

## 胡杨叶片基态渗透值的研究\*

王君厚 周士威 刘奉觉

(中国林业科学研究院林业研究所)

**关键词** 胡杨; 叶片; 抗盐性; 初始质壁分离; 基态渗透值

胡杨(*Populus euphratica* Oliv.)是我国西北干旱地区盐渍化土地上的主要造林树种之一。近十年来,我国有些学者通过野外调查、田间试验等方法,对胡杨独特的抗盐性进行了广泛研究<sup>[1,2]</sup>,但有关胡杨抗盐性生理机制方面的研究还很少,为了探讨胡杨的抗盐性机理,我们在1989年采用初始质壁分离法<sup>[3]</sup>,对胡杨叶片的基态渗透值进行了研究。

### 一、试验材料与方法

#### (一) 试验材料

取样地点设于内蒙古磴口县中国林业科学研究院实验局一场,该地属于乌兰布和沙漠东部,年平均降水量148 mm,年平均蒸发量2400 mm。样树均为生长良好的30年生和5年生胡杨,30年生和5年生箭杆杨,各样树生长所在的林地土壤水分条件及含盐量见表1。

5月下旬至6月中旬,在样树树冠中部向阳面的健壮枝条上,标记出枝条顶部刚刚萌发出的新叶,在叶龄为15天时将带有样叶的枝条采回,用蒸馏水将样叶迅速冲洗干净后,用徒手切片法取样叶下表皮,其大小为2 mm × 2 mm。

由于盐渍土中主要含有NaCl、NaHCO<sub>3</sub>及MgSO<sub>4</sub>三种盐类,所以分别用这三种盐溶液作为渗透液来测定基态渗透值(O<sub>g</sub>)。

#### (二) 测定基态渗透值O<sub>g</sub>方法

用初始质壁分离法,测定胡杨叶片亚表皮细胞的基态渗透值(O<sub>g</sub>)。

将取好的样片(叶片下表皮),每5个一组分别放在一系列不同浓度(0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95, 1.00, 1.05, 1.10 mol/L)的盐溶液中,抽真空5 min后,继续浸泡15~20 min,然后在显微镜下观察,并统计样片质壁分离细胞数和细胞总数,求得质壁分离百分数,把视野中50%的细胞发生质壁分离时定为初始质壁分离(此时压力势为零),此时,外界渗透液浓度为细胞的基态渗透值。

表1 各样树生长所在的土壤含盐量及水分条件

| 样 树     | 0~50cm土壤含盐量(%) | 水分条件     | 树高(m) | 胸径(cm) |
|---------|----------------|----------|-------|--------|
| 30年生胡杨  | 1.23           | 地下水(深2m) | 18.3  | 21.0   |
| 5年生胡杨   | 0.87           | 灌溉       | 2.1   | 2.3    |
| 30年生箭杆杨 | 0.83           | 灌溉       | 25.0  | 24.0   |
| 5年生箭杆杨  | 0.61           | 灌溉       | 5.2   | 4.8    |

本文于1989年11月22日收到。

\*本研究属国家“七五”攻关课题“干旱区造林研究”的一部分。本研究得到高尚武研究员的指导,在此表示感谢。

每个浓度梯度中的样片观察统计重复5次。由于很难正好找到引起50%细胞发生质壁分离的浓度，所以采用插值法求算 $O_g$ <sup>[3]</sup>，其公式为

$$O_g = \frac{C_2 - C_1}{P_2 - P_1} (50 - P_1) + C_1$$

式中 $O_g$ 为基态渗透浓度， $C_1$ 为引起 $P_1$ 质壁分离的浓度， $C_2$ 为引起 $P_2$ 质壁分离的浓度， $P_1$ 为由 $C_1$ 溶液引起质壁分离的百分数， $P_2$ 为由 $C_2$ 溶液引起质壁分离的百分数。

用插值法求 $O_g$ ，每个样树求算5次，再求其平均值( $\bar{O}_g$ )。另外根据渗透液浓度与质壁分离百分数之间的相关关系，用回归法求得渗透液浓度(C)与质壁分离百分数(P)之间的回归方程( $C = a + bP$ )，再求得 $O_g$  (即当 $P = 50\%$ 时的C)，并与插值法加以比较。

## 二、结果分析

### (一) 胡杨与箭杆杨 $O_g$ 差异分析

由表2可以看出，在外界渗透液为NaCl时，胡杨无论幼龄树还是壮龄树， $O_g$ 都大于同年龄的箭杆杨，经方差分析差异极显著(表3)。侯天侦等<sup>[9]</sup>通过对几种杨树叶组织的细胞渗透压、电导值及 $Cl^-$ 含量测定，认为胡杨的抗盐性强于箭杆杨。由此可见， $O_g$ 的大小反映了胡杨抗盐性的强弱，可作为胡杨抗盐性生理指标。

表2 胡杨与箭杆杨叶片在不同盐溶液中的 $O_g$

| 盐 溶 液 |                         | NaCl                   |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |
|-------|-------------------------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|
| 树 种   |                         | 5年生胡杨                  |      |      |      |      | 5年生箭杆杨                 |      |      |      |      | 30年生胡杨                 |      |      |      |      | 50年生箭杆杨                |      |      |      |      |
| 计算方法  |                         |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |
| 插 值 法 | 重复次数                    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    |
|       | $O_g$                   | 0.56                   | 0.58 | 0.57 | 0.55 | 0.59 | 0.47                   | 0.45 | 0.47 | 0.46 | 0.49 | 0.68                   | 0.65 | 0.67 | 0.66 | 0.64 | 0.57                   | 0.56 | 0.54 | 0.55 | 0.53 |
|       | $\bar{O}_g$             | 0.57                   |      |      |      |      | 0.47                   |      |      |      |      | 0.66                   |      |      |      |      | 0.55                   |      |      |      |      |
| 回 归 法 | 回归方程                    | $C = 0.4141 + 0.0034P$ |      |      |      |      | $C = 0.3250 + 0.0031P$ |      |      |      |      | $C = 0.4705 + 0.0037P$ |      |      |      |      | $C = 0.3928 + 0.0030P$ |      |      |      |      |
|       | r                       | 0.9981                 |      |      |      |      | 0.9921                 |      |      |      |      | 0.9950                 |      |      |      |      | 0.9988                 |      |      |      |      |
|       | $O_g$<br>( $C_{50\%}$ ) | 0.58                   |      |      |      |      | 0.48                   |      |      |      |      | 0.66                   |      |      |      |      | 0.54                   |      |      |      |      |
| 盐 溶 液 |                         | NaHCO <sub>3</sub>     |      |      |      |      |                        |      |      |      |      | MgSO <sub>4</sub>      |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |
| 树 种   |                         | 5年生胡杨                  |      |      |      |      | 30年生胡杨                 |      |      |      |      | 5年生胡杨                  |      |      |      |      | 30年生胡杨                 |      |      |      |      |
| 计算方法  |                         |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |
| 插 值 法 | 重复次数                    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    |
|       | $O_g$                   | 0.70                   | 0.65 | 0.67 | 0.69 | 0.68 | 0.79                   | 0.82 | 0.81 | 0.75 | 0.78 | 0.74                   | 0.78 | 0.76 | 0.77 | 0.79 | 0.89                   | 0.87 | 0.88 | 0.85 | 0.89 |
|       | $\bar{O}_g$             | 0.68                   |      |      |      |      | 0.79                   |      |      |      |      | 0.77                   |      |      |      |      | 0.88                   |      |      |      |      |
| 回 归 法 | 回归方程                    | $C = 0.4734 + 0.0040P$ |      |      |      |      | $C = 0.5985 + 0.0390P$ |      |      |      |      | $C = 0.5392 + 0.0044P$ |      |      |      |      | $C = 0.6697 + 0.0043P$ |      |      |      |      |
|       | r                       | 0.9939                 |      |      |      |      | 0.9985                 |      |      |      |      | 0.9981                 |      |      |      |      | 0.9973                 |      |      |      |      |
|       | $O_g$<br>( $C_{50\%}$ ) | 0.67                   |      |      |      |      | 0.79                   |      |      |      |      | 0.76                   |      |      |      |      | 0.88                   |      |      |      |      |

表 3 树种、树龄的  $O_g$  指标方差分析

| 变 因     | 自 由 度 | 平 方 和    | 均 方      | F 值      | $F_{0.01}$ |
|---------|-------|----------|----------|----------|------------|
| 树 种     | 1     | 0.058 32 | 0.058 32 | 222.17** | 8.53       |
| 树 龄     | 1     | 0.038 72 | 0.038 72 | 147.50** | 8.53       |
| 树种 × 树龄 | 1     | 0.000 18 | 0.000 18 | 0.67     | 8.53       |
| 误 差     | 16    | 0.004 20 | 0.000 26 |          |            |
| 总 的     | 19    | 0.101 42 |          |          |            |

(二) 不同年龄的胡杨  $O_g$  差异分析

从表 2 可以看出, 当渗透液为  $\text{NaHCO}_3$  时, 30 年生胡杨  $O_g$  明显大于 5 年生胡杨  $O_g$ , 以  $\text{NaCl}$  和  $\text{MgSO}_4$  为渗透液时得出同样的结果, 方差分析差异极显著(表 4)。说明胡杨的年龄不同, 其抗盐性也不同, 证实了胡杨的抗盐性随年龄的增大而增强<sup>[4]</sup>。

(三) 用不同盐类测得  $O_g$  的差异分析

用  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaHCO}_3$  及  $\text{MgSO}_4$  三种盐分别作为外界渗透液, 测定胡杨的  $O_g$ , 结果表明, 作为抗盐性很强的胡杨, 对不同的盐其敏感性差异很大。由表 2 看出, 胡杨叶片在三种盐溶液中的  $O_g$  明显不同, 经方差分析, 差异极显著(表 4, 5)。胡杨对这三种盐的抗性由强到弱依次为  $\text{MgSO}_4$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 。这与盐碱土对树木的危害由重到轻依次为  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{MgSO}_4$ <sup>[4]</sup> 的观点一致。

表 4 不同树龄、不同盐类的  $O_g$  指标方差分析

| 变 因     | 自 由 度 | 平 方 和    | 均 方      | F 值      | $F_{0.01}$ |
|---------|-------|----------|----------|----------|------------|
| 盐 类     | 2     | 0.211 56 | 0.105 78 | 270.05** | 5.61       |
| 树 龄     | 1     | 0.082 16 | 0.082 16 | 209.76** | 7.82       |
| 盐类 × 树龄 | 2     | 0.000 42 | 0.000 21 | 0.54     | 5.61       |
| 误 差     | 4     | 0.009 40 | 0.000 29 |          |            |
| 总 的     | 29    | 0.303 54 |          |          |            |

表 5 不同盐类  $O_g$  指标的  $q_{0.01}$  检验

| $\bar{x}_i (\bar{O}_g)$ | $\bar{x}_1$ | $\bar{x}_2$ | $\bar{x}_3$ | D      |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| $\bar{x}_1$             | —           | —           | —           |        |
| $\bar{x}_2$             | 0.117**     | —           | —           | 0.0245 |
| $\bar{x}_3$             | 0.205**     | 0.088**     | —           |        |

注: 1— $\text{NaCl}$ , 2— $\text{NaHCO}_3$ , 3— $\text{MgSO}_4$ 。

## 三、讨 论

(一) 用初始质壁分离法测定树木叶片细胞基态渗透值, 简单易行, 可用于树木抗盐性生理的研究。木本植物高大, 树体不同部位的叶片, 不同年龄(天)的叶片,  $O_g$  都不相同。实验

表明, 树冠从顶部到下部  $O_p$  递增, 枝条上随叶龄的变大  $O_p$  增大。为获得一致的样叶, 最佳的取样部位应在树冠中部向阳面的健壮枝上; 叶龄以15天为宜, 因为叶龄过小, 细胞对盐溶液过于敏感, 叶龄过大, 又不易发生质壁分离, 取得精确叶龄的方法最好是标记法; 另外, 由于上表皮的徒手切片容易带上叶的栅栏组织, 含有较多的叶绿体, 透明度小, 观察困难, 故应取下表皮组织, 观察亚表皮细胞。

(二) 在求算  $O_p$  的过程中, 发现渗透溶液的浓度与细胞质壁分离百分数呈直线相关关系, 采用回归法求得它们的回归方程, 再求出  $O_p$  (将细胞分离百分数  $P=50\%$  代入方程式求得渗透液浓度  $C$  即是), 其结果与插值法相同, 而且回归方程法求  $O_p$  要比插值法更简便、准确, 所有回归方程的相关系数都大于0.99。

### 参 考 文 献

- [1] 苏文钊, 1988, 胡杨林的土壤条件及其恢复发展, 八一农学院学报, 11(1):12~17。
- [2] 孙美英, 1988, 试用数值化综合评价胡杨林盐碱土的宜林程度, 林业资源管理, (6):63~66。
- [3] 贾银锁等, 1987, 介绍一种质壁分离法测定植物细胞基态渗透浓度的新方法, 植物生理学通讯, (4):69~71。
- [4] 高尚武等, 1984, 治沙造林学, 中国林业出版社, 148~149, 269~273。
- [5] 侯天侦等, 1981, 几种杨树抗盐生理的探讨, 新疆林业科技, (1):42~46。

## A STUDY ON OSMOTIC GROUND VALUE OF LEAVES OF *POPULUS EUPHRATICA* OLIV.

Wang Junhou    Zhou Shiwei    Liu Fengjue

(The Research Institute of Forestry CAF)

**Abstract** The osmotic ground value ( $O_p$ ) of subepidermal cells of leaves of *Populus euphratica* Oliv. was tested by using the method of incipient plasmolysis. The results are: ① The  $O_p$  used as the physiological index of salt resistance of *P. euphratica* can show the specific salt resistance of *P. euphratica*. ② The salt resistance of *P. euphratica* gets stronger as it gets older by testing the  $O_p$ . ③ The resistance power of *P. euphratica* varies significantly to different kinds of salts which the saline soil greatly has. The order of its resistance to these kinds of salts from strong to weak is  $MgSO_4$ ,  $NaHCO_3$ ,  $NaCl$  according to the  $O_p$ .

**Key words** *Populus euphratica*; leaf; salt resistance; incipient plasmolysis; osmotic ground value