

水分胁迫对两面针生长的影响

李虹¹, 黄夕洋¹, 孙世荣^{1,2}, 胡永志², 向巧彦¹, 蒋水元¹

(1. 广西壮族自治区中国科学院 广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2. 柳州两面针股份有限公司, 广西 柳州 545001)

摘要:以1年生两面针扦插苗为试材,研究了不同水分胁迫处理对两面针的净光合速率、叶绿素含量、叶片含水量、荧光效应、产量的影响。结果表明:水分胁迫抑制了植株的正常生长,但轻度胁迫对植株的影响较小,尤其是对于以根部为有效利用部位的两面针影响十分微弱。结合生产实际,综合比较得出,人工栽培条件下保持土壤田间持水量的64%左右符合生产实际需要。

关键词:两面针;水分胁迫;光响应曲线

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)11-0145-05

两面针(*Zanthoxylum nitidum* (Roxb.) DC.)属芸香科花椒属药用植物,为广西的道地中药材品种,是瑶药中五虎之首。主要用于气滞血瘀引起的跌打损伤、风湿痹痛、牙痛、胃痛、汤火烫伤、毒蛇咬伤等^[1]。野外多见生长于石山地区,山坡草地也常见有生长,现对两面针进行水分胁迫试验,以期了解两面针的原生态环境和人工栽培提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用盆栽1年生两面针扦插苗为试材,基质为黄土。

1.2 试验方法

试验在广西植物研究所玻璃房内进行,采用盆栽控水法处理。水分设为4个梯度,每个梯度10次重复:以田间持水量的82%为对照,以田间持水量的64%为轻度胁迫,田间持水量的46%为中度胁迫,田间持水量的28%为重度胁迫。田间持水量测定方法为威尔科克斯法^[2]。待苗高50 cm时开始控水,控水20 d后开始试验,每天18:00对各处理进行称重补水,试验进行第45天,对各生理指标分别进行测定。

1.3 项目测定

1.3.1 两面针光合作用的光响应曲线 利用 Li-6400 便携式光合作用系统(LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA)分别对4个梯度水分胁迫的两面针植株进行光响应曲线的测定。测定时选植株中部向阳处枝条上的中位成熟叶进行光合测定,每个处理组选取长势基本一致的5株,测试叶为从顶端数第4~6对同一方位生长的成熟叶。光响应曲线测定参照柴胜丰等^[4]的试验方法:将待测叶片在 $1\ 200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 强光下诱导30 min使两面针叶片充分活化光合系统后进行测定。以净光合速率Pn为纵轴、光量子通量密度(PFD)为横轴绘制光合作用光响应曲线(Pn~PFD曲线)。依据 Bassman 等^[3]的方法拟合 Pn-PFD 的曲线方程: $P_n = P_{\max}(1 - C_o e^{\Phi P_{\text{FD}}/P_{\max}})$ 。式中:Pn,叶片净光合速率;Pmax,最大净光合速率,即光合能力; Φ ,弱光下光化学量子效率; C_o ,度量弱光下净光合速率趋于0的指标。两面针叶片经过适合性检验后,若拟合效果良好可以用(LCP): $LCP = P_{\max} \ln(C_o)/\Phi$ 计算光补偿点,假定Pn达到Pmax的99%的PFD为光饱和点LSP,则 $LSP = P_{\max} \ln(100C_o)/\Phi$ ^[4]。表观量子效率AQY为 $0\sim 200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光强范围内净光合速率与光强直线方程的斜率;在天气晴朗的8:30—11:30,测定两面针光响应曲线。测定时选取一年生成熟向阳两面针叶片为测定叶,每组重复5株。

1.3.2 叶片相对含水量 每次每组选取两面针成熟叶片5片,叶片从叶基部剪下,称鲜重后将剪口处插入清水中浸泡5 h,然后从水中取出,擦拭掉两面针叶片表面多余水分并称取饱和鲜重。在105℃经30 min杀青后,75℃下烘到恒重,称重(干重)计算两面针叶片相对含水量:两面针叶片含水量(%)=(初始鲜重-干重)/初始鲜重×100%;两面针叶片相对含水量(%)=(初始鲜

第一作者简介:李虹(1974-),女,广东河源人,本科,助理研究员,现主要从事药用植物引种栽培等研究工作。E-mail:zwslhong@126.com.

责任作者:蒋水元(1972-),男,广西全州人,本科,研究员,现主要从事药用植物引种栽培等研究工作。E-mail:jsy@gxib.cn.

基金项目:广西科学院资助项目(2010ZW002);柳州两面针股份有限公司资助项目。

收稿日期:2015-01-28

重—干重)/(饱和鲜重—干重) $\times 100\%$ 。

1.3.3 荧光反应 测定两面针叶片的荧光参数用叶片夹夹住叶片,经暗适应处理 30 min。用 Li-6400 便携式光合作用系统(LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA),测初始荧光(F_0),后给予一个饱和脉冲光(持续时间为 0.8 s, $6\ 000\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)测最大荧光(F_m)及光系统II(PS II)的原初光能转化效率 F_v/F_m ^[4]。其中 $F_v=F_m-F_0$, F_v 为可变荧光。光反应测定 qP 、 qN , qP 为光化学猝灭系数, qN 为非光化学猝灭系数。

1.3.4 叶绿素含量 采用二甲亚砜提取并利用分光光度计法测叶片的叶绿素含量。叶绿素含量的测定采用 DMSO 法:用 1 cm^2 的打孔器从两面针的叶片中取下 2 块,称重后放于试管中,加入 5 mL 二甲亚砜,放于 60°C 水浴中 3 h(暗处),至叶子绿色褪去为止。每株叶样尽量在叶片的相同部位取得。利用紫外可见分光光度计 TU-1901 测定 663、645 nm 波长处的吸光度。两面针叶绿素含量单位为 (mg/g) ^[6-7]。叶绿素的计算公式^[5]:两面针叶绿素 a: $\text{Chl a}=12.7A_{663}-2.69A_{645}$; 两面针叶绿素 b: $\text{Chl b}=22.9A_{645}-4.68A_{663}$; 两面针总叶绿素 T: $\text{Chl T}=\text{Chl a}+\text{Chl b}$ 。

1.3.5 植株产量 在测量光合作用结束后,将两面针植株全株挖取并分别测其根、茎、叶各部分的生物产量。

1.4 数据分析

显著性检验(Duncan 法)采用 SPSS 软件,采用 Sigma Plot 9.0 软件绘图对上述数据进行测定并统计各指标。

2 结果与分析

2.1 光合作用的光响应曲线

植物光合性能的测定对于研究植物的光合生理及逆境对植物生长的影响具有重要意义。不同水分胁迫处理条件下两面针的光响应曲线如图 1 所示,对照处理、轻度胁迫、中度胁迫的光响应曲线拟合效果很好($r^2=0.99$),而重度胁迫的曲线拟合效果相对较差($r^2=0.89$)。拟合所得的最大光合值,即光饱和和光合速率(P_{\max})分别为 $(12.57\pm 2.1)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(11.49\pm 1.9)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(6.75\pm 3.3)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(4.6\pm 0.14)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。当光量子通量密度低于 $100\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,随之增大净光合速率呈线性上升,且光量子通量密度之间也存在一定差异;超过一定值后,重度胁迫(28%)的基本保持不变;而对照、轻度胁迫、中度胁迫将直线上升趋势保持到 $200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,其后基本保持不变。通过拟合计算,4 种处理两面针的光补偿点(LCP)分别为 $(3.66\pm 0.44)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(4.36\pm 1.1)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(0.37\pm 0.18)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(5.86\pm 2.01)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。光饱和点(LSP)分别为 $(237.53\pm 36)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(257.05\pm$

$22.31)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(185.93\pm 43.75)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $(121.72\pm 9.03)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

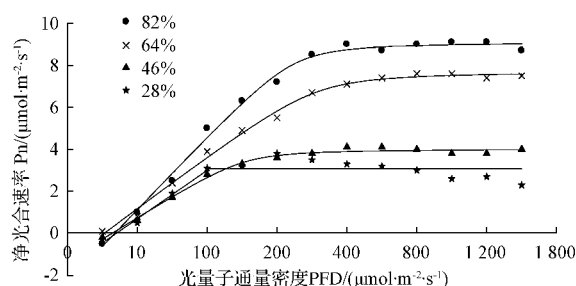


图 1 两面针水分胁迫处理条件下的光响应曲线

Fig. 1 The light response curve of the *Zanthoxylum nitidum* under water stress

2.2 荧光反应

各荧光参数随两面针水分胁迫的程度加深,均有一定的变化规律。初始荧光 F_0 和最大荧光 F_m 分别是: PSII 反应中心处于完全开放时逆境对作物叶片 PSII 永久性伤害和完全关闭时通过 PSII 电子的传递状况。可变荧光 F_v 代表着 PSII 光化学活性的大小,它反映 PSII 原初电子受体 Q_A 还原情况与 PSII 原初反应过程有关。

从表 1 可知,初始荧光 F_0 和最大荧光 F_m 均随胁迫程度加深逐渐变大,重度胁迫时 F_0 最大为 $(172.0\pm 16.5)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,最小为对照组 $(164.8\pm 7.4)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$;重度胁迫 F_m 最大为 $(1\ 059.5\pm 54.86)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,最小为对照组 $(1\ 034.1\pm 23.6)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。光系统II(PSII)的原初光能转化效率(F_v/F_m)随胁迫程度加深逐渐变小,最大为 $(0.841\pm 0.018)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,最小为对照组 $(0.826\pm 0.021)\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。 qP 为光化学猝灭系数反映了植物光合活性的高低,随胁迫程度加深光合活性逐渐减小。对照与轻度胁迫变化不明显,轻度胁迫与中度胁迫相比时变化极为明显。 qN 为非光化学猝灭系数随胁迫程度加深逐渐变小,对照、轻度胁迫与中度胁迫 3 个试验组变化不明显。综合以上结果,对照组与轻度胁迫下叶片光合生理活性相近,可见,在水分相对充足时两面针光化学活性比较好。由轻度胁迫到中度胁迫是叶片光合生理活性的一个重要转折点,它使得叶片含水量由 83.3% 下降到 78% 左右, qP 与 qN 变化均最明显,不利于两面针叶片光合的生理活性。

2.3 叶绿素含量测定

叶绿素也是干旱胁迫的一个重要生理指标。植物在光合作用过程中不可缺少,叶绿素是进行光能吸收和传递的重要功能物质,叶绿素其含量高低直接影响该植物光合作用的强弱^[8]。叶绿素含量越高,光合能力则越强。植物对叶绿素 a/b 的调节是植物适应和利用环境

因子的重要指标,是提高光合能力和调节光能捕获的一种重要的途径。两面针为阳生植物,正常叶片上叶绿素 a/b 含量的比值约为 3 : 1^[9]。Chl a、Chl b、Chl T 分别为叶绿素 a、b 及叶绿素 a+b 总的荧光。两面针随水分胁迫程度的加重,叶子上的总叶绿素呈先降后升的趋势,Chl T 在对照组时含量最高达(31.1±1.18) mg/g,中度胁迫时最差(23.2±1.22) mg/g,重度胁迫时反而上升。Chl a 随水分胁迫程度的加重叶子上的叶绿素对照含量最高达(21.7±1.08) mg/g,中度胁迫时最差(15.9±0.80) mg/g,在重度胁迫时反而有上升的趋势达(19.7±1.08) mg/g。Chl b 在轻度胁迫时就开始下降。叶绿素 a/b 随

水分胁迫程度的加重呈先升后降,然后又稍有升高的趋势。表 1 表明,不同的水分胁迫下两面针叶绿素 a/b 有比较显著的差异,经水分胁迫处理的叶片光合作用保持时间是随水分胁迫程度的加重先增长后逐渐缩短。可见一年生两面针在不同水分处理中的叶绿素含量与净光合速率间基本呈正相关,叶绿素含量的增加,叶绿体对光能的吸收和转化也增强,即增加了两面针光合作用强度。两面针在不同水分胁迫环境变化条件下表现出较强的适应性,水分过多和较少时,两面针可通过提高总叶绿素和降低叶绿素 a/b 调节光合作用进行光能吸收,其中在轻度胁迫下光合能力和调节光能是最好的。

表 1

不同处理下叶片各生理生化指标

Table 1

The physiological biochemical indexes of leaves under different treatments

水分胁迫程度	叶含水率 /%	初始荧光 F ₀ / (μmol · m ⁻² · s ⁻¹)	最大荧光 F _m / (μmol · m ⁻² · s ⁻¹)	F _v /F _m	qP	qN	Chl a / (mg · g ⁻¹)	Chl b / (mg · g ⁻¹)	Chl T / (mg · g ⁻¹)	叶绿素 a/b
对照	81.2±10.1a	164.8±7.4b	1 034.1±23.6b	0.841±0.018a	0.63±0.008a	2.30±0.10a	21.7±1.08a	9.32±0.10a	31.1±1.18a	2.3±0.06b
轻度	83.3±8.1a	167.8±6.5b	1 036.4±28.3b	0.838±0.016a	0.61±0.014a	2.09±0.06a	21.5±1.05a	6.92±0.28b	28.5±2.33a	3.1±0.04a
中度	78.0±5.6b	171.2±5.4a	1 051.4±33.6a	0.837±0.011a	0.42±0.013b	2.01±0.05ab	15.9±0.80b	7.32±0.30b	23.2±1.22b	2.2±0.08b
重度	50.5±4.6c	172.0±16.5a	1 059.5±54.86a	0.826±0.021a	0.38±0.016b	1.88±0.06b	19.7±1.08a	8.23±0.25a	28.0±1.33a	2.4±0.04b

注:表中数据后的不同字母表示在 P<0.05 水平上差异的显著性。

Note: Values in each column followed by different letters mean significant difference at P<0.05.

2.4 产量

虽然两面针植株总产量随水分胁迫的加重而减少,但对两面针主要有效利用部位根部影响不大。轻度胁迫与对照组的两面针相比较,根部产量相近并稍有升高,而中度胁迫与重度胁迫组的两面针随着水分胁迫的加剧,根、茎、叶的生物量都明显下降。可见,适当的水分胁迫反而可以提高两面针药用部位根部产量和增加地下部分与地上部分的比例。表 2 表明,树冠散失水,

根部吸收水,根冠比影响作物的水分供需关系。根小冠大,则水分供应不足,会造成部分冠部器官死亡,严重时整个植株死亡;相反,根大冠小有利于在水分亏缺的情况下植株的正常代谢。对两面针而言,轻度胁迫可提高根冠比,且不影响药材有效部位产量,中度和重度胁迫对两面针高根冠比和药材有效部位产量均有显著降低,试验结果对两面针的人工栽培具有一定指导意义。

表 2

不同处理下产量构成

Table 2

Output under different treatments

水分胁迫程度	叶片	茎鲜重/g	根鲜重/g	植株干重/g	根冠比	叶片	茎干重/g	根干重/g	植株干重/g
对照	100±11.18a	40.0±6.45a	35.5±4.92a	175.5±16.98a	0.22±0.008b	18.8±2.57a	16.8±3.32a	15.3±2.59a	50.9±6.03a
轻度	60±13.01b	28.1±3.61b	34.8±5.07a	122.9±13.65ab	0.40±0.016a	10.0±2.66b	14.3±2.25a	15.8±2.82a	41.7±5.67b
中度	50±5.77bc	19.2±1.65c	23.3±2.17b	92.5±2.99b	0.34±0.012a	11.0±0.39b	11.3±0.99b	12.6±1.17b	34.9±1.02bc
重度	40±4.62c	12.5±1.05c	17.0±1.87c	69.5±1.80c	0.32±0.018a	19.8±1.29a	6.5±0.47c	9.5±1.05c	35.8±0.95c

注:表中数据后的不同字母表示在 P<0.05 水平上差异的显著性。

Note: Values in each column followed by different letters mean significant difference at P<0.05.

3 结论与讨论

水分对于光合作用是至关重要的,当植株吸收的水分不足时,光合速率逐渐降低,从而破坏光合机构,引起植物生长、生物量、叶片光合色素含量、光合指标、叶绿素荧光参数等一系列的变化。

植物光合作用光饱和点(LSP)和光补偿点(LCP)显示了植物叶片对强光和弱光的利用能力,代表了植物的需光特性和需光量^[7]。光饱和和光合速率(P_{max})随胁迫度

的增加而逐渐降低,表明水分胁迫降低了植株的光合能力,对生产不利;光饱和点(LSP)和光补偿点(LCP)随两面针水分胁迫强度增加总体呈递减的趋势。说明随胁迫程度的加深,两面针植株的可利用光强范围在缩小。

叶绿素发射荧光能量与用于光合作用的能量是相互竞争的,是叶绿素荧光常常被认作光合作用无效指标的依据^[8]。F₀ 为初始荧光是 PSII 反应中心处于完全开放时荧光水平,PSII 反应中心处于完全关闭时的荧光水平是最大荧光 F_m,它反映 PSII 的电子传递情况,它们均

随胁迫程度加深逐渐变大,光合作用随之减少; F_v/F_m 与 qP 反映了植物光合活性的高低。 F_v/F_m 反映了PSII原初最大光能利用效率,随胁迫程度加深两面针叶片植物光合活性逐渐变小。 qP 是光化学猝灭系数,即由光化学反应所引起的荧光猝灭,通过PSII原初电子受体反映氧化还原状态和PSII开放中心的数目, qP 值越大,说明PSII的电子传递活性越大。随胁迫程度加深电子传递活性越小,光合活性逐渐减小,在轻度过渡到中度时变化极为明显。 qN 为非光化学猝灭系数反映了植物耗散过剩光能为热的能力,也就是光保护能力^[8]。随胁迫程度加深,两面针光保护能力逐渐变弱。

在田间持水量范围内,叶片的含水量与土壤含水量总体呈现正相关,即土壤含水量越高,叶片的含水量越大。叶片相对含水量是作为机理研究中反映植株水分盈亏程度的最佳值。一般认为叶片相对含水量指标与土壤含水量呈线性相关^[2,11-12]。而叶片中叶绿素含量直接影响光合作用,它是光合作用中光敏的催化剂,对植株的生长意义重大。叶绿素是光合作用过程中在进行光能吸收和光能传递的重要功能物质,其含量高低直接影响植物光合作用的强弱^[9-10]。叶绿素含量和比例也是植物适应和利用周围环境因素的重要指标^[13]。干旱时叶片呈黄褐色,因为缺水不但影响叶绿素生物的合成,而且还促使原有叶绿素加速分解^[9]。叶绿素 a/b 值的变化,能反映叶片光合活性的强弱、高低。在耐受水分能力的研究中,由于轻度干旱胁迫促进了叶片对水分的吸收和贮藏以及叶绿素 a 和 b 的合成,叶绿素 b 含量随水分胁迫的深入逐渐增大,叶绿素 b 含量增加与植物对环境因子的补偿和超补偿效应有关^[14-15]。因此,轻度胁迫的两面针植株叶片含水量高于对照组叶片含水量,叶绿素 a/b 含量升高,可降低两面针光能吸收并减少两面针光抑制,利于两面针光合能力的提高。在叶片含水量在78%时叶绿素 a/b 含量降低可以增加光能吸收。两面针叶绿素 a/b 含量稍有升高,表明在重度水分胁迫下两面针的保护能力和抵抗水胁迫的能力加强了。两面针植株在水分胁迫下通过叶绿素 a 、叶绿素 a/b 含量升高与减低,在生理上通过同化能力、平衡能力来适应水分环境的变化,保护光合机构免受破坏,是其对水分胁迫的一种保护调节机制,有利于它们适应环境的变化。

在不同胁迫组中,植株的叶、茎、根总生物量随胁迫

增加而增加;从两面针的主要利用部位根部可知,轻度胁迫组与对照组的根部产量变化不明显,而在中度胁迫和重度胁迫组中产量影响十分明显。

试验结果表明,随着水分胁迫的增加,影响两面针光合作用的不利因素也增多,不利于植株的正常生长。仅从土壤水分角度推断,两面针生物量的降低,是由于土壤水分亏缺,导致光合等生理变化而产生的。但轻度水分胁迫对两面针药用部位的根部生物量影响不大,过度胁迫则影响两面针的生长。近年来土地的过度开发,水土流失严重,造成两面针的原生态环境遭破坏严重,因此保护两面针的原生境,禁止在两面针生长的群落周边,滥砍滥伐,创造适宜两面针生长的生境条件重要措施之一。

参考文献

- [1] 中华人民共和国药典委员会 2005 年版[M]. 1 部. 北京:国家药典委员会编化学工业出版社,2005:116.
- [2] 谢贤群,王立军. 水环境要素观测与分析[M]. 北京:中国标准出版社,1998:7-9.
- [3] Bassman J, Zwier J C. Gas exchange characteristics of *Populus trichocarpa*, *Populus deltoids* and *Populus trichocarpa*, *P. deltoids* clone[J]. Tree Physiol, 1991, 8: 145-149.
- [4] 柴胜丰,庄雪影,韦霄. 光照强度对濒危植物毛瓣金花茶光合生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2013, 33(3): 547-554.
- [5] 孙世荣,柴胜丰,蒋水元. 不同类型两面针的特性研究[J]. 北方园艺, 2009(5): 236-238.
- [6] 赵蕊,王秀伟,毛子军. 不同氮素浓度下 CO_2 浓度、温度对蒙古栎(*Quercus mongolica*)幼苗叶绿素含量的影响[J]. 植物研究, 2006, 26(3): 337-341.
- [7] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社, 2003.
- [8] 孙璐,周宇飞,李丰先. 盐胁迫对高粱幼苗光合作用和荧光特性的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(16): 3265-3272.
- [9] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社, 2006:130-131.
- [10] 武维华. 植物生理学[M]. 北京:科学出版社, 2003:123-126.
- [11] 中国农业科学院. 中国农业气象学[M]. 北京:中国农业出版社, 1999.
- [12] 张旺锋,樊大勇,谢宗强. 濒危植物银杉幼树对生长光强的季节性光合响应[J]. 生物多样性, 2005, 13(5): 387-397.
- [13] 王俊峰,冯玉龙,李志. 飞机草和兰花菊三七光合作用对生长光强的适应[J]. 植物生理与分子生物学报, 2003, 29(6): 542-548.
- [14] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京:科学出版社, 2004.
- [15] 邹春静,韩士杰,徐文铎,等. 沙地云杉生态型对干旱胁迫的生理生态响应[J]. 应用生态报, 2003, 14(9): 1446.

Effect of Water Stress on Growth of *Zanthoxylum nitidum*

LI Hong¹, HUANG Xi-yang¹, SUN Shi-rong^{1,2}, HU Yong-zhi², XIANG Qiao-yan¹, JIANG Shui-yuan¹

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin, Guangxi 541006; 2. Guangxi Liuzhou Liangmianzhen Co. Ltd., Liuzhou, Guangxi 545001)

不同土壤水分条件下北方枸杞抗旱性分析

安 焕 霞¹, 王 占 林¹, 贺 康 宁²

(1. 青海大学 农林科学院, 青海 西宁 810016; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘 要:以盆栽的2年生北方枸杞为试材,采用土壤人工控水方式进行干旱生理试验,通过测定分析净光合速率、蒸腾速率、水分利用效率以及光饱和点与土壤含水量的相关性,研究北方枸杞抗旱性。结果表明:净光合速率、蒸腾速率与水分利用效率与土壤含水量的相关系数 r 分别为0.843、0.842和0.801;土壤水合补偿点为4.51%;净光合速率、蒸腾速率、光饱和点最高时的土壤含水量分别为16.69%、19.04%和17.19%,因此,当土壤含水量控制在16.5%~19.0%时最适宜北方枸杞的生长。

关键词:北方枸杞;土壤含水量;抗旱性

中图分类号:S 793.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)11-0149-03

青海省柴达木地区是青海省枸杞种植的主要产区,平均海拔2 600~3 000 m,日照时间长,昼夜温差大,空气湿度低,年平均降雨量332 mm,年平均蒸发量1 921 mm,是降雨量的5.8倍,气候呈现严重的干旱状态。独特的气候条件要求种植的枸杞具有较强的耐旱性。另外,枸杞产区现有品种混乱,高产、高抗、大果型品种匮乏,急需开展野生种驯化、良种培育等研究工作。北方枸杞作为一种优良的经济树种,具有防止水土流失、防风固沙、荒山绿化等性能。另外,北方枸杞的研究对集中于外界条件对其生长的影响,尚鲜见对其抗旱性的研究^[1-2]。现以北方枸杞为试验材料,通过测定不同土壤水分胁迫下北方枸杞的净光合速率、蒸腾速率、水分利用效率以及光饱和点等生理指标变化规律,分析其抗旱能力的强弱,以期对野生枸杞的驯化栽培提供理论依据。

第一作者简介:安焕霞(1988-),女,硕士研究生,研究方向为森林培育。E-mail:ml3086272187@163.com.

责任作者:王占林(1976-),男,本科,研究员,现主要从事森林培育和水土保持等研究工作。E-mail:1735105720@qq.com.

基金项目:国家星火计划重大资助项目(2012GA870001)。

收稿日期:2015-01-22

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于青海省农林科学院林科所苗圃,海拔2 230 m。气候呈现干旱、半干旱状态,年平均气温4.0℃,1月平均气温-8.4℃,极端最低气温-26.6℃,极端最高气温33.5℃,年平均降雨量367 mm,主要集中在7—9月,年平均蒸发量1 763 mm^[3],是降雨量的4.8倍,≥10.0℃的积温为2 037℃,无霜期约120 d,植物生长期150~160 d。土壤为栗钙土,理化性质呈碱性反应,pH 7.5~8.5,有机质含量1%~2%。

1.2 试验材料

选择2年生北方枸杞幼苗,于试验前1年采用相同土壤基质盆栽,充分供水和保养,恢复苗木生长势。

1.3 试验方法

生理测定前3个月移入防雨棚内,选长势一致的苗木通过浇水、覆盖、促进土壤蒸发等措施进行不同土壤水分的干旱处理,用BP23400精密天平(精度0.1 g)对试验苗木土壤水分定量调控,控水等级分别为5%、10%、15%、20%、25%和30%,每处理3盆,重复3次。另外,利用TDR土壤水分仪测定土壤实际含水量,测出试验

Abstract: Taking one-year seedlings *Zanthoxylum nitidum* cuttings as test materials, the effect of different water stress treatment on *Zanthoxylum nitidum* in net photosynthetic rate, chlorophyll content, leaf water content, the fluorescent effect, yield were studied. The results showed that, under the water stress condition, the growth of the plants was inhibited, but mild water stress had little effect on plants, especially for *Zanthoxylum nitidum*, that roots were used as medicinal parts, the influence was very weak. Combining the productive practice, by integrated analysis and comparison, it was concluded that keeping the soil field capacity about 64% conformed to the production reality under the condition of artificial cultivation had the feasibility of operation.

Keywords: *Zanthoxylum nitidum*; soil water stress; light response curve