

陈丹,范万新,韦思智,等. 不同时长 LED 灯补光对火龙果生长的影响[J]. 气象研究与应用,2021,42(3):44–49.

Chen Dan,Fan Wanxin,Wei Sizhi,et al. Effects of different duration LED lights on the growth of pitaya fruit[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2021,42(3):44–49.

## 不同时长 LED 灯补光对火龙果生长的影响

陈 丹<sup>1</sup>, 范万新<sup>2</sup>, 韦思智<sup>3</sup>, 苏桂花<sup>1</sup>, 欧善生<sup>1</sup>, 梁耀平<sup>1</sup>, 傅秀红<sup>1</sup>, 刘 云<sup>1</sup>

(1.广西农业职业技术大学, 南宁 530007; 2. 广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022;

3.广西欧施得农业发展有限公司, 南宁 530007)

**摘要:** 为研究不同时长 LED 灯补光对火龙果生长的影响,在广西南宁市隆安县选用同一种火龙果 LED 补光灯进行 4 个不同时长(3h、4h、5h、6h)的补光试验。结果表明,补光时长 4h 或 5h 较好,虽然两种方式预估产量差异不显著,但 4h 预估产值相对较高,且比补光 5h 节省电能,较为可观地节省成本;不同时长补光对火龙果单果重及糖度差异不显著。

**关键词:** 火龙果;人工补光;调控;最佳时长

**中图分类号:** S16

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.3.08

**OSID:**



### 引言

火龙果为仙人掌科量天尺属和蛇鞭柱属植物,原产于中美地区,现广泛种植于我国台湾、广西、广东、海南、福建等热带、亚热带地区<sup>[1-2]</sup>。火龙果在广西的自然采收期集中在 6—10 月,此时期果实大量集中上市,量多自然价低,如何错峰使火龙果春提早秋延后上市以获得更多收益成为种植户追求的生产目标<sup>[3]</sup>。在生产上要实现果实错峰上市,可通过肥料调控、品种选择及气象条件调控等方式综合实现,其中气象条件的调控主要包括光、温、水三个方面。火龙果种植一般为露地栽培,在气象条件调控方面,生产上很难实现幅度较大的温度调控;水的调控通过常规的灌溉设施就可轻易做到。那么,在合适的温度条件下进行光照的调控就成为关键技术。影响植物生长发育的光照条件主要为光强、光质和光照时间<sup>[4-8]</sup>。经查阅文献,目前国内外关于光对火龙果生长的影响研究多集中于光质方面,未见专门针对不同时长方面的研究。

植物光周期对植物生长发育的影响主要是成花

诱导和花芽分化。火龙果属长日照植物,增加日照时数有利于火龙果促花成果,实现反季节生产,提高经济效益。火龙果在秋季(9 月下旬)到次年春季(4 月上旬)基本不能自然成花,日照时数不足是制约火龙果开花的最主要因素。因此,生产中对火龙果进行人工补光实现果实秋延后、春提早成熟已是目前普遍应用的技术<sup>[9-10]</sup>。走访调查各火龙果生产企业,发现各生产基地对火龙果补光时长从 3h 至 7h 不等。由于各火龙果生产基地生产管理措施及土壤质地不同,各基地采用多长时间对火龙果补光效果较好没有对比性,故目前各生产企业对何种时长补光性价比最高普遍不清楚<sup>[11-12]</sup>。为此,在广西桂南地区的隆安县火龙果生产基地进行了不同时长 LED 灯补光对火龙果生长的影响的试验,旨在为火龙果高效补光提供技术参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

供试验的灯具为当地火龙果补光较为通用的灯具,主要技术参数见表 1。

收稿日期: 2021-06-20

基金项目: 2019 年广西农业科技项目“桂南地区火龙果补光技术调控生产期的研究”(Z201931)、广西科技厅重点研发计划项目

“火龙果产业提质增效关键技术集成研究与示范”(桂科 AB17292076)

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学教学与科研。E-mail:ddan55@126.com

表 1 不同 LED 灯主要技术参数

主波长 (nm)	峰值波长 (nm)	光通量 ( Lm )	光效 ( Lm/w )	功率 ( w )
481.1	602.1	1612.96	102.74	15.7

1.2 试验地点

试验场地位于广西南宁市隆安县的广西权沅盈农业有限公司生产基地。隆安县属亚热带湿润季风气候，年平均日照时数 1517h，年平均降雨量 1301mm,多年平均气温 21.8℃。试验园区内土壤为粘土，肥力中等,试验地 1.33hm²,火龙果垄距 2.3m,株距 0.26m,品种为金都 1 号,种植密度 33000 株/hm²。

1.3 试验方法

在试验地中,采用 4 种不同时长(3h、4h、5h、6h)的 LED 灯进行人工补光,LED 灯安装距离 1.5m,距火龙果植株顶部 0.5m,灯距 1m;试验设 3 个重复，每个重复安装 20 盏灯，采用随机区组排列的方法，以不补光为空白对照(CK),每天补光时间从 18:00 开始。补光从 2021 年 3 月 2 日开始至 4 月 25 日结束。在试验期间除补光时长不同,其他农事管理均统一进行。每个重复剔除隔离行后,选取补光区中间的 16 株火龙果植株，观测记录经过补光后的开花情况。各处理 A、B、C、D、CK 对应的补光时长为 3h、4h、5h、6h 与不补光。

1.4 试验数据处理工具

利用 Visual Basic 设计的方差分析数据处理系统进行方差分析,比较不同时长 LED 灯补光对火龙果生长的影响<sup>[3]</sup>。

2 结果与分析

2.1 不同补光时长对火龙果开花的影响

结合表 2 与表 3 可见,不同时长 LED 灯补光火龙果开花影响均表现为组间差异不显著，各处理第 1、4 批次差异不显著,第 2、3 批次差异显著,说明第 2、3 批次补光效果显著。第 2 批各处理间差异不显著,但开花数以处理 B 与处理 C 最高;第 3 批处理 A 与处理 D 差异显著，处理 A、B、C 间差异不显著，处理差异 B、C、D 间差异不显著,但开花数以处理 B 最高,比 CK 平均增加开花数 28380 个/hm²。

表 2 不同时长补光对不同批次火龙果开花差异显著性比较

开花日期	批次	组间 F ( F <sub>0.05</sub> = 4.46 )	各处理 F ( F <sub>0.05</sub> = 3.84 )
3 月 26 日	第 1 批	0.09	2.32
4 月 13 日	第 2 批	0.32	2.68
4 月 26 日	第 3 批	0.81	7.89

说明:表中 F 值显示,当各组间 F0.05>4.46,差异达显著水平,当各处理间 F0.05>3.84 时,差异达显著水平,反之差异不显著。

表 3 不同时长补光催花效果比较

开花批次	处理	平均数 ( 个 )	开花数 ( 个/hm² )	比 CK 平均增加开花数 ( 个/hm² )
第一批	A	0.00a	0	0
	B	0.04a	1320	1320
	C	0.04a	1320	1320
	D	0.02a	660	660
	CK	0.00a	0	0
第二批	A	0.21a	6930	6930
	B	0.23a	7590	7590
	C	0.19a	6270	6270
	D	0.19a	6270	6270
	CK	0.00b	0	0
第三批	A	0.69a	25410	22770
	B	0.94a	29040	26400
	C	0.67a	19800	17160
	D	0.58a	19140	16500
	CK	0.08b	2640	0

注:不同小写字母表示差异显著(P<0.05),下同

由表 4 可见, 计算不同时长补光 3 个批次各处理火龙果开花总数, 进行方差分析, 不同处理区组间差异不显著 ( $F=0.47<F_{0.05}=4.46$ ), 各处理差异显著 ( $F=8.27>F_{0.05}=3.84$ ); 各处理间 A、B、C、D 差异不显

著, 但 CK 与其它处理差异显著, 说明 1—3 批次不同时长补光对火龙果开花总数的影响明显, 但不同时长处理间差异不显著。从各处理比 CK 平均增加开花数 (个/hm<sup>2</sup>) 绝对数看, 4h 补光开花数最多。

表 4 不同时长补光 3 个批次各处理火龙果催花总数效果比较

处理	平均数 (个)	开花数 (个/hm <sup>2</sup> )	比 CK 平均增加开花数 (个/hm <sup>2</sup> )
A	0.98a	32340	29700
B	1.15a	37950	35310
C	0.83a	27390	24750
D	0.79a	26070	23430
CK	0.08b	2640	0

2.2 不同时长补光对火龙果单果重和产量的影响

由表 5 可知, 对不同时长补光影响火龙果单果重进行方差分析, 均表现为组间差异不显著; 第 1—2

批次补光各处理均比 CK 处理差异显著 (CK 无花), 但各处理间差异不显著, 说明不同时长补光对火龙果单果影响不大; 第 3 批各处理差异不显著, 说明此时不同补光时长或自然光对火龙果单果重影响不显著。

表 5 不同时长补光对不同批次火龙果单果重显著性比较表

开花时间	批次	组间 F ( $F_{0.05}=4.46$ )	各处理 F ( $F_{0.05}=3.84$ )
3 月 26 日	第 1 批	3.35	3500.13
4 月 13 日	第 2 批	0.24	500.83
4 月 26 日	第 3 批	0.39	1.13

由表 6 可见, 虽然不同时长补光对火龙果单果重影响不显著, 但不同时长补光对增加开花数量的影响还是较为显著的, 增加开花数, 意味着增加单产; 由表 4—6 可知, 合计 3 个批次各处理开花数, 与 CK 对比理论单产增减量 (kg/hm<sup>2</sup>) 从大到小依次排列为 B>A>C>D, 增产最大的 B 处理比 D 处理

表 6 不同时长补光火龙果单果重比较

批次	处理	单果重 (g)				单产 (kg/hm <sup>2</sup> )	与 CK 对比理论单产 增减量 (kg/hm <sup>2</sup> )
		重复 1	重复 2	重复 3	平均单果重		
第 1 批	A	489	495	512	499a	0	0
	B	506	502	518	509 a	675	675
	C	499	503	512	505 a	660	660
	D	512	496	505	504 a	330	330
	CK	0	0	0	0 b	0	0
第 2 批	A	425	401	380	402 a	2250	2790
	B	396	386	412	398 a	2760	3015
	C	412	409	420	414 a	2865	3135
	D	406	420	398	408 a	2025	1350
	CK	0	0	0	0b	0	0
第 3 批	A	361	358	352	357 a	8130	7320
	B	370	362	352	361a	11205	10395
	C	370	350	360	360a	8130	7320
	D	362	370	372	368a	7020	6210
	CK	362	368	370	367a	54	0

注: 按观测植株结果数、单果重及面积推算单产

6195kg/hm<sup>2</sup>。由此可见,各处理补光对火龙果单果重影响不显著,但结合对产量的影响,4h 时长补光是最具性价比的。

2.3 不同时长补光对火龙果糖度的影响

由表 7、表 8 可知,对各批次不同时长处理火龙

果果实糖度进行方差分析,不同处理果实糖度区间差异不显著;第 1、2 批次各处理间差异显著;第 3 批次各处理间差异不显著。由此可见,不同时长对火龙果果实糖度影响差异不显著。

表 7 不同时长补光对不同批次火龙果糖度显著性比较表

开花时间	批次	组间 F ( F <sub>0.05</sub> = 4.46 )	各处理 F ( F <sub>0.05</sub> = 3.84 )
3 月 26 日	第 1 批	0.70	551.62
4 月 13 日	第 2 批	1.84	630.95
4 月 26 日	第 3 批	0.20	0.31

表 8 不同时长补光火龙果糖度比较

批次	重复	重复 1	重复 2	重复 3	平均糖度 ( ° Bx )
第 1 批	A	20.7	21.8	22.1	21.5 a
	B	22.5	21.3	22.2	22.0 a
	C	21.8	22.6	22.0	22.1 a
	D	21.0	23.0	21.0	21.7 a
	CK	0.0	0.0	0.0	0.0b
第 2 批	A	21.1	20.2	19.8	20.4 a
	B	21.0	20.5	22.0	21.2 a
	C	20.8	19.6	21.9	20.8 a
	D	21.3	20.8	21.0	21.0 a
	CK	0.0	0.0	0.0	0.0 b
第 3 批	A	19.2	18.5	20.3	19.3 a
	B	18.7	19.4	18.7	18.9 a
	C	18.5	19.6	18.9	19.0 a
	D	20.4	18.7	18.5	19.2 a
	CK	19.2	18.2	20.1	19.2 a

2.4 补光试验期间气象条件分析

试验地点位于隆安县 (107°42'E,23°11'N),选取试验补光时段 2021 年 3 月 2 日开始至 4 月 25 日是基于隆安县 2 月、3 月多年平均气温分别为 14.9℃与 18.1℃,且 3 月 1 日至 4 月 30 日南宁市可照时数为 11h42min 至 12h59min<sup>[13]</sup>。低温影响人工补光效果,补光时段气温需在 16℃以上才有效果<sup>[14]</sup>。由图 1 可见,补光过程除了 3 月 3—4 日平均气温低于 16℃外,其他时间均可有效补光,但 3 月和 4 月日照时数比多年平均值少 22.5%和 42.7%,全天无日照天数达 33d,不利于火龙果的开花。此外,由表 9 可见,隆安县 2021 年 2 月日照时数与温度明显

比常年偏高,为第一批火龙果催花奠定较好的光温条件基础。

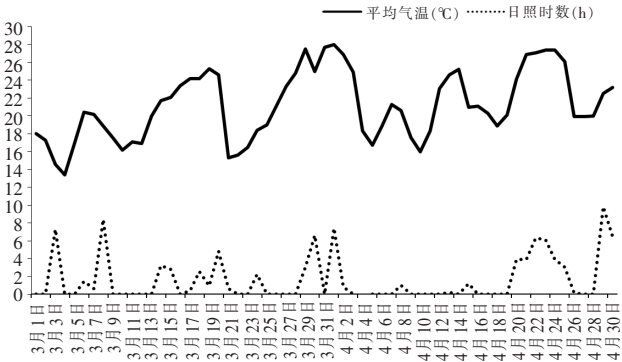


图 1 隆安县 3—4 月逐日气温与日照时数

表 9 3—4 月隆安县日平均气温及日照时数统计值

月份	多年平均值统计		2021 年平均值统计	
	平均气温 (℃)	日照时数 (h)	平均气温 (℃)	日照时数 (h)
2 月	14.9	50.3	18.6	121.5
3 月	18.1	57.7	20.2	44.7
4 月	22.9	94.4	22.2	54.1

### 3 结论与讨论

在自然条件下,各种植物对于光照持续时间或昼夜长短的反应是不同的。昼夜的长短影响着植物的开花、结实、休眠期等一系列发育过程。植物对白日(光照)和黑夜(黑暗)时间长短的反应称为光周期现象,昼夜的相对长度(光周期)是控制开花数量和开花期的主要环境因素<sup>[15-16]</sup>。根据植物的光周期现象把植物分为长日照、短日照和中间性植物三种类型,火龙果属长日照植物,临界日照时长约为 12h,光照时间长于临界日照长度时,能促进长日照植物开花并增加开花数量<sup>[17]</sup>。显然,在符合其他气象条件及水肥条件下,人为延长日照时数,即人工补光能促进火龙果开花。

在广西桂南地区的隆安县火龙果生产基地进行了不同时长 LED 灯补光对火龙果生长的影响的试验。得到如下结论:

补光时长 4h 或 5h 较好,虽然两种方式预估产量差异不显著,但 4h 预估产值相对较高,且比补光 5h 节省电能,较为可观地节省成本;不同时长补光对火龙果单果重及糖度差异不显著。试验及结论主要基于南宁市特定的日照及温度条件,对地理位置相差较大地区,补光时长多少合适,须根据具体的日照及温度条件进行科学试验确定。此外,基于火龙果补光 3h、4h、5h、6h 不同时长,试验结果显示 4h 补光时长为最优选择,这是以整小时数为级别进行的试验,下一步可进行分钟级别的试验,比如 3h、5h 到 4h、5h 每 10min 进行一次试验,以获得火龙果补光

更为精准的补光时长。

#### 参考文献:

- [1] 陈丹,潘建安,马振军,等.火龙果四种不同光质 LED 灯补光效果试验[J].广西农学报,2020,35(5):38-42.
- [2] 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.
- [3] 陈丹,范万新,黄海生,等.不同光质 LED 灯对火龙果补光催花试验[J].气象研究与应用,2019,40(2):51-55.
- [4] 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(3):54-56.
- [5] 张义勇,刘全国,魏奎.火龙果北方日光温室栽培技术[J].河北林果研究,2004,19(3):249-251,265.
- [6] 彭金轮.火龙果优质高产栽培技术探究——以红肉火龙果为例[J].南方农业,2017,11(12):7-8.
- [7] 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.
- [8] 刘代兴,戴圣聪,曾建生,等.火龙果补光集约栽培技术在西双版纳的初步应用[J].热带农业科技,2019,42(4):40-44.
- [9] 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.
- [10] 熊睿,徐敏,刘成立,等.海南冬季诱导火龙果开花的补光条件[J].热带生物学报,2019,10(1):60-65.
- [11] 叶小荣,赵晓美,黄春红,等.大棚补光对火龙果开花及产量影响[J].中国南方果树,2019,48(6):43-45.
- [12] 明建鸿,林兴娥,高宏茂,等.人工补光技术在火龙果上的应用研究进展[J].热带农业科学,2020,40(3):19-24.
- [13] 便民查询网: [https://richurimo.bmcx.com/nanning\\_time\\_2021\\_10\\_richurimo](https://richurimo.bmcx.com/nanning_time_2021_10_richurimo)
- [14] 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):89-91,103.
- [15] 刘莉,祝朋芳.光周期与植物成花诱导[J].辽宁农业科学,2004(3):26-27.
- [16] 朱娇,张永春,周琳,等.不同光周期对西红柿开花和花丝品质的效应比较[J].西北植物学报,2021,41(3):431-438.
- [17] 金吉林,张波,于飞,等.主要气象因子对火龙果开花结果物候期的影响[J].贵州农业科学,2020,48(9):132-137.

## Effects of different duration LED lights on the growth of pitaya fruit

Chen Dan<sup>1</sup>, Fan Wanxin<sup>2</sup>, Wei Sizhi<sup>3</sup>, Su Guihua<sup>1</sup>, Ou Shansheng<sup>1</sup>, Liang Yaoping<sup>1</sup>, Fu Xiuhong<sup>1</sup>, Liu Yun<sup>1</sup>

(1. Guangxi Agricultural Vocational College, Nanning Guangxi 530007; 2. Guangxi Climate Center, Nanning Guangxi 530022; 3. Guangxi Oushide Agricultural Development Co., Ltd., Nanning Guangxi 530007)

**Abstract:** In order to study the effects of different duration LED lights on the growth of pitaya, the same kind of Pitaya LED lights were selected for four different time duration (3h, 4h, 5h, and 6h) lighting experiments in Long'an County, Nanning, Guangxi. The results show that 4h or 5h is better for fill light. Although there is no significant difference between the two methods, the 4h estimated output value is relatively high, and 1h electric energy is saved compared with 5h lighting, which saves the cost considerably. Different duration of light supplementation has no significant difference in weight and sugar content of pitaya.

**Key words:** pitaya; artificial light supplementation; regulation; optimal duration