

不同沙棘品种的抗旱性比较

胡杜娟¹, 胡建忠², 魏学智¹

(1. 山西师范大学 生命科学院, 山西 临汾 041000; 2. 水利部水土保持植物开发管理中心, 北京 100038)

摘要:为明确不同沙棘品种抗旱性,选取 15 个沙棘品种为试材,测定其叶片自然饱和亏、临界饱和亏、自由水含量、束缚水含量、自来比等生理指标,运用投影寻踪法,对 15 个品种沙棘的抗旱性进行了综合评价。结果表明:各品种抗旱性强弱顺序为“太阳”<“阜欧”<“杂优 59 号”<“杂优 12 号”<“杂优 2 号”<“杂优 54 号”<“中俄杂优”<“阜杂 1 号”<“杂优 1 号”<“杂优 5 号”<“杂优 10 号”<“杂优 31 号”<“杂优 28 号”<“蜜汉山”<“红霞”。

关键词:沙棘;抗旱性;综合评价

中图分类号:S 793.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0027-04

干旱是农业生产中经常存在的全球性严重问题,其具有发生频率高、分布地域广、延续时间长和威胁危害大等特点。水尽管是世界上最为丰富的物质资源,但是全球范围内的缺水仍然是陆地植物生产的主要限制因素。据统计,干旱、半干旱地区占地球土地面积的 36%,占耕地面积的 43.9%,我国干旱、半干旱地区约占国土面积的 50%^[1]。由于自然条件和社会经济发展的巨大需求等原因,干旱将是影响我国农业可持续发展的首要制约因素^[2-4]。资料表明,在所有的环境逆境中,干旱胁迫是仅次于病虫害的第二位限制因子,其造成的损失超过其它逆境所造成损失的总和^[4-6]。许多环境胁迫,例如干旱、高温、低温、盐渍、冷害、冻害等也都会破坏植物的水分代谢,使细胞脱水造成水分亏缺^[7]。因此,水分亏缺是一种普遍的影响作物生产力的环境胁迫^[8]。

沙棘(*Hippophae rhamnoides*)属胡颓子科沙棘属灌木或小乔木,主要分布在中国东北、西北、华北地区,适合生长于平均气温 3~10℃、年平均降水量 400~650 mm 的地区^[9]。沙棘为我国干旱半干旱地

区主要生态经济树种。沙棘御旱、耐旱性好^[10],在贫瘠的土壤中生长良好,同时可有效降低水土流失、改善土壤理化性质^[11-12],从而成为黄土高原植被恢复中的重要树种。叶片是植物与外界环境进行物质与能量交换的主要器官,它的水分性状可以揭示其对环境的适应性^[13],比如束缚水是叶片强烈蒸腾失水以后内部留存的水分,它的高低指示植物贮存水分能力的大小,含量越高,束缚水与自由水的比值越大,植物抗旱性越强^[14],水分亏缺是指示植物水分亏缺程度的指标,自然饱和亏越大水分亏缺愈严重,临界饱和亏越大表明抗脱水能力越强^[15]。该试验拟从叶片自由水含量、束缚水含量、饱和亏 3 个方面综合比较分析 15 个沙棘品种的抗旱性强弱。

1 材料与方法

1.1 采样地概况

采样地位于半干旱区的内蒙古鄂尔多斯市东胜区罕台镇九成宫沙棘科研示范基地(简称九成宫基地),地处北纬 39°47',东经 109°48',年均气温 8.04℃,年均降水量 274.02 mm,年均蒸发量 237.84 mm,沙棘园土壤上层多为风积沙土,下层有冲积沙壤土。

1.2 试验材料

供试沙棘材料于 2015 年 7 月采自沙棘中心沙棘人工林,采集的 15 个沙棘品种包括,中国沙棘 2 个品种:“红霞”“蜜汉山”;中俄杂交沙棘品种 7 个:“杂优 2 号”“杂优 5 号”“杂优 28 号”“杂优 31 号”“杂优 54 号”“阜杂 1 号”“中俄杂优”;中蒙杂交沙棘品种 4 个:“杂优 1 号”“杂优 10 号”“杂优 12 号”“杂优 59

第一作者简介:胡杜娟(1990-),女,山西长治人,硕士研究生,研究方向为沙棘抗旱生理。E-mail:1259673696@qq.com.

责任作者:魏学智(1956-),男,山西临汾人,本科,教授,硕士生导师,现主要从事植物学等研究工作。E-mail:wxz3288@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30972396);山西省自然科学基金资助项目(2009011041-1)。

收稿日期:2016-12-07

号”;俄罗斯沙棘品种 2 个:“太阳”“阜欧”。植株生长环境土壤类型为沙壤土。不同沙棘品种的生长条件均一致。

表 1 不同品种沙棘的生长状况

Table 1 Growth condition of different varieties of *Hippophae rhamnoides*

品种 Variety	株龄 Wood age/年	株高 Plant height/cm	冠幅 Crown diameter/cm
“杂优 1 号”	7	209	190
“杂优 10 号”	7	186	159
“杂优 12 号”	7	180	160
“杂优 59 号”	6	175	162
“杂优 2 号”	7	187	160
“杂优 5 号”	7	180	131
“杂优 28 号”	7	198	189
“杂优 31 号”	7	175	177
“杂优 54 号”	7	210	182
“阜杂 1 号”	6	202	171
“中俄杂优”	6	202	146
“阜欧”	6	172	141
“太阳”	7	153	124
“红霞”	7	234	234
“蜜汉山”	8	218	211

1.3 试验方法

分别选取 15 个品种的 7 年生沙棘植株于树冠上层东、西、南、北 4 个方位采集健康成熟叶片约 100 片装入保鲜袋中备用^[16]。叶片自然饱和亏、临界饱和亏、自由水与束缚水含量的测定采用烘干称重法^[17]。

1.4 数据分析

数据预处理和计算利用 Excel 2003 软件完成,利用投影寻踪模型^[18]对 15 个品种沙棘的抗旱性进行综合评价。该方法可以根据样本数据特性寻求最佳投影方向,利用最佳投影方向判断各评价指标对综合评价的贡献大小和方向,并根据最佳投影方向与评价指标的线性投影得到投影指标值^[19],该数值越大反映其抗旱性越强。

2 结果与分析

2.1 不同品种沙棘自由水与束缚水含量以及自束比的比较

植物体内自由水和束缚水含量的高低与植物的生长和抗旱性有密切的关联。自束比比值小,说明植物的器官以及组织的生长和代谢活动缓慢,但是其抗旱性较强^[20]。如表 2 所示,从整体上分析比较 15 个沙棘品种,“蜜汉山”“杂优 2 号”“阜欧”的自束比比值相对较小,说明其抗旱能力和其它品种相比

表 2 不同沙棘品种自由水、束缚水含量及自束比

Table 2 Free water content, bound water and ratio of free water to bound in *Hippophae rhamnoides* of different species

品种 Variety	自由水含量 Free water content/g	束缚水含量 Bound water content/g	自束比 Ratio of free water to bound water
“蜜汉山”	1.23	1.96	0.63
“杂优 2 号”	0.68	1.08	0.63
“阜欧”	1.36	2.13	0.64
“杂优 31 号”	1.31	1.84	0.71
“杂优 1 号”	1.28	1.62	0.79
“太阳”	1.09	1.19	0.92
“阜杂 1 号”	1.57	1.71	0.92
“杂优 12 号”	1.51	1.63	0.93
“杂优 59 号”	1.40	1.51	0.93
“中俄杂优”	1.40	1.37	1.02
“杂优 5 号”	1.49	1.39	1.07
“杂优 54 号”	1.51	1.33	1.14
“杂优 28 号”	1.30	1.12	1.16
“杂优 10 号”	1.29	1.06	1.22
“红霞”	1.53	1.24	1.23

2.2 不同品种沙棘临界饱和亏、自然饱和亏的比较

植物组织的含水量按照其生理意义分为自然含水量和临界含水量。水分饱和亏是指植物组织的实际含水量距离其饱和含水量的差值,以相对于饱和含水量的百分数表示,可以作为比较植物保水能力及推算需水程度的指标。自然饱和亏反映植物体内水分的亏缺程度,值越大表示水分亏缺越严重。临界饱和亏反映植物组织饱和含水量与临界含水量差值的大小,差值越大,表示植物抗脱水能力越强^[21-22]。

如表 3 所示,15 个品种自然饱和亏由小到大的顺序为“红霞”<“杂优 28 号”<“杂优 2 号”<“杂优 31 号”<“杂优 10 号”<“蜜汉山”<“杂优 54 号”<“中俄杂优”<“杂优 1 号”<“阜杂 1 号”<“杂优 12 号”<“杂优 5 号”<“太阳”<“杂优 59 号”<“阜欧”。说明 15 个品种中“红霞”“杂优 1 号”的水分亏缺相对较轻,其抗旱性也较强;“杂优 59 号”“阜欧”的水分亏缺最严重。15 个品种临界饱和亏由大到小的顺序为“蜜汉山”>“红霞”>“杂优 5 号”>“杂优 10 号”>“杂优 31 号”>“杂优 28 号”>“阜杂 1 号”>“杂优 1 号”>“阜欧”>“杂优 59 号”>“中俄杂优”>“杂优 12 号”>“杂优 54 号”>“太阳”>“杂优 2 号”。说明 15 个品种的沙棘叶片抗脱水能力较强的是“蜜汉山”“红霞”;“太阳”“杂优 2 号”的抗脱水能力最差。

表 3 不同沙棘品种水分饱和和亏

Table 3 Water saturation deficit in <i>Hippophae rhamnoides</i> of different species %		
品种 Variety	自然饱和亏 Natural saturation deficit	临界饱和亏 Critical saturation deficit
“红霞”	28.2	93.1
“杂优 28 号”	31.2	90.7
“杂优 2 号”	32.3	85.0
“杂优 31 号”	32.8	91.3
“杂优 10 号”	33.6	92.1
“蜜汉山”	33.9	95.8
“杂优 54 号”	34.1	87.8
“中俄杂优”	34.2	88.6
“杂优 1 号”	34.6	90.0
“阜杂 1 号”	35.4	90.1
“杂优 12 号”	35.6	88.3
“杂优 5 号”	36.1	92.2
“太阳”	36.3	86.4
“杂优 59 号”	37.6	89.0
“阜欧”	39.1	89.3

2.3 基于叶片水分含量 15 个沙棘品种的综合评价

利用投影寻踪方法^[18]以 15 个品种沙棘叶片水分含量的 3 个评价指标作为基本数据得到最佳投影 $\alpha = (0.713\ 7, 0.700\ 4, 0.001\ 7)$ 。各分量所代表的指标依次为自然饱和亏、临界饱和亏、自束比。从最佳投影方向看出指标为同一方向,再根据其分量数值的大小可知,自然饱和亏对抗旱性的响应最大;临界饱和亏次之;自束比对抗旱性的响应最小。

表 4 不同品种沙棘抗旱性评价指标值和投影值

Table 4 Evaluation index in <i>Hippophae rhamnoides</i> of different species and projection index				
品种 Variety	自然饱和亏 Natural saturation deficit	临界饱和亏 Critical saturation deficit	自束比 Ratio of free water to bound water	投影值 Projection index
“太阳”	0.309 0	0.864 5	0.945 5	0.827 6
“阜欧”	0.281 6	0.893 5	1.223 0	0.828 9
“杂优 59”	0.296 1	0.890 2	0.934 2	0.836 4
“杂优 12”	0.315 8	0.883 1	0.935 0	0.845 6
“杂优 2”	0.348 8	0.850 3	1.231 8	0.846 6
“杂优 54”	0.331 1	0.877 9	0.726 1	0.852 4
“中俄杂优”	0.330 6	0.886 1	0.839 5	0.858 0
“阜杂 1 号”	0.318 4	0.901 4	0.943 3	0.860 2
“杂优 1 号”	0.326 6	0.900 4	1.071 3	0.865 6
“杂优 5 号”	0.311 5	0.922 1	0.789 5	0.869 6
“杂优 10 号”	0.336 2	0.920 5	0.644 4	0.885 8
“杂优 31 号”	0.344 4	0.912 6	1.149 5	0.887 0
“杂优 28 号”	0.359 9	0.907 2	0.700 7	0.893 5
“蜜汉山”	0.333 4	0.958 3	1.233 9	0.911 2
“红霞”	0.390 5	0.930 6	0.627 6	0.931 6

由表 4、图 1 可知,15 个沙棘品种的抗旱性评价投影值范围为 0.827 6~0.931 6。投影值大小代表综合性评价抗旱性的强弱,投影值大其抗旱性较强,反之则较弱。所以,15 个沙棘品种抗旱性强弱顺序为:“太阳”<“阜欧”<“杂优 59 号”<“杂优 12 号”<“杂优 2 号”<“杂优 54 号”<“中俄杂优”<“阜杂 1 号”<“杂优 1 号”<“杂优 5 号”<“杂优 10 号”<“杂优 31 号”<“杂优 28 号”<“蜜汉山”<“红霞”。以上结果可以看出,总体上抗旱性较强的是中国沙棘品种,中俄杂交、中蒙杂交品种抗旱性一般,抗旱性较弱的是俄罗斯沙棘品种。

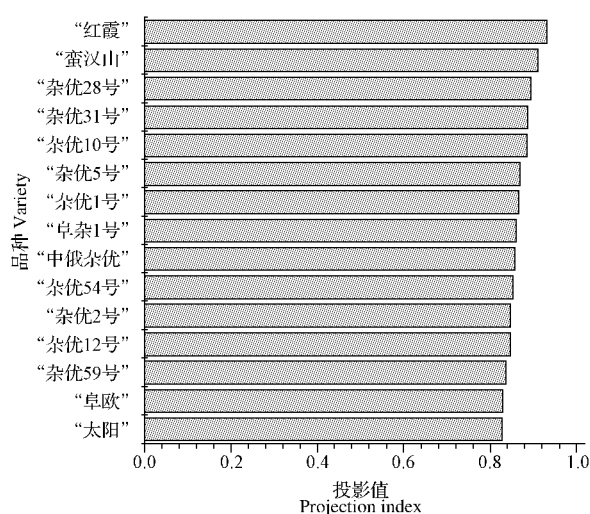


图 1 不同沙棘品种抗旱性评价投影值

Fig. 1 Drought resistance projection index in *Hippophae rhamnoides* of different species

3 讨论

沙棘作为我国干旱半干旱区主要的生态经济树种,在水分较差的地区,应首先考虑其对不良环境因子的适应性,选择抗旱性较强的沙棘品种移栽。之前的研究表明,可将叶片水分含量各指标作为衡量植物抗旱性的评价指标;包括临界饱和亏、自然饱和亏、自束比等^[20]。

田魏龙等^[23]研究表明,沙棘可通过自身的水分调节增大临界饱和亏,维持较高的叶片相对含水量,以适应不利环境增强抗旱能力。不同品种间比较,中国沙棘的抗旱性较强。李亮等^[24]对不同品种沙棘的抗旱性研究表明,“太阳”的抗旱性较弱。这与该研究中 15 个品种沙棘抗旱性排序一致。“蜜汉山”“红霞”这 2 个中国沙棘品种抗旱性较强,“阜欧”“太阳”抗旱性较弱。

抗旱性是一个受多因素影响的复杂数量性状,

单一指标难以全面准确地反映抗旱性强弱^[25]。因此,该试验采用投影寻踪法对多个指标进行综合评价。通过对 15 个沙棘品种叶片的自然饱和亏、临界饱和亏、自束比 3 项指标进行综合评价得出,“太阳”“阜欧”“杂优 59 号”“杂优 12 号”“杂优 2 号”“杂优 54 号”“中俄杂优”“阜杂 1 号”“杂优 1 号”“杂优 5 号”“杂优 10 号”“杂优 31 号”“杂优 28 号”“蜜汉山”“红霞”的抗旱性依次增强。这可能与不同种源沙棘品种之间的杂交有关,与抗旱性较强的中国沙棘品种杂交之后,其后代抗旱性也随之增强。

(致谢:水利部沙棘中心的温秀凤和金争平 2 位老师在该研究试验材料的采集以及测定中给予很大帮助,在此特别感谢!)

参考文献

- [1] 陈海玲,刘芳,罗红梅,等. 乌兰布和沙区不同沙棘品种叶片及果实特性研究[J]. 林业资源管理,2014(3):122-125.
- [2] 何彩云,李梦颖,罗红梅,等. 不同沙棘品种抗旱性的比较[J]. 林业科学研究,2015,28(5):634-639.
- [3] 刘朝霞,余焰文,陈艳秋,等. 水分胁迫对苗期番茄叶片保护酶活性和植株形态的影响[J]. 北方园艺,2015(23):1-5.
- [4] 杨英,占东霞,张国娟. 水分亏缺对棉花叶片与非叶绿色器官光合特性及产量的影响[J]. 新疆农业科学,2015,52(11):1989-1996.
- [5] BARRIEU F,CHAUMONT F,CHRISPEELS M J. High expression of the tonoplast epidermal and conducting tissues of maize[J]. Plant Physiology,1998,117:1153-1163.
- [6] YU S W. Plant physiology and molecular biology[M]. Beijing: Science Press,1992.
- [7] 王伟. 植物对水分亏缺的某些生化反应[J]. 植物生理学通讯,1998,34(5):388-393.
- [8] 蔡倩,孙占祥,郑家明,等. 水分胁迫对幼龄仁用杏叶片光合特性的影响[J]. 北方园艺,2016(9):28-32.
- [9] 赵延霞,骆有庆,宗世祥,等. 不同沙棘品种雌雄株叶片解剖结构及抗旱性比较[J]. 北京林业大学学报,2012,34(6):34-41.
- [10] YANG G,DING G D,ZHAO T N,et al. Study on benefits of soil and water conservation about returning cropland to forest in loess hilly region of north Shaanxi-take Wu qi country in Shanxi province as an example[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,2006,26(2):88-90,99.
- [11] XU B C,SHAN L. A comparative study on water use characteristic and deco-adaptability of *Hippophae rhamnoides* and *Caragana korshinskii* in semiarid loess hilly-gully region[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2004,15(11):2025-2028.
- [12] LU J L,CHEN Y M,ZHANG Y L,et al. Effect of sea buckthorn growth on soil moisture and soil nutrient in loess hilly region[J]. Research of Soil and Water Conservation,2008,15(3):137-140.
- [13] 刘海涛,贾志清,朱雅娟,等. 高寒沙地不同林龄乌柳的水分生理特性及叶性状[J]. 应用生态学报,2012,23(9):2370-2376.
- [14] 胡亦民,孟建朝. 太行山区常见绿化树种叶片水分组成与耐寒性的相关性分析[J]. 河北农业科学,2011,15(11):35-37,83.
- [15] 秀敏. 荒漠植物蒙古扁桃水分生理特征[J]. 植物生态学报,2007,31(3):484-489.
- [16] 杜雪莲,王世杰,容丽. 喀斯特石漠化区不同小生境常见灌木种叶片特征[J]. 应用生态学报,2011,22(12):3094-3100.
- [17] 李合生. 植物生理生化试验原理与技术[M]. 北京:高等教育出版社,2003:9-16.
- [18] 洪滔,郭妍,吴承祯,等. 杉木种源选择的投影寻踪法应用[J]. 林业科学,2008,44(3):56-61.
- [19] 黄训兵,吴惠惠,秦兴虎,等. 基于投影寻踪模型的草原蝗虫栖息境评价及风险评估[J]. 草业学报,2015,24(5):25-33.
- [20] 徐军,陈海玲,刘芳,等. 乌兰布和沙区不同品种沙棘的抗旱性综合评价[J]. 水土保持通报,2015,35(5):88-94.
- [21] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006:15-17.
- [22] 山东农学院,西北农学院. 植物生理学实验指导[M]. 济南:山东科学技术出版社,1980:115-120.
- [23] 田魏龙,将志龙. 不同沙棘品种对干旱胁迫生理生化相应[J]. 中国沙漠,2011,31(5):1215-1220.
- [24] 李亮,夏新莉,尹伟伦,等. 用隶属函数法对 10 个沙棘品种抗旱性的综合评价[J]. 山东林业科技,2007(1):59-60.
- [25] 孙艳茹,石屹,陈国军,等. PEG 模拟干旱胁迫下 8 种绿肥作物萌发特性与抗旱性评价[J]. 草业学报,2015,24(3):89-98.

Comparison of Drought Resistance of Different Varieties of *Hippophae rhamnoides*

HU Dujuan¹, HU Jianzhong², WEI Xuezhil¹

(1. College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000; 2. Soil and Water Conservation Center the Ministry of Water Resources, Beijing 100038)

Abstract: Leaf indexes of 15 *Hippophae rhamnoides* varieties were analyzed for the purpose of investigating drought resistance, including bound water content, free water content, natural saturation deficit, critical saturation deficit etc. The drought resistance of these varieties was comprehensively evaluated by projection pursuit regression analysis. The order of drought resistance for *Hippophae rhamnoides* was ‘Taiyang’ < ‘Fuou’ < ‘Zayou No. 59’ < ‘Zayou No. 12’ < ‘Zayou No. 2’ < ‘Zayou No. 54’ < ‘Zhongzeyou’ < ‘Fuza No. 1’ < ‘Zayou No. 1’ < ‘Zayou No. 15’ < ‘Zayou No. 10’ < ‘Zayou No. 31’ < ‘Zayou No. 38’ < ‘Manhanshan’ < ‘Hongxia’.

Keywords: *Hippophae rhamnoides*; drought resistance; comprehensive evaluation