

观赏羽扇豆叶不同生育期二种保护酶活性和丙二醛含量变化规律

王小玲, 高 柱, 余发新, 刘腾云, 王碧琴

(江西省科学院 生物资源研究所, 江西 南昌 330029)

摘 要: 采用比色法测定了 3 种观赏羽扇豆在不同生育期的 POD、PPO 活性及 MDA 含量的动态变化, 以探讨 3 种观赏羽扇豆在江西省栽植的生理生态适应性。结果表明: 不同生育时期叶片的 POD、PPO 活性和 MDA 含量的顺序为: 品种 B > 品种 A > 品种 C; 品种 A 和品种 B 叶片的 POD 活性从幼苗期到营养生长休眠期逐渐升高直至最高, 随后逐渐下降并至最低, 品种 C 叶片的 POD 活性维持在较低水平, 各生育期间差异性不显著; 品种 A 和品种 B 随着生育期的进行, 叶片的 PPO 活性呈现下降趋势, 品种 C 则相反; 品种 A、品种 B 和品种 C 叶片的 MDA 含量从幼苗期到营养生长旺盛期逐渐增加, 从营养生长旺盛期到营养生长休眠期品种 A 和品种 C 叶片的 MDA 含量有所降低, 品种 B 则继续增加, 而花芽分化期、开花期和结果期 MDA 含量均维持在较高水平。

关键词: 观赏羽扇豆; POD 活性; PPO 活性; MDA 含量; 动态变化

中图分类号: S 682.37 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)10-0040-04

观赏羽扇豆株型圆整、叶片葱绿、花型美观, 是我国少有的叶、花同赏的多年生草本植物。观赏羽扇豆具有独特的观赏价值, 主要应用于园林方面。南方夏季时间长、温度高, 高温胁迫是观赏羽扇豆产业发展的重要自然灾害之一, 安全越夏问题亟待解决。然而国内目前对观赏羽扇豆抗性机制的研究仍呈空白状态。植物不同生育期过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性和丙二醛含量与植物本身的抗逆性机理、生理代谢密切相关^[1-3]。该试验以引种的 3 个主要观赏羽扇豆品种为材料, 研究其不同发育时期, 叶片中过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性和丙二醛含量的动态变化, 旨在为观赏羽扇豆抗逆机理的深入研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试的 3 个观赏羽扇豆品种为: 品种 A (*Lupinus Minaretie*), 品种 B (*Lupinus Russell Prize*) 和品种 C (*Lupinus arboreus* Blue)。供试材料于 2008 年 11 月 15 日种植于江西省科学院“植物良种繁育基地”, 采用小区垄

植, 随机区组设计, 3 次重复。统一肥水和常规管理技术, 在发育过程中的幼苗期、营养生长旺盛期、营养生长休眠期、花芽分化期、开花期和结果期测定叶片内过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性和丙二醛含量的动态变化。

1.2 试验方法

过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚染色法^[3]; 多酚氧化酶(PPO)活性采用邻苯二酚法^[4]; 丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[5]。

2 结果与分析

2.1 观赏羽扇豆不同生育期叶片 POD 动态变化

过氧化物酶(POD)主要与过氧化氢酶共同作用以消除超氧化物歧化酶作用产生过量的过氧化氢, 使过氧化氢维持在一个较低的水平^[6]。3 种观赏羽扇豆品种 A、品种 B 和品种 C 在幼苗期、营养生长旺盛期、营养生长休眠期、花芽分化期、开花期和结果期的发育进程中 POD 活性由高到低的顺序依次为(图 1): 品种 B、品种 A、品种 C。品种 A 和品种 B 不同生育时期 POD 活性的变化趋势基本一致, 即从幼苗期到营养生长休眠期 POD 活性逐渐上升, 在营养生长休眠期达到高峰, 而后 2 个品种的 POD 活性急剧下降, 结果期降到最低水平。品种 C 在不同生育时期 POD 活性维持在较低水平。

从表 1 的多重比较结果可以看出, 观赏羽扇豆在植株发育过程中, 品种 A 叶片的 POD 活性在营养生长休眠期和结果期与其它时期叶 POD 活性差异性显著, 幼

第一作者简介: 王小玲(1979-), 女, 陕西白水人, 博士, 助理研究员, 现主要从事林木与花卉育种研究工作。E-mail: wangxiaoling1979@126.com。

基金项目: 江西省科技支撑计划资助项目(2007BN21202); 江西省科学院科研开发专项基金资助项目(赣科院字[2006]15号)。

收稿日期: 2010-03-01

苗期与结果期 POD 活性差异不显著, 营养生长旺盛期、花芽分化期及开花期之间的差异不明显; 品种 B 叶片的 POD 活性除开花期、花芽分化期及结果期之间的差异性不显著外, 其余各时期的差异性显著; 品种 C 在营养生长旺盛期和花芽分化期、营养生长休眠期和开花期, 叶片的 POD 活性无差异, 幼苗期与营养生长旺盛期、营养生长休眠期、花芽分化期、开花期之间的差异性不显著。

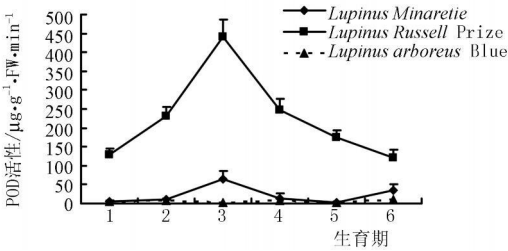


图1 POD 活性的动态变化

注: 发育时期: 1. 幼苗期 2. 营养生长旺盛期; 3. 营养生长休眠期
4. 花芽分化期; 5. 开花期; 6. 结果期。

2.2 观赏羽扇豆不同生育时期叶片 PPO 活性变化

由图 2 可知, 3 个参试观赏羽扇豆品种在不同发育时期叶片多酚氧化酶(PPO)活性变化不尽相同, 但各品种之间差异显著(表 1)。随着发育进程的进行, 品种 A 和品种 B 叶片的 PPO 活性总体呈下降趋势, 其中从幼苗期到花芽分化期, PPO 活性降低较快; 从花芽分化期到开花期, PPO 活性逐渐升高, 在结果期迅速下降到最低; 2 个品种叶片的 PPO 活性变化, 不同发育期差异显著; 品种 B 叶片的 PPO 活性变化浮动大于品种 A。品种 C 呈上升趋势, 从花芽分化期到结果期 PPO 活性升高较明显; 除开花期与结果期叶的 PPO 活性无差异外, 其余各时期之间差异性显著。

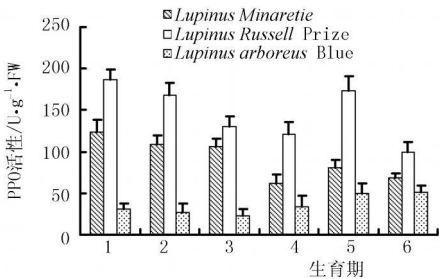


图2 PPO 活性的动态变化

注: 发育时期: 1. 幼苗期 2. 营养生长旺盛期; 3. 营养生长休眠期
4. 花芽分化期; 5. 开花期; 6. 结果期。

2.3 观赏羽扇豆不同生育时期叶片 MDA 含量变化

活性氧对许多生物功能分子有破坏作用, 最终引起膜的过氧化作用, 导致膜脂过氧化产物—丙二醛的含量增加^[7]。因此, 丙二醛含量的增加经常被看作衡量活性

氧对植物体防御系统破坏程度的一个准确指标。从图 3 可以看出, 观赏羽扇豆品种 B 和品种 A 叶片的 MDA 含量变化趋势基本一致。品种 B 叶片的 MDA 含量始终高于品种 A, 品种 C 含量最低。叶片的 MDA 含量从幼苗期的 12.05 mmol/g FW 增加到营养生长旺盛期的 14.31 mmol/g FW, 幼苗期与营养生长休眠期差异性显著(表 1), 营养生长旺盛期、幼苗期与营养生长休眠期之间差异性不明显; 随后基本保持不变, 结果期与花芽分化期和开花期之间差异性不显著。品种 B 叶片从幼苗期到营养生长休眠期, MDA 含量从 14.48 mmol/g FW 增加到 18.32 mmol/g FW, 营养生长期叶的 MDA 含量差异性显著; 花芽分化期、开花期和结果期叶的 MDA 含量变化无差异。品种 C 叶片的 MDA 含量在 9.29 ~ 12.06 mmol/g FW 波动, 除开花期外, 其它各个时期叶的 MDA 含量之间没有差异。

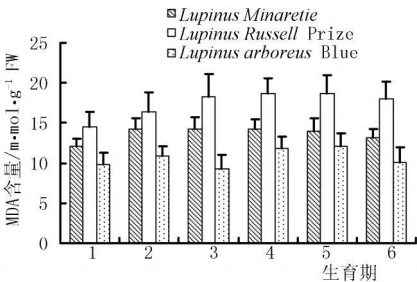


图3 MDA 含量的动态变化

注: 发育时期: 1. 幼苗期; 2. 营养生长旺盛期; 3. 营养生长休眠期;
4. 花芽分化期; 5. 开花期 6. 结果期。

表 1 3 种羽扇豆 POD、PPO 活性和 MDA 含量在不同生育时期的多重比较分析

品种	测定指标	幼苗期	营养生长旺盛期	营养生长休眠期	花芽分化期	开花期	结果期
品种 A	POD 活性	d	cd	a	c	d	b
	PPO 活性	a	b	c	f	d	e
	MDA 含量	a	ab	b	c	d	cd
品种 B	POD 活性	c	b	a	b	bc	c
	PPO 活性	a	c	d	e	b	f
	MDA 含量	b	c	a	a	d	d
品种 C	POD 活性	bc	ab	c	ab	c	a
	PPO 活性	c	d	e	b	a	a
	MDA 含量	b	b	b	b	a	b

注: * 不同小写字母为差异显著 (P<0.05)。

3 结论与讨论

过氧化物酶是酶促活性氧清除系统的主要组成成分, 对防止膜脂过氧化, 减轻逆境造成的膜伤害和延缓植物衰老有重要作用, 被称为细胞保护酶^[8-9]。关于 POD 活性在植物抗旱性中的作用目前还存在着争议, 一种观点认为, POD 可利用 H₂O₂ 进行一系列对植物有害的氧化分解, 是活性氧的来源之一; 另一种观点认为,

POD 可催化 H_2O_2 转化为活性低的 H_2O , 使机体受到保护^[10]。该试验研究认为, 幼苗期、营养生长旺盛期和营养生长休眠期, 品种 A 和品种 B 叶片的 POD 活性不断增高, 营养生长结束时达到最高, 有利于提高植物对外界的抗逆性, 减缓叶片衰老; 花芽分化期、开花期和结果期 POD 活性逐渐降到最低, 植物抗逆性减弱, 叶片衰老加速。3 种观赏羽扇豆叶片在不同生育期, POD 活性大小顺序为品种 B> 品种 A> 品种 C, 与 3 种品种的抗逆性强弱顺序一致, 说明 POD 活性强弱与观赏羽扇豆品种的抗逆性存在一定的关系。

国内在有关多酚氧化酶与扦插生根关系方面的研究报道很多^[11-13], 而多酚氧化酶作为机体保护酶随植物生育周期变化的规律研究报道较少^[2]。对棉花中 PPO 研究^[14]表明, 棉花抗病品种被枯萎病菌侵染后 PPO 活性显著高于感病品种, 而且前者发病后酶活性上升快, 后者仅在后期才有所增加, 这说明早期棉苗内 PPO 活性与抗病性有关。对其它植物如荔枝^[15,16]、烟草^[17]、蘑菇^[18]的研究发现, 用诱发物处理的植株中, PPO 活性的升高与诱导抗性的表现有密切关系。该试验中, 品种 A 和品种 B 随着发育进程的进行, 叶片的 PPO 活性呈现下降趋势, 而品种 C 呈现上升趋势。因此, 有关 PPO 活性与 3 个品种的抗性关系还有待进一步研究。

植物在长期的进化过程中, 形成了受遗传性制约的逆境适应机制, 活性氧代谢在其中占有重要地位, 是植物对逆境胁迫的原初反应^[19,20], 当植物处于各种逆境下, 植物细胞内自由基产生与清除的平衡遭到破坏, 自由基增加会导致细胞被伤害。丙二醛是膜脂过氧化过程中的分解产物, 它与蛋白质、核酸起反应并修饰其特性, 抑制蛋白质的合成^[23]; 还可以与酶反应, 使其丧失活性甚至成为一种催化错误代谢分子^[24]。因此, MDA 含量高低和细胞质膜透性变化大小可反映细胞膜脂过氧化作用的强弱, 同时也是质膜破坏程度的重要指标。有关叶片衰老情况下, MDA 含量增加的报道较多^[20,25,26]。该试验中 3 个品种观赏羽扇豆叶片的 MDA 含量均在营养生长期结束时达到最高, 可能由于其体内生成的氧自由基已超过超氧化物歧化酶和过氧化氢酶等抗氧化系统的清除能力, 部分氧自由基未能及时清除, 引起膜脂过氧化, 导致植株转入衰老阶段。

参考文献

- [1] 刘媛媛, 腾中华, 王三根, 等. 高温胁迫对水稻可溶性糖及膜保护酶的影响研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2008, 30(2): 59-63.
- [2] 江萍, 王雪莲, 姚延涛, 等. 仁用杏叶不同生育时期主要保护酶活性的变化规律[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(35): 11370-11374.
- [3] 高俊凤. 植物生理学试验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000.

- [4] 李焕秀, 王乔春, 李春秀. 梨芽和茎尖多酚氧化酶活性和总酚含量的初步研究[J]. 四川农业大学学报, 1994, 2(2): 218-222.
- [5] 郑蓉, 郑维鹏, 方伟. DNA 分子标记在竹子分类研究中的应用[J]. 福建林业科技, 2006, 33(3): 161-165.
- [6] 王荣华, 石雷, 汤庚国, 等. 渗透胁迫对蒙古冰草幼苗保护酶系统的影响[J]. 植物学通报, 2003, 20(3): 330-335.
- [7] 曹慕岚, 罗群, 张红, 等. 入侵植物加拿大飞蓬(*Erigeron canadensis* L.) 生理生态适应初探[J]. 四川师范大学学报(自然科学版), 2007, 30(3): 387-390.
- [8] 吴国胜, 王永健, 姜亦巍. 细胞膜热稳定性及保护酶和大白菜耐热性的关系[J]. 园艺学报, 1995, 22(4): 353-358.
- [9] 于晓英. 瓜叶菊对热胁迫的反应及耐热变异体的研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2006.
- [10] 马小卫. 长柄扁桃(*Amygdalus pedunculata* Pall.) 抗旱机制研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [11] 宋丽红, 曹帮华. 光叶栎扦插生根的吲哚乙酸氧化酶、多酚氧化酶、过氧化物酶活性变化研究[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(4): 347-350.
- [12] 扈红军, 曹帮华, 尹伟伦, 等. 榛子嫩枝扦插生根相关氧化酶活性变化及繁殖技术[J]. 林业科学, 2008, 44(6): 60-65.
- [13] 蔡仁珍, 曾青松. 激素处理对桂花插条生根及 PPO、POD 活性的影响[J]. 北方园艺, 2008(7): 169-171.
- [14] 宋凤鸣. 枯萎病菌侵染后棉菌体内多酚氧化酶活性的变化[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(3): 175-177.
- [15] 李明启. 荔枝果皮多酚氧化酶的研究[J]. 植物学报, 1963, 11(4): 329-335.
- [16] 谭兴杰. 荔枝多果皮多酚氧化酶的部分纯化及性质[J]. 植物生理学报, 1984, 10(4): 339-345.
- [17] 韩富根. 烟草叶片多酚氧化酶的提取及其特性研究[J]. 河南农业大学学报, 1995, 29(1): 98-102.
- [18] 郑海歌. 蘑菇中的多酚氧化酶及同工酶[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(3): 17-18.
- [19] 张木清, 余松烈. 水分胁迫下甘蔗叶活性氧代谢的数学分析[J]. 作物学报, 1996, 22(6): 729-735.
- [20] 朱利君, 苏智先, 胡进耀, 等. 珍稀濒危植物珙桐过氧化物酶活性和丙二醛含量[J]. 生态学杂志, 2009, 28(3): 451-455.
- [21] Bennicelli R P, TakrThevsky D A, Balakhnina T I. The effect of soil aeration on superoxide dismutase activity, malondialdehyde level, pigment content and stomatal diffusive resistance in maize seedlings[J]. Environmental and Experimental Botany, 1998, 39(3): 398-406.
- [22] Khan M H, Singha K L B, Panda S K. Changes in antioxidant levels in Oryza sativa L. roots subjected to NaCl-salinity stress[J]. Acta physiologica plantarum, 2002, 24(2): 145-148.
- [23] 关军锋. 菠菜叶片衰老与膜脂过氧化的关系[J]. 河北农业技术师范学院学报, 1996, 10(4): 41-45.
- [24] 陈贵, 胡文玉, 谢南锦. 提取植物体内 MDA 的溶剂及 MDA 作为衰老指标的探讨[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(1): 44-46.
- [25] 朱诚, 傅亚萍, 孙宗修. 超高产水稻开花结实期间叶片衰老与活性氧代谢的关系[J]. 中国水稻科学, 2002, 16(4): 326-330.
- [26] 施大伟, 陈国祥, 张成军. 两种高产小麦旗叶自然衰老过程中生理特性的比较[J]. 西北农业学报, 2005, 14(2): 23-26.

外源 NO 对辣椒种子萌发的影响

张菊平¹, 孟静静¹, 张焕丽², 王巧珍³

(1. 河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003; 2. 洛阳市农业科学研究所 蔬菜研究中心, 河南 洛阳 471023; 3. 巩义市大山谷沟乡民政所, 河南 巩义 451200)

摘要:以硝普钠(SNP)为外源 NO 供体, 研究 NO 对辣椒种子萌发的影响。结果表明: 硝普钠对辣椒种子萌发的影响为低浓度时有促进作用, 高浓度时抑制。3 个品种中, 硝普钠对洛椒新五号的促进作用最大, 124 牛角椒次之, 改良牛角椒最低。NO 对辣椒种子萌发的影响在 0.3 ~ 0.5 mmol/L 时最大。

关键词: SNP; NO; 辣椒; 种子萌发; 幼苗生长

中图分类号: S 641.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)10-0043-03

NO 作为气体信号分子, 参与植物许多生理和生长发育过程的调控, 包括呼吸作用、种子萌发^[1]、根和叶的生长发育^[2]、抑制植物组织的成熟衰老、参与植物抗病防御和胁迫反应^[3-5]等, 硝普钠作为外源 NO 的供体, 其分子在植物体内会逐步分解、释放出 NO, 作用于植物体。目前, SNP 在种子萌发上的研究仅限于玉米、鸡冠花和金鱼草等少数植物^[6], 对于幼苗生长的研究也很少。辣椒作为一种栽培面积越来越大的蔬菜, 提高其抗逆性和抗病性, 有利于扩大其繁殖区域, 获得较好的经

济效益和社会效益, 人们已经从各个方面开始着手研究, 并取得了一定成果, 但关于外源 NO 对辣椒种子萌发的相关试验还很少。该试验探索不同浓度的 SNP 对辣椒生长的调控作用, 以期对种子萌发及生产提供科学依据和理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

洛椒新五号由洛阳诚研种业有限公司生产, 124 牛角椒由山西省太谷科硕种苗研究所生产, 改良牛角椒由天津新优蔬菜研究所生产。

1.2 试验方法

1.2.1 种子处理 用水洗法挑选出较为饱满一致的辣椒种子, 经过 0.1% HgCl₂ 消毒 10 min, 再用蒸馏水洗净, 冷水浸种 8 h。用 0(CK)、0.1、0.3、0.5、0.7 mmol/L

第一作者简介: 张菊平(1968-), 女, 博士, 副教授, 现从事蔬菜遗传育种和生物技术研究工作。E-mail: jupingzhang@163.com。
基金项目: 河南科技大学博士科研启动基金资助项目(09001217)。
收稿日期: 2010-02-10

Change Law of Two Protective Enzyme Activity and MDA Content in Ornamental *Lupins* Leaves in Different Growth Stage

WANG Xiao-ling GAO Zhu YU Fa-xin, LIU Teng-yun, WANG Bi-qin

(Institute of Biological Resources, Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang, Jiangxi 330029)

Abstract: To understand the eco-physiological adaptability of three kinds of ornamental *Lupins* in Jiangxi Province. The results showed that in the different blade growth stages the order of the POD and PPO activity and MDA contents was B>A>C. A and B varieties POD activity rised gradually from the period of seedling growth to the vigorous growth period, then gradually decreased until the lowest, C variety POD activity was in low, no significant difference in the growth period. The leaf PPO activity of the A and B varieties had declined with the growth varieties, however breed C variety was opposite. The MDA content of three *Lupinus* increased gradually from seedling to vegetative-growth stage. In dormancy of vegetative-growth stage, the MDA content of B variety continued to increase and decreased in A and C varieties. The MDA content of three *Lupins* maintained at a high level during bud differentiation, flowering and maturing stages.

Key words: ornamental *Lupinus*; protective enzyme activity; PPO activity; POD activity; malondialdehyde(MDA) content; dynamic change