



# 低温胁迫对西洋樱草品种丹娜抗寒生理指标的影响

王建强, 邓永成, 陈 云

(武汉市园林科学研究院, 湖北 武汉 430081)

**摘要:**为促进西洋樱草丹娜的栽培管理和景观应用,在不同低温处理下,对西洋樱草丹娜叶片的相对电导率及游离脯氨酸和丙二醛含量等抗寒生理指标进行测定,用电导法配合 Logistic 方程拟合的 S 型曲线计算获得半致死温度,配合相对电导率及游离脯氨酸和丙二醛含量的变化,分析其抗寒性的差异。结果表明:处理温度由室温降至 $-15^{\circ}\text{C}$ 的过程中,西洋樱草丹娜叶片的脯氨酸含量迅速增加。丙二醛含量在处理温度从 $-5^{\circ}\text{C}$ 降至 $-10^{\circ}\text{C}$ 时增加较快。相对电导率在处理温度从 $-5^{\circ}\text{C}$ 降至 $-10^{\circ}\text{C}$ 时迅速增加。西洋樱草丹娜叶片的半致死温度为 $-8.1^{\circ}\text{C}$ 。

**关键词:**西洋樱草;低温胁迫;相对电导率;游离脯氨酸;丙二醛

西洋樱草 (*Primula acaulis* hybrid) 属报春花科报春花属,喜温暖湿润气候,较耐寒,宜生长在排水好、富含腐殖质的土壤上。西洋樱草丹娜生长室温 $5\sim 25^{\circ}\text{C}$ ,生长周期 $140\sim 150\text{ d}$ ,花色多样,色彩艳丽,花期长,是元旦、春节期间应用的优良品种。武汉市位于湖北省东部,属北亚热带季风性湿润气候,具有冬冷夏热、四季分明的特点。近几年观察城区冬季最低气温常在 $-5^{\circ}\text{C}$ 左右。对西洋樱草丹娜进行耐寒性生理测定,研究不同低温胁迫下西洋樱草丹娜叶片的生理特性,为其栽培管理及景观应用提供理论依据。

目前测定植物抗寒性的指标主要为电导度、可溶性糖、叶绿素、可溶性蛋白、脯氨酸、丙二醛、不饱和脂肪酸等<sup>[1-2]</sup>;应用抗寒性指标分析比较不同植物和花卉抗寒性的研究较多<sup>[3-5]</sup>。冯献宾等<sup>[6]</sup>研究了冷冻处理条件下黄连木枝条内丙二醛、可溶性蛋白、可溶性糖、过氧化物酶和细胞超氧化物歧化酶含量及相对电导率的变化,探讨低温胁迫对抗寒生理指标的影响。而关于西洋樱草抗寒性指标的分析研究鲜见报道。本研究以西洋樱草丹娜为试验材料,探讨在不同低温处理下叶片的相对电导度、丙二醛和游离脯氨酸的变化与其抗寒性的关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选择栽植在露天环境下株型较一致且生长健壮的西洋樱草丹娜盆花进行试验。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 选取西洋樱草丹娜相同部位的叶片若干片,分成几份,用纯水冲洗干净,用滤纸吸干表面水分,分别放在室温(CK)和不同低温( $-5$ 、 $-10$ 、 $-15$  和  $-20^{\circ}\text{C}$ )条件下处理,每种温度下处理 $2\text{ h}$ 。用纯水冲洗干净的剪刀将不同低温处理后叶片剪成约 $0.5\text{ cm}\times 0.5\text{ cm}$ 的碎片,混合均匀。测定相对电导率和游离脯氨酸、丙二醛含量。

1.2.2 生理指标的测定 电解质渗透率采用电导法测定<sup>[7]</sup>;游离脯氨酸采用茚三酮比色法测定<sup>[7]</sup>;丙二醛含量采用巴比妥酸显色法测定<sup>[8]</sup>。

1.2.3 数据分析 用 Excel 2003 对数据进行处理并作图;半致死温度( $\text{LT}_{50}$ )的计算以电导法配合 Logistic 方程拟合的 S 型曲线确定的拐点温度。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温处理对西洋樱草叶片中脯氨酸含量的影响

由图 1 可知,西洋樱草丹娜叶片的脯氨酸含量随处理温度的降低呈先上升后下降的趋势;在常温(CK)下最低;在 $-15^{\circ}\text{C}$ 时脯氨酸含量最高,与 CK 相比增加了 7.63 倍。说明随叶片处理温度的降低,西洋樱草丹娜对低温胁迫做出了生理反应,产生了一定量的脯氨酸,增强抵抗低温的能力,在 $-15^{\circ}\text{C}$ 时脯氨酸的含量达到最大值,对低温胁迫的抗性最佳;随后处理温度继续降低,西洋樱草丹娜叶片细胞组织受到伤害,其叶片内的脯氨酸含量也随之降低。

收稿日期:2017-12-25

第一作者简介:王建强(1974-),男,河南省洛阳市人,学士,高级工程师,从事园林花卉的栽培应用与植物营养研究。  
E-mail:wjq19741209@126.com。

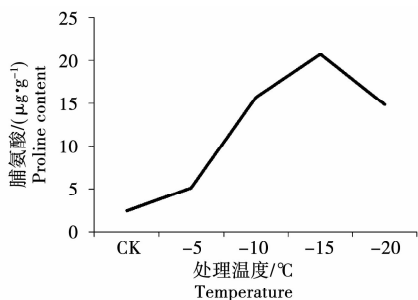


图1 低温处理对西洋樱草叶片脯氨酸含量的影响

Fig. 1 The effects of low temperature treatments on proline content in the leaves of *Primula acaulis*

## 2.2 低温处理对西洋樱草叶片中丙二醛含量的影响

由图2可知西洋樱草丹娜叶片的丙二醛含量随处理温度的降低呈先降低后升高再降低的规律,变化趋势较为平缓。在 $-10^{\circ}\text{C}$ 时最高,与对照相比升高了22.00%,在 $-15^{\circ}\text{C}$ 与 $-10^{\circ}\text{C}$ 时相比变化不大; $-5^{\circ}\text{C}$ 最低,与对照相比降低了17.00%。西洋樱草叶片随着处理温度的降低,在 $-5^{\circ}\text{C}$ 时对低温表现出一定的抗性,在 $-10^{\circ}\text{C}$ 时,对植物的伤害严重,过氧化物酶活性受到抑制,细胞组织受到的伤害增加,丙二醛的含量达到最大值。

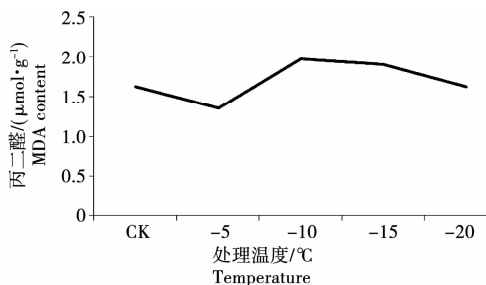


图2 低温处理对西洋樱草叶片丙二醛含量的影响

Fig. 2 The effects of low temperature treatments on MDA content in the leaves of *Primula acaulis*

## 2.3 低温处理对西洋樱草叶片相对电导率的影响

由图3可知,西洋樱草丹娜叶片随处理温度降低呈逐渐升高的趋势。处理温度降至 $-5^{\circ}\text{C}$ 时西洋樱草丹娜叶片的相对电导率变化不大;处理温度降至 $-10^{\circ}\text{C}$ 西洋樱草叶片的相对电导率急剧升高,与CK相比增加了66.57%,在 $-20^{\circ}\text{C}$ 相对电导率达到最大值。说明其细胞膜的功能随处理温度的降低受到较大破坏造成细胞内水溶性物质渗漏,其细胞膜功能为受到较大破坏。

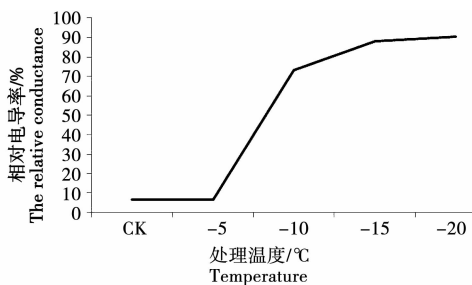


图3 低温处理对西洋樱草叶片相对电导率的影响

Fig. 3 The effects of low temperature treatments on relative conductance in the leaves of *Primula acaulis*

## 2.4 低温胁迫下西洋樱草叶片的半致死温度

以相对电导率50%的温度为半致死温度,由图3相对电导率配合 Logistic 方程确定西洋樱草叶片的半致死温度为 $-8.1^{\circ}\text{C}$ 。露地观察西洋樱草盆花在 $-6^{\circ}\text{C}$ 时叶尖、老叶和花瓣褐色,叶片冻伤20%左右,较为一致。

## 3 结论与讨论

植物在低温下游离脯氨酸的大量积累是对低温胁迫的保护性反应<sup>[2,10]</sup>。本试验中在处理温度由室温降至 $-15^{\circ}\text{C}$ 的过程中,西洋樱草丹娜叶片的脯氨酸含量迅速增加,对低温有良好的适应过程。

丙二醛是植物在衰老或逆境条件下发生膜脂过氧化作用的产物之一,其含量可以反映植物受伤害的程度。丙二醛含量与植物抗寒性之间呈负相关<sup>[3-6,10]</sup>。植物在低温下丙二醛的积累能对细胞和膜造成伤害<sup>[10]</sup>。本试验中西洋樱草丹娜叶片的丙二醛含量在处理温度从 $-5^{\circ}\text{C}$ 降至 $-10^{\circ}\text{C}$ 时增加较快,说明植物受到了一定的伤害。

植物组织受到逆境伤害时,由于膜的功能受损或结构破坏,而使其透性增大,水的电导率将因电解质的外渗而加大,伤害越重,外渗越多,电导度的增加也愈大。用相对电导率可以分析细胞膜的受伤程度和对低温的抗性强弱<sup>[3,5-6,10]</sup>。本试验中西洋樱草丹娜叶片的相对电导率在处理温度从 $-5^{\circ}\text{C}$ 降至 $-10^{\circ}\text{C}$ 时迅速增加,说明植物受到较大的伤害。以电导法配合 Logistic 方程拟合的 S 型曲线进行计算获得西洋樱草丹娜的半致死温度为 $-8.1^{\circ}\text{C}$ ,这与西洋樱草丹娜在低温胁迫下(由 $-5^{\circ}\text{C}$ 降至 $-10^{\circ}\text{C}$ )叶片内脯氨酸、丙二醛变化规律较为一致。

本研究中用不同低温处理下脯氨酸和丙二醛含量的变化规律与相对电导率变化所得出的抗

寒性强弱的结果较为一致。植物的抗寒性不仅与植物自身的遗传基因有关,而且与其生长环境有关<sup>[10]</sup>。在实际生产中可以通过低温炼苗的方式提高植物的抗寒性,也可对植物施用外源物质(如脱落酸、氯化钙、磷酸二氢钾等)来提高植物的抗寒性。

参考文献:

[1] 胡永红,张启翔,封培波. 宿根花卉抗寒、耐热鉴定研究[J]. 中国园林,2004,20(6):75-77.  
[2] 王小华,庄南生. 脯氨酸与植物抗寒性的研究进展[J]. 中国农学通报,2008,24(11):398-402.  
[3] 胡晓静,马琴,牛攀新. 低温胁迫对沙棘抗寒生理指标的影响[J]. 辽宁林业科技,2009(5):22-24.

[4] 陈曦,周玉兰,刘志洋,等. 六种宿根花卉抗寒生理指标的比较研究[J]. 东北农业大学学报,2009,40(9):21-25.  
[5] 王永亮,王韡,戴斌,等. “星白”勋章菊耐寒性研究[J]. 北方园艺,2012(2):73-75.  
[6] 冯献宾,董倩,王洁庞曼,等. 低温胁迫对黄连木抗寒生理指标的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(8):23-26.  
[7] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学试验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002:35-125.  
[8] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:167-169.  
[9] 莫惠栋. Logistic 方程及其应用[J]. 江苏农学院学报,1983,4(2):53-57.  
[10] 任向荣,等. 低温对 6 种绿化树种幼苗生理过程的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2008(12):56-60.

# Effects of Low-temperature Stress on Cold-resistant Related Physiological Index in *Primula acaulis* Hybrid Danova

WANG Jian-qiang,DENG Yong-cheng,CHEN Yun

(Wuhan Academy of Landscape and Gardening, Wuhan 430081,China)

**Abstract:** In order to promote the cultivation management and landscape application of *Primula acaulis* hybrid Danova, under different low temperature treatments, the *Primula acaulis* hybrid Danova leaves relative conductivity and free proline and MDA content of cold resistant physiological indexes were calculated, the semi lethal temperature was determined with the method of electric conductivity and Logistic the equation fitting, the relative conductivity and free proline and MDA content changes, their differences in cold-resistant were analyzed. The results showed that the temperature from room temperature to  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , the free proline content of the leaves increased rapidly *Primula acaulis* hybrid Danova. The content of MDA increased rapidly when the temperature reduced from  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The relative conductivity increased rapidly at the treatment temperature from  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The semi lethal temperature of *Primula acaulis* hybrid Danova leaves was  $-8.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Keywords:** *Primula acaulis* hybrid; relative conductivity; free proline; MDA

## 《黑龙江农业科学》理事会

理事长单位	代表	理事单位	代表
黑龙江省农业科学院	院长 李文华	黑龙江生物科技职业学院	院长 李承林
副理事长单位	代表	宁安县农业委员会	主任 曾令鑫
黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所	所长 潘国君	农垦科研育种中心哈尔滨科研所	所长 姚希勤
黑龙江省农业科学院五常水稻研究所	所长 张广柱	黑龙江农业职业技术学院	院长 李东阳
黑龙江省农业科学院克山分院	院长 邵立刚	黑龙江职业学院	院长 赵继会
黑龙江省农业科学院黑河分院	院长 张立军	鹤岗市农业科学研究所	所长 姜洪伟
黑龙江省农业科学院绥化分院	院长 陈维元	伊春市农业技术推广中心	主任 张含生
黑龙江省农业科学院牡丹江分院	院长 张太忠	甘南县向日葵研究所	所长 孙为民
黑龙江农业经济职业学院	院长 张季中	萝北县农业科学研究所	所长 张海军
常务理事单位	代表	齐齐哈尔市自新种业有限责任公司	总经理 陈自新
勃利县广视种业有限责任公司	总经理 邓宗环	黑龙江省农垦科学院水稻研究所	所长 解保胜
内蒙古丰垦种业有限责任公司	董事长 徐万陶	黑龙江八一农垦大学农学院	院长 杨克军
		绥化市北林区农业技术推广中心	主任 张树春
		黑龙江省齐齐哈尔农业机械化学学校	校长助理 张北成