

莫熙礼,赵同贵,武华文,等.喀斯特石漠化地区 4 种牧草抗旱性评价[J].江苏农业科学,2016,44(7):290-292.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.084

喀斯特石漠化地区 4 种牧草抗旱性评价

莫熙礼, 赵同贵, 武华文, 吴彤林, 李本华, 江厚成, 王永树

(黔西南民族职业技术学院, 贵州兴义 562400)

摘要:采用盆栽自然干旱的方法探讨狼尾草、皇竹草、黑麦草和早熟禾 4 种牧草的抗旱性生理生化响应机理,并采用隶属函数分析法对 4 种牧草的抗旱性进行综合评价。结果表明:随着干旱胁迫时间的延长,4 种牧草的叶片相对含水量、离体叶片保水力、叶片叶绿素的含量均有不同程度的降低;叶片的可溶性糖含量和丙二醛含量不同程度升高;叶片的过氧化物酶和超氧化物歧化酶表现活性出先升高后下降的趋势。根据隶属函数分析法综合评价了 7 个生理指标,得出 4 种牧草的抗旱性强弱排序为狼尾草 > 皇竹草 > 早熟禾 > 黑麦草。

关键词:牧草;抗旱性;综合评价;喀斯特石漠化地区

中图分类号: S540.1;X171.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0290-03

黔西南州晴隆县是贵州省石漠化比较严重的地区。经过多年的探索,该县创造了适宜当地恶劣自然条件的发展模式,即“晴隆模式”,也就是通过牧草种植来缓解并改善石漠化环境。石漠化地区土壤瘠薄、保水能力弱,干旱频繁发生,喀斯特植物经常受到严重的干旱胁迫。因此,研究石漠化地区牧草对干旱环境的适应性,筛选出抗旱性强并且适于应石漠化地区种植的牧草,对喀斯特地区生态环境的恢复重建、治理石漠化具有重要的意义。目前,石漠化地区植被抗旱性研究较多,主要集中在树种^[1-3]和苔藓^[4]抗旱性研究,而在牧草应用于石漠化地区抗旱性方面的研究未见报道。因此,本试验选取狼尾草、皇竹草、黑麦草和早熟禾作为研究草种,分析 4 种牧草在不同干旱条件下的生理指标的动态变化,利用隶属函数分析法综合评价各供试牧草的抗旱性强弱,为石漠化地区植被的恢复重建提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

研究选用的牧草为晴隆县长期种植品种——狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾,草苗由晴隆县学辉种养殖农民专业合作社提供。

1.2 试验设计

2014 年 5 月 1 日,用规格一致的花盆装入土壤(土壤取自贵州省晴隆县喀斯特石漠化山区),每盆土壤质量相同,每个花盆移入草苗 1 棵,充分浇水,放置于黔西南民族职业技术学院大棚内培养。7 月开始对 4 种牧草进行干旱处理,处理前(6 月 30 日),各盆试验材料要充分浇水。干旱处理为自然干旱,设停水 6、12、18、24 d 等 4 个阶段 T₁、T₂、T₃、T₄ 处理,对照(CK)处理每隔 3 d 浇水 1 次,试验于 7 月 30 日结束,进行

各指标的测定。

1.3 测定方法

1.3.1 叶片相对含水量的测定 叶片相对含水量的测定参照宫慧芳的方法^[5]。

1.3.2 叶片保水力的测定 叶片保水力的测定参照吕静的方法^[6]。

1.3.3 叶片叶绿素含量的测定 叶绿素含量的测定参考任媛媛的方法^[7]。

1.3.4 叶片可溶性糖含量的测定 可溶性糖含量的测定参照吕静的方法^[6]。

1.3.5 叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定 超氧化物歧化酶活性的测定参照莫熙礼的方法^[8]。

1.3.6 叶片过氧化物酶(POD)活性的测定 过氧化物酶活性的测定参照莫熙礼的方法^[8]。

1.3.7 叶片丙二醛(MDA)含量的测定 丙二醛含量的测定参照吴秋菊的方法^[1]。

1.4 抗旱性评价

按照隶属函数的统计方法,对各处理指标进行隶属函数换算,统计其累加值,求其平均数,用平均数来综合评价 4 种牧草的抗旱性。计算公式:

$$R(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})。$$

式中: X_i 为指标测定值; X_{\max} 、 X_{\min} 分别为所有处理方法某一指标的最大值、最小值。

如果某一指标与耐旱性呈负相关,利用反隶属函数进行转换,计算公式:

$$R(X_i) = 1 - (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})。$$

以上试验数据用 SPSS 软件进行方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对牧草叶片相对含水量的影响

由表 1 可以看出,正常浇水情况下,各草种的叶片相对含水量差异不大。干旱处理后,各草种叶片相对含水量均有不同程度的下降。干旱处理 12 d,黑麦草、早熟禾的叶片相对含水量下降幅度达到最大值,分别比处理 6 d 下降了 21.96、

收稿日期:2015-06-08

基金项目:贵州省社会攻关计划(编号:黔科合 SY 字[2014]3038 号)。

作者简介:莫熙礼(1982—),男,广西梧州人,硕士,讲师,从事植物病虫害防治教学和科研工作。E-mail: moxili1982@163.com。

17.83 百分点。干旱处理 18 d,狼尾草、皇竹草叶片相对含水量下降幅度达到最大值,分别比处理 12 d 下降了 15.98、16.90 百分点。干旱胁迫结束时,狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾的相对含水量与对照相比,分别下降了 36.90、41.86、55.37、50.99 百分点。

表 1 干旱胁迫对牧草叶片相对含水量的影响

处理	相对含水量(%)			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
CK	90.14a	92.31a	88.52a	89.45a
T ₁	87.51ab	86.98b	81.41b	84.14ab
T ₂	83.21bc	80.11bc	59.45bc	66.31b
T ₃	67.23c	63.21c	49.23c	54.52c
T ₄	53.24d	50.45d	33.15d	38.46d

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下表同。

2.2 干旱胁迫对牧草叶片保水力的影响

由表 2 可知,正常浇水下,狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾的离体叶片保水力分别为 67.32%、65.15%、69.41%、63.41%。干旱处理 6 d,各草种的离体叶片保水力有一定程度下降,但与对照处理差异不显著。干旱处理 12 d,黑麦草叶片保水力下降幅度达到最大值,比处理 6 d 下降 29.45 百分点。干旱处理 18 d,狼尾草、皇竹草、早熟禾的叶片保水力下降幅度达到最大值,分别比处理 12 d 下降 17.38、25.76、27.26 百分点。干旱胁迫结束时,狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾的保水力与对照相比分别下降了 53.01、55.00、61.56、54.28 百分点。

表 2 干旱胁迫对牧草叶片保水力的影响

处理	保水力(%)			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
CK	67.32a	65.15a	69.41a	63.41a
T ₁	64.78ab	60.35ab	63.62ab	61.11ab
T ₂	50.53b	47.23b	34.17cd	44.53bc
T ₃	33.15c	21.47cd	16.21d	17.27cd
T ₄	14.31d	10.15d	7.85e	9.13d

2.3 干旱胁迫对牧草叶片叶绿素含量的影响

由表 3 可知,干旱胁迫 6 d,4 种草种叶片叶绿素含量与对照差异不显著。狼尾草、皇竹草和黑麦草在干旱胁迫 12 d 与对照差异显著。而早熟禾在干旱处理 18 d 才与对照有显著差异。干旱处理结束时,狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾的叶绿素含量下降幅度分别为 38.89%、49.75%、68.53%、44.86%。

表 3 干旱胁迫对牧草叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素含量(mg/g)			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
CK	1.98a	2.01a	1.43a	1.85a
T ₁	1.97a	1.95a	1.41a	1.71ab
T ₂	1.77b	1.67b	1.07bc	1.67ab
T ₃	1.69bc	1.62b	0.87cd	1.41cd
T ₄	1.21de	1.01cde	0.45e	1.02e

2.4 干旱胁迫对牧草叶片可溶性糖含量的影响

由表 4 可知,干旱处理后,4 种草种的可溶性糖含量变化

趋势一致。在干旱处理 6 d,4 种草种的可溶性糖含量与对照差异不显著;但在干旱处理 12 d 后差异显著,且其可溶性糖含量急剧上升。在干旱结束时,狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾的可溶性糖含量分别为 15.43、16.21、15.87、14.92 mg/g。

表 4 干旱胁迫对牧草叶片可溶性糖含量的变化

处理	可溶性糖含量(mg/g)			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
CK	3.08a	2.85a	2.03a	2.61a
T ₁	3.46ab	2.97ab	2.41ab	2.82ab
T ₂	5.12bc	5.32b	5.32bc	5.21b
T ₃	8.21cd	9.42cd	8.52d	9.02cd
T ₄	15.43e	16.21e	15.87e	14.92e

2.5 干旱胁迫对牧草叶片 SOD 活性的影响

由表 5 可知,干旱处理后,4 种牧草的 SOD 活性都呈现出先升后降的变化趋势,且与对照处理差异显著。干旱处理 6 d,早熟禾的 SOD 活性达到最大值。狼尾草和黑麦草的 SOD 活性在干旱处理 12 d 达到峰值。皇竹草的 SOD 活性在干旱处理 18 d 到达峰值。在干旱处理结束时,4 种草种的 SOD 活性均高于对照。

表 5 干旱胁迫对牧草叶片 SOD 活性的影响

处理	SOD 活性[U/(g·min)]			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
CK	134.21a	129.43a	152.12a	142.23a
T ₁	233.34bc	201.23b	212.25bc	413.75e
T ₂	471.32e	301.23cd	351.56e	293.34cd
T ₃	378.44d	392.43e	287.13d	263.45cd
T ₄	298.12c	283.85bc	235.32bc	210.37bc

2.6 干旱胁迫对牧草叶片 POD 活性的影响

由表 6 可以看出,干旱处理后,4 种牧草的 POD 活性都呈现出先升后降的变化趋势。狼尾草和早熟禾的 POD 活性在干旱处理 12 d 时到达最大值,之后逐渐下降;皇竹草和黑麦草 POD 活性则在干旱处理 18 d 时到达最大值,之后下降。干旱处理结束时,4 种草种的 POD 活性与对照差异不显著。

表 6 干旱胁迫对牧草叶片 POD 活性的影响

处理	POD 活性[U/(g·min)]			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
CK	221.15a	234.23a	215.36a	197.25a
T ₁	343.45c	301.32bc	284.17b	286.43bc
T ₂	432.12d	396.25de	345.21cd	343.18d
T ₃	412.56cd	409.43de	362.45d	317.56c
T ₄	234.82ab	238.12a	220.87a	209.34a

2.7 干旱胁迫对牧草叶片丙二醛(MDA)含量的影响

表 7 表明,在干旱胁迫下,4 种草种 MDA 含量均不同程度地增高,且随着干旱程度的加深,MDA 积累得越多。在干旱处理结束时,狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾的 MDA 含量分别为 70.15、71.45、84.11、79.47 nmol/g。

2.8 石漠化山区 4 种牧草抗旱性综合评价

从表 8 可以看出,狼尾草、皇竹草、黑麦草、早熟禾的抗旱

隶属函数平均值分别为 0.546、0.519、0.493、0.511,根据隶属函数法进行的抗旱性综合评价结果,依据 7 个指标加权值的平均值大小进行 4 种牧草的耐旱性排序,从强到弱的顺序为狼尾草 > 皇竹草 > 早熟禾 > 黑麦草。加权值越大说明植物的耐旱性越强。

表 7 干旱胁迫对牧草叶片丙二醛含量的影响

处理	MDA 含量 (nmol/g)			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
CK	13.25a	14.23a	20.41a	15.72a
T ₁	25.12b	22.43b	30.12b	23.17b
T ₂	35.14bc	31.78c	50.17cd	43.21cd
T ₃	50.34d	60.17d	72.13d	53.25d
T ₄	70.15e	71.45de	84.11de	79.47e

表 8 4 种牧草抗旱指标评价结果

指标	抗旱指标评价结果			
	狼尾草	皇竹草	黑麦草	早熟禾
相对含水量	0.624	0.577	0.527	0.551
叶片保水力	0.606	0.559	0.461	0.552
叶绿素含量	0.668	0.642	0.608	0.617
可溶性糖含量	0.361	0.337	0.381	0.329
叶片 SOD 活性	0.501	0.503	0.480	0.451
叶片 POD 活性	0.510	0.466	0.478	0.504
丙二醛含量	0.551	0.549	0.514	0.573
隶属函数平均值	0.546	0.519	0.493	0.511
抗旱性排名	1	2	4	3

3 讨论

叶片相对含水量和离体叶片保水力是反映植物抗旱性的重要指标^[6]。在相同干旱条件下,叶片相对含水量和离体叶片保水力越高,说明抗旱能力越强。本研究结果表明,4 种牧草的叶片相对含水量和离体叶片保水力随着干旱程度的加深而降低,其中狼尾草和皇竹草下降的速度较慢,黑麦草下降的速度最快。赵艳研究表明,随着干旱胁迫的加深,草坪草叶绿素含量逐渐下降,且下降幅度越小,其抗旱能力越强^[9]。但也有研究表明,一定程度干旱胁迫对植物叶绿素含量的影响不明显^[10]。本试验结果表明,4 种牧草受到干旱胁迫后,植物叶片的叶绿素含量降低,并且干旱程度越深,叶绿素含量下降的幅度越大,这与赵艳的研究结果^[9]基本一致。

可溶性糖能提高细胞的渗透调节能,使植物在一定逆境中能正常生长发育。吕静研究发现,在干旱条件下,草坪草通过积累大量的可溶性糖来提高其对水分的吸收能力^[6]。本研究结果也证实了这一结论,4 种牧草受到干旱胁迫 12 d 后,可溶性糖含量急剧上升,且 4 种牧草可溶性糖变化趋势基本一致。

SOD 和 POD 是植物体内重要的保护酶,可以清除细胞内的活性氧,保护细胞免受损伤。当受到逆境胁迫,植物通过提高自身防御酶活性来增强其抵抗逆境的能力,是植物对不良环境的一种适应性^[11]。李敏广等研究表明,干旱胁迫导致草

种中 SOD、POD 活性升高,且抗旱性强的草种的活性明显高于抗旱性弱的草种^[12]。本试验结果表明,4 种牧草受到干旱胁迫后,体内的 SOD、POD 活性显著高于正常浇水处理;随着干旱程度的加深,SOD、POD 活性呈现出先升后降的趋势。丙二醛对植物细胞膜具有很强的破坏作用。韦娇媚研究发现,随着干旱胁迫加剧,丙二醛含量逐步升高^[3]。本试验结果也印证了这一观点,随着干旱程度的加深,4 种牧草的丙二醛含量持续升高,且干旱处理结束时,狼尾草和皇竹草体内的丙二醛含量上升幅度最小,说明狼尾草和皇竹草的抗旱能力较强。

植物的抗旱性是植物各指标间相互作用而构成的一个复杂综合性状^[13-15],各指标不但有各自的单方面作用,更重要的是具有多指标间的相互作用,只有对各个指标的相互作用加以深入综合的研究分析,才能更准确、更可靠、更科学地鉴定、评价植物的抗旱性。本研究根据隶属函数分析法从 7 个指标加权值的平均值大小进行 4 种牧草的耐旱性排序,从强到弱的顺序为狼尾草 > 皇竹草 > 早熟禾 > 黑麦草。

参考文献:

[1] 吴秋菊. 喀斯特山地四个造林树种抗旱性研究[D]. 南京:南京林业大学,2009:11-21.

[2] 徐利霞. 石漠化山区造林树种幼苗的抗旱性研究[D]. 重庆:西南大学,2007:1-10.

[3] 韦娇媚. 广西石漠化地区主要造林树种苗期对干旱胁迫的响应[D]. 南宁:广西大学,2011:56-60.

[4] 张显强. 贵州石生藓类对石漠化干旱环境的生态适应性研究[D]. 重庆:西南大学,2012:1-129.

[5] 宫慧芳. 干旱、盐、UV-B、ABA 对小麦、水稻叶片角质层的影响[D]. 临汾:山西师范大学,2012:30-47.

[6] 吕 静. 四种暖温带草坪草的抗旱性研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2010:38-39.

[7] 任媛媛. 钙对根际淹水胁迫下辣椒幼苗生长及生理代谢的影响[D]. 贵阳:贵州大学,2008:13-42.

[8] 莫熙礼. 辣椒白粉病的诱导抗病性研究[D]. 贵阳:贵州大学,2008:22-25.

[9] 赵 艳. 两种暖季型草坪草抗旱性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2006:23-33.

[10] 焦树英,李永强,沙依拉·沙尔合提,等. 干旱胁迫对 3 种狼尾草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 西北植物学报,2009,29(2):308-313.

[11] 郭长城. 江滩人工湿地植物对泥沙及污染物的去除机理及应用研究[D]. 南京:南京水利科学研究院,2007:34-39.

[12] 李敏广,唐连顺,商振清,等. 渗透胁迫对玉米幼苗保护酶系统的影响及其与抗旱性的关系[J]. 河北农业大学学报,1994,17(2):1-5.

[13] 来长凯,张文银,马 静,等. 宁夏水稻抗旱性研究及综合评价[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):86-91.

[14] 孙 干,裴宗平,涂永成,等. 不同抗旱技术组合对矿区油松的抗旱效果[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):360-363.

[15] 刘玲玲,丁永乐,程传策,等. 4 个烟草品种干旱胁迫下萌发和苗期生理特性及抗旱性评价[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):104-107.