

吴庆贵,杨敬天,邹利娟,等. 珙桐幼苗生理生态特性对土壤干旱胁迫的响应[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):119-122.

# 珙桐幼苗生理生态特性对土壤干旱胁迫的响应

吴庆贵,杨敬天,邹利娟,贺 静,杨玉莲

(绵阳师范学院生态安全与保护四川省重点实验室,四川绵阳 621000)

**摘要:**以珙桐种子萌发的幼苗为试材,研究不同程度干旱胁迫对幼苗叶片生理生化指标的影响。结果表明:随着干旱胁迫程度的增加和时间的延长,珙桐叶片的相对含水量、水势和叶绿素含量显著下降;叶片相对电导率、丙二醛含量显著增加,质膜遭到损害,大量离子外渗,重度胁迫下质膜损害最严重;可溶性糖、脯氨酸含量显著增加,脯氨酸含量在中度和重度胁迫后期增加显著,说明其对干旱亏缺的敏感性较低;可溶性蛋白含量呈降低—上升—降低的趋势;抗氧化酶 SOD、POD 和 CAT 活性先上升后下降,3 种酶对于干旱胁迫和活性氧的响应存在一定的差异,表现出相互协调的作用。

**关键词:**珙桐;干旱胁迫;生理生化;土壤

**中图分类号:** Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)02-0119-03

水分在植物生命活动中起极大的作用,是影响植物生长和发育的主要生态因子,直接影响植物的生理生长。在干旱条件下,植物细胞、器官、个体都会出现相应的变化<sup>[1]</sup>,研究植物叶片水分和渗透调节物质含量、抗氧化酶系统活性、膜质过氧化程度等生理指标,能有效揭示植物对干旱胁迫的适应能力<sup>[2]</sup>。珙桐(*Davidia involucrata*)为我国特有的珙桐科(Davidiaceae)单型属植物,系第 3 世纪古热带植物区系的残遗种,在植物系统发育和地史变迁上有很高的研究价值,被列为我国一级保护物种<sup>[3]</sup>,在植物系统发育和地史变迁研究上有很高的学术地位<sup>[4]</sup>。经模型模拟发现,全球气候对珙桐分布有较大影响<sup>[5-6]</sup>,随着气温变暖,珙桐的适宜分布地区将进一步被片断化,潜在分布空间减少,预计 2030 年珙桐的适宜生境将比现在减少 20%,新适宜分布范围将主要向我国西部及西南部地区扩展;而“5.12 汶川大地震”也严重破坏了珙桐的适宜分布区,进一步加剧了珙桐生境的破碎化。珙桐最适合分布在空气阴湿的山地林中,成年树趋于喜光,幼苗喜阴湿。近年来,我国时常出现季节性干旱,已成为影响珙桐苗木更新及大面积引种栽培的重要制约因素。迄今为止,在珙桐形态解剖学、生物学、生态学、组织化学、种群生态学、引种栽培学和遗传格局等方面都取得了丰富的成果<sup>[4,7-8]</sup>。但珙桐耐旱机理的研究仅见于光合特性、抗逆性影响方面<sup>[9-10]</sup>,尚不能清晰地反映出珙桐幼苗对干旱环境的适应机理。本研究通过盆栽人工控水法,测试不同干旱条件下珙桐幼苗生理生长的变化,旨在探明珙桐的抗旱机理及对干旱的适应特点,筛选出抗旱性的生理生长指标,为珙桐种群的保护及引种栽培提供理论和实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试材选用健康的、生长势相对一致的二年生珙桐幼苗,采自生态安全与保护四川省重点实验室珙桐苗圃基地。试验采用盆栽人工控水法,栽植盆内径上口直径和下口直径分别为 35、26 cm,深 38 cm。每盆分别装相同风干黏壤土 15 kg,土壤田间最大持水量为 26.2%,pH 值为 7.2,有机质含量 1.59%,全氮含量 0.055%。桶底装鹅卵石,上铺滤纸与土隔离。

### 1.2 试验处理

试验于 2010 年 5 月开始,在苗圃基地大棚内进行。将试验幼苗分成 2 组,一组正常供水(CK),其土壤含水量保持在 65%~80%(占土壤田间最大持水量的比值,下同);另一组作干旱胁迫处理,分轻度干旱(LS)、中度干旱(MS)和重度干旱(SS)3 个处理,其土壤含水量分别为 55%~65%、40%~55%、25%~40%,每个处理设置 10 个重复,每个重复 1 盆。土壤含水量的控制参照王翔等的方法<sup>[11]</sup>并稍加修改,每 3 d 称量 1 次盆重,并补水到设定重量。于干旱 15 d 后 08:00 采集植株新梢顶端第 3 张至第 6 张叶片,每株采集 1 张,分组采集,测量各项生理指标。

### 1.3 测试方法

相对含水量用饱和称重法测定;水分饱和和亏缺用烘干法计算;叶片相对电导率用电导法测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸比色法测定;超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性分别用氮蓝四唑光还原法、紫外吸收法和愈创木酚法测定;可溶性蛋白含量用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定;脯氨酸含量采用磺基水杨酸提取、茚三酮比色法测定;抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性用紫外分光光度法测定<sup>[12-13]</sup>。每个指标重复测定 3 次。

### 1.4 数据处理

用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 13.0 软件进行数据处理和统计,用单因素方差分析和最小显著差异法(LSD)比较不同处理组数据的差异,用 Pearson 相关系数评价不同指标间的相关关系。

收稿日期:2013-07-09

基金项目:国家自然科学基金(编号:3100246、31170319);四川省教育厅项目(编号:13ZB0120、13ZB0121);绵阳师范学院校级项目(编号:MA201007)。

作者简介:吴庆贵(1979—),男,四川绵阳人,硕士,讲师,主要从事森林生态学研究。E-mail:1019780260@qq.com。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对珙桐叶片相对含水量(RWC)和水分饱和和亏(WSD)的影响

由表 1 可以看出,随着水分胁迫程度的加深,珙桐叶片的相对含水量发生改变。在轻度胁迫下,珙桐叶片相对含水量与对照差异不显著;在中度和重度胁迫下,珙桐叶片相对含水量显著小于对照。与对照相比,植株含水量在轻度、中度和重度胁迫等后期分别下降了 2.05%、4.50% 和 6.45%。

表 1 干旱胁迫下 RWC 和 WSD 的变化

处理	RWC(%)	WSD(%)
CK	81.995 5	18.004 5
LS	81.163 8	20.836 2
MS	79.544 0	21.456 0
SS	76.926 4	23.073 6

随着水分胁迫程度的加深,珙桐叶片的水分饱和和亏逐渐上升。在干旱胁迫下,珙桐叶片的水分饱和和亏均显著大于对照,其中重度水分胁迫下的珙桐叶片水分饱和和亏最大。

2.2 干旱胁迫对珙桐幼苗叶片电导率和丙二醛含量的影响

由图 1-a 可知,随着干旱程度的加深,珙桐叶片细胞电导率先降低后上升。其中,中度和重度胁迫下珙桐叶片的电导率均显著高于对照,分别是对照的 1.05、1.16 倍,而轻度胁迫的电导率低于对照。由图 1-b 可知,干旱胁迫对珙桐幼苗叶片 MDA 含量的影响达到显著水平( $P < 0.05$ )。随着干旱程度的加深,MDA 含量增加,重度胁迫时的含量最大,比对照高 40%。MDA 含量在轻度、中度、重度胁迫下与对照之间差异显著。

2.3 干旱胁迫对珙桐幼苗叶片抗氧化酶活性的影响

由图 2 可知,随着胁迫程度的加深,珙桐幼苗叶片 SOD、POD、CAT 和 APX 活性均先增强后减弱,说明一定程度的干

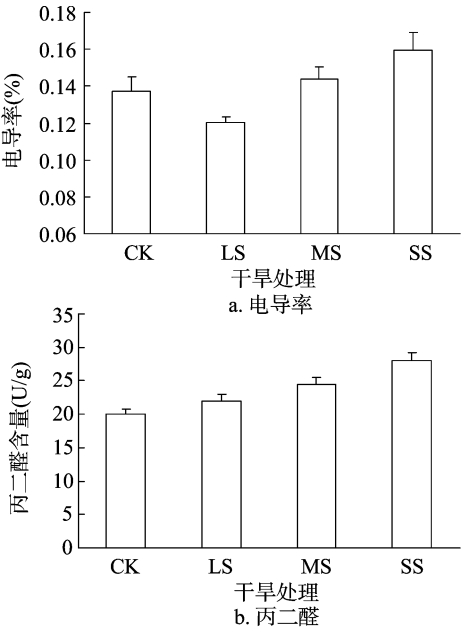


图1 干旱胁迫对珙桐幼苗叶片电导率和丙二醛含量的影响

旱胁迫可以使珙桐幼苗叶片的 SOD、POD、CAT 和 APX 活性增强,减轻干旱伤害;但是干旱达到一定程度后,珙桐幼苗叶片 SOD、POD、CAT 和 APX 活性又显著减弱,显著受到抑制。由此可见,在一定干旱胁迫范围内,珙桐幼苗叶片 SOD、POD、CAT 和 APX 活性均有较强的表达,但之后减弱。珙桐幼苗叶片中 SOD 活性在轻度胁迫下最强,POD、CAT 和 APX 活性在中度胁迫下最强,而在重度胁迫下均变弱了。轻度胁迫下的 SOD 活性与对照相比显著增强,中度和重度胁迫下的与对照差异不显著。轻度和中度胁迫下的 POD 活性与对照相比差异显著,重度胁迫与对照差异不显著。各胁迫下的 CAT 活性均显著强于对照,轻度和中度胁迫下的 APX 活性显著强于对照;重度胁迫下的弱于对照,但差异不显著。

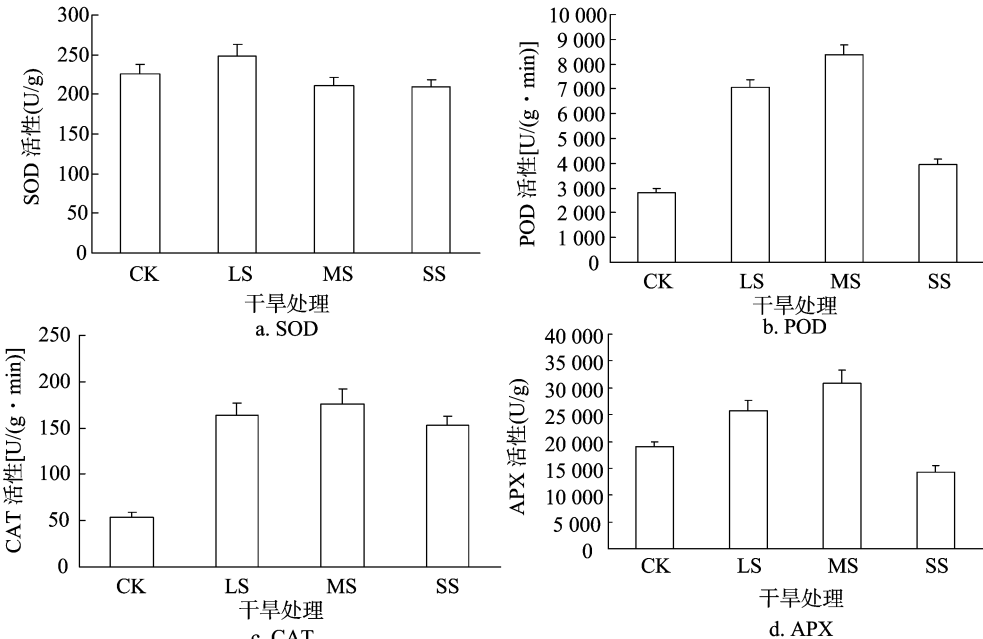


图2 珙桐幼苗的SOD、POD、CAT 和 APX 活性在不同干旱胁迫下的变化情况

## 2.4 干旱胁迫对珙桐幼苗叶片渗透调节物质的影响

由图 3 可知,在不同强度的干旱胁迫下,珙桐幼苗叶片中游离脯氨酸含量均有所积累,各胁迫处理的游离脯氨酸含量均显著高于对照。其中,重度胁迫时的含量最高。但随着干旱胁迫强度的增强,游离脯氨酸含量增加幅度不同。轻度、中度和重度干旱胁迫处理时的脯氨酸含量分别是对照的 1.85、2.25、3.80 倍,且轻度胁迫、中度胁迫、重度胁迫与对照条件下的珙桐幼苗叶片中游离脯氨酸含量两两之间均差异显著。

随着胁迫程度的加深,珙桐幼苗叶片可溶性蛋白含量呈先下降后上升,各胁迫处理条件下的叶片可溶性蛋白含量均低于对照。在轻度、中度和重度胁迫下,可溶性蛋白含量与对照均差异显著。

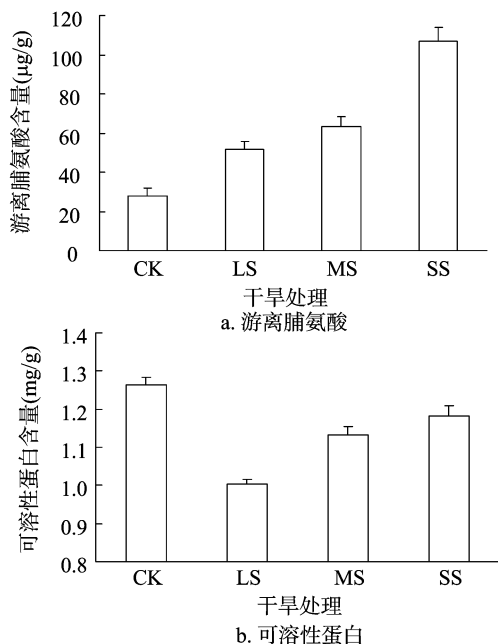


图3 不同干旱胁迫对游离脯氨酸和可溶性蛋白含量的影响

## 3 结论与讨论

植物组织相对含水量反映了植物体内水分的亏缺程度。Sinclair 等指出,与水势相比,叶相对含水量是更好的水分状况指标,因为它能更加密切地反映水分供应与蒸腾之间的平衡关系<sup>[14]</sup>。在本研究中,随着干旱胁迫程度的加剧,植物 RWC 呈下降趋势,说明珙桐植株受旱程度加深,即干旱胁迫强度加深。在干旱胁迫下,植物由于脱水伤害引起膜透性增大,导致细胞内电解质外渗,通过测定干旱胁迫下植物叶片的电导率可了解质膜伤害程度<sup>[15]</sup>。在本研究中,随着干旱胁迫程度的加重,珙桐叶片中电导率均增加,说明在干旱胁迫程度增加时,珙桐叶片的质膜伤害程度也在加重,电导率与干旱胁迫程度呈现出正相关的关系。因此,可以把电导率的变化作为珙桐抗逆性的参考性生理指标。

植物受到干旱胁迫伤害都直接或间接地与活性氧的产生有关。植物体内活性氧自由基的产生是多部位和多途径的<sup>[11]</sup>,SOD 以催化  $O_2^-$  发生歧化作用,起到清除  $O_2^-$  的解毒作用,SOD 将  $O_2^-$  歧化产生的  $H_2O_2$ ,再由细胞内 CAT、APX 和 POD 清除。植物细胞中 SOD、POD、CAT 和 APX 等协

同作用能有效清除  $O_2^-$ 、 $OH^-$ 、 $H_2O_2$  等活性氧,阻止膜脂过氧化,从而使细胞膜免受伤害<sup>[16-17]</sup>。在本研究中得到了同样的结果,即珙桐植株受到轻度干旱胁迫时,SOD、CAT、POD 和 APX 等 4 种酶的活性都呈增强的趋势,说明当珙桐植株受到干旱胁迫而导致活性氧产生量增加时,这些保护酶活性也同步增强,以维持植株的正常生长;在中度干旱胁迫下,当 CAT、POD 和 APX 的活性继续保持增强趋势以阻止和减少羟自由基形成时,SOD 活性减弱,说明干旱对 POD 酶产生了伤害,其分解量加剧,从而使其相对含量降低;在重度干旱胁迫下,SOD、CAT、POD 和 APX 均出现出减弱的趋势,由此可以说明这几种酶的活性不是随着干旱胁迫的加剧而无限增加的,它们只是在一定干旱范围内靠增强其活性来抵御自由基的毒害。因此,在研究珙桐植株干旱等抗逆性时,可将 SOD、POD、CAT 及 APX 活性作为考量指标。

渗透调节是植物适应干旱胁迫的重要生理机制。植物通过代谢活动增加细胞溶质浓度,降低渗透势,维持膨压,使体内与膨压有关的生理活动正常进行<sup>[18]</sup>。渗透调节物质的增加可以维持细胞的膨压,降低植物体内的渗透势,有利于植物体在干旱逆境中维持体内需要的正常水分含量,提高植物的抗逆适应性<sup>[19-20]</sup>。可溶性蛋白质具有较强的亲水胶体性质,可以影响细胞的保水能力,起到维持渗透势的作用;脯氨酸是细胞质中重要的渗透剂和防脱水剂,能降低细胞的渗透势提高植物组织的持水力。在本试验中,随着干旱胁迫程度的加剧,珙桐叶片中的游离脯氨酸和可溶性蛋白含量均呈现出上升的趋势,说明在珙桐受到干旱胁迫时,其体内为了适应这种环境发生了相应的变化,细胞溶质的浓度增加,渗透势降低以维持膨压,最大可能地保证体内生理活动正常进行,提高植物的抗逆适应性。结果显示,将珙桐体内游离脯氨酸和可溶性蛋白含量的变化作为干旱胁迫下的一种响应特征比较合理,与曹帮华的结论<sup>[21]</sup>基本一致。

植物的抗旱性是多种抗旱途径共同作用的结果,衡量抗旱性的指标也很多。本研究只从珙桐的一些生理生化指标方面对其抗旱性能进行了分析,因此从其他指标的特性来确定珙桐具体的抗旱性能还需进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 杨帆,苗灵凤,胥晓,等. 植物对干旱胁迫的响应研究进展[J]. 应用与环境生物学报,2007,13(4):586-591.
- [2] 高婷,张文辉. 不同瑞典能源柳无性系对干旱胁迫的生理响应[J]. 西北植物学报,2012,32(4):739-744.
- [3] 傅立国. 中国植物红皮书——稀有濒危植物:第一册[M]. 北京:科学出版社,1991:474-475.
- [4] 张玉梅,徐刚标,申响保,等. 珙桐天然种群遗传多样性的 ISSR 标记分析[J]. 林业科学,2012,48(8):62-67.
- [5] 张清华,郭泉水,徐德应,等. 气候变化对我国珍稀濒危树种——珙桐地理分布的影响研究[J]. 林业科学,2000,36(2):47-52.
- [6] 吴建国,吕佳佳. 气候变化对珙桐分布的潜在影响[J]. 环境科学研究,2009,22(12):1371-1381.
- [7] 胡进耀,苏智先,黎云祥. 珙桐生物学研究进展[J]. 中国野生植物资源,2003,22(4):15-19.
- [8] 陈艳,苏智先. 中国珍稀濒危孑遗植物珙桐种群的保护[J]. 生态学报,2011,31(19):5466-5474.

田福发,余翔,周玲玲,等. 冲施不同浓度沼液肥对温室黄瓜产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):122-123.

# 冲施不同浓度沼液肥对温室黄瓜产量和品质的影响

田福发,余翔,周玲玲,孟佳丽,吉晓芹,陈立昶

(江苏省农业科学院宿迁农科所,江苏宿迁 223800)

**摘要:**用 30%、50%、70% 等 3 种浓度的沼液肥研究不同冲施浓度对黄瓜生长特性、产量及品质的影响。结果表明:随着沼液浓度的增加,黄瓜的株高、叶片数、叶绿素含量、维生素 C 含量呈增加趋势;产量呈先升高后降低的趋势,与对照相比分别增加了 4.36%、13.96%、6.16%;白粉病、霜霉病的发病率呈逐渐下降的趋势。说明应以 50% 浓度的沼液肥冲施黄瓜为宜。

**关键词:**沼液肥;日光温室;黄瓜;产量;品质

**中图分类号:** S642.206 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)02-0122-02

沼液、沼渣是农业废物经沼气池厌氧发酵后形成的产物,含有丰富的有机质、氮、磷、钾、微量元素等营养成分及氨基酸、维生素、酶等生命活性物质,是一种优质、高效的有机肥料<sup>[1]</sup>。目前已有大量研究表明,在农业生产中应用沼液可以提高土壤中的有机质含量、减少农药和化肥用量、降低生产成本,进而改善农作物品质并提高产量<sup>[2-4]</sup>。但是关于不同浓度的沼液、沼渣混合物冲施对日光温室黄瓜产量和品质影响方面的报道还较少。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验于 2010 年 9 月至 2011 年 4 月在江苏省宿迁市泓润农牧科技有限公司的日光温室中进行。选择 4 个面积相同的

日光温室,长 100 m,宽 10 m。

### 1.2 试验材料

供试黄瓜品种为冬冠。

### 1.3 试验设计

试验设 4 个处理: C<sub>1</sub> 处理,沼液浓度 30%; C<sub>2</sub> 处理,沼液浓度 50%; C<sub>3</sub> 处理,沼液浓度 70%; 对照(CK)处理,清水。C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 处理均为沼液、沼渣混合物加水稀释而成。每个温室为 1 个重复,共 12 个小区,小区面积 0.01 hm<sup>2</sup>。试验于 2010 年 9 月 4 日播种,10 月 2 日定植,密度为 52 500 株/hm<sup>2</sup>; 12 月 8 日开始分批采收;2011 年 4 月 2 日全部收获完毕。挂瓜前浇 1 次沼液,之后冬季每 15 d 浇 1 次,春季每 7 d 浇 1 次,共浇 11 次。田间管理参照宿迁市泓润农牧科技有限公司的无公害黄瓜生产技术规程。

### 1.4 测定方法

于 2010 年 12 月 8 日每小区随机抽取 10 株黄瓜,测定株高、叶片数。叶色采用目测法,株高用卷尺测定,产量按小区单收累计计产,维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定,可溶性糖含量用蒽酮法测定,叶绿素含量用便携式叶绿素仪测定<sup>[5]</sup>。

### 1.5 病害观察

每 10 d 调查 1 次,当田间发现病害时,记录发病株数、发

量的相关性研究[J]. 宁夏农学院学报,2001,22(4):12-14.

[16] Krivosheeva A, Tao D L, Ottander C, et al. Cold acclimation and photoinhibition of photosynthesis in Scots pine[J]. Planta, 1996, 200(3):296-305.

[17] 李明,王根轩. 干旱胁迫对甘草幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. 生态学报,2002,22(4):503-507.

[18] 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.

[19] 魏良明,贾了然,胡学安,等. 玉米抗旱性生理生化研究进展[J]. 干旱地区农业研究,1997,15(04):68-73.

[20] Blackman S A, Obendorf R L, Leopold A C. Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds[J]. Plant Physiology, 1992, 100(1):225-230.

[21] 曹帮华,张明如,翟明普,等. 土壤干旱胁迫下刺槐无性系生长和渗透调节能力[J]. 浙江林学院学报,2005,22(2):161-165.

收稿日期:2013-07-01

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(11)2036]。

作者简介:田福发(1977—),男,山东日照人,硕士,助理研究员,主要从事设施蔬菜品种选育和技术推广工作。E-mail: tianfufa2001@sohu.com。

通信作者:陈立昶,男,江苏响水人,研究员,主要从事农作物栽培及遗传育种工作。E-mail: simianchen@yahoo.com.cn。

[9] 王宁宁,胡增辉,沈应柏. 珙桐苗木叶片光合特性对土壤干旱胁迫的响应[J]. 西北植物学报,2011,31(1):101-108.

[10] 周大寨,肖强,肖浩,等. 吸水剂对三种胁迫下珙桐幼苗保护酶系的影响[J]. 湖北民族学院学报:自然科学版,2010,28(3):273-276.

[11] Demmig-Adams B. Carotenoids and photoprotection in plants: a role for the xanthophylls zeaxanthin[J]. Biochimica et Biophysica Acta, 1990, 1020(1):1-24.

[12] 赵世杰,许长成,邹琦,等. 植物组织中丙二醛测定方法的改进[J]. 植物生理学通讯,1994,30(3):207-210.

[13] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[14] 紫守玺,王自忠. 与小麦抗旱性筛选有关的几个水分指标[J]. 甘肃农业科技,1990(6):12-13.

[15] 兆慧茹,王丽娟,郑蕊,等. 宁夏 5 种抗旱性牧草与脯氨酸含