

盐旱交叉胁迫对君迁子渗透调节物质含量的影响

张慎鹏, 孙明高*, 张 鹏, 马万侠, 吕廷良

(山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018)

摘 要:以 1 a 生君迁子(*Diospyros lotus*)实生苗为研究对象,采用盆栽试验的方式研究盐旱交叉胁迫对君迁子渗透调节物质的影响。结果表明,君迁子的渗透调节物质含量基本上为先上升后下降,但在各交叉胁迫处理末期,渗透调节物质含量均维持在较高的水平,说明渗透调节物质在君迁子的抗逆性上起到了积极的调节作用。可溶性糖和可溶性蛋白在整个胁迫过程中上升趋势显著。渗透调节物质之间在整个胁迫过程中均达到正相关水平,说明在逆境下渗透调节物质相互作用,对君迁子起到了很好的调节作用。

关键词:盐旱交叉胁迫;君迁子;渗透调节物质

中图分类号:S718.43 文献标识码:A 文章编号:1001-7461(2008)05-0018-04

Salt-drought and Cross Stress on Osmo-regulation Substances in Leaves of *Diospyros lotus* Seedlings

ZHANG Shen-peng, SUN Ming-gao*, ZHANG Peng, MA Wan-xia, LV Ting-liang

(College of Forestry, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

Abstract: Lipid peroxidation and activity of cell defense enzymes in the leaves of one-year-old *Diospyros lotus* seedlings were studied under drought and salt stresses. The results showed that under drought and salt stresses, the contents of osmo-regulation substances exhibited an increasing firstly and then a declining trends, but they were all kept at a high levels at the end of the treatments indicating that the substance played an active role on resistance. Soluble suger and soluble protein increased significantly. The correlation analysis indicated that in the course of the stresses, there were significant positive correlations among the osmo-regulation substances, which indicated that the osmo-regulation substans worked together and played an effective regulating role for *D. lotus* seedlings.

Key words: salt-drought intercross stress; *Diospyros lotus* ; osmo-regulation substance

逆境胁迫条件下,参与渗透调节的物质可分为两类:一类是细胞自身合成有机溶质,主要是含羧基化合物(蔗糖、多元醇和寡糖等)和偶极含 N 化合物(脯氨酸、其他氨基酸和多胺等),如脯氨酸、可溶性蛋白、可溶性糖等^[1];一类是外界进入细胞的无机离子如 Na⁺、K⁺和 Cl⁻等。近年来关于游离小分子有机物质在渗透调节、结构保护和代谢调控方面的作用和意义受到越来越多的重视^[2]。君迁子(*Diospyros lotus*)又名黑枣、软枣,为柿树科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros* L.)树种。君迁子为落叶乔木,深

根性喜光树种,侧根发达,耐瘠薄,抗干旱,耐盐碱,怕水湿,对土壤适应性强,喜 Ca 质土壤,是一个比较理想的耐盐耐旱树种,特别适合河北乃至华北 Ca 质土壤地区作为城市绿化树种,而且对 SO₂ 有较强的耐性,是城市优良的抗污染树种。

1 材料与方法

1.1 试验材料

在泰安郊区苗圃选购生长健壮、无病虫害、长势基本一致的君迁子(*D. lotus*)1 a 生苗木为供试材

②) 收稿日期:2007-12-21 修回日期:2008-02-29
基金项目:国家科技攻关计划重大专项“中国森林网络体系的研究”(2002BA516A15-04);山东省农业良种产业化开发工程项目(2001500)。
作者简介:张慎鹏,男,在读硕士,研究方向为林木良种繁育。
* 通讯作者:孙明高,教授,男,硕士生导师,主要从事林木遗传育种研究。mgsun@sdau.edu.cn

料。试验材料于 2005 年 3 月底进行盆栽,4 月下旬进棚,试验开始前正常管理。

1.2 试验设计

本试验采用盆栽试验,设在山东农业大学南校区林学实验站,采用完全随机区组试验设计(表 1)。

表 1 胁迫试验设计
Table 1 Experiment designation of stress

干旱	盐分			
	0	2‰	4‰	6‰
CK	CK	B	C	D
T ₁	T ₁	T ₁ B	T ₁ C	T ₁ D
T ₂	T ₂	T ₂ B	T ₂ C	T ₂ D
T ₃	T ₃	T ₃ B	T ₃ C	T ₃ D

本次试验包括 1 个对照,9 个盐旱交叉胁迫处理,以及 3 个单一盐分(NaCl)胁迫处理,3 个单一干旱胁迫处理。其中 3 个盐分胁迫处理梯度为 2‰、4‰、6‰。干旱胁迫处理采用划分水分梯度法,使土壤相对含水量符合中生植物水分梯度划分设计^[3],3 个干旱处理水平为轻度胁迫(T₁)55%~60%(占土壤中最大持水量的百分数);中度胁迫(T₂)40%~45%;重度胁迫(T₃)30%~35%。9 个盐旱交叉胁迫处理为 2‰、4‰、6‰与 T₁、T₂、T₃ 的随机组合。每一处理共 16 棵苗木,取样时同一处理,同一时间分 3 次取样,分别测定其各指标然后取平均数。

1.3 试验处理

盐旱交叉胁迫处理:在试验前期按照预定设计向盆中加 NaCl,使其达到试验所要求的盐分浓度,在试验中要不定期的测定土壤盐分浓度,并且及时对达不到浓度的盆中补充盐分。然后进行水分胁迫,达到 3 个水分梯度,试验开始后,每天下午测定土壤容积含水量,补充当天失去的水分,使各处理保持设定的含水量。当水分胁迫和盐分胁迫都达到试验要求时,对苗木进行生理生化等各种指标的测定。2005 年 5 月 28 日试验开始,每 7 d 测定 1 次。君迁子和紫荆在中度、重度干旱与盐分的交叉下共测定 3 次,与 6 月 11 号以后进行 1 次复水试验。其他处理下共测定 5 次。

1.4 测定方法

1.4.1 脯氨酸含量的测定 酸性茚三酮比色法。0.5 g 鲜样加 5 mL 磺基水杨酸,封口沸水浴 10 min,冷却。用滤纸漏斗过滤,吸滤液 2 mL(对照吸蒸馏水 2 mL),加 2 mL 冰乙酸,再加 3 mL 酸性水合茚三酮显色液,沸水浴 40 min,冷却,加 5 mL 甲苯,充分振荡,取上层甲苯液于 520 nm 下比色。

1.4.2 可溶性糖含量的测定 0.3 g 鲜样加 10 mL 蒸馏水,封口沸水浴 30 min(中间取出摇动 1 次),滤纸漏斗过滤入 50 mL 容量瓶中,冲洗残渣、定容。

吸提取液 1 mL,加蒸馏水 1 mL(对照加 2 mL 蒸馏水),加蒽酮乙酸乙酯液 0.5 mL 加浓硫酸 5 mL,振荡,沸水浴 1 min,自然冷却于 630 nm 下比色。

1.4.3 可溶性蛋白含量的测定 称取 0.5 g 鲜重叶片,加入 1 mL 磷酸缓冲液(pH=7.8,0.05 mol·L⁻¹),冰浴研磨,研磨后再加入 4 mL 磷酸缓冲液。将研磨液倒入离心管中,平衡。低温(0~4℃)离心 20 min,离心后冷藏保存。取上清液 20 mL(对照加 20 mmol·L⁻¹),加 3 mL 考马斯亮蓝,放置 2 min 后,马上于 595 nm 下比色。

1.5 数据处理

用 SPSS 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 盐旱交叉胁迫对脯氨酸含量的影响

脯氨酸作为植物在渗透胁迫下一种无毒的渗透调节剂,在细胞质内的大量积累,能够降低细胞的水势,避免细胞脱水,并在高渗环境中获取水分;同时,脯氨酸还能保护细胞生物大分子的活性结构,增加蛋白质可溶性,减少可溶性蛋白的沉淀^[4]。试验结果表明,君迁子在交叉胁迫下的脯氨酸含量累积较大(图 1),均高于对照。轻度、中度干旱与盐分的交叉胁迫下其脯氨酸含量表现出先下降再升高的趋势,T₁B、T₁C、T₁D 处理末期的增幅分别为 52.1%、44.1%、86.3%;T₃B、T₃C、T₃D 处理下则先升后降,在胁迫 14 d 君迁子对重度胁迫做出了积极响应,脯氨酸含量急剧上升,以适应胁迫环境,说明此时脯氨酸是应对逆境的主要因子,随着时间的延长,脯氨酸含量又出现较大幅度的下降。对 T₂B、T₂C、T₂D、T₃B、T₃C、T₃D 复水后,脯氨酸含量都有不同幅度的回升。

2.2 盐旱交叉胁迫对可溶性糖含量的影响

植物遭受逆境时,渗透调节是主要途径^[5],可溶性糖是主要的渗透调节物质^[6],它对细胞膜和原生质胶体有稳定作用,而且它还作为合成其他有机溶质的碳架和能量来源^[7]。图 2 表明,在各个时期均高于对照。T₁B、T₁C、T₁D 处理前期低于单盐胁迫,随着时间的延长,可溶性糖含量先降再升,但总体上要高于单盐胁迫。说明适度的水分胁迫激发了君迁子可溶性糖含量的升高。中度、重度干旱与盐分的交叉胁迫处理下可溶性糖含量表现出先升后降的趋势,与单旱胁迫相比,变化规律不明显,在胁迫前期高于单旱胁迫,胁迫 21 d,出现了急剧下降,低于单旱胁迫,大部分君迁子枯萎,可能原因是君迁子能够对重度胁迫产生短期效应,但不能忍受长时间的逆境迫害。复水后,可溶性糖含量出现了回升现

象。

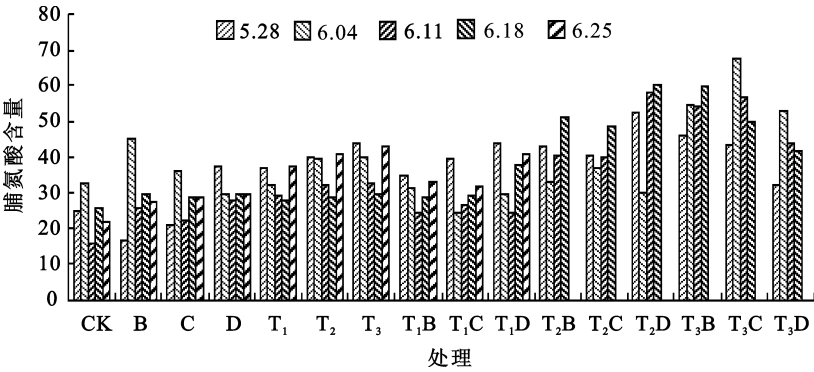


图 1 不同胁迫处理下君迁子脯氨酸含量的变化

Fig. 1 The changes of proline contents in *D. lotus* under the different stresses

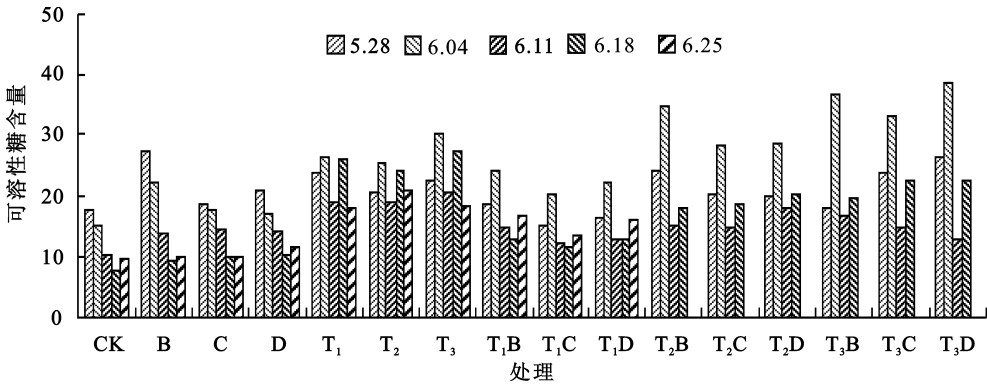


图 2 不同胁迫处理下君迁子可溶性糖含量的变化

Fig. 2 Changes of soluble sugar contents *D. lotes* in under the different stresses

2.3 盐旱交叉胁迫对可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白质具有较强的亲水胶体性质,可影响细胞的保水力。通常认为在盐分胁迫下,植物的可溶性蛋白含量下降,究其原因可能是盐胁迫条件下蛋白质的分解加速,分解成各种氨基酸,尤其是脯氨酸,使得脯氨酸含量升高,以降低叶片的水势,促

进植物对水分的吸收,减轻盐害程度^[8]。通过对干旱胁迫下可溶性蛋白含量的研究^[9],通常认为在干旱胁迫下,蛋白质合成受阻,分解加速,植物的可溶性蛋白含量下降,但也有研究表明,干旱胁迫下植物的可溶性蛋白含量上升^[10]。

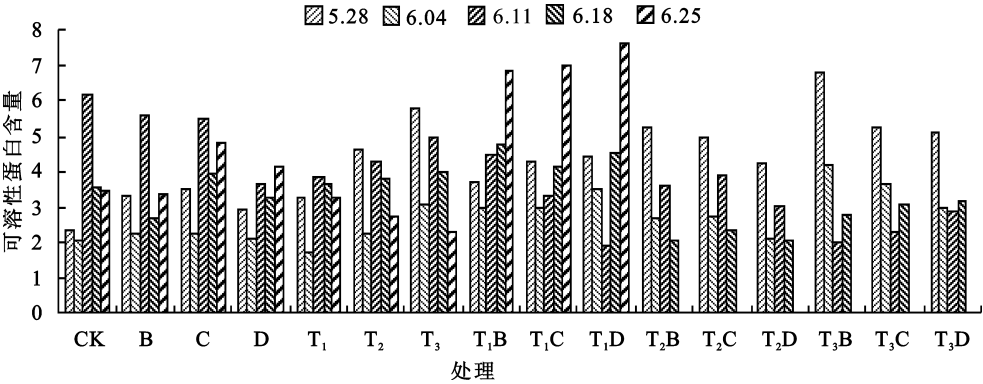


图 3 不同胁迫处理下君迁子可溶性蛋白含量的变化

Fig. 3 The changes of soluble protein contents *D. lotus* under the different stresses

由图 3 看出。T₁B、T₁C、T₁D 处理的可溶性蛋白含量先降后升,在胁迫末期,分别为对照的 1.99、

2.04、2.22 倍,说明可溶性蛋白对提高君迁子的抗胁迫能力起到了积极作用。中度、重度干旱与盐分

的交叉胁迫下,后期可溶性蛋白含量下降,达到了显著水平,胁迫 21 d 的降幅依次为:41.37%、36.62%、50.45%、67.78%、63.35%、53.46%。6 月 11 日前,各交叉胁迫处理下的可溶性蛋白含量均高于对照和单旱单盐胁迫,随着时间的延长,中度、重度干旱与盐分的交叉胁迫处理则比单旱单盐胁迫有所降低。复水后,可溶性蛋白含量表现出了不同程度的变化趋势,有比前期升高的,也有下降的,与前面所述的脯氨酸、可溶性糖等生理指标变化趋势不同,究其原因还有待于进一步研究。

3 结论与讨论

植物在遭受逆境胁迫时,可以通过某些生理生化 的变化来增强自身的抗逆性,从而减弱逆境所带来的伤害,如渗透调节物质的合成、保护酶活性的升高等^[9]。君迁子的渗透调节物质含量在适度的盐旱交叉胁迫下明显升高,说明君迁子增强了自身的抗逆性,表现出了盐旱交叉适应性。

在盐旱交叉胁迫下,君迁子的脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白含量总体上变化趋势为先升后降,均高于对照,但在轻度干旱与盐分的交叉胁迫末期,君迁子和紫荆的渗透调节物质含量又出现了升高现象。在各交叉胁迫处理末期,渗透调节物质含量均维持在较高的水平。复水后,君迁子的渗透调节物

质含量出现了不同幅度的回升。可溶性糖和可溶性蛋白在整个胁迫过程中上升趋势显著,产生了大量的胁迫诱导蛋白,因此,可溶性糖和可溶性蛋白在逆境下对君迁子起到了很好的调节作用。

参考文献:

[1] 杨敏生,裴保华.白杨派双交杂种无性系抗旱性鉴定指标分析[J].林业科学,2002,38(6):36-42.

[2] 曲东,王保莉,王沛洪,等.渗透胁迫下磷对玉米叶片有机渗透物质的影响[J].干旱地区农业研究,1996,14(2):72-77.

[3] HSIAO T C. Plant responses to water stress[J]. Ann Rev Plant Phnysiol,1973,24:519-570.

[4] 汤章诚.逆境下植物脯氨酸积累及其可能的意义[J].植物生理学通讯,1994,30(1):15-21.

[5] 郭卫东,沈向,李嘉瑞,等.植物抗旱分子机理[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,1999,27(4):102-108.

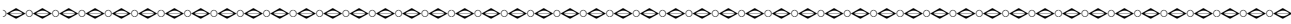
[6] 王锁民.渗透调节在碱茅属幼苗适应盐逆境中的作用初探[J].草业学报,1993,2(3):40-46.

[7] 张海燕,赵可夫.盐分和水分胁迫对盐地碱蓬幼苗渗透调节效应的研究[J].植物学报,1998,40(1):56-60.

[8] 汪贵斌,曹福亮,游庆方,等.盐胁迫对 4 树种叶片中 K⁺和 Na⁺的影响及耐盐能力的评价[J].植物资源与环境学报,2001,10(1):30-34.

[9] 孙国荣,阎秀峰.盐胁迫对星星草幼苗保护酶系统的影响[J].草业学报,2001(1):34-38.

[10] 李德全,邹琦,程炳嵩.抗旱性不同的冬小麦品种渗透调节能力的研究[J].山东农业大学学报,1991,22(4):376-381.



(上接第 6 页)

[4] 贺金生,陈伟烈.陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征[J].生态学报.1997,17(1):91-99.

[5] LOMOLINO M V. Elevation gradients of species-density:historical and perspective views [J]. Global Ecology & Biogeography, 2001, 10:3-13.

[6] WHITTAKER R H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California [J]. Ecological Monographs, 1960, 30: 279-338.

[7] PEET R K. Forest vegetation of the Colorado Front Range; composition and dynamics [J]. Vegetation, 1978, 37:65-78.

[8] LIEBERMAN D, LIEBERMAN M, PERALTA R. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica[J]. Journal of Ecology, 1996, 84: 137-152.

[9] 江明喜,邓红兵,唐涛,等. 香溪河流域河岸带植物群落物种丰富度格局[J].生态学报,2002,22(5):629-635.

[10] 王国宏.祁连山北坡中段植物群落多样性的垂直分布格局[J].生物多样性,2002(1):7-14.

[11] 朱彪,陈安平,刘增力,等.广西猫儿山植物群落物种组成、群落结构及树种多样性的垂直分布格局[J].生物多样性,2004,12(1):44-52.

[12] 任青山,王景升,张博,等.藏东南冷杉原始林不同形态水的水质分析[J].东北林业大学报,2002,30(2):52-54.

[13] 郑成洋,刘增力,方精云.福建黄岗山东南坡和西北坡乔木物种多样性及群落特征的垂直变化[J].生物多样性,2004(12):63-74.