

低温胁迫对木槿电导率和抗氧化酶活性的影响

李玉舒, 邹原东

(北京农业职业学院, 北京 102442)

摘要:为探讨木槿在寒冷环境下的生长状况,通过对木槿插穗沙藏后的不同低温处理,测定了电导率、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)等指标并进行了分析,并对低温处理后的枝条进行萌芽试验。结果表明:随着温度的降低,所有木槿品种的电导率数值升高; B_3 、 B_5 、X 的数值上升缓慢,不同温度间的数值差较小;SOD 活性先升高后下降, B_3 、X 与其它品种差异显著($P<0.05$); B_3 、 B_5 、X 三个品种随着温度的下降,CAT 活性先上升后缓慢下降, B_3 和其它品种的差异显著($P<0.05$);所有品种随着温度的降低 POD 活性先升高后下降, B_3 和其它品种的差异显著($P<0.05$)。 B_3 、X 在抵御冷害方面能力较强。

关键词:低温胁迫;木槿;抗氧化酶;电导率

中图分类号:S685.99 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)09-0082-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.09.0082

木槿(*Hibiscus syriacus*),锦葵科木槿属,落叶灌木或小乔木。因性状优良,花色艳丽,营养品质高而被广泛应用于食用、药用以及园林观赏方面^[1]。木槿在国内外的种植历史久远,因根系发达而具有水土保持功能,也在园林绿化中常作为庭院树种被栽植。同时也是一种理想的经济树种,多器官可入药^[2]。李秀芬等^[3]研究发现,合理的花期不但利于木槿花蕾的营养物质积累,也能提高口感。也有学者通过对木槿的扦插苗及海滨条件下的生理特性进行研究,了解木槿在盐胁迫下的生长状况^[4-5]。为探讨木槿在寒冷环境下的

生长状况,本文从低温胁迫方面对木槿电导率及抗氧化酶(SOD、POD、CAT)的变化进行了研究,以期发现木槿在较低温度下的适应能力,为木槿的品种选育、生态适应性等方面提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为来自上海辰山植物园以及北京林业大学花卉工程中心基地的木槿品种共 5 个,其幼苗的基本情况见表 1。

表 1 木槿幼苗基本情况

Table 1 The basic situation of *Hibiscus syriacus* seedlings

木槿品种名称 The name of <i>Hibiscus syriacus</i>	试验代号 Test number	来源 Source	高度/cm Heigh	地径/cm Ground diameter
海滨 <i>Hibiscus syriacus</i> 'Hamabo'	H	上海	1.40	1.53
露西 <i>Hibiscus syriacus</i> 'Lucy'	L	上海	1.33	1.48
木桥 <i>Hibiscus syriacus</i> 'Woodbridge'	X	上海	1.35	1.50
缎月季 <i>Hibiscus syriacus</i> 'Rosa Satin'	B_3	北京	1.45	1.58
薰衣草雪纺 <i>Hibiscus syriacus</i> 'Lavender Chiffon'	B_5	北京	1.50	1.67

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验在北京农业职业学院湖畔实训园、植物生长与环境实训室进行。2013 年 12 月,选择京、沪两地生长良好和长势基本一致

的枝条进行沙藏。2014 年 3 月将沙藏的枝条移入-10、-15、-20、-25、-30℃等 5 个温度梯度的 DW—FL450 冰箱内冷藏。低温处理 24 h 后,将一部分枝条进行抗氧化酶活性的测定;同时,将另一部分冷冻后的枝条剪成小段,每段留两个芽扦插于珍珠岩与蛭石的混合基质中,空气湿度为 70%~80%,温度为 20~25℃,每个品种 30 根插穗。30 d 后检查冻害恢复情况,凡是能发生愈伤组织,生根或萌芽或枝条保持绿色,说明枝条

收稿日期:2016-05-22

基金项目:北京农业职业学院技术研发与示范推广基金资助项目(XY-YF-13-03)

第一作者简介:李玉舒(1982-),女,黑龙江省伊春市人,硕士,讲师,从事园林植物栽培与养护研究。E-mail:flyangel_girl@163.com。

仍然活着,记录存活百分数。

1.2.2 测定项目及方法 相对电导率的测定:将沙藏后的枝条取出,选择生长一致的部位。用自来水冲洗除去表面沙子及污物,再用蒸馏水漂洗、冲洗若干次,称取等重的小段,混匀后分3份,分别放入内有20 mL超纯水的具塞试管中,浸没样品,室温放置24 h后,用电导仪(STARTER2100型)测定浸泡液电导率(R);盖上塞子,煮沸1 h,将组织全部杀死,冷却至室温后在同样条件下测定各试管溶液的电导率(R1)。用公式 $R/R1 \times 100\%$ 算出相对电导率。SOD活性测定采用采用四氮唑蓝(NBT)光还原法^[6-7]。POD活性测定采用愈创木酚法^[6-7]。CAT活性测定采用高锰酸钾滴定法^[6-7]。

1.2.3 数据分析与处理 数据采用组间组内方差分析,用 excel 2007 制图,并用统计软件 SPSS18.0 进行方差分析(多重变量)和 LSD 检验。

2 结果分析

2.1 不同低温胁迫对电导率的影响

从图1可以看出,木槿枝条的在不同低温胁迫下的电导率变化情况。所有品种的电导率变化的趋势一致,随着温度的降低,总体都是升高的,只是升高的幅度不同而已。L、H两个品种的电导率在-15℃之后上升较快,其数值也相应的高于其它品种:-20、-25、-30℃三个温度下L和B₅之间差别达到68%、63%和41%;H和B₅之间差别达到25%、23%和23%。B₃、B₅、X三个品种其数值则上升缓慢,不同温度间的数值差也较小:B₅和X之间差别达到12%、20%和6%;B₅和B₃之间差别达到15%、12%和17%。可见,B₃、X较其它品种抵御寒冷的能力较强。由方差分析可以得出L、H与X、B₃、B₅之间的差异显著($P < 0.05$)。

2.2 不同低温胁迫对SOD活性的影响

从图2中可以看出,所有品种随着温度的下降,SOD活性都表现出先升高后下降的特点。其中,L、H、X三个品种的SOD活性在-15℃之前是升高的,之后下降;而B₃、B₅两个品种的SOD活性上升的温度节点是-20℃,其后活性开始下降。这可能与不同品种在不同温度下抗寒性不同有关。方差分析表明,B₃、X与其它品种差异显著($P < 0.05$)。

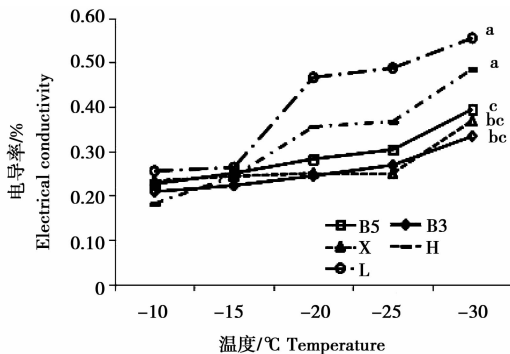


图1 电导率的比较

Fig. 1 Comparison of electrical conductivity

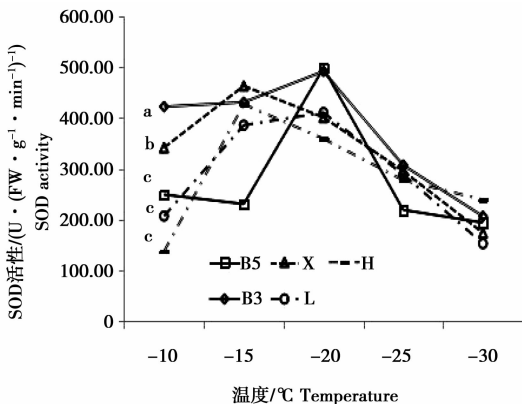


图2 SOD活性的比较

Fig. 2 Comparison of SOD activity

2.3 不同低温胁迫对CAT活性的影响

随着温度降低,CAT活性在不同木槿品种间的表现稍有差别(见图3)。B₃、B₅、X三个品种随着温度的下降,CAT活性先上升而后缓慢下降,-30℃与-10℃相比,下降的幅度分别达到7%、13%和67%;L、H则在不同低温下的表现总体上是下降的,这两个温度下其下降幅度也较大,分别达到83%和182%。通过方差分析可知,B₃和其它品种的差异显著($P < 0.05$)。

2.4 不同低温胁迫对POD活性的影响

图4反映了木槿品种在低温环境下的POD活性的变化。所有品种随着温度的降低POD活性总体变化趋势是先升高后下降,X和B₃两个品种在-20℃时和-10℃相比升高幅度较大,分别达到176%和48%。CAT活性在两个极值温度下的差值最大的为品种H,达到138%。由方差分析,可以看出,B₃和其它品种的差异显著($P < 0.05$)。

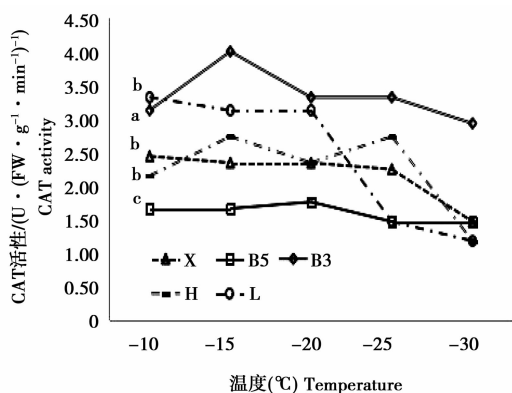


图3 CAT活性的比较

Fig. 3 Comparison of CAT activity

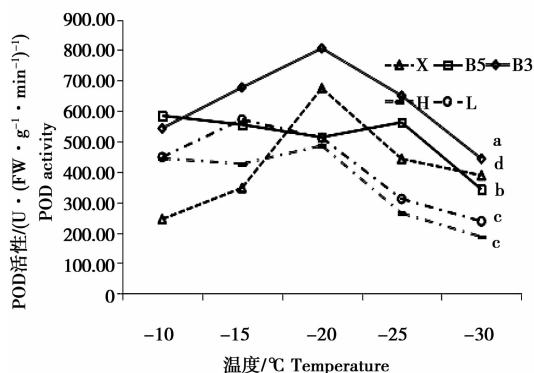


图4 POD活性的比较

Fig. 4 Comparison of POD activity

3 结论与讨论

植物的细胞膜具有半透性,在平衡细胞内、外界环境及调节渗透方面具有优良特性。但低温胁迫会使植物组织的膜透性发生变化,使植物面临伤害的风险;当遭受低温伤害时,更会致使细胞液外渗,细胞脱水,引起损伤^[8]。而电导率随着细胞膜的变化发生相应的变化,两者之间的变化趋势也一致^[9],电导率数值的大小可以反映植物的抗寒能力^[10-11],温度越低,电导率数值变大,细胞膜透性越差,膜内、外的平衡性被破坏,遭受伤害相应地增大。从本试验研究可以看出,随着温度的降低,所有木槿品种的电导率数值都是升高的,这与陈曦^[12],杨猛^[13],王瑞^[14]等研究一致。B₃、X在不同温度下电导率不但数值较其它品种的低,而且增加的幅度也较小,有较强的抗寒能力。

当植物遭受逆境时会产生活性氧,而其中超氧阴离子(O₂⁻)能够对细胞造成破坏。而广泛存在于生命体中的超氧化物歧化酶(SOD),能够清

除氧自由基,保护细胞免受破坏。SOD与植株抗逆性存在正相关关系,植株抗逆性较强,其体内SOD活性相应的增加^[15-16]。许建锋等^[17]对晚熟桃枝条在遭受低温胁迫时的SOD活性测定时发现,随着低温处理时间的延长,SOD活性呈现先升高后下降的趋势;耐寒品种比不耐寒品种SOD活性增加的多。本试验研究发现,有木槿品种随着温度的下降,SOD活性都表现出先升高后下降的特点。B₃、X两个品种在-15~-20℃SOD活性升高,也高于其它品种,耐寒性较强,-20℃之后所有品种的SOD活性开始下降,细胞膜遭受破坏。这与孙学成^[18],徐田军^[19]等研究一致。

过氧化氢酶(CAT)在遭受逆境伤害时能清除植物体内H₂O₂^[20]。在低温胁迫后CAT活性升高。本试验研究发现,随着温度降低,CAT活性在不同木槿品种间的表现稍有不同。B₃、B₅、X三个品种随着温度的下降,CAT活性先上升后缓慢下降,尤其在-20℃后趋势明显;L、H则下降,-20℃后下降速度更快。可见B₃、B₅、X三个品种在-20℃之前抵御抗寒能力较强,之后伤害加大,酶系统遭受破坏;而L、H品种抵御冷害较弱。

有研究发现,POD能将植物体内H₂O₂分解成H₂O,并与SOD共同协同作用抵御低温胁迫。在低温胁迫下,其活性升高^[21-22]。张静潮等^[23]研究发现在低温下铁皇冠的POD活性先升高再降低后又升高。本试验研究表明,所有木槿品种随着温度的降低POD活性先升高后下降,X和B₃两个品种在-20℃时和-10℃相比升高幅度较大。这与许楠^[24],刘爱荣^[25]等研究一致。

SOD在清除植物体内O₂同时也会产生H₂O₂,而POD、CAT会将H₂O₂分解成水^[26]。故SOD、POD、CAT三者可以协同清除植物体内活性氧,抑制膜过氧化,抵御低温胁迫^[27]。也有研究发现,在植物遭受较大低温伤害时,三个酶活性降低^[28],可见,植物在耐受低温伤害程度上有一定范围。综合来看,木槿品种B₃、X在低温胁迫时电导率数值较低,SOD、POD、CAT三个酶的活性也较高,尤其在-20℃之前,可见,木槿能耐受的低温在-20℃上下,B₃、X在抵御冷害方面能力较强。这也为今后木槿品种的选育、区域种植、品种调查及生态适应性提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 张辛华,李秀芬,张德顺,等.木槿应用研究进展[J].北方园艺,2008(10):74-77.

- [2] 刘小冬,姜卫兵,翁忙玲. 论木槿属树种及其在园林绿化中的应用[J]. 园艺园林科学, 2008, 24(8): 315-320.
- [3] 李秀芬,张建锋,朱建军,等. 木槿开花特性及食用价值[J]. 园艺园林科学, 2014, 32(1): 175-178.
- [4] 芦治国,殷云龙,於朝广,等. NaCl 胁迫条件下木槿嫁接苗和扦插苗及其砧木海滨木槿的生理差异[J]. 植物资源与环境学报, 2011, 20(4): 49-57.
- [5] 李会欣,吴明,方炎明,等. NaCl 胁迫对海滨木槿叶片生理特性的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2010, 19(3): 55-61.
- [6] 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, 2001.
- [7] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [8] 高福元,张吉立,刘振平,等. 持续低温胁迫对园林树木电导率和丙二醛含量的影响[J]. 山东农业科学, 2010, (2): 47-49, 81.
- [9] 张家洋,郭晖,张莉. 不同低温胁迫对南京 10 种道路绿化树木形态及电导率的影响[J]. 东北林业大学学报, 2012, 40(5): 25-28.
- [10] 钟杰阳,张玉莲. 低温对不同杏品种枝条中 MDA 含量和电导率的影响[J]. 天津农业科学, 2013, 19(5): 93-96.
- [11] 王红亮,陈丽丽. 低温胁迫对 9 种绿化树木相对电导率的影响[J]. 天津农业科学, 2013, 41(4): 167-169.
- [12] 陈曦,张婷,刘志洋. 低温胁迫对十种宿根花卉电导率的影响[J]. 北方园艺, 2010(10): 121-122.
- [13] 杨猛,魏玲,庄文锋,等. 低温胁迫对玉米幼苗电导率和叶绿素荧光参数的影响[J]. 玉米科学, 2012, 20(1): 90-94.
- [14] 王瑞,马凤鸣,李彩凤,等. 低温胁迫对玉米幼苗脯氨酸、丙二醛含量及电导率的影响[J]. 玉米科学, 2008, 39(5): 20-23.
- [15] 董亮,何永志,王远亮,等. 超氧化物歧化酶(SOD)的应用研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2013, 15(5): 53-58.
- [16] 窦俊辉,喻树迅,范术丽,等. SOD 与植物胁迫抗性[J]. 分子植物育种, 2010, 8(2): 359-364.
- [17] 许建锋,马艳芝,刘玉祥,等. 低温胁迫对晚熟桃枝条电导率、SOD 及 POD 活性的影响[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(11): 200-202.
- [18] 孙学成,谭启玲,胡承孝,等. 低温胁迫下钼对冬小麦抗氧化酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(5): 952-959.
- [19] 徐田军,董志强,兰宏亮,等. 低温胁迫下聚糠蔡合剂对玉米幼苗光合作用和抗氧化酶活性的影响[J]. 作物学报, 2012, 38(2): 352-359.
- [20] 张学财,周文钊,李俊峰. 低温胁迫下 4 个剑麻品种的 SOD、POD、CAT 变化[J]. 中国热带农业, 2009(4): 47-50.
- [21] 高福元,张吉立,刘振平. 冬季低温对 4 种彩叶植物 SOD、POD 活性影响的研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(5): 169-173.
- [22] 侯立刚,陈温福,马巍,等. 低温胁迫下不同磷营养对水稻叶片质膜透性及抗氧化酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2012, 27(1): 118-123.
- [23] 张静潮,杨冬鹤. 常温和低温下草甘膦对铁皇冠 SOD、CAT、POD 活性和 MDA 含量的影响[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2010, 26(4): 90-93.
- [24] 许楠,孙广玉. 低温锻炼后桑树幼苗光合作用和抗氧化酶对冷胁迫的响应[J]. 应用生态学报, 2009, 20(4): 761-766.
- [25] 刘爱荣,陈双臣,刘燕英,等. 丛枝菌根真菌对低温下黄瓜幼苗光合生理和抗氧化酶活性的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(12): 3497-3503.
- [26] 沙伟,刘焕婷,谭大海,等. 低温胁迫对扎龙芦苇 SOD、POD 活性和可溶性蛋白含量的影响[J]. 齐齐哈尔大学学报, 2008, 24(2): 1-4.
- [27] 惠竹梅,王智真,胡勇,等. 24-表油菜素内酯对低温胁迫下葡萄幼苗抗氧化系统及渗透调节物质的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(5): 1005-1013.
- [28] 逯明辉,宋慧,李晓明,等. 冷害过程中黄瓜叶片 SOD、CAT 和 POD 活性的变化[J]. 西北植物学报, 2005, 25(8): 1570-1573.

Effect of Low Temperature Stress on Electrical Conductivity and Antioxidant Enzyme Activity of *Hibiscus syriacus*

LI Yu-shu, ZOU Yuan-dong

(Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442)

Abstract: In order to study the growth status of *Hibiscus syriacus* in cold environment, through different low temperature treatments in sand-store cuttings, the electrical conductivity, SOD, POD and CAT were tested and analyzed, branches of germination of *Hibiscus syriacus* test were determined. The results showed that electrical conductivity of all varieties increased with decreasing temperature, B_3 , B_5 and X increased slower than other varieties, the change between different low temperature was smaller. The SOD activity first increased then decreased in all varieties, B_3 , X and other varieties had significant difference ($P < 0.05$). With decreasing temperature, the CAT activity of B_3 , B_5 , X first increased then decreased slowly, B_3 and other varieties had significant difference ($P < 0.05$). The POD activity of all varieties first increased then decreased when the temperature fell down, B_3 and other varieties had significant difference ($P < 0.05$). B_3 and X were more cold-resistant than other varieties.

Keywords: low temperature stress; *Hibiscus syriacus*; antioxidant enzyme; electrical conductivity