

彩色马蹄莲对低温胁迫的生理反应

马 杰, 赵 兰 枝, 孙 丽, 蔡 祖 国, 李 鹏 鹤

(河南科技学院 园林学院, 河南 新乡 453003)

摘 要:通过对彩色马蹄莲不同低温的胁迫处理,进行叶片保护酶活性、MDA 含量和叶绿素含量及叶片质膜透性等抗性指标进行测定分析。结果表明:随着处理温度的降低,叶片的相对电导率值、MDA 含量和 Pro 酶活性显著升高;叶片 SOD 酶活性和叶绿素含量表现为随着温度的降低而逐渐降低的变化趋势。低温下耐寒性强的品种能保持较高的 SOD 和 Pro 酶活性和较低的 MDA 含量。

关键字:低温胁迫;彩色马蹄莲;抗寒性;生理反应

中图分类号:S 682.2⁺64 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)10-0059-04

彩色马蹄莲(*Zantedeschia hybrida*)属天南星科(Araceae)马蹄莲属(*Zantedeschia*)多年生球根花卉,别名慈姑花(*Zantedeschia aethiopica*)。彩色马蹄莲的生育适温 18~20℃,在 15~25℃条件下能全年开花,低于 5℃易造成彩色马蹄莲休眠,0℃时球茎就会受冻死亡^[1]。

第一作者简介:马杰(1978-),女,硕士,讲师,现主要从事园林植物应用研究工作。

责任作者:赵兰枝(1964-),女,本科,高级实验师,现主要从事园艺植物无土栽培和生理生化教学与研究工作。E-mail:zhaolz@hist.edu.cn。

收稿日期:2011-02-22

目前彩色马蹄莲在北方栽培的限制因子主要是低温,低温是植物栽培中常常遇到的一种灾害,它不仅会导致植物产量和品质的降低,严重时还会造成植株的死亡^[2]。研究低温胁迫对植物的伤害作用及其机理,探索植物抗寒机制及其预防措施,具有重要的理论和实际意义。现通过对其叶片的低温处理,对彩色马蹄莲生理特性与低温的相关性进行研究,探讨低温胁迫对彩色马蹄莲生理生化的影响,为彩色马蹄莲设施栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试彩色马蹄莲材料取自河南新乡鲜切花生产基

Comparatiuely Study on the Drought Resistance to Six Plants of *Spiraea* in Changchun Region

LI Jie¹, JIN Yan-ming², WANG Hong-tao³, MA Li-hua⁴, LIU Shi-rong²

(1. Park Administration Office of Meihekou, Meihekou, Jilin 135000; 2. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 3. Orchid Home Town Government of Wide City, Changchun, Jilin 130114; 4. Real Estate Green Office of Yatai, Changchun, Jilin 130210)

Abstract: This paper studied on drought resistance in six plants of *Spiraea*. It determined leaves water content, electric conductivity, malondialdehyde (MDA) and soluble sugar content, and made a comprehensive analysis of Evaluation study. The results showed that the drought resistance of six testing varieties followed the sequence: *Spiraea thunbergii* > *Spiraea japonica* > *Spiraea salicifolia* > *Spiraea trichocarpa* > *Sorbaria kirilowii* > *Spiraea bumalda*.

Key words: Changchun region; *Spiraea*; drought resistance index; comparative study

地。该基地位于豫北平原,属典型暖温季风气候,土壤 pH 8.0,偏碱性。供试材料于 2008 年 7 月 4 日进行实生种球栽植,栽植方式为株行距 40 cm×25 cm,东西行向。植株生长良好,每株 3~5 片叶,叶色浓绿,无病虫害危害,平均株高约 35 cm。栽培设施为简易竹木结构日光温室,东西方向,长 20 m、宽 8 m、高 2.5 m。温室周围无大型的建筑物。棚膜为当年新换上的聚乙烯无滴膜,透光性能良好。

1.2 试验方法

选择生长健壮的植株相同部位的叶片(第 3 片叶),用蒸馏水冲洗 5 遍后用吸水纸把叶片擦干,按试验设计温度分 5 组(分别为 0、4、7、10、20℃(对照)5 个胁迫温度梯度)置于智能人工气候箱中进行人工低温胁迫处理,光照为 12 000 lx,空气湿度为 80%,降温速度为 2.0℃/h,处理 24 h,处理结束后,测定有关的生理生化指标,3 次重复。

1.3 测定方法

采用相对电导率方法测定质膜透性^[3],用外渗液电导率表示(细胞膜相对透性=处理前外渗液电导值/处理后外渗液电导值);用硫代巴比妥酸(TBA)法测定丙二醛(MDA)的含量^[3];超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT)的光化还原法^[3]测定;脯氨酸(Pro)含量的测定采用磺基水杨酸法提取,茚三酮比色方法进行^[4];丙酮法测定叶绿素含量^[5]。

1.4 统计分析

试验数据采用 DPS 统计分析软件进行方差分析, LSD 多重比较和相关分析;并借助 Excel 2003 数据处理软件绘制图表。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫下彩色马蹄莲的叶片质膜透性的变化

由表 1 可知,彩色马蹄莲随着胁迫温度的降低,叶片的相对电导率与对照相比不断增加,整个处理过程呈现递增趋势。在 10℃ 的条件下电导率比对照增加了 14.5%,显著高于对照水平,但差异表现不显著。7℃ 处理时与对照存在显著差异($P<0.05$),增加了 45.2%。4℃ 和 0℃ 的低温处理时,叶片中的电导率比对照明显增加,并随着处理温度的下降而显著升高。如 4℃ 处理时增加了 99.5%,0℃ 处理时增加了 165.1%,经显著性检

验对照相比均达到极显著水平($P<0.01$)。

表 1 低温胁迫对相对电导率子差异显著性分析

处理/℃	均值%	5%显著	1%极显著
0	30.96	a	A
4	22.837	ab	AB
7	16.957	bc	B
10	13.453	bc	B
20	11.68	c	B

2.2 低温胁迫下彩色马蹄莲的叶片丙二醛含量的变化

由表 2 可知,随着胁迫温度的递减,叶片中的 MDA 含量呈快速递增的趋势变化。20℃ 的 MDA 含量最低,为 0.262 mmol/gFW。4℃ 和 0℃ 的 MDA 含量分别为 0.824 和 0.959 mmol/gFW,分别是对照处理的 3.15 和 3.66 倍,差异达到了极显著水平($P<0.01$);7℃ 时 MDA 含量为 0.481 mmol/gFW,是对照的 1.84 倍,差异显著($P<0.05$);10℃ 处理 MDA 含量为 0.329 mmol/gFW,是对照的 1.26 倍,但无显著差异。

表 2 低温胁迫对 MDA 含量的差异显著性分析

处理/℃	均值/mmole·g ⁻¹ FW	5%显著	1%极显著
0	0.959	a	A
4	0.824	a	A
7	0.481	b	B
10	0.329	bc	B
20	0.262	c	B

2.3 低温胁迫下彩色马蹄莲的叶片超氧化物歧化酶活性的变化

由表 3 可知,随着处理温度的降低,SOD 活性呈现下降的趋势。刚处理时 SOD 对低温不太敏感,变化幅度不大,且 10℃ 时 SOD 活性与 7℃ 时相同,值均为 21.333,与对照 20℃ 并无显著差异。7℃ 后 SOD 活性急剧下降,0℃ 时 SOD 活性降至最低,值为 13.867。在 4℃ 和 0℃ 处理条件下,SOD 活性分别比对照下降了 33.5% 和 38.3%,存在极显著差异($P<0.01$)。表明在低于 7℃ 的条件下叶片 SOD 酶活性受到显著影响,温度越低,SOD 下降幅度越大。

表 3 低温胁迫对叶片 SOD 的差异显著性分析

处理/℃	均值/U·g ⁻¹ FW·h ⁻¹	5%显著	1%极显著
20	22.467	a	A
10	21.333	a	A
7	21.333	a	A
4	14.933	b	B
0	13.867	b	B

2.4 低温胁迫下彩色马蹄莲叶片的脯氨酸含量变化

脯氨酸含量随温度的降低显著增加,整个变化趋势比较明显(表4)。在7℃时处理与其余各处理间存在极显著差异($P<0.01$),值达到了15.45,比对照增加了70.3%。但10℃处理和对照之间无差异,值为10.93,增加了20.5%。4℃处理和0℃之间无差异,分别比对照增加了107.2%和123.2%,达到了极显著水平。该试验结果表明,在低于10℃条件下叶片Pro受到显著影响,温度越低,影响越明显。

表4 低温胁迫时Pro含量的差异显著性分析

处理/℃	均值/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	5%显著	1%极显著
0	20.24	a	A
4	18.79	a	A
7	15.45	b	B
10	10.93	c	C
20	9.07	c	C

2.5 低温胁迫下彩色马蹄莲的叶片叶绿素含量的变化

叶片中叶绿素的含量可在一定程度上反映叶片的光合能力,由表5可知,低温胁迫使彩色马蹄莲叶片的叶绿素含量显著下降,表现在随着温度的降低,叶绿素含量越来越少。低温处理前期叶绿素含量变化不大,与对照相比,10℃和7℃时的低温胁迫使彩色马蹄莲叶片的叶绿素含量分别降低了2.6%和4.1%,但差异不显著。而在4℃的条件下叶绿素含量下降幅度比其它处理水平大,值为0.265 mg/gFW,与对照相比下降了50.6%;在0℃时,叶绿素含量下降到了最低,值为0.235 mg/gFW,比对照处理降低了50.1%;经显著性检测4℃和0℃与对照相比均达到了显著水平($P<0.05$)。该试验表明,在低于7℃的条件下叶片叶绿素含量受到显著影响。

表5 低温胁迫对叶绿素含量及差异显著性分析

处理/℃	均值/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$	5%显著	1%极显著
20	0.535	a	A
10	0.521	a	A
7	0.513	a	A
4	0.265	b	A
0	0.235	b	A

3 结论与讨论

超氧化物歧化酶是重要的细胞膜保护酶之一,在抗御活性氧自由基的毒害中处于“第一道防线”,其主要功能是清除活性氧自由基、控制膜脂过氧化和减少膜系统

的伤害。在逆境中,SOD活性的高低是机体抗逆境能力的标志^[13]。该试验中,SOD活性随处理温度的降低而降低,说明低温削弱了保护酶能力,使细胞内自由基的产生和清除平衡受到破坏,加剧了膜脂过氧化作用,导致细胞膜破坏,使植物体受到伤害。MDA是细胞膜脂过氧化的主要产物之一,MDA强烈地与细胞内各种成分发生反应,从而引起酶和膜的严重损伤^[6]。试验结果表明,低温逆境使彩色马蹄莲叶片MDA含量增加。MDA积累与SOD保护酶活性下降密切相关,一方面由于SOD活性下降,使有害自由基积累,可能直接或间接地启动膜脂过氧化,使MDA含量增加,膜系受损;另一方面,随着MDA的积累反过来又抑制了SOD的活性,使其下降,从而丧失了保护酶系统的功能,进一步促使膜系受损加重。说明低温逆境下SOD活性与膜脂过氧化强弱之间呈高度负相关^[7]。

细胞膜不仅是细胞与环境发生物质交换的主要通道,也是感受环境胁迫最敏感的原生质体的组成^[8]。低温伤害导致膜透性增大,离子外渗,从而导致电导率提高。通过测定外渗液电导值的变化,可反映细胞膜伤害程度,进而判断植物抗寒性的大小^[9]。在该试验中,彩色马蹄莲随着处理温度的降低,叶片的相对电导率值呈上升趋势。脯氨酸也被认为是植物在逆境胁迫下的产物,它是一种水合能力较强的氨基酸,其含量的增加有助于细胞持水合生物大分子结构的稳定^[10]。大量的测试结果表明,脯氨酸的积累与细胞的脱水有关,它的积累除可起到渗透调节外,更重要的是对膜脂和蛋白起到保护作用,防止活性氧对膜脂和蛋白的过氧化作用^[11]。植物的抗寒性与脯氨酸的含量存在相关性^[12]。由此可以认为低温胁迫下彩色马蹄莲叶片内脯氨酸的升高也有助于提高其抗寒性,是对低温胁迫的适应性反应。叶绿素存在于叶绿体中,其数量多少影响着对光能的吸收和转换。有研究表明,叶绿素只在较低温度胁迫下含量明显增加^[13]。从该试验可知,在不同温度的低温胁迫下,彩色马蹄莲植株体内叶绿素含量下降,说明较低温度对叶绿素含量影响较大。这可能与植株体内叶绿素的合成能力降低,或是叶绿体结构被破坏、分解不断加快有关,无论哪种情况,都将会影响植物的光合作用,从而影响植物生长。在研究香蕉、温州蜜柑等作物中都有

类似的报道^[14]。

参考文献

- [1] 蔡曾昱. 马蹄莲与彩色马蹄莲[J]. 中国花卉盆景, 2006, 9(2): 2-4.
- [2] 李文胜, 孔德平. 马蹄莲切花栽培技术[J]. 河南林业科技, 2001 (2): 22.
- [3] 郝再彬, 苍晶, 徐仲. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 工业大学出版社, 2004: 46-49.
- [4] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 74-77.
- [5] 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: 175-176.
- [6] 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害[J]. 植物生理学通讯, 1991 (2): 84-90.
- [7] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 75-77.
- [8] 汪宗立, 刘晓忠. 玉米的涝渍伤害与膜脂过氧化作用和保护酶活性的关系[J]. 江苏农业学报, 1988(4): 1-7.
- [9] 杨敏生, 王春荣, 裴保华. 白杨杂种无性系的抗寒性[J]. 东北林业大学学报, 1997, 25(4): 20-23.
- [10] 汤章成. 逆境条件下植物体脯氨酸的累积及可能意义[J]. 植物生理学通讯, 1984(1): 15-27.
- [11] 王翼川, 李志军, 徐雅丽, 等. 低温胁迫对海岛棉幼苗生理生化特性的影响[J]. 中国棉花, 2001, 28(5): 13-14.
- [12] Cleff M D. Proline accumulation during the environmental stress[J]. Crop Science, 1983, 23(1): 23-26.
- [13] 梁慧敏, 夏阳, 杜峰, 等. 低温胁迫对草地早熟禾抗性生理生化指标的影响[J]. 草地学报, 2001, 19(4): 286-293.
- [14] 郭延平, 张良诚, 沈允钢. 低温胁迫对温州蜜柑光合作用的影响[J]. 园艺学报, 1998, 25(2): 111-116.

Physiological Reaction of *Zantedeschia hybrida* to the Low Temperature Stress

MA Jie, ZHAO Lan-zhi, SUN Li, CAI Zu-guo, LI Peng-he

(Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

Abstract: This paper analyzed the resistance index of leaves by giving the low temperature to *Zantedeschia hybrida* at different level. The results showed that by the reducing of temperature, the relative conductivity, MDA content and Pro enzyme's competence marked increase, but SOD content's activity and the content of chlorophyll depress. The frost resisting breeds could keep high level of SOD and Pro enzyme's competence, and at low MDA content.

Key words: low temperature stress; *Zantedeschia hybrida*; cold resistance; physiological reaction

地膜用量速算法

地膜覆盖栽培能获得早熟、优质、高效的良好效果。农民朋友买地膜时,一般靠经验来估算,由于地膜的规格不一样,往往难以正确估算出该买多少。现介绍一种速算法:据试验结果,厚度为 0.01 mm 的地膜平盖 667 m² 面积,其用量为 6.44 kg,以此为基数,以各种地膜厚度与 0.01 之比值,则得相应地膜的用量。如厚度为 0.009 mm 的地膜,平盖 667 m² 的用量是:6.44×0.009÷0.01=5.79≈5.8 kg。如某农户计划种花生 3×667 m²,覆盖率为 70%,问需购多少?解:6.44×0.9×3×0.7=12.17 kg。即需购 0.009 mm 厚的地膜 12.17 kg。