

# 三种暖季型草坪草的抗寒性研究

乔雪云, 李海梅

(青岛农业大学 园林园艺学院, 山东 青岛 266109)

**摘要:**以结缕草、假俭草、钝叶草 3 种暖季型草坪草为试验材料, 采用人工低温处理, 对不同处理温度叶片的细胞膜相对电导率、可溶性蛋白含量、SOD 活性、POD 活性进行测定分析。结果表明: 随着处理温度的降低, 3 种暖季型草坪草叶片的细胞膜相对电导率呈上升趋势, 细胞膜稳定性表现为结缕草 > 假俭草 > 钝叶草; 草坪草叶片的可溶性蛋白含量呈升高趋势; 草坪草叶片的 SOD、POD 活性均呈先升高后降低的趋势; 0~ -10℃ 为 3 种草坪草遭受低温胁迫的敏感区域。3 种暖季型草坪草的抗寒性强弱表现为: 结缕草 > 假俭草 > 钝叶草。

**关键词:**草坪草; 低温胁迫; 抗寒性; 生理指标

**中图分类号:**S 688.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)13-0064-04

温度对植物的分布和生长发育起着重要的作用, 低温是限制暖季型草坪草在北方分布和应用的主要生态因子。草坪草抗寒性的研究起步较晚, 但近年来随着对城市绿化建设的重视, 为了扩大草坪应用范围, 诸多学者开展了低温对暖季型草坪草抗寒性的研究<sup>[1-2]</sup>。主要集中在低温胁迫下对其生理生化指标方面, 且暖季型草坪草中对结缕草、狗牙根研究较多, 对假俭草和钝叶草抗寒性的系统性研究甚少<sup>[3]</sup>。现结合植物外观质量, 对结缕草、假俭草、钝叶草 3 种暖季型草坪草抗寒性进行对比研究, 以期对暖季型草坪草在北方地区的推广和应用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料选择典型的暖季型草坪草—结缕草 (*Zoysia japonica*)、假俭草 (*Eremochloa ophiuroides*) 和钝叶草 (*Stenotaphrum secundatum*)。

### 1.2 试验方法

于 2011 年 3 月将 3 种供试草种植于花盆中培育, 期间进行常规的养护, 于 2011 年 6 月进行低温胁迫试验, 以 25℃ 下的草坪草为对照。先将盆栽植株放入光照培养箱, 5℃ 下预冷处理 2 h, 然后在冰箱中进行低温处

理(将草带土放入冰箱), 温度分别设置为 5、0、-5、-10、-15、-20℃, 每个温度下停留 12 h。然后置于光照培养箱中 4℃ 下解冻 2 h, 测定其质膜透性、可溶性蛋白含量、SOD 及 POD 活性等生理指标。

### 1.3 项目测定

质膜透性的测定采用电导率法, 以相对电导率表示膜透性<sup>[4]</sup>。可溶性蛋白含量的测定: 采用考马斯亮蓝比色法<sup>[4]</sup>。SOD(超氧化物歧化酶)活性的测定: 采用 NBT 光还原法, 根据超氧化物歧化酶(SOD)抑制氮蓝四唑(NBT)在光下的还原作用来确定酶活性大小<sup>[4]</sup>。POD(过氧化物酶)活性的测定: 采用愈创木酚法测定, 以每分钟内  $\Delta A_{470}$  变化 0.1 为 1 个活性单位(U)<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 3 种暖季型草坪草的外观形态变化

试验观测表明, 25~5℃ 间 3 种草坪草都生长良好; 0~-10℃ 间 3 种草坪草均表现出一定的失水现象, 表现为叶片萎蔫, 组织变柔软, 出现倒伏现象, 叶色变褐, 假俭草和钝叶草倒伏现象较为明显, 表明在此温度区间 3 种草坪草已受到低温胁迫; -15、-20℃ 下 3 种草坪草严重失水, 表现为严重的倒伏现象, 此时 3 种草坪草已受到严重低温胁迫。

### 2.2 3 种暖季型草坪草生理指标变化

2.2.1 3 种暖季型草坪草质膜透性的变化 细胞膜作为细胞与外界环境发生物质交换、能量转换、信号传递等生命活动的重要场所和媒介, 是植物受低温胁迫时最敏感的部位。当植物遭受低温胁迫时, 细胞类囊体结构破坏, 质膜的选择性降低, 细胞内溶液外渗, 导致组织浸出液的电导率增大。因此可通过测定细胞膜的相对电导率在低温胁迫下的变化来判断植物组织受伤害的程

**第一作者简介:**乔雪云(1986-), 女, 山东临沂人, 硕士, 现主要从事城市生态研究工作。E-mail: qiaoxueyun16@163.com.

**责任作者:**李海梅(1975-), 女, 博士, 副教授, 研究方向为城市生态学。E-mail: lihaimei75@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31100512); 山东省青年基金资助项目(ZR2010CQ010)。

**收稿日期:**2012-04-09

度<sup>[5]</sup>。由图1可知,在25℃下3种草坪草的细胞膜相对电导率相差不大。随着温度的降低,3种草坪草的质膜透性呈现相似的变化趋势,均随温度的下降而升高,表现为:缓慢升高-急剧升高-趋于稳定的变化过程,呈明显的“S”型曲线。在25~0℃间细胞膜相对电导率缓慢升高;在0~-10℃间细胞膜相对电导率急速升高,可见此区域为3种暖季型草坪草细胞膜遭受低温胁迫的敏感区域;随着温度的继续降低,细胞膜相对电导率变化趋于稳定,且细胞膜相对电导率都达到90%以上,表明此时质膜遭受胁迫较为严重。在相同低温处理条件下,3种草坪草的质膜透性存在一定的差异,表现为:钝叶草>假俭草>结缕草。由此可知,在遭受低温胁迫时,3种草坪草的细胞膜相对稳定性表现为:结缕草>假俭草>钝叶草。

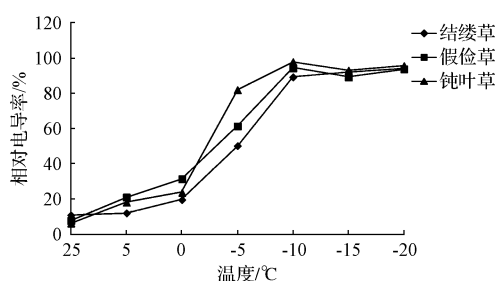


图1 3种暖季型草坪草质膜透性的变化

2.2.2 3种暖季型草坪草可溶性蛋白含量的变化 可溶性蛋白的亲水性很强,在低温胁迫下,植物可以通过可溶性蛋白的增加,提高细胞的吸水力,以提高细胞内的束缚水含量,增强细胞的保水能力,同时可以减少原生质因结冰而伤害致死的几率<sup>[6]</sup>。由图2可知,在25℃下3种暖季型草坪草的可溶性蛋白含量相近。在低温胁迫下,3种草坪草的可溶性蛋白含量均随温度的降低而逐渐升高;在0℃时假俭草的可溶性蛋白含量略有降低,但仍高于25℃时的含量;在-15、-20℃时3种草坪草的可溶性蛋白含量均有所降低,推测此时由于受低温胁迫严重,植物的自身保护机制出现了局限性所致。在低温胁迫过程中,3种草坪草的可溶性蛋白含量与植物的抗寒性表现出一定的正相关性。在相同低温处理条件下,3种草坪草的可溶性蛋白含量表现为:结缕草>假

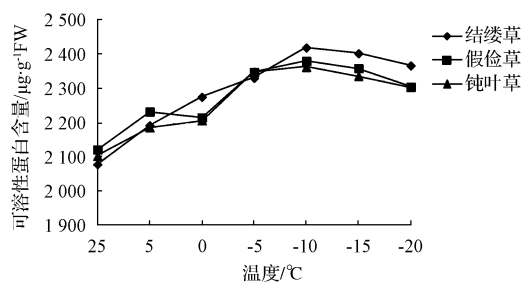


图2 3种暖季型草坪草可溶性蛋白含量的变化

俭草>钝叶草。

2.2.3 3种暖季型草坪草的SOD(超氧化物歧化酶)活性变化 低温胁迫可导致植物体内活性氧水平升高,当活性氧的积累超过一定的阈值,就会发生膜伤害。SOD保护酶被认为是植物抗氧化系统中的第一道防线,当低温胁迫时,SOD的含量会增加以解除活性氧对细胞膜系统的伤害。由图3可知,25℃下3种暖季型草坪草的SOD活性有一定差异,表现为结缕草>假俭草>钝叶草。随着温度的降低,3种暖季型草坪草的变化趋势相似,表现为先上升再降低的趋势。在25~0℃间,SOD活性缓慢升高,说明低温出现时,抗氧化系统的第一道防线发挥了作用;在0~-10℃间SOD活性缓慢增加,相对稳定,均在-10℃达到最高值;-10~-20℃间SOD活性呈现不同程度的降低,说明此时植物受低温胁迫程度已较为严重,抗氧化系统的保护功能开始减弱。

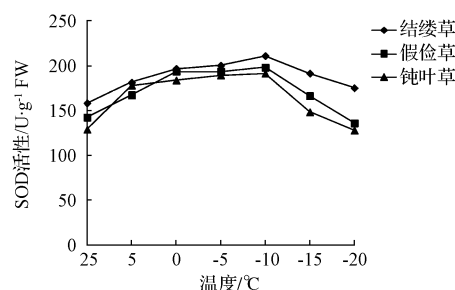


图3 3种暖季型草坪草的SOD(超氧化物歧化酶)活性变化

2.2.4 3种暖季型草坪草的POD(过氧化物酶)活性变化 POD作为细胞保护酶之一,主要作用是参与H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的分解,避免H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>过量积累对细胞产生伤害。由图4可知,25℃下3种暖季型草坪草的POD活性有一定差异,表现为结缕草>假俭草>钝叶草。随着温度的降低,3种草坪草均表现为先上升再降低的趋势。在25~0℃间,POD活性呈上升趋势;在0~-10℃间结缕草和假俭草的POD活性呈现相对稳定状态,钝叶草略微有所下降;在-10~-20℃间POD活性呈现不同程度的下降趋势,说明此时植物受低温胁迫程度已较为严重,POD对细胞的保护功能减弱。3种草坪草的抗寒性表现为:结缕草>假俭草>钝叶草。

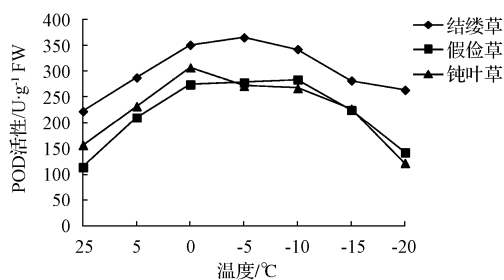


图4 3种暖季型草坪草的POD(过氧化物酶)活性变化

### 3 结论与讨论

#### 3.1 3 种草坪草的质膜稳定性

生物膜是植物接受外界环境因素信息的受体,因而膜的生理、生化和物理特性的变化是植物抵抗环境胁迫能力的最初和最基本的反映<sup>[7]</sup>。该研究中,3 种草坪草随着温度降低,呈现“S”型变化,这与马迪等<sup>[8]</sup>对大叶铁线莲抗寒性的研究结果一致。低温处理下 3 种暖季型草坪草在 0~-10℃ 间出现细胞膜相对电导率急剧升高的现象,表明这个低温区域可能是细胞膜透性遭受冷冻伤害的敏感区域。

#### 3.2 3 种草坪草可溶性蛋白含量的变化

可溶性蛋白含量与抗寒性的关系存在争议,大部分人认为可溶性蛋白含量与抗寒能力之间存在正相关性<sup>[9]</sup>,少数人认为可溶性蛋白含量在低温胁迫下没有实质性的改变,或者可溶性蛋白含量的增加与植物抗寒性的增强并不存在因果关系。该研究中,3 种草坪草的可溶性蛋白含量随温度降低均表现出一定的增加趋势,这与大多数学者的研究结果一致<sup>[9-10]</sup>,但与孙晶晶等<sup>[11]</sup>对大扁杏的研究结果不一致。郭惠红<sup>[12]</sup>认为不同学者对植物在低温胁迫下蛋白含量变化的研究结果不一的原因是由于植物的抗寒性具有不稳定性,可随时间、温度、含水量、成熟期、营养状况的不同而有不同的表现,该方面还有待于进一步研究。在-15、-20℃ 时 3 种草坪草的可溶性蛋白含量均有所降低,可能是此时蛋白质的翻译过程受到低温限制,从而降低了草坪草的抗寒性<sup>[13]</sup>。

#### 3.3 3 种草坪草保护酶的变化

在低温胁迫下,植物体中保护酶活性的强弱直接关系到抵御低温伤害的能力<sup>[14]</sup>。该研究中,3 种草坪草经低温处理后 SOD、POD 活性出现先上升后降低的趋势,这与李小安等<sup>[15]</sup>对低温胁迫扁蓂豆幼苗的研究结果相一致。3 种草坪草在 25~0℃ 间 SOD 活性、POD 活性呈现一定的上升趋势,说明在降温初期 3 种草对低温均具有一定的防御反应,以减缓低温伤害的速度和程度;在 0~-10℃ 间 SOD、POD 活性相对稳定,均达到较高水平,表明此温度区域为 3 种草坪草遭受低温胁迫的敏感区域,均产生了较强的应激反应。在-10~-20℃ 间 SOD 活性、POD 活性则出现下降趋势,尤其是假俭草与钝叶草下降趋势明显,说明此时草坪草自身的保护机制有了局限性,植物受到了较严重的低温伤害<sup>[16]</sup>。

#### 3.4 3 种草坪草外观形态变化

5℃ 时 3 种草的外观尚未表现出明显的变化;从 0℃ 开始 3 种草坪草开始出现不同程度的低温胁迫现象,到-10℃ 时遭受低温胁迫已非常严重,出现叶色变褐,植株倒伏现象,也说明 0~-10℃ 间是 3 种草遭受低温胁迫的敏感区域;随着温度继续降低,植物出现严重倒伏,说明此时 3 种草已遭到严重胁迫,这与所测生理指标得出的结论相符。

综合分析表明,0~-10℃ 是 3 种草坪草遭受低温胁迫的敏感区域。在低温胁迫下,3 种草坪草的抗寒性存在一定的差异,表现为:结缕草>假俭草>钝叶草。

#### 参考文献

- [1] 何会蓉,李志东,周而卫,等. 几种暖季型草坪草对低温的生理反应[J]. 草地学报,2008,16(2):150-153.
- [2] 何惠琴,干友民,吴彦奇,等. 低温胁迫对暖季型草坪草细胞膜系统的影响[J]. 中国草地,2003,25(3):72-76.
- [3] 陈晶晶. 假俭草新品系的抗寒、抗旱生理机制研究[D]. 广州:华南农业大学,2009.
- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:北京高等教育出版社,2000:167-260.
- [5] 陈亚华,沈振国,刘友良. 低温、高 pH 胁迫对水稻根系质膜、液泡膜 ATP 酶活性的影响[J]. 植物生理学报,2000,26(5):407-412.
- [6] 姜慧芳,任小平. 干旱胁迫对花生叶片 SOD 活性和蛋白质的影响[J]. 作物学报,2004,30(2):169-174.
- [7] 周瑞莲,赵哈林. 高寒山区牧草根质膜和脂肪酸组分对冷冻低温的适应反应[J]. 植物生态学报,2001,25(1):115-118.
- [8] 马迪,岳桦. 大叶铁线莲对低温胁迫的响应[J]. 北方园艺,2010(6):112-114.
- [9] 刘明池. 提高黄瓜幼苗抗冷性研究[J]. 华北农学报,1994,9(3):52-58.
- [10] 王艳,李建龙,邓蕾,等. 4 种结缕草在南京地区的田间表现及耐寒性差异[J]. 中国草地学报,2009,31(6):33-38.
- [11] 孙晶晶,王海英,崔秀娜,等. 低温胁迫对辽西地区 3 个大扁杏品种生理生化的影响[J]. 广东农业科学,2011,38(11):48-50.
- [12] 郭惠红. 金边卫矛(*Euonymus radicans* 'Emerald & Gold')低温抗性研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.
- [13] 林善枝,李雪平,张志毅. 低温锻炼对毛白杨幼苗抗冻性和总可溶性蛋白质的影响[J]. 林业科学,2002(6):137-141.
- [14] 刘鸿先,曾韶西,王以柔,等. 低温对不同耐寒力黄瓜幼苗子叶各细胞器官中 SOD 的影响[J]. 植物生理学报,1985,11(1):48-57.
- [15] 李小安,周青平. 低温胁迫对扁蓂豆的脯氨酸含量和 POD、SOD 酶活性的影响[J]. 青海大学学报(自然科学版),2009,27(1):60-63.
- [16] 杜永吉. 兰引 3 号结缕草抗寒性的研究[D]. 石河子:石河子大学,2007.

## Research on Cold Resistance of the Three Warmseason Turfgrass

QIAO Xue-yun, LI Hai-mei

(College of Landscape Architecture and Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

# 东北铁线莲种子萌发特性的研究

林春新, 杨利民, 宋波, 韩梅

(吉林农业大学 中药材学院, 吉林 长春 130118)

**摘要:** 由于受种子生理休眠作用的影响及硬而厚的种皮所产生的抑制作用, 使东北铁线莲种子发芽慢、发芽率较低。现研究了东北铁线莲种子的形态学、种子活力等特性及不同温度、不同低温层积天数、不同化学试剂处理对其种子发芽率、发芽势、发芽指数的影响。结果表明: 25℃低温层积 140~160 d, 95%浓硫酸浸泡 20 s 处理效果最好, 可以提高东北铁线莲种子的发芽率。

**关键词:** 东北铁线莲; 发芽特性; 发芽率; 发芽势; 发芽指数

**中图分类号:** S 681.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2012)13-0067-03

植物繁殖是物种繁衍后代、延续种性的一种自然现象, 也是生命的基本特性之一。东北铁线莲(*Clematis manshurica* Rupr.) 为毛茛科铁线莲属多年生蔓生草本植物<sup>[1-2]</sup>, 其根和根茎是常用中药威灵仙的主要来源之一<sup>[3]</sup>, 具有祛风湿、通络止痛之功效。主要用于治疗风湿痹痛、肢体麻木、筋脉挛急、屈伸不利等症状, 是观赏、垂直绿化的好材料, 现在世界各地都有栽培<sup>[4]</sup>。但东北铁线莲(*Clematis manshurica* Rupr.) 果实为瘦果, 种子果皮厚, 吸水慢, 发芽率低、发芽不整齐, 不利于全苗和齐苗, 对生产有较大影响<sup>[5]</sup>。该研究旨在探讨东北铁线莲种子的发芽特性, 以期能为生产提供理论依据。

**第一作者简介:** 林春新(1987-), 女, 内蒙古赤峰人, 达斡尔族, 在读硕士, 现主要从事药用植物种子生态研究工作。E-mail: lincunxin3@126.com.

**责任作者:** 韩梅(1964-), 女, 吉林长春人, 教授, 现主要从事药用植物生态研究工作。E-mail: ylmh777@126.com.

**基金项目:** 吉林省科技发展计划重大资助项目(20075022)。

**收稿日期:** 2012-03-07

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

东北铁线莲(*Clematis manshurica* Rupr.) 种子于 2009 年秋天采自中国农科院左家特产研究所, 经吉林农业大学中药材学院韩梅教授鉴定为毛茛科植物东北铁线莲种子。

### 1.2 试验方法

1.2.1 东北铁线莲种子形态学研究 对东北铁线莲种子的千粒重、外部形态进行描述。

1.2.2 东北铁线莲种子活力指标的测定研究 种子活力用 TTC 法<sup>[6]</sup>。取自然状态下保存的东北铁线莲种子 300 粒, 用蒸馏水浸泡 24 h, 沿种子胚中心纵切, 使胚暴露, 将其一半置于培养皿, 每培养皿 100 粒, 加入 0.5% TTC 溶液, 以覆盖种子为度。然后恒温 25℃染色 24 h, 胚全部被染色为有生活力的种子, 3 次重复, 观察并记录。

1.2.3 东北铁线莲吸水增重的动态研究 取自然状态下保存的东北铁线莲种子 300 粒, 分为 3 组(每组 100 粒), 分别放入 3 个烧杯中, 加入蒸馏水, 以淹没种子为

**Abstract:** With the three warmseason turfgrass *Zoysia japonica*, *Eremochloa ophiuroides* and *Stenotaphrum secundatum* as experimental materials, using artificial low temperature treatment, measured and analysed the difference among leaves which was disposed under various low temperatures including relative electric conductivity of cytomembrane, the content of water-soluble protein and the activity of SOD, POD. The results showed that with the reduce of the temperature, relative electric conductivity of plasma membrane increased in the three warmseason turfgrass leaves, the plasma membrane stability showed that *Zoysia japonica* > *Eremochloa ophiuroides* > *Stenotaphrum secundatum*, the tendency of water-soluble protein in the turfgrass leaves presented rise, the activity of SOD, POD in the turfgrass leaves increased at first and then decreased, the range of sensitive areas under low temperature stress in three turfgrass was between 0℃ and -10℃. And it concluded that the cold resistance of the three warmseason turfgrass was as follows: *Zoysia japonica* > *Eremochloa ophiuroides* > *Stenotaphrum secundatum*.

**Key words:** turfgrass; low temperature stress; cold resistance; physiological indexes