

冷胁迫下水杨酸预处理对铁线蕨抗氧化能力的影响

田晓艳¹, 刘延吉², 王 姝²

(1. 辽宁石油化工大学 环境与生物工程学院, 辽宁 抚顺 113004; 2. 沈阳农业大学 生物科学技术学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:以不同浓度水杨酸(SA)预处理楔叶铁线蕨, 分别测定其丙二醛(MDA)、脱落酸(ABA)含量以及超氧化物歧化酶(SOD)活性。研究了低温胁迫下水杨酸预处理对铁线蕨抗氧化能力的影响。结果表明:SA 降低了低温时游离 MDA 的含量, 增加了 SOD 活性及 ABA 的含量。外源水杨酸可提高冷胁迫时楔叶铁线蕨的抗氧化能力, 以抵御低温逆境。SA 最佳处理浓度为 2 mmol/L。

关键词:水杨酸; 铁线蕨; 低温胁迫; 抗氧化

中图分类号: S 682.35 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2007)12-0098-03

铁线蕨(*Adiantum Capillus-veneris*)别名铁线草、美人粉、美人枫, 是铁线蕨科铁线蕨属植物。因其叶柄细长而直立, 亮紫黑色, 故得名“铁线蕨”, 又有“少女发丝”之美称。铁线蕨为多年生小型常绿陆生草本, 植株矮小, 叶绿、密而细小, 秀丽清雅, 非常适合室内盆栽终年观赏或制作盆景^[1]。

近年对铁线蕨的研究, 主要集中在组织培养^[2]、活性成分^[3,4]测定以及基因组测序^[5]等方面, 而对铁线蕨在水杨酸处理下的基础代谢以及生态因子胁迫对它的影响方面尚无相关报道。研究主要观察水杨酸处理对铁线蕨低温适应能力与抗氧化能力的影响作用, 为在北方的扩大繁殖及观赏价值的提高提供理论依据。

1 材料与方法

试验于 2005 年 8 月在沈阳农业大学进行。供试铁线蕨由沈阳园林树木研究所提供。选取长势旺盛的盆栽置于人工气候箱, 温度控制在 4℃(低温胁迫之前充分浇水, 保持土壤水分充足)。设计 0.5、1.0、2.0、4.0 mmol/L 4 个 SA 浓度处理, 分别在处理 0.5、1、1.5、2、3、4、6 d 采摘新鲜叶片, 低温保存备用, 3 次重复测定各项生理指标。以室温生长的材料作为对照。

超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用 NBT 光化还原法^[6], 以缓冲液代替酶液作空白, 根据抑制 NBT 光化还原 50% 为一个酶活性单位(U); 丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[7]; 水杨酸(ABA)含量测定采用植物激素的酶联免疫吸附测定法(ELISA)^[8]。

第一作者简介: 田晓艳(1971-), 女, 讲师, 硕士, 从事细胞工程研究。E-mail: maggietian2002@163.com。

通讯作者: 刘延吉。

基金项目: 国家高技术研究发展(863)计划资助项目(2004AA247010)。

收稿日期: 2007-07-19

2 结果与分析

2.1 不同浓度水杨酸预处理对楔叶铁线蕨中 SOD 酶活性的影响

SOD 为植物逆境下酶促防御系统的关键酶, SOD 酶活性升高促进了低温胁迫下植物的抵御低温能力, 加强了自我保护作用。如图 1 所示, 室温时不同 SA 处理 SOD 酶的活性变化不显著; 低温处理 6 d 时, 不同 SA 处理均引起 SOD 酶的活性升高, 其中以 2.0 mmol/L 浓度 SA 处理楔叶铁线蕨的 SOD 酶的活性提高最为显著, 以上结果证明施加外源 SA 诱导了楔叶铁线蕨的抗低温能力。

2.2 不同浓度水杨酸预处理对楔叶铁线蕨丙二醛含量的影响

植物在逆境条件下, 会产生大量丙二醛, 而丙二醛的积累直接造成膜内不饱和脂肪酸过氧化作用, 从而破坏细胞膜结构, 引起细胞破裂, 而导致植物冻伤或死亡。由图 2 可见, 室温时不同 SA 处理丙二醛含量变化不显著; 低温处理 6 d 时, 不同 SA 处理均引起丙二醛含量降低, 其中以 2 mmol/L 浓度的 SA 处理丙二醛含量降低最为显著, 可见水杨酸可以在一定程度上抑制膜内不饱和脂肪酸过氧化作用及产物 MDA 的积累, 保护了细胞膜结构的稳定性和完整性, 进而提高了楔叶铁线蕨抵御低温胁迫的能力。

2.3 不同浓度水杨酸预处理对楔叶铁线蕨中 ABA 含量的影响

植物在逆境条件下, ABA 作为内源激素, 通过细胞信号传递与转导作用, 调控相关抗逆蛋白的生物合成。而抗逆蛋白的生成有利于植物抵御逆境, 如抗低温。所以, ABA 含量的升高可以做为植物抗逆性增强的一个指标。由图 3 可见, 室温时不同 SA 处理, ABA 含量变化不显著; 低温处理 6 d 时, 不同 SA 处理均引起 ABA 的含量升高, 并以 2.0 mmol/L 处理增加最显著。试验结

果表明外源水杨酸可在低温胁迫时引起楔叶铁线蕨 ABA 含量的提高,以抵御低温胁迫。

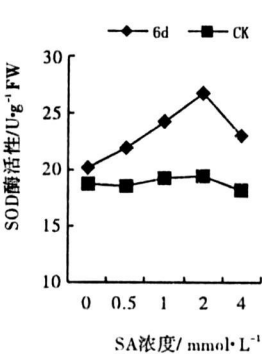


图1 不同浓度 SA 对低温胁迫下楔叶铁线蕨中 SOD 酶活性的影响

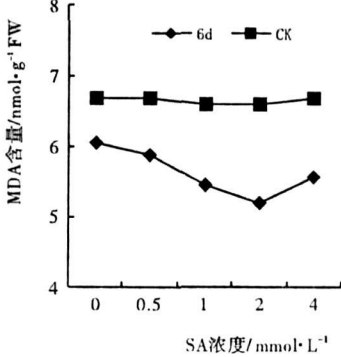


图2 不同浓度 SA 对低温胁迫下楔叶铁线蕨中丙二醛含量的影响

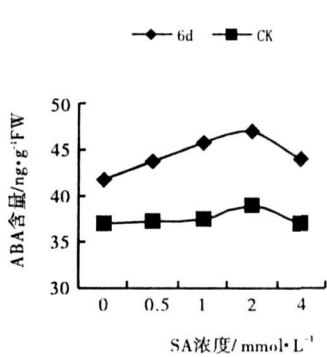


图3 不同浓度 SA 对低温胁迫下楔叶铁线蕨中 ABA 含量的影响

3 讨论

3.1 低温胁迫下 SA 与 SOD 活性之间的关系

在一定的低温范围内,保护酶系(如 SOD 酶)的含量或活性上升有利于保持植物体内自由基的产生和清除之间的平衡,不致造成膜脂过氧化作用;但当温度继续下降或低温持续时间延长,则自由基积累,造成膜脂过氧化^[7]。试验中当楔叶铁线蕨处于低温胁迫时,SA 处理在一定的时间内使 SOD 维持较高的酶活性。进一步证实了 SOD 酶有保护膜脂过氧化作用。

3.2 低温胁迫下 SA 与 MDA 含量之间的关系

细胞内丙二醛(MDA)大量积累造成细胞膜内不饱和脂肪酸过氧化作用,从而导致细胞膜破裂^[8,9]。而加入外源 SA 可以有效的抑制膜内不饱和脂肪酸过氧化作用及其产物 MDA 的积累,维持细胞质膜的稳定性和完整性,增强细胞活力,从而提高楔叶铁线蕨对低温的适应性。

3.3 低温胁迫下 SA 与 ABA 之间的关系

植物在不良环境中并非被动的受害者,而是具有对环境变化快速感知和主动适应的能力,这种快速感知和主动适应的策略就是植物体内胞间和胞内的逆境信号传递。传递的结果导致受体组织中生理生化和功能的最优化组合,最终体现为植物对环境刺激或逆境的适应或抗性^[10]。大量的研究证明 ABA 就是作为胞间信使在植物逆境信号传递中起中心作用的化学物质^[11]。ABA 的积累增强了其信号传递作用,而激活低温调控基因表达,抵御低温胁迫作用。试验 SA 处理导致低温期间植物体内源 ABA 含量增加,并且 SA 处理铁线蕨在试验中抗冷效果提高显著,再一次证明了内源 ABA 含量与抗性之间相关性,即在一定范围内,植物抗低温能力随内源 ABA 含量增加而增加。

4 结论

SA 处理铁线蕨提高了 SOD 酶活性,增强了逆境下膜的抗氧化能力。

SA 处理楔叶铁线蕨降低了 MDA 含量,保护了细胞

膜结构的稳定性和完整性,进而提高了楔叶铁线蕨抵御低温胁迫的能力。

SA 处理铁线蕨提高了 ABA 含量,外源水杨酸可引起内源 ABA 含量的增加,两者协同作用提高植物抗低温胁迫的能力。

2 mmol/L 浓度的水杨酸处理楔叶铁线蕨植株是该试验中提高其抗冷性的最适浓度。即以 2 mmol/L 浓度的水杨酸处理楔叶铁线蕨植株,将最大限度地保护植株低温伤害。

参考文献

[1] Mahran G H, EL-alfy T M, Taha K F. Macro- and micromorphological study of Adiantum capillus-veneris [J]. J Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 1990 41(2): 295-306.

[2] Kuriyama A, Kobayashi T, Hayashi S. Medium composition for the production of sporophytes of the fern Adiantum capillus-veneris [J]. J Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 2004, 73(6): 580-582.

[3] Victorio B, Maridass M, Ramesh. Antibacterial activity of essential oils from the leaves of Adiantum capillus-veneris Linn [J]. J Malaysian Journal of Science, 2003 22(1): 65-66.

[4] Piyali G M, Gupta K. Antifungal activity of the crude extracts and extracted phenols from gametophytes and sporophytes of two species of Adiantum [J]. J Taiwan University, Department of Botany, 2005 50(4): 272-283.

[5] Takato I, Takeshi K, and Masamitsu W. Cryptochrome nucleocytoplasmic distribution and gene expression are regulated by light quality in the fern Adiantum capillus-veneris [J]. J Plant Cell, 2000 12: 81-96.

[6] 郝建军, 刘延吉. 植物生理学实验技术 [M]. 沈阳: 辽宁科技出版社, 2001.

[7] 黄爱露, 余小平. 水杨酸对黄瓜幼苗抗冷性的影响 [J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003, 31(3): 107-110.

[8] 金戈, 王洪春. 未结冰胁迫下小麦叶细胞质膜透性的变化过程及性质 [J]. 植物生理学报, 1991, 17(3): 295-300.

[9] 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.

[10] Shinozaki K Y. Gene expression and transduction in water-stress response [J]. J Plant Physiol, 1997, 115: 327-334.

[11] 梁建生, 张建华. 根系逆境信号 ABA 的产生和运输及其生理作用 [J]. 植物生理学通讯, 1998(5): 329-338.

女贞为常绿阔叶乔木, 对城市环境适应, 抗污染能力强, 可吸收、抵抗多种有害气体, 越来越受到人们的青睐, 十余年来我国北方暖冬不断出现, 女贞在河北省威县发展、种植的数量也越来越多, 但冻害仍然在灾害性天气(如气温突降、早霜)时频发, 在 2005 年、2006 年连续 2 个冬季威县经历了十几年不遇的寒流侵袭, 气温骤降, 出现少有的雾凇景观, 通过这两次的自然低温对女贞在北方的适应性进行观察, 进行资料积累。对女贞在北方驯化引种提供参考依据。

威县位河北省南部, 地处黑龙港流域冲积平原, 在北纬 $36^{\circ}52' \sim 37^{\circ}18'$, 东经 $115^{\circ}13' \sim 115^{\circ}34'$ 之间。威县地处北温带, 大陆性季风气候, 四季分明, 雨热同季, 年平均气温 13°C , 最低气温 -22.4°C , 最高气温 42°C , $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 4936.3°C , 年日照 2955 h , 年平均降水量 584 mm , 无霜期约 200 d 。

1 材料与方法

1.1 试验地点

河北省威县中华大街。

1.2 材料

河北省威县中华大街绿化一、二期工程栽植的行道树大叶女贞。

1.3 方法

根据栽植大叶女贞时的季节和树木的胸径, 由越冬前后树木成活与死亡的情况确定大叶女贞在威县的适应性, 研究栽植大叶女贞提高成活率的方法以及驯化引种。

作者简介: 徐锡磊(1977-), 男, 本科, 助理园艺师, 研究方向: 城市园林绿化。

收稿日期: 2007-07-30

大叶女贞在威县城区绿化中的表现

徐 锡 磊

(河北省威县建设局, 河北 威县 054700)

摘 要: 大叶女贞 (*Ligustrum lucidum* Ait), 又名: 女贞、高杆女贞, 木犀科女贞属, 常绿乔木, 主要分布长江以南及西南, 甘肃南部与华北南部有栽培。通过连年的观察大叶女贞在河北省威县的生长情况, 研究大叶女贞在北方的适应性, 以及在园林绿化中提高女贞成活率的方法。

关键词: 女贞; 绿化; 河北; 成活率

中图分类号: S 687(222) **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2007)12-0100-01

2 结果与分析

2.1 结果

表 1 2005 年春季栽植与生长后的情况

年份	种植株数 / 株	成活平均 胸径/cm	死亡数量 / 株	死亡平均 胸径/cm	遭遇最低 温度/ $^{\circ}\text{C}$
2005	413	4.5	19	3.5	-14.4
2006	160	4.5	33	3.5	-11.9

表 2 2005 年秋季栽植与生长的情况

年份	种植株数 / 株	成活平均 胸径/cm	死亡数量 / 株	死亡平均 胸径/cm	遭遇最低 温度/ $^{\circ}\text{C}$
2005	394	4.0	90	3.2	-14.4
2006	240	4.5	33	3.3	-11.9

表 3 大叶女贞遭遇低温与胸径粗度间的关系表

胸径 Φ /cm	温度/ $^{\circ}\text{C}$		
	-14.4	-11.9	-10
<3.5	-	-	+、-
3.5~4.0	+、-	+、-	+
4.0~4.5	+	+	+
>4.5	+	+	+

注: “-”表示死亡, “+”表示成活。

2.2 结果分析

试验结果表明, 大叶女贞在春季栽植成活率比秋季栽植成活率较高。在一定温度范围内, 大叶女贞抵御低温的能力与径粗具有相关性。为适应北方干旱寒冷的气候条件, 在调运大叶女贞苗木时应使用胸径在 4.0 cm 以上的苗木。

The Improvement of Antioxidation of *Adiantum Capillus-veneris* with Salicylic Acid Pretreatment under Low Temperature Stress

TIAN Xiao-Yan¹, LIU Yan-Ji², WANG Shu²

(1. Environmental Technology and Biotechnology College, Liaoning University of Petroleum & Chemical Technology, Liaoning, Fushun 113001, China; 2. Biotechnology College, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China)

Abstract: With different SA concentration pretreatment, determined the concentration of malondialdehyde (MDA), Absciscic acid (ABA) and the activity of superoxide dismutase (SOD). Studied antioxidation of *Adiantum Capillus-veneris* with salicylic acid(SA) pretreatment under low temperature stress. Results showed that under low temperature stress (4°C) SA pretreatment decreased the content of MDA while increased the SOD activity and the content of ABA. Extracellular SA could improve the antioxidation and the resistance of *Adiantum Capillus-veneris* under low temperature stress. The optimum concentration of SA was 2 mmol/L .

Key words: SA; *Adiantum Capillus-veneris*; Low temperature stress; Antioxidation