

3 树种抗旱性的综合评价及其抗旱指标的选取

李禄军¹, 蒋志荣¹, 李正平², 邵玲玲¹

(1. 甘肃农业大学林学院, 兰州 730070; 2. 兰州市南北两山环境绿化工程指挥部, 兰州 730046)

摘要:对红柳、侧柏、合头草的 9 个抗旱指标进行了测定, 并运用隶属函数法对三种树种抗旱性进行综合分析。结果表明, 3 树种抗旱性大小顺序依次为: 红柳 > 侧柏 > 合头草。运用灰色关联分析法, 对 3 树种的抗旱性与 9 个抗旱指标的相关性进行了分析。关联度分析结果表明: 叶绿素含量、叶水势、叶片相对含水量以及电导率可作为 3 树种重要的抗旱评价指标。

关键词:抗旱性; 隶属函数; 综合评价; 灰色关联分析

中图分类号: S718.43

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0253-02

Comprehensive Evaluation on Drought-resistance of Three Tree Species and the Choice of Drought-resistance Indexes

LI Lu-jun¹, JIANG Zhi-rong¹, LI Zheng-ping², SHAO Ling-ling¹

(1. College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Lanzhou Direction Administration of Environmental Afforestation of

South - North Mountains, Lanzhou 730046, China)

Abstract: Applying the method of subordinate function, nine physiological drought resistance indexes of 3 species were measured and a comprehensive evaluation on drought resistance of them was given. The results showed that the drought resistant capability decreased in order of *Tamarix ramosissima* Ldb., *Platycladus orientalis* and *Sympegma regelii*. Applying the method of grey correlative analysis, the correlation of drought resistance and drought resistance indexes was analyzed. The results with grey correlative degree analysis showed that chlorophyll content, water potential of leaves, relative water content and electric conductivity can be regarded as the important indexes of drought resistance evaluation of the species.

Key words: drought resistance; subordinate function; comprehensive evaluation; grey correlative analysis

植物抗旱性是一种从植物的形态解剖构造、水分生理生态特征及生理生化反应到组织细胞、光合器官乃至原生质结构特点的综合反应^[1,2], 是一个受多基因控制的复杂性状^[3]。不同的抗旱树种抗旱性能不同, 利用单个指标评价植物的抗旱性局限性很大。因此, 对于植物抗旱性的评价, 应该用尽可能多的指标来综合评定, 从而减少单个指标对评定植物抗旱性所造成的片面性。目前, 人们正试图将各种指标综合起来作为一个选择指标^[4-6]。为此, 本文选取了与抗旱性密切相关的 9 项指标, 采用模糊数学的隶属函数法, 对 3 树种的抗旱性进行了综合评价。另外, 目前虽然提出了许多抗旱性的指标, 但还不清楚究竟用哪一个指标代表植物的抗旱性最好。本文用灰色关联分析的方法对这 9 项指标进行了优劣排序。

1 材料与方法

1.1 试验材料及处理

试验材料在兰州市南北两山选择立地条件基本相同的 3 年生的红柳 (*Tamarix ramosissima* Ledeb.)、侧柏 (*Platycladus orientalis*) 和合头草 (*Sympegma regelii*) 3 种树种。

每个树种选择 3 株标准木作为测定对象。测试材料均选标准木树冠中下部、向阳、外围发育正常的 1 a 生小枝, 截取小枝的长度约 10 cm, 将采集的样品立即放入可封口的塑料袋, 带回实验室进行各指标的测定。

1.2 测定指标及方法

(1) 相对含水量 (RWC) 和水分饱和亏 (WSD): 水饱和法。

(2) 叶片失水率 (LWR): 自然干燥法。

(3) 叶片水势: 小液流法。

(4) 植物组织自由水和束缚水含量的测定: 马林契克法。

(5) 电导率 (EC) 测定: 电导法^[7]。

(6) 叶绿素 (Chl.) 含量: 80 % 丙酮浸提比色, Arnon 法^[8]。

(7) 游离脯氨酸 (Pro): 磺基水杨酸提取, 茚三酮显色法^[9]测定。

(8) 可溶性糖的测定: 硫酸 - 蒽酮显色法。

1.3 抗旱级别的划分

根据各指标隶属函数平均值 (Z_{ij}) 划分, $1 - Z_{ij} > 0.6$,

* 收稿日期: 2005-12-22

基金项目: 甘肃省兰州市南北两山植物资源调查研究 [LNL G2005 (01)]

作者简介: 李禄军 (1982 -), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物抗旱研究; 通讯作者: 蒋志荣, 博士, 教授, 主要从事林业可持续经营和荒漠化防治方面的研究。

高度抗旱:0.6 Z_{ij} . 0.4,中度抗旱:0.4 Z_{ij} . 0.2,弱抗:
 Z_{ij} . 0.2,不抗旱。

2 结果与分析

根据各项指标的测定计算结果,求得 3 树种各观测指标的
平均值,结果如表 1。

表 1 3 树种的抗旱指标										%
树 种	相对含 水量 ^A	水分饱 和亏 ^B	失水率 ^B	叶水 势 ^A	自由水/ 束缚水 ^B	电导率 BEC	脯氨酸 ^A	可溶 糖 ^A	叶绿 素 ^A	
侧柏	53.26	46.74	2.25	48.21	3.38	48.9	0.01	1.01	0.1542	
红柳	62.68	37.32	3.28	18.8	3.32	38.4	0.13	0.47	0.1498	
合头草	64.07	35.95	3.88	38.59	5.37	53	0.04	0.35	0.1038	

注:表中 A 表示抗旱指标与抗旱性成正相关,B 表示指标与抗旱性成负相关。

2.1 抗旱力综合评价——模糊数学的隶属函数法

采用模糊数学隶属函数值法^[10,11]对 3 种树种抗旱性进
行综合评价。隶属函数值的计算方法如下:

- A 如果指标与抗旱性成正相关: $Z_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$
- B 如果指标与抗旱性成负相关:
- $$Z_{ij}(\text{反}) = 1 - \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$
- C
$$Z_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Z_{ij}$$

式中: Z_{ij} —— i 树种 j 指标的抗旱隶属函数值; X_{ij} —— i 树种 j
指标的测定值; X_{\max} 和 X_{\min} ——各树种中指标的最大和最小
的测定值; Z_{ij} ——树种的抗旱隶属函数均值, n ——指标数。

将每个树种各指标的抗旱隶属函数值累加起来,求其平
均数,隶属函数均值越大,抗旱性就越强。则抗旱性强弱顺
序依次为:红柳>侧柏>合头草,结果见表 2。

表 2 3 树种的隶属函数值			
项目	侧柏	红柳	合头草
Z(1)	0	0.8714	1
Z(2)	0	0.873	1
Z(3)	1	0.3681	0
Z(4)	1	0	0.6729
Z(5)	0.9707	1	0
Z(6)	0.2808	1	0
Z(7)	0	1	0.75
Z(8)	1	0.8182	0
Z(9)	1	0.0873	0
平均(Z_{ij})	0.5835	0.6687	0.3803
抗旱性评价	中抗	高抗	弱抗
抗旱顺序 Order	2	1	3

注:表中 Z(1)、Z(2)Z(9) 分别代表各树种相对含水量、水分
饱和和亏、叶片失水率、叶水势变幅、自由水和束缚水比值、电导率、游
离脯氨酸、可溶性糖、叶绿素的隶属函数值。

2.2 抗旱指标的选取——灰色关联分析

按灰色系统理论要求,将 3 个树种的抗旱隶属函数均值
及 9 个指标视为一个整体,即灰色系统。原始数据经标准化
处理后,根据关联分析四公理^[12],计算各指标与抗旱隶属函
数均值的关联系数,然后分别求出各指标与抗旱隶属函数均
值的关联度,并按关联度大小排列出关联序。

参考文献:

[1] 李吉跃.植物耐旱性及其机理[J].北京林业大学学报,1991,13(3):92-97.
[2] Larcher W. Physiological Plant Ecology[M]. New York:Spinger-verlag,1980.303-304.

2.2.1 灰色系统的建立

将各种树种抗旱指标的平均隶属函数值作为参考数据列
 X_0 ,

$X_0 = (0.5835, 0.6687, 0.3803)$ 叶片相对含水量等 9 项
抗旱指标为比较数列(子序列),记为 $X_i (i = 1, 2, \dots, 9)$,
 $X_1 = (53.26, 62.68, 64.07)$

$X_2 = (46.74, 37.32, 35.95)$

.....

$X_9 = (0.1542, 0.1498, 0.1038)$

2.2.2 数据标准化处理

由于各指标的量纲不一致,需对原始数据作"初值化"处
理,使之无量纲化,按下列公式^[13]进行标准化处理:

$$X_i(k) = \frac{X_i(k) - \bar{X}_i}{s_i}$$

(1)

式中: $X_i(k)$ ——原始数据, \bar{X}_i ——原始数据无量纲处理
后的结果, \bar{X}_i 和 s_i ——同一指标平均值和标准差。

2.2.3 计算关联系数及关联度

应用标准化处理结果可求得参考数列(平均隶属函数
值) X_0 与比较数列(各指标) X_i 各对应值的关联系数,计算
公式^[13]如下:

$$r_{i(k)} = \frac{\min_k |X_0(k) - X_i(k)| + p \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{\max_k |X_0(k) - X_i(k)| + \min_k |X_0(k) - X_i(k)|}$$

(2)

式中: i ——某个指标, $r_{i(k)}$ ——比较数列 X_i 对参考数列 X_0
在第 k 点的关联系数, p ——分辨系数, $p \in (0, 1]$, 本文采取
折中的办法,取 $p = 0.5$ ^[14,15]。

使用各比较数列 X_i 对参考数列 X_0 的关联系数求出各
指标对树种抗旱性的关联度,计算公式^[9]为:

$$r_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{i(k)}$$

(3)

式中: r_{0i} ——比较数列 X_i 与参考数列 X_0 的关联度, $i = 1, 2$
.....9。

利用以上计算公式,求得各指标的关联度,结果见表 3。

关联度大小可表明某一项指标对干旱的敏感程度。根
据表 3 结果,各项抗旱指标的优劣排序为:叶绿素含量(X_9)
> 叶水势(X_4) > 相对含水量(X_1) > 电导率(X_6) > 叶片失水
率(X_3) > 脯氨酸含量(X_7) > 可溶性糖含量(X_8) > 水分饱和
和亏(X_2) > 自由水/束缚水比值(X_5)。

表 3 9 项抗旱指标的关联值									
树 种	相对含 水量 ^A	水分饱 和亏 ^B	失水率 ^B	叶水 势 ^A	自由水/ 束缚水 ^B	电导率	脯氨酸 ^A	可溶 糖 ^A	叶绿 素 ^A
关联度	0.6793	0.5429	0.5841	0.7005	0.4990	0.6287	0.5812	0.5450	0.7674
关联序	3	8	5	2	9	4	6	7	1

3 结 论

(1) 模糊综合评价结果表明,3 树种抗旱性大小顺序依
次为:红柳>侧柏>合头草。

(2) 灰色关联分析结果表明,在抗旱性隶属函数值与各
抗旱指标的关联度中,叶绿素含量、叶水势、相对含水量和电
导率与隶属函数值关联度最大,说明这几个指标对树种抗旱
性的影响程度最大,可作为 3 树种重要的抗旱鉴定指标。

牲环境为代价,城市规划应该加强对土地资源破坏的生态环境琐事方面的评价。目前不少研究成果已经在城市化进程中的生态经济损失进行定性或者定量研究,取得了较好的效果^[20,21],对重庆市万州区(1996~2001)城市化进程中的土地资源破坏的总生态经济损失为34 469.96万元人民币。目前看,随着城市建设用地规模的不断增加,土地资源破坏作用所造成的经济损失是有扩大的趋势,研究行之有效的生态经济损失评价的原则和技术,量化评价的模式具有重要意义。

5.3 加强城市生态环境容量的研究,发挥城市规划的作用

城市的承载力包括着城市生态环境容量,水资源容量,市政基础设施容量,城市公共设施所形成的城市发展支持与容纳能力,通过富有弹性,合理的城市规划来适应城市发展的需要^[22],虽然日本等国家在许多沿海开发区中,只对道路、市政基础设施、公共设施和绿地进行严格控制,而对土

地开发的性质和强度不做明确的规定,建议开发区、工业园区的规划重点应该方在城市的承载能力研究上,但是应该指出,我们国家实行的是土地公有制,与许多土地私有制国家不同,因此,对于加强城市生态环境容量的评价与研究必须在城市总体规划中予以体现。从该角度合理的分析与调控城市建设用地规模与产出水平。

5.4 加强城市生态系统自身演进规律的研究

城市生态系统演化一方面具有与地球生物圈相通的固有节律和平衡,同时又具有在强烈的人为因素改造控制双重作用,在城市建设过程中,自然原动力是城市生态平衡的内因,人类作用是城市生态系统平衡的外因^[22,23]。以前过分强调了人类活动在城市开发建设中的作用,以人类生活空间的需求作为土地资源开发、利用以及城市规划的依据,忽视了城市自然生态系统的自身净化能力,应该强调人-自然一体化的生态原则。

参考文献:

- [1] 程效东,李瑞华. 城市化进程中的可持续土地利用研究[J]. 江西农业大学学报,2004,3(1):34-67.
- [2] 谈明洪,李秀彬,吕昌河. 我国城市用地扩张的驱动力分析[J]. 经济地理,2003,23(5):635-639.
- [3] 何丹,许婧婧,刁成泰. 我国特大城市用地扩张的驱动力分析[J]. 国土与自然资源研究,2005,(3):46-58.
- [4] 张文忠. 我国城市化进程中应注意土地资源减少的几个问题[J]. 中国人口、资源与环境,1999,(1):33-37.
- [5] Paclone M. The internal structure of cities in the third world[J]. Geography,2001,(3):189-209.
- [6] 徐琳瑜,杨志峰,李巍. 城市生态系统承载力研究进展[J]. 城市环境与城市生态,2003,16(6):60-62.
- [7] 王群. 城市化进程中土地资源持续利用问题[J]. 中国土地科学,2003,17(2):47-51.
- [8] 陈有川. 大城市规模集聚扩张的原因分析与对策研究[J]. 城市规划,2003,27(4):33-36.
- [9] 周牧之. 托起中国的大城市群[M]. 北京:世界知识出版社,2003. 62-68.
- [10] 刘江涛,杨开忠,冯长春. 城市边缘区土地利用规制[M]. 北京:新华出版社,2005. 95-104.
- [11] 刘卫东. 中国城市土地开发及其供给问题研究[J]. 城市规划,2002,26(11):37-40.
- [12] 刘晓鹰. 土地利用总体规划中土地资源配置方案的优选[J]. 国土经济,2002,(11):14-15.
- [13] 张文奇. 城市用地结构和人口规模研究[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [14] 郑宇,冯德显. 城市化进程中水土资源可持续利用分析[J]. 地理科学进展,2002,21(3):223-229.
- [15] 刘彦随. 山地土地类型的结构分析与优化利用[J]. 地理学报,2001,56(4):426-436.
- [16] 付晓东. 中国城市化与可持续发展[M]. 北京:新华出版社,2005. 145-159.
- [17] 魏立强. 城市化带来的环境问题[J]. 长春大学学报,2003,13(6):30-32.
- [18] 刘燕华,周宏春. 中国资源环境形势与可持续发展[M]. 北京:经济科学出版社,2001. 223-235.
- [19] 邹德慈,李兵弟,周建军,等. 城市土地扩展问题大家谈[J]. 城市规划,2004,28(7):43-48.
- [20] 冯长春,巴特尔. 城市土地资源经济的理论与应用分析[J]. 水土保持研究,2004,11(1):163-167.
- [21] 李静会,杨幸,梁志荣,等. 城镇化进程中土地资源生态破坏经济损失[J]. 重庆大学学报,2004,27(7):114-117.
- [22] 毕凌岚,黄光宇. 对现行城市土地利用规划的生态反思[J]. 城市规划汇刊,2003,(5):52-58.
- [23] 张磊,冯彬. 城市化地区的生态功能整合[J]. 城市环境与城市生态,2003,16(5):72-74.

(上接第254页)

- [3] 邹琪. 植物生理实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000. 159-164,173-174.
- [4] 李云荫. 综合评价冬小麦的抗旱性[J]. 植物生理学通讯,1990,(20):17-20.
- [5] 谈锋. 甘薯品种抗旱适应性的数量分析[J]. 作物学报,1991,17(5):394-398.
- [6] 刘学义. 大豆抗旱性评定方法探讨[J]. 中国油料,1986,(4):23-26.
- [7] 李锦树等. 干旱对玉米叶片细胞透性及膜脂的影响[J]. 植物生理学报,1983,(9):223-278.
- [8] 华东师范大学生物系植物生理教研组. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,1984. 88-90,143-144.
- [9] 朱光廉,邓兴旺,左卫能. 植物体内游离脯氨酸的测定[J]. 植物生理学通讯,1981,(5):42-45.
- [10] 薛慧勤,孙兰珍,甘信民. 花生品种抗旱性综合评价及其抗旱机理的数量分析[J]. 干旱地区农业研究,1999,17(1):83-87.
- [11] 王彩华,宋连天. 模糊论方法学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1988. 138-203.
- [12] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1986. 103-108.
- [13] 武兰芳. 玉米主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 玉米科学,1997,(1):72-75.
- [14] 白振兰. 灰色关联分析研究综述[J]. 灰色系统理论与实践,1993,3(2):119-122.
- [15] 曾宪报. 最佳关联度的计算方法及其应用[J]. 世界地质,1995,14(2):97-100.