、B 灯与 CK 的平均每株现蕾数差异显著, C 灯平均每株现蕾数差异不显著。由上分析可见, A、B、

C 两种灯对火龙果催花效果显著, 且 A 灯明显效果好于 B 灯, C 灯与对照效果不显著, 选用 C 灯意义不大。

2.1.2 春季补光第二批现蕾差异性分析

对表 2 数据进行方差分析, 结果表明: 不同光质补光现蕾区组间差异不显著 ($F = 0.17 < F_{0.05} = 5.14$), 各处理差异显著 ($F = 47.94 > F_{0.05} = 4.76$)。不同光质促蕾平均值的新复极差多重比较结果见表 4, 其中 A、B、C3 种灯平均每株现蕾数 6.1、5.7、3.3 个, CK 无现蕾; A、B、C3 种灯与 CK 的平均每株现蕾数差异显著; A、B 两种灯平均每株现蕾数差异不显著, 但与 C 灯差异显著。由上分析可见, 3 种灯对火龙果催花影响显著, 影响效果从高到低依次为 A、B、C 灯, 但 A、B 灯区别不大。

2.1.3 春季补光第三批现蕾差异性分析

对表 2 数据进行方差分析, 结果表明: 不同光质补光现蕾区组间差异不显著 ($F = 4.15 < F_{0.05} = 5.14$), 各处理差异显著 ($F = 298.89 > F_{0.05} = 4.76$)。不同光质促蕾平均值的新复极差多重比较结果见表 5, 其中 A、B、C3 种灯平均每株比 CK 增加现蕾数 14.2、14.1、12.8 个, A、B、C3 种灯平均每株现蕾数差异不显著, 但与 CK 差异显著。由 (表 4) 分析可见, 3 种灯对火龙果催花效果显著, 但 3 种灯之间差别不大。

表 2 不同光质 LED 灯补光全年各批次各处理火龙果现蕾数量(单位: 个)

现蕾批次	处理	重复 1	重复 2	重复 3	平均每株现蕾数
春季第一批现蕾数 (4 月 17 日)	A	22	15	15	1.1
	B	7	9	8	0.5
	C	4	3	5	0.3
	C K	1	0	0	0.0
春季第二批现蕾数 (4 月 26 日)	A	60	52	70	3.8
	B	58	61	53	3.6
	C	26	41	31	2.0
	C K	0	0	0	0.0
春季第三批现蕾数 (5 月 3 日)	A	133	122	134	8.1
	B	157	130	142	8.9
	C	144	133	154	9.0
	C K	2	1	3	0.1
秋季独一批现蕾数 (10 月 20 日)	A	19	19	21	1.2
	B	6	7	5	0.4
	C	5	7	4	0.3
	C K	0	0	0	0.0

表 3 不同光质补光火龙果春季第一批现蕾数多重比较表

处理	平均数 (个)	差异显著性 ($\alpha = 5\%$)	比对照区平均每株增加现蕾数 (个)
A	17.3	a	1.1
B	8.0	b	0.5
C	4.0	bc	0.3
C K	0	c	0

表 4 不同光质补光火龙果春季第二批现蕾数多重比较表

处理	平均数 (个)	差异显著性 ($\alpha = 5\%$)	比对照区平均每株增加现蕾数 (个)
A	60.7	a	3.8
B	57.3	a	3.6
C	32.7	b	2.0
C K	0.0	c	0

2.1.4 秋季补光独一批现蕾差异性分析

对表 2 数据进行方差分析, 结果表明: 不同光质补光现蕾区组间差异不显著 ($F = 0.19 < F_{0.05} = 5.14$), 各处理差异显著 ($F = 114.25 > F_{0.05} = 4.76$)。不同光质促蕾平均值的新复极差多重比较结果见表 6, 其中 A、B、C3

种灯平均每株现蕾数 1.9、0.6、0.5 个, CK 无现蕾, A、B、C3 种灯与 CK 的平均每株现蕾数差异显著, B、C 灯平均每株现蕾数差异不显著。由 (表 5) 分析可见, 3 种灯对火龙果催花效果显著, 效果最好是 A 灯, B、C 灯区别不大。

表 5 不同光质补光火龙果春季第三批现蕾数多重比较表

处理	平均数 (个)	差异显著性 ($\alpha = 5\%$)	比对照区平均每株增加现蕾数 (个)
A	143.7	a	8.1
B	143.0	a	8.9
C	129.7	a	9.0
C K	2.0	b	0.1

表 6 不同光质补光火龙果秋季独一批现蕾数多重比较表

处理	平均数 (个)	差异显著性 ($\alpha = 5\%$)	比对照区平均每株增加现蕾数 (个)
A	19.3	a	1.9
B	6.0	b	0.6
C	5.3	b	0.5
C K	0	c	0

2.1.5 秋季补光现蕾量少原因分析

宁明县春秋两季补光期间春秋两季补光期间逐日气温与日照时数如图 1、2, 由图可见, 春秋两季补光期间平均气温均为 21.7℃, 没有差异; 春季补光期间日照时数为 4.1h, 秋季为 4.5h, 差异

不大, 但秋季第一批现蕾前后 10 月 10-27 日遭遇连续 6d 无日照, 17d 平均日照时数仅 1.8h, 光照严重不足, 导致补光效果差; 而春季连续阴天最多仅 3d, 未见长时间阴天影响, 补光效果好。

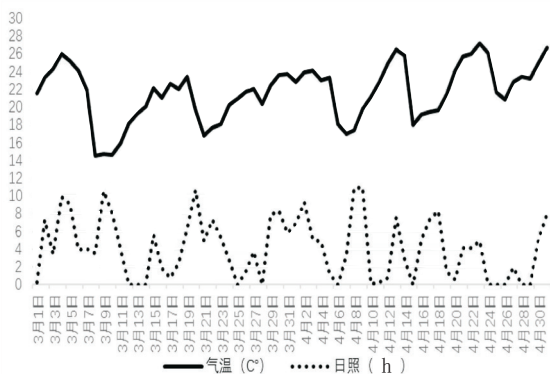


图 1 宁明县春季补光期间逐日气温与日照时数

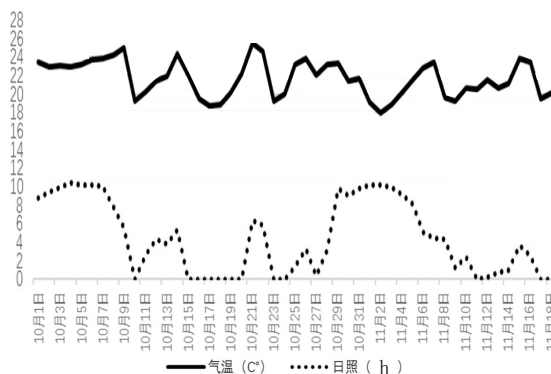


图 2 宁明县秋季补光期间逐日气温与日照时数

3 讨论与结论

综合表 7 分析, 得到试验结论: 一是 3 种不同光质的灯光补光, 均起到显著的催花效果; 二

是红黄光灯 (λ_p : 636.6nm, λ_d : 521.0nm) 效果最好, 其次是黄光灯 (λ_p : 604.1nm, λ_d : 485.0nm), 最后是红兰灯 (λ_p : 449.6nm, λ_d : 559.9nm)。

表 7 不同光质 LED 灯各批次补光效果

催花效果	春季第一批	春季第二批	春季第三批	秋季独一批
效果显著	A、B、C	A、B、C	A、B、C	A、B、C
效果依次排列	A > B > C	A ≈ B > C	A ≈ B ≈ C	A > B ≈ C

火龙果为长日照植物, 在光照不足, 适宜温度下, 通过人工补光, 可达到成花诱导效果, 能有效提早花期; 在秋季进行补光, 打破夜长, 可以促使火龙果秋末冬初时正常花芽分化, 实现火龙果花期延长, 每年多产 3~4 批次果, 提高经济效益。但补光催花效果与补光灯的光质有很大关系, 本试验采用 3 种不同光质的 LED 灯, 在春秋二季进行火龙果补光, 共催花四批。在相同田间管理水平下, 红黄灯、黄灯及红兰灯在春季共催生三批花蕾, 平均每株催花现蕾分别为 13.0、13.0、11.3 个, 而对照区仅在第三批平均每株有 0.1 个花蕾。虽然春季红黄光灯、黄光灯催花量相同, 但红黄光灯第一、二批平均每株催花量 4.9 个, 比黄光灯多 0.8 个, 由于越早催花成果, 经济效益越高, 故红黄光灯比黄光灯补光催花更具优势; 在秋季催花虽因阴天多, 日照不足, 但红黄光灯、黄光灯及红兰光灯仍成功平均每株催花现蕾分别为 1.2、0.4、0.3 个, 对照区无花蕾。

参考文献:

- [1] 范万新, 陈丹, 黄颖, 等. 广西种植火龙果的气候条件分析[J]. 气象研究与应用, 2009, 30(2): 54-56.
- [2] 陈菁, 郑良永, 黄杵娜, 等. 火龙果生理生态特性研究进展[J]. 中国南方果树, 2016, 45(4): 164-167.
- [3] 刘友接, 林世明, 黄雄峰, 等. “石火泉”火龙果引种表现及其栽培技术[J]. 中国南方果树, 2015, 44(1): 90-91.
- [4] 邓仁菊, 范建新, 蔡永强. 国内外火龙果研究进展及产业发展现状[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(6): 188-192.
- [5] 龙平. 罗甸冬季低温对火龙果产业的影响及对策[J]. 农技服务, 2011, 28(6): 889.
- [6] 张锦祝, 张小石, 罗经权. 丰顺县种植火龙果的农业气候条件分析[J]. 乡村科技, 2018, 2月(中): 110-112.
- [7] 卓福昌, 韦优, 蒋娟娟, 等. 火龙果补光催花试验初探[J]. 中国热带农业, 2018, 82(3): 52-53.
- [8] 雷新南. 火龙果产期调节技术[J]. 农村新技术, 2018, (3): 14-15.
- [9] 赖瑞云, 张雪芹, 林建忠, 等. 补光对大棚火龙果冬季催花的影响[J]. 亚热带植物科学, 2018, 47(3): 286-288.
- [10] 许明, 翁武斌. 台湾常见火龙果产期调节技术[J]. 福建农业科技, 2015, 12: 24-26.
- [11] 胡子有, 潘瑞立, 黄海生, 等. 火龙果冬果栽培关键技术[J]. 中国果树, 2017, (3): 89-91.
- [12] 朱静娴. 人工补光对植物生长发育的影响[J]. 作物研究, 2012, 26(3): 74-78.
- [13] 陈菲, 张信, 于晓莹. LED灯补光对作物生长发育的影响[J]. 现代农业, 2015, (8): 24-25.
- [14] 曲溪, 叶方铭, 宋杰琼, 等. LED灯在植物补光领域的效用探究[J]. 灯与照明, 2008, 32(2): 41-45.
- [15] 韦金霖, 林金红, 翟殷斌. 平果县石山区火龙果种植气候适应性分析[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(1): 66-69.
- [16] 胡子有. 火龙果气候适应性分析与广西火龙果种植生态气候区划[J]. 南方园艺, 2015, 26(3): 16-19.
- [17] 解华云, 刘慧, 劳家喜, 等. 钦州市火龙果种植的气候适应性分析[J]. 农业科技通讯, 2015, (4): 283-285.
- [18] 黄艳芳, 秦媛媛, 阮晓静. 广西火龙果产业发展现状及可持续发展对策研究[J]. 热带农业科学, 2017, 37(6): 97-99.
- [19] 肖图舰, 毛永亚, 王壮, 等. 露地补光对贵州热区火龙果产量及产值的影响[J]. 农技服务, 2019, 36(3): 42-43.
- [20] 孙天宇, 于锡宏, 蒋欣梅. 不同光质LED补光对甜瓜果实生长发育及品质的影响[J]. 长江蔬菜, 2017, (20): 72-75.
- [21] 沈红香, 沈漫, 程继鸿. 不同光质补光处理对郁金香生长和开花的影响[J]. 北京农学院学报, 2007, 22(1): 16-18.
- [22] 李雅曼, 郑胤建, 谭星, 等. 不同光质补光对番茄黄化幼苗生长的影响[J]. 照明工程学报, 2016, 27(5): 68-71.

(上接第 11 页)

- [26] Shi Y, Eberhart R C. Empirical study of particle swarm optimization[C]//Proceeding of the Congress on Evolutionary Computation, 1999: 1945-1950.
- [27] 王杰, 毕浩洋. 一种基于粒子群优化的极限学习[J]. 郑州大学学报(理学版), 2013, 45(1): 100-104.