

干旱胁迫对蓖麻幼苗叶片抗氧化酶活性的影响

刘 鹏^{1,2}, 王 秀 香³, 董 永 义¹, 刘 海 宇⁴

(1. 内蒙古民族大学 农学院, 内蒙古 通辽 028042; 2. 内蒙古自治区高校蓖麻产业工程技术研究中心, 内蒙古 通辽 028042;

3. 天津红港绿茵花草有限公司, 天津 300402; 4. 内蒙古中农种子科技有限公司, 内蒙古 通辽 028000)

摘 要:以“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”2 个蓖麻品种的幼苗为试材, 采用盆栽控制浇水模拟干旱法, 对不同程度干旱胁迫下幼苗叶片抗氧化酶活性的变化进行了研究。结果表明:“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”均具有较强的耐旱性。随着干旱胁迫程度的加深, 蓖麻幼苗叶片抗氧化酶(SOD、CAT、POD)活性持续上升。同一土壤水分条件下, “通蓖 5 号”叶片抗氧化酶活性高于“通蓖 6 号”, 说明“通蓖 5 号”苗期抗旱能力更强。

关键词:蓖麻; 干旱胁迫; 抗氧化酶

中图分类号:S 565.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)08-0045-03

在世界范围内, 干旱是作物生产的主要限制因子^[1]。干旱条件下, 作物维持产量的关键因素是对干旱胁迫的抵御能力。蓖麻是一种抗旱能力较强的物种, 因此在蓖麻适宜种植区主要是在干旱缺水的地块。然而, 其抗旱性的基本生理机制研究者甚少。Dai 等^[2]研究表明, 干旱对蓖麻生长的影响主要表现在由于气孔的关闭, 限制了叶片对 CO₂ 的吸收, 减少了叶片的光合作用, 从而降低了光合产物的积累, 造成蓖麻减产。

超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化物氢酶(CAT)被称为植物体内的抗氧化酶系统, 主要作用是清除细胞内的活性氧。植物受到干旱胁迫时, 活性氧累积过多, 一方面产生较多的膜脂过氧化产物, 膜的完整性被破坏。另一方面也会使膜脂产生脱酯化作用, 磷脂游离, 膜结构破坏。如果胁迫强度增大, 或胁迫时间延长, 植物就有可能死亡。在适度逆境胁迫情况下, 3 种抗氧化酶的活性会升高, 表现出对植物本身的保护作用。但当胁迫强度持续增大, 抗氧化酶的活性会降低, 说明植物对环境胁迫的忍受能力可能是有限的。如范苏鲁等^[3]研究大丽花抗氧化酶在水分胁迫下的表现就是酶活性先上升后下降, 这说明一定强度的干旱胁迫可使大丽花叶片的抗氧化酶 SOD、CAT 和 POD 活性上升, 但严重的干旱胁迫则抑制抗氧化酶的活性, 使之降低。

由于蓖麻在通辽地区主要种植在保水能力较差的

沙陀地段, 所以在生长过程中易受到水分胁迫的影响。尤其是蓖麻生长的幼苗期, 正处于干旱少雨的季节, 因此研究土壤水分胁迫对蓖麻苗期的生长发育影响具有十分重要的意义。该研究以通辽地区主推的蓖麻高产品种“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”为试材, 通过土壤水分胁迫处理, 分析干旱胁迫下 2 个蓖麻品种苗期叶片的抗氧化酶活性的变化, 以期今后的栽培应用及抗性品种的选育提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

蓖麻品种“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”种子购自通辽市农业科学研究院。

1.2 试验方法

试验采用盆栽法。种子挑选后用 0.1% 的 HgCl₂ 溶液浸种消毒 15 min, 用清水冲洗后播种于花盆中(盆口直径 23 cm, 盆高 17 cm)。待蓖麻长出 4 片真叶以后, 按 Hsiao^[4]的方法设 4 个不同的土壤含水量梯度, 对照含水(Control, CK): 75%~80%; 轻度干旱(Light drought, LD): 55%~60%; 中度干旱(Middle drought, MD): 40%~45%; 重度干旱(Serious drought, SD): 30%~35%。水分胁迫处理方法为: 首先将盆栽的 2 个蓖麻品种分别用清水浇灌至田间最大持水量, 然后每天均对其土壤含水量进行测验, 测验方法采用常规的称重法。待土壤含水量达到要求范围时, 在同一时刻, 取同一位置的叶片, 分析其 SOD、CAT 和 POD 的活性变化。

1.3 项目测定

1.3.1 SOD 活性测定 采用氮蓝四唑(NBT)法^[5]。取 0.5 g 新鲜蓖麻叶片, 加入 2 mL 提取液, 冰浴下研磨, 终体积定溶到 10 mL, 4℃下 8 000 r/min 离心 15 min, 上清

第一作者简介:刘鹏(1973-), 男, 蒙古族, 内蒙古赤峰人, 博士, 副教授, 现主要从事作物遗传育种等研究工作。E-mail: mindali-upeng@126.com.

基金项目:内蒙古民族大学科研创新团队支持计划资助项目(NMD1003)。

收稿日期:2012-12-13

液为 SOD 粗提液。按要求加入各反应试剂,对照遮光,其余均置于 3 500~4 500 lx 的日光灯下照光 15 min 后立即遮光,560 nm 下测吸光值,以抑制 NBT 光化还原的 50% 为 1 个酶活性单位,计算 SOD 活性($\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)。

1.3.2 CAT 活性测定 采用紫外吸收法^[5]。取新鲜蓖麻叶片 0.5 g 加入 pH 7.8 的磷酸缓冲液研磨成匀浆,转移至 25 mL 容量瓶中定容,4 000 r/min 离心 15 min,上清液即为过氧化氢酶的粗提液。取 2 只试管,分别为样品管和对照管。依次加入 1.5 mL 磷酸缓冲液,0.1 mL 酶提取液(对照管中加煮沸酶液),1.2 mL 蒸馏水,加入 0.3 mL 过氧化氢,迅速倒入石英比色杯中,在 240 nm 下测定吸光度,每间隔 1 min 读数 1 次,计算酶活性。以 1 min 内 A_{240} 减少 0.01 为 1 个酶活性单位($\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$)。

1.3.3 POD 活性测定 采用愈创木酚法^[6]。称取 0.5 g 新鲜蓖麻叶片,加少许磷酸缓冲液研磨成匀浆,定容到 10 mL,4 000 r/min 下离心 15 min。在 3 mL 反应体系中加 0.3% H_2O_2 1.0 mL、0.2% 愈创木酚 0.95 mL、pH 7.0 PBS 1.0 mL,混合液反应 20 min,在 470 nm 下测其吸光值,以光密度值改变 0.01 为 1 个酶活性单位,计算 POD 活性($\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)。

2 结果与分析

2.1 土壤干旱胁迫对 SOD 活性的影响

由图 1 可知,随着干旱胁迫程度的加强,“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”2 个蓖麻品种 SOD 活性持续上升。在轻度干旱胁迫下,2 个品种 SOD 活性上升的幅度较小,与对照没有显著差异,增幅分别为 0.44% 和 7.71%。而中度胁迫下,2 个品种的 SOD 活性明显上升,增幅分别为 38.73% 和 54.74%。到重度胁迫期增幅又有所下降,分别为 15.01% 和 10.62%。且蓖麻的 SOD 活性也存在品种间差异,在同一土壤水分条件下,“通蓖 5 号”的 SOD 活性总是高于“通蓖 6 号”,说明“通蓖 5 号”清除活性氧的能力高于“通蓖 6 号”,证明“通蓖 5 号”苗期抗旱能力高于“通蓖 6 号”。

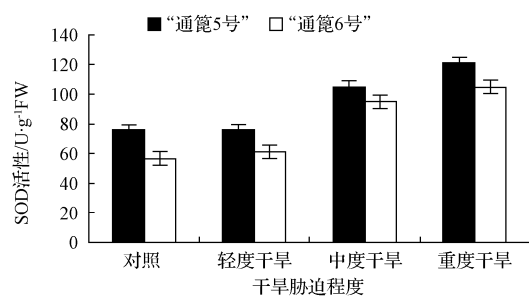


图 1 干旱胁迫对蓖麻 SOD 活性的影响

Fig. 1 Effect of soil drought stress on the activity of SOD in leaves of castor

2.2 土壤干旱胁迫对 CAT 活性的影响

由图 2 可知,在干旱胁迫处理期间,“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”2 个蓖麻品种 CAT 活性始终处于上升状态,与 SOD 活性变化趋势大体相同,即先缓慢上升,然后急速上升,最后上升减缓。在轻度干旱胁迫下,“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”CAT 活性升幅分别为 90.22% 和 118.18%;到中度干旱胁迫期,CAT 活性升幅增加,2 个品种的增幅分别为 122.13% 和 161.31%;而重度干旱胁迫下,CAT 活性增幅减缓,分别为 10.50% 和 20.96%。

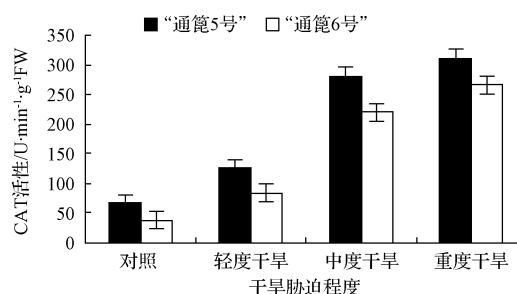


图 2 干旱胁迫对蓖麻 CAT 活性的影响

Fig. 2 Effect of soil drought stress on the activity of CAT in leaves of castor

2.3 土壤干旱胁迫对 POD 活性的影响

由图 3 可以看出,干旱胁迫处理下,2 个蓖麻品种“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”POD 活性持续升高,上升趋势与 SOD 和 CAT 略有不同,呈现先大幅度上升,后上升幅度逐渐减弱。“通蓖 5 号”和“通蓖 6 号”2 个蓖麻品种在轻度干旱期叶片 POD 活性升幅分别为 92.31% 和 191.89%;中度干旱期升幅分别为 23.40% 和 41.67%;重度干旱期升幅分别为 20.00% 和 18.95%。整个试验期内,“通蓖 5 号”的过氧化物酶活性均高于“通蓖 6 号”,从而判断“通蓖 5 号”苗期抗旱能力强于“通蓖 6 号”。

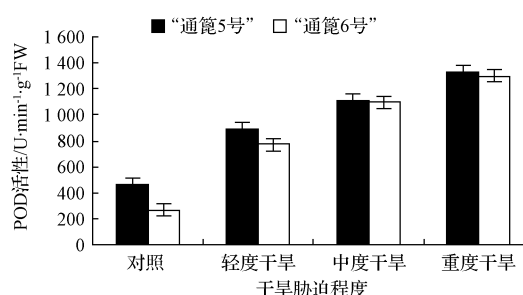


图 3 干旱胁迫对蓖麻 POD 活性的影响

Fig. 3 Effect of soil drought stress on the activity of POD in leaves of castor

3 讨论

植物在长期的进化过程中,为了抵抗各种逆境条件,最大限度的减小对自身的伤害,形成了各种保护机制。SOD、CAT 和 POD 三者协同作用防御活性氧或其它过氧化物自由基对细胞膜系统的伤害。首先 SOD 催

化氧自由基发生歧化反应生成过氧化氢,过氧化氢随后被 CAT 和 POD 转化成无害的分子氧和水。在上述反应过程中,保护酶系统活性越高,清除活性氧自由基的能力越强。该研究表明,干旱胁迫下,3 种保护酶的活性持续上升,在重度干旱胁迫期,3 种保护酶的活性达到暂时最大值,如果干旱胁迫继续,保护酶活性是否仍然呈增加趋势,还需后续试验加以验证。已有的干旱胁迫研究多数情况是在干旱胁迫初期,保护酶活性升高,而随着胁迫强度加重,保护酶活性呈下降趋势,如周洁等^[7]对苍术的研究、李健等^[8]对 4 种滨藜属植物的研究以及孙彩霞等^[9]对玉米的研究等。而只有陈永军等^[10]以 2 个不同抗旱性玉米品种和袁颖等^[11]以四翅滨藜 2 个耐旱牧草为研究材料,与该试验结果相似。这些研究结果说明,对于耐旱植物来讲,即使是重度干旱胁迫下,由于保护酶活性持续上升,仍然可以及时有效的清除体内产生的活性氧,所以耐旱植物在干旱条件下所受的损伤较小。

该试验以耐旱性较强的蓖麻作为研究材料,重度干旱下,苗期叶片抗氧化酶系统还能保持较高的活性,及时有效的清除体内产生的活性氧。当然,蓖麻较强的抗旱性是较多因素共同作用的结果,如质膜过氧化作用、渗透调节作用等,还需进一步研究。

参考文献

- [1] Jones H G, Corlett J E. Current topics in drought physiology[J]. Journal of Agricultural Science, 1992, 119: 291-296.
- [2] Dai Z, Edwards G E, Ku M S B. Control of photosynthesis and stomatal conductance in *Ricinus communis* L. (castor bean) by leaf to air vapour pressure deficit[J]. Plant Physiology, 1992, 99: 1426-1434.
- [3] 范苏鲁,苑兆和,冯立娟,等. 干旱胁迫对大丽花生理生化指标的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(3): 651-657.
- [4] Hsiao T G. Physiological effects of plant in response to water stress[J]. Ann Rev Plant Physiology, 1973, 24: 509-570.
- [5] 邹琦,赵世杰,王忠,等. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [6] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000.
- [7] 周洁,黄璐琦,郭兰萍,等. 干旱胁迫下苍术幼苗生理特性变化研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(19): 2162-2166.
- [8] 李健,蒋志荣,王继和,等. 水分胁迫下四种滨藜属植物保护酶活性的变化[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(5): 76-80.
- [9] 孙彩霞,刘志刚,荆艳东. 水分胁迫对玉米叶片关键防御酶系活性及其同工酶的影响[J]. 玉米科学, 2003, 11(1): 63-66.
- [10] 陈永军,李淑梅,姜凤英. 水分胁迫下玉米细胞膜伤害及其保护酶活性的变化[J]. 中国生态农业学报, 1998, 6(4): 16-18.
- [11] 袁颖,周晓雷. 水分胁迫下四翅滨藜和绵毛优若藜保护酶活性变化[J]. 草业科学, 2008, 25(6): 39-44.

Effects of Drought Stress on Activity of Castor Bean Antioxidant Enzymes

LIU Peng^{1,2}, WANG Xiu-xiang³, DONG Yong-yi¹, LIU Hai-yu⁴

(1. College of Agriculture, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028042; 2. Engineering Research Center of Castor at Universities of Inner Mongolia Autonomons, Tongliao, Inner Mongolia 028042; 3. Tianjin Hong Gang Horticulture Company Limited, Tianjin 300402; 4. Inner Mongolia Zhong Nong Seed Technology Company Limited, Tongliao, Inner Mongolia 028000)

Abstract: Taking 'Tongbi No. 5' and 'Tongbi No. 6' as materials, young seedlings of castor bean were studied in drought stress under pot culture experiments simulating different soil water regimes. And then, the change of activity of antioxidant enzymes in the leaves under drought stress were measured. The results showed that the two varieties of castor bean had strong ability of drought resistance. Under drought stress, activity of antioxidant enzyme (SOD, CAT, POD) continuously increased. Activity of antioxidant enzyme of 'Tongbi No. 5' was higher than that of 'Tongbi No. 6' at the same soil moisture. These results indicated that 'Tongbi No. 5' had stronger adaptability to drought stress than that of 'Tongbi No. 6' during the young seedlings of castor bean.

Key words: castor bean; drought stress; antioxidant enzymes

甜瓜早衰早预防

1. 定植时采用起垄种植的效果最好,避免平畦栽培因浇水过大而造成伤根,起垄种植增加了耕作层的厚度,促进根系下扎。同时,利用穴施生物菌肥的方法,以菌制菌来抑制有害菌的繁殖,减少土传性病害发生。

2. 定植后应尽量晚覆盖种植行的地膜,而且要注意用钢丝、竹子等将地膜撑起来,避免地膜紧贴地面,增加地表的空气流动,保持土壤透气性,促进根系下扎。同时注意冲施生根类肥料和菌肥,促进根系生长,提高植株抗逆性。