

三种决明属植物叶绿素荧光特性的比较研究

姚春娟, 郭圣茂, 赖晓莲, 李兆双

(江西农业大学 园林与艺术学院, 江西 南昌 330045)

摘要:以3种决明属植物草决明、望江南和伞房决明为试材,研究不同时刻3种植物叶绿素荧光特性。结果表明:在3种决明属植物中,草决明的 F_o 、 F_m 、 F_v/F_m 均最大,但 ETR 值最小。时刻对3种决明属植物的 F_o 和 F_v/F_m 都有极显著性差异,对 ETR 有显著性差异;物种对 F_m 和 ETR 有显著性差异;时刻和物种之间的交互作用对 F_o 、 ETR 有显著性差异。随着光照强度的增强,3种植物表现出明显的光抑制现象,其中,伞房决明>草决明>望江南。

关键词:决明属;叶绿素荧光;比较

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)15-0155-03

叶绿素荧光分析探测技术的兴起推动了非破坏性植物光合机理和植物叶绿素荧光研究的发展。叶绿素荧光作为内在的探针,其参数的变化在一定程度上反映环境因子的变化对植物光合生理的影响,同时通过参数的测定,也能获得植物叶片叶绿素的光抑制和光保护机理的很多质与量的信息^[1-3]。决明属(*Cassia* L.)属云实科草本、灌木或乔木,约600种,分布于热带和亚热带、温带地区,我国有20余种,广布于南北各省区。决明属多种植物在我国传统中医药中的应用十分广泛,如草决明(*Cassia obtusifolia*)具有清肝明目、润肠通便、保健减肥等功效^[4];望江南(*Cassia occidentalis*)具有肃肺清肝、利尿通便、解毒消肿等功效^[5];伞房决明(*Cassia corymbosa*)因花色艳丽、耐旱耐瘠、防虫固氮等优点成为园林新宠。总之,该属植物除具有药理作用外,还可作为绿肥植物、覆盖植物和庭园观赏植物,部分可作为木材使用。现对决明属植物草决明、望江南和伞房决明的叶绿素荧光特性进行比较,研究该属植物的叶绿素荧光特性,以为该属植物的优质高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为自然生长、无遮阴处理、健康状况良好

第一作者简介:姚春娟(1990-),女,陕西宝鸡人,硕士研究生,研究方向为森林培育。E-mail:1105876426@qq.com

责任作者:郭圣茂(1970-),男,江西宁都人,博士,副教授,研究方向为林业生态工程。E-mail:shmguo@163.com

基金项目:中央财政林业科技推广示范资助项目(JXTG[2013]11号);江西省科技支撑计划资助项目(20133BBF60012);江西省教育厅科技资助项目(GJJ13279)。

收稿日期:2016-02-14

的1年生草决明、望江南和伞房决明。选取受光相同、叶位和叶龄相对一致的成熟功能叶片作为测量对象。

1.2 试验方法

试验在江西农业大学中药园内进行。采用德国WALZ公司生产的便携式调制荧光仪PAM-2500,于2015年8月中旬,选一晴天,现场随机测定健康的草决明、望江南和伞房决明各3株。测定前先对测试叶片进行暗适应20 min,用铅笔轻画1条线用以保证测定时每次都能夹在相同位置,同时确保测定时,叶片的自然生长长度不变,测定时间为08:00—18:00,2 h测定1次,每株重复3片叶。

1.3 项目测定

测定的荧光参数主要有初始荧光 F_o 、最大荧光 F_m 、光化学效率 F_v/F_m 以及表观光合电子传递速率 ETR 。 $F_v/F_m = (F_m - F_o) / F_m$ 。

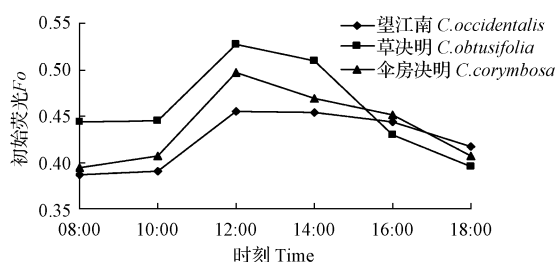
1.4 数据分析

采用Excel 2013进行数据图表处理,运用SPSS 17.0统计软件进行Two-ANOVA分析和Duncan多重比较。

2 结果与分析

2.1 初始荧光 F_o 的日动态比较

一般用 F_o 的变化来推测反应中心可能发生的光保护机制的状况和天线色素被激发后的电子密度^[6-7]。图1显示,3种决明属植物的 F_o 都呈现出08:00—12:00先增大,在12:00达到全天的最大值,12:00—18:00逐渐下降至接近08:00时的水平。表1显示,时刻对3种决明属植物的 F_o 呈现出极显著性差异,物种对 F_o 的差异不明显,时刻和物种之间的交互作用对 F_o 有显著性差异。表2显示,3种决明属植物 F_o 的大小顺序为草决明>伞房决明>望江南。

图1 F_o 的日动态比较Fig. 1 Daily dynamic comparison of F_o 表1 二维方差分析中时刻和物种对植物荧光参数影响的 F 值Table 1 F -values of two-way ANOVA of the effects of time and three species of *Cassia* on fluorescence efficiency

荧光参数	时刻	物种	时刻×物种
Fluorescence parameters	Time	Species	Time×Species
初始荧光 F_o	6.827 **	3.189	2.499 *
最大荧光 F_m	1.871	4.283 *	1.021
光化学效率 F_v/F_m	8.814 **	0.813	1.178
电子传递速率 ETR	2.814 *	5.274 **	0.661 *

注: ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$), * 表示差异显著 ($P < 0.05$)。Note: ** showed extremely significant difference ($P < 0.01$), * showed significant difference ($P < 0.05$).

表2 对时刻和3种决明属植物荧光参数的二维方差分析中的 Duncan 检验

Table 2 Duncan test of two-way ANOVA on fluorescence variables of three species of *Cassia* and time of a day

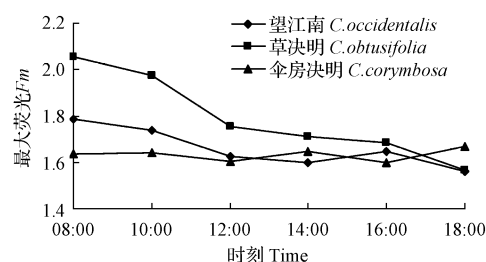
		荧光参数 Fluorescence parameter			
		初始荧光 F_o	最大荧光 F_m	光化学效率 F_v/F_m	电子传递速率 ETR
植物种类	草决明	0.459 10a	1.792 00a	0.742 50a	30.989 9b
	望江南	0.423 39b	1.641 56b	0.738 56a	41.368 7a
	伞房决明	0.435 89ab	1.619 67b	0.730 00a	34.459 6b
时刻	08:00	0.415 11bc	1.827 22a	0.772 00a	26.888 9c
	10:00	0.407 44bc	1.750 89ab	0.765 56a	34.717 2ab
	12:00	0.483 89a	1.668 44ab	0.710 00c	39.303 0ab
	14:00	0.482 11a	1.618 89b	0.699 33c	40.697 0a
	16:00	0.448 11ab	1.641 89ab	0.726 67bc	40.030 3a
	18:00	0.400 11c	1.599 11b	0.748 56ab	32.000 0ab

注: 字母相同表示差异不显著 ($P > 0.05$), 字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。Note: The same letters show no significant difference ($P > 0.05$), different letters indicate significant difference ($P < 0.05$).2.2 最大荧光 F_m 的日动态比较

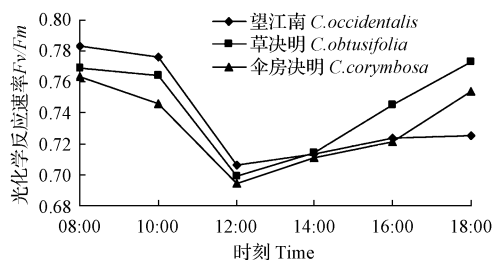
F_m 反映通过 PSII 反应中心的电子传递情况^[8]。图2显示,望江南和草决明的 F_m 总体呈现出下降的趋势,而伞房决明的 F_m 全天变化不大。表1显示,时刻对 F_m 无显著性差异,物种对 F_m 的差异显著,时刻和物种之间的交互作用对 F_m 的差异不显著。表2显示,3种决明属植物 F_m 的排序为草决明>望江南>伞房决明。

2.3 光化学效率 F_v/F_m 的日动态比较

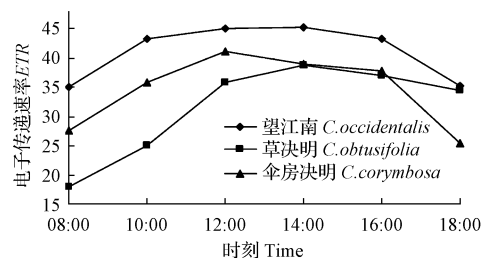
F_v/F_m 是植物发生光抑制的敏感指标,用来反映植物发生光抑制的程度,其值越低说明发生光抑制的程

图2 F_m 的日动态比较Fig. 2 Daily dynamic comparison of F_m

度越高^[9]。图3显示,3种决明属植物的 F_v/F_m 从08:00—12:00一直减小,12:00—18:00又逐渐增大,在12:00时达到一天的最小值。表1显示,时刻对 F_v/F_m 呈现出极显著性差异,物种对 F_v/F_m 的差异不显著,时刻和物种之间的交互作用对 F_v/F_m 也无显著性差异。表2显示,3种决明属植物的 F_v/F_m 大小顺序为草决明>望江南>伞房决明。

图3 F_v/F_m 的日动态比较Fig. 3 Daily dynamic comparison of F_v/F_m 2.4 表观光合电子传递速率 ETR 的日动态比较

ETR 值的大小反映 PSII 反应中心捕获电子效率的高低^[10]。图4显示,3种决明属植物的 ETR 都呈现出先上升后下降的趋势,在12:00—16:00变化幅度不大,趋于比较稳定的水平,一天中最大值也出现在这个阶段。表1显示,时刻对 ETR 的差异显著,物种对 ETR 有极显著性差异,时刻和物种的交互作用对 ETR 也有显著性差异。表2显示,3种决明属植物的 ETR 的排序为望江南>伞房决明>草决明。

图4 ETR 的日动态比较Fig. 4 Daily dynamic comparison of ETR

3 结论与讨论

Two-ANOVA 分析结果表明,时刻对 3 种决明属植物的 F_o 、 F_v/F_m 有极显著性影响,对 ETR 有显著性影响,对 F_m 没有显著性差异。Duncan 多重比较检验结果表明,随着时刻的变化,3 种决明属植物的 F_o 、 ETR 先增大后减小, F_m 逐渐减小,变化比较稳定,而 F_v/F_m 先减小后增大。这反映了随着时间的变化,在光强逐渐增强的情况下,植物 PSII 反应中心的电子传递和转换效率降低,植物受到了一定的光抑制,光合能力下降。研究表明,在作物栽培时,要尽量避免过强光照对植物产生的光抑制。

3 种决明属植物的 F_o 、 F_m 、 F_v/F_m 和 ETR 的排序呈现显著性区别, F_o 大小排序为草决明>伞房决明>望江南, F_m 、 F_v/F_m 大小排序为草决明>望江南>伞房决明, ETR 大小排序为望江南>伞房决明>草决明。上述分析结果表明,望江南的 PSII 反应中心的光量子电子传递和转换效率较高,其次是草决明,伞房决明最差。

不同时刻对 3 种决明属植物的 F_o 、 F_m 、 F_v/F_m 和 ETR 的影响各异。08:00—12:00 时 F_o 先上升后下降,说明随着植物光合作用的逐渐增强,天线色素吸收的能量流向光化学的部分先减少后增加,12:00 时光照强度很强,此时光化学部分的能量达到 1 个峰值,18:00 时 F_o 又回到 08:00 时的水平; F_m 在一天中处于缓慢下降的趋势,表明 PSII 系统电子传递也在逐渐减弱;随着光强的增加, F_v/F_m 下降,出现光抑制,12:00 后随着光强的减弱, F_v/F_m 上升,在 18:00 时都能恢复并且超过到 08:00 时的水平,说明 3 种决明属植物在高光强下光合机构并没有受到损伤,只是光合作用受到抑制; ETR 在 08:00—12:00 处于上升趋势,表明这个阶段的 PSII 反应中心捕获电子的效率也在增高,12:00—16:00 较稳定,16:00 以后捕获电子的效率降低。结果表明,3 种决明属植物对强光照均表现出光抑制现象。同时,10:00 时草决明、望

江南、伞房决明的 F_v/F_m 与最初 8:00 时的水平相比分别下降了 0.65%、0.89% 和 2.27%。这表明 3 种决明属植物所受光抑制程度为伞房决明>草决明>望江南。这种现象可能是由于光强增加到达某一强度时,进而限制叶片的光合生理过程,造成光抑制现象。

决明属植物包含有传统中药和现代牧草,是一类具有药用和经济价值的植物,该试验只研究了该属的 3 种植物,初步得出这 3 种决明属植物的叶绿素荧光日动态特性,根据这些特性,在今后的栽培中,可以人为控制环境因素,如采用塑料大棚遮阴等。今后还要从多方面对该属更多品种进行全面的客观分析,以找到更多对栽培有指导意义的理论依据。

参考文献

- [1] KRAUSE G H, WEIS E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics[J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1991, 42: 313-349.
- [2] 王海珍, 陈加利, 韩路, 等. 地下水位对胡杨(*Populus euphratica*)和灰胡杨(*Populus pruinosa*)叶绿素荧光光响应与光合色素含量的影响[J]. 中国沙漠, 2013(4): 1054-1063.
- [3] SUBRAHMANYAM D, SUBASH N, HARIS A, et al. Influence of water stress on leaf photosynthetic characteristics in wheat cultivars differing in their susceptibility to drought[J]. Photosynthetica, 2006, 44(1): 125-129.
- [4] 胡勇, 陈丽琼, 朱霞, 等. 决明属化学成分与药理作用研究进展[J]. 现代中药研究与实践, 2013(5): 69-71.
- [5] 李婷, 冯占民, 杨巡, 等. 决明属植物的化学成分及药理作用研究进展[J]. 林产化学与工业, 2012(6): 107-118.
- [6] 陈兰兰, 郭圣茂, 刘辉, 等. 薄荷叶片在春季的荧光特性研究[J]. 北方园艺, 2015(2): 22-25.
- [7] 梁士楚, 李凤, 田华丽, 等. 3 种浮水植物叶绿素荧光特性的比较研究[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2012(3): 252-256.
- [8] 陈兰兰, 郭圣茂, 郭晓冬, 等. 白及叶绿素荧光特性的春季动态变化[J]. 贵州农业科学, 2015(1): 123-125.
- [9] 陈辰, 何小定, 秦金舟, 等. 4 种含笑叶片叶绿素荧光参数 F_v/F_m 特性的比较[J]. 安徽农业大学学报, 2013(1): 32-37.
- [10] 肖春旺. 施水量变化对毛乌素沙地 4 种优势植物叶绿素荧光的影响[J]. 草业学报, 2002(2): 85-90.

Comparative Study on Chlorophyll Fluorescence Characteristics of Three Species of *Cassia*

YAO Chunjuan, GUO Shengmao, LAI Xiaolian, LI Zhaoshuang

(College of Landscape and Art, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045)

Abstract: Taking three species of *Cassia*, *Cassia obtusifolia*, *Cassia occidentalis*, *Cassia corymbosa* as materials, chlorophyll fluorescence characteristics at different time were studied. The results showed that in the three kinds of *Cassia*, F_o , F_m , F_v/F_m of *C. obtusifolia* were the biggest, but ETR was the minimum value. Effect of time on three kinds of *Cassia* of F_o and F_v/F_m had a very significant difference, there were significant differences of ETR ; the species had significant differences on F_m and ETR ; the interaction between time and species had significant differences on F_o and ETR . As the light intensity increased, the three species showed significant inhibition of light, *C. corymbosa*>*C. obtusifolia*>*C. occidentalis*.

Keywords: *Cassia*; chlorophyll fluorescence; compare