

# 不同土壤水分条件下北方枸杞抗旱性分析

安 焕 霞<sup>1</sup>, 王 占 林<sup>1</sup>, 贺 康 宁<sup>2</sup>

(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<sup>[1-2]</sup>。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<sup>[3]</sup>,是降雨量的4.8倍, $\geq 10.0^{\circ}\text{C}$ 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

地耕作土饱和含水量为 28.70%。

#### 1.4 项目测定

用美国 LI-COR 公司生产的 Li-1600 型稳态气孔仪进行连体测定,测定了不同土壤水分(SWC)条件下北方枸杞叶片气体交换参数:净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、水分利用效率(WUE)、光照强度等生理指标。每点数值均为 3 棵苗木 12 个叶片的平均值。

#### 1.5 数据分析

采用 SPSS 软件<sup>[4]</sup> 进行数据分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同土壤水分条件下 Pn、Tr、WUE 的变化规律

通过观测并统计数据,经 SPSS 统计软件统计回归建立了数学拟合模型:

$$Pn = -0.0936SWC^3 + 3.124SWC - 12.2,$$

$$r = 0.843;$$

$$Tr = -0.0047SWC^3 + 0.157SWC^2 - 0.8671SWC + 2.0149,$$

$$r = 0.842;$$

$$WUE = -0.0008SWC^3 - 0.0411SWC^2 + 0.5983SWC - 0.7385,$$

$$r = 0.801.$$

可以看出,北方枸杞 Pn、Tr、WUE 与 SWC 之间存在着密切相关性,且决定系数均大于 0.800。

土壤水分是生长发育的重要生态因子,是光合作用的主要原料之一,土壤水分的缺失直接影响了光合速率的快慢<sup>[5]</sup>。植物蒸腾作用是林木的重要生理过程,也是自然界水平衡的重要因子之一<sup>[6]</sup>。蒸腾速率是反映植物蒸腾作用的一个重要指标,在一定程度上反映了植物调节水分损失的能力及适应逆境的能力<sup>[7]</sup>,苗木水合补偿点可反映苗木的耐旱性能。水合补偿点越低表明植物在干旱条件(水分胁迫)下,避免饥饿的能力越强,忍耐干旱的能力也就越强<sup>[8]</sup>。植物水分利用效率是植物水分利用状况和抗旱特性的一个客观评价指标,它能为不同生境合适树种的选择提供理论依据<sup>[8]</sup>。

由图 1、2 可知,Pn 最高时对应的 SWC 最适于光合作用,为 16.69%,令  $y=0$  (即  $Pn=0$ ),可求出土壤水合补偿点,北方枸杞土壤水合补偿点为 4.51%,比霸王等耐旱性较强的树种高出 0.06%<sup>[8]</sup>;Tr 最高时所对应的 SWC 值,即随 SWC 的增加,Tr 由上升转变为下降时 SWC 的临界值,为 19.04%;WUE 最高时所对应的 SWC 值,即水分利用效率最高且土壤含水量为 10.50%时,植物水分利用效率最高, $CO_2$  与  $H_2O$  的气体交换量达到 1.94。

#### 2.2 不同土壤水分下北方枸杞的光饱和点

通过测定不同土壤含水量下光照强度和光合速率,建立回归方程,见表 1,光合速率随光照强度的变化速率为:  $dx/dy = 2ax + b$ ,另  $dx/dy = 0$ ,则  $x = -b/2a$  为光合

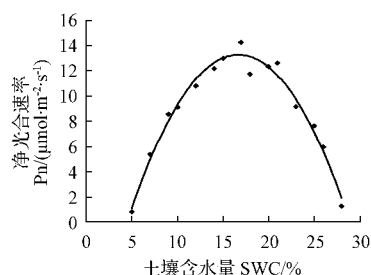


图 1 不同土壤水分条件下净光合速率的变化

Fig. 1 The change of net photosynthetic rate in different soil water status

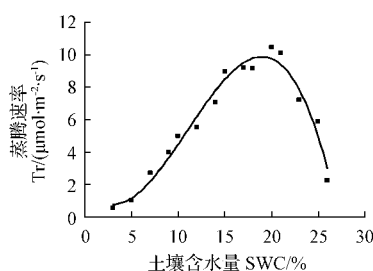


图 2 不同土壤水分条件下蒸腾速率的变化

Fig. 2 The change of transpiration rate in different soil water status

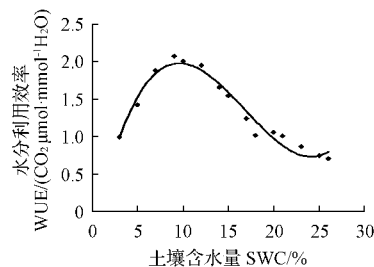


图 3 不同土壤水分条件下水分利用效率的变化

Fig. 3 The change of water use efficiency in different soil water status

表 1 不同土壤含水量下的光照强度和光合速率的关系

Table 1 The relation between light intensity and photosynthetic rate in different soil water status

实际土壤含水量 /%	回归 方程	相关系数 平方	显著性 水平
5.64	$Y = -0.3767 + 0.0054X - 0.000003X^2$	0.8539	0.000
10.17	$Y = -0.2249 + 0.0069X - 0.000003X^2$	0.9416	0.000
14.45	$Y = -0.4014 + 0.0103X - 0.000004X^2$	0.9464	0.000
17.19	$Y = -0.6355 + 0.0199X - 0.000007X^2$	0.9754	0.000
19.34	$Y = -0.2439 + 0.0138X - 0.000004X^2$	0.9630	0.000
22.95	$Y = -0.3665 + 0.0116X - 0.000004X^2$	0.9727	0.000

速率最高时,对应的光照强度,即光饱和点,见图 4。

在植物光合作用过程中,很多因素可以影响光饱和点的移动,其中  $CO_2$  的浓度至关重要。主要是由于光合

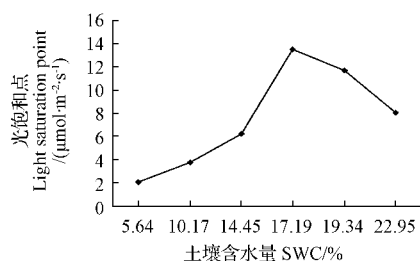


图4 不同土壤水分条件下光饱和点的变化

Fig. 4 The change of light saturation point in different soil water status

作用过程中暗反应固定  $\text{CO}_2$ , 当  $\text{CO}_2$  供应不足时, 影响暗反应的进行, 进而降低光反应的速率, 从而影响整个光合作用, 导致光饱和点的移动<sup>[9]</sup>。  $\text{CO}_2$  的来源主要来自 2 个方面: 植物本身呼吸作用释放和外界提供, 二者受土壤含水量的影响很大: 当土壤含水量不足时, 植物气孔导度降低, 阻止  $\text{CO}_2$  进入植物叶片内, 若得不到  $\text{CO}_2$  的叶片持续光照也造成光合器官的光破坏作用<sup>[10-12]</sup>。

从图 4 可以看出, 在一定范围内, 光饱和点随土壤含水量的升高而升高, 当土壤含水量达到 17.19% 时, 光饱和点最大值为  $13.508 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 随后土壤含水量继续增加, 光饱和点下降。这可能是由于土壤含水量过高或过低, 都会影响北方枸杞呼吸作用, 降低  $\text{CO}_2$  释放量, 另一方面, 在干旱胁迫下, 北方枸杞叶片气孔关闭, 阻止  $\text{CO}_2$  进入叶片内, 影响了暗反应的进行, 进而影响光饱和点的移动。

### 3 结论

在不同土壤含水量下, 北方枸杞净光合速率、蒸腾速率和光饱和点 3 个生理指标的变化规律, 得出北方枸杞土壤水合补偿点为 4.51%, 当土壤含水量控制在 16.5%~19.0% 时最适宜北方枸杞的生长, 进而证明北方枸杞具有较强耐旱性。

### 参考文献

- [1] 司剑华, 雷云丹, 段晓明, 等. 不同生长调节剂对北方枸杞出苗及苗期生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(35): 15343-15345.
- [2] 雷小平, 勒立荣, 马登萍. 不同基质对北方枸杞出苗及苗期生长的影响[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2009, 27(1): 71-74.
- [3] 卢海静, 余芹芹, 胡夏锦. 西宁盆地黄土区草本植物群根效应及其护坡贡献[J]. 中国水土保持, 2013(12): 55-56.
- [4] 陈超, 邹滢. SPSS 15.0 常用功能与应用实例精讲[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 106-240.
- [5] 姜小文, 易干军, 张秋明. 果树光合作用研究进展[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2003, 9(4): 302-308.
- [6] 郑阿宝, 钟育谦, 阮宏华, 等. 次生栎林蒸腾强度与生态因子的关系[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(2): 27-29.
- [7] 曾凡江, 张希明, 李小明, 等. 柽柳的水分特性研究进展[J]. 应用生态学报, 2002, 13(5): 611-614.
- [8] 耿生莲, 王占林, 霸王, 沙木蓼和银水牛果在不同水分条件下的生理研究[J]. 山西林业科技, 2007, 12(4): 24-16.
- [9] 汤章城. 植物干旱生态生理的研究[J]. 生态学报, 1983, 3(3): 196-204.
- [10] 许大全, 张玉忠, 张荣毓. 植物光合作用的光抑制[J]. 植物生理学通讯, 1992, 28(4): 237-243.
- [11] 许大全. 光合作用效率[M]. 1 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2002: 33-51.
- [12] Teskey R O, Fites J A, Samuelon L J. Stomata limitations to net photo synthesis in *Pinus slaeda* L. under different environmental conditions[J]. Tree physiology, 1986, 2(1/3): 131-142.

## Study on Drought Tolerance of *Lycium chinese* Mill. var. *potaninii* (Pojark.)

### A. M. Lu Under Different Soil Water Status

AN Huan-xia<sup>1</sup>, WANG Zhan-lin<sup>1</sup>, HE Kang-ning<sup>2</sup>

(1. Academy of Agriculture and Forestry Science, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016; 2. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083)

**Abstract:** In this paper, 2-year-old *Lycium chinense* Mill. var. *potaninii* (Pojark.) A. M. Lu was potted, in which the soil water levels were manually controlled in order to study their drought resistance by respectively observing and analysing the correlations between net photosynthetic rate, transpiration rate, water use efficiency, and light saturation point and soil water content under different water levels. The results showed that the relative coefficients  $r$  between soil water content and net photosynthetic rate, transpiration rate and water use efficiency were 0.843, 0.842 and 0.801 respectively; the soil water aggregate compensation point was 4.51%; the soil water content were respectively 16.69%, 19.04% and 17.19% when net photosynthetic rate, transpiration rate and light saturation point were the highest, that was to say *Lycium chinense* Mill. var. *potaninii* (Pojark.) A. M. Lu would be in the best state when the soil water content was within the scope of 16.5%—19%.

**Keywords:** *Lycium chinense* Mill. var. *potaninii* (Pojark.) A. M. Lu; soil water content; drought tolerance