

叶绿素荧光技术在园林植物中的应用

蔡丽敏, 董 丽

(北京林业大学园林学院, 100083)

摘 要: 叶绿素荧光信号包含了非常丰富的植物光合作用信息, 因此叶绿素荧光技术作为快速、无损伤研究光合作用的方法, 被广泛应用于植物研究的各个方面。文章主要综述了叶绿素荧光技术在园林植物研究中的应用概况, 包括光适应性、逆境生理及采后生理等多个方面。

关键词: 叶绿素荧光; 园林植物; 逆境生理; 采后生理

中图分类号: S 311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)03-0075-03

光合作用是植物的重要生理过程 叶绿素荧光动力学是以光合作用理论为基础, 通过探测分析植物体内发出的荧光信号而反应植物光合生理状况的方法。诱导叶绿素荧光的主要过程是指将经过暗适应的绿色植物材料转到光下, 其体内叶绿素发出的很弱的近红外荧光($\lambda \approx 685\text{nm}$)强度随时间不断变化^[1]。活体叶绿素荧光诱导动力学是 Kautsky 和 Hirsh 在 1931 年首次发现的, 这一现象也被称为 Kautsky 效应或简称为 F_{VAR} 。

目前大量的研究证明, 植物体内发出的荧光信号包含了非常丰富的光合作用信息, 并且对于植物体本身和外界环境的变化, 反应非常灵敏, 因此叶绿素荧光分析技术作为一种快速、无损伤研究植物光合作用过程的研究手段^[2], 已经广泛应用在林木、农作物、果树、园艺产品及观赏植物等研究领域中。该文主要概括了叶绿素荧光分析技术在园林植物研究中应用情况。

1 叶绿素荧光分析技术的基本参数

叶绿素荧光参数是叶绿素荧光动力学研究的基础, 为了统一参数名称, 在 1990 年召开的国际荧光研讨会上对荧光参数给出了标准术语。目前研究中常用的主要参数包括^[1,3]:

F_0 : 固定荧光, 初始荧光。也称基础荧光, 0 水平荧光。在诱导过程的暗适应阶段, 给予的激发光不足以引起 PSII 中心的激发, 产生的荧光信号为 F_0 。

F_m : 最大荧光产量。是 PSII 反应中心处于完全关闭

时的荧光产量。

F : 任意时间实际荧光产量。

F_v : 可变荧光, 为最大荧光产量与与初始荧光产量之差, 即 $F_v = F_m - F_0$, F_v 随光合作用的活性而变化, 反映光合作用中 PSII 原初电子受体 Q_A 的氧化还原状态和其他可耗散能量的途径。

F_v/F_m : PSII 最大光化学量子产量, 它能够反映 PSII 中心的光能转化效率。

q_p : 光化学猝灭, 以光化学淬灭系数代表: $q_p = (F_m' - F)/(F_m' - F_0')$, 这一参数反映了 PSII 天线色素吸收的光能用于光化学反应电子传递的份额。 q_p 也在一定程度上反映了 PSII 反应中心的开放程度。

q_N (NPQ): 非光化学淬灭, 有两种表示方法, $NPQ = F_m/F_m' - 1$, $q_N = 1 - (F_m' - F_s)/(F_m - F_0) = 1 - F_v'/F_v$ 。它反映的是 PSII 天线色素吸收的光能不能用于光合电子传递而以热的形式耗散掉的光能部分。

Φ_{PSII} : 线性电子传递的量子效率, 常用来反映电子在 PSII 与 PSI 的传递情况。

2 叶绿素荧光技术在园林植物研究中的应用

2.1 植物的光适应性研究 据此制定合理的栽培措施及对园林配置进行指导。

良好的植物群落要求不同光适应性的植物材料, 了解观赏植物的对光的需求情况具有实际应用意义。蔡志全等(2002)测定了热带雨林剑叶凤尾蕨在光强变化下叶绿素荧光变化, 发现其能够通过光合器官的调整来适应不同的光强。在对不同遮荫条件下桔梗和射干的叶绿素荧光参数的研究中发现, 随着遮荫强度的增加, 射干的 F_v/F_m 值呈上升趋势, 而桔梗则呈下降趋势, 遮荫可在一定程度上提高射干的原初光化学效率, 而桔梗对遮荫响应不敏感。综合其它指标说明射干对遮荫的适应能力较桔梗强, 为较耐荫的植物(魏胜利等, 2004)。

在探索快速而经济的方法来筛选适合低光强条件下生长的切花月季的研究中, Sevelius 和 Hyttinen 等

第一作者简介: 蔡丽敏, 女, 1981 年生, 北京林业大学园林植物与观赏园艺专业 2004 级硕士研究生, 研究方向为园林植物栽培与应用。

通讯作者: 董丽 女 北京林业大学园林学院教授 E-mail: dongleah@yahoo.com.cn.

基金项目: 国家林业局引进先进农业科学技术项目, 编号: 2002-08(2)。

收稿日期: 2006-09-20

(2001)发现,同样的条件下耐低光强的品种 F_v/F_m 和光合速率要高于不耐低光强品种,表明其光合活性较大,但对于叶绿素荧光技术作为筛选指标还有待于进一步的研究。三药槟榔在夏季温室条件下的光合特性研究结果表明,进行不完全遮荫处理可以使光抑制现象消失, F_0 无明显上升,对三药槟榔生长有利(赵世伟等, 2003)。

对5种红山茶叶通过叶绿素荧光特性的研究发现,较高的PSII原初光能转化效率和PSII潜在活性等指标都可以做为比较光合特性强弱的指标和依据(吕德芳等, 2003)。

除了园林中应用的成苗外,还有很多研究针对幼苗的生长,为园林植物的繁殖和栽培提供指导。墨兰组织培养植株叶片不同部位的叶绿素荧光参数测定结果表明,叶片光合作用最强的部位是叶尖部(李爱民等, 2002)。Goltsev等人(2001)用荧光技术研究了几种细胞分裂素对香石竹接种外植体叶片的光合活性的影响,认为包括 F_v/F_0 在内的一系列指标可用于细胞分裂素及其浓度的筛选。Bozera(2004)研究了杜鹃组织培养苗在练苗过程中的 F_v/F_m 变化情况,证明了新叶具有更高的光合活性。

2.2 植物逆境生理研究

环境胁迫一直是植物研究的重点,园林中立地条件多样,园林植物经常受到各种环境条件的胁迫,主要包括干旱、低温、高温、环境污染等。逆境条件会对光合作用产生影响,叶绿素荧光与光合作用中的各个反应过程紧密相关,任何逆境对光合作用某过程产生的影响都可通过体内叶绿素荧光的变化反应出来。

2.2.1 干旱胁迫 干旱胁迫是园林植物最常受到的胁迫之一。不同 CO_2 浓度下水分胁迫对枇杷叶绿素荧光影响的研究结果表明,高浓度的 CO_2 使得不同水分条件下的枇杷叶的 F_v/F_m 、 F_v/F_0 和 $\Phi PSII$ 明显提高,而在水分胁迫条件下能够使3个参数下降幅度减小(张放等, 2003)。景茂等(2005)通过研究土壤水分胁迫对于4个家系银杏的光合特性和叶绿素荧光特性的影响,发现不同的水分处理下,各家系叶片 F_v/F_m 差异均达显著水平,并且与净光合速率的相关系数较大,由此提出干旱胁迫直接影响了光合作用的电子传递和 CO_2 同化过程。

2.2.2 温度胁迫 在对15种园林树木(欧洲白桦等)的抗冻性的研究中, Percival 和 Henderson (2003)发现 F_v/F_m 随着处理温度的下降而下降,全株进行生长恢复后,各个树种成活率的趋势与离体叶片 F_v/F_m 测定的情况表现一致,并且认为离体叶片的荧光测定可以用来评价幼树的抗冻性指标。Hakam 和 Khanizadeh 等(2000)通过测定13个不同冷害敏感型的月季品种(已

知)在温度下降过程中的 F_v 值,发现抗寒的品种 F_v 下降较慢而抗性差的品种 F_v 下降较快,认为可用荧光技术来区别品种间的抗寒性。张卫华等(2004)研究了温度对北海道黄杨叶片PSII功能的影响,结果得到 $20^\circ C \sim 25^\circ C$ 之间是北海道黄杨叶片光系统II作用最强的温度范围。

2.2.3 空气污染 空气污染使得近年来园林植物受到的胁迫越来越严重。彭长连等(2000)研究了城市绿化植物对大气污染的响应,夹竹桃等19种植物的 F_v/F_m 值要比作为公园对照点有不同程度的下降,且降幅与试验点大气污染物综合污染指数的大小及其污染成分有关。在对大气污染下的大叶紫薇和白兰的叶绿素荧光研究中,苏行等(2002)通过几个参数的比较得出大叶紫薇和抗污染能力大于白兰。刘楠等(2003)对72种经过模拟 SO_2 处理后的城市绿化植物的叶绿素荧光进行测定,并结合其它指标初步筛选出一批抗污染能力较强的树种。苏冬梅等(2005)研究了 SO_2 对菊花叶绿素荧光特性的影响,结果表明 SO_2 对菊花叶绿体中PSII的光化学功能影响不大,但存在潜在的不利影响。

许多研究表明,逆境胁迫的轻重与 F_v/F_m 、 F_v/F_0 、 q_p 、 q_N 的参数值被抑制的程度之间存在着正相关,通过这些参数的变化程度可以用来鉴别植物不同抵抗或忍耐逆境的能力,从而筛选出抗性强的园林植物。

2.3 采后生理研究

叶绿素荧光技术在采后研究中主要是采后贮藏和衰老过程等方面。Joyce 和 Shorter (2000)研究了低温对袋鼠花采后贮藏的影响,结果表明,与对照相比在 $0^\circ C$ 贮藏后 F_v/F_m 表现为明显下降,认为 $0^\circ C$ 使袋鼠花受到了冷害。Pompadakis 和 Terry (2005)等利用荧光参数研究不同季节等因素对月季冷贮期间低温伤害的影响,发现冬季采收的月季, $1^\circ C$ 贮藏后 F_v/F_m 和观赏时间低于其它处理,其它季节相关性表现不明显,所以 F_v/F_m 可以反应出贮藏期间低温对叶片光合反应中心的伤害,而不能反映贮后切花观赏寿命的长短。张燕琴等(2005)研究切花菊采后衰老过程中的叶绿素荧光参数变化,结果认为叶绿素荧光参数 F_v'/F_m' 、 $\Phi PSII$ 和 q_p 可用作切花菊采后衰老的预测指标。

在对裸根蝴蝶兰储藏运输过程中的光合活性的研究中发现, F_v/F_m 、 q_p 和 q_N 等参数能够充分表示植株受胁迫的程度,可以用于植物贮运期最适环境条件的选择(Su V 等, 2001)。

除了以上几个方面,叶绿素荧光技术还被应用于植物营养、肥料和栽培环境等多方面的研究中。Urte 和 Robert (2001)研究了长期缺氧暗培养对菖蒲和黄菖蒲的影响,叶绿素荧光测定结果表明,随着处理时间的延长, F_v/F_m 、 $\Phi PSII$ 、 q_p 和 q_N 总体都呈下降趋势,并且在恢复

百合脱毒及病毒鉴定的研究进展

赵庆芳, 马平霞

(西北师范大学生命科学学院, 兰州 730070)

摘要:简述了百合病毒病研究现状, 并对百合的脱毒技术——茎尖培养、珠芽培养、化学处理和热处理, 以及主要病毒鉴定方法——指示植物法、电镜技术、酶联免疫法和分子生物学技术进展等方面进行了系统的介绍。

关键词:百合; 病毒; 脱毒; 鉴定

中图分类号:S 682.2⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2007)03—0077—03

百合(*Lilium* spp.)为百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium*)多年生宿根植物, 是主要的切花观赏花卉之一。百合的栽培都是通过无性繁殖, 长期的无性繁殖使百合体内逐渐积累大量病毒致使百合患病毒病, 影响百合的产量和质量。目前主要通过茎尖分生组织培养来阻断病毒从母株向后代的传播, 获得脱毒苗成为百合种植的关键所在。

1 百合常见病毒病的研究现状

人们对百合病毒的研究最早为Stewart(1896)描述百合坏死条纹。目前报道过的百合病毒共有21种, 其中发生普遍, 危害严重的病毒有3种: 百合无症病毒

(*Lily symptomless virus*, LSV)、黄瓜花叶病毒(*Cucumber mosaic virus*, CMV)和百合斑驳病毒(*Lily mottle virus*, LMoV), 其他各种均为局部地区发生, 对百合构不成普遍危害^[1]。

对易感染百合株系病毒的研究主要集中在CMV上, 根据从百合上得到的18个分离物在6个百合品种的鉴别寄主上的症状可将百合株系分为4类, 即重花叶株系, 矮化株系, 轻花叶株系和斑驳株系。其中, 轻花叶株系占的比例最大为7/18, 其次是矮化株系占6/18, 重花叶株系占4/18, 而斑驳株系仅占1/18^[2]。对不同类型百合病毒病进行株系分析结果表明, 兰州百合23个分离物中主要以轻花叶型较多, 其次为矮化型, 而无斑驳株系检出; 亚洲百合25个分离物中主要以轻花叶和矮化株系为主; 东方百合31个分离物中主要以轻花叶和矮花叶株系为主, 斑驳型在所有百合类型中所占比例均不大。

第一作者简介:赵庆芳, 女, 1962年生, 教授, 博士, 主要从事植物生理生态学及生态遗传学研究。
基金项目:甘肃省科技攻关计划项目, 编号: 2GS042—A41—001—11。
收稿日期:2006—10—24

正常环境后, 都表现出回升, 与光合速率变化趋势表现相似。在研究磷肥对于新几内亚凤仙生长、开花和叶绿素荧光的影响时, 发现与已知的研究结果相比, 低浓度的磷肥营养没有影响Fv/Fm, 叶片仍保持较高的光化学反应速率, 从而认为新几内亚凤仙的栽培中可用低浓度的磷肥以延迟生长并提早花期(Nowak J等, 2001)。

3 结语

作为快速、无损伤探究植物光合作用内部变化的“探针”, 叶绿素荧光动力学是植物研究中非常重要的方法之一。但与农作物、林木相比, 叶绿素荧光技术在园林植物研究中的应用还较少, 尤其是国内。主要是研究的广度和深度都不够, 今后的工作应该加强对园林中广泛应用的种类的研究, 并把科研与实际生产、应用中出现的问题结合起来, 最终为园林应用提供理论指导; 扩

大研究的范围, 叶绿素荧光中包含了非常丰富的信息, 可以应用在各方面的研究中, 如育种、病虫害防治等方面。而对于目前的已经有一定研究的方向, 如切花采后生理等, 研究深度还都有待于加强, 从而充分发挥叶绿素荧光动力学的优势, 推动园林植物研究和应用的发展。

参考文献:

[1] 冯建灿, 胡秀丽, 毛训甲. 叶绿素荧光动力学在研究植物逆境生理中的应用[J]. 经济林研究 2002 4: 14-18.
[2] Schreiber U, bilger W, Neubauer G. Ecophysiology of Photosynthesis [M]. (eds Schulze E D and Caldwell M M), Berlin : Springer Verlag, 1994.
[3] 张守仁. 叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通报 1999, 16(4): 444-448.