

# 低温胁迫对三个景观树种抗寒性生理指标的影响

王华荣, 王文举

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**以4 a 生红端木、合欢、悬铃木的1 a 生枝条为试材,测定了不同低温冷冻处理条件下的可溶性糖、游离脯氨酸、丙二醛含量以及枝条的相对电导率。结果表明:随着温度下降,3个树种可溶性糖和脯氨酸含量均呈现先升后降的趋势,MDA含量随温度降低逐渐升高;枝条相对电导率随处理温度降低呈“S”形上升。相对电导率结合 Logistic 方程推算出红端木、合欢、悬铃木低温半致死温度( $LT_{50}$ )分别为-31.8、-21.5和-19.9℃。抗寒性强弱顺序为:红端木>合欢>悬铃木。

**关键词:**景观植物;抗寒性;低温胁迫;Logistic 曲线方程

**中图分类号:**S 687 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)21-0054-03

宁夏园林绿地建设中树种种类单一,景观效果单调。悬铃木(*Platanus acerifolia*)、合欢(*Abrus julibrissin*)、红端木(*Cornus alba*)树形美观,枝叶繁茂,具有较高观赏价值,将其引种至银川市作为城市园林绿化树种,具有较好的应用前景。园林植物引种的成败与其抗寒性高低有密切关系。宁夏地处西北内陆,冬季寒冷,景观植物易发生冻害。长期以来,人们用电阻法测定植物的抗寒

性<sup>[1]</sup>,后来有人以离体植物组织进行人工冷冻试验,测定其细胞组织电解质渗出率,并拟合 Logistic 方程求其半致死温度,作为鉴定树种抗寒性大小的数量指标<sup>[2-3]</sup>。现选择4 a 生的合欢、红端木和悬铃木树种为试材,模拟自然低温胁迫处理,测定其脯氨酸含量、丙二醛含量、可溶性糖含量和相对电导率,探讨供试树种的抗寒性大小,为引种栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试材为4 a 生悬铃木、合欢、红端木。

**第一作者简介:**王华荣(1954-),男,本科,副教授,现主要从事林木病害防治等研究工作。E-mail:wwj5318@tom.com.

**收稿日期:**2012-06-27

## Study on Physical Characters of Soilless Cultivation Matrix and Cultivation Techniques of *Neottopteris antique*

MA Fu-sheng, LIU Hong-lu, WU Wen-yong, YANG Sheng-li

(Beijing Hydraulic Research Institute, Beijing Engineering Technique Research Center for Exploration and Utilization of Non-Conventional Water Resources and Water Use Efficiency, Beijing 100048)

**Abstract:** The physical characteristics of three kinds of substrate and *Neottopteris antique* culture experiment were investigated. The experimental substrate included mixed peat substrate, PINDSTRUP substrate and sphagna substrate. The experimental *Neottopteris antique* was planted in plastic pot with three kinds of substrate. The results showed that dry unit weight had obvious difference and total porosity had no obvious difference between the substrates ( $P < 0.05$ ). The water-holding porosity and gas-porosity had no obvious difference between mixed peat substrate and PINDSTRUP substrate, but the water-holding porosity of sphagna substrate was lower and gas-porosity was higher obviously compared with the other two kinds of substrate ( $P < 0.05$ ). The daily change process of leaf transpiration rate and photosynthetic rate were similar for all treatments. The growth and water physiological indexes were influenced by irrigation quota and substrate, the best growth were gained from the PINDSTRUP substrate, the worst growth were gained from the mixed peat substrate.

**Key words:** *Neottopteris antique*; soilless culture; substrate; unite weight

## 1.2 试验方法

于2010年1月10日将1 a生枝条剪回室内,用蒸馏水冲洗2次,再用去离子水冲洗后,剪成20 cm的小段,包于聚乙烯薄膜中保湿,置于超低温冰箱中,分别冷冻48 h,以每24 h降低3℃的速度降温,并间隔3℃(-15、-18、-21、-24、-27、-30、-33、-36、-39℃)低温处理。

## 1.3 项目测定

电解质渗出率的测定参照王文举等<sup>[3]</sup>的方法,脯氨酸含量的测定参照李合生<sup>[4]</sup>的“磺基水杨酸法”,丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸法<sup>[5]</sup>,可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温对电解质渗出率的影响

张军科等<sup>[7]</sup>研究表明,膜系统是冻害的原初部位,低温胁迫能引起植物细胞膜透性的明显改变,导致溶质外渗,因而质膜的透性变化可显示细胞膜结构和功能的受损程度<sup>[7]</sup>。在逆境条件下细胞膜透性反映了膜系统稳定性<sup>[8]</sup>。由Sukumaran(1972)提出的以电解质渗出率50.0%的温度作为半致死温度。由表1可知,各树种1 a生枝条经不同低温处理后的相对电导率,随着温度降低呈增加的趋势。冷冻48 h,温度降至-15℃时,3个树种枝条电解质渗出率差异不大,当降至-24℃时,各树种枝条的相对电导率均出现急剧增加的趋势,悬铃木为60.4%,合欢为51.6%,红瑞木最低为49.3%,相对电导率分别比-15℃时增加31.5%、18.6%、22.6%,说明该温度对红瑞木和合欢枝条组织细胞膜的功能已造成损伤,而此时悬铃木离体组织已严重受冻损伤,细胞膜已丧失机能。引种实践也表明,银川地区冬季绝对温度降至-20℃以下时,如不对悬铃木和合欢幼树采取防寒措施,1 a生枝条至多年生枝干常受冻死亡。

表1 48 h低温处理对3个景观树种电解质外渗影响的 Logistic 回归方程

树种	曲线参数			回归方程	LT <sub>50</sub> /℃	相关系数 R <sup>2</sup>
	k	a	b			
红瑞木	100	0.1022	0.0715	$y=100/(1+0.1022e^{-0.0715x})$	-31.8	0.9765**
合欢	90.6	0.0003	0.2415	$y=96.6/(1+0.0003e^{-0.2415x})$	-21.5	0.8544**
悬铃木	94.7	0.00002	0.0336	$y=94.7/(1+0.00002e^{-0.0336x})$	-19.9	0.8676**

### 2.2 低温对可溶性糖含量的影响

植物在越冬前积累物质的基本形式是淀粉,贮存在根、干、枝的皮层和木质部中,在低温到来之前则转化为糖类、脂肪、纤维素和其它化合物,从而增强抗逆性<sup>[9]</sup>。可溶性糖含量越高,抗寒性越强。-18℃时,3个树种的可溶性糖含量达到高峰,随后,在-21~-24℃时抗寒性弱的合欢和悬铃木可溶性糖大幅度下降,而抗寒性强的红瑞木则持续缓慢上升。因此,当植物遭受低温胁迫

时,增加树体组织内可溶性糖含量可提高植物的抗寒性。由图1可知,经48 h低温处理,可溶性糖含量在-18℃时出现波峰,红瑞木0.410%、合欢0.388%、悬铃木0.399%。可见,红瑞木抗寒性强,可溶性糖含量高,反之亦然。当温度降至-24℃时,红瑞木枝条组织内可溶性糖仍在缓慢升高,而悬铃木则下降幅度较大,与电解质渗出率趋势相吻合。经对红瑞木、合欢和悬铃木枝条组织电解质渗出率与可溶性糖含量进行相关分析,其相关性均达极显著水平,3个树种的相关关系分别为 $r=-0.982^{**}$ 、 $r=-0.889^{**}$ 、 $r=-0.806^{**}$ ( $r_{0.01}=0.765$ )。

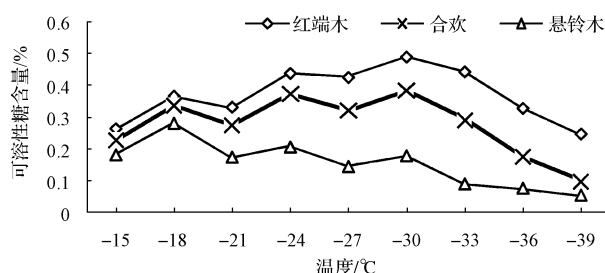


图1 低温胁迫对红瑞木、合欢、悬铃木可溶性糖含量影响

### 2.3 低温对丙二醛(MDA)含量的影响

MDA(丙二醛)为植物器官衰老或者在逆境条件下发生膜脂过氧化作用产生的过氧化物之一,通常利用它作为脂质过氧化指标,表示细胞膜脂过氧化程度和对逆境条件反应的强弱<sup>[10]</sup>。由图2可知,随着处理温度的降低,不同树种的枝条组织中MDA含量呈上升趋势,但上升的幅度树种间有明显差异,温度降至-24℃时,红瑞木、合欢、悬铃木树种枝条组织内MDA含量分别比-15℃提高115.3%、126.5%和615.6%。红瑞木和合欢枝条组织中MDA含量始终低于悬铃木,说明红瑞木和合欢耐寒性强于悬铃木。红瑞木、合欢、悬铃木电解质渗出率与丙二醛相关系数分别为0.975\*\*、0.888\*\*、0.914\*\*。

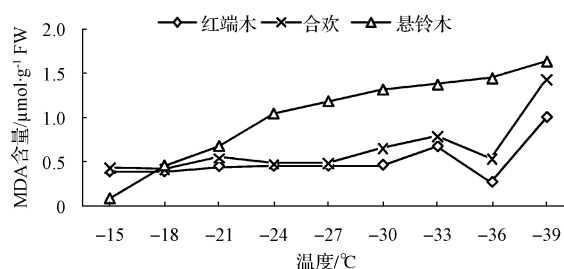


图2 低温胁迫红瑞木、合欢、悬铃木MDA含量影响

### 2.4 低温对脯氨酸含量的影响

脯氨酸是植物蛋白质的组成成分之一,并以游离态广泛存在于植物体中<sup>[11]</sup>。植物在正常条件下,游离脯氨酸含量很低,但遇到逆境时游离脯氨酸便积累,并且积累指数与植物的抗逆性有关<sup>[12]</sup>。植物体内脯氨酸含量

在一定程度上反映了植物的抗逆性强弱,抗寒性强的树种往往积累较多的脯氨酸,因此测定脯氨酸含量可以作为抗寒栽培和引种的生理指标。由图3可知,当温度降至 $-24^{\circ}\text{C}$ 时,红瑞木和合欢树种枝条组织内脯氨酸含量分别比 $-15^{\circ}\text{C}$ 时提高217.8%和133.1%,而悬铃木则降低了12.9%。据调查,银川地区冬季气温降至 $-20^{\circ}\text{C}$ 时,幼龄悬铃木已有受冻迹象,如低温持续时间长时就会严重受冻。红瑞木、合欢、悬铃木电解质渗出率与脯氨酸负相关,相关系数分别为 $-0.984^{**}$ 、 $-0.888^{**}$ 、 $-0.828^{**}$ 。

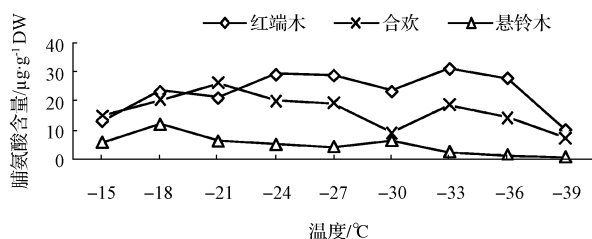


图3 低温胁迫对红瑞木、合欢、悬铃木脯氨酸含量影响

### 3 结论

该试验结果表明,电导率、可溶性糖、脯氨酸和丙二醛4个指标的测定结果,红瑞木最抗寒,合欢居中,而悬铃木抗寒性最弱,经 Logistic 曲线方程拟合,48 h 低温胁迫后3个树种的半致死温度分别为 $-31.88^{\circ}\text{C}$ 、 $-21.55^{\circ}\text{C}$ 和 $-19.90^{\circ}\text{C}$ 。

红瑞木抗寒性强,越冬不需要防寒措施,而合欢、悬铃木的抗寒性较弱,越冬时需采取相应防寒措施,如先用草绳缠干,然后进行地面覆膜;根部灌封冻水、根茎培土;树干涂抹生石灰等措施。

### 参考文献

- [1] 顾英,孙醉君. 鉴定常绿阔叶树抗寒性的电阻法研究初报[M]//南京中山植物园研究论文集. 南京:江苏科学技术出版社,1981:97-101.
- [2] 王霞,候平,尹林克,等. 水分胁迫对桉柳组织含水量和电解质渗出率的影响[J]. 干旱区研究,1999,16(2):12-15.
- [3] 王文举,张亚红,牛锦凤,等. 电导法测定鲜食葡萄的抗寒性[J]. 果树学报,2007,24(1):34-37.
- [4] 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,2000:195-197,258-261.
- [5] 王荣富. 植物抗寒指标的种类及其应用[J]. 植物生理学通讯,1987(3):49-55.
- [6] 王淑杰,王家民. 可溶性全蛋白、可溶性糖含量与葡萄抗寒性关系的研究[J]. 北方园艺,1996(2):13-14.
- [7] 张军科,桑春果. 杏品种资源抗寒性主成分分析[J]. 西北农业大学学报,1999,27(6):79-84.
- [8] 王飞,陈等文. 杏花及幼果的抗寒性研究[J]. 西北植物学报,1995,15(2):133-137.
- [9] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯,1984(1):15-21.
- [10] 王家民,王连君. 自根葡萄栽培根系抗寒生理指标的测定分析[J]. 葡萄酒与栽培,1996(5):8-10.
- [11] 王淑杰,王家民,李亚东,等. 氨基酸种类、含量与葡萄抗寒性关系的研究[J]. 葡萄栽培与酿酒,1998(1):3-5.
- [12] 王华,王飞,陈登文. 低温胁迫对杏花 SOD 活性和膜脂过氧化的影响[J]. 果树科学,2000,17(3):197-201.

## Effect of Low Temperature Stress on Physiological Indices of Three Landscape Tree Species

WANG Hua-rong, WANG Wen-ju

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Taking one-year-old dormancy branches of four-year-old *Cornus alba*, *Ablzizai jlibrsisin* and *Paltanus acerfioila* as test materials, after treated by low temperature treatments, the content of soluble sugar, free proline, malondialdehyde(MDA), and the relative conductivity of the cold resistance of these landscape tree species were studied. The results showed that the content of soluble sugar, free proline in membrane increased first and decreased later, but the content of MDA increased, and the relative conductivity increased as a S-curves with the temperature decreased. According to the Logistic equation, the semi-lethal temperature ( $LT_{50}$ ) for *Cornus alba*, *Ablzizai jlibrsisin* and *Paltanus acerfioila* one-year stick were calculated which were  $-31.8$ ,  $-21.5$  and  $-19.9^{\circ}\text{C}$  respectively. In conclusion, the order of cold resistance for three species was *Cornus alba* > *Ablzizai jlibrsisin* > *Paltanus acerfioila*.

**Key words:** landscape tree species; cold resistance; low temperature stress; Logistic curve equation