

# 海藻糖对渗透胁迫下油菜种子萌发 和幼苗生长的影响<sup>①</sup>

周启贵, 汤绍虎, 孙敏, 常来旺

西南大学 生命科学学院, 重庆 400715

**摘要:** 25%PEG-6000 渗透胁迫显著抑制油菜种子萌发和幼苗生长. 使种子萌发推迟, 发芽率降低 22.67%, 发芽指数降低 112.8%, 活力指数降低 10.4 倍, 单株鲜质量、地上与地下部分鲜质量、地上和地下部分长度分别降低 4.2, 4.09, 4.82, 4.19 和 1.42 倍; 25 mmol/L 海藻糖 (TH) 处理能显著促进渗透胁迫下油菜种子萌发和幼苗生长. 使种子发芽率提高 14.67%, 发芽指数提高 33.12%, 活力指数提高 175.40%, 单株鲜质量提高 101.69%, 地上、地下部分鲜质量和地上、地下部分长度分别提高 62.38%, 335.29%, 25% 和 11.11%.

**关键词:** 油菜; 种子萌发; 渗透胁迫; 海藻糖

**中图分类号:** S565.4; Q945.78

**文献标识码:** A

油菜 (*Brassica campestris* L.) 是我国重要的油料作物, 种子含油量为 30%~50%, 常年种植面积约为  $8 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>. 长期以来, 我国油菜种植面积和产量均占世界油菜种植面积和产量的 1/3 左右, 居世界首位<sup>[1]</sup>. 2000 年我国油菜总产量已逾  $1.1 \times 10^7$  t<sup>[2]</sup>. 但是, 油菜生产常因季节性干旱而减产<sup>[3]</sup>. 在北方地区, 尤其在干旱、半干旱地区, 水分往往成为限制农业生产的主要因子<sup>[4]</sup>. 近年来, 冬油菜区油菜播种季节常常遇到秋旱袭击, 严重影响油菜的发芽出苗. 因此, 研究油菜播种的抗旱保苗技术是一项十分重要的任务<sup>[5]</sup>.

干旱是世界性问题, 严重影响作物产量. 如何提高作物的抗旱性是国内外许多学者研究的重要课题之一<sup>[6]</sup>. 用适当浓度的聚乙二醇 (PEG) 处理对种子萌发和抗渗透胁迫等具有促进作用, 能提高种子发芽率和幼苗活力, 利于膜系统的修复<sup>[7]</sup>. 海藻糖 (Trehalose, TH) 是由 2 个葡萄糖分子通过  $\alpha, \alpha-1, 1$  糖苷键连接形成的非还原性糖, 最初由 Wiggers 等 1882 年从黑麦麦角菌中分离出来<sup>[8]</sup>. 20 世纪 90 年代以来海藻糖成为世界各国研究的一个热点, 因为海藻糖不仅具备低聚糖的一般特性, 而且它对生物体和生物大分子具有独特的非特异性保护作用<sup>[9]</sup>, 能提高生物体对干旱、盐渍、高、低温等逆境胁迫的抗性<sup>[10]</sup>. 本文研究了海藻糖对渗透胁迫下油菜种子萌发和幼苗生长的影响.

## 1 材料与方 法

试验材料为油菜 (*B. campestris* L.), 品种为“渝黄 1 号”(西南大学选育). 挑选颗粒饱满、大小一致的油菜种子, 用 0.1% HgCl<sub>2</sub> 消毒 10 min, 蒸馏水冲洗 4 次, 25 °C 催芽 12 h 后做如下处理: Y<sub>1</sub>: Hoagland 营养液<sup>[11]</sup>; Y<sub>2</sub>: Hoagland 营养液 + 25% (W/V) PEG-6000; Y<sub>3</sub>: Hoagland 营养液 + 25% PEG-6000 + 5 mmol/L TH; Y<sub>4</sub>: Hoagland 营养液 + 25% PEG-6000 + 25 mmol/L TH. 种子播种到白磁盘中于 (25 ± 2) °C 萌发. 磁盘底

① 收稿日期: 2006-04-03

基金项目: 重庆市自然科学基金资助项目 (CSTC, 2005BB1058).

作者简介: 周启贵 (1959-), 男, 重庆人, 工程师, 主要从事植物生理学实验教学和研究工作.

部和种子上面各放 2 层滤纸保湿, 每天更换处理液, 统计发芽数; 7 d 测定每株幼苗鲜质量、地上与地下部分鲜质量和长度. 每个处理播种 50 粒种子, 重复 3 次.

种子发芽率( $G$ )= $Ga/Gn \times 100\%$  ( $Ga$ : 发芽种子数;  $Gn$ : 供试种子数); 种子发芽指数( $GI$ )= $\sum(Gt/Dt)$  ( $Gt$ :  $t$  天发芽种子数;  $Dt$ : 发芽天数  $t$ ); 种子活力指数( $VI$ )= $S \times GI$  ( $S$ : 7d 幼苗生长势, 以单株平均鲜质量表示). 以胚根突破种皮为种子发芽的标准.

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对油菜种子萌发的影响

#### 2.1.1 不同处理的种子发芽率

发芽率( $G$ )可以反映种子萌发的速度. 不同处理在不同时间内的发芽结果表明(图 1):  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  的发芽率始终低于  $Y_1$ . 处理 1 d 后,  $Y_1$  发芽率达 44.67%, 而  $Y_2$  尚未发芽; 2 d 后,  $Y_1$  发芽率达 77.33%,  $Y_2$  开始萌发(发芽率为 23.33%). 表明 25% PEG-6000 的渗透胁迫推迟油菜种子的萌发, 最终(7 d)发芽率  $Y_2$  为 75.33%, 与  $Y_1$ (98%)相差 22.67%, 且二者间存在显著差异( $p < 0.05$ ), 这是由渗透胁迫造成的;  $Y_3$ ,  $Y_4$  的最终发芽率分别比  $Y_2$ (75.33%)高出 12%和 14.67%, 且  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  相互之间存在显著差异. 表明 5 mmol/L TH( $Y_3$ )即能显著提高渗透胁迫下油菜种子的发芽率, 25 mmol/L TH( $Y_4$ )效果更好.

#### 2.1.2 不同处理的种子发芽指数

种子发芽指数( $GI$ )可以反映种子萌发的速率和整齐度结果(图 2). 表明,  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  的发芽指数也始终低于  $Y_1$ . 处理 1 d 后,  $Y_1$  发芽指数达 22.33, 而  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  的发芽指数均为 0; 最终(7 d)发芽指数  $Y_1$ (89.89)分别比  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  提高 112.8%, 112.6%和 59.86%, 且  $Y_1$  与  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  之间都存在显著差异. 表明 25% PEG-6000 渗透胁迫显著减低油菜种子的发芽指数(112.8%);  $Y_3$ ,  $Y_4$  的最终发芽指数分别比  $Y_2$ (42.24)提高 0.08%和 33.12%, 且  $Y_4$  与  $Y_2$  之间存在显著差异. 表明 25 mmol/L TH 能显著提高渗透胁迫下油菜种子的发芽指数.

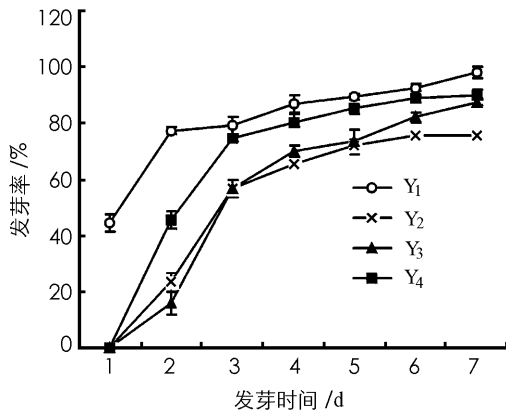


图 1 不同处理对油菜种子发芽率的影响  
Fig. 1 Effects of Different Treatments on Germinationrate of Rape Seeds

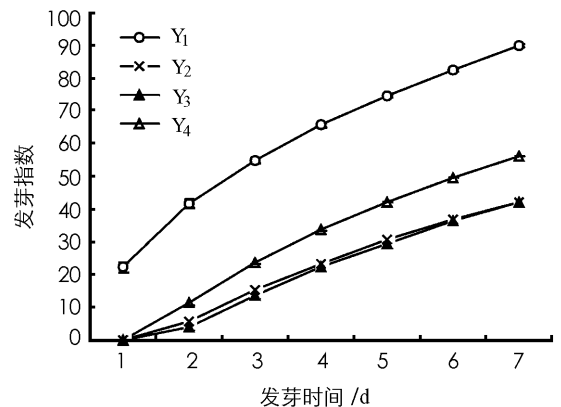


图 2 不同处理对油菜种子发芽指数的影响  
Fig. 2 Effects of Different Treatments on Germination Index of Rape Seeds

#### 2.1.3 不同处理的种子活力指数

种子活力指数( $VI$ )是综合发芽率、发芽速度和幼苗生长状况的生理指标.  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  的种子活力指数也始终低于  $Y_1$ (图 3). 最终(7 d)活力指数  $Y_1$ (5.56)比  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  分别提高 10.4 倍、7.83 倍和 3.14 倍, 且  $Y_1$  与  $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$  之间存在显著差异. 表明 25% PEG-6000 渗透胁迫显著减低油菜种子的活力指数(10.4 倍);  $Y_3$ ,  $Y_4$  的活力指数分别比  $Y_2$ (0.49)提高 29.07%和 175.4%, 且三者相互间存在显著差异, 表明 5 mmol/L TH 即能显著提高渗透胁迫下油菜种子的活力指数, 25 mmol/L TH 效果更佳.

### 2.2 不同处理对油菜幼苗生长的影响

不同处理对幼苗的单株鲜质量等生长指标的影响见表 1. 由表 1 可见,  $Y_2$  的单株鲜质量、地上与地下

部分鲜质量、地上和地下部分长度比  $Y_1$  分别降低 4.2, 4.09, 4.82, 4.19 和 1.42 倍, 且二者之间差异显著, 表明 25% PEG-6000 渗透胁迫显著抑制油菜幼苗的生长. 单株鲜质量  $Y_3$  和  $Y_4$  比  $Y_2$  分别提高 27.97% 和 101.69%, 且三者相互间差异显著;  $Y_4$  地上、地下部分鲜质量和地上部分长度比  $Y_2$  分别提高 62.38%, 335.29% 和 25%, 且二者间差异显著. 表明 25 mmol/L TH 能显著提高渗透胁迫下油菜幼苗的生长. 同时, 在 25% PEG-6000 渗透胁迫条件下 ( $Y_2$ ,  $Y_3$  和  $Y_4$ ), 地下部分长度大于地上部分长度, 而地下部分鲜质量同正常条件下 ( $Y_1$ ) 一样, 仍然小于地上部分鲜质量, 即根系变得细长. 表明渗透胁迫促使根系的伸长生长, 扩大根系吸收面积, 这是植物对于渗透胁迫等干旱逆境的适应性反应;  $Y_4$  地下部分长度比  $Y_2$  提高 11.11%, 但二者差异不显著. 说明 25 mmol/L TH 对渗透胁迫条件下油菜幼苗生长的促进作用主要表现的地上部分, 并使根系生长更加健壮.

表 1 不同处理对油菜幼苗生长的影响

Table 1 Effects of Different Treatments on Growth of Rape Seedlings

处理	单株鲜质量 /mg	地上部分鲜质 /mg	地下部分鲜质量 /mg	地上部分长度 /cm	地下部分长度 /cm
$Y_1$	61.4±0.5 d	51.4±1.4 c	9.9±1.1 c	9.00±0.30 c	7.27±0.80 b
$Y_2$	11.8±0.3 a	10.1±0.6 a	1.7±0.4 a	1.73±0.15 a	3.00±0.10 a
$Y_3$	15.1±0.3 b	11.3±0.9 a	3.7±1.2 ab	1.67±0.15 a	2.63±0.12 a
$Y_4$	23.8±0.1 c	16.4±3.7 b	7.4±3.8 bc	2.17±0.12 b	3.33±0.21 a

注: 不同处理间同一生长指标用 Duncan's 新复级差法进行分析, 差异性 ( $p < 0.05$ ) 用 a、b、c、d 标出.

综上所述, 25% PEG-6000 渗透胁迫显著抑制油菜种子萌发和幼苗生长, 25 mmol/L TH 处理能显著促进渗透胁迫下油菜种子的萌发和幼苗生长. 25% PEG-6000 渗透胁迫不仅推迟种子萌发, 而且使发芽率降低 22.67%, 发芽指数降低 112.8%, 活力指数降低 10.4 倍, 单株鲜质量、地上与地下部分鲜质量、地上和地下部分长度分别降低 4.2, 4.09, 4.82, 4.19, 1.42 倍; 在 25% PEG-6000 渗透胁迫条件下, 25 mmol/L TH 使种子发芽率提高 14.67%, 发芽指数提高 33.12%, 活力指数提高 175.4%, 单株鲜质量提高 101.69%, 地上、地下部分鲜质量和地上、地下部分长度分别提高 62.38%, 335.29%, 25% 和 11.11%.

### 3 讨 论

本试验中, 在 25% PEG-6000 渗透胁迫条件下, 含有 5 mmol/L TH 的  $Y_3$  的地上、地下部分长度反而比不含 TH 的  $Y_2$  分别低 3.4% 和 13.93%, 虽然二者间无显著差异, 但其原因有待研究.

一些研究认为, 用适当浓度的 PEG 处理作物种子对种子萌发和抗渗透胁迫等具有促进作用, 能提高种子发芽率和幼苗活力, 利于膜系统的修复<sup>[7]</sup>, 促进种子萌发<sup>[12,13]</sup>. 本试验结果表明, 用 25% PEG-6000 处理油菜种子, 则抑制种子萌发和幼苗生长, 与上述结果相悖, 但与李海云等的研究结果<sup>[14]</sup>一致. 产生差异的原因可能与种子的种类、处理方式和 PEG 浓度等因素有关<sup>[15]</sup>.

海藻糖是一种对环境变化形成的应急状态具有高抗性的物质, 也是生物体内的一种典型的应急代谢物. 离体试验表明海藻糖能保护生物膜、蛋白质的结构并能保持逆境条件下酶的活性<sup>[16]</sup>. 最近研究表明, 外源性的海藻糖同样对生物体和生物大分子具有良好的非特异性保护作用<sup>[17]</sup>. 本试验中, 25 mmol/L 海藻糖可以显著促进渗透胁迫条件下油菜种子的萌发和幼苗生长, 证明海藻糖在油菜等作物的抗旱育苗和抗旱栽培中有应用价值.

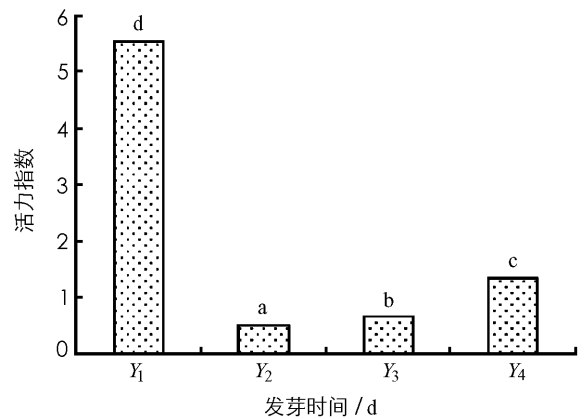


图 3 不同处理对油菜种子活力指数的影响

Fig. 3 Effects of Different Treatments on Vigor Index of Rape Seeds

## 参考文献:

- [1] 刘文冰. 浅析我国油菜生产的现状与发展 [J]. 中国种业, 2005, (1): 17.
- [2] 谭小力, 郭蒿光, 李殿荣. 油菜应用的研究进展 [J]. 中国农学通报, 2002, 18(3): 77-81, 98.
- [3] 方益华, 杨玉爱. 水硼互作对油菜的营养效应 [J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(4): 446-450.
- [4] 顾继光, 周启星. 磁处理土壤对油菜抗旱性影响及其机理研究 [J]. 应用基础与工程科学学报, 2003, 11(1): 26-31.
- [5] 周可金, 马友华, 李 国, 等. 种子抗旱剂对油菜生长发育与产量的影响 [J]. 中国农学通报, 2004, 20(3): 91-93, 111.
- [6] 杨剑平, 陈学珍, 王文平, 等. 大豆实验室 PEG-6000 模拟干旱体系的建立 [J]. 中国农学通报, 2003, 19(3): 65-68.
- [7] 钟 鹏, 朱占林, 李志刚, 等. PEG 处理对大豆幼苗活力及膜系统修复的影响 [J]. 中国农学通报, 2004, 20(3): 126-128, 164.
- [8] 李 莉, 黄群策, 秦广雍, 等. 海藻糖在提高植物抗逆性方面的研究进展 [J]. 生物学通报, 2003, 6(38): 6-7.
- [9] 张玉华, 凌沛学, 籍保平. 海藻糖的研究现状及其应用前景 [J]. 食品与药品, 2005, 7(3A): 8-13.
- [10] 张树珍. 海藻糖的研究进展及应用前景 [J]. 华南热带农业大学学报, 2000, 6(3): 22-29.
- [11] 潘瑞炽. 植物生理学 [M]. 第 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2001: 28.
- [12] 孙 渭, 李 斌, 杨健雄, 等. 聚乙二醇浸种对烟草种子萌发的影响 [J]. 种子, 2003, 22(3): 10-14.
- [13] 欧龚平, 吴国荣, 陆长梅, 等. PEG 处理对大豆幼苗活力及活性氧代谢的影响 [J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(2): 26-30.
- [14] 李海云, 赵可夫, 王秀峰. 盐对盐生植物种子萌发的抑制 [J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2002, 33(2): 170-173.
- [15] 罗 音, 王玉军, 谢胜利, 等. 等渗水分与盐分胁迫对烟草种子萌发的影响及外源甜菜碱的保护作用 [J]. 作物学报, 2005, 31(8): 1029-1034.
- [16] Oscar J M, Goddijn K D. Trehalose Metabolism in Plants [J]. Trends in Plant Science, 1999, 4(8): 315-319.
- [17] 朱 明. 海藻糖的功能及其应用 [J]. 粮食科技与经济, 2003, (5): 43-44.

## Effects of Trehalose on Seed Germination and Seedlings Growth of Rape under Osmotic Stress

ZHOU Qi-gui, TANG Shao-hu, SUN Min, CHANG Lai-wang

*School of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China*

**Abstract:** Seeds and seedlings of rape cv. Yuhuang No. 1 were treated with 25% PEG-6000 in combination with different concentrations (5 and 25 mmol/L) of trehalose (TH) and control to study the effects of external TH on rape seed germination and seedlings growth under osmotic stress. The results showed that rape seed germination and seedlings growth were significantly inhibited in osmotic stress with 25% PEG-6000. Under the osmotic stress, not only the germination was postponed, but also the germination rate, germination index and vigor index decreased by 22.67%, 112.8% and 10.4 times, respectively, and the fresh weight of seedlings, shoots and root system, the length of shoots and root system decreased by 4.2, 4.09, 4.82, 4.19 and 1.42 times, respectively. However, the treatment of 25 mmol/L TH could enhance significantly rape seed germination and seedlings growth under osmotic stress. The germination rate, germination index and vigor index increased by 14.67%, 33.12% and 175.4%, respectively, and the fresh weight of seedlings, shoots and root system and the length of shoots and root system increased by 101.69%, 62.38%, 335.29%, 25% and 11.11%, respectively.

**Key words:** rape; seed germination; osmotic stress; trehalose