

PEG-6000 模拟干旱胁迫对并头黄芩幼苗生理特性的影响

岳 桦, 张文娟

(东北林业大学 园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要:以并头黄芩幼苗为试材,研究了不同质量浓度(10%、20%、30%)聚乙二醇 6000(PEG-6000)溶液对并头黄芩 5 个生理指标的影响,以评价其抗旱能力。结果表明:质量浓度为 20%、30%的PEG-6000分别胁迫 20 h 后,并头黄芩失去观赏价值;叶片相对含水量和细胞膜透性与胁迫程度呈正相关,复水后 30%PEG-6000处理下叶片含水量与细胞膜透性无法恢复正常水平;丙二醛含量随胁迫时间延长而积累,30%浓度PEG-6000在 20 h 达到峰值,质膜受损伤程度最大;胁迫 12 h 保护酶系统清除活性氧自由基抵抗干旱胁迫,超氧化物歧化酶(SOD)活性在 12 h 达到峰值后不断下降,30%降幅最大,复水后难以恢复;并头黄芩通过自身调节能够适应质量浓度 20%、30%的PEG-6000胁迫 12~16 h,有一定的抗旱能力。

关键词:并头黄芩;PEG-6000;干旱胁迫;生理特性

中图分类号:S 601 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)12-0065-04

并头黄芩(*Scutellaria scordifolia* F.)属唇形科多年生草本植物,又名头巾草,分布于我国内蒙古、黑龙江、河北、山西、青海等地,俄罗斯、蒙古、日本也有分布。其基部粗 1~2 mm,常带紫色。花淡紫色,2 朵并生^[1]。在城市绿化中节水、耐旱的多年生草本植物具有低维护属性,是重要花卉资源,尤其是当地野生资源,具有抗寒性,应用性更为重要。并头黄芩植株矮小、花期长可用作园林绿化的丛植、花坛、花境、野花混植及地被等应用形式。目前关于并头黄芩对不同干旱生境适应能力的综合评价尚缺乏系统的研究,因此,该试验对其幼苗采用PEG-6000模拟干旱胁迫进行研究,旨在为野生花卉的引种栽培以及进一步在园林中应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以在 2011 年 8~9 月采集的黑龙省野生并头黄芩植株的种子为供试材料,于 2012 年 3 月播种于黑龙江省哈尔滨市东北林业大学园林学院温室中。2012 年 5 月移植到盆中生长 1 个月后,挑选高 15~18 cm,规格统一的幼苗 100 株,平均分成 4 组,每组 25 株备用。

1.2 试验方法

2012 年 6 月 2 日,将并头黄芩幼苗用清水洗去根部泥土,移入 50 mm 锥形瓶中,进行无土栽培。在试验室

适应 3 d 后,将其蒸馏水倒掉,换入不同浓度的 PEG-6000 溶液,对幼苗进行模拟干旱胁迫处理。设置 10%、20%、30% 3 个PEG-6000溶液质量浓度以蒸馏水为对照 CK,室内环境条件恒定,平均温度 23.5℃,平均湿度 49%。分别于试验开始 0、4、8、12、16、20 h 后取成熟叶片进行生理指标测定。设 3 次重复,胁迫 20 h 后复水,复水后 48 h 采样进行相同指标测定。

1.3 项目测定

形态特征影响采用萎蔫指数评价法^[2],植物不同的萎蔫指数划分为 5 个等级:0 级:植株挺直,叶片自然鲜绿有光泽,饱满坚挺;1 级:叶片开始萎蔫,下垂,质地变软,无光泽;2 级:叶缘微卷,叶色减淡,失去光泽;3 级:叶片干硬卷曲,边缘变黄,叶片失水,枝下垂;4 级:全部叶片卷曲下垂,叶色变黄,叶片干枯,未脱落。叶片相对含水量和质膜相对透性参照郝建军等^[3]的方法测定;丙二醛(MDA)含量参照刘祖祺^[4]的方法测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性参照李合生^[5]的方法测定。每项试验 3 次重复,取平均值。

1.4 数据分析

试验数据均采用 Excel、SPASS 17.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度PEG-6000干旱胁迫对并头黄芩幼苗形态特征的影响

并头黄芩能否作为园林绿化的丛植、花坛、花境、野

第一作者简介:岳桦(1962-),女,硕士,教授,硕士生导师,研究方向为园林植物资源与应用。E-mail:yuehua0123@126.com.

收稿日期:2013-01-16

花混植及地被等,干旱情况下植株的整体观赏特性是园林应用的标准之一。

不同浓度PEG-6000干旱胁迫处理后,并头黄芩实生幼苗的形态特征发生了变化,随着胁迫时间的延长和PEG-6000浓度的升高,枝叶的萎蔫指数不断上升。20%和30%浓度的PEG-6000模拟干旱胁迫的幼苗在4 h时萎蔫指数达到了1级。10%、20%和30%的PEG-6000浓度处理下植株明显表现出失水萎蔫的时间分别为16、12和8 h,此时萎蔫指数达到2级。对照组植株在16 h后出现萎蔫现象,到20 h达到1级萎蔫指数;10%PEG-6000胁迫16 h后达到2级萎蔫程度后保持不变;20%和30%处理下,同时在20 h达到3级、4级萎蔫指数,失去观赏价值。萎蔫指数与胁迫时间呈极显著正相关($r^{**}=0.496$),与胁迫浓度也呈极显著正相关($r^{**}=0.715$,显著 $P<0.05$,极显著 $P<0.01$,下同)。表明PEG-6000质量浓度越高,植株形态受损越大,丧失观赏价值的时间越长。

2.2 不同浓度PEG-6000干旱胁迫对叶片含水量的影响

叶片相对含水量能反映植株体内水分状况与抗旱

能力的关系。由表1可知,并头黄芩实生幼苗叶片含水量随着胁迫时间的延长而降低,随着PEG-6000浓度的增大,含水量降低幅度增加。对照组的叶片含水量随着干旱胁迫时间的延长,变化幅度很小,仅为3.9个百分点。10%浓度的PEG-6000胁迫期间前8 h含水量下降的幅度很小,为8.26个百分点,在12、16和20 h下降幅度分别为14.17、19.40和27.81个百分点。20%浓度的PEG-6000胁迫期间,相对含水量在12~16 h期间下降幅度最大为13.98个百分点。30%浓度的PEG-6000胁迫下,叶片含水量在0~4 h期间下降幅度最大,为18.03个百分点。胁迫结束时对照组0、10%、20%、30%的叶片含水量与胁迫前相比,变化幅度分别为+1.38、-27.81、-36.45、-51.15个百分点。复水后,各组叶片含水量都略有回升,幅度分别为3.10、7.47、14.52和8.7个百分点,其中20%与复水前差异显著。结果表明,20%浓度的PEG-6000对并头黄芩叶片含水量影响最大,叶片含水量与胁迫时间、胁迫浓度均呈极显著负相关($r^{**}=-0.413$ 、 $r^{**}=-0.492$)。

表1 PEG-6000干旱胁迫对并头黄芩叶片相对含水量的影响

PEG-6000质量 分数/%	0 h	4 h	8 h	12 h	16 h	20 h	复水
CK	78.45±0.15	77.86±0.58	78.66±1.04	79.50±0.83	75.60±1.26	76.73±0.39	—
10	(78.45±0.15)a	(68.52±0.62)b	(70.19±0.19)ab	(64.28±0.84)b	(59.05±0.49)bc	(50.64±1.47)c	(58.11±0.72)bc
20	(78.45±0.15)a	(63.49±0.75)bc	(64.60±0.37)bc	(61.38±0.25)bc	(47.40±0.84)d	(42.00±0.49)d	(56.52±0.77)c
30	(78.45±0.15)a	(60.42±0.98)c	(55.13±1.06)c	(42.00±0.85)d	(37.69±1.21)de	(27.30±0.89)e	(36.01±0.59)de

注:同一行中不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。

2.3 不同浓度PEG-6000渗透胁迫对细胞膜相对透性的影响

植物细胞在受到干旱胁迫时最先被冲击的是膜系统。因干旱引起细胞内电解质外渗且膜损伤愈严重,离子渗出率愈高,导致组织外渗液电导率增加^[6]。由表2可知,随着胁迫时间的延长,并头黄芩的细胞膜透性逐渐增加,相对电导率升高。说明细胞膜受到不同程度损坏。随着PEG-6000浓度的增加,细胞膜透性伤害程度也随之增加。细胞膜透性与胁迫浓度呈极显著正相关($r^{**}=0.586$),与胁迫时间也呈极显著正相关($r^{**}=0.674$)。胁迫0~4 h各组电导率变化不显著,4~12 h

电导率均呈现缓慢上升的趋势,30%浓度的上升幅度最大,说明并头黄芩对不同浓度的PEG-6000渗透胁迫有一定的抗性,在胁迫初期植株体内自身的渗透调节发挥作用,维持体内代谢平衡,所以上升幅度很小。而胁迫到12 h后,各组不同浓度的PEG-6000渗透胁迫下,电导率上升速度加快,30%的PEG-6000胁迫下增幅达到116.53%。复水后各浓度电导率都有所下降,其中10%、20%与复水前下降幅度大。结果表明,10%、20%浓度的PEG-6000对并头黄芩相对电导率影响较小,复水后能恢复,30%处理下的植株细胞膜受损严重,不能恢复。

表2 PEG-6000干旱胁迫对并头黄芩细胞膜相对透性的影响

PEG-6000质量 分数/%	0 h	4 h	8 h	12 h	16 h	20 h	复水
CK	18.45±0.47	15.83±0.71	18.85±0.27	19.57±0.83	21.28±1.24	23.43±0.88	—
10	(18.45±0.47)a	(18.71±0.59)a	(24.16±0.96)ab	(29.52±0.74)b	(32.84±0.82)b	(44.70±1.37)c	(31.29±0.93)b
20	(18.45±0.47)a	(20.62±0.63)a	(28.04±0.38)b	(30.84±1.07)b	(40.90±0.55)c	(59.10±0.72)d	(34.61±1.35)bc
30	(18.45±0.47)a	(22.68±0.45)ab	(34.62±0.84)bc	(39.95±0.39)c	(74.91±2.35)e	(90.42±1.73)f	(74.33±0.88)e

2.4 不同浓度PEG-6000渗透胁迫对MDA含量的影响

丙二醛(MDA)是膜脂过氧化最终分解产物,其含量

可以反映植物遭受伤害的程度^[7]。由表3可知,并头黄芩在不同浓度的PEG-6000处理下,植物叶片内的丙二醛

表 3

PEG-6000干旱胁迫对并头黄芩 MDA 含量的影响

PEG-6000质量 分数/%	0 h	4 h	8 h	12 h	16 h	20 h	复水
CK	0.0104±0.0008	0.0109±0.0017	0.0117±0.0025	0.0142±0.0012	0.0152±0.0018	0.0149±0.0027	—
10	(0.0104±0.0008)a	(0.0113±0.0011)b	(0.0128±0.0009)c	(0.0152±0.0013)d	(0.0146±0.0015)d	(0.0171±0.0024)e	(0.0132±0.0012)cd
20	(0.0104±0.0008)a	(0.0121±0.0010)c	(0.0135±0.0021)cd	(0.0181±0.0029)f	(0.0176±0.0018)e	(0.0221±0.0024)g	(0.0157±0.0022)d
30	(0.0104±0.0008)a	(0.0134±0.0013)cd	(0.0189±0.0021)f	(0.0217±0.0032)d	(0.0198±0.0027)f	(0.0314±0.0019)gh	(0.0246±0.0021)g

含量呈现总体增加的趋势。叶片 MDA 含量与胁迫的时间、胁迫浓度呈极显著正相关($r^{**} = 0.297$ 、 $r^{**} = 0.726$)。在胁迫处理的前 8 h,各浓度胁迫下丙二醛含量显著增加,PEG-6000浓度从 10%~30%分别为对照组的 109.40%、115.38%和 161.54%。在 8~20 h 期间,丙二醛含量增加缓慢,说明在胁迫初期细胞质膜氧化程度较低,到胁迫 20 h 时,含量达到了最高值,浓度为 30% PEG-6000胁迫下,丙二醛含量最大,为对照组的 210.74%。复水后 30%PEG-6000处理下无法恢复。说明植物体内产生过量的自由基,造成质膜受损程度大,细胞膜不能恢复正常。

2.5 不同浓度PEG-6000渗透胁迫对 SOD 的影响

超氧化物歧化酶(SOD)在保护酶系统处于核心地位^[8]。SOD 主要功能是清除活性氧 O_2^- ,可以表示为: $2O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$ ^[9]。一般情况,干旱胁迫过程中

SOD 酶活性越高,抗逆性越强^[10]。由表 4 可知,并头黄芩体内 SOD 活性随着胁迫时间延长,总体呈现上升-下降-上升的趋势。0~12 h 时,SOD 活性逐渐增大,到 12 h 时,各浓度胁迫下 SOD 活性达到最大值,分别比对照增加了 17.44%、51.98%、89.53%。12~16 h 时,呈现下降趋势,在 16 h 达到最低值,分别为对照的 125.22%、114.65%、87.58%,30%浓度胁迫下降幅度最大。在 16~20 h,SOD 活性有所上升。复水后,活性略有升高,但幅度不大。SOD 活性与胁迫浓度以及胁迫时间均无显著相关性。结果表明,并头黄芩实生幼苗受到 PEG-6000干旱胁迫前 12 h 时,自身对外界干旱胁迫进行了一定的调节,体内 SOD 活性值上升,随后,受胁迫浓度和胁迫时间的延长,超过了自身的调节,叶片受到了一定程度的破坏,SOD 活性值急剧下降。复水后植物细胞受到的胁迫得到缓解。

表 4

PEG-6000干旱胁迫对并头黄芩 SOD 的影响

PEG-6000质量 分数/%	0 h	4 h	8 h	12 h	16 h	20 h	复水
CK	110.72±1.21	117.15±2.86	130.07±3.57	125.93±2.13	103.14±1.77	113.89±2.11	127.05±3.42
10	(110.72±1.21)a	(130.08±4.72)b	(118.23±2.85)a	(147.89±3.52)c	(129.15±2.77)b	(123.93±5.46)ab	(150.88±4.28)cd
20	(110.72±1.21)a	(140.25±3.16)cd	(143.78±3.74)c	(191.39±5.22)e	(118.25±2.48)a	(137.31±3.44)bc	(161.18±4.53)d
30	(110.72±1.21)a	(162.84±2.79)d	(158.11±5.22)cd	(238.67±7.58)f	(90.33±2.17)ag	(162.26±4.52)d	(174.78±5.27)de

3 结论

并头黄芩在不同浓度的PEG-6000模拟干旱胁迫试验中,实生幼苗形态和生理指标产生了不同程度的响应。10%浓度的PEG-6000处理对其伤害较小,植株可以通过自身的调节能力保持正常生长;质量浓度为 20%与 30%PEG-6000处理下 20 h 分别达到 3、4 级萎蔫程度,失去观赏特性。随着PEG-6000浓度的增大,胁迫时间的延长和胁迫强度加大,10%、20%PEG-6000处理下幼苗叶片相对含水量下降缓慢,复水后基本恢复对照水平;30%PEG-6000处理快速下降,复水后难以恢复;细胞膜透性受到损害,相对电导率不断上升,复水后 10%处理的并头黄芩电导率恢复到对照组水平。干旱胁迫下体内产生过量的自由基,丙二醛含量不断上升,30%PEG-6000干旱胁迫造成质膜受损程度最大,复水后难以恢复。干旱胁迫 12 h 前,自身进行一定的调节,SOD 酶活性逐渐上升,12 h 后,30%PEG-6000浓度处理下 SOD 活性值快速下降,复水后未恢复对照水平。综合以试验及复水后的恢复情况,并头黄芩幼苗在轻度干旱胁迫(10%PEG-6000)情况下有一定的适应能力,复水后可

以恢复生长;较重度干旱胁迫(20%PEG-6000)情况下幼苗受到伤害,复水后部分可以恢复生长;而重度干旱胁迫(30%PEG-6000)对幼苗有不可逆转的伤害。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 14 卷. 北京: 科学出版社, 1980: 232-233.
- [2] 岳桦, 孙笑丛. PEG-6000渗透胁迫对对开蕨生理特性影响[J]. 北方园艺, 2011(1): 91-94.
- [3] 郝建军, 康宗利. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [4] 刘祖祺. 植物抗性生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 84-195.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134-137, 167-168.
- [6] 刘学友. 植物水分逆境生理[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [7] 文建成, 陈学宽, 符菊芬, 等. 质膜透性与丙二醛(MDA)含量的变化评价甘蔗品种抗旱性初探[J]. 亚热带农业研究, 1998, 5(3): 1-5.
- [8] 黄升谋. 干旱对植物的伤害及植物的抗旱机制[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(22): 10370-10372.
- [9] 时忠杰, 胡哲森, 李荣生. 水分胁迫与活性氧代谢[J]. 贵州大学学报, 2002, 21(2): 140-145.
- [10] 潘秋红, 赖杭桂, 陈晓敏, 等. Ca^{2+} 对水分胁迫条件下芒果叶片膜脂过氧化及膜保护系统的影响[J]. 热带作物学报, 2000, 21(2): 30-36.

春兰属植物表型性状的多样性研究

张韶伊, 范义荣, 褚 怡, 孙玉芬, 宁惠娟

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

摘 要:以 10 个春兰属品种为试材, 对其 16 个数量性状指标进行了方差分析、相关性分析和聚类分析; 对其 10 个质量性状进行概率分布分析。结果表明: 春兰属植物种内的形态性状变异较小, 大部分质量性状表现较稳定, 数量性状变异较小; 种间的形态性状有一定的变异, 数量性状上个别表现明显, 质量性状表现一致性较高, 并且各形态性状间也存在一定的相关性。通过聚类分析表明, 16 个数量性状可被聚为 2 类。

关键词:春兰属; 表型性状; 多样性指数; 相关性

中图分类号:S 326 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)12-0068-05

中国兰主要是兰属(*Cymbidium*)的地生兰, 是兰科家族中独特的种属, 为我国传统名花, 高雅幽香, 具有很高的观赏价值和经济价值^[1]。清代的朱克柔的《第一香记》载: “春兰之香最醇, 幽香清远, 馥郁袭衣, 一枚在室, 满屋飘香”。可见春兰之香可作为兰花香的代表。春兰

株形小巧秀美, 花态丰富灵巧, 习性耐寒耐热, 可谓是集众花优点于一身^[2]。目前, 国内外学者对春兰的遗传多样性研究较少。现以 10 种春兰品种的表型性状为研究对象, 通过对春兰植株、叶片、花瓣、萼片等 16 个数量性状和 10 个质量性状的多样性研究, 旨在检测不同春兰品种种内和种间的表型性状的变异程度和变异规律, 从表型性状水平上揭示春兰的遗传多样性, 以期为其遗传育种和合理利用提供依据, 同时也为选育出性状优良的新品种提供广阔的空间。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为浙江农林大学园林学院温室的 10 个春

第一作者简介:张韶伊(1986-), 女, 硕士研究生, 研究方向为园林植物应用与遗传育种。E-mail: 973056678@qq.com.

责任作者:宁惠娟(1980-), 女, 博士, 讲师, 研究方向为园林植物遗传育种。E-mail: 85571093@qq.com.

基金项目:浙江省科技厅重大资助项目(2009C12087); 浙江省科技厅重点科技创新团队子课题资助项目(2009R50034)。

收稿日期:2013-01-21

Effect of Drought Stress Simulated by PEG-6000 on Physiological Characteristics of *Scutellaria scordifolia* F. Seedling

YUE Hua, ZHANG Wen-juan

(College of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract: Using seedling of *Scutellaria scordifolia* F. as materials, the effect of drought stress by different mass concentrations(10%, 20% and 30%) of PEG-6000 on five physiological characteristics of *Scutellaria scordifolia* F. were studied, and its drought resistance was evaluated. The results showed that *Scutellaria scordifolia* lost ornamental value after 20 hours of stress by 20% and 30% PGE, respectively. Leaf relative water content and cell membrane permeability correlate with stress positively, that could not be restored to normal levers after again water. MDA content accumulated stress prolonging, that concentration of 30%PEG-6000 reached the top at 20 hours. Membrane suffered huge damage. At 12 hours the protective enzyme system to scaveng oxygen free radicals resist drought stress. SOD activity reached its peak in the 12 hours than declining. 30% of PEG-6000 had the largest decline, it was difficult to recover after rewatering. The results showed that *Scutellaria scordifolia* had a strong ability to resist drought stress, and it was able to adapt to 16~20 hours of stress by 20% and 30%PEG-6000 through self-regulation.

Key words: seedling of *Scutellaria scordifolia* F. ; PEG-6000; drought stress; physiological characteristics