

开花期藜的光合特性研究

孙存华^{1,2,3}, 李扬, 金慧丽, 王东升, 徐新娜, 陈香玲, 张亚红

(1. 徐州师范大学生命科学学院, 江苏徐州221116; 2. 南京师范大学江苏省生物多样性与生物技术重点实验室, 江苏南京210097; 3. 徐州师范大学江苏省药用植物生物技术重点实验室, 江苏徐州221116)

摘要 [目的] 通过对干旱胁迫下藜开花期基本光合特性的研究, 初步探讨其耐旱机理。[方法] 9月上旬选择典型晴天, 对开花期的藜功能叶进行有关光合参数的测定。[结果] 开花期藜的光合日变化呈单峰型, 峰值出现在中午12:00左右, 光合“午休”现象消失, 与其营养生长期藜具有明显的午休现象不同。蒸腾速率呈双峰型, 在上午8:00左右蒸腾速率达到最大, 然后开始渐渐下降, 到下午14:00左右达到谷底。在自然条件下藜的光饱和点(LSP)为1300 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 左右, 光补偿点(LCP)为37 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 左右, 表观量子效率(AQY)为0.3489。[结论] 开花期藜的光合速率的限制因素主要是非气孔限制, 光强也不再是控制气孔开闭的主要因素, 温度和空气湿度成为控制气孔开闭的主要因素。

关键词 藜; 开花期; 光合特性

中图分类号 S311 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)12-04839-02

Photosynthetic Characteristics of *Chenopodium album* L. at Flowering Stage

SUN Cun-hua et al. (College of Life Sciences, Xuzhou Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221116)

Abstract [Objective] The purpose was to discuss drought resistance mechanism of *Chenopodium album* L. by studying the photosynthetic characteristic of it under drought stress at flowering stage. [Method] The photosynthetic parameters of the functional leaves of *Chenopodium album* L. were measured on the days with clear sky at flowering stage. [Results] The photosynthesis curve of *C. album* presented in a single peak and no a remarkable noon inhibition at flowering stage. Its peak occurred at about 12:00 and there was remarkable different from the vegetative stage had a noon inhibition. The transpiration of *C. album* presented varied in a double peak manner thus suffering a remarkable noon inhibition. Its first peak occurred at about 8:00, then the transpiration rate descend and reached the bottommost point at 14:00, its second peak appeared at about 17:00. With natural condition the light saturation and compensation points of *C. album* were about 1300 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ and 37 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ respectively; the apparent quantum yield was about 0.3489. [Conclusion] The major reason for the noon inhibition of Pn was not the stomatal regulation. Light intensity was not the major factor and temperature, atmosphere humidity become the major factors.

Key words *Chenopodium album* L.; Flowering stage; Photosynthetic Characteristics

藜(*Chenopodium album* L.)又名灰菜、白藜、灰条菜, 属中央子目(Centrospermae)、藜科(Chenopodiaceae)、藜属(*Chenopodium* L.)^[1-2]。叶和嫩茎可食用, 种子可榨油, 具有较高的营养价值^[3-4], 全草入药, 能止泻痢、止痒和止疼^[1]。更重要的是: 藜是一种耐旱性较强的植物, 适应于干旱地区, 在盐分很高的盐碱地中也能正常生长^[5-6]。但对其抗旱机理研究较少^[5], 特别对藜开花期的耐旱特性和光合特性的研究至今未见报道。笔者通过对干旱胁迫下藜开花期的基本光合特性的研究, 初步探讨其耐旱机理。

1 材料与方 法

1.1 试验点概况 试验在徐州师范大学生命科学学院实习基地进行, E117°11'、N34°15', 属暖温带季风气候区, 年日照时数为2284~2495 h, 日照率52%~57%, 年均气温14℃, 年均无霜期200~220 d, 年均降水量800~930 mm, 连续积温4200~4500℃。

1.2 试验方法 盆栽藜, 盆直径25 cm, 高23 cm, 盆土为黄潮土, 以黄河沉积物为主, 土壤中的碳酸钙及可溶性盐含量略偏高, 略呈碱性反应, 有机质含量不高, 饱和浇水后最大含水量为29.8%。3月播种, 发芽后, 每盆留苗5棵, 楼顶露天自然条件培养, 9月(开花期)进行测定。选取典型晴天, 用LI-6400便携式光合系统对向阳面功能叶进行测定。

测定项目及计算: 光合日变化。选择典型晴天(9月5

号)从6:00~18:00每隔1 h测1次。记录净光合速率(Pn)、胞间CO₂浓度(Ci)、气孔导度(Cond)、大气相对湿度(RH)、蒸腾速率(T)、叶室内的光合有效辐射(PAR)、气温(Ta)等有关参数的值。光响应曲线。光响应曲线是测定400 $\mu\text{mol/mol CO}_2$ 浓度下的不同光强下藜的净光合速率。CO₂响应曲线。测定1200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 光强下(光饱和点)不同CO₂浓度下(由低CO₂浓度开始逐渐加大CO₂浓度)的净光合速率(9月10日)。气孔限制值(Ls)按Berry和Downton的方法计算^[7]: $Ls = 1 - Ci/Ca$ (Ci为细胞间隙CO₂浓度, Ca为空气中CO₂浓度)。水分利用效率(WUE) = 光合速率/蒸腾速率^[8]。表观量子效率(AQY) = 光合速率/光照强度^[9]。每一参数测定不同花盆的3片叶片, 3次重复, 取平均值。

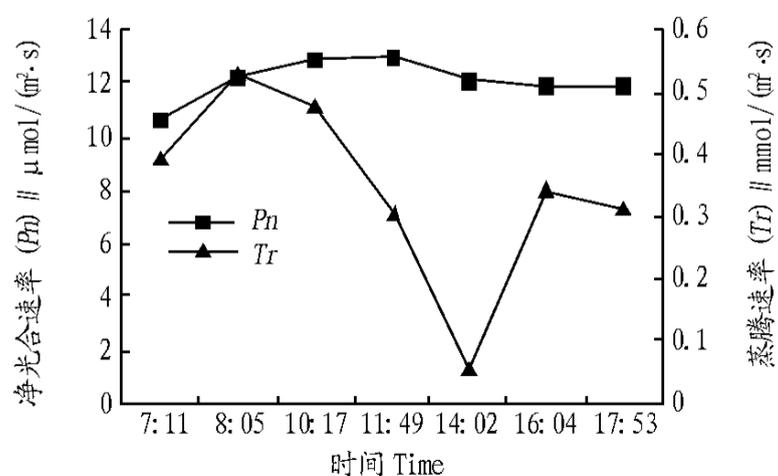


图1 藜在开花期的叶片净光合速率、蒸腾速率的日变化

Fig.1 Daily change of Pn and T in leaves of *C. album* L. during the flowering stage

2 结果与分析

2.1 藜在开花期的光合作用日变化 由图1可知, 9月5日

基金项目 江苏省教育厅自然科学基金(02KJD18007); 江苏省生物多样性与生物技术重点实验室项目(KJS03042); 徐州师范大学自然科学基金重点项目(06XLA11)。

作者简介 孙存华(1954-), 男, 江苏徐州人, 教授, 从事植物生理生态研究。

收稿日期 2008-02-26

藜光合日变化为典型的“单峰型”，峰值出现在中午12:00左右，开花之前明显的光合“午休”现象^[1]消失。蒸腾速率呈双峰型，在上午8:00左右蒸腾速率达到最大，然后开始逐渐下降，到下午14:00左右达到谷底，之后又开始上升，第二个峰值出现在16:00左右，这与气孔导度的变化(图2)基本一致。

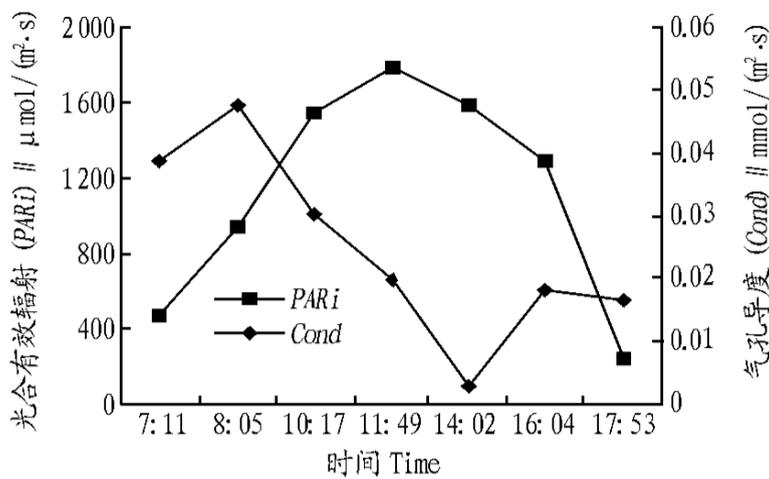


图2 干旱环境下藜叶片光合有效辐射、气孔导度的日变化

Fig 2 Daily change of photosynthetically active irradiance and stomatal conductance in leaves of *C. album* L. under the drought stress condition

光强12:00左右达到最高，然后一直下降； C_i 在12:00左右达到最大，而此时 P_n 也达到最大，然后随着 G 的下降 P_n 也开始下降。14:00以后 G 又开始回升，这可能与气孔导度的变化有关(图1,3)。8:00藜的气孔导度达到最大，然后开始下降，到14:00降低到最低值，之后又开始回升(图2)。

开花期的藜在8:00之前 L_s 上升，8:00以后 L_s 下降，10:00~14:00 L_s 又开始上升(图3)。RH在8:00达到最大湿度，然后开始缓慢降低(图4)； T_a 一直是迟缓上升(图4)，在14:00达到最高(24.34)，然后开始缓慢下降。 WUE 在8:00左右最低(图5)，然后开始缓慢上升，在12:00~14:00水分利用率达到最大，然后开始急剧下跌，16:00后变化不大。

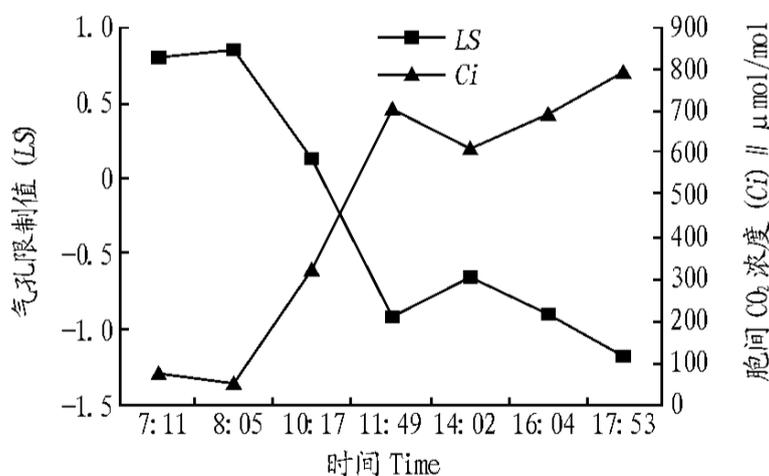


图3 藜在开花期的气孔限制值和细胞间隙CO₂浓度日变化

Fig 3 Daily change of L_s and G in leaves of *C. album* L. during the flowering stage

2.2 藜光合作用的光响应曲线 由图6,7可知，开花期藜的LSP约在1300 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，最大净光合速率达2.32 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。AQY为0.3489，LCP约为37 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，与地毯草^[10][22 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]差不多，具有较强的适应弱光的能力。

3 结论与讨论

由试验可知，9月初(开花期)藜光合“午休”现象消失，与营养生长期藜具有明显的午休现象不同^[11]。其净光合速率日变化呈典型的“单峰型”，峰值出现在12:00左右。但蒸腾

速率曲线却呈双峰型，两个峰值分别出现在8:00和16:00左右，峰底出现在14:00左右，但在14:00开花期藜仍保持较高的光合速率，这也可能是此时间段水分利用率最高的原因。

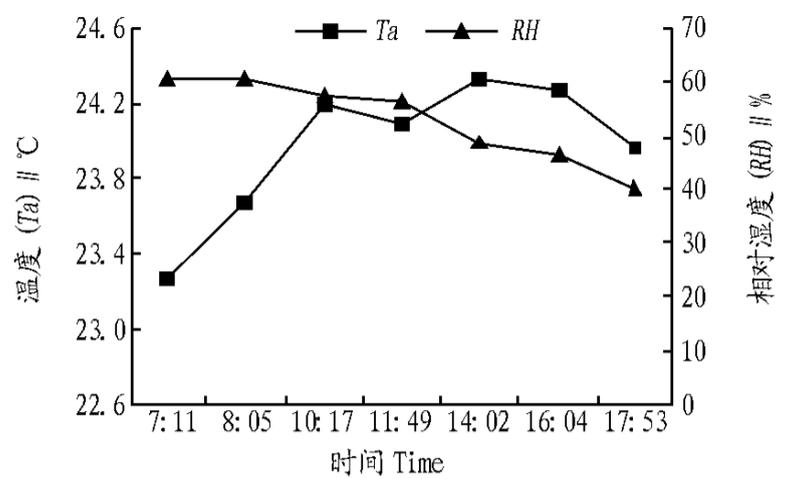


图4 藜在开花期的叶片气温、空气湿度的日变化

Fig 4 Daily change of T_a and R_h in leaves of *C. album* L. during the flowering stage

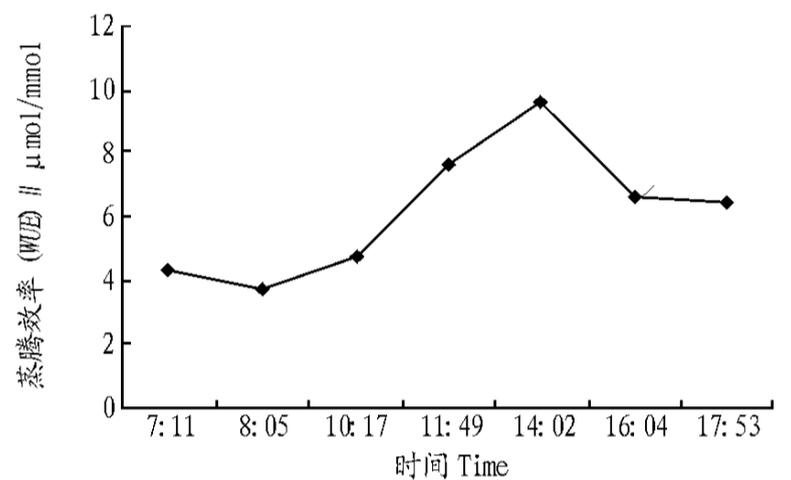


图5 开花期藜的叶片蒸腾速率和水分利用率的日变化

Fig 5 Daily change of transpiration rate and water use efficiency (WUE) in leaves of *C. album* L. during the flowering stage

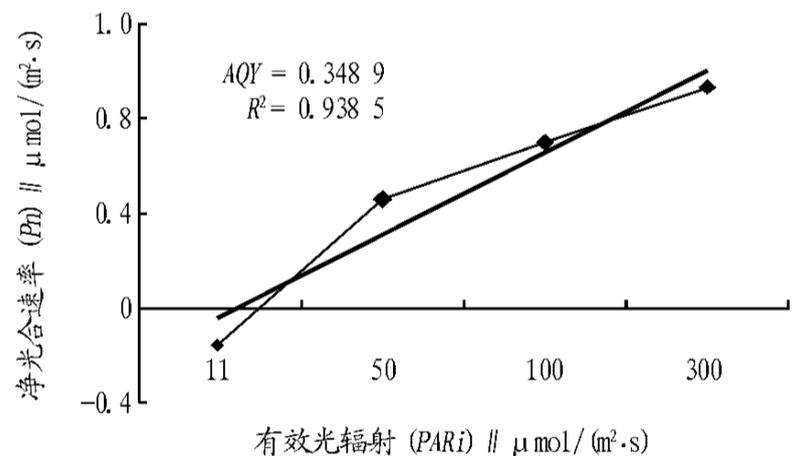


图6 藜在开花期光合作用的表观光量子速率

Fig 6 AQY in the leaves of *C. album* L. during the flowering stage

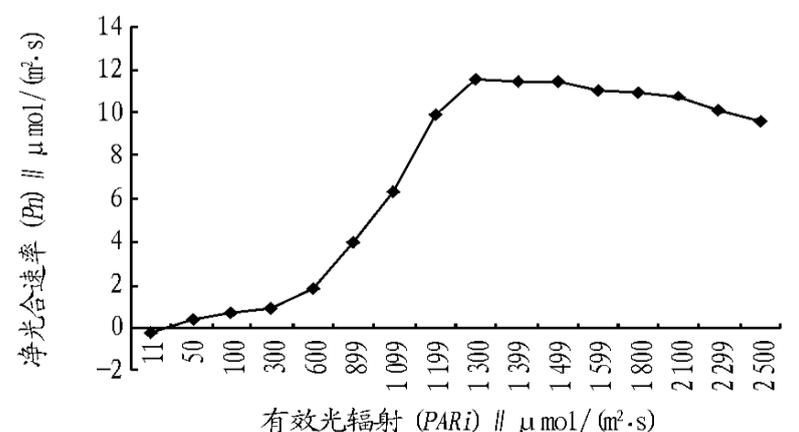


图7 藜在开花期的光响应曲线

Fig 7 Light responses in the leaves of *C. album* L. during the flowering stage

此,中央明确规定,要坚决落实最严格的耕地保护政策,切实保护基本农田、农民的土地承包经营权。要收取并提高农地征用和土地流转的相关税费额度和力度,并保证将新增部分税费用于新农村建设与农村发展。节约利用耕地方面空间较大,村办企业占地也要精打细算,集约使用土地。

2.5 因地制宜,创新地方特色 新农村建设是一项复杂的系统工程,我国幅员辽阔,各地区发展情况不一样,尤其是欠发达地区,各方面条件差异更大,所以新农村建设所选择的模式自然也不同^[4]。十六届五中全会对建设社会主义新农村提出了“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的总体目标,具体到处于不同发展程度的各地农村,必须因地制宜、因时制宜进行分类指导。不可否认,新农村建设需要政府统一谋划和指导,但必须坚持实事求是,一切从实际出发。切忌在新农村建设模式上搞一律化,方法上搞一刀切,甚至盲目模仿城市,丧失农村特色。在新农村建设的模式上,政府可提出总体要求,尊重各地探索和选择符合自身特点的建设模式,提倡创造性地开展工作。

2.6 新农村建设要以政府为主导,农民为主体 我们反对政府一手包办建设新农村,欠发达地区推进新农村建设,既要处理好主导与主体的关系,又要处理好外力与内力的关系。要创新思维,形成“政府主导、市场运作、农民为主、社会参与”的新农村建设新格局。即要充分发挥各级政府的主导作用,同时组织和动员广大农民参与,自己当家作主。“大主意”应由农民自己拿,这是确保新农村建设健康发展的根本前提。必须正确认识政府与农民在新农村建设中的相互关系,一方面新农村建设离不开政府,政府是新农村建设的领导者、组织者和协调者;另一方面又必须看到,新农村建设的

(上接第4840页)

通常认为水分胁迫对光合作用的影响包括气孔限制与非气孔限制两个方面,判断叶片光合速率降低的主要原因是气孔因素还是非气孔因素的两个可靠判据是 G 和 L_s 的变化方向: G 降低和 L_s 升高表明气孔导度降低是主要原因,而 G 增高和 L_s 降低则表明主要原因是非气孔因素^[12]。由图3可知,开花期藜的 L_s 与 G 的变化趋势恰好相反。在 8.00 之前, L_s 是上升的,而 G 是下降的,此时气孔因素是限制光合速率的主要因素,8.00 以后 L_s 下降,而 G 增高,表明此时限制光合速率的主要原因是非气孔因素;10.00 ~ 14.00 光合速率开始下降, G 也下降,而 L_s 上升,说明此时气孔闭合是光合速率下降的主要因素;14.00 后 L_s 开始下降,而 G 又开始增高,表明此时气孔不再是主要限制光合速率的因素,非气孔限制成为光合速率下降的主要原因。这与徐克章等在人参中所发现的结果一致^[13]。

LSP、AQY、LCP 是衡量植物光合能力和对光适应能力的重要指标,藜在开花期仍具有较高的 LSP [1 300 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$]、AQY (0.348 9) 和较大的净光合速率 [32.32 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$], 较低的 LCP [37 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$], 具有较强的光合能力和适应弱光的能力。

主体是农民,建设新农村也是农民的事业,在事关新农村建设的一系列重大问题上,农民对如何建设新农村最有发言权。实际工作中必须从制度和机制上牢固确立农民在新农村建设中的知情权、参与权和决策权。要尊重他们的意愿,充分调动他们的积极性和创造性,只有把二者有机结合起来,才能形成建设新农村的强大力量。

3 结语

经济欠发达地区建设新农村,应把中央对新农村建设的目标要求同当地的具体实际有机地结合起来,既要充分认识其重要性、紧迫性,抓住机遇、真抓实干,又要充分认识其长期性、艰巨性,防止急功近利、急于求成^[5]。在指导思想上千万不能急躁冒进,盲目提速或搞速度攀比,只能坚持从实际和现有条件出发,充分尊重自然规律、经济规律和社会发展规划,循序渐进,量力而行,科学地确定发展目标和实施步骤。具体实践中要正确处理长远和当前的关系。当前特别要注意从建设新农村的主要矛盾和问题入手,从广大农民最关注的事情做起,一步步向新农村目标逼近,正确认识 and 把握欠发达地区新农村建设面临的实际问题,进而采取有效措施,是做好欠发达地区新农村建设的前提,也是做好新农村建设的根本。

参考文献

- [1] 陆立军. 区域经济发展与欠发达地区现代化 [M]. 北京: 中国经济出版社, 2002.
- [2] 褚福银, 聂欣. 重视新农村建设中的安全问题 [J]. 中国社会观察, 2007 (1): 36.
- [3] 曾业松. 进一步推进新农村建设的思考 [J]. 中国社会观察, 2007 (2): 32.
- [4] 孙家奇. 对贫困地区社会主义新农村建设的思考 [J]. 社会主义论坛, 2007 (1): 43.
- [5] 丁长发. 新农村建设亟待关注的几个问题 [J]. 社会主义论坛, 2007 (2): 38.

参考文献

- [1] 上海科学院. 上海植物志: 上卷, 区系植物 [M]. 上海: 上海科技文献出版社, 1999: 129-138.
- [2] 叶创光, 廖文波, 戴水连, 等. 植物学: 系统分类部分 [M]. 广州: 中山大学出版社, 2000: 244-247.
- [3] 张学杰, 李法曾, 宋葆华, 等. 山东省常见藜科植物叶蛋白研究及其营养价值评价 [J]. 草业学报, 2000, 19 (4): 59-62.
- [4] 孙存华, 李扬, 贺鸿雁, 等. 藜的营养成分及作为新型蔬菜资源的评价 [J]. 广西植物, 2005, 25 (6): 598-601.
- [5] 孙存华. 模拟干旱诱导对藜抗旱力的影响 [J]. 应用生态学报, 1999, 10 (1): 16-18.
- [6] 赵可夫, 李法曾. 中国盐生植物 [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 145.
- [7] BERRY J, BJORKMAN. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants [J]. Ann Rev Plant Physiol, 1980, 31: 491-543.
- [8] 陈德祥, 李意德, 骆士寿, 等. 海南岛尖峰岭鸡毛松人工林乔木层生物量和生产力研究 [J]. 林业科学研究, 2003, 16 (5): 540-547.
- [9] WANG A M, LIU Z H X, ZU Y G. Daily course of photosynthesis in seedling of natural birch [J]. Journal of Shanghai University: English edition, 2000, 4 (S): 202-205.
- [10] 蹇洪英, 邹寿青. 地毯草的光合特性研究 [J]. 广西植物, 2003, 23 (2): 181-184.
- [11] 孙存华, 李扬, 贺鸿雁, 等. 藜的光合特性研究 [J]. 西北植物学报, 2006, 26 (2): 416-419.
- [12] 许大全. 光合作用气孔限制分析中的一些问题 [J]. 植物生理学通讯, 1997, 33 (4): 241-244.
- [13] 徐克章, 张美善, 武志海, 等. 人参不同生育期叶片光合作用变化的研究 [J]. 作物学报, 2006, 32 (10): 1519-1524.