

# 低温胁迫对格木幼苗生理特性的影响

林 宁<sup>1,2</sup>, 刘 昆 成<sup>1</sup>, 於 艳 萍<sup>1</sup>, 王 凌 晖<sup>1</sup>, 易 鹏 君<sup>1</sup>, 杨 家 安<sup>1</sup>

(1. 广西大学 林学院, 广西 南宁 530005; 2. 广西国有六万林场, 广西 玉林 537000)

**摘 要:**以 1 a 生格木幼苗为试验材料, 设 0、4、8、12、25℃(CK) 5 个不同梯度温度进行人工低温胁迫, 对低温胁迫下格木幼苗电导率、丙二醛(MDA)含量、可溶性糖含量、脯氨酸(Pro)、超氧化物歧化酶(SOD)等的变化规律进行研究。结果表明: 随着温度的降低, 相对电导率和 MDA 含量逐渐增大, 可溶性糖和 Pro 含量呈先降后升但总体低于 CK 的变化规律, SOD 含量呈先增大后减小的变化趋势, 但整体高于对照。

**关键词:**格木; 低温胁迫; 生理特性; 抗逆性

**中图分类号:**S 792 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)24-0087-04

格木(*Erythrophloeum fordii*)为苏木科格木属常绿乔木, 又名赤叶木、斗登风、孤坟柴, 主要分布于广东、广西、浙江、福建和台湾等省区, 是亚热带常绿阔叶林的重要组成部分。格木冠幅宽阔, 叶色苍绿, 树型优美, 为优良观赏树种, 可作园林绿化之用<sup>[1]</sup>, Li 等<sup>[2]</sup>在对格木

树皮的提取物进行研究时发现, 格木树皮对 KB(人口腔上皮癌)、A2780(人卵巢癌)细胞具有较强的选择性抑制作用, 故其有一定的药用价值。同时, 格木也是珍贵的用材树种<sup>[3]</sup>。近年来, 格木遭到乱砍滥伐导致其数量减少, 现已被列为《中国植物红皮书》二级重点保护的珍稀濒危植物之一<sup>[4]</sup>。温度是影响植物生长和分布的关键因子之一, 目前对格木的研究主要集中在播种育苗、栽培措施、造林技术等方面<sup>[5]</sup>, 鲜见有关对格木低温胁迫方面的研究报道, 为此该试验探讨在低温胁迫下格木的生理特性变化, 以为格木的栽培提供理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为 1 a 生格木幼苗。

**第一作者简介:**林宁(1965-), 男, 本科, 工程师, 现主要从事林业科研及生产工作。E-mail: linn007@163.com.

**责任作者:**王凌晖(1965-), 男, 博士, 教授, 现主要从事园林植物栽培及森林培育研究工作。E-mail: wanglinghui97@163.com.

**基金项目:**广西林业厅自然科学基金资助项目(桂林科字[2009]第 22 号)。

**收稿日期:**2012-08-30

收标准, 在花序的最低花轮以下 5 cm 左右处割取, 应少带花梗、不带青叶、老枝、杂草等。收割应选择晴天上午 10:00 以后, 有露水或阴天不宜收割。

## 参考文献

[1] 朴守凤, 李泽钟. 延边地区建立薰衣草栽培基地的优势[J]. 延边大

学农学报, 2005, 27(3): 221-224.

[2] 姚悦梅. GA<sub>3</sub>浸种对薰衣草种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子科技, 2005(6): 343-344.

[3] 唐永清, 李征杰, 王晓玲. 薰衣草枯萎病的发生与防治[J]. 农业科技与信息, 2004(7): 12.

## Cultivation and Management of Lavender in Shenyang Area

MA Feng-jiang<sup>1</sup>, DU Gui-juan<sup>1</sup>, CHENG Hong-bo<sup>2</sup>, YANG Shu<sup>1</sup>, ZHANG Zhe<sup>1</sup>

(1. Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Shenyang Ziyang Lavender Tourism Development Co. Ltd., Shenyang, Liaoning 110069)

**Abstract:** Lavender is a perennial sub-shrub with ornamental value because of the colorful flowers, and lavender is rich in essential oil and has high economic value. So the lavender is one of the economic plants with wide popularizing prospect. The systematic cultivation technique, management method and pest control measures were put forward according to the cultivation experiments in Shenyang area.

**Key words:** lavender; cultivation; management; Shenyang

## 1.2 试验方法

试验在广西大学林学院苗圃教学基地和实验室内进行。2011年7月15日选取生长良好的1a生格木枝条带回实验室用去离子水洗净,之后用滤纸吸干水分,然后放在预先设置好的温度为25℃的人工气候箱中进行低温胁迫,设置5个不同的温度梯度(0、4、8、12、25℃(CK)),且以2℃/h的速度降温,当温度降至某一设定值后保持24h,并随机采样测定,然后继续降温。降温期间的光照时间为8:00~20:00,光照强度 $120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,空气相对湿度保持在80%左右。

## 1.3 项目测定

细胞膜透性的测定采用电解质外渗法<sup>[6]</sup>,丙二醛(MDA)采用硫代巴比妥酸法<sup>[7]</sup>,可溶性糖采用蒽酮比色法<sup>[7]</sup>,游离脯氨酸含量采用酸性茚三酮法<sup>[8]</sup>,超氧化物歧化酶(SOD)活性采用NBT光化还原法<sup>[8]</sup>。

## 1.4 数据分析

利用Excel 2003程序绘图、DPS软件进行方差分析及多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温胁迫对格木幼苗叶片细胞膜透性的影响

由图1可知,随着温度的降低,格木幼苗叶片的相对电导率不断升高,其中在0℃时其相对电导率达到最大值为65.3%,是CK的2.01倍,说明格木幼苗叶片随着温度的降低,其细胞膜透性变大,伤害越深。经方差分析可知,格木幼苗叶片相对电导率大小在不同的温度胁迫下达到了极显著影响( $P<0.01$ ),多重比较结果表明,12、8、4、0与25℃(CK)之间均呈极显著差异。

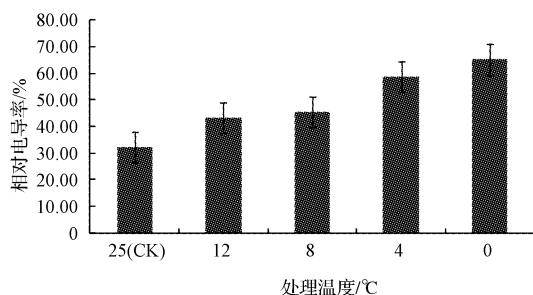


图1 低温胁迫对格木幼苗叶片相对电导率的影响

### 2.2 低温胁迫对格木幼苗叶片膜脂过氧化的影响

由图2可知,随着温度的降低,格木幼苗叶片的MDA含量逐渐升高,在12℃时,其MDA含量变化不大,为 $26.12\mu\text{mol/g}$ ,是CK的1.1倍,当温度为0℃时其MDA含量为 $38.51\mu\text{mol/g}$ ,达到了最大值,是CK的1.625倍,说明随着温度的降低的格木幼苗叶片的膜脂过氧化越严重,导致细胞受到的伤害越深。由方差分析表明,格木幼苗叶片的MDA含量在不同温度胁迫下达到极显著影响( $P<0.01$ ),多重比较结果表明,12℃与

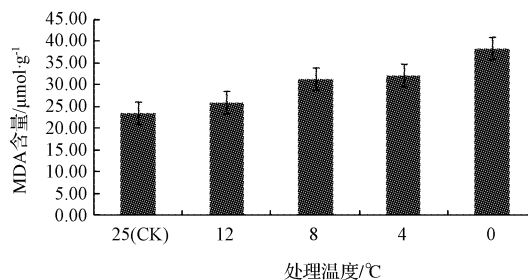


图2 低温胁迫对格木幼苗叶片MDA含量的影响

CK差异不显著,8、4、0℃与CK之间存在极显著差异。

### 2.3 低温胁迫对格木幼苗叶片的SOD活性的影响

由图3可知,随着温度的降低,格木幼苗叶片的SOD活性呈先增大后减小的变化趋势,但与对照25℃相比,每一个胁迫温度下的SOD活性均高于对照,其中在8℃时其SOD活性达到最大,为对照的1.49倍。由方差分析可知,格木幼苗叶片的SOD活性在不同温度胁迫下达到极显著影响( $P<0.01$ ),多重比较结果表明,8℃低温胁迫与对照温度25℃之间的差异极为显著,0、12℃与CK之间的差异呈显著水平,0、4、12℃之间没有显著差异,但8℃与0、4、12℃之间存在显著差异。

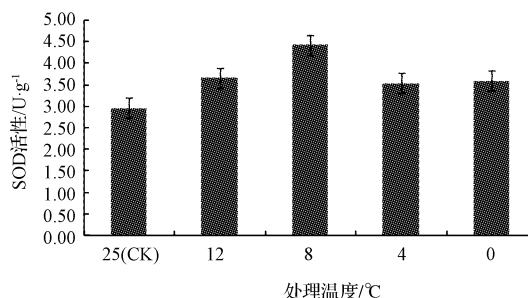


图3 低温胁迫对格木幼苗叶片SOD活性的影响

### 2.4 低温胁迫对格木幼苗叶片的可溶性糖含量的影响

一般认为低温胁迫下可溶性糖的积累能起渗透调节作用<sup>[9]</sup>。由图4可知,随着温度的降低,格木叶片可溶性糖含量呈现先减小再增大但整体低于CK的变化规律,在8℃时,可溶性糖含量为3%,是CK的0.53倍,达到了最低值,在4℃时可溶性糖含量开始出现回升,其值为4.4%,是CK的0.77倍。经方差分析可知,不同胁迫温度下的可溶性糖含量差异不显著( $P>0.05$ )。

### 2.5 低温胁迫对格木幼苗叶片的脯氨酸含量的影响

脯氨酸可以通过增强蛋白质的水合作用来保持细胞膜结构的完整性<sup>[9]</sup>。由图5可知,随着温度的降低,格木幼苗叶片的脯氨酸含量呈先减小再增大的变化趋势,但是总体低于对照,其中在4℃时其值最低,为 $10.41\mu\text{g/g FW}$ ,是CK的0.55倍,在0℃出现回升,其值为 $11.17\mu\text{g/g FW}$ ,为CK的0.57倍。由方差分析可知,不同胁迫温度下的脯氨酸含量达到极显著影响( $P<0.01$ ),多重比较结果表明,12℃与CK之间存在显著差异,0、4、8℃与CK之

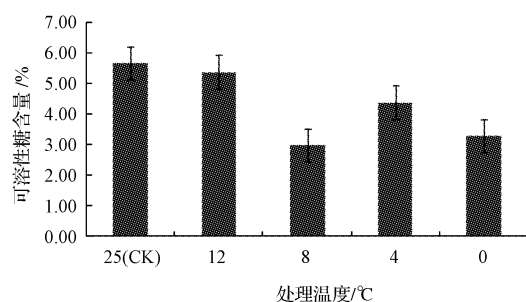


图4 低温胁迫对格木幼苗叶片可溶性糖含量的影响  
间存在极显著差异。12℃与0、4、8℃之间存在极显著差异。

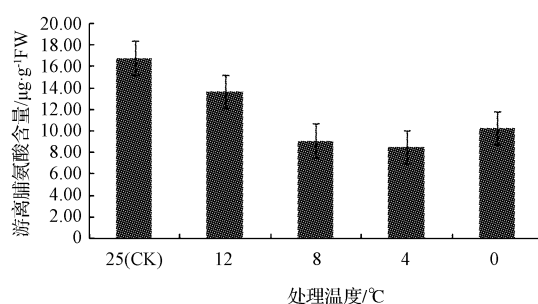


图5 低温胁迫对格木幼苗叶片游离脯氨酸含量的影响

## 2.6 低温与各指标的相关性分析

低温胁迫下,植物的生理代谢会发生一系列的变化以便更好的适应低温环境,因此,分析低温与各生理指标之间的相关性,有助于发现低温与各生理指标之间的紧密程度。

由表1可知,低温与相对电导率和MDA含量呈极显著的负相关性,与游离脯氨酸呈显著的正相关性,但与SOD活性相关性不大,与可溶性糖含量的相关性也不显著。因此低温胁迫下可以通过测定相对电导率、MDA含量以及游离脯氨酸的含量来间接反应植物的抗寒性。

表1 低温胁迫下格木叶片  
生理指标变化的相关性分析

Table 1 Analysis of correlation about changes of physiological indexes of leaves of *Erythrophleum fordii* under low-temperature stress

相关系数	温度	相对电导率	MDA	SOD	可溶性糖	游离脯氨酸
温度	1					
相对电导率	-0.95 **	1				
MDA	-0.92 *	0.93 **	1			
SOD	-0.52	0.24	0.39	1		
可溶性糖	0.76	-0.64	-0.84 *	-0.75	1	
游离脯氨酸	0.89 *	-0.77	-0.78	-0.69	0.82 *	1

注: \* 表示显著相关, \*\* 表示极显著相关。

Note: \* represents significant correlation, \*\* represents very significant correlation.

## 3 结论与讨论

低温胁迫下,细胞膜的透性会有不同程度的增大,导致相对电导率也会有相应的升高<sup>[10]</sup>,MDA是膜脂过

氧化的重要产物,它是植物在低温胁迫下细胞内活性氧产生和消除的平衡受到破坏而出现活性氧积累的结果<sup>[11]</sup>。该试验结果表明,随着温度的降低,格木幼苗叶片的相对电导率和MDA含量都逐渐升高,表现出一致的变化规律。说明随着温度的降低,格木幼苗细胞膜受到的伤害越严重,这与刘文化等<sup>[12]</sup>对安息香锦带(*Weigela styriaca*)、金亮锦带(*Weigela florida* Goldrush)、邱园蓝蕨(*Caryopteris clandonensis* Kew Blue)3种植物低温胁迫下的细胞膜透性变化规律相一致。

低温胁迫下,含金属的抗氧化活性酶SOD能够有效的清除活性氧,以便维持细胞内的活性氧与防御系统之间保持着平衡<sup>[13]</sup>。在该试验中,随着温度的降低,SOD活性呈现先增大后降低的变化趋势,但是整体都高于对照,说明格木对低温较敏感,一旦受到低温胁迫,其体内的保护性酶SOD活性迅速增强,以消除体内的有害氧化物,维持细胞的正常生理功能,同时也说明格木对低温胁迫有一定的抗性。这与周建等<sup>[14]</sup>对广玉兰低温胁迫下SOD酶活性先升后下降,呈单峰曲线变化的结论相一致。

一般情况下,可溶性糖和游离脯氨酸作为植物细胞的主要渗透调节物质在低温胁迫下会表现出随着温度的降低而升高的变化趋势,但是该试验结果表明,可溶性糖和脯氨酸的含量均呈现出先减小后增大的变化趋势,只是拐点不同,可溶性糖含量的拐点在4℃,脯氨酸含量的拐点在0℃,二者的含量整体均低于对照,这与很多人的结论不一致,如与刘文化等<sup>[12]</sup>对安息香锦带(*Weigela styriaca*)、金亮锦带(*Weigela florida* Goldrush)、邱园蓝蕨(*Caryopteris clandonensis* Kew Blue)3种植物低温胁迫下的可溶性糖含量是随着温度的降低而升高的结论不一致,与冯建灿等<sup>[15]</sup>对低温胁迫下喜树(*Camptotheca acuminata* Dence.)幼苗SOD活性、MDA和脯氨酸含量的影响所得出的结论,与对照相比,低温胁迫使喜树叶内脯氨酸的含量逐步升高的结论也不一致。可能原因是格木在受到轻度低温胁迫(4℃以上或者胁迫时间不超过24h)受到的脱水伤害不是很严重。也有学者发现尽管低温胁迫下可溶性糖含量随着温度的降低而不断积累,但是通过分析其与抗寒性没有关系,如郑元等<sup>[16]</sup>对低温胁迫下3个仁用杏品种可溶性糖含量与萌芽率的相关分析得知,仁用杏枝条中可溶性糖含量与抗寒性相关不密切。与SOD的变化趋势相比,在8℃时可溶性糖含量最低,但是SOD活性却最高,说明这时候细胞受到的主要伤害是细胞内产生的有害氧化物过多,导致SOD的活性最强。这与吕成群等<sup>[17]</sup>对巨尾桉幼苗低温胁迫下膜脂过氧化及保护酶的影响中得出巨尾桉幼苗低温伤害的主要原因是体内活性氧代谢的失调的结论相似。

低温胁迫下,植物会通过各种生理生化变化来适应低温环境以便更好的成活,该试验仅测了1 a生格木幼苗在低温胁迫下的部分生理生化指标,因此要深入的研究格木的抗寒性还需要结合代谢指标(如净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间二氧化碳)和其它生理指标(如可溶性蛋白质、POD、CAT)以及不同的生长发育阶段来进行综合分析。

#### 参考文献

- [1] 郑万钧. 中国树木志[M]. 2卷. 北京:中国林业出版社,1983:1207-1209.
- [2] Li N, Yu F, Yu S S. Triterpenoids from *Erythrophleum fordii*[J]. 植物学报, 2004, 46(3): 371-374.
- [3] 周铁峰. 中国热带主要经济树木栽培技术[M]. 1版. 北京:中国林业出版社, 2001:187-188.
- [4] 傅立国, 金鉴明. 中国植物红皮书[M]. 1册. 北京:科学出版社, 1992:378.
- [5] 李胜强, 许建新, 陈波, 等. 珍稀植物格木的研究进展[J]. 广东林业科技, 2008, 24(6): 61-64.
- [6] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 2001.
- [7] 张立军, 樊金娟. 植物生理学试验教程[M]. 北京:中国农业大学出版社, 2007.
- [8] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2006.
- [9] Wang Y, Yang H F, Li S D. Studies on chilling injury and cold hardiness of horticultural crops[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1994, 21(3): 239-244 (in Chinese).
- [10] Lyons J M. Chilling injury in plant[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1973, 24: 445-447.
- [11] 许凯扬, 叶万辉, 沈浩, 等. 低温胁迫下喜旱莲子草幼苗膜脂过氧化及保护酶活性的变化[J]. 生态科学, 2006, 25(2): 139-142.
- [12] 刘文化, 刘晓东, 何森, 等. 低温胁迫对三种园林植物的生理指标的影响[J]. 内蒙古林业调查设计, 2009, 32(5): 80-83.
- [13] Prasad T K. Mechanism of chilling induced oxidative stress injury and tolerances: Changes in anti-oxidant system, oxidation of proteins and lipids and protease activities[J]. Plant Journal, 1996(10): 1017-1027.
- [14] 周建, 尤扬, 袁德义, 等. 低温胁迫对广玉兰生理特性的影响[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(6): 38-42.
- [15] 冯建灿, 张玉洁, 杨天柱, 等. 低温胁迫对喜树幼 SOD 活性、MDA 和脯氨酸含量的影响[J]. 林业科学研究, 2002, 15(2): 197-202.
- [16] 郑元, 杨途熙, 魏安智, 等. 低温胁迫对仁用杏几个抗寒生理指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2008, 36(1): 163-166.
- [17] 吕成群, 黄宝灵. 低温胁迫对巨尾桉幼苗膜脂过氧化及保护酶的影响[J]. 广西植物, 2004, 24(1): 64-68.
- [18] 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.

## Influence of Low Temperature Stress on Physiological Characteristics of *Erythrophleum fordii* Seedlings

LIN Ning<sup>1,2</sup>, LIU Kun-cheng<sup>1</sup>, YU Yan-ping<sup>1</sup>, WANG Ling-hui<sup>1</sup>, YI Peng-jun<sup>1</sup>, YANG Jia-an<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005; 2. National Liuwan Forest Farm of Guangxi, Yulin, Guangxi 537000)

**Abstract:** Taking one-year-old *Erythrophleum fordii* seedlings as experimental materials, setting up 0, 4, 8, 12, 25°C five gradient of low temperature for artificial low temperature stress, taking 25°C ambient temperature as control, the temperature, the conductivity, MDA, soluble sugar, proline, SOD changes in leaves of *Erythrophleum fordii* were studied. The results showed that with the decreasing of temperature, relative electrolytic leakage and MDA content increased, the soluble sugar and proline decreased firstly and then increased and all of them weaker than the control, SOD content increased first and then decreased, but overall than the control.

**Key words:** *Erythrophleum fordii*; low temperature stress; physiological characteristics; stress resistance