

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201708024

引文格式: 李萌姣, 陈青, 李婷, 等. 田野菟丝子寄生对五种红树植物叶绿素荧光参数的影响 [J]. 广西植物, 2018, 38(10): 1261-1266
LI MJ, CHEN Q, LI T, et al. Influence of parasitic plant *Cuscuta campestris* on leaf chlorophyll fluorescence parameters of five mangrove species [J]. *Guihaia*, 2018, 38(10): 1261-1266

田野菟丝子寄生对五种红树植物叶绿素荧光参数的影响

李萌姣^{1,2}, 陈青^{1,2}, 李婷^{1,2}, 叶万辉¹, 沈浩^{1*}

(1. 中国科学院退化生态系统植被恢复与管理重点实验室, 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 红树林由于受到入侵植物薇甘菊的危害发生大面积退化, 而田野菟丝子寄生是防控薇甘菊的有效途径。为了探讨田野菟丝子寄生对红树植物的影响, 该研究通过同质园控制试验, 利用 PAM-2100 便携式调制叶绿素荧光仪, 测定了三种真红树植物(老鼠簕、木榄、秋茄)和两种半红树植物(海芒果、银叶树)幼苗在田野菟丝子寄生及对照情况下的叶片叶绿素荧光参数。结果表明: 田野菟丝子寄生对红树植物幼苗光系统 II (PS II) 最大光化学效率(F_v/F_m)没有显著影响; 对更为敏感的红树植物幼苗 PS II 潜在活性(F_v/F_o)同样也没有显著影响; 试验后期发现田野菟丝子对红树植物幼苗无法成功寄生。由此可见, 田野菟丝子用于红树林薇甘菊的防治是安全的。

关键词: 田野菟丝子, 红树植物, 薇甘菊, 叶绿素荧光参数

中图分类号: Q945.79, Q948.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2018)10-1261-06

Influence of parasitic plant *Cuscuta campestris* on leaf chlorophyll fluorescence parameters of five mangrove species

LI Mengjiao^{1,2}, CHEN Qing^{1,2}, LI Ting^{1,2}, YE Wanhui¹, SHEN Hao^{1*}

(1. Key Laboratory of Vegetation Restoration and Management of Degraded Ecosystems, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Because of the invasion of *Mikania micrantha*, mangrove forests are suffering a large area of degradation. Parasitism of *Cuscuta campestris* is an effective way to control the destruction of *Mikania micrantha*. In order to explore the effects of parasitism of *Cuscuta campestris* on mangrove plants and to provide the basis for the selection of the parasitism of *C. campestris* to control the invasion of *Mikania micrantha* in the mangrove community. In this study, through common-gar-

收稿日期: 2018-01-30

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAC07B04); 国家重点研发计划项目(2017YFC0505802); 广东省林业科技创新项目(2017KJCX036); 广东省科技计划项目(2017A020217001) [Supported by the National Key Technology R & D Program of China (2012BAC07B04); the National Key R & D Program of China (2017YFC0505802); Guangdong Science & Technology Innovation Program (2017KJCX036); Guangdong Science & Technology Planning Program (2017A020217001)]。

作者简介: 李萌姣(1992-), 女, 山东潍坊人, 硕士研究生, 主要从事群落生态学研究, (E-mail) 2205359723@qq.com。

* 通信作者: 沈浩, 博士, 副研究员, 主要从事保护生态学和植物生理生态学研究, (E-mail) shenhao@scbg.ac.cn。

den experiments, leaf chlorophyll fluorescence parameters were determined by PAM-2100 portable modulated chlorophyll fluorescence analyzer for the leaves of three true mangrove plant species (*Acanthus ilicifolius*, *Bruguiera gymnorrhiza* and *Kandelia candel*) and two mangrove associates (*Cerbera manghas* and *Heritiera littoralis*), uninfected or infected by *Cuscuta campestris*. The results showed that the infection with *Cuscuta campestris* had no significant effects on F_v/F_m or more sensitive F_v/F_o in the PS II of seedling of the mangrove species. By the end of the experiment, we found that although *C. campestris* could initiate haustoria on stems of mangrove plants, it failed to finish successful parasitism and then died. Therefore, the application of *C. campestris* to control *Mikania micrantha* invasion into mangrove forests is safe.

Key words: *Cuscuta campestris*, mangrove species, *Mikania micrantha*, chlorophyll fluorescence parameters

红树林(mangrove forests)是指热带、亚热带地区沿海潮滩湿地独特的乔木、灌木、棕榈状或陆生蕨类植物群落(林鹏, 1984)。红树林是热带、亚热带河口生态系统的初级生产者,也是河口潮间带水生生态系统中唯一的木本植物群落(林鹏, 1997),具有防风固堤、净化污染物和维持生态系统多样性等生态服务功能(李庆芳等, 2006),对热带、亚热带海湾生态系统的维持与发展起到关键性作用,并在全球变化过程中亦扮演重要的角色(穆大刚, 2008)。但在过去的几十年间直至目前,全球范围内的红树林正遭受大面积的破坏和退化(Duke et al, 2007; Valiela et al, 2001),并且还以每年 1.52% 的平均速率减少,其中以亚洲的红树林湿地退化最为严重(Alongi, 2002; Valiela et al, 2001)。外来植物的入侵被认为是影响沿海湿地生态系统物种组成和结构功能的五大威胁之一(Biswas et al, 2007; Jackson et al, 2001),而近年来薇甘菊的入侵严重影响了红树林的生存,导致红树林面积急剧减少(毛子龙等, 2011)。

薇甘菊(*Mikania micrantha*)是世界公认的恶性杂草,20世纪80年代末传入中国海南岛、香港及珠江口的内伶仃岛等地区,现在已经在珠江三角洲广泛扩散,自其入侵我国后,对我国海滨红树造成了严重的危害(咎启杰等, 2000)。薇甘菊对红树林的危害主要是资源竞争和化感作用。当薇甘菊进入红树林后,可凭借超强的繁殖能力,迅速在红树植物上形成一层茂密的覆盖层,强烈争夺资源(尤其是光照),导致红树林植物因缺光而造成光饥饿后死亡;另一方面通过化感作用抑制或杀死红树植物(Willis et al, 2008; 陈权和马克明, 2015; 毛子龙等, 2011)。

全寄生植物田野菟丝子(*Cuscuta campestris*)可以通过寄生薇甘菊,夺取其所需的养分和水分,降低其光合能力,使薇甘菊叶片变黄甚至枯萎死亡,从而抑制薇甘菊的生长发育和繁殖,因此可用于大面积控制薇甘菊(咎启杰等, 2000; Lian et al, 2006; Shen et al, 2005)。田野菟丝子是旋花科(Convolvulaceae)菟丝子属(*Cuscuta*)的一年生全寄生草本植物,完全依靠寄主获取生存资源,可以强烈抑制寄主的生长,甚至导致寄主的死亡(Dawson et al, 1994)。但是,田野菟丝子是否会对红树植物产生寄生作用,从而影响红树林的生态安全,还需要进一步地探究。为此,本研究通过田野菟丝子对老鼠簕(*Acanthus ilicifolius*)、木榄(*Bruguiera gymnorrhiza*)、秋茄(*Kandelia candel*)三种真红树植物和海芒果(*Cerbera manghas*)、银叶树(*Heritiera littoralis*)两种半红树植物幼苗的叶片叶绿素荧光参数的影响进行研究,旨在探讨田野菟丝子用于红树林薇甘菊防治的安全性,为生物入侵胁迫下的红树林保护提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 研究地自然概况

研究地位于广州市的中国科学院华南植物园大型生态学实验综合试验场,地理位置为 113°21'25.28" E, 23°10'42.79" N,海拔为 40 m。属于南亚热带海洋季风气候类型,全年平均气温为 20~22 °C,平均相对湿度为 77%,年降雨量为 1 982.7 mm。

1.2 材料和设计

所用的三种真红树植物(老鼠簕、木榄、秋茄)



注：A. 老鼠筋；B. 木榄；C. 银叶树；D. 秋茄。

Note: A. *Acanthus ilicifolius*; B. *Bruguiera gymnorrhiza*; C. *Heritiera littoralis*; D. *Kandelia candel.*

图 1 田野菟丝子对不同红树植物的寄生现象

Fig. 1 Parasitism of *Cuscuta campestris* in different mangrove species

和两种半红树植物(海芒果、银叶树)的幼苗引种于广东省珠海市淇澳岛红树林自然保护区苗圃。在苗圃内挑选 1 年生,长势均一的五种红树幼苗,移植于 13.4 L 花盆中(上口内径 30 cm,盆底内径 21 cm,高 26 cm)中,每盆 1 棵,花盆放置于含有人工配置的海水塑料盆(内径 27.5 cm,高 10.5 cm)中。栽培基质使用珠海淇澳岛海泥(理化性质:盐度 8.3‰,含水率 42.9%,全氮 1.61 mg · g⁻¹,有机碳 1.85%)。三种真红树植物用人工配制的海水浇灌,两种半红树植物用淡水浇灌,人工海水以粗海盐和自来水调配而成,含盐量模拟淇澳岛近岸海水平均盐度,约为 6‰。试验期间监测盐度,适时补充人工海水。2013 年 10 月移栽幼苗适应新环境后,开始进行田野菟丝子寄生控制实验。试

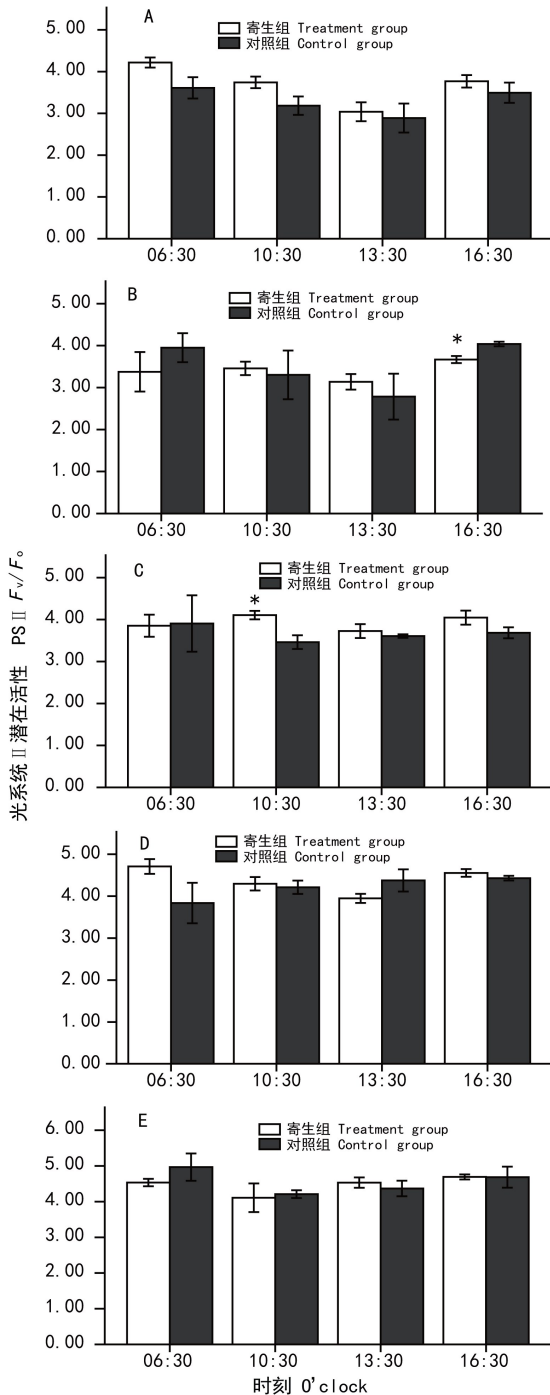
验分寄生组和对照组,在 100% 全光照条件下进行培养,均为 6 个重复。寄生处理 15 d 后,进行叶绿素荧光参数测定。

1.3 红树植物幼苗叶绿素荧光参数测定

每种红树植物的寄生组与对照组分别选取 2~6 片叶片,将待测叶片的测量部位进行暗处理 10~15 min,用 PAM-2100(德国, Walz 公司)分别在 6:30、10:00、13:30、16:30,测定叶片的叶绿素荧光参数,主要通过叶片的光系统 II (PS II) 最大光化学效率 (F_v/F_m) 和潜在活性 (F_v/F_o) 的平均值来表示。

1.4 数据统计分析

所有数据用 Excel 13.0 和 SPSS 21.0 进行统计与分析,寄生处理的红树植物幼苗与对照组之间通过 *t* 检验分析其差异显著性,当 $P < 0.05$ 时表示



注: A. 老鼠簕; B. 木榄; C. 银树叶; D. 海芒果; E. 秋茄。

*表示寄生组与对照组相比,在0.05水平上有差异($P < 0.05$)。下同。

Note: A. *Acanthus ilicifolius*; B. *Bruguiera gymnorrhiza*; C. *Heritiera littoralis*; D. *Cerbera manghas*; E. *Kandelia candel.* * indicates

significant differences at 0.05 level between the treatment and control groups ($P < 0.05$). The same below.

图2 田野菟丝子寄生对红树植物幼苗叶片 F_v/F_o 在一天中不同时间点的影响

Fig. 2 Effects of infection with *Cuscuta campestris* on F_v/F_o in leaves of mangrove seedlings at different time of a day

有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 寄生组红树植物的生长状况

同质种植园的全光照条件下的控制试验表明,无论是真红树还是半红树,田野菟丝子均无法成功寄生(图1)。由图1可知,个别物种如老鼠簕,即使发生田野菟丝子缠绕,但是不久田野菟丝子即死去,无法产生吸器,因而不能完成寄生过程。

2.2 田野菟丝子寄生对红树植物幼苗 PS II 潜在活性 (F_v/F_o) 的影响

从图2可以看出,在一天的不同时间点,寄生组与对照组的 F_v/F_o 相比较,除了木榄在16:30和银树叶在10:00有显著差异($P < 0.05$)外,寄生处理的红树植物与对照组相比,在任何时间点均无显著差异。因此,田野菟丝子寄生基本没有对红树植物幼苗产生影响。

2.3 田野菟丝子寄生对红树植物幼苗 PS II 最大光化学效率 (F_v/F_m) 的影响

从图3可以看出,在一天的不同时间点,寄生组与对照组的 F_v/F_m 相比较,基本上都没有显著差异,除了木榄在16:30和银树叶在10:00有显著差异($P < 0.05$),寄生处理的红树植物与对照组相比,在任何时间点均无显著差异。由此可见田野菟丝子寄生红树苗并未对红树苗产生影响。

3 讨论与结论

植物叶绿素荧光与光合作用效率密切相关,任何环境因素对光合作用的影响都可以通过叶绿素荧光变化反映出来(张云等,2014)。 F_v/F_m 反映的是植物 PS II 最大光化学效率,也是植物潜在最大光合能力的反映(Schreiber et al, 1995)。在植物受到环境胁迫时,会引起 F_o 的升高和 F_m 的降低,PS II 最大光化学效率 F_v/F_m 下降(Maxwell & Johnson, 2000; 张云等,2014); F_v/F_o 是植物 PS II 的潜在活性,在胁迫条件下,相比 F_v/F_m , F_v/F_o 更为敏感(李晓等,2006),更能有效反映植物受

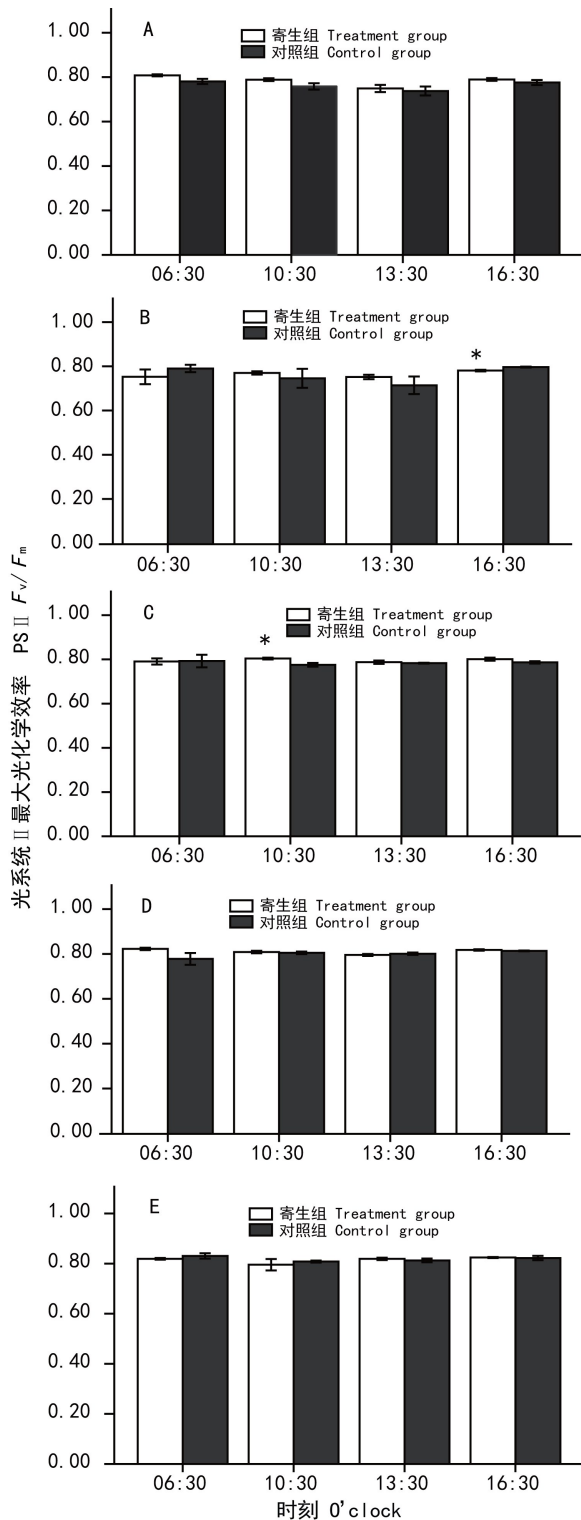


图3 田野菟丝子寄生对红树植物幼苗叶片 F_v/F_m 在一天不同时间点的影响

Fig. 3 Effects of infection with *Cuscuta campestris* on F_v/F_m in leaves of mangrove seedlings at different time of a day

胁迫程度的大小。张永强等(2002)和杨晓青等(2004)发现,在干旱和水分胁迫的条件下,四种冬小麦 F_v/F_m 和 F_v/F_o 均显著下降。梁海永和李会平(2000)、韩张雄等(2008)研究表明,在 NaCl 胁迫下,囊果碱蓬、梭梭、白梭梭和欧洲黑杨幼苗的 F_v/F_m 和 F_v/F_o 均显著下降。这也更好证明了 F_v/F_m 和 F_v/F_o 是反映叶片是否发生光抑制的重要指标,也是反映植物受胁迫程度的良好探针。

王如魁等(2011)用南方菟丝子寄生喜旱莲子草发现,喜旱莲子草叶片的 F_o 显著增大, F_m 下降, F_v/F_m 和 F_v/F_o 显著降低;魏子上等(2016)研究发现,随着菟丝子对黄顶菊寄生程度的增加, F_v/F_m 和 F_v/F_o 逐渐降低,通过抑制黄顶菊的光合同化能力,从而抑制黄顶菊的生长。在本研究结果中,田野菟丝子寄生红树幼苗,红树幼苗 F_v/F_m 与未被寄生时没有明显差异;在田野菟丝子的寄生下红树幼苗的 F_v/F_o 与在无寄生时也没有明显差异。可见,田野菟丝子并不能影响被寄生红树幼苗的光合作用,更进一步来说,并不影响红树苗的生长,试验后期,田野菟丝子因无法产生吸器,不能成功寄生在红树苗上,全部死亡,也印证了这一点。

本研究结果表明,用田野菟丝子寄生薇甘菊来治理被薇甘菊入侵的红树林时,红树林植物不会受到田野菟丝子寄生的危害,田野菟丝子用于红树林薇甘菊的防治是安全的,为生物入侵胁迫下的红树林保护提供理论参考,也为“以草治草”治理生物入侵的生物防治手段提供一条思路。

参考文献:

- ALONGI DM, 2002. Present state and future of the world's mangrove forests [J]. *Environ Conserv*, 29(3): 331-349.
- BISWAS SR, CHOUDHURY JK, NISHAT A, et al, 2007. Do invasive plants threaten the Sundarbans mangrove forest of Bangladesh? [J]. *For Ecol Manage*, 245(1): 1-9.
- CHEN Q, MA KM, 2015. Research overview and trend on biological invasion in mangrove forests [J]. *Chin J Plant Ecol*, 39(3): 283-299. [陈权, 马克明, 2015. 红树林生物入侵研究概况与趋势 [J]. *植物生态学报*, 39(3): 283-299.]
- DAWSON JH, MUSSELMAN LJ, WOLSWINKEL P, et al, 1994. Biology and control of *Cuscuta* [J]. *Rev Weed Sci*, 6: 265-371.
- DUKE NC, MEYNECKEE JO, DITTMANN S, et al, 2007. A

- world without mangroves? [J]. *Science*, 317(5834): 41–42.
- JACKSON JB, KIRBY MX, BERGER WH, et al, 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems [J]. *Science*, 293(5530): 629–637.
- HANG ZX, LI L, XU XW, et al, 2008. Characteristics of chlorophyll fluorescence parameters in three desert plants under NaCl stress [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 28(9): 1843–1849. [韩张雄, 李利, 徐新文, 等, 2008. NaCl 胁迫对三种荒漠植物幼苗叶绿素荧光参数的影响 [J]. *西北植物学报*, 28(9): 1843–1849.]
- LIANG HY, LI HP, 2000. Effect of NaCl stress on photosystem II functions in *Populus nigre* leaves [J]. *Hebei J For Orchard Res*, 15(2): 101–104. [梁海永, 李会平, 2000. NaCl 胁迫对欧洲黑杨组培植株叶片光系统II功能的影响 [J]. *河北林果研究*, 15(2): 101–104.]
- LIAN JY, YE WH, CAO HL, et al, 2006. Influence of obligate parasite *Cuscuta campestris* on the community of its host *Mikania micrantha* [J]. *Weed Res*, 46(6): 441–443.
- LIN P, 1984. Mangrove forests [M]. Beijing: Ocean Press: 28–31. [林鹏, 1984. 红树林 [M]. 北京: 海洋出版社: 28–31.]
- LIN P, 1997. Chinese mangrove ecosystem [M]. Beijing: Science Press: 47–55. [林鹏, 1997. 中国红树林生态系 [M]. 北京: 科学出版社: 47–55.]
- LI QF, ZHNG JE, LIU JL, et al, 2006. Reviews on ecosystem services of mangrove wetlands [J]. *Ecol Sci*, 25(5): 472–475. [李庆芳, 章家恩, 刘金苓, 等, 2006. 红树林生态系统服务功能研究综述 [J]. *生态科学*, 25(5): 472–475.]
- LI X, FENG W, ZENG XC, 2006. Advances in chlorophyll fluorescence analysis and its uses [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 26(10): 2186–2196. [李晓, 冯伟, 曾晓春, 2006. 叶绿素荧光分析技术及应用进展 [J]. *西北植物学报*, 26(10): 2186–2196.]
- MAO ZL, LAI MD, ZHAO ZY, et al, 2011. Effect of invasion plants (*Mikania micrantha* H. B. K.) on carbon stock of mangrove ecosystem in Shenzhen bay [J]. *Ecol Environ Sci*, 20(12): 1813–1818. [毛子龙, 赖梅东, 赵振业, 等, 2011. 薇甘菊入侵对深圳湾红树林生态系统碳储量的影响 [J]. *生态环境学报*, 20(12): 1813–1818.]
- MAXWELL K, JOHNSON GN, 2000. Chlorophyll fluorescence—a practical guide [J]. *J Exp Bot*, 51(345): 659–668.
- MU DG, 2009. Photosynthetic yield model and the response to environmental factors for 5 kinds mangroves [D]. Qingdao: Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences: 1–2. [穆大刚, 2008. 五种红树植物光合产量模型及对环境因子的响应 [D]. 青岛: 中国科学院研究生院(海洋研究所): 1–2.]
- SCHREIBER U, BILGER W, NEUBAUER C, 1995. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of *in vivo* photosynthesis [M]. Berlin Heidelberg: Springer, 100: 49–70.
- SHEN H, YE WH, HONG L, et al, 2005. Influence of the obligate parasite *Cuscuta campestris* on growth and biomass allocation of its host *Mikania micrantha* [J]. *J Exp Bot*, 56(415): 1277–1284.
- VALIELA I, BOWEN JL, YORK JK, 2001. Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments; at least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests and coral reefs, two other well-known threatened environments [J]. *Bioscience*, 51(10): 807–815.
- WANG RK, GUAN M, YANG BF, et al, 2011. Influences of parasitism by *Cuscuta australis* on photosynthetic characteristics of *Alternanthera philoxeroides* [J]. *J Taizhou Univ*, 33(3): 25–29. [王如魁, 管铭, 杨蓓芬, 等, 2011. 南方菟丝子寄生对喜旱莲子草叶片光合特性的影响 [J]. *台州学院学报*, 33(3): 25–29.]
- WEI ZS, LI KL, YANG DL, et al, 2016. Effects of *Cuscuta chinensis* parasitism on photosynthesis and fluorescence properties of invasive plant *Flaveria bidentis* [J]. *Ecol Environ Sci*, 25(6): 981–986. [魏子上, 李科利, 杨殿林, 等, 2016. 菟丝子寄生对黄顶菊光合作用和荧光特性的影响 [J]. *生态环境学报*, 25(6): 981–986.]
- WILLIS, MAJA, ZERBE S, et al, 2008. Distribution and ecological range of the alien plant species *Mikania micrantha* Kunth (Asteraceae) in Taiwan [J]. *J Ecol Environ*, 31(4): 277–290.
- YANG XQ, ZHANG SQ, LIANG ZS, et al, 2004. Effects of water stress on chlorophyll fluorescence parameters of different drought resistance winter wheat cultivars seedlings [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 24(5): 812–816. [杨晓青, 张岁岐, 梁宗锁, 等, 2004. 水分胁迫对不同抗旱类型冬小麦幼苗叶绿素荧光参数的影响 [J]. *西北植物学报*, 24(5): 812–816.]
- ZAN QJ, WANG YJ, WANG BS, et al, 2000. The distribution and harm of the exotic weed *Mikania micrantha* [J]. *Chin J Ecol*, 19(6): 58–61. [詹启杰, 王勇军, 王伯荪, 等, 2000. 外来杂草薇甘菊的分布及危害 [J]. *生态学杂志*, 19(6): 58–61.]
- ZHANG YQ, MAO XS, SUN HY, et al. 2002. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence of winter wheat [J]. *Chin J Ecol-Agric*, 10(4): 13–15. [张永强, 毛学森, 孙宏勇, 等, 2002. 干旱胁迫对冬小麦叶绿素荧光的影响 [J]. *中国生态农业学报*, 10(4): 13–15.]
- ZHANG Y, XIA GH, MA K, et al, 2014. Effects of shade on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence of *Ardisia violacea* [J]. *Chin J Appl Ecol*, 25(7): 1940–1948. [张云, 夏国华, 马凯, 等, 2014. 遮阴对堇叶紫金牛光合特性和叶绿素荧光参数的影响 [J]. *应用生态学报*, 25(7): 1940–1948.]