

文章编号: 1000-5013(2009)03-0305-04

4 种草本水土保持植物的耐旱生理特性

潘伟彬¹, 邓恢²

(1. 闽西职业技术学院 资源工程系, 福建 龙岩 364021;

2. 龙岩市林业科学研究所, 福建 龙岩 364000)

摘要: 采用盆栽方法,研究4种草本植物在人工控制干旱条件下的植物膜脂过氧化作用.结果表明,在干旱胁迫下,4种植物的脯氨酸质量分数均有不同程度的增加;可溶性蛋白质质量分数均表现出随干旱胁迫加强而降低的趋势;丙二醛(MDA)质量摩尔浓度表现出与质膜透性相似的变化趋势,即其质量分数和透性均随胁迫程度的加强而递增;超氧化物歧化酶活性(SOD)活性和过氧化氢酶活性(CAT)活性在干旱胁迫下都表现出下降的趋势,并且下降幅度随胁迫程度的加强而增大.综合4种植物的指标表明,以类芦的抗旱性最强,百喜草、香根草其次,五节芒最弱.

关键词: 干旱胁迫;草本植物;水土保持;耐旱生理;抗旱性

中图分类号: S 157.1; S 54

文献标识码: A

采取生物措施,利用植物进行生态修复是治理水土流失的重要方法之一.草本植物作为保水保土和改良土壤的先锋植物,在水土保持和生态环境保护中有着重要地位和作用.然而,在一些水土流失区,由于所选择的草本植物品种的自然适应性与治理区域的生境特性不匹配,导致草本植物成活率和保存率低下,水土保持效果不佳.因此,选择与治理区域特性相匹配的草种,成为影响水土保持效果的关键因素之一.类芦(*Neyraudia reynaudiana*)是优良水土保持草种,属禾本科植物,天然分布于中国南方13个省(自治区),对各种恶劣环境条件有较强的适应性,具有耐干旱、瘠薄的特点.而且,其根系发达,根兜萌蘖能力强,茎叶生物生长量大、结实量多,容易自然更新,能快速改变水蚀荒漠化地区恶劣的生境,是南方水蚀荒漠化地区植被恢复性治理的先锋草种^[1].香根草(*Vetiveria zizanioides*)是一种独特的深根性禾本科草本植物,适应性强,能在酸、碱、沙壤、粘质及砾质土上生长,且生物量大、生长速度快、抗逆性强,被国内外一致认为是保持水土、恢复地力的最为理想的“神奇之草”^[2].百喜草(*Paspalum notatum*)为禾本科草本植物,对环境具有广泛的适应性,耐瘠薄、耐旱、耐渍、耐淹,在沙土、壤土、粘土上均能生长,生长快且生物量大,水土保持效果好^[3].目前,对于类芦、百喜草、香根草和五节芒等的研究,主要集中在植物形态、栽培、生态应用上,有关4种植物水分逆境生理生态的研究尚不多见.本试验以这4种禾本科植物为材料,研究干旱胁迫对其膜脂过氧化和细胞保护酶活性的影响.

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的4种草本植物均由福建省龙岩市林业科学研究所提供,分别为类芦(*Neyraudia reynaudiana*)、香根草(*Vetiveria zizanioides*)、百喜草(*Paspalum notatum*)和五节芒(*Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb.).

1.2 试验方法

将供试的4种草本植物的半年生容器苗移入装有混均砂壤土的钵盆中,每盆定苗3株,每种植物30盆,共120盆,置于温室中.控制水分供应,以保证盆内土壤水分的一致.9月15日进行水分胁迫处

收稿日期: 2008-10-19

通信作者: 潘伟彬(1963-),男,副教授,主要从事农业生态的研究. E-mail: p2753301@126.com.

基金项目: 国家科技基础条件平台重点项目(2005DKA21000-5-24)

理. 各种植物各取 10 盆进行中度和强度胁迫处理, 10 盆正常供水作对照. 水分胁迫划分标准参考 Hsiao 提出的方法^[4]进行, 中度胁迫为土壤相对含水量下降 10 % ~ 20 %, 植株部分小枝枯萎; 而强度胁迫为相对含水量降低 20 % 以上, 植株的小枝枯萎. 当胁迫处理达到预期目标后, 各取 3 盆进行复水处理, 观察其恢复程度^[5].

1.3 测定方法

游离脯氨酸 (Pro) 质量分数采用茚三酮比色法^[6]测定; 可溶性蛋白质 (SP) 质量分数用考马斯亮蓝 G-250 法^[7]测定; 细胞膜透性 (RPP) 采用电导仪法^[8]测定; 丙二醛 (MDA) 质量摩尔浓度采用硫代巴比妥酸法^[6]测定; 超氧化物歧化酶活性 (SOD) 采用 NB T 光还原法^[6]测定; 过氧化氢酶活性 (CAT) 采用紫外分光光度法^[9]测定.

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对脯氨酸和可溶性蛋白质的影响

植物体内脯氨酸的合成以谷氨酸 (Glu) 途径为主, 在干旱胁迫下, 植物体内脯氨酸合成增加或分解代谢减少, 细胞内脯氨酸水平增高^[10]. 干旱胁迫对 4 种植物脯氨酸质量分数 $w(\text{Pro})$ 和可溶性蛋白质量分数 $w(\text{SP})$ 的影响, 结果如表 1 所示. 从表 1 可知, 不同程度的干旱胁迫均会引起 4 种植物脯氨酸质量分数的显著增加, 且强度胁迫下的增加幅度远大于中度胁迫.

4 种植物都可以通过脯氨酸质量分数的调节, 来增强耐旱胁迫能力和延缓缺水胁迫的加剧. 在相同的胁迫条件下, 4 种植物脯氨酸质量分数的增加幅度表现不一. 在中度胁迫下, 脯氨酸质量分数的增加幅度依次为: 香根草 > 五节芒 > 类芦 > 百喜草; 而在强度胁迫下, 依次为: 香根草 > 五节芒 > 百喜草 > 类芦. 说明干旱胁迫下, 脯氨酸质量分数的变化幅度和植物的种类有一定的关系, 不同的植物, 当干旱胁迫程度不同时, 其脯氨酸质量分数增加量有一定的差异.

可溶性蛋白质参与植物细胞渗透势的调节, 较高质量分数的可溶性蛋白质, 有利于植物细胞维持较低的渗透势, 抵抗水分胁迫带来的伤害^[11]. 由表 1 可知, 干旱胁迫造成 4 种植物的可溶性蛋白质质量分数降低. 在中度胁迫下, 可溶性蛋白质质量分数下降幅度较小, 在 7.65 % (类芦) ~ 28.13 % (五节芒) 之间; 而在强度胁迫下, 可溶性蛋白质质量分数则有较大降幅, 降幅在 40.49 % (类芦) ~ 62.54 % (五节芒) 之间. 表明在中度胁迫下, 4 种植物可溶性蛋白质的合成略受影响, 但仍保持在较稳定水平; 而在强度胁迫下, 其合成受到极大影响. 在中度胁迫和强度胁迫下, 4 种植物的可溶性蛋白质质量分数的降低幅度均表现为: 五节芒 > 香根草 > 百喜草 > 类芦. 由此可见, 类芦受干旱胁迫时, 可溶性蛋白质质量分数变化受影响最小, 香根草和百喜草其次, 五节芒受影响最大.

表 1 干旱胁迫对脯氨酸和可溶性蛋白质量分数的影响

Tab. 1 Effect of drought stress on quality scores of praline and soluble protein of the 4 plants

处理	$w(\text{Pro}) / \%$				$w(\text{SP}) / \%$			
	类芦	百喜草	香根草	五节芒	类芦	百喜草	香根草	五节芒
对照	0.003 545 ^C	0.004 028 ^C	0.003 727 ^C	0.004 133 ^C	28.674 ^A	31.289 ^A	26.948 ^A	29.562 ^A
中度胁迫	0.006 789 ^B	0.007 563 ^B	0.008 265 ^B	0.008 046 ^B	26.481 ^B	26.876 ^B	20.481 ^B	21.245 ^B
强度胁迫	0.009 275 ^A	0.010 671 ^A	0.012 132 ^A	0.011 197 ^A	17.065 ^C	17.684 ^C	11.574 ^C	11.074 ^C

表中同一栏数据带不同的字母表示达到 1 的极显著水平, 下同, 略.

2.2 干旱胁迫对质膜透性和丙二醛的影响

植物细胞的膜系统是植物细胞与外界环境进行物质交换、信息交流的界面和屏障, 是细胞执行正常生理功能的基础. 干旱胁迫是导致膜系统损伤的重要原因, 细胞质膜透性 (RPP) 的变化能够反映外界因素对植物细胞的影响^[12]. 干旱胁迫对 4 种植物细胞质膜透性 和 MDA 质量摩尔浓度 b_{MDA} 的影响, 结果如表 2 所示.

由表 2 可见, 干旱胁迫导致质膜透性增大. 在中度胁迫下, 4 种植物细胞质的膜透性增加了 9.10 ~ 17.03 个百分点; 而在强度胁迫下, 质膜透性提高了 31.48 ~ 47.84 个百分点. 由此可见, 强度胁迫下植物细胞质膜的损伤远大于中度胁迫. 在同样的胁迫条件下, 4 种植物细胞质膜透性的变化表现不尽相



同,增加幅度依次为:类芦>百喜草>香根草>五节芒.干旱胁迫下植物细胞质膜的稳定性不同,说明其抵御干旱胁迫的能力也不一样.

丙二醛(MDA)是膜脂过氧化作用形成的最终分解产物,其质量摩尔浓度常作为衡量膜脂过氧化程度的指标^[13].在干旱胁迫下,MDA 质量摩尔浓度的变化表现出与质膜透性相似的趋势(表 2),即随着胁迫程度的加强而递增.在相同胁迫强度下,4 种植物的 MDA 质量摩尔浓度的增加幅度依次为:五节芒>香根草>百喜草>类芦.由此可见,干旱胁迫时,类芦 MDA 质量摩尔浓度受影响最小,香根草和百喜草其次,五节芒受影响最大.

表 2 干旱胁迫对细胞质膜透性和 MDA 质量摩尔浓度的影响
Tab. 2 Effect of drought stress on membrane permeability and MDA molarity of the 4 plants

处理	/ %				$b_{\text{MDA}}/\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$			
	类芦	百喜草	香根草	五节芒	类芦	百喜草	香根草	五节芒
对照	9.66 ^C	6.23 ^C	9.40 ^C	9.23 ^C	2.64 ^B	3.02 ^C	2.89 ^C	2.75 ^C
中度胁迫	18.76 ^B	21.27 ^B	25.54 ^B	26.26 ^B	3.49 ^{AB}	7.72 ^B	7.83 ^B	8.24 ^B
强度胁迫	41.14 ^A	46.70 ^A	52.91 ^A	57.07 ^A	6.76 ^A	11.07 ^A	16.20 ^A	18.31 ^A

2.3 干旱胁迫对 SOD 和 CAT 活性的影响

在长期的进化过程中,植物体内形成了由 SOD,CAT,GSH-R 和 POD 等组成的细胞酶促防御系统,起着清除细胞内活性氧和维持活性氧动态平衡的作用,对植物细胞膜系统的稳定性具有重要影响.由表 3 可见,干旱胁迫下,4 种植物 SOD 和 CAT 活性的变化基本相同,都表现为降低趋势,且强度胁迫下,SOD 和 CAT 活性下降幅度大于中度胁迫.随着 SOD 和 CAT 活性的下降,植物体内活性氧清除能力降低,活性氧动态平衡受到破坏,细胞质膜受损加剧.SOD 和 CAT 活性的降低幅度因植物种类不同也存在差异,相同胁迫强度下,SOD 和 CAT 活性的下降幅度依次为:五节芒>香根草>百喜草>类芦.

表 3 干旱胁迫对 SOD 和 CAT 活性的影响
Tab. 3 Effect of drought stress on SOD and CAT activities of 4 the plants

处理	$u(\text{SOD})/\text{mkat}\cdot\text{g}^{-1}$				$u(\text{CAT})/\text{mkat}\cdot\text{g}^{-1}$			
	类芦	百喜草	香根草	五节芒	类芦	百喜草	香根草	五节芒
对照	1.485 ^A	1.451 ^A	1.504 ^A	1.485 ^A	0.503 ^A	0.478 ^A	0.488 ^A	0.473 ^A
中度胁迫	1.303 ^B	1.207 ^B	1.203 ^B	1.092 ^B	0.361 ^B	0.310 ^B	0.278 ^B	0.237 ^B
强度胁迫	0.667 ^C	0.609 ^C	0.566 ^C	0.544 ^C	0.199 ^C	0.159 ^C	0.148 ^C	0.112 ^C

3 结论

(1) 干旱胁迫下,类芦、百喜草、香根草、五节芒 4 种植物都表现出脯氨酸质量分数和质膜透性增加,可溶性蛋白质质量分数、MDA 质量摩尔浓度减少,SOD 和 CAT 活性降低.而且,在强度胁迫下,脯氨酸质量分数和质膜透性的增加幅度,可溶性蛋白质质量分数、MDA 质量摩尔浓度及 SOD 和 CAT 活性的下降幅度均大于中度胁迫.这与文[14-16]等的研究结果是一致的.

(2) 在相同的胁迫强度下,4 种植物质膜透性的增加幅度,可溶性蛋白质质量分数、MDA 质量摩尔浓度及 SOD 和 CAT 活性的下降幅度,均表现如下顺次:五节芒>香根草>百喜草>类芦.(3) 许多研究认为,抗旱性弱的品种可溶性蛋白质质量分数的降幅大于抗干旱品种^[16-18],抗旱性强的植物质膜透性较小^[19];抗旱性较强的植物(品种)能够在干旱胁迫下使抗氧化酶类活性维持在一个比较高的水平上,有利于清除活性氧,减少膜脂过氧化程度,从而减轻质膜的损伤^[20-21].由此可见,4 种植物中,类芦的抗旱性最强,香根草、百喜草其次,五节芒最弱.

参考文献:

[1] 林夏馨.类芦利用技术及效益的探讨[J].福建水土保持,2004(3):67-70.
[2] 徐礼煜.香根草研究与展望[M].北京:中国农业科技出版社,1998:4-6,118-130.
[3] 李国怀,伊华林,夏仁学.百喜草在我国南方生态农业建设的应用效应[J].中国生态农业学报,2005,13(4):197-199.

- [4] HSIAO T C. Plant responses to water stress[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1973(24): 519-570.
- [5] 郑本暖, 叶功富, 卢昌义. 干旱胁迫对 4 种植物蒸腾特性的影响[J]. 亚热带植物科学, 2007, 36(1): 36-38.
- [6] 上海植物生理生态研究所. 现代植物生理实验指南[M]. 北京: 中国科技出版社, 1998: 128-145.
- [7] 白宝璋, 汤学军. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科技出版社, 1993: 156-157.
- [8] 高峻风. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版社, 2000: 11-26.
- [9] 蒋传葵, 金承德, 吴仁龙, 等. 工具酶的活力测定[M]. 上海: 科学技术出版社, 1982: 36-37.
- [10] 杨献光, 梁卫红, 齐志广, 等. 植物非生物胁迫应答的分子机制[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(6): 158-161.
- [11] 汤章城. 植物对渗透和淹水胁迫的适应机理[M]. 余叔文, 等. 植物生理和分子生物学. 北京: 科技出版社, 1999: 739-745.
- [12] 艾尼莫明. 几种植物细胞膜的差别透性及其与抗旱型的关系[J]. 干旱区研究, 1994, 11(1): 57-60.
- [13] 李 键, 蒋志荣, 王继和, 等. 水分胁迫下四种滨藜属植物保护酶活性的变化[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(5): 76-80.
- [14] 王海珍, 梁宗锁, 郝文芳, 等. 白刺花适应土壤干旱的生理学机制[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 106-110.
- [15] 阎秀峰, 李 晶, 祖元刚. 干旱胁迫对红松幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 850-854.
- [16] 赵天宏, 沈秀瑛, 杨德光, 等. 水分胁迫对不同抗旱性玉米幼苗叶片蛋白质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(6): 408-410.
- [17] 罗 群, 唐白慧, 李路娥, 等. 干旱胁迫对 9 种菊科杂草可溶性蛋白质有影响[J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2006, 29(3): 356-359.
- [18] 黄建昌, 肖 艳, 赵春香. 香蕉对水分胁迫的生理反应[J]. 仲恺农业技术学院学报, 1999, 12(4): 40-42.
- [19] 李 键, 蒋志荣, 王继和, 等. 水分胁迫下四种滨藜属植物保护酶活性的变化[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(5): 76-80.
- [20] BOWLER C, van MONTAGU M, INZE D. Superoxide dismutase and stress tolerance[J]. Ann Rev Plant Physiol Plantmol Biol, 1992(43): 83.
- [21] DHINDSA R S, MATOWE W. Drought tolerance in two mosses: Correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation[J]. J Exp Bota, 1981, 32(126): 79-91.

Studies on Drought-Tolerant Physiology of 4 Herbage Plants for Soil and Water Conservation

PAN Wei-bin¹, DENG Hui²

(1. Department of Resource Engineering, Minxi Vocational & Technical College, Longyan 364021, China;

2. Longyan City Research Institute of Forestry Science, Longyan 364000, China)

Abstract: The membrane lipid peroxidation of 4 herbage plants for soil and water conservation was studied under artificial controlled arid condition by using pot-culture method. The results showed that, the quality scores of praline content of the 4 plants increased in various degrees under drought stress condition. The quality scores of soluble protein content decreased with the strengthening of drought degree. The variation trend of MDA molarity showed a similarity with the trend of membrane permeability, i. e. both its quality scores and permeability increased with the strengthening of drought degree. SOD and CAT activities declined with the strengthening of drought degree. The declined range increased with the drought stress. The result of comprehensive evaluation on all indexes of the 4 plants indicated that, *Neyraudia reynadiana* got the highest drought-resistant capacity; the secondary ones were *Vetiveria zizanioides* and *Paspalum notatum*; *Miscanthus floridulu* (Labnll.) Warb showed the weakest drought-resistant capacity.

Keywords: drought stress; herbage plant; soil and water conservation; drought-tolerant physiology; drought resistance

(责任编辑: 黄仲一 英文审校: 陈国华)