

岳莉然,孙妙婷.紫叶酢浆草光合特性及耐旱性研究[J].江苏农业科学,2013,41(8):169-171.

# 紫叶酢浆草光合特性及耐旱性研究

岳莉然,孙妙婷

(东北林业大学,黑龙江哈尔滨 150040)

**摘要:**紫叶酢浆草作为彩叶植物在室内外均有广泛栽培与应用,了解紫叶酢浆草的光合特性及耐旱性对其园林应用具有重要意义。研究表明,紫叶酢浆草具有较低的光补偿点 [ $20.20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ] 和较高的光饱和点 [ $1\ 084.02 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ],适于在多种光照环境下栽培。将叶绿素荧光系数与光合速率结合分析可知,紫叶酢浆草具有一定耐旱性,控水后 16~20 d 变化明显。叶绿素荧光法简便、快速,是植物干旱胁迫研究中的良好方法。

**关键词:**紫叶酢浆草;干旱胁迫;叶绿素荧光;光补偿点;光饱和;光合特征

**中图分类号:** Q945 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0169-02

紫叶酢浆草 (*Oxalis triangularis*) 为酢浆草科多年生宿根草本植物,叶片紫色,叶形奇特,花为浅紫,是北方常见的室内观叶盆栽植物,也是华南地区室外绿化中较重要的草本观叶植物。干旱是植物生长和发育过程中最具威胁性的逆境之一,植物的耐旱性相差较大,使植物的抗旱性成为植物在园林应用中最重要限制因子之一。叶绿素荧光系数是研究植物胁迫的良好探针<sup>[1]</sup>。本试验分别对紫叶酢浆草的光合特性和耐旱性进行研究,为紫叶酢浆草的品种选育、栽培管理与开发利用提供了理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以 10 株生长基本相同的紫叶酢浆草为耐旱性试验植株,10 株为对照,从试验之日起,不再为耐旱性试验植株浇水直到试验结束,而对照植株正常浇水,并在控水期间应用对照植株进行光合特性的研究。

### 1.2 光合特性试验方法

试验选择在晴天进行,选择健壮的新叶,不离体,用 Li-6400 便携式光合系统测定仪测定。光响应曲线测定时间为 09:00—11:00,光合有效辐射从  $0 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  逐渐升至  $2000 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,每个光强适应 15~20 min,对不同光合有效辐射下的植物叶片光合速率进行测定。光合日变化测定时间为 08:00—18:00,使用透明叶室,每 2 h 测 1 次。各参数的数据均为 3 个样品的平均值。

### 1.3 耐旱性试验方法

温室内栽植,平均温度  $23.5^\circ\text{C}$ ,湿度 45%。

**1.3.1 测定对照植物叶绿素荧光诱导动力学参数及光合速率** 叶绿素荧光诱导动力学参数即 SP II 的原初光能转化效率 ( $F_v/F_m$ )、荧光光化学系数 ( $q_p$ ) 及荧光非光化学猝灭系数 ( $q_n$ ),每 2 d 测定 1 次;同时测定当时的土壤含水量及光照强度  $500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  时的光合速率,各参数的数据均为 3 个样品的平均值。

**1.3.2 土壤含水量的测定** 每 2 d 取盆土表层以下 5 cm 的土壤称重,然后  $105^\circ\text{C}$  烘干至恒重,称重,运用下列公式计算土壤含水量:

$$\text{土壤含水量} = \frac{\text{烘干前重} - \text{烘干后重}}{\text{烘干后重}} \times 100\%。$$

## 2 结果与分析

### 2.1 紫叶酢浆草的光合特性

**2.1.1 紫叶酢浆草的光响应曲线** 由图 1 可知,紫叶酢浆草的最大净光合速率为  $10.9 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。光补偿点低,为  $20.20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,说明它在较低的光强下就开始了有机物质的正向增长,利用弱光能力强,有利于有机物质的积累。光饱和点较高,为  $1\ 084.02 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,说明它能适应多种光照环境。实际应用中紫叶酢浆草可以栽植在全光、部分时段荫蔽和全部荫蔽的环境中。

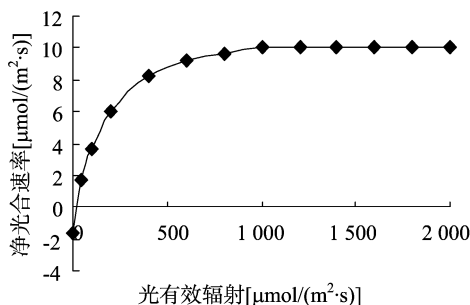


图1 紫叶酢浆草的光响应曲线

**2.1.2 紫叶酢浆草的光合日变化及固碳释氧量** 由图 2 可知,紫叶酢浆草净光合速率日变化趋势与光照强度日变化较接近,但最高值出现的时间不相同。净光合速率 10:00 出现最高值,为  $7.43 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,10:00 之后逐渐降低,16:00 时净光合速率为  $0.53 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,18:00 时最低,为  $-0.39 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;而光照强度的最高值出现在 12:00,之后逐渐降低,16:00—18:00 变化明显。这说明长期在温室中生长的紫叶酢浆草已经适应了温室中的气候变化,18:00 温室中光强降低,且室内温度会因浇水等原因而降低,从而使净光合速率降低。根据光合速率日变化图计算出一天当中紫叶酢浆

收稿日期:2013-05-30

作者简介:岳莉然(1978—),女,吉林永吉人,博士,讲师,主要从事园林植物资源及应用研究。E-mail:ms\_yueliran@163.com。

草的固碳量为  $6.21 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ , 释氧量为  $4.52 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ , 与同类的地被植物相比[如花蔓草固碳量为  $4.69 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ]可以获得较高的生态效益<sup>[2-3]</sup>。

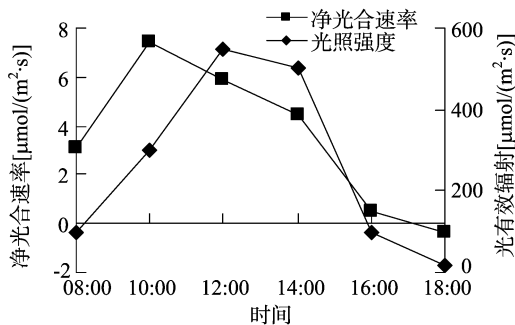


图2 紫叶酢浆草的净光合速率及光照强度日变化

## 2.2 紫叶酢浆草的耐旱性

### 2.2.1 干旱胁迫对供试材料的 $F_v/F_m$ 及光合速率的影响

经过暗适应的叶片  $F_v$  (可变荧光) 与  $F_m$  (最大荧光) 比值可代表 PS II 光化学的最大效率或 PS II 原初光能转化效率, 是表明光化学反应状况的重要参数。大多数植物的该效率值约为 0.8, 在逆境条件下, 效率值会相应下降。从图 3、图 4 可以看出, 随着土壤含水量的不断下降, 干旱胁迫不断加剧, 紫叶酢浆草叶片的  $F_v/F_m$  逐渐减小, 由正常叶片的  $F_v/F_m$  值 0.826 降低到 0.781 时土壤含水量仅为 0.34%; 16 d 后  $F_v/F_m$  值开始明显下降。说明干旱胁迫使紫叶酢浆草的 PS II 原初光能转化效率降低, PS II 潜在活性下降, 进而影响光合原初反应及电子传递, 最终影响光合作用。

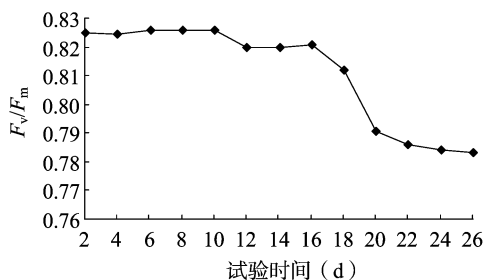


图3 干旱胁迫过程中供试植株  $F_v/F_m$  的变化

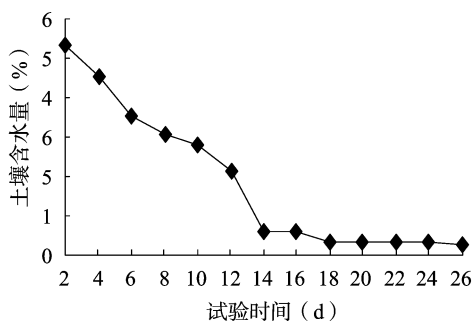


图4 干旱胁迫过程中供试植株土壤含水量的变化

净光合速率在干旱胁迫 14~20 d 时有明显下降, 由 14 d 时的  $6.86 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  降至 20 d 时的  $1.49 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  (图 5)。  $F_v/F_m$  和光合速率出现明显变化的时间比土壤含水量明显变化的时间晚 2~4 d, 说明紫叶酢浆草对干旱胁迫有

较强的忍耐能力, 生理指标的变化晚于土壤含水量的变化, 若此时恢复供水, 供试材料仍可以恢复正常生长。

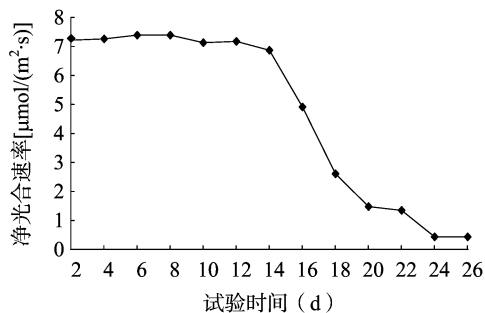


图5 干旱胁迫过程中供试植株净光合速率的变化

2.2.2 干旱胁迫对供试材料的  $q_N$ 、 $q_P$  的影响  $q_P = (F_m' - F_s)/(F_m' - F_0')$ , 为光化学猝灭系数。  $q_P$  是表示总 PS II 反应中心中开放的反应中心所占比例的指标, 主要包括光合作用和光呼吸作用; 非光化学猝灭系数  $q_N$  表示由非光化学过程 (如热耗散过程) 引起的荧光产额的降低, 反映质体醌的还原状态, 是植物体内光合量子效率调节的一个重要方面。在低光照条件下, 叶片所吸收的光能中有较大比例被用于光化学反应中,  $q_P$  值较高,  $q_N$  值较低; 但在强光或光强与其他胁迫并存条件下, 非辐射能量耗散 (用  $q_N$  检测) 增加, 消耗光合机构吸收的过剩光能, 从而保护光合机构免受强光或强光与其他胁迫并存的破坏。因而, 为了避免光强对  $q_P$  和  $q_N$  的影响, 将叶片光适应的光强统一为  $500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

由图 6 可以看出, 随着干旱胁迫加剧, 紫叶酢浆草  $q_P$  值逐渐减小, 而  $q_N$  值逐渐增大。从胁迫 16 d (土壤含水量为 0.61%) 开始,  $q_P$  值和  $q_N$  值变化特别大。这表明干旱胁迫使紫叶酢浆草反应中心开放部分不断减小, 不能进行稳定的电荷分离, 而不参与光合电子线性传递的 PS II 反应中心关闭部分的比例不断增加。20 d 时 PS II 反应中心开放部分减小幅度极大。因此证明干旱胁迫造成了低化学效率, 成为光合作用的重要因子。紫叶酢浆草荧光参数  $q_P$  值和  $q_N$  值对干旱胁迫敏感, 是研究干旱胁迫对紫叶酢浆草影响的良好检测手段。

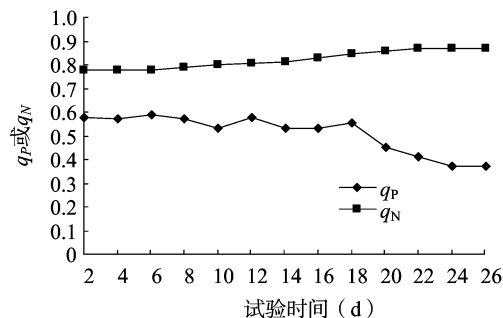


图6 干旱胁迫过程中供试植株  $q_P$ 、 $q_N$  的变化

## 3 结论

通过对紫叶酢浆草光合特性的研究, 得出紫叶酢浆草的光补偿点较低, 为  $20.20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ , 具有较强的耐阴性; 光合日变化中 10:00 时净光合速率最高, 为  $7.43 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。紫叶酢浆草的固碳量为  $6.21 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ , 释氧量为  $4.52 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

李 宏, 张志刚, 郑朝辉, 等. 新疆红枣林地不同流量对滴灌土壤水分运移特征的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 171–174.

# 新疆红枣林地不同流量对滴灌土壤水分运移特征的影响

李 宏<sup>1</sup>, 张志刚<sup>1,2</sup>, 郑朝辉<sup>1</sup>, 李丕军<sup>1</sup>, 杨婵婵<sup>1,3</sup>, 郭光华<sup>1,2</sup>

(1. 新疆林业科学院, 新疆乌鲁木齐 830054; 2. 新疆师范大学, 新疆乌鲁木齐 830054; 3. 新疆农业大学, 新疆乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 在新疆林业科学院枣树示范基地进行原状土的滴灌入渗试验, 通过 ECH<sub>2</sub>O 水分测定仪对土壤中的水分进行测定, 研究了在不同的滴头流量、相同的灌水历时条件下地滴灌湿润体特征值的变化规律。结果表明: 湿润体的形状与水分分布均受滴头流量的影响, 灌水初期水平扩散距离大于垂直入渗距离, 随着时间的推移, 垂直入渗距离逐渐大于水平扩散距离; 湿润体的体积随着滴头流量的增加而增大; 随着时间的推移, 湿润体的水平、垂直扩散速率逐渐变小; 滴灌湿润体的水平扩散距离、垂直入渗距离与滴灌时间有显著的幂函数关系,  $r^2$  均在 0.95 以上。根据不同滴头流量条件下湿润峰运移的拟合方程, 可以结合不同径级枣树根系的分布, 制定合理的灌溉计划。

**关键词:** 滴灌; 湿润体特征值; 湿润体含水量; 灌水量

**中图分类号:** S155.4<sup>+</sup>4; S275.6 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1002–1302(2013)08–0171–04

滴灌是当今世界最先进的灌水技术之一。在正确的系统设计和高水平的田间作物水分管理条件下, 滴灌系统能够适时适量地进行灌溉, 在作物的根区创造出适宜的水、肥、气、热条件, 从而获得节水、高产、优质的效果<sup>[1–2]</sup>。水资源短缺是新疆干旱地区农林业可持续发展的主要限制因素之一, 近年来新疆林果业发展迅速且微灌面积逐步增大, 但是没有形成统一的灌溉技术模式, 加之水资源的缺乏和浪费, 节水增产的目标一直没有得到全面实现<sup>[2–3]</sup>。红枣作为新疆地区林果业发展的重要支柱, 对推动当地经济发展、增加果农经济收入起着重要的作用。目前国内外学者在滴灌条件下土壤水分运移规律的理论和技术方面作了大量的研究<sup>[1–7]</sup>, 研究方法主要是通过室内试验和野外试验, 对滴灌入渗过程中土壤水分运移规律、水分分布规律以及外界影响因子进行数值模拟和计算。部分学者通过扰动土壤装箱进行室内试验, 该方法破坏了土壤原有的物理结构, 进而导致试验结果与实际情况出现较大的偏差。为保证试验数据的真实性、可靠性, 本研究以“新疆特色林果提质增效关键技术研究示范”专项为依托,

通过在枣树林选取具有代表性的实地原状土为样地, 进行单点源滴灌入渗试验, 提出了不同滴灌流量条件下的土壤水分运移规律特征的经验解, 为当地滴灌系统的设计和运行管理提供理论依据。

## 1 研究区域概况

试验地位于新疆维吾尔自治区阿克苏地区温宿县境内的新疆林业科学院佳木良种试验站, 80°32'E, 41°15'N, 海拔 1 103.8 m。基地总面积 80 hm<sup>2</sup>, 呈长方形, 地势北高南低, 西高东低, 南北长 1 600 m, 东西长 650 m, 地下水位 3.3 m; 属大陆性干旱荒漠气候, 降水量稀少, 四季分配不均, 昼夜温差大; 春季较短, 多大风降温天气, 时常有倒春寒现象发生, 夏季炎热而干燥; 降水量年际变化大, 年均降水量 63.4 cm, 年蒸发量 2 956.3 cm; 年均气温 10.1 ℃, 极端低温–27.4 ℃, 年均日照时数 2 747.7 h, ≥10 ℃积温 2 916.8 ~ 3 198.6 ℃, 无霜期 195 d。土壤发育主要受中温带大陆性干旱气候、山地地形及植被的影响; 试验站所有的土壤均为冲积淤泥土, 土壤质地适中, 主体为沙壤, 沙土和淤泥层相间, 有机质含量在 0.24% ~ 1.62% 之间, pH 值 8.51 ~ 9.75, 呈弱碱性, 土壤中厚, 约为 3 m 以上。试验样地第 1 层为壤土层, 深度地表以下垂直高度 0 ~ 50 cm; 第 2 层是沙土层, 深度地表以下垂直高度 50 ~ 70 cm; 第 3 层是淤泥层, 深度地表以下垂直高度 70 ~ 88 cm; 第 4 层是沙土层, 深度地表以下垂直高度 88 ~ 160 cm。

收稿日期: 2013–01–29

基金项目: 国家公益性行业(林业)重大专项(编号: 201304701–2)。

作者简介: 李 宏(1962—), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事森林培育方面的研究工作。E-mail: hong1962@126.com。

通信作者: 张志刚, 硕士, 主要从事绿洲生态规划与建设、森林培育方面的研究工作。E-mail: 648753460@qq.com。

随着土壤含水量下降, 干旱胁迫加剧,  $F_v/F_m$ 、 $q_p$  值不断减小, 而  $q_N$  值不断增大, 光合速率由最高的  $7.4 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  降至  $0.45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。最终, 光合作用产生的能量不能维持植物的正常生长, 导致植物死亡。 $F_v/F_m$ 、 $q_p$ 、 $q_N$  及光合速率均在 16 ~ 20 d 时有明显变化, 16 d 时的土壤含水量仅为 0.61%。控水 16 d 时若及时恢复供水, 植物可继续生长; 控水 18 d 以后则植株萎蔫, 失去观赏价值。试验结果表明紫叶酢浆草具有较强的耐旱性。叶绿素荧光对紫叶酢浆草受干旱胁迫十分敏感, 是研究干旱胁迫对紫叶酢浆草影响的良好探针。

## 参考文献:

- [1] 高平磊, 郭水良, 姜玉霞. 基于叶绿素荧光参数分析铜锤草(*Oxalis corymbosa*)和紫叶酢浆草(*O. triangularis*)对光照因子的适应特点[J]. 上海师范大学学报: 自然科学版, 2011, 40(5): 528–532.
- [2] 韩焕金. 城市绿化树种生态功能研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2002: 45.
- [3] 李 辉, 赵卫智. 北京 5 种草坪地被植物生态效益的研究[J]. 中国园林, 1998, 14(4): 34–36.