

聚乙二醇模拟干旱胁迫对兔儿伞生理特性的影响

岳 桦, 石喜梅

(东北林业大学 园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要:以大庆市干旱草原移植的兔儿伞为试材,在室内模拟干旱条件下,研究了不同质量分数(10%、20%、30%)的聚乙二醇 6000(PEG-6000)溶液对兔儿伞形态、叶片相对含水量、细胞膜透性、超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响,以期评价兔儿伞的抗旱能力。结果表明:质量分数为10%、20%和30%的PEG-6000胁迫40 h后,兔儿伞的形态均受到不同程度损害,质量分数为20%、30%的PEG-6000分别胁迫24、16 h后,兔儿伞逐渐失去观赏价值;随着PEG-6000质量分数的增加和胁迫时间的延长,兔儿伞叶片相对含水量持续下降,复水后各处理均有7%~10%幅度的上升;细胞膜透性与胁迫程度呈极显著正相关,复水后各处理均有3%~7%幅度的上升;PEG-6000质量分数为10%、20%、30%处理的SOD活性在胁迫32、16、24 h时达到最大值,说明兔儿伞在受到干旱胁迫伤害时,具有能有效清除超氧离子以抵御干旱胁迫的能力。

关键词:兔儿伞;PEG-6000;干旱胁迫;生理指标

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)11-0056-04

兔儿伞(*Syneilesis aconitifolia*)属菊科兔儿伞属多年生草本植物,生于山坡荒地、林缘和路旁^[1]。兔儿伞株丛茂密、叶形奇特、花朵繁多、花期长,其幼苗和嫩叶均可食用,全株可入药,兼具观赏、经济和药用价值^[2]。兔儿伞抗逆性强,管理粗放,但是截至目前在城市绿化中应用很少,这与人们的认识程度和资源的有限性有很大关系。为了适应日益干旱的生态环境,节约用水,对抗旱品种的培育及植物抗旱性的研究愈发重要。

聚乙二醇(PEG-6000)作为一种高分子渗透剂,可以人为的限制水分进入种子的速率,从而控制种子的吸水速率和发芽进程。目前,实验室条件下大多采用PEG-6000高渗溶液来模拟干旱胁迫,该方法具有简单易行、条件容易控制、重复性好、试验周期短等诸多优点,已被广泛应用到蔬菜、花卉、农作物及林木等多种植物苗期抗旱性的早期鉴定。现以大庆市干旱草原移植的兔儿伞为试材,在室内模拟干旱条件下,研究了不同质量分数(10%、20%、30%)的聚乙二醇 6000(PEG-6000)溶液对兔儿伞形态、叶片相对含水量、细胞膜透性、超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响,以期评价兔儿伞植株的耐旱能力,同时为兔儿伞城市园林绿化应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2011年6月引种于大庆干旱草原阳生生境的多年

生兔儿伞植株。引种后栽植于东北林业大学苗圃,进行正常田间管理。2012年7月,在苗圃地中选取长势良好、株高一致(40 cm左右)、无病虫害的植株80株,平均分成4组,每组20株。

1.2 试验方法

分别随机采取各处理下的叶片,用蒸馏水洗净,再用滤纸擦干后用保鲜膜包裹,待测。PEG-6000胁迫处理:7月5日,将80株兔儿伞植株于苗圃中挖出,用清水洗去根部泥土,移入装有蒸馏水的500 mL锥形瓶中进行无土栽培。适应5 d后,再将其移入不同浓度的PEG-6000溶液中进行模拟干旱胁迫处理。设3个PEG-6000浓度为处理梯度:10%、20%和30%,以蒸馏水为对照,室内试验环境条件较为恒定,平均温度为28℃,平均湿度为53%。处理开始后分别于0、8、16、24、32和40 h后取叶片进行生理指标测定,每个处理设3次重复,胁迫40 h后复水,并于复水后72 h采样测定相同指标,观察其恢复情况^[3]。

1.3 项目测定

生理指标的测定:形态指标采用萎蔫指数评价法进行测定;叶片相对含水量采用烘干法测定^[4];细胞膜透性采用电导率法测定^[5-6];超氧化物歧化酶(SOD)活性采用淡蓝四唑(NBT)法测定^[7-8]。

1.4 数据分析

所有试验数据采用Excel和Spss17.0进行统计分析。

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

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对兔儿伞形态指标的影响

根据干旱胁迫过程中兔儿伞植株形态的总体变化特征观察,将植物的萎焉指数划分为5个级别。0级:植株株型整齐,叶片自然外展,叶片鲜绿,饱满坚挺;1级:叶片开始萎焉,质地变软,嫩叶下垂;2级:成叶开始下垂,叶缘变软微卷,叶色减淡;3级:叶片黄绿色,叶片失水,叶缘干枯;4级:叶片严重卷曲下垂,叶色发黄,叶片干枯。兔儿伞能否作为园林花卉应用于园林绿化和干旱性园林建设中,其在干旱情况下的植株的观赏特性是选择标准之一。由图1可知,不同质量分数的PEG-6000胁迫处理后,兔儿伞的形态变化为:CK处理在胁迫0~40 h均为0级;PEG-6000质量分数为10%、20%、30%处理的植株,8 h时20%和30%都达到1级萎焉指数。10%、20%和30%处理下的植株达到2级萎焉指数所需要的时间分别是32、24和16 h。20%和30%处理下的植株,40 h时达到3级、4级萎焉指数,10%胁迫40 h后只达到2级萎焉。复水后,10%、20%和30%处理下的植株形态没有明显变化。结果表明,不同浓度PEG-6000胁迫开始后,兔儿伞植株的形态均发生变化,并随干旱胁迫时间的延长,萎焉指数上升,随着PEG-6000浓度的升高,其萎焉指数上升加快。萎焉指数与胁迫时间呈极显著正相关,与胁迫浓度也呈极显著正相关。

2.2 干旱胁迫对兔儿伞叶片相对含水量的影响

叶片相对含水量反映了植物体赖以生存的水分状况。由表1可知,PEG-6000处理下的植株在0~8 h叶

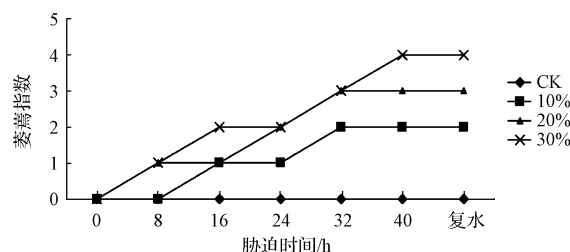


图1 PEG-6000 干旱胁迫对兔儿伞形态的影响

Fig. 1 Effects of PEG-6000 drought Stress on the forms of *Syneilesis aconiti folia*

片的含水量下降较快,且随着PEG-6000质量分数的增加,下降幅度增大,降幅为6%左右,差异显著,说明兔儿伞对干旱较敏感;PEG-6000处理下的植株在8~40 h叶片的含水量下降的幅度减小,相较而言,不同PEG-6000质量分数处理下的植株,其相对含水量的降幅10%<20%<30%,40 h时达到最低,与对照相比,差异显著,降幅分别为11%、16%、22%左右。复水后(72 h时),PEG-6000处理下的植株叶片含水量均有上升,与复水前相比,差异显著,但其叶片含水量未达到对照水平。结果表明,不同PEG-6000浓度处理下,兔儿伞叶片含水量均随干旱胁迫时间的延长而降低,随着PEG-6000浓度增大,降低幅度增大。PEG-6000质量分数为30%时,对兔儿伞叶片相对含水量影响最大,兔儿伞叶片相对含水量与PEG-6000的质量分数、胁迫时间均呈极显著负相关。

表1 PEG-6000 干旱胁迫对兔儿伞叶片相对含水量的影响

Table 1 Effects of PEG-6000 drought stress on the leaf relative water content of *Syneilesis aconiti folia*

PEG-6000 质量 分数/%	0	8	16	24	32	40	复水
CK	76.01±0.93	80.40±1.17	78.72±0.67	76.22±0.17	78.16±0.53	78.01±0.38	77.91±1.57
10	76.01±0.93d	70.74±0.26c	68.86±1.36b	68.10±0.41b	67.90±1.12b	65.33±0.92a	72.19±0.39c
20	76.01±0.93e	70.07±1.47d	71.22±0.60d	65.39±2.60c	63.12±0.13b	60.07±1.61a	70.80±0.28d
30	76.01±0.93g	68.13±0.25f	65.35±0.19e	60.20±0.38c	59.11±0.39b	54.63±0.48a	62.97±1.26d

注:表中数据为平均值±标准误;同一行中不同小写字母为差异显著($P<0.05$)。下同。

2.3 干旱胁迫对兔儿伞细胞膜透性的影响

细胞质膜透性可以从一定程度上反映原生质膜受伤害程度大小,即受伤害程度大的质膜透性上升也大,导致组织渗出液相对电导率增加^[4]。膜透性增大的程度与逆境胁迫强度有关,也与植物抗逆性的强弱有关。由表2可以看出,随着PEG-6000胁迫时间的延长,兔儿伞的细胞膜透性逐渐增加,电导率升高;随PEG-6000质量分数的增加,细胞膜透性的伤害程度也随之增加。说明细胞膜透性的变化与胁迫时间和PEG-6000质量分数呈极显著正相关。PEG-6000溶液胁迫下,0~16 h电导率上升速度快,增幅大于5%,差异显著,说明细胞膜结构受到了一定程度的损坏;16~40 h电导率上升的速度减慢,幅度逐渐降低,说明随干旱胁迫时间的延长,植物本身的渗透调节发挥了作用,在一定程度上减弱了干旱

对细胞膜透性的伤害。复水后,电导率均有所下降,但未恢复到对照水平,差异显著,说明植物原生质膜受伤害后,短期内不可完全恢复。结果表明,随着胁迫时间的延长和PEG-6000浓度的增大,兔儿伞细胞膜透性也随之增加,植株本身受到了一定的伤害,及时复水,可以缓解这种伤害,但无法恢复到原始水平。

2.4 干旱胁迫对兔儿伞SOD活性的影响

目前普遍认为干旱破坏了植物细胞内活性氧产生和清除的动态平衡,超氧化物歧化酶(SOD)在细胞受到干旱胁迫损害时,能有效清除超氧离子,防御细胞膜脂受损,同时还可减少丙二醛(MDA)的增生^[5]。SOD活性随胁迫时间的延长,总体呈现先升高后下降的趋势。各浓度胁迫下,其峰值点不一致。由表3可以看出,质量分数为10%的PEG-6000胁迫下,兔儿伞SOD的活性在

表 2

PEG-6000 干旱胁迫对兔儿伞细胞膜透性的影响

Table 2

Effects of PEG-6000 drought Stress on the membrane permeability of *Syneilesis aconitifolia*

PEG-6000 质量 分数/%	0	8	16	24	32	40	复水
CK	37.49±1.73	35.63±3.25	46.10±1.39	39.42±2.91	43.13±1.46	37.00±4.21	42.27±2.07
10	37.49±1.73a	42.75±1.28a	52.16±0.21b	54.61±3.17bc	57.33±2.25c	61.41±2.28d	54.52±2.92bc
20	37.49±1.73a	46.15±1.94b	51.38±1.84bc	52.56±3.18c	60.21±2.79d	63.17±3.44d	46.11±4.07b
30	37.49±1.73a	47.93±1.51b	55.34±4.53c	57.34±2.31c	64.13±1.87d	69.37±2.75d	66.36±5.82d

表 3

PEG-6000 干旱胁迫对兔儿伞 SOD 活性的影响

Table 3

Effects of PEG-6000 drought Stress on the SOD activity of *Syneilesis aconitifolia*

PEG-6000 质量 分数/%	0	8	16	24	32	40	复水
CK	92±3.21	108±7.93	101±5.09	98±10.16	93±3.57	103±2.91	94±9.16
10	92±3.21a	137±6.19b	147±7.47c	128±4.10b	187±8.81d	163±2.09c	172±12.09c
20	92±3.21a	125±6.45b	168±14.02d	156±4.52cd	148±13.70c	139±6.45c	159±12.54d
30	92±3.21a	167±5.36c	157±13.24c	206±6.41e	197±5.12de	142±9.33b	187±17.88d

0~16 h 时间段增强,在 16~24 h 时间段活性降低,于 24 h 降至最低点 128 U/g,随后又呈现明显上升趋势,于 32 h 时活性达到最大值,为 187 U/g;质量分数为 20% 的 PEG-6000 胁迫下,兔儿伞 SOD 的活性在 0~16 h 时间段内增强,达到最大值,为 168 U/g,在 16~40 h 时间段活性降低,差异不显著。质量分数为 30% 的 PEG-6000 胁迫下,兔儿伞的活性在 0~8 h 活性增强,8~16 h 时间段内活性缓慢下降,16~24 h 活性呈现明显上升趋势,于 24 h 时达到最大值,为 206 U/g,随后活性又开始下降;复水后,PEG-6000 胁迫下的兔儿伞 SOD 活性呈现上升趋势,72 h 时,在质量分数为 10%、20%、30% 的 PEG-6000 胁迫下,兔儿伞 SOD 的活性分别为对照的 183%、169%、199%。结果表明,SOD 活性的增强与胁迫时间和 PEG-6000 质量分数呈极显著正相关。

3 结论

PEG-6000 模拟干旱胁迫兔儿伞试验中,3 个梯度 PEG-6000 胁迫均对兔儿伞植株产生了伤害作用。兔儿伞在不同质量分数的 PEG-6000 胁迫下,植株形态和生理指标均受到了不同程度的影响。相较而言,质量分数为 10% 的 PEG-6000 胁迫对兔儿伞的伤害最小,在此浓度下,兔儿伞可通过自身调节能力保持相对正常生长状态,质量分数为 20%、30% 的 PEG-6000 胁迫时,随着胁迫时间的延长,受到的伤害也越来越大。兔儿伞经质量分数为 10%、20% 和 30% 的 PEG-6000 处理后,植株分别于 32、24 和 16 h 后开始逐渐失去观赏性。随着 PEG-6000 浓度的增加和胁迫时间的延长,兔儿伞叶片的相对

含水量呈递减趋势;相对电导率呈递增趋势;SOD 活呈先递增后下降的趋势;复水后,均有恢复现象。综合比较 4 个评价指标以及复水后的恢复情况,兔儿伞在轻度干旱胁迫(PEG-6000 10%~20%)下,0~24 h 时间段内具有自我调节能力,而重度干旱胁迫(PEG-6000 30%)下 0~16 h 时间段内具有自我渗透调节能力,随着胁迫时间的延长,对植株具有不可逆的伤害。结果表明,兔儿伞对干旱胁迫具有一定的适应能力,植株具有较强的抗旱性。

参考文献

- [1] 中科院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 第 77 卷,第 1 分册. 北京:科学出版社,1999:90-91.
- [2] 吴素珍,李加林,陈水亲. 兔儿伞中总黄酮及微量元素含量测定[J]. 中成药,2009,31(9):1468-1470.
- [3] 岳桦,孙珊珊,李玉珠. PEG 模拟干旱胁迫对玉竹生理特性的影响[J]. 东北林业大学学报,2012,40(5):43-45.
- [4] 王曙光,周福平,孙黛珍. 渗透胁迫对六倍体小黑麦幼苗叶片相对含水量的影响[J]. 山西农业科学,2007,35(8):3-5.
- [5] 贾广云,张博,王玉祥,等. NaCl 胁迫对苦马豆种子萌发的影响及生理效应[J]. 中国农学通报,2009,25(8):181-184.
- [6] 郝建军,康宗利,于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [7] 李柏林,梅慧生. 燕麦叶片衰老与活性氧代谢的关系[J]. 植物生理学报,1989,15(1):6-12.
- [8] 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.
- [9] 黄祥富,蒋明兰,廖军. PEG 渗透对苦瓜种子活力和膜脂过氧化的影响[J]. 种子,1999(2):7-8.
- [10] 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.

Effects of Drought Stress Simulated by PEG-6000 on Physiological Characteristics of *Syneilesis aconitifolia*

YUE Hua, SHI Xi-mei

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

栽培基质对郁金香鳞茎形态发育及还原糖含量的影响

梁悦萍, 唐道城

(青海大学 高原花卉研究中心, 青海 西宁 810016)

摘 要:以郁金香品种“Apeldoorn”鳞茎为试材,以栗钙土、草炭、河沙为栽培基质,研究了6种不同配比的栽培基质对郁金香新鳞茎周径、干重、含水量及还原糖含量的影响。结果表明:在郁金香新鳞茎生长发育过程中,干重和周径表现为缓-快-缓的变化趋势;齐苗后前4周含水量缓慢上升,之后逐渐下降,以50%栗钙土+30%草炭+20%河沙下降幅度最大,达到14.9%,以河沙下降幅度最小,为11.6%;齐苗后前6周还原糖含量变化缓慢,6~8周急剧增加,在齐苗后第8周出现1个峰值,之后又迅速下降,其中以50%栗钙土+30%草炭+20%河沙下降幅度最小,为2.53 mg/g FW。

关键词:郁金香;栽培基质;周径;干重;含水量;还原糖

中图分类号:S 682.2⁺63 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)11-0059-03

郁金香是具有地下鳞茎的多年生草本植物,中亚为其分布中心。目前,国内外对郁金香生长发育的影响因素报道较多。不同的栽植时间、栽植后温度、湿度、光照、营养供应等均对郁金香生长发育有很大影响^[1-8]。同的郁金香品种所需要的最适生长温度也有所不同^[9]。栽培基质的组成和特性也是决定其生长发育、产

量和品质的主要因素^[10-13]。郁金香鳞茎的生长发育伴随着复杂的生理变化,其中还原糖的变化体现了碳水化合物的供应及转化,其它碳水化合物也可水解生成还原糖^[14]。现以郁金香为试材,通过研究其生长过程中鳞茎形态特征及还原糖含量的变化,旨在探求不同栽培基质对郁金香鳞茎生长发育期间水分消耗及糖分转化的影响,以期为郁金香的种球繁育及膨大提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以郁金香品种“Apeldoorn”周径6~8 cm的鳞茎为试材,单球重8.9 g/粒;以不同配比的6种基质进行盆栽试验,6种基质配比分别为栗钙土、河沙、草炭、栗钙土:河沙=1:1、栗钙土:草炭=1:1、栗钙土:草炭:河沙=5:3:2。栽培基质的理化性质见表1。

第一作者简介:梁悦萍(1986-),女,硕士研究生,研究方向为园林植物栽培生理。E-mail:yueping0520@163.com.

责任作者:唐道城(1954-),男,硕士,教授,博士生导师,现主要从事花卉遗传育种与栽培生理等研究工作。E-mail:tangdaocheng6333@163.com.

基金项目:国家科技部资助项目(2009GJG20047);西宁市政关资助项目(2009-G-01)。

收稿日期:2013-01-17

Abstract: Taking *Syneilesis aconitifolia* transplanted from arid grassland habitats of Daqing as test materials, the influence of different mass concentrations (10%, 20% and 30%) of PEG-6000 osmotic stress on *S. aconitifolia*'s forms, leaf relative water content, membrane permeability and superoxide dismutase (SOD) activity under the condition of indoor simulation drought were studied in order to evaluate its drought resistance. The results showed that its forms were subject to varying damage after 40 h of the mass concentration of 10%, 20% and 30% PEG-6000 stress, the ornamental value of *S. aconitifolia* began to disappeared gradually after 24 h and 16 h of PEG-6000 stress by 20% and 30% PEG-6000, respectively. With the concentration of PEG-6000 increasing and the time of stress prolonging, the leaf relative water content continued to decline, and then increased by 7%~10% after rewatering. It existed a very significant positive correlation between the membrane permeability and the level of stress, and then increased by 3%~7% after rewatering. The maximum value of SOD activity appeared at 32 h, 16 h and 24 h of stress by 10%, 20% and 30% PEG-6000, respectively, it showed that the protective enzyme system of *S. aconitifolia* could effectively remove uperoxides to resist the drought stress under drought stress damage.

Key words: *Syneilesis aconitifolia*; PEG-6000; drought stress; physiological indices