

文章编号:1002-4026(2011)01-0036-04

# PEG胁迫对八棱海棠种子萌发及幼苗生理的影响

吴丽云<sup>1</sup>, 曹帮华<sup>2\*</sup>, 邵伟<sup>1</sup>, 解文科<sup>1</sup>, 李涛<sup>1</sup>, 徐丹<sup>3</sup>

(1. 山东省临沂市林业局, 山东 临沂 276001; 2. 山东农业大学林学院, 山东 泰安 271018;  
3. 山东省临沂市农业委员会, 山东 临沂 276001)

**摘要:**本文以八棱海棠种子为试材, 利用不同浓度 PEG 溶液模拟干旱条件, 研究了干旱胁迫对八棱海棠种子萌发及幼苗生理的影响。结果表明: 经 PEG 处理的种子, 其相对发芽率、发芽势、发芽指数以及活力指数均随着胁迫强度的增大而逐渐降低。幼苗 SOD 酶活性随着 PEG 浓度的增加而逐渐增大, POD 酶活性则相反。MDA 和脯氨酸含量随着胁迫强度的增大而增大, 说明 PEG 浓度越大对幼苗有更深度的伤害。

**关键词:**PEG 胁迫; 八棱海棠种子; 萌发; 幼苗生理

中图分类号: S661.4 文献标识码: A

## Effects of PEG stress on seed germination and seedling physiology of *Malus robusta*

WU Li-Yun<sup>1</sup>, CAO Bang-Hua<sup>2</sup>, SHAO Wei<sup>1</sup>, XIE Wen-ke<sup>1</sup>, LI Tao<sup>1</sup>, XU Dan<sup>3</sup>

(1. The Forestry Bureau of Linyi City, Linyi 276001, China;  
2. School of Forestry, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;  
3. The Agriculture Committee of Linyi City, Linyi 276001, China)

**Abstract:** We investigated the influences of drought stress on the seed germination and seedling physiology of *Malus robusta*, which was simulated with different concentrations of PEG solution. Results show that the relative germination rate, germination potential, germination index and vigor index of the seeds processed with PEG decrease with the increase of stress intensity. SOD activity of the seedlings increases with the increase of PEG concentration, while POD activity demonstrates the opposite tendency. MDA and proline content increase with the increase of stress intensity. This indicates that higher PEG concentration cause worse damage to the seedlings of *Malus robusta*.

**Key words:** PEG stress; *Malus robusta* seed; germination; seedling physiology

八棱海棠(*Malus robusta*)又名怀来海棠、海红,是我国栽培历史悠久的果中珍品,素有色艳、花果共赏的优点,被誉为国艳,越来越广泛地应用于园林绿化。干旱对植物的伤害主要包括3个方面:渗透胁迫、离子伤害和营养失衡<sup>[1]</sup>,具体表现在影响植物种子的萌发<sup>[2]</sup>、植株的生长发育<sup>[3]</sup>和结实等。耐旱植物通过一系列的形态学和生理学的适应性反应来降低这些伤害<sup>[4]</sup>。本试验通过不同浓度的PEG溶液处理八棱海棠种子,

收稿日期:2010-07-27

基金项目:山东省农业良种工程项目(30362)资助。

作者简介:吴丽云(1976-),女,硕士,工程师,研究方向为森林培育与树木抗逆生理。

\* 通讯作者:曹帮华(1964-),男,博士,博士生导师。Email:caobanghua@sda.u.edu.com

模拟干旱对八棱海棠种子萌发的影响,观察其形态学和生理学的变化情况,探讨干旱处理对八棱海棠种子萌发及幼苗生理的影响,为建立新的八棱海棠种子播前抗旱处理方法奠定理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验用八棱海棠种子由山东省林业科学研究院提供。

### 1.2 干旱胁迫的模拟设计

用四分法随机选取八棱海棠纯净种子4份,每份100粒,为4次重复。种子先用0.5%高锰酸钾溶液消毒2h,无菌水冲洗净、晾干后,用始温为70℃热水浸种24h。发芽床用培养皿内置海绵、海绵上铺滤纸制成,并进行高压消毒。按表1配制PEG溶液各100mL。

### 1.3 种子干旱胁迫处理

向消毒的发芽床内加入等体积、不同浓度的PEG溶液,以浸过发芽床为准,将种子摆在发芽床上,置于ZRX-258DF型智能人工气候培养箱内,每天光照8h,发芽温度25℃,光照强度1200lx,每天观察记录种子发芽数,并定期向发芽床补水(补水至初始PEG溶液体积),按GB2772-1999国家标准,第4d统计发芽势(%),第11d统计发芽率(%),计算种子的发芽率、发芽势、发芽指数( $G_i$ )和活力指数( $V_i$ )。 $G_i = \sum G_i / D_i$ ;  $V_i = G_i \cdot S$ 。 $G_i$ 为在时间 $t$ 日的发芽数; $D_i$ 为相应的发芽日数; $S$ 为幼苗平均生长量。

### 1.4 幼苗生理生化指标的测定

超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定用抑制氮蓝四唑(NBT)光化学还原法;过氧化物酶(POD)活性的测定用愈疮木酚法;丙二醛(MDA)活性的测定用分光光度计法;脯氨酸(Pro)含量的测定用酸性茚三酮比色法,以上测定都是用李合生的方法<sup>[5]</sup>。所有指标的测定均重复3次,最终结果取3次平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 干旱胁迫对八棱海棠种子萌发活力的影响

由图1~4可见,随着PEG浓度的增加,供试种子的相对发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数均呈逐渐下降趋势。在PEG 0~140g/L浓度胁迫下种子的4项发芽指标急剧下降,而随着PEG溶液浓度的逐渐变大(>140g/L),各项发芽指标变化相对平缓。这可能与种子对胁迫的忍耐程度有关。

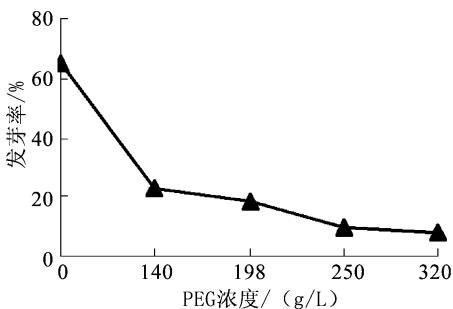


图1 不同浓度PEG对八棱海棠种子发芽率的影响

Fig. 1 Effects of PEG on germination rate of *Malus robusta* seeds

表1 不同渗透胁迫强度溶液的PEG用量

Table 1 Amount of PEG in Different solution

渗透胁迫/MPa	加入的PEG含量/(g/L)
0(对照)	0
0.3	140
0.6	198
0.9	250
1.2	320

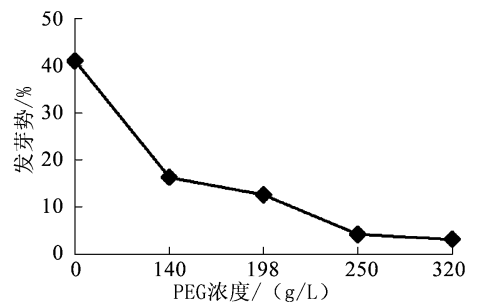


图2 不同PEG浓度对八棱海棠种子发芽势的影响

Fig. 2 Effects of PEG on germination capacity of *Malus robusta* seeds

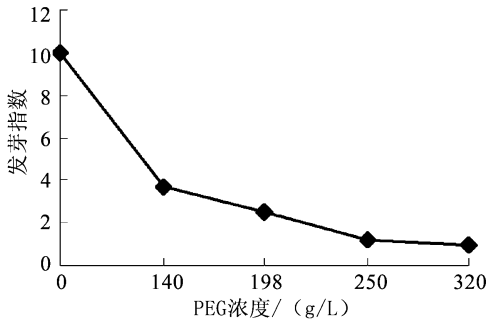


图3 不同浓度 PEG 对八棱海棠种子发芽指数的影响

Fig. 3 Effects of PEG on germination index of *Malus robusta* seeds

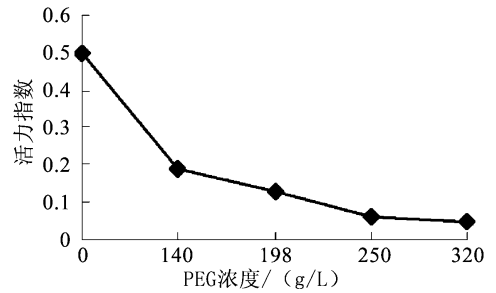


图4 不同浓度 PEG 对八棱海棠种子活力指数的影响

Fig. 4 Effects of PEG on vigor index of *Malus robusta* seeds

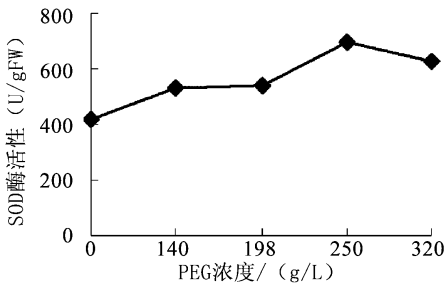


图5 不同浓度 PEG 对八棱海棠幼苗 SOD 酶活性的影响

Fig. 5 Effects of PEG on activity of SOD of *Malus robusta* seeds

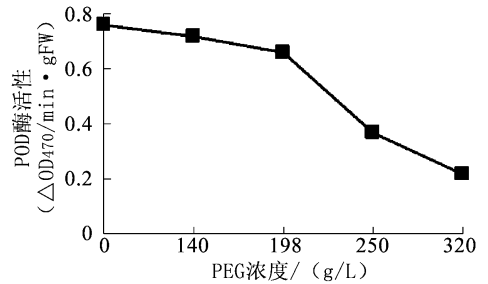


图6 不同浓度 PEG 对八棱海棠幼苗 SOD 酶活性的影响

Fig. 6 Effects of PEG on activity of POD of *Malus robusta* seeds

## 2.2 干旱胁迫对八棱海棠幼苗保护酶活性的影响

植物体内的 SOD 和 POD 等抗氧化保护酶类活性直接影响着活性氧的清除,随着保护酶类活性的增强,细胞对活性氧的清除能力加强,从而避免了活性氧在细胞内的过量积累,阻止了活性氧对细胞膜及细胞功能的进一步伤害。由图 5,6 可以看出,当 PEG 浓度 < 250 g/L 时,八棱海棠幼苗的 SOD 酶活性随着干旱胁迫强度的增大而呈上升趋势,在 PEG 浓度为 250 g/L 时 SOD 酶活性达到最大值,当 PEG 浓度 > 250 g/L 时, SOD 酶活性逐渐下降;POD 酶活性则是随着干旱胁迫的加大逐渐下降:在 PEG 浓度低于 198 g/L 时,幼苗的 POD 酶活性随着胁迫强度的增大缓慢下降;超过 198 g/L 时,POD 酶活性随着胁迫强度的增大急剧下降。可见,随着干旱胁迫的逐渐增强,八棱海棠幼苗体内产生保护酶,以清除干旱胁迫中产生的活性氧,减少其对膜的伤害,从而增强植物抵抗胁迫的能力。

## 2.3 干旱胁迫对八棱海棠幼苗 MDA 和脯氨酸含量的影响

植物器官在逆境条件下,往往发生膜脂过氧化作用,丙二醛是其产物之一,通常将其作为脂质过氧化指标,用于表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件反映的强弱<sup>[6]</sup>。从图 7 可见,当 PEG 浓度为 0 ~ 250 g/L 时,八棱海棠幼苗的丙二醛含量随着胁迫强度的增强逐渐增加;当 PEG 浓度超过 250 g/L 时,丙二醛的含量略有下降。

当植物遭受渗透胁迫,造成生理性缺水时,植物体内脯氨酸大量积累,因此植物体内脯氨酸含量在一定程度上反映了植株体内的水分状况,可作为植株缺水的参考指标<sup>[7]</sup>。从图 8 可知,当 PEG 浓度为 0 ~ 250 g/L 时,脯氨酸含量显著上升,有利于增强八棱海棠幼苗的抗旱能力。当 PEG 溶液浓度为 250 g/L 时脯

氨酸含量达到最大值,之后,随着 PEG 溶液浓度的不断变大脯氨酸的含量开始下降,这与 MDA 含量变化一致。说明随着外界环境的不断恶化,超过了酶本身的抗迫害能力,使得酶自身的活性不断的下降,当干旱胁迫达到一定程度时,酶将因此失活导致植物的死亡。

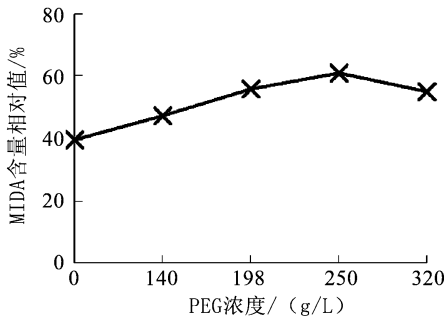


图7 不同浓度 PEG 对八棱海棠幼苗 MDA 含量的影响

Fig. 7 Effects of PEG on content of MDA of *Malus robusta* seeds

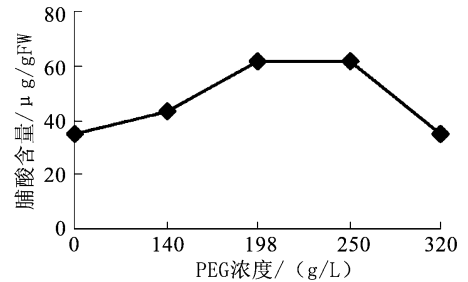


图8 不同浓度 PEG 对八棱海棠幼苗脯氨酸含量的影响

Fig. 8 Effects of PEG on content of Proline of *Malus robusta* seeds

### 3 结果与讨论

发芽率、发芽势和种子发芽指数、活力指数反映植物种子发芽速度、发芽整齐度和幼苗健壮的趋势,常作为评价种子发芽的指标<sup>[8]</sup>;在水分胁迫下,植物吸收的营养物质优先供给地下器官(胚根),促进幼苗成活和生长,以适应外界不良环境条件<sup>[9-10]</sup>。本研究中,随着干旱胁迫的逐渐增强,八棱海棠种子的相对发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数均呈现逐渐下降趋势,当浓度达到 320 g/L 时,发芽指标趋近于零。可见,八棱海棠种子能够承受一定浓度范围的 PEG 干旱胁迫,但当 PEG 浓度 > 320 g/L 时,将不萌发。

在 PEG 浓度 < 250 g/L 胁迫下,SOD 酶活性升高,POD 酶活性变化不大。SOD 酶是一种诱导酶,八棱海棠幼苗在干旱胁迫条件下,会产生并积累超氧阴离子( $O_2^{\cdot-}$ ),诱导 SOD 酶活性增加。至于 POD 酶变化平缓,可能是由于 POD 酶的启动有一个过程,需要在某种条件(如一定量的  $H_2O_2$  积累等)下才得以实现<sup>[11]</sup>。而当 PEG 浓度 > 250 g/L 时,SOD 酶、POD 酶活性均下降,可能与干旱胁迫使自由基的生成过量,对酶活性的伤害作用增大<sup>[12]</sup>,超越了防御系统的清除能力,造成  $H_2O_2$  在幼苗体内的大量积累,从而进一步加大对酶活性的伤害有关。

八棱海棠幼苗植株体内 POD 酶活性、脯氨酸含量均保持较高水平,有利于其抵抗干旱胁迫。但在 PEG 浓度为 0 ~ 250 g/L 时,MDA 的含量逐渐增大,表明膜结构逐渐遭到破坏,抗逆性逐渐下降。

### 参考文献:

- [1] GREENWAY H, MUNNS R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes[J]. *Plant Physiology*, 1980, 31:149-190.
- [2] CUARTERO J, RAFAEL F M. Tomato and salinity[J]. *Sciatica Horticulture*, 1998, 78(1-4):83-125.
- [3] ALSHAMMARY S F, QIAN Y L, WALLNER S J. Growth response of four turf grass species to salinity[J]. *Agricultural Water Management*, 2004, 66(2):97-111.
- [4] POLJAKOFF-MAYBER A. Ecological-physiological studies on the responses of higher plants to salinity and drought[J]. *Sci Rev Arid Zone Res*, 1988, 6:163-183.
- [5] 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, 2003.
- [6] 张志良, 翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社, 2003:123-124.

**参考文献:**

- [1] 王伟东, 崔宗均, 牛俊玲, 等. 一组木质纤维素分解菌复合系的筛选及培养条件对分解活性的影响[J]. 中国农业大学学报, 2004, 9(5): 7-11.
- [2] 张晓伦, 刘旭, 饶泽昌. 高效纤维素分解菌混合培养及其降解能力[J]. 南昌大学学报(理科版), 2005, 29(5): 500-502.
- [3] 牛俊玲, 崔宗均, 李国学, 等. 高效纤维素降解菌复合系的筛选构建及其对秸秆的分解特性[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(4): 795-799.
- [4] 费辉盈, 常志州, 王世梅, 等. 常温纤维素降解菌群的筛选及其特性初探[J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(3): 60-64, 69.
- [5] 吴琳, 景晓辉, 黄俊生. 产纤维素酶菌株的分离筛选及酶活性测定[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(17): 7855-7857, 7859.
- [6] 赵方圆, 范宁杰, 朱建春, 等. 纤维素高效降解菌 YN1 的筛选及其降解特性[J]. 微生物学通报, 2010, 37(4): 496-502.
- [7] 宫玉胜, 李玉成, 吴旺宝, 等. 中温(37℃)纤维素分解菌的筛选及混合培养研究[J]. 生物技术, 2010, 20(2): 50-53.
- [8] 史玉英, 沈其荣, 娄无忌, 等. 纤维素分解菌群的分离和筛选[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19(3): 59-62.
- [9] 崔宗均, 李美丹, 朴哲, 等. 一组高效稳定纤维素分解菌复合系 MC1 的筛选及功能[J]. 环境科学, 2002, 23(3): 36-39.
- [10] 董玉玲, 朱万斌, 郭鹏, 等. 一组小麦秸秆好氧分解菌系的构建及组成多样性[J]. 环境科学, 2010, 31(1): 250-254.
- [11] 牛俊玲, 高军侠, 李彦明, 等. 堆肥过程中的微生物研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(6): 185-189.

(上接第 39 页)

- [7] 利容千, 王建波. 植物逆境细胞及生理学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002.
- [8] 顾增辉, 徐本美, 郑光华. 测定种子活力方法之探讨(II)发芽的生理测定方法[J]. 种子, 1982, 1(3): 11-14.
- [9] 胡晓艳, 呼天明, 李红星. 草坪草马蹄金与结缕草种子萌发期抗旱性比较[J]. 草业科学, 2006, 23(1): 89-92.
- [10] 曾彦军, 王彦荣. 几种旱生灌木种子萌发对干旱胁迫的响应[J]. 生态学报, 2002, 13(8): 953-956.
- [11] 郑淮兵, 董丽, 郑彩霞. 低温和 PEG“渗控”预处理促进石楠种子萌发的研究[J]. 林业科学, 2005, 41(3): 54-57.
- [12] 刘志礼, 李鹏云. NaCl 胁迫对螺旋藻生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 植物学通报, 1998, 15(3): 43-47.