

外来入侵杂草薇甘菊及其伴生种基本光合特性的比较

温达志¹, 叶万辉^{1*}, 冯惠玲², 蔡楚雄³

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650; 2. 广东省深圳仙湖植物园, 广东 深圳 518028;
3. 广东省东莞市植物园, 广东 东莞 511700)

摘要:以 LCA4 光合蒸腾测定系统测定了植物叶片的气体交换过程, 比较分析了薇甘菊与周围其它藤本、草本和阔叶速生木本植物之间光合速率的差异。结果表明: (1) 匍匐攀援草质藤本薇甘菊 *Mikania micrantha* 具有较高的 CO₂ 固定能力, 净光合速率 21.56 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹, 高于草质藤本野葛 *Pueraria lobata* (16.97), 草质缠绕藤本五爪金龙 *Ipomoea cairica* (14.55), 与一年生鬼针草 *Bidens bipinnata* (24.32) 接近, 但低于多年生粗壮草本五节芒 *Miscanthus floridulus* (33.77); (2) 正午 12:00 后薇甘菊净光合速率和气孔导度出现一定程度的下降, 降幅分别约为 30% 和 47%, 下降的起始时间滞后于林下灌木, 光合作用光饱和点 1002 μmol m⁻²s⁻¹, 表明薇甘菊为喜阳植物; (3) 当林内光强低至 70 μmol m⁻²s⁻¹ 时, 薇甘菊仍然维持 2 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ 左右的净光合速率, 且其光合作用的光量子效率 (QUE) 高于五节芒, 光补偿点则相反, 提示薇甘菊具有适应阴生环境的能力或特性。这些信息有助于解释薇甘菊生长迅速、高生物量和生产力及其在自然界中的分布形式, 并可作为进一步研究调控其生长发育的部分依据。

关键词: 外来杂草; 薇甘菊; 伴生植物; 净光合速率; 光合-光响应曲线

中图分类号: Q945.11 文献标识码: A 文章编号: 1005-3395(2000)02-0139-08

COMPARISON OF BASIC PHOTOSYNTHETIC CHARACTERISTICS BETWEEN EXOTIC INVADER WEED *MIKANIA MICRANTHA* AND ITS COMPANION SPECIES

WEN Da-zhi¹, YE Wan-hui^{1*}, FENG Hui-ling², CAI Chu-xiong³

(1. South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;
2. The Fairy Lake Botanical Garden of Shenzhen, Guangdong Province, Shenzhen 518028, China;
3. The Botanical Garden of Dongguan, Guangdong Province, Dongguan 511700, China)

Abstract: Gas exchange in leaves of selected plants was measured by using LCA-4 portable photosynthesis and transpiration system (ADC, England). Analysis of the difference in net photosynthetic rate (Pn) between *Mikania micrantha* and its companion species was also made. Results were as follows: (1) *Mikania micrantha*, a herbaceous vine, had a strong capacity for CO₂ fixation, the Pn being 21.56 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹, which was higher than that in the accompanying somewhat woody twiner *Pueraria lobata* (16.97) and climbing herb

收稿日期: 2000-04-17

基金项目: 国家重点基础研究规划项目 (G2000046803) 的部分研究内容

* 通讯作者 Corresponding author

Ipomoea cairica (14.55), and was close to that in annual herb *Bidens bipinnata* (24.32), with the exception of the grass *Miscanthus floridulus* (33.77). (2) Pn and leaf stomatal conductance (Gs) of *Mikania micrantha* increased before noon time and started to decrease after 12:00, the extent of decrement was little, and the time of revealable decrease was lagged more than those of understory shrubs, together with the high light compensation point of photosynthesis ($1002 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), it is suggested that *Mikania micrantha* is intrinsically a heliophylic species. (3) Compared to the sun grass *Miscanthus floridulus*, *Mikania micrantha* also showed its capability in acclimation to shade environment, which was observed by its higher quantum use efficiency and lower light compensation point, and by the evidence of maintaining the Pn at about $2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ when leaf incident light in the forest was lowered to $70 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The information presented in this paper would be helpful for understanding about *Mikania micrantha* in aspects of fast growing and spreading, large biomass and great production, and its distribution patterns in nature. It might also be useful to the advanced study on the control approaches of the growth and development of this exotic weed.

Key words: Exotic weed; *Mikania micrantha*; Companion species; Net photosynthetic rate; Photosynthesis-light response curve

薇甘菊(*Mikania micrantha*)原产南美、中美洲,生长于林缘、溪流、河流岸边,及受干扰破坏的路边,尤其喜好低洼潮湿空旷地,在海拔2000—3000 m的陡坡上也发现其踪影。这种植物因其生命力强和匍匐生长的特性而著称,是多分枝、攀援类草质藤本,属于菊科假泽兰属。它可以借助风力传播种子而扩散,也可以通过与土壤相接触的节间与匍匐茎蔓延繁衍,新生组织生长迅速,单株植物在生长季几个月内就能扩展蔓延覆盖大片面积^[1]。薇甘菊与起源于北美的米甘草(*M. scandens*)和起源于东南亚、非洲的假泽兰(*M. cordata*)类似,是三种中最具入侵性和最麻烦的杂草之一,已经成为印度、孟加拉国、斯里兰卡、泰国、菲律宾、毛里求斯、印度尼西亚和太平洋岛屿国家包括斐济、库克岛、所罗门群岛和圣诞岛、新不列颠和新圭亚那中部地区茶园和橡胶园的重要控制对象。在萨摩亚群岛,薇甘菊的入侵被视为导致椰子林衰败的重要原因;也有报道说这种植物杀死了大量的面包果树,对油棕、香蕉、可可、甘蔗和森林作物的危害也很严重^[1,2]。

据文献记录和实地调查采集,薇甘菊是迄今在我国发现的仅有的两种假泽兰属(*Mikania*)植物中的1种^[3]。我国于1984年在深圳银湖首次发现并采集制作标本,之后的很长一段时间被忽略遗忘。今年年初一些报刊电台等传媒首先报道了这一植物的危害,甚至称之为“植物杀手”。最近我们实地考察中发现深圳梧桐山、仙湖植物园、内伶仃岛、东莞等地的路边、林相残破地段、人工垦荒及丢荒地确有大量分布,证实这一植物已经危害稀疏林地、果园、荔枝林和竹林,严重地区造成成片果树死亡现象。另一个不容忽视的观察结果是在冠层镶嵌、林分郁闭度较高的森林中这种植物变得稀少甚至缺如,因此仍然难以断言这种植物是否威胁到自然林。虽然有报道认为薇甘菊不耐阴,对建成良好的稠密森林不会造成很大影响^[1],但是一旦它真

的能入侵自然林或原始森林, 那么随后引发的生境和生态变化对自然界动植物的维持将可能造成严重的后果。国外资料大多将薇甘菊视为杂草, 侧重于研究其化学和生物控制途径^[2,4-6], 对薇甘菊的生物学特性及其在自然界中的适应策略甚少报道, 国内则尚未开展这方面的研究。本研究的目的在于测定不同生境下与植物叶片光合作用过程密切相关的基本特征参数, 比较分析薇甘菊与周围其它藤本、草本和阔叶速生木本植物之间的差异, 以期对其光合生理特性在不同生境下的生态适应性有初步的认识。本文侧重报道了光因子及光环境变化下净光合速率 P_n 的响应, 而有关蒸腾速率 E 、气孔导度 G_s 、水分利用效率 WUE 及胞间 CO_2 浓度与大气 CO_2 浓度比 C_i/C_a 将另文报道。

1 研究地描述

2000 年 3 月 29 至 31 日我们考察了 (1) 深圳梧桐山五亩地: 薇甘菊分布于苗圃地边缘的荒坡地段, 盖度 100%, 平均厚度达 30 cm, 该地段周围留下前一年除草松土迹象, 伴生植物有铺地澎琪菊、葛藤、鬼针草、大蓟、五节芒、马樱丹等; (2) 深圳梅林水库路边山坡疏林、灌丛或荒地: 薇甘菊、葛藤占优势, 盖度达 90% 以上, 伴生种主要有蛇莓、蔓生绣竹、五节芒、海芋、水茄等; (3) 深圳盐田马路边丢荒地: 五爪金龙、薇甘菊、葛藤、地毯草长势非常茂盛, 全面覆盖, 芒、五节芒散生; (4) 深圳仙湖植物园内大草坪-马占相思林接壤区: 薇甘菊由林缘向林内匍匐爬行, 遇树干、枝条攀援缠绕生长, 被调查的马占林树木 100% 被薇甘菊或葛藤缠绕, 伴生植物主要有毛蕨、芒, 五节芒零星分布, 总盖度在 20% 以下。被测定植物有假泽兰属多年生匍匐攀援藤本薇甘菊 (*Mikania micrantha* H. B. K.), 甘薯属草质缠绕藤本五爪金龙 (*Ipomoea cairica* L.), 葛属草质藤本野葛 (*Pueraria lobata* Willd.), 一年生菊科植物鬼针草 (*Bidens bipinnata* L.), 多年生禾本科粗壮草本五节芒 [*Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb.], 以及豆科相思属的阔叶速生木本植物马占相思 (*Acacia mangium*)。后者原产澳大利亚沿海、印度尼西亚东部, 因其比一般木本植物的光合效率高, 具有固氮活性强、速生等优点, 于 70 年代引入我国, 现已成为华南地区常见的荒山绿化树种。

2 研究方法

气体交换 用便携式 LCA4 光合-蒸腾仪开放气路系统(英国 ADC 公司制造)测定植物叶 6-8 片, 叶室入气口与离地 3 m 的气杆连接。

不同植物种的测定 在深圳梧桐山五亩地和盐田马路边丢荒地完成薇甘菊及其伴生草本、藤本植物的比较测定, 光照条件一致和测定时间比较一致。马占相思以及林缘、林内不同植物种的测定在仙湖植物园草坪-马占相思林接壤区完成。

薇甘菊茎上不同部位叶片的测定 对从顶端第 1 片完全展开的成熟叶至近基部的可测叶片(大约第 12 片), 两片被测叶之间间隔一片, 共 6 个叶位叶片进行测定。全光下测定样本来自深圳盐田马路边丢荒地, 遮阴下来自梅林水库路边山坡疏林地。

光合-光响应曲线 用三层黑布覆盖叶室测定暗呼吸速率, 然后用毛玻片盖住叶室受光面, 通过增加或减少毛玻片的块数得到所需要的不同入射光强。所有测定均在梅林水库路边山坡疏林内完成。

3 结果与分析

3.1 净光合速率

图1显示生长在旷野丢荒地的薇甘菊及其伴生种的净光合速率 P_n ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 光强相对一致, 测定时间介于 10:30–13:00。 P_n 的大小依次为五节芒 *Miscanthus floridulus* (33.77 ± 6.4) > 鬼针草 *Bidens bipinnata* (24.32 ± 0.9) > 薇甘菊 *Mikania micrantha* (21.56 ± 3.21) > 野葛 *Pueraria lobata* (16.97 ± 3.00) > 五爪金龙 *Ipomoea cairica* (14.55 ± 2.57)。薇甘菊叶片净光合速率是阔叶草质藤本五爪金龙的 148.2%, 野葛的 127.1%, 禾本科草本五节芒的 63.8% 和菊科草本鬼针草的 88.6%。

3.2 正午前后净光合速率和气孔导度

11:00、12:00、14:00 和 15:00 薇甘菊叶面光强 Q_{leaf} 分别为 1252 ± 260 、 1429 ± 247 、 1537 ± 128 和 $1556 \pm 22 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (图 2a), 各光强下对应的 P_n 各为 20.52 ± 2.7 、 21.56 ± 3.2 、 14.94 ± 2.3 和 $17.85 \pm 5.22 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (图 2b)。可见, 薇甘菊叶片的净光合速率在午后开始下降, 14:00 左右降至最低, 为最大值的 69.3%, 然后有所回升。 P_n 的这一变化图式与同条件下植物叶片气孔导度 G_s 的变化类似 (图 2c), 即正午 12:00 过后随着光强的增加气孔部分关闭, 14:00 时的最低值为 0.10, 是 12:00 时最大值 (0.19) 的 52.6%。温达志等比较了两年生亚热带乔木树种黎蒴 (*Castanopsis fissa* R & W) 和林下灌木九节 (*Psychotria rubra* (Lour.) Poir.) 在全自然光下的日变化时看到二者的净光合速率在 15:00 分别降为正午前最在值的 56.5% 和 27.2%, 而且林下阴生植物九节的 P_n 和 G_s 在上午 9:00 后开始迅速下降, 而喜阳性树种黎蒴 P_n 开始下降的时间则相对滞后, 下降幅度也远小于九节 (待发表资料)。由此, 推测薇甘菊具有阳性植物的特性。这与它在自然界中广泛分布于疏林、旷野、稀疏灌丛及荒地生境十分一致。

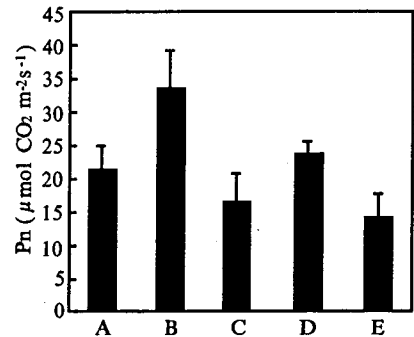


图1 薇甘菊 (A) 及其伴生种五节芒 (B)、野葛 (C)、鬼针草 (D)、五爪金龙 (E) 的净光合速率

Fig. 1 Net photosynthetic rate (P_n) in leaves of *Mikania micrantha* (A) and its accompanying species *Miscanthus floridulus* (B), *Pueraria lobata* (C), *Bidens bipinnata* (D) and *Ipomoea cairica* (E)

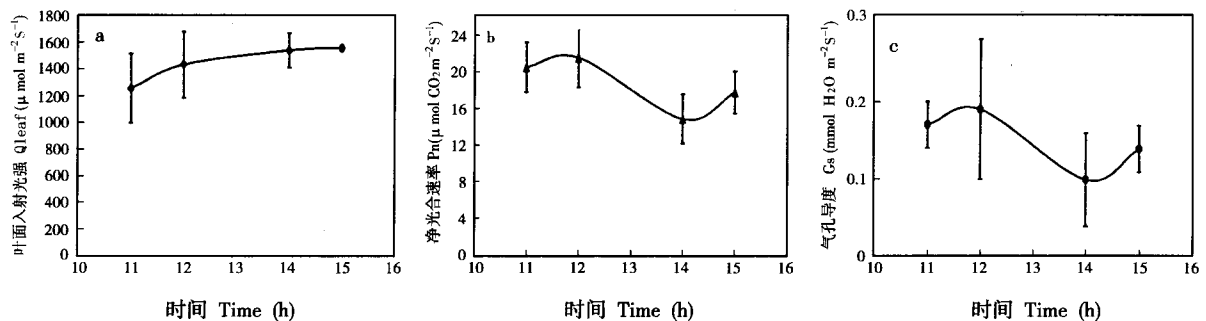


图2 正午前后薇甘菊叶面光强 Q_{leaf} (a)、净光合速率 P_n (b) 和气孔导度 G_s (c) 的变化

Fig. 2 Changes in leaf incident light intensity (a), net photosynthetic rate (b) and leaf stomatal conductance (c) for *Mikania micrantha* before and after noon

3.3 薇甘菊匍匐茎上不同部位叶片 Pn 的差别

全光照下叶面入射光强 Q_{leaf} 变化幅度较大, 介于 1200 和 1500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 之间, 但实地测定结果表明当 Q_{leaf} 达到 800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上时薇甘菊叶片 Pn 达到饱和 (20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 左右), 并维持到较高的光强。因此尽管光强变幅较大但仍具有一定的可比性, 而弱光下 Q_{leaf} 则保持平稳, 介于 280 和 300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。由图 3 可见: (1) 薇甘菊叶片 Pn 与其在茎上着生的位置之间存在一定的线性关系, 全自然光下明显高于遮阴, 相关系数 r 达 0.983; (2) Pn 随叶片叶位自顶端至基部而线性递减 (方程斜率 < 0), 遮阴下的变化相对平稳 (较小的斜率绝对值), 全光下则较为明显 (较大的斜率绝对值), 表明顶端成熟叶片具有较高的光合速率, 近基部叶片 Pn 较低; (3) Pn 虽然随叶位递减, 但全自然光下测得的与茎基部最近的一片叶的 Pn 也在 15 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上。此外, 全光下被遮阴叶片容易枯黄脱落, 不象阔叶木本植物尤其是乔木树种林冠内下层叶成为巨大的呼吸消耗。

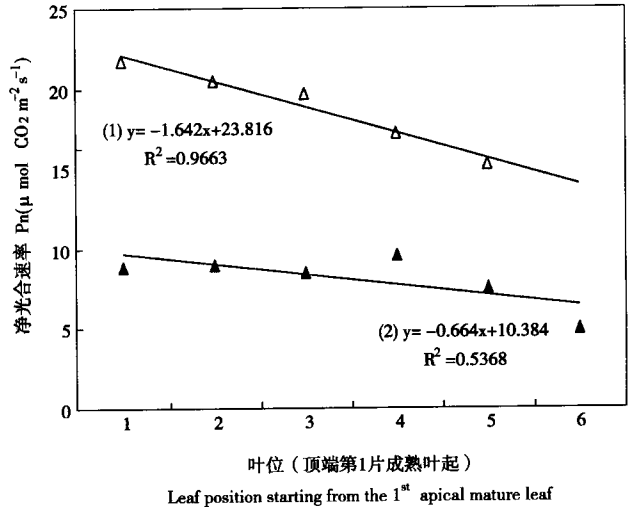


图 3 全光 (Δ) 和遮阴 (\blacktriangle) 下薇甘菊茎上不同部位叶片的净光合速率
Fig. 3 Net photosynthetic rate in leaves on different positions of the stem of *Mikania micrantha* growing under sun (Δ) and shade (\blacktriangle) environments

3.4 林缘与林内 Pn 的差异

林缘与林内 Pn 的测定在 16:10—17:40 之间完成。表 1 可见, 生长于林缘的薇甘菊的净光合速率与马占相思没有明显差异, 但二者的 Pn 显著低于五节芒, 不足它的一半。而且, 此时五节芒的平均测定光强为 673 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 低于其它两植物的测定光强, 其 Pn 可能还没有达到最大。生长在林内的薇甘菊的 Pn 略低于同生境下的五节芒, 高于马占相思, 叶面入射光强降至林缘的 7% 时, Pn 为林缘的 19.5%, 而五节芒和马占相思在光强降至 10.4% 和 8.7% 条件下, Pn 分别为林缘的 10.4% 和 9.3%, 这表明薇甘菊能够有效利用林内有限的弱光强, 具有适应阴生环境的一面。而且当光强低至 35 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 左右时薇甘菊仍然具有 0.8 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的净光合速率, 进一步证明了它的这一特性。此一结果不足的是日落过程中光强迅速下降, 未能测得其它两种植物在同一条件下的 Pn。

表 1 马占相思林林缘和林内不同植物净光合速率

Table 1 Net photosynthetic rate in leaves of three selected species growing on forest fringe and inside the forest of *Acacia mangium*

地点 Site	测定时间 Measuring time	薇甘菊 <i>Mikania micrantha</i>	五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i>	马占相思 <i>Acacia mangium</i>
林缘 Forest fringe	16:10—17:20	11.19 ± 2.27 ^①	23.25 ± 0.69 ^②	10.36 ± 1.14 ^③
林内 Inside forest		2.19 ± 1.01 ^④	2.43 ± 0.47 ^⑤	0.96 ± 0.52 ^⑥
林缘 Forest fringe	17:20—17:40	6.5 ± 1.9 ^⑦		
林内 Inside forest		0.8 ± 0.5 ^⑧		

Average leaf incident quantum for Pn marked by ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ is 1002, 673, 922, 71, 70, 80, 211 and 34.6 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectively.

3.5 光合 - 光响应曲线

将不同叶面光强 Q_{leaf} 和对应的净光合速率 P_n 数值作散点图可以得到薇甘菊与五节芒的光合 - 光响应曲线(图 4a、b)。可见, 薇甘菊和禾本科草本五节芒的光合 - 光响应曲线用标准二次曲线方程($Y=aX^2+bX+c$, 其中自变量 X 为给定光强, 因变量 Y 为对应光强下的 P_n) 拟合具有较高的相关系数 r , 分别为 0.978 和 0.983, 能够较好地预测不同光强下的 P_n 。而且, 根据方程中的系数可以计算 P_n 的最大值 $P_{\text{max}}=c-(b^2/4a)$ 以及 P_n 达到最大时的 Q_{leaf} 值 $Q_{\text{max}}=-b/2a$ 。这样, 薇甘菊和五节芒最大净光合速率的理论值分别为 18.9 和 23.7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 对应的饱和叶面光强分别为 1002 和 937 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。值得指出的是, 此项测定是在间阴灰朦天气条件下的次生疏林内完成, 其最大值均低于图 1 中在空旷路边丢荒地和晴朗天气下的测定值。虽然各点的值可能因生境和光强的不同而有差异, 但测定结果能反映出同一生境下不同种之间 P_n 随光强变化的趋势。

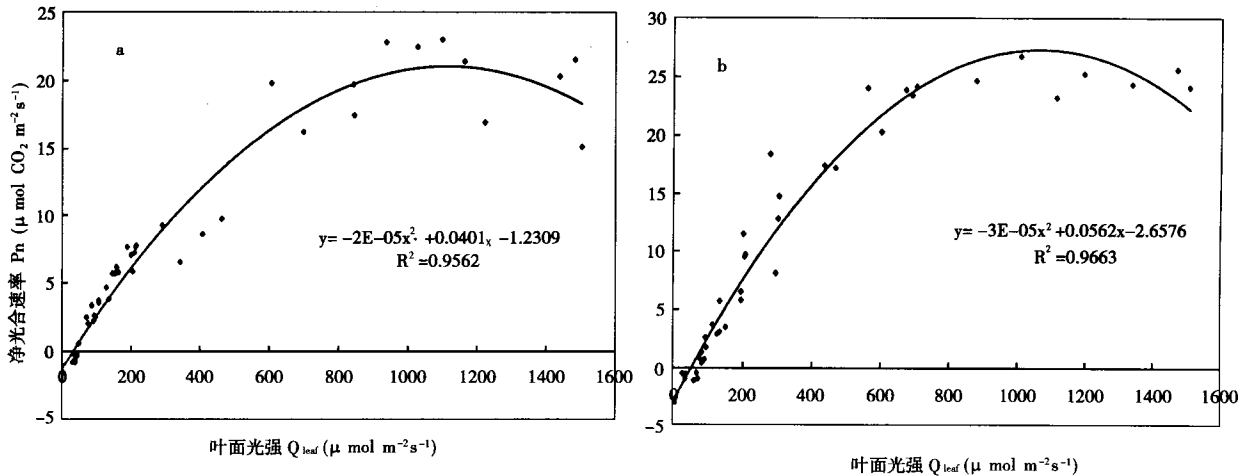


图 4 薇甘菊(a)与五节芒(b)叶片光合 - 光响应曲线

Fig. 4 Photosynthesis-light response curves for leaves of *Mikania micrantha* (a) and *Miscanthus floridulus* (b)

3.6 光量子利用效率

植物对 CO_2 同化的光量子利用效率(Quantum use efficiency, QUE)能反映植物对光能的情况, 计算光合速率 - 光反应曲线 $0-150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 范围内的起始斜率可粗略得到 QUE(图 5a、b)。可见, $0-150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 范围内 P_n 与 Q_{leaf} 之间存在较好的线性关系($Y=kX+b$), 薇甘菊的相关系数 ($r=0.988$) 明显高于五节芒 ($r=0.887$)。图 5a 中线性方程斜率($k=0.0513$) 高于图 b ($k=0.0476$), 表明薇甘菊的光量子利用效率比五节芒高。此外, 根据方程还可以计算得到薇甘菊的光补偿点为 $40 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 低于五节芒 ($57 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 同样表明薇甘菊适应弱光生境的能力比五节芒强。

4 结论与建议

全自然光下薇甘菊的净光合速率高于与其伴生的五爪金龙、葛藤, 与鬼针草接近, 表现出

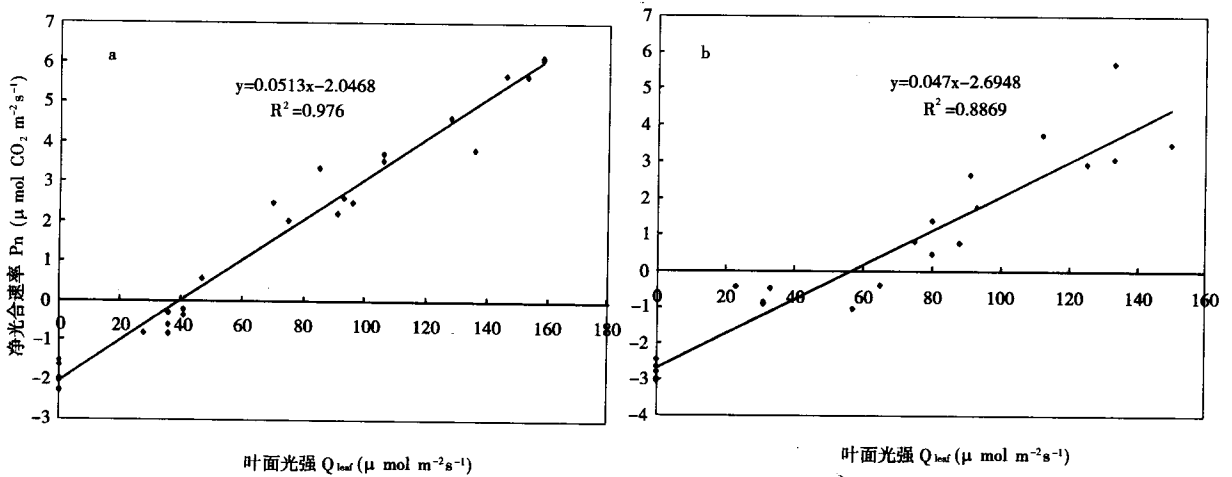


图5 薇甘菊(a)与五节芒(b)的光量子效率

Fig. 5 Quantum use efficiency (QUE) for leaves of *Mikania micrantha* (a) and *Miscanthus floridulus* (b)

较高的 CO_2 固定能力, 此外其忍受持续高光强的能力比某些阳性乔木树种如黎蒴强, 光合作用光饱和光强与五节芒接近(图1、2、4), 由此推断薇甘菊本质上为喜阳性植物。它在自然界广泛分布于疏林、旷野、稀疏灌丛及荒草地, 与伴生种鬼针草、五爪金龙、葛藤、禾本科芒、五节芒等的生境类似, 揭示这些伴生种可能用作薇甘菊适宜生境和可能分布出现的指示。

在马占相思林内弱光下生长的薇甘菊净光合速率与五节芒接近, 光合-光响应曲线的起始斜率的分析结果表明, 较弱光下薇甘菊比五节芒具有较高的光合量子效率和较低的光补偿点, 提示薇甘菊具有适应弱光环境一面, 它对庇荫环境下有限弱光的利用能力比五节芒强(表1, 图5)。薇甘菊较高的 P_n 和对光环境变化的较强适应性可能是其能迅速生长与广泛分布的重要生理基础。由于薇甘菊生命力极强, 伴有匍匐攀援缠绕等生长特性, 只要有支撑的地方就能快速向上生长形成稠密的无缝隙植物幕罩, 另一方面自然林具有结构复杂性、时空变化的协同性等特征, 其自然演替过程中林隙的形成与消失, 风雨雷电等自然灾害造成林冠损伤、冠折、干折等都能直接改变林内的光环境。因此不能排除它入侵自然林的可能以及随后引发的生态和生境的变化所造成的后果, 必须引起重视。

薇甘菊可以无性或有性种子繁殖, 侧分枝和主枝一样生命力强, 每一个匍匐枝的节间都可以扩展成新的根和叶系统, 这些特性造就了它的高生产力、生物量和表面覆盖能力。迄今大多数研究将它视为麻烦的杂草, 研究工作侧重于化学防治和生物治理。本项研究的重要启示是如果(1)我们能找到足够的证据证实薇甘菊入侵冠层镶嵌、郁闭度较高的自然林的可能性很小, 或即使它有能力强入侵自然林但不会构成威胁, 或在干旱季节薇甘菊地上部分全部枯死; (2)通过某种杂交手段能控制其结实过程, 极大程度地减少其结实量或使其不结实; 那么我们可以尝试利用它的高光合效率、高生产力和覆盖能力等有利特性, 尝试性地研究它在工业废弃地、退化荒草地植被恢复的可能性和有益效应。

本项研究结果为致力于生物保护、寻求对薇甘菊的控制措施与途径的生物保护学家提供基

础信息, 也为那些对薇甘菊高光合生产力的过程控制感兴趣的植物生理学家以及致力于寻求薇甘菊遗传改良途径的育种学家提供启示。

参考文献:

- [1] Holm L G, Plucknett D L, Pancho J V, et al. The World's Worst Weeds—Distribution and Biology [M]. University Press of Hawaii, 1977.
- [2] Waterhouse D F. Biological Control of Weeds: Southeast Asia Prospects [M]. Canberra: ACIAR, 1994, 125–126.
- [3] 孔国辉, 吴七根, 胡启明. 外来杂草薇甘菊 (*Mikania micrantha* H. B. K.) 在我国的出现 [J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(1):27.
- [4] Barreto R W, Evans H C. The mycobiota of the weed *Mikania micrantha* in south Brazil with particular reference to fungal pathogens for biological control [J]. Mycol Res, 1995, 99(3):342–352.
- [5] Teoh C H, Chung G F, Liau S S, et al. Prospects for biological control of *Mikania micrantha* H. B. K. in Malaysia [J]. Planter, 1985, 61:515–530.
- [6] Parker C. The *Mikania* Problem [J]. Pesticides Abstracts & News Summary, 1972, 18:312–315.