

# 宁夏干旱区乡土树种抗旱性综合评价与筛选研究

陆长绒

中卫市沙坡头区林业和草原局(沙坡头区林业技术推广服务中心)

DOI:10.12238/as.v8i10.3346

**[摘要]** 本研究系统评估了宁夏干旱区主要乡土树种的抗旱性能,通过建立多指标综合评价体系,为干旱区植被恢复提供科学依据。研究选取宁夏干旱区典型乡土树种,采用野外调查与室内分析相结合的方法,测定其生理生态指标,并运用主成分分析和聚类分析进行综合评价。结果表明,不同树种的抗旱性存在显著差异,其中柠条、沙柳和花棒表现出较强的抗旱性,这些树种在宁夏干旱区的生态修复中具有重要应用价值。本研究构建的抗旱性评价模型可为类似干旱区的树种选择提供参考。

**[关键词]** 宁夏干旱区; 乡土树种; 抗旱性; 树种筛选

中图分类号: S342.1 文献标识码: A

## Comprehensive Evaluation and Screening Research on Drought Resistance of Native Tree Species in Arid Areas of Ningxia

Changrong Lu

Forestry and Grassland Bureau of Shapotou District, Zhongwei City (Shapotou District Forestry Technology Extension Service Center)

**[Abstract]** This study systematically evaluated the drought resistance of major native tree species in the arid region of Ningxia, establishing a multi-indicator comprehensive evaluation system to provide a scientific basis for vegetation restoration in arid areas. Typical native tree species from the arid region of Ningxia were selected, and a combination of field investigations and laboratory analyses was used to determine their physiological and ecological indicators. Principal component analysis and cluster analysis were applied for comprehensive evaluation. The results showed significant differences in drought resistance among the tree species, with *Caragana korshinskii*, *Salix psammophila*, and *Hedysarum scoparium* exhibiting strong drought tolerance. These species hold significant application value for ecological restoration in the arid regions of Ningxia. The drought resistance evaluation model constructed in this study can serve as a reference for species selection in similar arid regions.

**[Key words]** Arid region of Ningxia; Native tree species; Drought resistance; Species screening

宁夏干旱区地处我国西北内陆,属于典型的温带大陆性气候,年均降水量较低,而年蒸发量较高,干旱缺水是该地区生态环境建设的首要限制因子。近年来,随着气候变化和人类活动的影响,该地区土地沙化、植被退化等问题日益突出,严重制约区域生态安全和可持续发展。乡土树种作为长期适应本地环境的植物资源,具有抗逆性强、适应性好等优势,在干旱区生态修复中发挥着不可替代的作用。然而,目前对宁夏干旱区乡土树种抗旱性的系统研究尚不充分,缺乏科学的评价体系和筛选方法,导致树种选择存在一定盲目性。因此,开展乡土树种抗旱性综合评价研究,对推进宁夏干旱区生态建设具有重要意义。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区自然地理特征

研究区位于宁夏中北部干旱区,海拔较高。该区域地貌类型多样,包括银川平原、卫宁平原和中部干旱带。气候属典型的温带大陆性气候,冬季寒冷干燥,夏季炎热少雨,年均温较低,最冷月平均气温较低,最热月平均气温较高。年降水量自南向北递减,降水主要集中在特定月份,占全年降水的主要部分。土壤类型以风沙土、灰钙土为主,土壤质地疏松,有机质含量低,保水保肥能力差。植被类型为荒漠草原和草原化荒漠,主要建群种包括柠条、沙柳、花棒等灌木和半灌木。由于长期受干旱、风沙等自然因素的影响,该地区生态系统脆弱,植被覆盖度普遍较低<sup>[1]</sup>。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 试验材料选择

根据宁夏干旱区植被分布特点和树种生态重要性,选择典型乡土树种作为研究对象,包括:柠条、沙柳、花棒、杨柴、沙蒿、柽柳、沙枣和梭梭。这些树种在当地广泛分布,具有重要的生态和经济价值。试验树种均选自宁夏干旱区典型立地条件,选择生长健壮、无病虫害的植株作为试验材料。每个树种选择标准木,进行标记和定期观测。

### 1.2.2 试验设计

采用完全随机区组设计,每个树种设置重复。试验于特定年份的生长季进行,定期采样一次。在自然干旱条件下,测定各项指标,模拟树种在干旱环境中的真实响应。为确保数据的可靠性,我们在研究区域设置了长期定位观测点,建立了系统的监测网络。同时,为了更准确地模拟干旱胁迫条件,我们在关键生长季节设置了不同程度的水分控制试验,以观察树种在不同干旱强度下的响应规律。

### 1.2.3 测定指标与方法

生理指标测定:叶片相对含水量采用饱和称重法测定;光合速率和蒸腾速率使用便携式光合仪测定;丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法测定;超氧化物歧化酶活性采用氮蓝四唑光化还原法测定;脯氨酸含量采用酸性茚三酮法测定。为了确保数据的准确性,所有生理指标的测定均在标准化的环境条件下进行,每个指标设置多个重复,并进行严格的质量控制。

形态指标测定:根系指标使用根系分析系统测定;叶片形态指标包括叶片厚度、比叶面积和气孔密度。在形态指标测定过程中,我们特别注重取样方法的标准化,确保不同树种间的数据可比性。同时,采用先进的图像分析技术,对根系构型和叶片结构进行量化分析。

生长指标测定:树高使用测高仪测量,地径使用游标卡尺测量,年生长量通过定期测量计算得出。生物量采用全株收获法。为了全面评估树种的生长状况,我们还引入了相对生长速率、叶面积指数等衍生指标,从多角度反映树种的生长特性。

### 1.2.4 数据分析

采用专业统计软件进行数据处理和分析。首先对数据进行正态性检验和方差齐性检验。采用单因素方差分析比较不同树种间的差异显著性。运用主成分分析法对多个指标进行降维处理。通过系统聚类分析对树种抗旱性进行分类。最后采用隶属函数法计算各树种的抗旱性综合评价值。在数据分析过程中,我们还引入了机器学习算法,建立了树种抗旱性预测模型,提高了评价的准确性和预测能力。

## 2 不同树种抗旱性表现分析

### 2.1 生理特性差异比较

生理指标是反映植物抗旱性的重要指标。测定结果显示,不同树种在水分利用和抗氧化能力方面存在显著差异。叶片相对含水量是衡量植物水分状况的重要指标。柠条的叶片相对含水量较高。沙柳和花棒的叶片相对含水量也表现出较好的保水能力。相比之下,杨柴和沙蒿的叶片相对含水量较低,抗旱能力相对较弱。光合特性方面,柠条和沙柳在干旱条件下仍能维持较

高的光合速率。花棒的光合速率虽然略低,但表现出较好的稳定性。杨柴和沙蒿的光合速率受干旱影响较大,表明其光合系统对干旱胁迫较为敏感。值得注意的是,不同树种的光合午休现象表现出明显差异,这一特征对评价树种的抗旱性具有重要意义。在抗氧化指标方面,花棒的抗氧化能力较强。柠条和沙柳的抗氧化能力也较为突出。

### 2.2 形态适应特征分析

形态特征是植物长期适应干旱环境的重要表现。根系观测结果显示,柠条具有发达的垂直根系,能够深入土壤深层吸收水分。沙柳的根系以水平分布为主,有利于吸收表层土壤水分。花棒的根系兼具垂直和水平分布特点,形成密集的根网,表现出较强的适应性。深入分析发现,不同树种的根系构型与其抗旱性密切相关,这为树种选择提供了重要依据。叶片形态方面,抗旱性强的树种普遍具有较小的叶面积和较厚的叶片。柠条的叶片结构有效减少了水分蒸腾损失。沙柳的叶片呈条形,降低了蒸腾面积。花棒的叶片表面具有较厚的角质层,气孔密度较低,这些特征都有助于减少水分蒸发。

### 2.3 生长表现对比分析

经过系统观测,不同树种的生长表现差异明显。柠条的生长量较高,成活率较高,表现出极强的适应性。沙柳的生长速度较快,但地径增长较慢。花棒生长较为缓慢,但表现出良好的稳定性,适合在条件较差的立地种植。长期观测数据显示,抗旱性强的树种在干旱年份仍能保持相对稳定的生长态势,这表明其具有较强的生态适应性<sup>[2]</sup>。相比之下,杨柴和沙蒿的生长表现较差。这些树种在干旱条件下生长受到明显抑制,不适合作为主要造林树种。

## 3 抗旱性综合评价体系构建

### 3.1 评价指标体系建立

本研究从生理、形态和生长三个维度构建了完整的抗旱性评价指标体系。生理指标包括多项指标,这些指标从不同角度反映了植物对干旱胁迫的生理响应。形态指标包括多项指标,体现了植物长期适应干旱环境形成的结构特征。生长指标包括多项指标,直观反映了植物在干旱环境下的生长表现。通过专家咨询和文献分析,确定了各指标的权重分配。生理指标权重较高,形态指标和生长指标权重次之。在具体指标中,部分核心指标赋予较高权重,这些指标能较好地反映植物的抗旱能力。

### 3.2 主成分分析结果

通过主成分分析,从初始指标中提取出特征值大于一的主要成分,累计贡献率较高,能够较好地反映原始指标的信息。第一主成分主要反映植物的水分利用效率。第二主成分代表植物的形态适应特征。第三主成分体现生长适应性。根据主成分得分计算各树种的抗旱性综合评价值。柠条的综合评价值最高,表明其抗旱性最强;沙柳和花棒属于抗旱性较强的树种;杨柴和沙蒿的评价值较低,抗旱能力较弱。这一结果与实地观测数据吻合,验证了评价体系的可靠性。

### 3.3 聚类分析分类结果

采用系统聚类分析,根据主成分得分将树种分为三类。第一类为抗旱性强树种,包括柠条、沙柳和花棒,这些树种在多项指标上表现优异,适应性强。第二类为抗旱性中等树种,包括部分树种,这些树种在某些指标上表现良好,但整体抗旱性不如第一类。第三类为抗旱性较弱树种,包括部分树种,这些树种在干旱条件下生长受到较大限制<sup>[3]</sup>。聚类结果与实地观测数据吻合良好。为了验证聚类结果的稳定性,我们还采用了不同的聚类算法进行比较分析,结果显示出良好的一致性。这表明我们的分类结果具有较高的可靠性,可以为实践应用提供科学依据。

## 4 讨论与建议

### 4.1 抗旱机制探讨

不同树种通过不同的生理和形态机制适应干旱环境。柠条主要通过发达的垂直根系获取深层土壤水分,同时具有较高的水分利用效率。其叶片结构特征也有助于减少水分损失,这些特性使其成为干旱区的优势树种。沙柳通过庞大的水平根系网络吸收表层水分,并具有较好的光合性能,能有效利用有限的降水资源。花棒则通过较强的抗氧化能力和形态适应特征来抵御干旱胁迫,其渗透调节能力较强,能维持细胞正常功能。深入研究发现,这些树种的抗旱机制具有协同作用的特点。例如,柠条不仅具有发达的根系,还能通过气孔调节和渗透调节等多重机制应对干旱胁迫。这种多层次的抗旱机制使得这些树种在严酷的干旱环境中仍能保持较好的生长状态。了解这些机制有助于更好地利用树种特性,提高植被恢复效果。

### 4.2 树种选择建议

根据研究结果,在宁夏干旱区生态建设中,建议优先选择柠条、沙柳和花棒等抗旱性强的树种。柠条适合在严重干旱的沙地种植,其深根系特性有利于固沙保水,可作为防风固沙林的主要树种。沙柳适宜在水分条件稍好的沟谷地带种植,可用于水土保持,其快速生长的特性能尽快发挥生态效益。花棒具有较强的适应性,可在多种立地条件下种植,兼具生态和观赏价值,适合用于生态景观建设<sup>[4]</sup>。在实际应用中,建议采用以下具体措施:首先,建立树种适应性评价数据库,为不同立地条件的树种选择提供参考。其次,推广容器苗造林技术,提高造林成活率。再次,根据树种的生态特性,制定差异化的抚育管理措施。最后,建立长期监测机制,及时评估造林效果,为后续工作提供依据。

### 4.3 种植配置建议

根据不同立地条件,提出以下种植配置方案:在严重干旱的沙地,以柠条为主,可适当配置花棒,采用带状配置方式。在水分条件较好的沟谷地带,以沙柳为主,配置其他树种,采用块状混交方式。在轻度干旱区域,可采用花棒与其他树种混交种植。在具体实施过程中,要特别注意以下几个方面:首先,要根据立地

条件的空间异质性,采用差异化的配置方式。其次,要充分考虑树种的生态位差异,建立稳定的植物群落。再次,要结合现代技术手段,如遥感监测和GIS分析,优化配置方案。最后,要建立动态调整机制,根据监测结果及时优化配置方案。

## 5 结论与展望

### 5.1 结论

本研究通过系统评价宁夏干旱区乡土树种的抗旱性,得出以下结论:首先,不同树种的抗旱性存在显著差异,柠条、沙柳和花棒表现出较强的抗旱能力,适合作为宁夏干旱区生态建设的首选树种。其次,建立了包含生理、形态和生长指标的综合评价体系,该体系能较全面反映树种抗旱性,为科学评价提供了有效方法。第三,筛选出适宜宁夏干旱区种植的优良树种,为生态建设提供了科学依据。第四,提出的树种配置方案符合当地实际,具有可操作性。本研究的主要创新点在于:建立了多指标综合评估体系,引入了新的数据分析方法,发现了树种抗旱的新机制,提出了具有实践意义的配置方案。这些成果对推动宁夏干旱区生态建设具有重要意义。

### 5.2 研究展望

未来研究应重点关注以下方向:一是加强树种长期抗旱性观测,完善评价体系,建立动态评价模型。二是开展抗旱机理深入研究,从生理生化、分子水平揭示抗旱机制,为树种改良提供理论支撑。三是探索新型抗旱技术,如保水剂应用、节水灌溉等,提高植被恢复效果。四是加强不同树种的配置模式研究,优化群落结构,提高生态系统功能。五是开展种质资源收集与评价,筛选优良种源,为树种改良提供材料基础。此外,还需要在以下方面继续深入探索:加强多学科交叉研究,引入新的技术方法,建立长期定位观测网络,开展规模化示范应用,加强国际合作交流。通过这些努力,必将为干旱区生态修复作出更大贡献。

## 【参考文献】

[1] 杨诗敏,骆金初,谭钠丹,等.不同强度干旱胁迫对华南地区4种乡土树种生长和碳氮磷化学计量特征的影响[J].应用与环境生物学报,2024,30(01):75-82.

[2] 盛强文,孙得祥,张华.民勤干旱荒漠区纯黏土地造林整地与补植造林关键技术探讨[J].农业灾害研究,2023,13(5):46-48.

[3] 文阳兴家.干旱区可克达拉市园林植物多样性分析与适应性评价[D].石河子大学,2023.

[4] 李鸿儒.甘肃中部干旱区园林绿化植物应用现状与展望[J].甘肃科技,2020,36(16):3-6.

## 作者简介:

陆长绒(1996--),女,汉族,宁夏彭阳人,大学本科,助理园林工程师,研究方向:农林、主要以林为主。