

11 个樱花品种光合特性比较研究

李士坤 (漳平市林业局, 福建龙岩 364400)

摘要 [目的]筛选适宜南方引种且值得大面积推广的樱花品种,并为樱花的综合管理提供参考依据。[方法]以不同引种嫁接的樱花为材料,研究在同一引种环境下不同品种樱花的光合特性,通过测定不同品种樱花叶片的净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、气孔导度(Cond)、胞间 CO_2 浓度(C_i)和水分利用效率(WUE)等光合指标的变化,比较各品种的光合特性。[结果]各樱花品种叶片的 P_n 、 T_r 、Cond、 C_i 和 WUE 整体呈现较大差异。 P_n 整体呈现先快速增加后趋于平稳,有些品种(河津樱、吉野樱)还会出现下降趋势; T_r 和 Cond 则呈现相似的变化规律,均随着光照强度的增加而缓慢增加,河津樱、吉野樱出现下降趋势;WUE 整体呈现先快速上升后逐渐下降最后趋于平缓的趋势; C_i 则与上述指标相反,表现出快速下降然后逐渐趋于平缓的趋势。[结论]在相同引种条件下,这 11 种樱花表现出不同光合能力及特性,综合看来,红粉佳人樱和福建山樱花品种的光合能力强,生长效果好。

关键词 樱花;光合特性;选育

中图分类号 S658.99 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)10-0111-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.10.025

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Comparative Study on the Photosynthetic Characteristics of 11 *Cerasus* sp. Varieties**

LI Shi-kun (Zhangping Forestry Bureau, Longyan, Fujian 364400)

Abstract [Objective] Further screening of *Cerasus* sp. varieties that are suitable for introduction and planting in the south and worthy of large-scale promotion, and provide a reference for the comprehensive management of *Cerasus* sp.. [Method] We used *Cerasus* sp. grafted with different introductions as materials to study the effects of different varieties of *Cerasus* sp. on the photosynthetic characteristics under the same introduction environment. The changes of photosynthetic indicators such as net photosynthetic rate (P_n), transpiration rate (T_r), stomatal conductance (Cond), intercellular carbon dioxide concentration (C_i) and water use efficiency (WUE) of different varieties of *Cerasus* sp. were analyzed and measured, the photosynthetic characteristics of various varieties were compared. [Result] The results showed P_n , T_r , Cond, C_i and WUE and other photosynthetic indicators of the leaves of various *Cerasus* sp. varieties showed large differences overall. The overall change of P_n showed a rapid increase first and then stabilized. Some varieties (such as *Prunus kanzakura* 'Kawazu-zakura' (H) and *Prunus* × *yedoensis* (J) also showed a downward trend; T_r and Cond showed similar changes, and both increased slowly with the increase of light intensity. *Prunus kanzakura* 'Kawazu-zakura' (H) and *Prunus* × *yedoensis* also showed a downward trend; the overall WUE showed a rapid rise first, then a gradual decline, and finally a flattening trend. C_i was contrary to the above indicators, it showed a rapid decline and then gradually flattened out. In general, under the same introduction conditions, these 11 cherry blossoms showed different photosynthetic abilities and characteristics. [Conclusion] From this comprehensive point of view, the cultivars of *Echeveria* Pretty in Pink and *Prunus campanulata* have strong photosynthetic capacity and good growth effect.

Key words *Cerasus* sp.; Photosynthetic characteristics; Breeding

我国园林绿化建设起步相对较晚,越来越多的观赏植物在园林规划设计中发挥着重要作用,其中樱花就是最具代表性的园林绿化树种之一。现已知的观赏樱花已达到 120 余种,我国就有 45 种,观赏樱花广泛应用于园林绿化、公园和庭院栽植等方面。同时,观赏樱花各个方面被人们所挖掘,如品种、用途、观赏价值、文化内涵等,已成为近年来我国园林绿化中的热门树种^[1]。有些樱花引种南方之后,由于不适应南方高温高湿的自然生长条件,出现生长不良、病虫害严重等现象,造成人力、物力、财力上的浪费。为了满足现代社会对园林景观设计、绿化建设等方面的需求,急需不同品种、颜色、形状、生长条件的樱花进行合理配置,进而美化社会,愉悦人们心情。因此,需筛选适应能力强、观赏价值高、适合园林城市绿化、研究价值强的樱花品种^[2-3]。

光合作用是绿色植物把 CO_2 和 H_2O 转化成储存能量的有机物,实现能量与物质的转化过程^[4]。而光是植物正常生长的重要能源,是植物进行光合作用最重要的环境因素之

一,通过光合作用,植物可以完成有机物的合成、能量和物质的转化等一系列生物反应^[5]。目前关于园林绿化观赏植物光合作用的研究较多,如紫薇(*Lagerstroemia indica* L.)、紫荆(*Cercis chinensis* Bunge)、樱桃(*Prunus pseudocerasus*)、紫叶李(*Prunus ceraifera* var. *atropurea*)等^[4,6-11]。因此,研究不同品种樱花的光合作用及其与环境的适应性,对观赏樱花的应用具有重要的理论价值与实际意义。截至目前,有关樱属植物的光合特性研究较多,但缺乏对不同品种樱花植物的综合评价研究。笔者选取在相同生境条件下引种的 11 种观赏樱花植物,并分析和测定其对不同光照强度下的光反应变化,了解不同品种观赏樱花对相同环境的光合适应性,旨在筛选出适宜园林绿化种植的优良高效品种,为观赏樱花的园林配置及生产应用提供科学指导与参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地在福建省漳平市桂林街道南美坪社区,面积为 6 666.67 m^2 ,地处 117°44'E, 25°26'N。试验地处于中亚热带气候带,年均气温 16.9~20.7 $^{\circ}C$,无霜期 300~357 d,全年日照时数 1 878.9 h,年均降水量 1 450~2 100 mm,年均相对湿度 78%左右。

1.2 试验材料 选取 2019 年在各地引种成功的 11 个观赏樱花品种,包括郁金樱(A)、八重寒绯樱(B)、初美人(C)、大

基金项目 龙岩市 2018 年科技计划项目“观赏樱花引种嫁接栽培试验研究”(2018LYF9004)。

作者简介 李士坤(1975—),男,福建龙岩人,高级工程师,从事森林培育研究。

收稿日期 2021-11-22; **修回日期** 2021-12-15

渔樱(D)、松月樱(E)、红粉佳人樱(F)、普贤象(G)、河津樱(H)、修缮寺(I)、吉野樱(J)、福建山樱花(K)。同一樱花品种的生长年龄、枝条生长位置和方向都会对其光合特性造成影响,因而该试验选取一年生植株,采取部位统一为中上部向阳的位置,叶片的选取标准为无病、成熟、生长良好。在测定的时间上,选择无风晴朗的天气,在上午进行测定,减少微环境和植株水分对其的影响。

1.3 研究方法 试验在2019年8月底进行,选择天气晴朗、无风少云的自然光照天气下进行11个樱花品种光响应曲线的测定。每个品种选取3株长势良好且无病虫害的一年生植株,利用美国LI-COR公司仪器Licor-6400.02B光源设定光合有效辐射PAR强度分别为0、10、30、50、70、100、200、300、500、800、1 000、1 200和1 500 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 13个梯度。测定前,选取侧枝部分成熟且功能形状完整的叶片,将试验叶片在800~1 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 光强下诱导20~30 min(仪器自带的红蓝光源)。测量采用开放气路,叶室 CO_2 浓度设置为 $(380 \pm 20) \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,参考室的 CO_2 浓度在每个净

光合速率(P_n)的变化幅度小于 $0.5 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 便可读数,连续记录5个值。

1.4 数据处理 用Microsoft Excel 2010进行数据整理,用非直角双曲线模型进行拟合,SPSS 22.0进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同观赏樱花品种光合响应曲线特征比较 光响应曲线代表植物随着光照强度的变化而变化反应的过程,而净光合速率(P_n)能够揭示叶片进行同化反应消耗 CO_2 的速度^[11]。从图1可以看出,11个观赏樱花品种的光响应呈现较大差异。当光照强度为 $0 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时,各樱花品种的 P_n 均为负值,但随着光照强度的升高,各种樱花 P_n 值也逐渐增大。当光照强度大于 $100 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时, P_n 上升趋势平缓,不同樱花品种出现较大差异,其中F品种的 P_n 最高,C最低。当光照强度达到各个樱花品种的光饱和点后,11个樱花品种的 P_n 增长缓慢,有些品种还出现不同程度的下降,其中H、J下降最为明显。

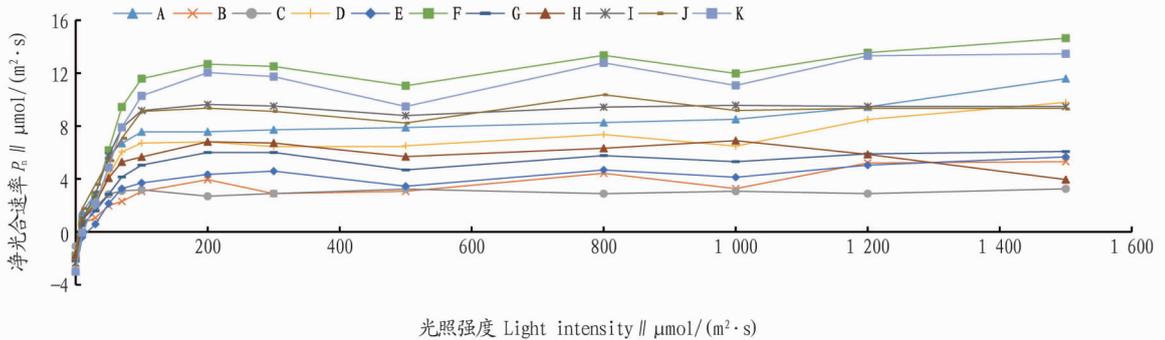


图1 各樱花品种光响应曲线

Fig.1 Fitting charts of light response curves of *Cerasus sp.* varieties

2.2 光照强度与影响因子的关系

2.2.1 光照强度对气孔导度的影响。 气孔导度(Cond)是指气孔张开的程度,并随着气孔张开的大小来决定 CO_2 、水蒸气等气体扩散程度的快慢,进而影响植物的光合作用^[12]。

由图2可知,11个樱花品种的Cond出现显著差异,并整体呈现缓慢升高趋势。光照强度在 $1 500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时,品种K的Cond最大,达 $0.15 \text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,品种C最小,仅 $0.02 \text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

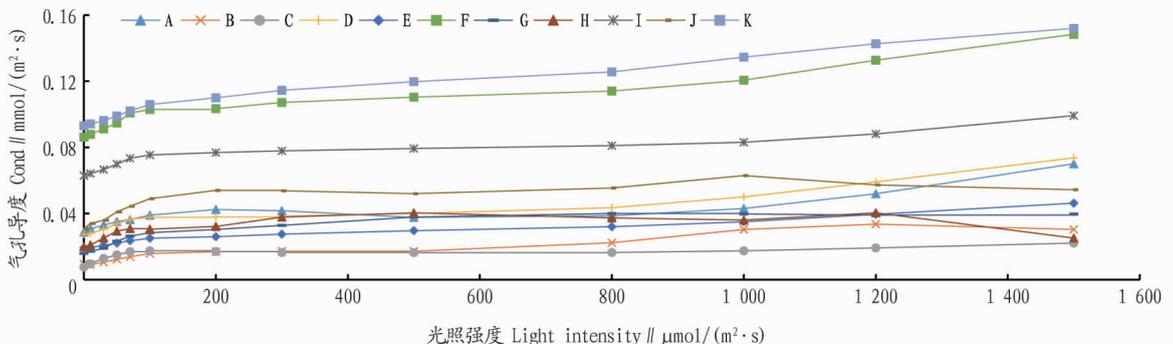


图2 各樱花品种气孔导度(Cond)与光照强度的关系

Fig.2 Relationship between stomatal conductance (Cond) and light intensity of *Cerasus sp.* varieties

这是由于在光照强度较小时,Cond缓慢增加以适应光强的增加,但随着 P_n 快速增大, CO_2 作为光合反应底物需要被迅速消耗,这时就需要不断开放Cond来进行光合反应的变化。但随着光合反应的不进行,樱花叶片逐渐达到光饱

和状态, P_n 逐渐趋于稳定,Cond也逐渐关闭并呈现一定的下降趋势。

2.2.2 光照强度对胞间 CO_2 浓度的影响。 由图3可知,各樱花品种的胞间 CO_2 浓度(C_i)差异显著,整体呈先快速下降后

趋于缓慢的趋势,总体变化一致。光照强度在 0 ~ 100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, C_i 随着光照强度增加而快速下降。光照强度为 0 时,各品种 C_i 值最大,以品种 B 最大,达

712.44 $\mu\text{mol}/\text{mol}$,品种 F 最小,仅 414.47 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。 C_i 的变化趋势与 Cond 相反。

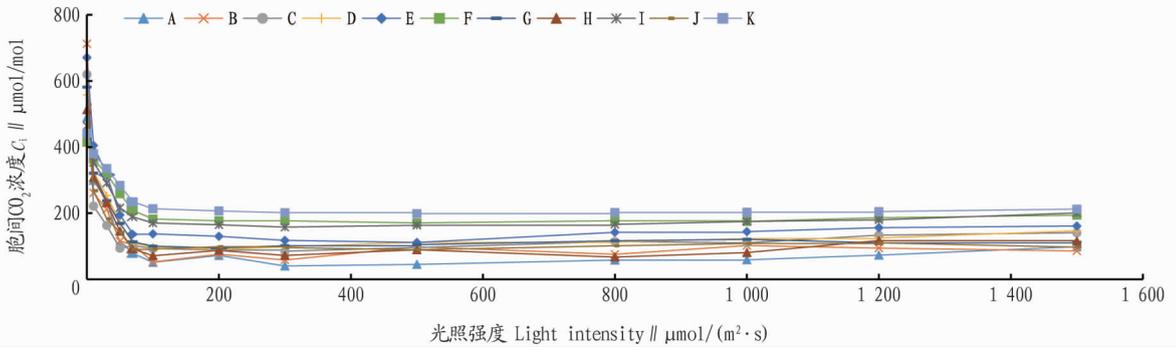


图3 各樱花品种胞间 CO_2 浓度 (C_i) 与光照强度的关系

Fig.3 Relationship between cellular carbon dioxide concentration (C_i) and light intensity of *Cerasus* sp. varieties

分析其原因,随着光照强度的增加,作为光合反应底物的 CO_2 消耗增加, C_i 的消耗也增加,这是由于起初 Cond 开放程度较小,因此 C_i 下降幅度较大。但随着 Cond 开放程度逐渐增大,相对来说 CO_2 消耗开始减慢, C_i 浓度也逐渐下降,光照强度的进一步增强,使樱花叶片达到光饱和状态,气孔部分关闭,光合速率逐渐稳定, C_i 也逐渐趋于稳定。

2.2.3 光照强度对蒸腾速率的影响。从图 4 可知,各樱花品种的蒸腾速率 (T_r) 差异显著,随着光照强度的增大,大部分品种的 T_r 呈现缓慢上升趋势,其变化规律与 P_n 、Cond 相似,说明三者有显著关联。在整个过程中,品种 K 的 T_r 最高,在 3.5 $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 以上,品种 C 最低,在 0~1.2 $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

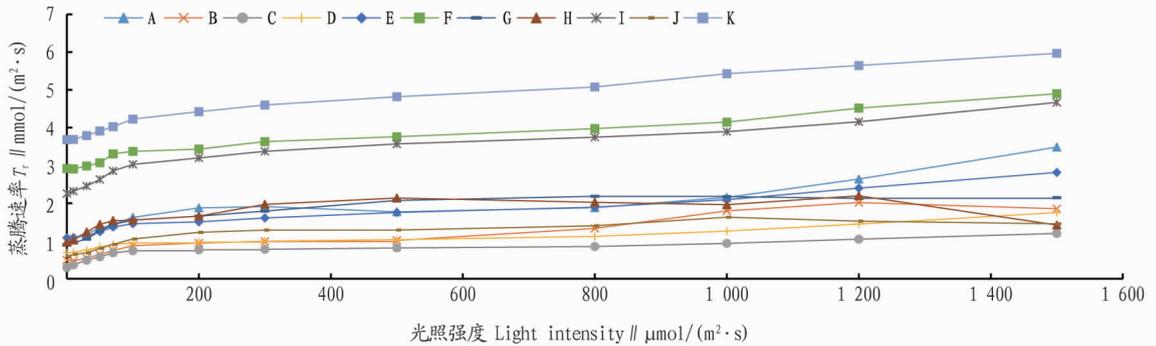


图4 各樱花品种蒸腾速率 (T_r) 与光照强度的关系

Fig.4 Relationship between transpiration rate (T_r) and light intensity of *Cerasus* sp. varieties

分析其原因,由于随着 Cond 逐渐增大, T_r 也逐渐增大, T_r 的增大加快了樱花叶片物质间的交换速率,使得 P_n 也逐渐增大。但随着光照强度的增大,樱花叶片达到了光饱和点,产生光抑制现象,造成 Cond 部分关闭,光合速率趋于稳定,物质间的交换速率减慢, T_r 上升减缓或开始下降。

2.2.4 光照强度对水分利用效率的影响。从图 5 可见,不同樱花品种的水分利用效率 (WUE) 差异显著。同时在整个过程中,11 个樱花品种均在一定范围内呈先快速升高后下降再趋于平缓的趋势。总体来说,在所有樱花品种中,J、D 的 WUE 较高,K、E 的 WUE 较低。

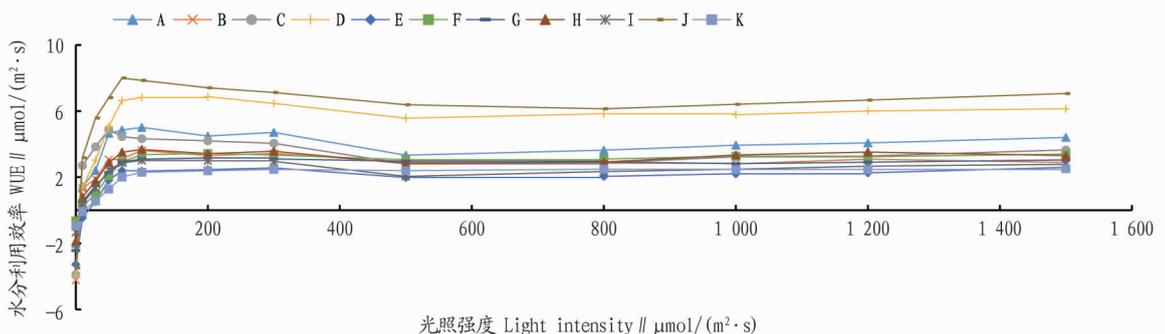


图5 各樱花品种水分利用效率 (WUE) 与光照强度的关系

Fig.5 Relationship between transpiration rate (WUE) and light intensity of *Cerasus* sp. varieties

究其原因,随着光照强度的增加,气孔开放程度逐渐增加, T_r 随着气孔的张开而增大, P_n 增强,WUE也逐渐加快。但随着光照强度的增大,樱花叶片达到光饱和点后,气孔部分关闭,物质间的交换速率减慢, T_r 逐渐下降,WUE也逐渐开始下降。

2.2.5 P_n 与各因子之间相关性分析。由表1可知,光合参数之间有一定的相关性。 C_i 与 P_n 、Cond、 T_r 、WUE之间存在极显著负相关。 P_n 与Cond、 T_r 、WUE,Cond与 T_r 、WUE和 T_r 与WUE之间均存在极显著正相关。这说明 P_n 受Cond、 C_i 、 T_r 、WUE的影响较大。

表1 不同樱花品种光合特征参数的相关性分析

Table 1 Correlation analysis of photosynthetic characteristic parameters of *Cerasus* sp. varieties

指标 Index	P_n	Cond	C_i	T_r	WUE
P_n	1				
Cond	0.771**	1			
C_i	-0.936**	-0.533**	1		
T_r	0.826**	0.958**	-0.582**	1	
WUE	0.879**	0.456**	-0.993**	0.493**	1

注: **表示在0.01水平显著相关

Note: ** indicates significant correlation at 0.01

3 结论与讨论

光合指标是植物培育及选择过程中重要的生理指标,其所代表的光合作用不仅能够反映出植物的光合水平、能力及特性等,还能够揭示植物的生长及物质积累过程^[13-15]。因此,笔者对11个引种樱花品种的光合反应参数进行测定,得出各樱花品种光合参数差异较大,对光合适应性不同。在整个光反应过程中,随着光照强度的增加, P_n 值先快速增加达到光饱和点后趋于稳定,河津樱(H)、吉野樱(J)甚至出现下降趋势。出现下降的原因可能是光照强度太强,影响樱花内酶的活性、气孔的开闭等,使得光合作用下降。Cond和 T_r 的变化趋势相似,均呈缓慢上升,河津樱(H)、吉野樱(J)出现下降趋势。 C_i 与WUE的变化趋势相反, C_i 随着光照强度的增加快速下降直至平稳,而WUE则是逐渐增大并趋于平稳状态。出现相反的原因可能是随着光合强度的增大,光合能力增加,消耗不同樱花品种体内的 CO_2 越多, C_i 值则出现快速下降的现象。该试验结果与李莹等^[16]对福建山樱花光合特性研究得出的结论一致。从不同樱花品种的光合能力来看,福建山樱花(K)和红粉佳人樱(F)的光合能力强,生长效果好。

在整个试验过程中,Cond、 T_r 、WUE在一定范围内均随着光照强度的增加而增加,这与 P_n 和光照强度变化的趋势

一致,但有些樱花品种[如河津樱(H)]随着光照强度的增加 P_n 出现下降趋势,Cond、 T_r 、WUE也会随着光照强度的变化与 P_n 出现相同的变化趋势。通过对这11个樱花品种的相关性分析可知, P_n 与Cond、 T_r 、WUE,Cond与 T_r 、WUE, T_r 与WUE与之间存在极显著正相关。说明 P_n 受Cond、 C_i 、 T_r 、WUE的影响较大,进而反映出樱花的各光合参数之间相互影响。

在自然界中,有一种普遍的属性就是环境异质性^[5]。环境异质性是指对于不同种源的植物引种到同一个地方,会有不同的生长表现和适应性。该试验把11个樱花品种引种到漳平同一生长环境下,测定其光合参数,发现不同樱花品种表现出不同的光合特性、光合利用能力、光合适应能力等,原因可能是环境异质性导致不同樱花品种的光合适应性不同。因此,仅仅通过光合指标分析和了解这11个樱花品种的差异是片面的,后续还需进一步研究不同樱花的生长能力及特性。该研究以光合能力强、光合速率快和强光照适应能力好为评判标准,得出福建山樱花(K)、红粉佳人樱(F)的光合能力强,生长效果好,更适合绿化种植。

参考文献

- [1] 洪茜.18种观赏竹净化环境功能研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [2] 张玲.引种地被竹的抗旱抗寒性研究[D].泰安:山东农业大学,2009.
- [3] 王娟.13种观赏竹种引种驯化研究[J].世界竹藤通讯,2016,14(5):17-21.
- [4] 匡经舸,李璇婷,程小毛,等.两种樱花植物的光合速率日变化及其与环境因子的相关性分析[J].北方园艺,2017(12):78-82.
- [5] 高贵宾,钟浩,吴志庄,等.不同混生地被竹光合和荧光特征比较[J].福建农林大学学报(自然科学版),2016,45(5):515-521.
- [6] 李书平.福建山樱花和日本樱花对干旱胁迫的生理响应研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [7] 张迎辉.低温胁迫下福建山樱花的生理响应与抗寒基因的表达[D].福州:福建农林大学,2014.
- [8] 郑素兰,康红涛,连先发.漳州市13种园林植物光合及蒸腾特性[J].福建林业科技,2015,42(4):37-41.
- [9] 王锋堂,杨福孙,卜贤盼,等.干旱胁迫下热带樱花叶片与气孔形态变化特征研究[J].热带作物学报,2017,38(8):1441-1445.
- [10] 武冲,张荣,张波,等.4种蔷薇科园林植物叶片色素含量和光合功能特征比较[J].安徽农业科学,2016,44(20):14-17,157.
- [11] 王向阳,白金顺,志水胜好,等.施肥对不同种植模式下春玉米光合特性的影响[J].作物杂志,2012(5):39-43.
- [12] 李伟成,王曙光,吴志庄,等.2种大型丛生竹对氮输入的可塑性响应[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2012,38(5):608-613.
- [13] 安玉艳,梁锁锁,韩蕊莲,等.土壤干旱对黄土高原3个常见树种幼苗水分代谢及生长的影响[J].西北植物学报,2007,27(1):91-97.
- [14] 薛磊,凡莉莉,赖金莉,等.不同施肥模式对沿海沙地鼓节竹发笋末期生长以及光合特性的影响[J].热带作物学报,2018,39(11):2186-2192.
- [15] 马立祥,赵蕊,毛子军,等.不同氮素水平下增温及 $[CO_2]$ 升高综合作用对蒙古栎幼苗生物量及其分配的影响[J].植物生态学报,2010,34(3):279-288.
- [16] 李莹,陈永滨,范辉华,等.福建19种主要造林乡土阔叶树种光响应曲线特性分析[J].西部林业科学,2020,49(1):59-64.