

君子兰光合特性研究

邵 丹, 宋述尧

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘 要:以 3 种形态差异较大的君子兰栽培品种(大胜利、日本兰、金丝兰)为试材, 利用 CIR-AS-2 便携式光合仪, 对其光合特性进行比较研究。结果表明:君子兰净光合速率日变化为典型的单峰曲线, 最高峰值出现在 10:30 左右。君子兰光补偿点为 $21 \sim 45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 光饱和点为 $380 \sim 420 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, CO_2 饱和点为 $740 \sim 830 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 3 个品种间各项光合指标差异较小, 君子兰光合作用对温度适应范围在 $13.5 \sim 37.5^\circ\text{C}$ 之间, 最适温度在 $26 \sim 32^\circ\text{C}$ 之间。

关键词:君子兰; 光合特性

中图分类号: S 682.36 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)16-0097-03

君子兰属单子叶植物纲(Monocotyledoneae)百合目(Liliflorae)石蒜科(Amaryllidaceae)君子兰属(*Clivia*)多年生常绿草本花卉, 原产南非, 适应性极强, 生命力旺盛, 尤其适合室内栽植。目前关于君子兰属植物的研究多集中于品种分类学^[1]、组织培养繁殖学^[2]、细胞生物学^[3]、药用价值^[4]、无土栽培学^[5]、营养器官解剖学^[6]和病理学^[7]等方面, 关于光合生理方面仅有一些报道^[8,12], 但对温室条件下君子兰的光合生理的研究还未见报道。该试验对温室条件下君子兰光合特性进行研究, 为君子兰的温室栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为 3 种形态差异较大的君子兰栽培品种大花君子兰(叶片较长)、日本兰(叶片较宽)和金丝兰(叶片黄绿相间), 引自长春市花农。

1.2 试验方法

2009 年在吉林农业大学园艺学院花卉生产基地温室内进行试验。试材均为 3 a 生植株, 盆距 $30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$, 株高 35 cm 左右, 植株健壮, 生长势一致。1 月中旬开始测定时, 每个品种选 5 株, 每株选单侧的(自上而下)第 3~4 片叶子定义为中叶位进行光合特性各项指标的测定。

1.2.1 光合速率日变化的测定 晴天(8:00~16:00), 采用英国 PP-Systems 公司生产的 CIRAS-2 便携式光合测定系统进行测定, 每隔 1 h 测定 1 次。仪器同时记录净光合速率(Pn)、光照强度(PAR)、环境 CO_2 浓度(Ca)、

叶片温度(TL)、气孔导度(Gs)、细胞间 CO_2 浓度(Ci)。每次重复测定的, 各品种间采取随机测定来消除时间差异。

1.2.2 $\text{Pn}-\text{CO}_2$ 响应曲线的测定 晴天上午(9:30~11:30), 将叶室 PAR 设为 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 叶室温度 28°C , 湿度为大气湿度的 99%, 设置 11 个 CO_2 浓度梯度, 分别为 1 400、1 200、1 000、800、600、400、300、250、200、150、100、50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 测定相应 Pn 值。制作 $\text{Pn}-\text{CO}_2$ 回归方程计算出各个品种的 CO_2 饱和点(CSP)和补偿点(CCP), $\text{Pn}-\text{CO}_2$ 响应曲线的初始斜率为 RuBP 羧化效率(CE)。

1.2.3 $\text{Pn}-\text{PAR}$ 相应特性的测定 晴天(9:30~11:30), 设定光合测定系统叶室参数为: CO_2 浓度为 $360 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 温度为 28°C , 湿度为大气湿度的 99%。通过仪器设置 9 个光照强度梯度, 分别为 1 400、1 200、1 000、800、600、400、200、100、50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 测定相应 Pn 值, 制作 $\text{Pn}-\text{PAR}$ 响应曲线, 求出各个品种的光补偿点(LCP)、光饱和点(LSP), 用直线回归法求得该响应曲线的初始斜率($400 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 光强下数据的直线回归)为光合作用的表观量子产额(AQY)。

1.2.4 $\text{Pn}-\text{T}$ 相应特性的测定 晴天(9:30~11:30), 设定仪器的叶室 PAR 为 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, CO_2 浓度为 $360 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 湿度为大气湿度的 99%。在温度梯度 15、20、25、30、35、 40°C 的条件下测定各个品种的 Pn 。

2 结果与分析

2.1 君子兰叶片光合速率的日变化

君子兰的 Pn 日变化曲线为典型的单峰曲线(图 1), 最高峰值出现在 10:00~10:30, 12:00 过后 Pn 值急剧下降, 3 个品种的 Pn 日变化趋势大体相近, 日本兰的 Pn 值总体上高于大胜利和金丝兰, 其 10:00 的 Pn 值为

第一作者简介: 邵丹(1982-), 女, 在读硕士, 研究方向为园林植物栽培生理。

通讯作者: 宋述尧(1957-), 男, 博士, 教授, 研究方向为蔬菜栽培生理, 现任园艺学院院长。

收稿日期: 2010-05-04

10.1 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 金丝兰的 P_n 值明显低于其它 2 个品种, 其 10:00 的 P_n 值仅为 6.3 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 二者相差 3.8 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 大胜利总体的 P_n 值居中。

2.2 君子兰光合作用与几种环境因子的关系

3 个品种君子兰的 PAR (图 2) 均呈单峰曲线, 在 10:30 左右达到峰值, PAR 值在 477~511 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间, 12:30 后 PAR 值显著下降, 16:00 时数值仅为

235 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。君子兰的 TL 日变化 (图 3) 呈单峰曲线, 峰值出现在 11:00~14:30, 叶温为 26.2~27.8 $^{\circ}\text{C}$, 之后叶片的 P_n 值显著下降。叶片 GA (图 4) 与 PAR 变化趋势相同, 呈单峰曲线变化, 峰值出现在 10:30 左右, 而此时的 P_n 值也为最大。CO₂ 浓度 (图 5) 与 Ci (图 6) 变化趋势相近, 呈现出先下降后上升的趋势。

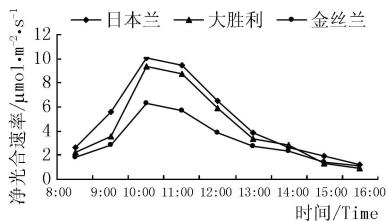


图 1 君子兰净光合速率日变化

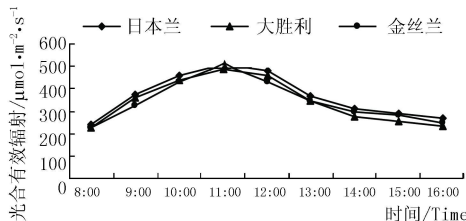


图 2 君子兰 PAR 日变化

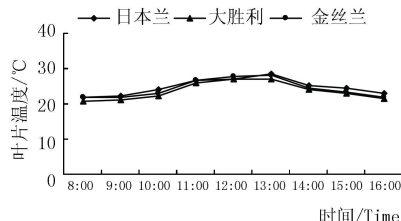


图 3 君子兰 TL 日变化

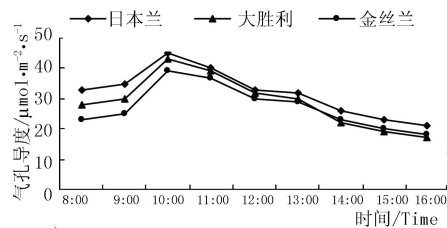


图 4 君子兰叶片 Gs 日变化

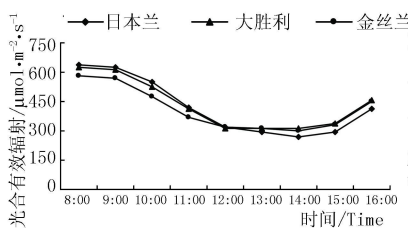


图 5 君子兰 CO₂ 日变化

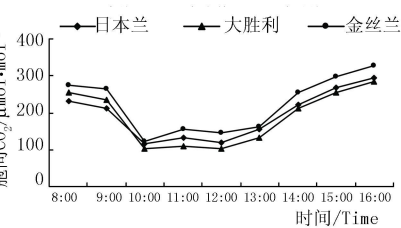


图 6 君子兰叶片 Ci 日变化

2.3 君子兰叶片光合作用的 CO₂ 响应

由图 7 可知, 君子兰的 CO₂ 补偿点 (CCP) 为 11~36 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 饱和点 (CSP) 740~830 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 羧化效率 (CE) 在 0.0592~0.0562 之间。

2.4 君子兰叶片光合作用的光强响应

君子兰的光强响应曲线变化趋势 (图 8) 和 CO₂ 响应曲线相近, 君子兰光合光饱和点 (LSP) 在 650~700 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间, 光补偿点 (LCP) 在 21~65 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 其中日本兰的光补偿点较低, 为 21 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 彩叶兰的光补偿点较高, 为 65 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

$\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 大胜利居中, 光补偿点较低说明对弱光利用效率较高。表观量子效率 (AQY) 范围在 0.0151~0.0202 之间。

2.5 君子兰叶片光合作用的温度响应

如图 9 所示, 君子兰的温度适应范围在 13.5~37.5 $^{\circ}\text{C}$ 之间, 最适温度为 26~32 $^{\circ}\text{C}$ 之间。在最适温度条件下, 君子兰的 P_n 值差异较大, 其中日本兰 P_n 值为 10.9 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 金丝兰较低为 8.9 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 大胜利居中为 10.1 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

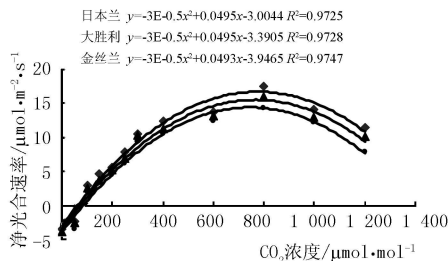


图 7 君子兰 P_n -CO₂ 响应曲线

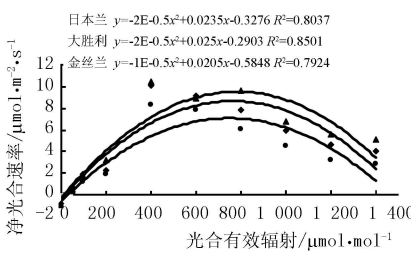


图 8 君子兰 P_n -PAR 响应曲线

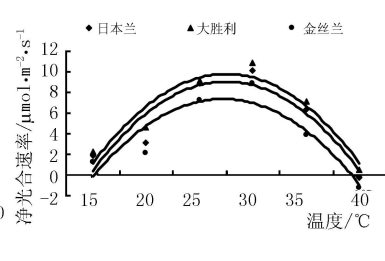


图 9 君子兰 P_n -TL 响应

3 讨论与结论

温室条件下, 君子兰的光合速率呈现出单峰曲线。

净光合速率的峰值出现在上午 10:30 左右, 其净光合速率的曲线变化和峰值与叶片自身的光合能力和所处环

境日变化密切相关。君子兰叶片 P_n 峰值出现的时间和 GS 最高值出现的时间基本相同,且二者的日变化趋势大体相同,同时, C_i 的变化趋势与之相反,在 P_n 出现峰值的时候 C_i 值最低,而后 C_i 随着 P_n 的下降而升高,因此说明君子兰的光合能力高低与气孔限制有关。研究结果表明,金丝兰的 P_n 值显著低于其它 2 个品种,这有可能与其自身叶绿素含量有关,这方面有待进一步研究。

君子兰的光补偿点(LCP)为 $21 \sim 45 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 光饱和点(LSP)为 $650 \sim 700 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 二者的值均较低。有研究表明,光补偿点低意味着植物在较低的光强下就开始了有机物质的正向增长,说明植物利用弱光能力强,有利于有机物质的积累,光饱和点的高低同样制约着植物的耐荫程度,光饱和点低则表明植物光合作用速率随光量子密度的增大而迅速增加,很快即达到最大效率。因而,较低的光补偿点和饱和点使植物在有限的光条件下以最大能力利用低光量子密度,进行最大可能的光合作用,从而提高有机物质的积累,满足其生存生长的能量需要^[13]。该试验结果与其结论相符,因此,栽培君子兰时注意遮荫,使其生长在散射光之下,避免阳光直射。

植物光合特性直接与植物吸收 CO_2 的能力有关, CO_2 由大气进入叶表、叶肉、叶绿体,受到扩散阻力以及羧化酶活性、ATP、电子传递活性等的影响。大量研究结果表明, CO_2 的浓度与 RuBP Case 的底物浓度呈正相关,并且 CO_2 促进其活性,较高的 CO_2/O_2 比值,减少 O_2 对 RuBP/Rubisco 的竞争,抑制了 Rubisco 加氧酶活性,故降低光呼吸,提高净光合速率。与该研究结果相符,君子兰的净光合速率随着 CO_2 浓度的增加而不断上升,日本兰的羧化效率(CE)最高,表明其对 CO_2 的利用率较高。

植物的光合作用受很多环境因子的影响,温度是很重要的环境因子之一。君子兰 3 个品种的光合最适温度为 $26 \sim 32^\circ\text{C}$,但在最适温度下 3 个品种的净光合速率 P_n 差异较大,其中,日本兰 P_n 较高,说明其适应高温能力较强,而金丝兰的 P_n 值明显低于其它 2 个品种,因此,温室栽培君子兰应针对不同品种来控制温度,使其利于君子兰的生长发育。

参考文献

- [1] 陆萌,王永宝.中国君子兰[M].沈阳:辽宁人民出版社,1997.
- [2] 夏万由.君子兰无性系组培繁殖试验研究[J].种子,2004,23(5):57-58.
- [3] 王翠婷,张汉.君子兰染色体组型的研究[J].园艺学报,1982,9(4):71-72.
- [4] 张会常,孙艳,冯勤喜等.君子兰根强心有效成分研究[J].中国林副特产,1996,39(4):26-27.
- [5] 郭秀珠,王月英,黄品湖等.无土栽培君子兰花期营养液吸收试验[J].浙江农业科学,2004(5):254-256.
- [6] 孙建云.大花君子兰营养器官的解剖学结构[J].江苏农业学报,2005,21(4):364-368.
- [7] 张辉,崔玉华.君子兰软腐病及其防治的研究[J].辽宁农业科学,1996(3):47-48.
- [8] Desmedt V, Vanhuylenbroeck J M, Debergh P C. Influence of temperature and supplementary lighting on growth and flower initiation of *Clivia miniata* [J]. Scientia Horticulturae, 1996, 65(1): 65-72.
- [9] 梁秀英.君子兰叶片光合特性的研究:叶片及叶绿体显微结构[J].东北师范大学学报(自然科学版),1989(4):69-74.
- [10] 梁秀英,李沿宁.君子兰叶片光合特性初步探讨气孔及对 O_2 和 CO_2 的交换[J].东北师大学报(自然科学版),1987(4):75-77.
- [11] 梁秀英,魏长礼,李沿宁等.君子兰叶片光合特性的研究—叶绿素和酸含量变化[J].东北师大学报(自然科学版),1993(4):72-75.
- [12] 赵兰枝,毛达,张腾飞等.不同营养液对君子兰幼苗光合作用的影响[J].广东农业科学,2007(7):44-46.
- [13] 张林青,周青,肖程岭.园林植物耐阴性研究性进展[J].安徽农业科学,2006,34(19):4851-4853.

Study on Photosynthesis Characteristics of *Clivia*

SHAO Dan, SONG Shu-yao

(Horticulture College of Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: The photosynthetic characteristics of three *Clivia*, were studied, using the CIRAS-2 photosynthetic instrument. The results showed that *Clivia* net photosynthetic rate (P_n) diurnal variation of a typical single-peak curve, the peak value occurs at about 10:30 in the morning. *Clivia* light compensation point (LCP) for the $21 \sim 45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, light saturation point (LSP) for the $380 \sim 420 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, CO_2 saturation point (CSP) for the $740 \sim 830 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$. The three species of photosynthetic indicators of differences between the smaller, *Clivia* photosynthetic adaptation to temperature range of between $13.5 \sim 37.5^\circ\text{C}$, and the optimum temperature between $26 \sim 32^\circ\text{C}$.

Key words: *Clivia*; photosynthetic characteristics