

干旱胁迫对鸢尾苗生理指标的影响

王 博, 董 然

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘 要:采用聚乙二醇(PEG-6000)浓度为 0%、10%、20%、30% 4 种溶液,进行模拟干旱试验,对长白山地区的溪荪、玉蝉花、山鸢尾 3 种鸢尾苗进行渗透胁迫,测定其膜相对透性(RP)、脯氨酸(Pro)含量、过氧化物酶(POD)活性的变化,研究在水分胁迫条件下 3 种鸢尾苗细胞膜透性,渗透调节物质以及保护酶系统的变化情况以及对植物的伤害过程和对逆境的反应。结果表明:渗透胁迫 36、72 h 之后,叶片的质膜相对透性均有不同程度的升高,其中以山鸢尾的上升幅度最大,溪荪上升幅度最小;脯氨酸(Pro)含量随着干旱胁迫浓度的增加,均有不同程度上升,溪荪上升的幅度较小;过氧化物酶(POD)也均有上升,溪荪和玉蝉花上升幅度较大,而山鸢尾上升趋于平缓。研究表明,较小的质膜透性和脯氨酸含量,及较大 POD 活性,可以作为鸢尾抗旱的 3 个重要指标。综合分析认为,3 种鸢尾植物的抗旱性由强至弱的顺序为溪荪>玉蝉花>山鸢尾。

关键词:鸢尾;PEG 渗透胁迫;抗旱性;生理指标

中图分类号:S 682.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)16-0072-04

鸢尾属(*Iris*)植物为多年生草本,花大而美丽、花色丰富多彩,叶剑形奇特美观,应用广泛^[1-2],以其花大、色艳、花型奇特著称于世,深受园艺界喜爱。中国作为鸢尾属植物的主要分布区之一,野生资源丰富,开发潜力巨大,主要分布于东北、西北和西南,东北长白山地区分布着 19 种纯种野生鸢尾及 1 个变种^[3],其中溪荪(*Iris sanguinea*)、玉蝉花(*Iris ensata*)、山鸢尾(*Iris setosa*)是长白山观赏植物中极具开发应用价值的野生鸢尾花卉,溪荪是一种集观赏、药用于一身的野生花卉,山鸢尾又是长白山高山花园节主要观赏植物之一,目前已引起许多研究者和园林工作者的广泛关注。近年来黄祥童^[4]对长白山地区这几种野生鸢尾进行了该地区内的引种栽培,刁晓华等^[5]、张伟玲等^[6]、杨艳清^[7]对长白山地区野生鸢尾属植物的种子有所研究,其研究多数集中在种子生物学特性、休眠和萌发特性以及花粉形态方面,但对有关长白山地区鸢尾抗逆生理方面的研究未见报道。

现对 3 种鸢尾在模拟干旱胁迫下的生理指标进行测定,旨在探究其抗旱性及其抗旱机理,为长白山野生鸢尾花卉的推广应用提供理论依据,解决野生花卉直接

进城应用缺乏技术支撑等现实问题。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为采自吉林省安图县万宝药园中溪荪、玉蝉和山鸢尾的种子。2006 年 8 月 24 日采后沙藏层积于室外,于 2007 年 3 月 7 日在吉林农业大学温室中播种,4 月 10 日分苗,定植于 8 cm×8 cm 的营养钵中,正常肥水管理。

5 月 10 日采用随机抽样的方法,所选供试健壮植株,长势基本一致,苗龄 70 d 左右。将 3 种鸢尾苗从培养钵中取出,用清水洗净根系,并浸入到营养液中。营养液采用 1/2 Hogland 营养液的配方。自然光照室内培养。

1.2 试验方法

植株在培养液中适应 7 d 后,转移到含有 PEG-6000 浓度分别为 0%、10%、20%、30% 4 个处理的营养液中,进行根系干旱胁迫处理。以不加 PEG 的 1/2 Hogland 营养液溶液为对照。每个品种选取 60 株小苗,每个浓度各处理 15 株。

PEG-6000 4 种浓度胁迫处理 36、72 h 时,分别从植株上剪取相同部位的剑形叶片进行各项生理指标的测定。

1.3 项目测定

叶片质膜相对透性采用 DDS-11A 型电导仪测定;脯氨酸(Pro)含量采用酸性茚三酮法测定^[8];过氧化物酶(POD)活性用愈创木酚法,采用 722 分光光度计测定^[9]。

第一作者简介:王博(1983-),男,吉林公主岭人,本科,讲师,现主要从事园林绿化植物的抗逆性研究工作。E-mail: wangbo435@qq.com.

责任作者:董然(1966-),女,吉林敦化人,教授,博士生导师,现主要从事园林绿化植物的抗逆性研究工作。

基金项目:吉林省科技厅农业处资助项目(20060222)。

收稿日期:2012-04-26

每次各品种、各浓度取样均 3 次重复。

2 结果与分析

2.1 PEG 渗透胁迫对鸢尾苗质膜相对透性的影响

由图 1 可知,不同 PEG 浓度处理后,溪荪、玉蝉花和山鸢尾叶片的质膜相对透性变化趋势相同,均随着处理浓度的增加而呈现不断上升的趋势。其中图 1(a)36 h 时,溪荪、玉蝉花和山鸢尾的质膜相对透性增加幅度缓慢,当 PEG 浓度达到 30% 时,分别比对照增加了 11.53%、12.37% 和 18.49%;图 1(b)72 h 时,溪荪和玉蝉花质膜相对透性仍呈上升趋势,但上升缓慢,30% PEG 浓度时二者分别比对照增加了 17.96% 和 20.89%;而此时山鸢尾的质膜相对透性增加幅度最大,比对照增加了 39.55%,是对照的 1.39 倍,尤其 PEG 浓度在 10%~30% 之间膜相对透性增加幅度明显;由图 1 还可知,山鸢尾无论随胁迫时间的延长,还是随 PEG 浓度的增加,其细胞质膜相对透性始终高于溪荪和玉蝉花,而溪荪的变化幅度最小,说明溪荪的质膜在干旱胁迫下遭受破坏程度最小,而山鸢尾遭受破坏程度最大,对于干旱胁迫的适应能力较弱。

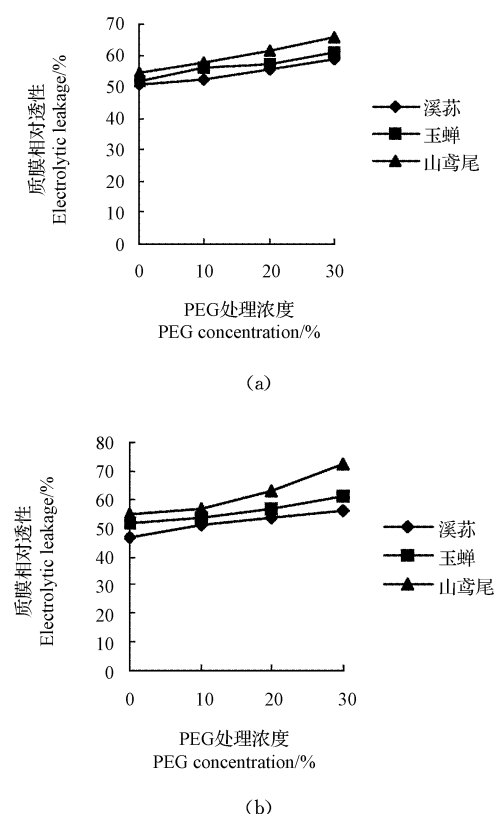


图 1 PEG 胁迫对 3 种鸢尾叶片细胞膜相对透性的影响

注:a;PEG 渗透胁迫 36 h;b;PEG 渗透胁迫 72 h。下同。

Fig. 1 The effect of osmotic stress with PEG on relative permeability of plasma membrane in leaves of three *Iris* species

Note:a; osmotic stress with PEG on 36 hours; b; osmotic stress with PEG on 72 hours. The same below.

2.2 PEG 渗透胁迫对鸢尾苗期脯氨酸(Pro)含量的影响

随着 PEG 浓度的增加,3 种鸢尾的脯氨酸含量均有不同程度的增加,无论干旱胁迫 36、72 h,溪荪的 Pro 增加幅度最小,山鸢尾的增加幅度最大,玉蝉花居中,详见图 2。由图 2(a)可知,经过 36 h 的 PEG 胁迫处理后,3 种鸢尾脯氨酸含量均随着 PEG 浓度的增加呈现上升趋势,其中溪荪、玉蝉花、山鸢尾在 PEG 浓度为 30% 时,其 Pro 含量分别是对照的 1.28、1.52、2.99 倍;图 2(b)胁迫 72 h 后,山鸢尾、玉蝉花在浓度为 20% 时 Pro 含量均达到最大值,之后都开始下降,而溪荪此时稍有下降,但到 30% 时仍在缓慢增加,总体呈现上升的趋势,说明前二者的 Pro 渗透调节能力在 20% 时达到极限,之后就失去了,而溪荪到 30% 时仍具有这种能力,表明溪荪对于干旱环境的适应能力优于玉蝉花和山鸢尾。

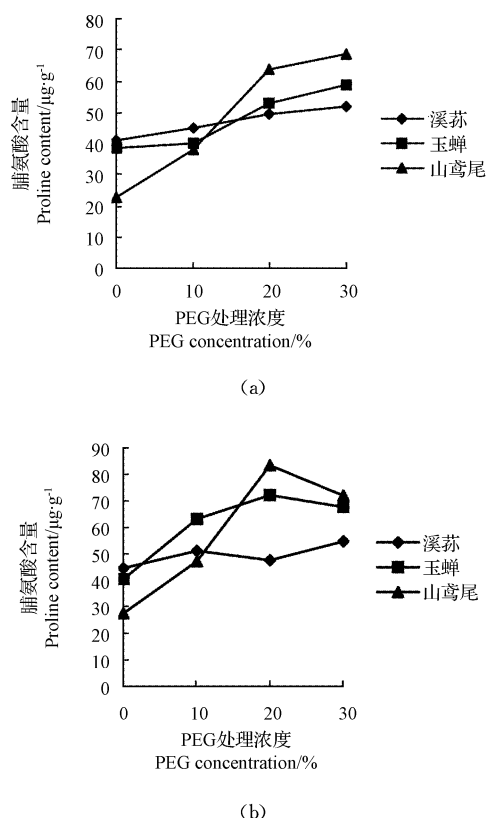


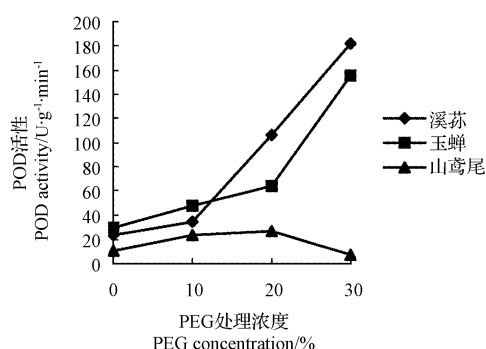
图 2 PEG 胁迫对 3 种鸢尾叶片脯氨酸(Pro)含量的影响

Fig. 2 The effect of osmotic stress with PEG on proline content in leaves of three *Iris* species

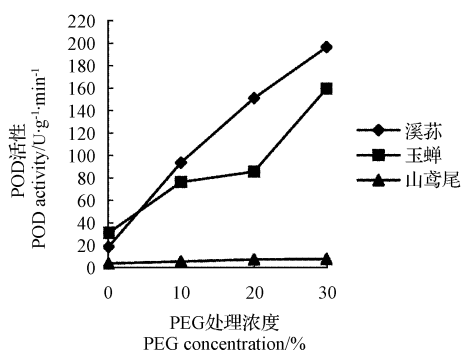
2.3 PEG 渗透胁迫对鸢尾苗期过氧化物酶(POD)活性的影响

不同 PEG 浓度干旱胁迫 36、72 h 后,溪荪和玉蝉花中 POD 活性均呈上升趋势,且增幅较大,其中溪荪 POD 活性优于玉蝉花;但山鸢尾的 POD 活性却增幅十分缓慢,详见图 3。由图 3(a)可知,胁迫 36 h 后,随着 PEG 浓度的增加,溪荪和玉蝉花叶片 POD 活性均快速上升,当

PEG 浓度达到 30% 时,其活性分别是对照的 5.30、3.26 倍,其中溪荪在 PEG 浓度为 10% 后明显上升,玉蝉花在 20% 后才明显上升。而山鸢尾在 PEG 浓度达到 20% 时,POD 活性出现最大值,之后开始下降;图 3(b)胁迫 72 h 后,当 PEG 浓度为 30% 时,溪荪、玉蝉花、山鸢尾的 POD 活性分别是对照的 10.8、5.21、1.98 倍,可见溪荪上升幅度最大,其次是玉蝉花,而山鸢尾的却只有少量增加。说明遭受 PEG 干旱胁迫后,溪荪对干旱胁迫反应最为迅速,其次是玉蝉花,它们产生大量的 POD 酶用来保护和维持体内的正常生理反应,而山鸢尾却不能使 POD 酶活性快速增加,表明对干旱胁迫环境适应能力很弱,由此可见,在抗旱能力方面溪荪>玉蝉花>山鸢尾。



(a)



(b)

图 3 PEG 胁迫对 3 种鸢尾叶片过氧化物酶(POD)活性的影响

Fig. 3 The effect of osmotic stress with PEG on POD activity in leaves of three *Iris* species

3 讨论与结论

干旱胁迫对植物细胞的伤害最直接明显的表现是导致细胞膜透性增大,稳定性降低,细胞内的离子和糖类物质被动外渗,其结果导致相对膜透性增加。该试验的研究表明,3 种鸢尾苗的相对膜透性均随胁迫浓度的增加和时间的延长而呈现上升趋势,3 种鸢尾在胁迫后膜系统均受到不同程度的伤害,但山鸢尾细胞质膜相对透性大、变化幅度剧烈,溪荪的小、变化幅度平稳,玉蝉花介于二者之间,这表明了在接受 PEG 渗透胁迫下山鸢尾叶片的细胞膜被破坏的程度最大,细胞受损严重,

此时植株已出现明显的脱水现象,而溪荪遭受破坏程度最小,说明其细胞膜系统未受到明显损伤,表现出较强的干旱适应能力。万劲等^[10]研究蓝蝴蝶和德国鸢尾抗逆生理变化时,认为质膜相对透性大,变化剧烈是植物不耐旱的一个标志,该研究结论与其相同。

脯氨酸是植物体内重要的渗透调节物质,其积累量的多少直接影响渗透调节能力。植物在受到干旱等逆境胁迫时,体内会累积大量的脯氨酸,以适应环境对其造成的不良影响,因此脯氨酸含量的变化可以反应植物的抗旱性^[11-12]。该试验结果表明,随着干旱胁迫程度的增加,3 个供试材料体内积累的脯氨酸含量都有所增加。但是山鸢尾的增加幅度最大,其脯氨酸含量上升最多,其次为玉蝉花和溪荪;当胁迫 72 h 时山鸢尾、玉蝉花的 Pro 渗透调解能力在 PEG20% 胁迫达到最高值后开始下降,可能是由于过度的干旱胁迫使山鸢尾和玉蝉失去了渗透调节能力,而溪荪到 30% 时仍具有这种能力,表明溪荪对干旱环境的适应能力优于玉蝉花和山鸢尾。蒋明义等^[13-15]研究发现,干旱胁迫下脯氨酸含量和质膜相对透性之间存在着显著的正相关,该试验的结论与之一致。山鸢尾膜相对透性增大,其脯氨酸含量也明显地提高,溪荪和玉蝉花的质膜相对透性增加缓慢,脯氨酸含量变化也有相同趋势。曹仪植等^[16]、吕丽华等^[17]研究发现,小麦几个品种在干旱胁迫下,虽然脯氨酸的含量均升高,但抗旱性强的品种体内脯氨酸的积累量要小于抗旱性弱的品种。史燕山等^[18]研究也发现不抗旱的品种积累的脯氨酸较抗旱的品种含量多。该试验结果表明,溪荪无论随 PEG 浓度的增加和胁迫时间的延长其 Pro 含量的增幅均较小,说明在干旱胁迫下其 Pro 积累量也少,具备抗旱品种的特征。而山鸢尾增幅较大,积累量较多,是不抗旱的。这点与前人研究结论一致。但单长卷等^[19]的研究认为,植物体内脯氨酸含量越高,抗旱能力越强。

过氧化物酶(POD)是植物体内普遍存在的活性较高的一种保护酶,能够清除细胞内的有害物质,增强植物对逆境的抵抗能力,可以作为植物体内抗旱性的重要指标^[20]。该试验结果是随着 PEG 浓度的增加,3 种鸢尾 POD 活性都在增加,以溪荪和玉蝉花变化较大,且溪荪的增幅最为明显,玉蝉花次之,说明溪荪在遭受到干旱胁迫时,体内会很快形成较多的保护酶 POD,积极参与防御和清除活性氧,适应干旱胁迫带来的伤害。而山鸢尾在清除活性氧的能力上最弱,甚至在 72 h 趋于平衡状态,且含量最低,说明山鸢尾适应干旱能力较弱。王瑾等^[21]在对小麦抗旱研究结果表明,抗旱性强的品种 POD 活性要比抗旱性弱的品种增加得多,质膜过氧化可以被保护酶防御系统抑制。

综合以上分析,干旱胁迫下较小的质膜相对透性和

脯氨酸含量、较大的 POD 活性可以作为衡量鸢尾抗旱性的重要指标,该研究认为在抗旱性方面溪荪>玉蝉花>山鸢尾。

参考文献

- [1] 郭翎. 鸢尾[M]. 上海:上海科学技术出版社,2000.
- [2] 费砚良,张金政. 宿根花卉[M]. 北京:中国林业出版社,1999.
- [3] 赵毓棠. 中国植物志[M]. 16 卷 1 分册. 北京:科学出版社,1985:133-197.
- [4] 黄祥童. 长白山区几种观赏鸢尾[J]. 植物杂志,1993,20(4):29.
- [5] 刁晓华,高亦珂. 四种鸢尾属植物种子休眠和萌发研究[J]. 种子,2006,25(4):41-44.
- [6] 张伟玲,王铃,卓丽环,等. 东北 3 种野生鸢尾种子生物学比较研究[J]. 种子,2006,25(12):37-40.
- [7] 杨艳清. 长白山野生花卉溪荪种子繁殖技术[J]. 中国种业,2006(7):53-54.
- [8] 中国科学院上海植物生理所,上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999.
- [9] 张治安,张美善,蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [10] 万劲. 两个鸢尾品种抗逆生理特性的研究[D]. 南京:南京林业大学,2004.
- [11] 王代军,温洋. 温度胁迫下几种冷季型草坪草抗性机制的研究[J]. 草业学报,1998,7(1):75-80.
- [12] 鱼小军,王芳,白小明. 草坪草抗旱性研究现状[J]. 草坪科学,2005(2):96-100.
- [13] 蒋明义,郭绍川,张学明. 氧化胁迫下稻苗体内积累的脯氨酸的抗氧化作用[J]. 植物生理学报,1997,23(4):347-352.
- [14] 刘宁,高玉葆,贾彩霞,等. 渗透胁迫下多花黑麦草叶内过氧化酶活性和脯氨酸含量以及脂膜相对透性的变化[J]. 植物生理学通讯,2000,36(1):11-14.
- [15] 肖用森,王正直. 渗透胁迫下稻苗中游离脯氨酸同脂膜过氧化的关系[J]. 武汉植物学研究,1996(1):334-340.
- [16] 曹仪植,吕忠恕. 水分胁迫下植物体内游离脯氨酸的累积及 ABA 在其中的作用[J]. 植物生理学报,1985,11(1):9-16.
- [17] 吕丽华,胡玉昆,李雁鸣. 水分胁迫下不同抗旱性冬小麦脯氨酸积累动态[J]. 华北农学报,2006,21(2):75-78.
- [18] 史燕山,骆建霞,王煦,等. 5 种草本地被植物抗旱性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(5):130-134.
- [19] 单长卷,卫秀英,鲁玉贞. 冬小麦品种幼苗对水分胁迫的响应及其抗旱性[J]. 灌溉排水学报,2006,25(5):30-32.
- [20] 王辰阳,马元喜,周苏玫,等. 土壤干旱胁迫对冬小麦衰老的影响[J]. 河北农业大学学报,1996,30(4):309-313.
- [21] 王瑾,刘桂茹,杨学举. PEG 胁迫下不同抗旱性小麦品种幼苗形态及主要理化特性的比较[J]. 河北农业大学学报,2005,28(5):5-10.

Effect of Drought Stress on Physiological Indexes in Seedlings of *Iris*

WANG Bo,DONG Ran

(College of Horticulture,Jilin Agricultural University,Changchun,Jilin 130118)

Abstract: The drought method was taken by the Polyethylene glycol (PEG-6000) with four kinds of solution concentration: 0, 10%, 20% and 30%. Under the osmotic stress, *Iris ensata*, *Iris setosa* and *Iris sanguinea* in the Changbai Mountain area were researched, their relative membrane permeability (RP), proline (Pro) content and the changes of peroxidase (POD) activity were determined. The changes of the cell membrane permeability, osmoregulation substance and protective enzyme system of the three kinds of *Iris* seedlings and its injury process and stress responses to the plants under the water stress conditions were researched. The results showed that the sequence of drought resistance in three kinds of *Iris* plants from strong to weak was *Iris sanguinea*, *Iris ensata*, *Iris setosa*. After 36 h and 72 h under the osmotic stress, the relative membrane permeability of the leaves increased in varying degrees, with *Iris setosa* largest increase, the smallest increase in *Iris sanguinea*; proline (Pro) content increased with the increasing in the concentration of drought stress, the rate of increase in *Iris sanguinea* was smaller, the POD increased too. The rising amplitude of *Iris sanguinea* and *Iris ensata* were larger, and *Iris setosa* changed to gentle. Smaller membrane permeability and proline content with more POD activity could be three important indexes to the drought resistance of the *Iris*.

Key words: *Iris*; PEG osmotic stress; drought resistance; physiological indexes