

干旱地区次生盐碱地主要造林树种 抗盐指标的确定及耐盐能力排序*

赵明范 葛成 翟志中

摘要 我国西北干旱地区次生盐碱地的主要造林树种的抗盐碱上限指标: 新疆杨可以在土壤含盐量 $< 6 \text{ g/L}$ 时生长正常; 杜梨 $< 4 \text{ g/L}$; 柠条 $< 7 \text{ g/L}$; 花棒 $< 5 \text{ g/L}$; 沙棘 $< 6 \text{ g/L}$; 沙枣 $< 4 \text{ g/L}$; 枸杞 $< 7 \text{ g/L}$; 梭梭 $< 30 \sim 50 \text{ g/L}$; 胡杨 $< 8 \text{ g/L}$; 柽柳 $< 50 \text{ g/L}$; 杨柴 $< 6 \text{ g/L}$ 。树种耐盐碱能力的顺序由大到小为: 梭梭、柽柳、胡杨、枸杞、柠条、杨柴、沙棘、新疆杨、花棒、沙枣、杜梨。

关键词 干旱地区 次生盐碱地 造林树种 抗盐指标

我国“三北”地区有次生盐碱化土地约 300 万 hm^2 , 由于气候和人为因素的影响, 盐碱化面积正在不断扩大, 并且盐碱化的程度有增无减。为了提高“三北”盐碱地区的造林成活率, 增加覆盖度和促进林木良好的生长, 必须选择具有不同耐盐能力的树种。因此“八五”期间对11种主要耐盐碱树种进行抗盐指标的测定, 其结果为西北干旱地区适地适树因地制宜地造林绿化提供科学依据。

植物和环境是统一体, 因此植物的抗盐碱指标的确定是一个非常复杂的问题, 它不仅受到外界条件(土壤盐碱类型、生态环境等)的制约, 而且不同植物不同品种不同生育期的抗盐碱能力也不一样。植物的抗盐性是多种性状的综合表现, 到目前为止尚不能用某一个试验或某一组数据作为精确的抗盐指标。因此本文选择4种抗盐性能测试手段与野外实地观察相结合的综合分析方法来确定这些树种的抗盐上限指标和耐盐能力的顺序。

1 试验地概况

试验地设在内蒙古巴盟中国林业科学研究院磴口沙漠试验中心一场, 位于 $106^{\circ}59' \text{ E}$, $40^{\circ}17' \text{ N}$ 。东北为乌兰布和沙漠, 该地气候干燥, 相对湿度约30%, 风沙大, 年均风速为 4.1 m/s , 年平均气温 25.4°C , 最高 38.9°C , 最低为 -27.3°C , 年降水 123 mm , 年蒸发量 2584 mm , 根据对土壤的定量测定, 该试验区的次生盐碱土类型主要是硫酸盐盐土和氯化物盐土。土壤含盐量平均 $2 \sim 9 \text{ g/L}$ ($0 \sim 100 \text{ cm}$)。地下水矿化度为 $0.8 \sim 1.8 \text{ g/L}$, pH $8.4 \sim 8.6$, 地下水水位较高, 一般为 $3 \sim 5 \text{ m}$ 。干旱季节引黄灌溉, 黄河水的矿化度为 $0.5 \sim 4.0 \text{ g/L}$, 灌溉方式为封闭式的大水漫灌。

1995—12—18 收稿。

赵明范副研究员(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091); 葛成, 翟志中(中国林业科学研究院内蒙古磴口沙漠试验中心)。

* 本文是“八五”国家攻关“三北地区次生盐碱地造林技术的研究”子专题之一。

2 试验材料和方法

2.1 试验材料

分别于 1994 和 1995 年的 7 月 28 日 ~ 8 月 1 日选择 3 ~ 4 年生胡杨 (*Populus euphratica* Oliv.)、新疆杨 (*P. alba* L. var. *pyramidalis* Bge.)、枸杞 (*Lycium chinese* Mill.)、多枝怪柳 (*Tamarix ramosissima* Ledeb.)、花棒 (*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.)、杨柴 (*Hedysarum mongolicum* Turcz.)、沙枣 (*Elaeagnus angustifolia* L.)、沙棘 (*Hippophae rhamnoides* L.)、梭梭 (*Haloxylon ammodendron* (Mey.) Bunge.)、杜梨 (*Pyrus betulaefolia* Bge.)、柠条 (*Caragana intermedia* Kuang et H.), 共 11 个树种, 分别采集各树冠东、南、西、北 4 个方向的等量新鲜叶片 (混合) 或无叶 (叶子已退化) 的嫩枝为试验材料。每年每个树种 2 次重复。

2.2 试验方法

采用细胞膜透性、光合能力、灰分含量和渗透调节能力 4 项指标及长期野外生长情况的反应等资料^[1], 综合因素来确定各树种的抗盐上限指标和耐盐能力的大小。每年每个树种 2 次重复。

4 项指标测定方法:

(1) 叶绿素含量的测定。72 型分光光度计采用叶绿素的吸收光谱和定量测定^[2]。

(2) 叶细胞质壁分离的测定。显微镜在 500 倍数下进行观测, 采用美国明尼苏达大学园艺系教授 E. J. STADEIMAN^[3] 质壁分离法测定植物细胞基态渗透浓度的新方法。

本实验配制的细胞质壁分离液是根据实验地土壤 0 ~ 100 cm 层内八大离子、含盐量和 pH 值来模拟野外土壤溶液的真实情况而配制的系列质壁分离液。

(3) 脯氨酸含量的测定。脯氨酸法, 以 80% 的乙醇研磨茚三酮为显色剂, 用 72 型分光光度计在 515 nm 波长下比色^[4]。

(4) 粗灰分含量的测定。在 550 ~ 600 °C 干灰化。

3 结果与分析

3.1 叶绿素含量

叶绿素是光合作用的基础, 一般生长在干旱地区盐碱化土地上的树种特别是小乔木和灌木叶子都比较小, 这是由于长期受到干旱和盐碱的胁迫而引起的胁变。表现出叶绿素含量比较低, 最突出的特点是叶绿素 a 和 b 比例失调。在一般情况下 a : b 为 3 : 1, a + b 为 1.38^[6], 从表 1 中看出: 所有测试树种叶绿素 a > b, 有的几乎相等, 其中以梭梭表现最明显, a : b 为 1.2 : 1, a + b 最低只有 0.4209 mg/g, 只占一般阔叶树种的 1/3。其次为枸杞, 虽然枸杞的叶子比梭梭大, 具有明显的叶片, 但 a : b 为 1.1 : 1, a + b 为 0.5677 mg/g。另外 1992 年在同一时间同一地点选 2 年生苗造林, 枸杞能在土壤含盐量为 0.6% 的条件下成活, 而且生长正常, 造林后第二年就结果, 而杜梨几乎全部死亡, 新疆杨只有几株成活。说明枸杞的耐盐能力大于杜梨和新疆杨。胡杨是典型的阔叶树, 并具有耐盐碱的美称, 叶绿体总量只有 0.697 mg/g, a : b 为 1.4 : 1, 也远远低于一般阔叶树 a + b 的平均值 (1.38 mg/g), 比针叶树的叶绿素还低, 说明它的抗盐性很强。另外从表 1 中还看出所有树种的 a : b 都远远低于 3 : 1, 一般约 1.1 : 1.0, 最高也只有 1.9 : 1.0 (花棒)。这是因为盐碱对光合作用的抑制与植物叶片中色素平衡失调有关,

盐碱破坏细胞中色素—蛋白质—脂类复合体,并降低叶绿素和其它色素(主要是指叶绿素 a)的含量^[6]。

根据对叶片内叶绿素的分析,11个树种的抗盐能力由大到小为:梭梭、枸杞、胡杨、花棒、杜梨、杨柴、沙棘、柽柳、新疆杨、沙枣、柠条。

表 1 主要耐盐碱树种叶绿素、脯氨酸、粗灰分含量和叶细胞质壁分离情况

树种	叶绿素			脯氨酸 ($\mu\text{g/g}$)	灰分 (g/L)	不同浓度(g/L) 质壁分离数(%)								
	a (mg/g)	b (mg/g)	a+b (mg/g)			a	b	3	4	5	6	7	8	10
新疆杨	0.736 7	0.655 3	1.392 0	1.24	1	63.56	69.3	0	0	25	56	79	100	
杜梨	0.564 9	0.533 4	1.098 0	1.06	1	72.17	57.0	13	50	100				
柽柳	0.666 1	0.587 1	1.253 6	1.13	1	483.52	164.2							
花棒	0.485 4	0.408 3	0.893 7	1.89	1	286.67	68.9	0	0	58		81		
梭梭	0.233 1	0.188 0	0.420 9	1.24	1	73.98	263.9							
杨柴	0.569 9	0.537 1	1.107 0	1.06	1	193.05	42.7							
胡杨	0.409 8	0.287 2	0.697 0	1.43	1	32.93	87.1	0	0	0	0	0	54	86
沙枣	0.825 5	0.729 9	1.555 4	1.13	1	154.26	86.7	0	63		86		100	
柠条	0.846 5	0.737 5	1.584 0	1.15	1	366.25	74.5	0	0	0	25	51	72	100
沙棘	0.624 4	0.580 5	1.212 5	1.08	1	234.54	46.6	0	45	51	79		100	
枸杞	0.302 3	0.265 4	0.567 7	1.14	1	465.48	221.7	0	0	0	25	50	68	100
阔叶树 (平均)			1.38	3	120~100	50~150								

注:梭梭、柽柳和杨柴由于叶片退化,制样(片)困难,没有进行质壁分离测定。

3.2 叶细胞质壁分离

从表 1 看出胡杨叶细胞在分离液为 8 g/L 时在视野内只有 54% 的细胞发生质壁分离,所以 8 g/L 定为初始质壁分离;当分离液为 10 g/L 时分离数虽为 86%,但还未全部分离(其它所测试的叶细胞全部分离),说明胡杨的抗盐能力极强。杜梨的耐盐碱能力最小,它的初始质壁分离液浓度为 4 g/L 时只有 50% 发生分离。枸杞仅次于胡杨,为 7 g/L 。

本试验得出各树种抗盐能力的顺序为:胡杨、枸杞、柠条、花棒、新疆杨、沙棘、沙枣、杜梨。

3.3 脯氨酸含量的分析

脯氨酸是植物体内一种重要的渗透调节剂。它具有植物对环境的抗逆性,其含量的多少也说明抗盐碱能力大小。通常在盐碱胁迫下,树种脯氨酸有累积这一普遍现象^[5],因此有人主张脯氨酸含量也可以作为植物一项抗盐碱指标测定^[5]。含量高说明抗盐性强。从表 1 中看出所有测试树种叶片脯氨酸含量都超过一般阔叶树叶片的含量,其中以柽柳叶片脯氨酸含量最高为 $483.52 \mu\text{g/g}$ FW,而一般阔叶树含量为 $20 \sim 100 \mu\text{g/g}$,说明柽柳抗盐碱很强。其次是枸杞和柠条分别为 465.48 和 $366.25 \mu\text{g/g}$ 。而胡杨和梭梭脯氨酸含量相对较低分别是 32.93 和 $73.98 \mu\text{g/g}$,其原因有待进一步研究。

根据脯氨酸含量来表示树种耐盐碱能力的顺序为:柽柳、枸杞、柠条、花棒、沙棘、杨柴、沙枣、梭梭、杜梨、新疆杨、胡杨。

3.4 叶片中粗灰分的分析

植物叶片中粗灰分含量随立木的生境和树种的年龄而不同。植物灰分含量多少顺序依次为:盐生、中生、水生^[6]。生长在盐碱地上的树种都有不同程度的耐盐能力,表现出不同的灰分含量。有的树种是泌盐植物如:胡杨和柽柳,胡杨流出的胡杨碱含盐量高达 $560 \sim 720 \text{ g/L}$,因

此从表中看出叶片粗灰分含量只有 87.1 g/L 和 164.2 g/L, 在 11 个测试树种中排在第 3、4 位。梭梭和枸杞也是很好的耐盐碱树种, 它们是属于非泌盐植物, 表中显示出叶片粗灰分含量很高为 263.9 g/L, 被称为盐木。枸杞叶片粗灰分含量是 221.7 g/L, 仅次于梭梭, 都超过柽柳和胡杨。杨柴、沙棘和杜梨含量较少分别为 42.7 g/L、46.6 g/L 和 57.0 g/L, 说明耐盐碱能力较差。

根据叶片粗灰分含量的多少其顺序: 梭梭、枸杞、柽柳、胡杨、沙枣、柠条、新疆杨、花棒、杜梨、沙棘、杨柴。

4 结果与讨论

通过对上述 4 项因素的研究和分析, 以叶细胞质壁分离这种定量的方法为主要依据, 而其它 3 项因素都不同程度地受到外界环境条件和树龄等因素的影响, 从定量的角度无法确定抗盐碱指标的临界值。柽柳和梭梭及杨柴的指标是根据前人大量的野外调查和多年造林试验而总结出来的指标范围^[1]。本次测试树种抗盐碱的上限和范围分别为: 新疆杨可以在土壤含盐量 < 6 g/L 时生长正常; 杜梨 < 4 g/L; 柠条 < 7 g/L; 花棒 < 5 g/L; 沙棘 < 6 g/L; 沙枣 < 4 g/L; 枸杞 < 7 g/L; 梭梭 < 30 ~ 50 g/L; 胡杨 < 8 g/L; 柽柳 < 50 g/L; 杨柴 < 6 g/L 时生长正常。

根据上述 4 项指标的分析: 梭梭 3 个指标中 2 次排在第一位, 柽柳一次排在第一位, 枸杞 4 个指标 4 次排在第二位, 胡杨 4 个指标一次排在第一位, 由此得出 11 个树种耐盐碱的顺序由大到小为: 梭梭、柽柳、胡杨、枸杞、柠条、杨柴、沙棘、新疆杨、花棒、沙枣、杜梨。

该试验确定树体的抗盐碱指标时是指在不影响树体的正常生长、发育和结实等情况下土壤 0 ~ 100 cm 深度时的平均含盐量。

试验认为泌盐植物是耐盐碱植物, 但是栽植这些泌盐植物(树种)并不能减少土壤的含盐量和降低 pH 值, 达不到改良和利用盐碱地的目的, 因此在盐碱地上造林时应选择非泌盐植物为最佳。

参 考 文 献

- 1 龚洪柱, 魏庆莒, 金子明. 盐碱地造林学. 北京: 林业出版社, 1986. 68 ~ 69.
- 2 魏海姆 F H(中国科学院植物研究所生理生化研究室译). 植物生理学实验, 北京: 科学出版社, 1974. 73 ~ 75.
- 3 贾银锁, 信上国, 周人纲, 等. 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, 1987, (4): 69 ~ 71.
- 4 华东师范大学生物系植物生理教研组主编. 植物生理学实验指导. 北京: 人民教育出版社, 1982. 231.
- 5 南京林学院树木生理生化教研组编. 植物生理学. 北京: 农业出版社, 1962. 87.
- 6 赵可夫, 王韶唐. 作物抗性生理. 北京: 农业出版社, 1990. 264, 267, 273, 289, 292, 295 ~ 296, 308.

Study on the Determination of Salt-tolerance Index of Main Afforestation Tree Species and Their Ordination in Arid Areas with Secondary Salinization

Zhao Mingfang Ge Cheng Zhai Zhizhong

Abstract The research on the salt-tolerance index of main afforestation tree species in arid and semi-arid areas with secondary-salinization was carried out during the year 1991 ~ 1995, and the index of salt-tolerant were as follows:

<i>Populus euphratica</i> Oliv.	< 8 g/L
<i>P. alba</i> var <i>pyramidalis</i> Bge.	< 6 g/L
<i>Lycium chinese</i> Mill.	< 7 g/L
<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb	< 50 g/L
<i>Hedysarum scoparium</i> Fisch. et Mey.	< 5 g/L
<i>Hedysarum mongolicum</i> Turcz.	< 6 g/L
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	< 4 g/L
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	< 6 g/L
<i>Haloxylon ammodendron</i> (Mey.) Bunge	< 30 ~ 50 g/L
<i>Pyrus betulaeifolia</i> Bge.	< 4 g/L
<i>Caragana intermedia</i> Kuang et H.	< 7 g/L

The ordination for capability of salt-tolerant species is from strong to weak: *Haloxylon ammodendron*, *Tamarix ramosissima*, *Populus euphratica*, *Lycium chinese*, *Caragana intermedia*, *Hedysarum mongolicum*, *Hippophae rhamnoides*, *Populus alba*, *Hedysarum scoparium*, *Elaeagnus angustifolia* and *Pyrus betulaeifolia*.

Key words arid area secondary salinization afforestation tree species salt-tolerant index

Zhao Mingfang, Associate Professor (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Ge Chen, Zhai Zhizhong (The Desert Forestry Experimental Centre, CAF Dengko, Inner Mongolia).