

盆栽勋章菊对自然干旱胁迫的生理响应研究

李叶峰, 王 宁, 王采晨, 盛亚丹, 陆小平

(苏州大学 金螳螂建筑与环境学院, 江苏 苏州 215123)

摘 要:以日本引进的勋章菊为材料进行抗旱性试验,测定干旱胁迫下叶片脯氨酸(Pro)含量、丙二醛含量(MDA)、相对电导率、总叶绿素和可溶性蛋白含量等生理指标的变化。结果表明:随着干旱胁迫天数的增加,脯氨酸含量明显升高;丙二醛含量、相对电导率呈缓慢上升趋势,细胞膜透性增大;叶绿素总含量、叶绿素a、叶绿素b、类胡萝卜素呈先下降后上升再下降的趋势。盆栽勋章菊在连续10 d不浇水的条件下,复水后仍可成活生长,表明勋章菊具有很强的抗旱性,为勋章菊在应用过程中低成本养护提供了参考。

关键词:勋章菊;干旱胁迫;生理指标

中图分类号:S 688.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)02-0085-04

目前,我国用于大面积覆盖的地被植物主要有禾本科的草坪草;而小面积应用的主要有麦冬、沿阶草、葱兰、酢浆草等物种,虽有一定的景观效果,但草坪草的严重病害和高成本养护,麦冬、沿阶草的有叶无花等都是利用中的不足。勋章菊(*Gazania rigens* L.)为菊科勋章花属多年生宿根草本植物,原产于南非,性喜温暖向阳,是很好的园林花卉,适宜布置花坛和花境,也是很好的插花材料。勋章菊的花冠绚丽多彩,花瓣亮泽,早晨开放,晚上闭合,单花寿命长达10 d^[1];因此,勋章菊可应用于广场、街道、公共绿地、风景区、花园、公园、庭院的彩化。

目前对于植物的抗旱性研究很多,但对地被植物的抗旱性研究很有限,李锦馨对铺地雪、落金钱、紫勋章、新红和早小菊(CK)为材料,记录各品种的生长发育状况,比较它们的耐旱能力^[2]。芦建国对10种宿根草本地被植物进行过抗旱性研究^[3]。现以勋章菊为试材,分析干旱胁迫下勋章菊的若干生理变化,为勋章菊抗旱性能的评价和苏州地区勋章菊的引种、驯化及景观应用提供科学根据。

第一作者简介:李叶峰(1986-),女,在读硕士,研究方向为园林植物生理生化。E-mail:liyefeng.1215@yahoo.com.cn。

通讯作者:陆小平(1958-),男,博士,教授,现主要从事园林植物生理生化方面研究工作。E-mail:szlxp@yahoo.com.cn。

基金项目:苏州大学第12届第12批大学生课外学术科研基金资助项目(KY2010114A);苏州市科技支撑(农业)资助项目(SNG0908);苏州大学大学生创新性实验计划资助项目(No57315928)。

收稿日期:2010-11-10

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材为蔓生勋章菊,由日本引进,扦插繁殖后选择植株整齐、生长健壮的植株移于盆径为18 cm的花盆中,每盆植3株扦插苗,并进行常规水分和养分管理。盆中基质采用松针土:珍珠岩=3:1。

1.2 试验设计

试验在苏州大学东校区进行,干旱胁迫从2010年5月20日开始,进行如下处理:0、2、4、6、8、10 d不浇水和10 d不浇水后复水2 d,3次重复。以试验开始的当天(0 d)为对照。采样时取第2~3位叶片,取下后用蒸馏水冲洗待用。

1.3 抗旱指标的测定

脯氨酸(Pro)的测定采用酸性茚三酮法;丙二醛(MDA)含量的测定采用巴比妥酸显色法;质膜透性的测定采用电导率法;可溶性蛋白的测定采用考马斯亮蓝G-250染色法^[4];叶绿素总含量的测定采用丙酮乙醇混合液法^[5];水分的测定采用土壤烘干法^[6]。

1.4 数据处理方法

用统计软件Spss软件处理数据进行相关性分析,采用Excel进行平均值的计算及作图。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下土壤自然含水量的变化

从图1可看出,土壤的自然含水量值随着干旱天数的增加,呈下降的趋势。0 d含水量为31.4%,2 d下降到23.3%,4 d下降到15.4%,6 d下降到10.6%,8 d下降到8.2%,10 d下降到只有4.6%。由于盆栽植株得不到来自地下水的补充,在前6 d样品土的自由水含量几

乎呈直线下降趋势,水分蒸发迅速而严重。断水处理6 d后,土壤相对含水量的下降趋势变缓,这可能与土壤的理化性质、植株叶片蒸腾及地表蒸发有关。另外苏州夏季的空气湿度较大、温度偏高,对土壤含水量的变化可能也有一定的影响。

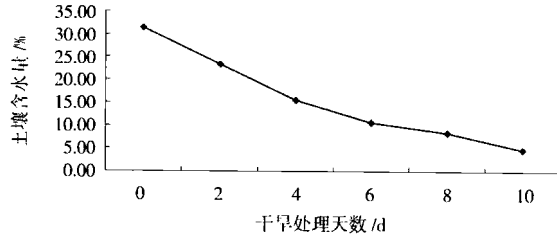


图1 干旱胁迫花盆土壤含水量的变化

2.2 干旱胁迫下勋章菊叶片中脯氨酸(Pro)含量的变化

干旱胁迫容易引起氮代谢失常,通常表现为脯氨酸含量的增加。脯氨酸是植物体内重要的渗透调节物质。由图2可看出,勋章菊的脯氨酸含量本底值较低,干旱胁迫条件下脯氨酸含量增加较快,可以推断脯氨酸含量的积累是勋章菊在干旱胁迫下重要表现指标。一般来说抗旱性强的品种在受到干旱胁迫时脯氨酸含量的增加幅度要大于抗旱性弱的品种。勋章菊叶片里的脯氨酸含量在2 d和4 d不浇水时,脯氨酸含量增幅很小,到第6、8、10天仍不浇水时显著大幅度增加,各处理间有显著性差异,而复水后的第2天脯氨酸含量又大量减少。后期土壤的水分减少而对植物造成更大的伤害而导致脯氨酸量有明显提高,同时脯氨酸具有一定程度的抗旱性,脯氨酸的积累与蛋白质的合成有关,由于干旱蛋白质合成受阻,相对来讲脯氨酸含量则增加。说明勋章菊具有一定程度的抗旱性。

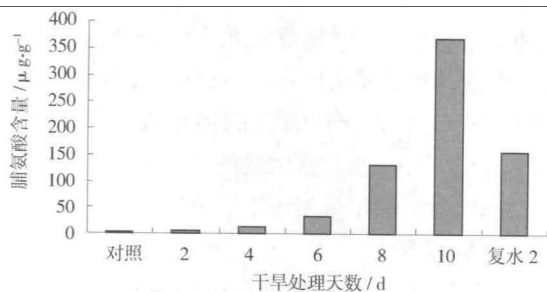


图2 干旱胁迫对脯氨酸(Pro)含量的影响

2.3 水分胁迫下勋章菊叶片可溶性蛋白的变化

由图3可看出,干旱胁迫下勋章菊叶片可溶性蛋白的含量呈先上升,下降后又上升再下降的变化趋势。在干旱胁迫的早期,勋章菊叶片蛋白质含量都有一个升高的过程,这可能是植株对逆境的初步响应而启动了新蛋白质合成。4~6 d蛋白质有个下降的过程。因为此时合成的新蛋白质的速度低于蛋白质在加剧干旱逆境条

件下的分解速度,6~8 d蛋白质的提高可能是由于干旱的加剧勋章菊体内进一步启动一些抗旱基因合成新的蛋白质。8 d后干旱胁迫严重,勋章菊调节系统受损,勋章菊细胞内肽酶活性提高,蛋白质的合成受阻,蛋白质分解加速,导致其含量下降。这一结果与王晶英等研究结果是一致的^[7]。

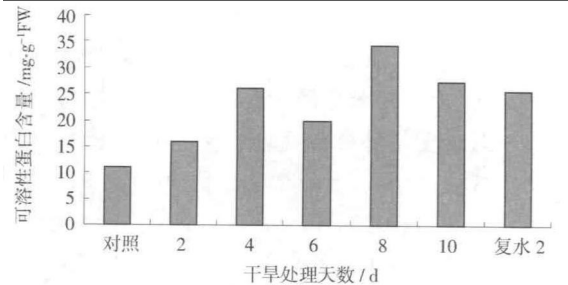


图3 干旱胁迫对可溶性蛋白含量的影响

2.4 水分胁迫下勋章菊叶片丙二醛(MDA)含量的变化

植物在干旱胁迫条件下,往往发生质膜的过氧化现象,其中丙二醛是主要的产物之一。它可以反映质膜过氧化作用的程度^[8-9]。植物丙二醛含量增幅越小,抗旱性越强;反之则越弱^[10]。从图4可看出,丙二醛的含量增加不是很明显,说明勋章菊具有一定的抗旱性,这与脯氨酸的变化趋势相同。勋章菊叶片内的丙二醛含量在2~6 d的时间内,其含量明显升高,到6 d丙二醛含量为0.77 mmol/L,比未处理前的增加196.15%,到6~8 d含量微微降低。造成上面的结果可能是由于植株受到干旱胁迫,体内产生大量的膜脂过氧化物丙二醛,所以丙二醛的含量会增加,但又由于叶片具有防膜脂过氧化的保护酶类,如POD、SOD等在胁迫下活性增强,有效地降低了脂膜过氧化产物的丙二醛,使得叶片的丙二醛含量降低,此后的持续干旱,使植株的保护酶系统的活性被钝化或者降低,不能发挥正常功能,所以导致丙二醛含量增加。复水2 d后丙二醛的含量恢复到对照水平,可见勋章菊是干旱处理后丙二醛(MDA)含量变化特别灵敏的指示材料。

2.5 干旱胁迫对勋章菊叶片相对电导率的影响

勋章菊在干旱胁迫条件下,细胞脱水,导致细胞的透性增大。由图5可知,勋章菊叶片相对电导率呈上升趋势,即随着干旱胁迫程度的加剧,勋章菊叶片细胞膜相对透性明显升高。在干旱胁迫8 d,勋章菊相对细胞膜透性达59.79%,干旱胁迫10 d时,细胞膜相对透性提高到64.23%。用Spss软件对双侧和单侧对勋章菊叶片MDA含量与相对电导率做相关性分析结果表明,叶片细胞膜相对透性与MDA呈正相关性,相关系数为0.875,相关系数在0.8~1之间都属于高度相关。说明随着天数增加干旱胁迫加剧,活性氧积累增多,脂膜过

氧化作用加剧,MDA 含量增多,从而导致膜的结构和稳定性被破坏,细胞膜相对透性增加。复水后 2 d 叶片受伤率减弱相对电导率减弱。

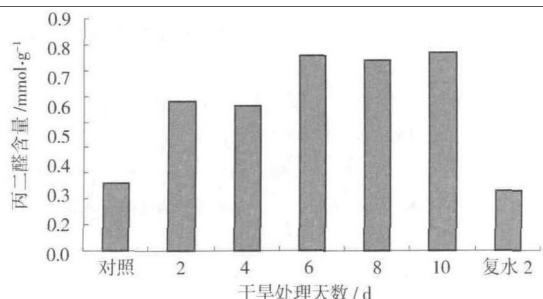


图 4 干旱胁迫对丙二醛含量的变化

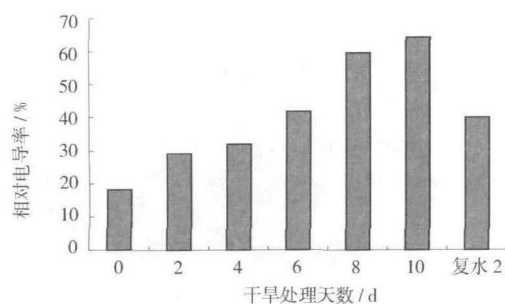


图 5 干旱胁迫对相对电导率的影响

2.6 干旱胁迫下叶绿素含量的变化

叶绿素主要包括叶绿素 a 和叶绿素 b,是光合作用中最重要和最有效的色素,其含量在一定程度上能反映植物同化物质的能力。在正常条件下,叶绿体色素与蛋白质结合在一起,但干旱胁迫会使叶绿素不稳定^[11]。由表 1 可知,随着干旱胁迫天数的增加,勋章菊叶片中叶绿素总含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量变化趋势基本相同,呈先下降后上升再下降的趋势。干旱胁迫的 10 d 勋章菊叶片的叶绿素 a、b 及总量都有所下降分别比对照下降了 0.242、0.012、0.254 mg/g。造成干旱胁迫下叶绿素含量降低的主要原因可能与质膜透性、膜脂过氧化物 MDA 有关。电解质和某些有机物质的大量外渗,同时 MDA 的不断积累,抑制了叶片的光合速率,降低了丙酮酸羧化酶的活性,加速叶绿素的降解,暗呼吸速率增加,表现出对光合作用的明显伤害。其原因一方面可能是剧烈的水分损失引起叶绿素的生物合成减弱,另一方面由于干旱导致植物体内活性氧积累,积累的含氧自由基直接或间接的启动了膜脂过氧化作用,导致细胞膜透性破损伤害,叶绿素分解加快^[12]。干旱胁迫的 4~6 d,勋章菊叶片的叶绿素 a、b 及总量都少量上升,这可能是由于土壤干旱,造成勋章菊叶片失水,而叶绿素的浓度则相应增加导致。干旱胁迫 6~10 d,叶绿素 a、b 及总量都持续下降,由于叶绿素分解量大于叶绿素浓度的相

应增加量。复水 2 d 后勋章菊叶片叶绿素含量继续下降,说明叶片的叶绿素恢复能力相对于其它指标来说比较缓慢。

表 1 干旱胁迫对勋章菊叶片光合色素含量的影响

色素	干旱胁迫天数/d						复水后 2 d
	0	2	4	6	8	10	
叶绿素 a	0.950	0.913	0.687	0.850	0.832	0.708	0.384
叶绿素 b	0.315	0.375	0.271	0.335	0.309	0.303	0.126
叶绿素 a+b	1.265	1.288	0.958	1.185	1.141	1.011	0.600
类胡萝卜素	1.689	1.469	1.140	1.591	1.734	2.219	0.938



图 6 干旱处理 4 d



图 7 干旱处理 6 d

3 讨论

植物的抗旱能力是一种复合性状,是从植物的形态解剖构造、水分生理生态特征及生理生化反应到细胞、光合器官及原生质结构特点的综合反映^[13]。仅用一个抗旱指标很难说明问题,只有采用多指标综合评价,才能比较客观的反映植物的抗旱性。该试验分析了干旱胁迫下勋章菊 8 个生理指标的变化。

研究抗旱性时观赏性的维持也是重要因素,从研究结果来看,自然干旱 4 d 时基本对勋章菊的观赏性没有影响(图 6),干旱胁迫 6 d 时勋章菊的叶片开始萎蔫但是花朵依然很鲜艳(图 7)。一般情况下园林绿化的养护工作中,每 1~2 d 都会对草本花卉浇水 1 次。所以,对于能够承受 1 周以上不浇水的勋章菊来说,在应用上没有破坏观赏性,况且园林绿化中的勋章菊直接用于花台、花境时,地面土壤中的含水量比花盆中的含水量更加充足,这样更加充分的为勋章菊的应用提供了可行性。

研究结果表明,随着水分胁迫天数的增加,勋章菊体内脯氨酸含量显著增长,即产生大量的脯氨酸抵御外界环境伤害。Singh 等研究表明,植物体内游离脯氨酸积累与品种的抗旱性呈正相关,因而他们认为叶片缺水时,累积脯氨酸数量的多少可以作为作物抗旱的指标^[15]。王子凤等在研究鸢尾属 6 种植物在干旱胁迫中脯氨酸的积累情况可以看出,抗旱性最弱的鸢尾脯氨酸的积累量和抗旱性强的德国鸢尾积累量都差不多^[16]。樊国华等在研究不同草莓品种对水分胁迫的响应时认为,抗旱性最弱的“大将军”品种,其脯氨酸的积累量最

少,而抗旱性强的“欧宝”积累量最多,草莓脯氨酸的积累量和幼苗的抗旱性呈正相关^[17]。李造哲对 10 种苜蓿品种幼苗抗旱性的研究表明,游离脯氨酸含量与苜蓿品种的抗旱性呈负相关^[18]。由此可见,脯氨酸作为抗旱性生理指标目前争议很大。该试验的结果一方面表明了几个抗旱性生理指标具有高度的一致性,另一方面也证明勋章菊受干旱胁迫时脯氨酸的积累和变化较为敏感。因此,植株的脯氨酸可以作为勋章菊受干旱程度及测定抗旱性的生理指标。在干旱胁迫下,丙二醛的含量到 6 d 已经很大,而在膜透性上还没有表现出来。丙二醛是膜脂过氧化的重要产物,MDA 从膜上释放后,可以与蛋白质、核酸反应,改变这些大分子的构型,或使之产生交联反应,从而丧失功能;同时还可使纤维素分子间的桥键松弛,或抑制蛋白质的合成。因此,MDA 的积累可以对膜和细胞造成一定的伤害,所以其含量的变化可以反映出细胞膜的受损程度^[19]。由此可见,勋章菊的细胞膜透性在胁迫 6 d 就开始出现一定程度的损伤,然后在 6~10 d 丙二醛的高含量积累持续伤害着细胞膜,导致勋章菊叶片的相对电导率不断的提高。

综上所述,勋章菊在 6 d 不浇水时,许多生理指标都没有明显的变化,观赏价值也没有遭受到很大的破坏。因此,勋章菊在苏州地区的景观应用具有可行性。

参考文献

- [1] Magee A R, Boatwright J S, Mucina L. *Gazania lanata* and *G. splendissima*: Two new species of Asteraceae (tribe Arctotideae) from the Greater Capensis, with an updated key for the genus[J]. South African Journal of Botany, 2010, 76(2): 279-284.
- [2] 李锦馨. 地被菊地栽抗旱性试验研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(36): 15974-15976.
- [3] 芦建国, 武涛, 武翠红. 园林地被植物抗旱机理研究[J]. 中国园林, 2007(11): 78-82.
- [3] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4] 张宪政. 植物叶绿素含量测定—丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学, 1986(3): 26-28.
- [5] 王巍伟. 新引进木槿品种的抗旱性评价[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.
- [6] 胡学俭. 10 树种苗期抗旱特性及抗旱评价指标体系的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2005.
- [7] 王晶英, 赵雨森, 王臻, 等. 干旱胁迫对银中杨生理生化特性的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 197-200.
- [8] YE C J, ZHAO K F. Effects of adaptation to elevated salinity on some enzymes' salt tolerance in vitro and physiological changes of eelgrass [J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(3): 788-794.
- [9] GONG H J, CHEN S M, GAO Y S, et al. Antioxidant system in two ecotypes of reed (*Phragmites communis*) leaves from different habitats[J]. Acta Bot. Boreal. Occident. Sin., 2004, 24(1): 193-198.
- [10] 赵玲, 马向丽, 邓祥升. 干旱胁迫对草地早熟禾抗旱生理的影响[J]. 草业与畜牧, 2009(6): 37-41.
- [11] 李娟. 两种杜鹃花的土壤干旱胁迫研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2009.
- [12] Prakash M, Ramachandran K. Effects of moisture stress and anti-transpirants on leaf chlorophyll[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2000, 184(3): 153-156.
- [13] 李吉跃. 植物耐旱性及其机理[J]. 北京林业大学学报, 1991, 13(3): 92-97.
- [14] 孙国荣, 张睿. 干旱胁迫下白桦实生苗叶片的水分代谢与部分渗透调节物质的变化[J]. 植物研究, 2001, 21(3): 93-95.
- [15] Singh T N. Proline accumulation and variety adaptation to drought in barley; a potential metabolic measure of drought resistance [J]. Nature New Biology, 1972, 236(67): 188-190.
- [16] 王子凤. 鸢尾属 6 种植物对干旱胁迫的响应[D]. 南京: 南京林业大学, 2009.
- [17] 樊国华. 不同草莓品种对水分胁迫过程的响应特性[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2008.
- [18] 李造哲. 十种苜蓿品种幼苗抗旱性的研究[J]. 中国草地, 1991(3): 1-3.
- [19] 姜英淑, 陈书明, 王秋玉, 等. 干旱胁迫对 2 个欧李种源生理特征的影响[J]. 林业科学, 2009, 45(6): 6-10.

Study on Physiological Responses of *Gazania rigens* L. Under Nature Drought Stress

LI Ye-feng, WANG Ning, WANG Cai-chen, SHENG Ya-dan, LU Xiao-ping

(Gold Mantis School of Architecture and Urban Environment, Soochow University, Soochow, Jiangsu 215123)

Abstract: With *Gazania rigens* L. introduced in Japan as material, the contents of Pro and MDA, electrical conductivity rate, chlorophyll content and the content of soluble protein in leaves were measured under drought stress. The results showed that with the prolonging of drought stress time, the content of Pro obviously rised, the content MDA and electrical conductivity rate showed slowly rising trend, cell membrane became bigger. Chlorophyll, Chlorophyll a, Chlorophyll b, carotene contents decreased firstly, then increased, at last decreased again. After Pot-cultivating *Gazania rigens* L. did not water for 10 days then water. They still growing very well. Above showed that *Gazania rigens* L. had a strong fighting against drought. Those provided the design with *Gazania rigens* L. had a low cost a scientific evidence.

Key words: *Gazania rigens* L.; drought stress; physiological indexes