

王璐珺,丁彦芬. 南京冬季室外自然低温对 4 种景天属植物生理的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(22):146-149.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.22.039

南京冬季室外自然低温对 4 种景天属植物生理的影响

王璐珺^{1,2}, 丁彦芬²

(1. 常州大学艺术学院, 江苏常州 213164; 2. 南京林业大学风景园林学院, 江苏南京 210037)

摘要:以佛甲草(*Sedum lineare*)、胭脂红景天(*Sedum spurium* ‘Coccineum’)、凹叶景天(*Sedum emarginatum*)和中华景天(*Sedum hispanicum*)为材料,采用冬季室外自然处理方法,对这 4 种景天属植物进行若干生理指标的测定,并综合运用主成分分析、隶属函数分析等方法对它们的抗寒性进行研究。结果显示,电导率与抗寒性呈负相关关系,叶绿素含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、可溶性蛋白含量、游离脯氨酸(Pro)含量与它们的抗寒性呈正相关关系;主成分分析表明,电导率、叶绿素含量和丙二醛(MDA)含量与 4 种景天属植物抗寒性的关系较密切;隶属函数分析得出,供试的 4 种景天属植物抗寒能力为胭脂红景天 > 中华景天 > 佛甲草 > 凹叶景天。

关键词:景天属植物;抗寒性;自然低温;生理指标;主成分分析;隶属函数分析

中图分类号: S682.360.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)22-0146-03

景天属植物景观效果好、抗性强、养护成本低,是我国重要的园林地被植物^[1]。鉴于景天属植物的优良特性和我国得天独厚的资源条件,其在园林中的开发应用还有很大的空间,而温度作为非常重要的环境因子对景天属植物的引种开发及应用有非常重要的影响。因此,本试验对 4 种景天属植物在冬季室外自然低温条件下的生理指标进行测定,并综合运用主成分分析、隶属函数分析等方法对它们的抗寒性进行研究,以期江苏省南京市及气候相似条件的地区选择园林地被植物提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验选用园林中常用的 4 种景天属植物:佛甲草(*Sedum lineare*)、胭脂红景天(*Sedum spurium* ‘Coccineum’)、凹叶景天(*Sedum emarginatum*)、中华景天(*Sedum hispanicum*)为试验材料。

1.2 试验方法

试验材料植于口径 18 cm × 20 cm 的花盆中,每种植物种植 100 盆。从 2010 年 1 月 21 日至 2010 年 2 月 6 日进行室外自然越冬,每隔 4 d 取样 1 次,时间分别为 1 月 21 日、1 月 25 日、1 月 29 日、2 月 2 日、2 月 6 日。每次采集 4 种景天属植物的成熟叶样进行抗寒理化指标测定,测定项目有电导率、叶绿素含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、可溶性蛋白含量、丙二醛(MDA)含量、脯氨酸(Pro)含量,各处理均设 3 次重复。细胞膜透性测定采用电导法^[2];叶绿素含量测定采用乙醇浸泡法^[3];SOD 活性测定采用氮蓝四唑(NBT)法^[4];可溶性蛋白含量的测定采用紫外吸收法^[5];MDA 含量的测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[6];脯氨酸含量的测定采用酸性茚三酮比色法^[7]。

1.3 数据处理与分析方法

本试验采用 Excel 2003 软件对原始数据进行初步处理,运用 SPSS 18.0 进行主成分分析和隶属函数法分析,对 4 种景天属植物的抗寒能力强弱进行综合评定。

2 结果与分析

2.1 测定期内南京地区气温变化情况

测定期内南京地区平均最高气温和最低气温如图 1 所示。

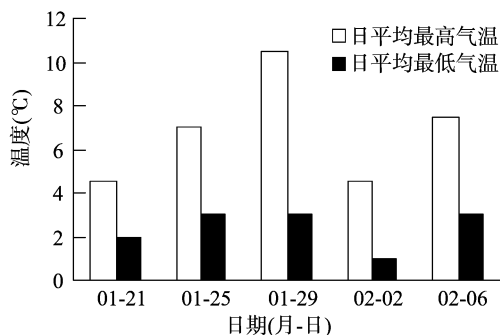


图1 2010年1月21日至2月6日南京市日平均最高、最低气温

2.2 冬季室外自然低温对植物生理指标的影响

2.2.1 冬季室外自然低温对电导率的影响 由图 2 可知,随着温度的变化,冬季室外低温过程中 4 种景天属植物叶片的电导率均呈先下降再升高再下降的变化趋势。在 2 月 2 日温度较低时,电导率呈现明显的上升趋势,佛甲草为 27.42%、胭脂红景天为 14.95%、凹叶景天为 12.36%、中华景天为 11.12%,其中佛甲草的电导率最大,分别是同期胭脂红景天、凹叶景天、中华景天的 1.83、2.22、2.47 倍。

2.1.2 冬季室外自然低温对叶绿素总量的影响 由图 3 可知,随着温度的变化,4 种景天属植物叶绿素总量呈先上升后下降再上升的趋势。在 2 月 2 日温度较低时,叶绿素含量明显下降,佛甲草为 0.230 0 mg/g、胭脂红景天为 0.698 7 mg/g、凹叶景天为 0.349 0 mg/g、中华景天为 0.611 2 mg/g,其中胭脂红

收稿日期:2016-10-12

作者简介:王璐珺(1984—),女,江苏常州人,硕士,讲师,主要从事园林植物生理及应用研究。E-mail:wanglujun2007@cczu.edu.cn。

景天的叶绿素总量最大,分别是同期中华景天、凹叶景天、佛甲草的 1.14、2.00、3.04 倍。整个过程中,胭脂红景天的叶绿素总量水平最高,且波动幅度较小。佛甲草和凹叶景天的叶绿素总量平均水平较低,且波动较大。

2.1.3 冬季室外自然低温对 SOD 活性的影响 由图 4 可知,随着室外温度的变化,佛甲草、凹叶景天、中华景天的

SOD 活性呈先下降后上升再下降的趋势。在 2 月 2 日温度较低时,佛甲草、凹叶景天、中华景天的 SOD 活性均快速升高,佛甲草为 334.597 U/mg、凹叶景天为 317.313 U/mg、中华景天为 313.178 U/mg,之后随着温度的回升,SOD 活性均略有下降。胭脂红景天的 SOD 活性则与其他 3 种植物呈相反的变化趋势,先上升,后下降,后又上升。

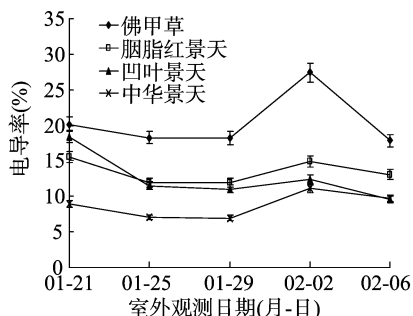


图2 冬季室外自然处理过程中叶片电导率的变化

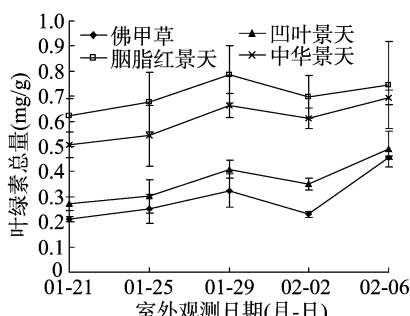


图3 冬季室外自然处理过程中叶片叶绿素总量的变化

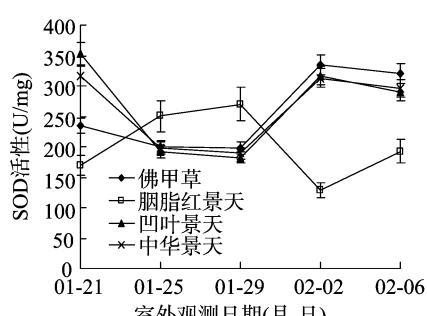


图4 冬季室外自然处理过程中叶片 SOD 活性的变化

2.1.4 冬季室外自然低温对可溶性蛋白含量的影响 由图 5 可以看出,随着室外温度的变化,4 种景天属植物可溶性蛋白含量变化的总体趋势为先下降后上升。在 2 月 2 日温度较低时可溶性蛋白含量上升,分别为佛甲草 6.182 mg/g、胭脂红景天 3.967 mg/g、凹叶景天 1.197 mg/g、中华景天 2.851 mg/g,其中佛甲草上升幅度较之同期的其他 3 种植物最大,但 4 种植物总体上升幅度不大,2 月 6 日气温回升,佛甲草和凹叶景天的可溶性蛋白含量略有下降,而胭脂红景天和中华景天仍呈上升趋势。

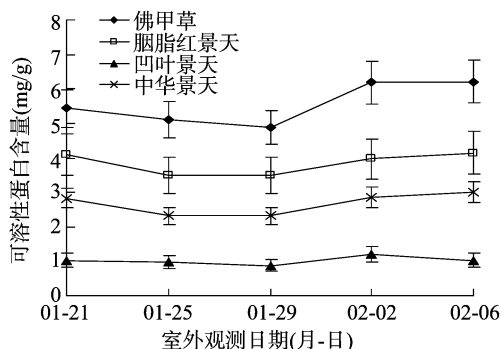


图5 冬季室外自然处理过程中叶片可溶性蛋白含量的变化

2.1.5 冬季室外自然低温对 MDA 含量的影响 由图 6 可知,随着室外温度的变化,凹叶景天、中华景天、佛甲草的 MDA 含量变化幅度较小且水平较低,而胭脂红景天的 MDA 含量变化幅度较大且水平较高。

2.1.6 冬季室外自然低温对脯氨酸含量的影响 由图 7 可知,随着室外温度的变化,4 种景天属植物脯氨酸含量呈先下降后上升的趋势,在 2 月 2 日温度较低时脯氨酸含量迅速上升,佛甲草为 0.094 6 $\mu\text{g/g}$ 、胭脂红景天为 0.142 1 $\mu\text{g/g}$ 、凹叶景天为 0.105 0 $\mu\text{g/g}$ 、中华景天为 0.045 4 $\mu\text{g/g}$,分别是 1 月 29 日的 2.77 倍、1.88 倍、1.80 倍、4.17 倍。

2.2 各生理生化指标的相关性和主成分分析

由表 1 可知,冬季室外自然低温过程中各项生理指标有一定的相关性,其中,电导率与脯氨酸呈显著正相关。其他指标虽然相关性不显著,但各个单项指标之间仍然存在一定的

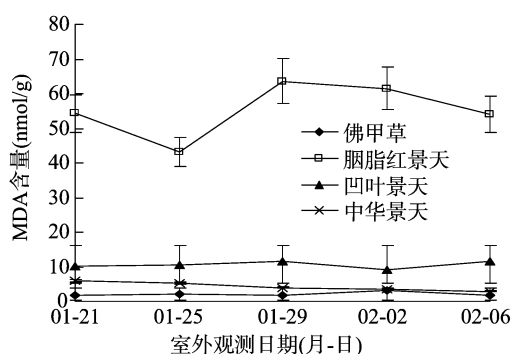


图6 冬季室外自然处理过程中叶片 MDA 含量的变化

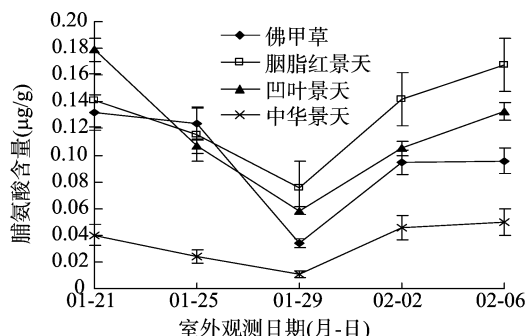


图7 冬季室外自然处理过程中叶片脯氨酸含量的变化

相关性,它们反映的信息在一定程度上存在重叠。

冬季室外自然低温过程中各项生理指标的主成分分析结果见表 2,前 3 个主成分的累积贡献率为 77.334%,表明前 3 个主成分具有较强的信息代表性。主成分 1 的特征值为 2.212,贡献率为 36.873%,绝对值较大的依次为电导率、脯氨酸含量、可溶性蛋白含量,说明主成分 1 主要表示质膜透性、脯氨酸含量、可溶性蛋白含量与抗寒性的关系。主成分 2 的特征值为 1.384,贡献率为 23.062%,绝对值较大的依次为叶绿素含量、MDA 含量,说明主成分 2 主要表示光合色素、膜脂过氧化与抗寒性的关系。主成分 3 的特征值为 1.044,贡献率为 17.398%,仍然是 MDA 含量和叶绿素含量的绝对值较大,说明主成分 3 主要表示膜脂过氧化、光合色素与抗寒性

表 1 冬季室外自然处理过程中 4 种景天属植物生理生化指标相关系数矩阵

指标	电导率	叶绿素含量	SOD 活性	可溶性蛋白含量	MDA 含量	脯氨酸含量
电导率	1.000					
叶绿素含量	-0.334	1.000				
SOD 活性	0.369	0.037	1.000			
可溶性蛋白含量	0.394	0.202	0.287	1.000		
MDA 含量	0.083	0.012	0.232	0.176	1.000	
脯氨酸含量	0.520 *	-0.329	0.266	0.440	-0.217	1.000

注:“*”表示在 0.05 水平上显著相关。

表 2 冬季室外自然处理过程中 4 种景天属植物生理生化指标的主成分分析结果

指标	主成分 1	主成分 2	主成分 3
电导率	0.828	-0.124	-0.149
脯氨酸含量	0.788	-0.357	0.271
可溶性蛋白含量	0.662	0.426	0.387
SOD 活性	0.595	0.407	-0.144
叶绿素含量	-0.313	0.697	0.573
MDA 含量	0.122	0.639	-0.670
特征值	2.212	1.384	1.044
贡献率(%)	36.873	23.062	17.398
累计贡献率(%)	36.873	59.935	77.334

表 3 冬季室外自然处理过程中各种综合指标值、权重、隶属函数值和综合评价值

景天属植物	综合指标值			隶属函数值			综合评价值 (D 值)	顺序
	C1	C2	C3	U1	U2	U3		
佛甲草	1.011	1.392	1.248	0.266	0.340	0.684	0.382	3
胭脂红景天	0.981	1.192	0.725	0.433	0.515	0.546	0.482	1
凹叶景天	0.683	1.335	1.052	0.336	0.422	0.416	0.379	4
中华景天	0.868	1.132	1.018	0.435	0.506	0.406	0.450	2
权重				0.476	0.298	0.225		

和细胞死亡,电导率与抗寒性呈负相关关系^[9]。本试验中 4 种景天属植物在自然低温下的电导率变化趋势与此规律相符。

有研究表明,低温会引起叶绿素降解,组成也发生变化,而叶绿素的降解在某种程度上也可以减少光合速率,提高植物的抗寒性^[10]。本试验中,随着室外温度的降低,叶绿素含量减少,这种变化说明低温确实能引起叶绿素含量的降低。其中,胭脂红景天的叶绿素总量水平最高,且波动幅度较小,说明它对低温的适应能力较强,佛甲草和凹叶景天的叶绿素总量平均水平较低,且波动较大,说明它们对低温的适应能力较弱。

低温下植物体内保护酶活性的强弱与抗寒性密切相关,低温能增加植物体内活性氧的含量,降低 SOD 活性,加强膜脂氧化作用^[11]。本试验中,佛甲草、凹叶景天和中华景天的 SOD 活性变化较为一致,都是随温度的降低呈上升趋势,而胭脂红景天则相反,说明其对低温影响反应不大或较为迟缓,抗寒能力最强。

低温下可溶性蛋白含量的增加可能是由于植物体中蛋白质的合成加强或降解速率下降,也可能是由于有新的蛋白质合成^[12]。随着温度降低,蛋白质含量增加,对于提高植物的抗寒性有积极意义^[13]。本试验中,4 种景天属植物的可溶性蛋白含量都呈先下降再上升的趋势,在 2 月 2 日温度较低时蛋白质含量上升。佛甲草和凹叶景天受低温影响较为明显,

的关系。

2.3 隶属函数分析

根据主成分分析结果计算隶属函数值^[8],结果见表 3,D 值由大到小为胭脂红景天>中华景天>佛甲草>凹叶景天,其中胭脂红景天与中华景天 D 值相近。4 种试验材料抗寒能力由强到弱依次为胭脂红景天、中华景天、佛甲草、凹叶景天。

3 结论和讨论

植物细胞膜起着调节控制细胞内外物质交流的屏障作用,一旦遭到破坏,会影响膜内外的水分及其他物质的交换,引起离子平衡失调,生理代谢紊乱,严重时导致细胞膜的解体

可溶性蛋白含量变化幅度较大,而胭脂红景天和中华景天正好相反。

常温下植物体内的 MDA 含量极少,但遇到逆境伤害时,含量便会升高。因此,MDA 含量是植物细胞受伤害程度的指标之一,与植物的抗寒性呈负相关关系。本试验中,冬季室外自然低温条件下 4 种植物的 MDA 含量总体呈上升的变化趋势,说明受到了低温伤害。MDA 含量由大到小依次为胭脂红景天、凹叶景天、中华景天、佛甲草。

植物在遭受环境胁迫时,体内的游离脯氨酸含量增加,二者具有一定的相关性,另一种观点则认为,游离脯氨酸的累积与抗寒性无关^[14-16]。本试验中,室外自然低温处理下脯氨酸变化幅度较大,胭脂红景天积累的脯氨酸含量较高,说明抗逆性强的植物能积累更多的脯氨酸,脯氨酸积累的多少在一定程度上可以作为植物抗逆性筛选的指标。

为了综合分析 4 种景天属植物的抗寒性,本研究测定了它们在冬季室外自然低温过程中的生理指标,并应用隶属函数评判法进行综合评价,最后得出它们的抗寒性由强到弱顺序为胭脂红景天>中华景天>佛甲草>凹叶景天。

参考文献:

[1]汪 天,李万莲,高文芳,等. 地被植物在园林中的选择与应用[J]. 安徽农业大学学报,1997,24(4):391-394.

李 伟,郭君洁,李鸿雁. H_2O_2 对盐胁迫下羽衣甘蓝幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(22):149-152.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.22.040

H_2O_2 对盐胁迫下羽衣甘蓝幼苗生长的影响

李 伟,郭君洁,李鸿雁

(黄淮学院生物工程系,河南驻马店 463000)

摘要:以羽衣甘蓝名古屋品种(*Brassica oleracea* L. var. *acephala* f. *tricolor* Hort.)为研究材料,在 100 mmol/L NaCl 胁迫下,分别使用外源 H_2O_2 和 H_2O_2 清除剂二甲基硫脲处理。2 d 后测定植物的生长速率、干质量、鲜质量和相对含水量,6 h 后测定植株体内 3 个抗氧化酶超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)的活性及基因的表达。结果显示,盐胁迫下加入 0.05 mmol/L 外源 H_2O_2 ,羽衣甘蓝幼苗生长速率、干质量、鲜质量、相对含水量、3 个抗氧化防护酶的活性和基因表达分别高于盐胁迫下相关指标;清除内源 H_2O_2 ,则植物幼苗生长速率、干质量、鲜质量和相对含水量、3 个抗氧化防护酶的活性及基因表达分别低于盐胁迫下相关指标。由此推测,在盐胁迫条件下, H_2O_2 参与了抗氧化防护基因表达的调控,它可能是盐胁迫诱导的羽衣甘蓝叶片抗氧化防护系统的重要调控因子。

关键词:羽衣甘蓝; H_2O_2 ;盐胁迫;抗氧化酶;基因表达

中图分类号: S635.901 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)22-0149-04

盐胁迫是造成作物严重减产最常见的逆境条件,提高植物对环境胁迫的抗性,尤其是对盐胁迫的抗性,是稳定植物生长的首选目标,当植物受到环境胁迫时会产生大量活性氧,包括过氧化(H_2O_2)、单线态氧(1O_2)、羟自由基($\cdot OH$)、超氧阴离子($O_2^{\cdot -}$)、脂质过氧基($ROO\cdot$)等^[1-4]。盐胁迫能迅速诱导植物体内活性氧的积累,对蛋白质和脂类引起氧化损伤^[5]。而植物体内有 2 种清除保护机制,即酶促系统和非酶促系统,其中酶促系统包括超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)等。研究表明,盐

胁迫能使植物体内活性氧增高^[6-8]。近年来,许多试验表明, H_2O_2 是一种重要的信号分子,当植物细胞在响应于各种胁迫反应时能生成该物质,并进一步调节应激反应的一系列信号转导^[9-14]。有证据显示,逆境条件下内源 H_2O_2 积累能增加植物的抗逆性,过量的 H_2O_2 等 ROS 能引起细胞内大分子氧化损伤;Wahid 等的研究表明,过氧化氢预处理可以使细胞膜系统保持完整,继而提高小麦种子抗氧化能力,增强小麦在萌发过程中的耐盐性^[13]。在植物的抗盐反应中起到关键作用的 SOS1(salt overly sensitive)是拟南芥 Na^+/H^+ 反向转运体, H_2O_2 能调节其 mRNA 稳定性。然而,在盐胁迫诱导下, H_2O_2 与氧化酶活性其表达机理尚不十分清楚。

本试验研究盐胁迫下外源 H_2O_2 或者清除体内 H_2O_2 对羽衣甘蓝幼苗生长特性、抗氧化酶活性及相关基因表达的影响,旨在揭示 H_2O_2 在植物抗盐胁迫反应中的作用机制。

收稿日期:2016-06-01

作者简介:李 伟(1988—),男,山东章丘人,硕士,助教,主要从事园林植物与园林设计研究。E-mail:373273249@qq.com。

通信作者:郭君洁,硕士,讲师,主要从事园林植物与园林设计研究。E-mail:357719846@qq.com。

[2]郝建军,康宗利. 植物生理学实验技术[J]. 北京:化学工业出版社,2006:23-169.

[3]马 进,汤庚国,郑 钢. 5 种屋顶绿化景天属植物耐热性的测定[J]. 林业科技开发,2009,23(3):36-38.

[4]王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006:211-232.

[5]高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 西安:世界图书出版公司,2005:143.

[6]张志良,瞿 伟. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003:123-260.

[7]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,2000:250-251.

[8]潘向艳. 杂交鹅掌楸不同无性系对淹水胁迫的反应[D]. 南京:南京林业大学,2006:50-53.

[9]孟琼艳,张令峰,王雷宏,等. 低温胁迫对 6 种彩叶藤本植物抗寒性生理指标的影响[J]. 安徽农业大学学报,2009,36(2):172-177.

[10]和红军,薛 琳,田丽萍,等. 低温胁迫对甜瓜幼苗叶绿素含量及荧光参数的影响[J]. 北方园艺,2008(4):13-16.

[11]何开跃,李晓储,黄利斌,等. 3 种含笑耐寒生理机制研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2004,28(4):62-64.

[12]林 海. 大叶黄杨抗寒机理的研究[J]. 安徽农业科学,2005,33(8):1423-1424.

[13]吴 娜. 卫矛科三种常绿阔叶植物抗寒性研究[D]. 保定:河北农业大学,2006:40-42.

[14]陈 璇,李金耀,马 纪,等. 低温胁迫对春小麦和冬小麦叶片游离脯氨酸含量变化的影响[J]. 新疆农业科学,2007,44(5):553-556.

[15]梅俊学. 逆境下发菜脯氨酸含量及质膜透性的变化与含水量的关系[J]. 山东师范大学学报,2000,15(2):178-181.

[16]Yelenosky G. Accumulation of free proline in citrus leaves during cold hardening of young trees in controlled temperature regimes[J]. Plant Physiology,1979,64(3):425-427.