

澳洲滨藜的抗寒性研究

刘 洁, 李 华, 石元豹, 曹 兵

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:采用人工模拟降温处理方法,测定了澳洲滨藜枝、叶在不同低温处理下的电导率与主要渗透调节物质含量变化。结果表明:随着温度的降低,澳洲滨藜枝、叶组织的相对电导率增大,原生质膜的透性增加,枝条萌芽率降低;组织中脯氨酸、可溶性糖含量增加,以通过渗透调节适应低温胁迫。电导法配合 Logistic 方程求得澳洲滨藜的半致死温度为 -11.2°C ,其抗寒性差于四翅滨藜。

关键词:澳洲滨藜;抗寒性;相对电导率;半致死温度

中图分类号:S 688;S 503.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0089-03

滨藜属藜科(Chenopodeaceae)滨藜属(*Atriplex*)植物,生长适应性强、耐盐碱,茎叶可作为动物饲料,全世界约有 250 种滨藜植物^[1-3]。近年来,滨藜属的植物被广泛引种并用于牧草生产和植被恢复^[4]。澳洲滨藜(*Atriplex nummularia*)原产于澳大利亚,是一种生长适应性强、抗旱、耐盐碱、具有饲用价值的多年生常绿灌木;因其为 C4 植物,具有较高的固碳能力,在干旱、盐碱等困难立地造林中具有广阔应用前景^[3-4]。宁夏地处中国西北内陆,气候干旱,土地沙化、盐渍化现象较为严重,生态环境脆弱,生态建设与植被恢复中需选择利用抗逆性高、适应性强的生态经济型植物^[5]。因此,为筛选适合在宁夏地区盐碱地种植的耐盐碱、抗干旱、高生物量且具有一定经济利用价值的植物,宁夏大学自澳大利亚引进澳洲滨藜,先期开展抗寒、越冬性试验,以期推广应用提供指导与参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材为澳洲滨藜(*Atriplex nummularia*)、四翅滨藜(*Atriplex canescens*)2 a 生植株。

1.2 试验方法

2012 年 11 月下旬采集当年春季栽植于宁夏贺兰山农牧场的 2 a 生澳洲滨藜、四翅滨藜植株上的当年生枝

条,截取长势均匀、健壮的枝段,用自来水、蒸馏水冲洗干净;置于超低温冰箱中进行人工模拟降温处理。处理温度分别为 0、-5、-10、-15、-20 $^{\circ}\text{C}$ 。以 2.5 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速度降温,到设定温度后保持 12 h,随后以同样的速度缓慢升温解冻,达到 0 $^{\circ}\text{C}$ 时取出置于室温下 12 h 进行测定;以 0 $^{\circ}\text{C}$ 保存的枝段为对照,每组处理重复 3 次,每重复 10 个枝段。将不同低温处理的枝条扦插在以珍珠岩、蛭石、草炭土配成的基质中,放入人工气候箱(温度 20~25 $^{\circ}\text{C}$,湿度 70%),观察记载低温处理后枝条的萌芽情况。

1.3 项目测定

电导率:将处理后的叶片和枝条用去离子水冲洗干净,避开芽眼,剪成 0.2 cm 的小段混合均匀,称取 2 g 放入 25 mL 试管,每组处理重复 3 次,加 20 mL 去离子水,抽气到样品沉到试管底部即可(约 10 min),摇匀后用 DDS-11A 型电导仪测初电导率;封口后在沸水中煮 1 h,冷却至室温,静止 5 h,测定终电导率,计算相对电导率:相对电导率(%)=初电导率/终电导率 $\times 100$ 。

半致死温度:游离脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮法^[6],可溶性糖含量测定采用蒽酮硫酸比色法^[7]。

1.4 数据分析

所有数据均采用 Excel 2003 和 DPS V 7.55 版进行数据处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同低温处理对澳洲滨藜枝、叶电导率的影响

在正常生长的情况下,植物的细胞膜对物质具有选择透性能力;但当植物受到逆境胁迫时,如高温或低温、干旱、盐碱胁迫后,细胞膜结构损伤,膜透性增大,从而使细胞内的电解质外渗,植物细胞浸提液的电导率增大^[8]。相对电导率可间接衡量细胞膜透性的大小,相对

第一作者简介:刘洁(1989-),女,硕士研究生,现主要从事经济林栽培方面的研究工作。

责任作者:曹兵(1970-),男,博士,教授,现主要从事旱区森林培育与经济林栽培生理和城市林业方面的教学与科研工作。E-mail:bingcao2006@126.com

基金项目:宁夏科技支撑计划重点资助项目。

收稿日期:2013-05-08

电导率越高,说明细胞膜完整性遭到破坏的程度就越大,受到危害的程度越严重^[9]。

由图 1 可以看出,随着处理温度的降低,澳洲滨藜与四翅滨藜叶片和枝条的相对电导率均呈升高趋势,但升高的幅度不同,说明低温处理对其细胞膜产生了一定的伤害,但受伤害的程度不同。四翅滨藜枝、叶的相对电导率随温度降低而升高的程度远小于澳洲滨藜相对电导率的增幅,当处理温度在-20℃时,澳洲滨藜枝、叶的相对电导率达到 100%,说明细胞膜已经被完全破坏,枝叶完全被冻死;而此处理下,四翅滨藜枝、叶的相对电导率接近 50%,表明四翅滨藜的抗寒性高于澳洲滨藜。

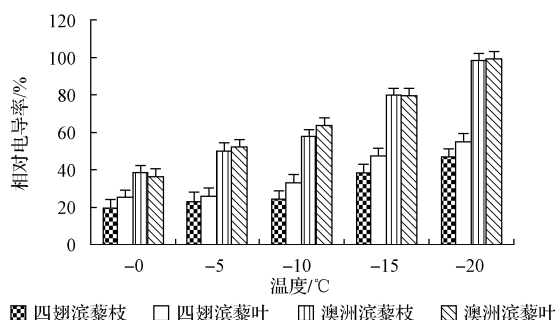


图 1 不同温度处理对滨藜枝、叶电导率的影响

不同低温处理下,植物组织的电解质渗出率曲线呈 S 形,可以应用电导法配合 Logistic 方程,求出 S 形曲线的拐点温度即为估计的植物组织低温半致死温度(LT₅₀),作为植物能忍耐的临界阈值,进而评价植物抗寒性^[10]。电导法配合 Logistic 方程计算半致死温度(LT₅₀)的测定方法简便、灵敏,已应用于多种植物抗寒性评价^[11-12]。

电解质透出率与处理温度间关系配合 Logistic 方程

为 $\bar{y} = \frac{k}{1 + ae^{bx}}$ (a、b、k 均 > 0), $k = \frac{y_2^2(y_1 + y_3) - 2y_1y_2y_3}{y_2^2 - y_1y_3}$, y 为相对电导率, y₁、y₂、y₃ 为测定结果中等距离的 3 点。对回归方程进行二阶导数变换得方程曲线的拐点 LT₅₀ 值,在数学上,拐点即: d²y/dx²=0 时的 x 值,经求导简化得 $x = \frac{\ln a}{b}$,此即为半致死温度值(LT₅₀)。

经回归计算得到澳洲滨藜枝条相对电导率与处理温度的 Logistic 方程为 $\bar{y} = \frac{2}{1 + 1.4e^{0.03x}}$ 半致死温度为 -11.2℃。

2.2 不同低温处理对滨藜枝、叶游离脯氨酸含量的影响

脯氨酸是植物组织中的主要渗透调节物质。植物在逆境条件下通过降低渗透势来抵抗逆境胁迫的方式是渗透调节。许多植物都具有渗透调节能力,但不同植

物及其品种渗透调节能力的大小不同;参与渗透调节的物质种类及作用也不同。从图 2 可以看出,随着处理温度的降低,2 种滨藜的枝、叶组织中脯氨酸含量均呈先升后降趋势;当处理温度为-10℃,脯氨酸含量达到最大值;当处理温度为-20℃,含量最小;同一温度处理下,叶片中的脯氨酸含量大于枝条的;在温度低于-10℃时,同一温度处理下,澳洲滨藜枝、叶的脯氨酸含量大于四翅滨藜的;而温度高于-10℃时,同一温度处理下,四翅滨藜枝、叶的脯氨酸含量大于澳洲滨藜的。表明枝条抗寒性大于叶片的,四翅滨藜的抗寒性大于澳洲滨藜的。

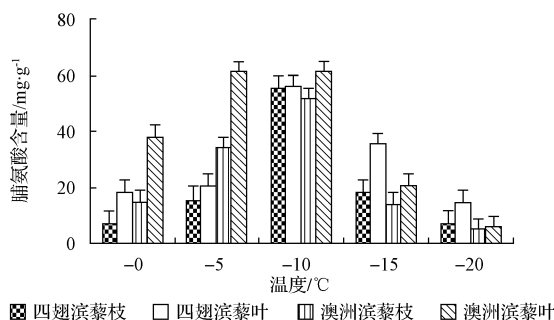


图 2 不同温度对滨藜枝、叶脯氨酸含量的影响

2.3 不同低温处理对滨藜枝、叶可溶性糖含量的影响

从图 3 可以看出,滨藜枝、叶中可溶性糖含量随着处理温度的变化呈低-高-低的变化趋势。初期温度下降使可溶性糖含量总体呈下降趋势,随着低温的加剧其含量又有所升高,这可能是由于温度刚降低时细胞叶绿素含量下降,光合作用受到抑制,可溶性糖合成受到影响,植株还未对低温作出相应的反应;随着低温加剧,植株以增加可溶性糖含量的反应来抵御低温的影响^[10]。在-10℃时,枝和叶的可溶性糖含量达到最大值。当植物遇到低温胁迫时,通过产生较多的糖来增加原生质的浓度以降低冰点以适应低温环境,可溶性糖也是植物的渗透调节物质之一。在自然降温过程中,滨藜枝叶组织中积累可溶性糖对其抵抗低温逆境具有重要作用。

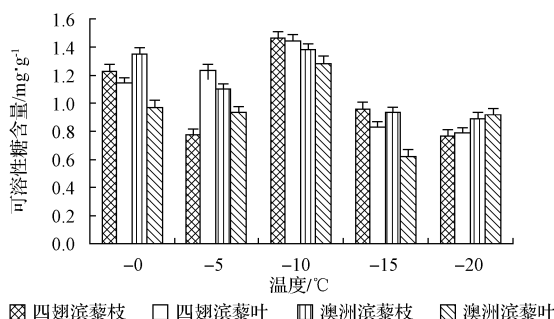


图 3 不同温度处理对滨藜枝、叶可溶性糖含量的影响

2.4 不同低温处理对澳洲滨藜枝条萌芽率的影响

越冬植物受冻后能否存活与继续生长,关键取决于芽能否萌发,也即芽对冻害的敏感性。在植物遭受冻害

后,枝条萌芽率是评价植物抗冻、耐寒的主要指标之一。从表1可以看出,随着处理温度的降低,澳洲滨藜枝条的萌芽率呈明显的下降趋势。当低温处理为 -10°C 时,枝条的萌芽率下降了10%;而当温度处理为 -15°C 及以下时,枝条的萌芽率为0。由此可知,在 -15°C 时枝条上的芽已全部冻死,半致死临界温度在 $-10\sim-15^{\circ}\text{C}$ 之间,这于电导率配合 Logistic 方程所计算的 LT_{50} 一致。

表1 不同温度处理对澳洲滨藜枝条萌芽率的影响

处理温度/ $^{\circ}\text{C}$	枝条数/条	萌芽枝数/条	萌芽率/%
0	30	29	96.6
-5	30	28	93.3
-10	30	26	86.6
-15	30	0	0
-20	30	0	0

3 讨论与结论

澳洲滨藜根系发达,生长速度快,耐盐碱性较强,脱盐效果显著,被称为“生物脱盐器”;属于 C4 植物,固定大气中的二氧化碳效率高,固碳效果显著;其茎、叶又是高品质动物饲料,营养丰富,是一种优良的经济型灌木。由于澳洲滨藜产于澳大利亚,主要分布于大洋洲,在以色列、美国南部、南非等地均有种植,适应地中海气候。该试验人工模拟降温处理,测定澳洲滨藜枝叶在不同低温处理下的电导率变化及主要渗透调节物质含量变化,结果表明,随着温度的降低,枝条萌芽率降低,澳洲滨藜枝、叶组织的相对电导率增大,原生质膜的透性增加,直至质膜完全被破坏;组织中脯氨酸、可溶性糖含量在低温胁迫下增加,以通过渗透调节适应低温胁迫,但其忍耐低温的程度有限,抗寒性明显差于四翅滨藜。采用电

导法配合 Logistic 方程求算澳洲滨藜的半致死温度为一 11.2°C ,这与 Aganga 等^[13]报道的忍耐低温临界值一致。宁夏冬季的最低温度达 -20°C 以下,远低于澳洲滨藜抗寒低温临界值,肯定影响其露地越冬。因此,冬季低温是宁夏引种栽培澳洲滨藜能否成功的关键限制因子。

参考文献

- [1] 刘伟鹏. 新疆两种滨藜属植物的种子萌发对策研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2007.
- [2] 王宇超, 王得祥, 彭少兵, 等. 干旱胁迫对木本滨藜生理特性的影响[J]. 林业科学, 2010, 46(1): 61-67.
- [3] 王玉魁, 闫艳霞, 慈龙骏, 等. 27 种滨藜的解剖结构及 C4 光合特征[J]. 林业科学, 2007, 43(1): 72-76.
- [4] 宋莉璐, 魏艳丽, 李红梅, 等. NaCl 胁迫对 2 种澳洲滨藜种子萌发的影响[J]. 现代农业科技, 2010(21): 310-311.
- [5] 郎勇设, 柳辉, 黄志刚. 宁夏生态功能区划研究[J]. 宁夏大学学报, 2009, 30(1): 85-90.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] 李振国. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [8] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [9] 张保青, 杨丽涛, 李杨瑞. 自然条件下甘蔗品种抗寒生理生化特性的比较[J]. 作物学报, 2011, 37(3): 496-505.
- [10] 朱根海, 刘祖祺, 朱培仁. 应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致死温度研究[J]. 南京农业大学学报, 1986(3): 11-16.
- [11] 刘建辉, 崔鸿文. 电导法鉴定黄瓜抗寒性的研究[J]. 西北农业大学学报(自然科学版), 1995, 23(4): 74-77.
- [12] 伊华林, 邹志远, 鲁忠芳, 等. 鄂柑 1 号抗寒力测定与 Logistic 方程的应用[J]. 湖北农业科学, 1996(3): 46-48.
- [13] Aganga A A, Mthetho J K, Tshwenyane S. *Atriplex nummularia* (Old Man Saltbush): A Potential Forage Crop for Arid Regions of Botswana. Pakistan Journal of Nutrition, 2003, 2(2): 72-75.

Study on Cold Resistance of *Atriplex nummularia*

LIU Jie, LI Hua, SHI Yuan-bao, CAO Bing

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

Abstract: Using artificial simulation of cold temperature treatment, the variations of relative conductivity, proline content, and soluble sugar content in branches and leaves of *Atriplex nummularia* were tested and studied to determine its cold resistance characteristics. The results showed that the relative conductivity, plasma membrane permeability, proline content, and soluble sugar content increased with the decreasing of temperature, but its sprouting percentage decreased. The LT_{50} of *A. nummularia* was -11.2°C calculated with Logistic equation. So the cold resistance of *A. nummularia* was worse than that of *A. canescens*.

Key words: *Atriplex nummularia*; cold resistance; relative conductivity; LT_{50}