

外源一氧化氮供体浸种对玉米种子萌发和幼苗生长的影响

张少颖* 任小林 程顺昌 李善菊

西北农林科技大学园艺学院, 杨凌 712100

摘要 外源一氧化氮供体硝普钠浸种可以提高玉米种子的发芽率, 浓度为10、100、1 000、2 000 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 促进幼苗地上部和根的伸长生长, 且有利于玉米侧根发生, 幼苗叶片中的硝酸还原酶的活性也提高。以100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硝普钠处理的综合效果最好。

关键词 一氧化氮; 玉米; 萌发; 生长

Effects of Seed Soaking with Exogenous Nitric Oxide on the Seed Germination and the Seedling Growth of Maize

ZHANG Shao-Ying*, REN Xiao-Lin, CHENG Shun-Chang, LI Shan-Ju

College of Horticulture, Northwest Science and Technology University of Agriculture & Forestry, Yangling 712100

Abstract Exogenous nitric oxide (sodium nitroprusside, SNP), with 10, 100, 1 000, 2 000 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ could increase the germination rate and promote growth of root and aerial part. At the same time, it also induced more roots and improved the activity of nitrate reductase (NR). The effect of 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ SNP was best.

Key words nitric oxide; maize; germination; growth

近年来, 作为一个简单的双原子小分子的一氧化氮(NO)以其独特的生理生化作用和功能引起人们的普遍关注。在动物和医学中的研究发现, NO具有神奇的二重性: 一方面, 作为活性氮自由基, 具有细胞毒性, 并能干扰鸟氨酸循环^[1]; 另一方面, 作为一种气体信使分子, 能传导神经递质^[2,3], 调节行为和增强记忆力^[4,5]。NO在植物中的相关研究起步较晚。据报道, NO对植物体同样具有双重性, 与植物细胞的生理条件和NO的浓度有关^[6,7]。本文就NO供体硝普钠浸种对玉米种子萌发和幼苗生长的影响进行了初步研究。

材料与方法

玉米(*Zea mays*)品种为“沈单10号”。NO供体硝普钠(亚硝基铁氰化钠, SNP, 分析纯), 由上海试剂公司生产。

精选饱满度一致且无病虫害的种子, 分别以去离子水(对照), 10(处理1)、100(处理2)、1 000(处理3)、2 000 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (处理4)硝普钠溶液浸种24 h催芽。催芽后, 各取50粒种子置于直径为15 cm、铺有硝普钠溶液浸润的海绵的培养皿上, 种子腹面向下, 上面再平铺3层硝普钠溶液浸润的滤纸保湿。培养皿置于24℃的暗室中发芽。发芽后再用硝普钠溶液为培养基, 在温度为24℃、光强150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、光照时间12 h·d⁻¹的培养箱中培养。以上处理均重复3次。

催芽后第2天统计发芽率, 第3天统计发根

数(根数 ≥ 3), 第4天测量苗高、根长以及各自的干重。第7天(叶伸展开), 参考苏梦云和周国璋^[8]的方法测定硝酸还原酶(NR)活性, 测定前不进行诱导处理。以上测定均重复3次。

实验结果

1 NO对玉米种子萌发和幼苗生长的影响

由表1可知, 硝普钠浸种对玉米种子的萌芽有促进作用。其中100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理的发芽率最高。第4天各处理的芽高和芽重均提高。硝普钠对根的伸长生长表现为低浓度促进而高浓度抑制。根的干重也呈相同趋势, 且100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理优于其它。根长与芽高的比值显示, 硝普钠促进芽的伸长生长大于对根的作用。根的干重与芽的干重比也显示硝普钠对玉米地上部生长的作用更明显。

2 NO对玉米侧根生成的影响

如图1所示, 催芽后第3天时, 随着硝普钠浓度升高, 玉米的根数增加, 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的根最多, 超过此浓度时即减少, 根数 ≥ 3 的苗数提高22.7%。说明NO可以促进侧根的生成。这与Pagnussat等^[9]在黄瓜上的结果是一致的。

3 NO对玉米幼苗叶片中硝酸还原酶活性的影响

如图2所示, 硝普钠浓度升高时, 玉米叶片

收稿 2003-07-09 修定 2003-12-01

资助 国家科技攻关资助项目(2001BA606A)。

* E-mail: zhangshaoyingnew@163.net, Tel: 029-87095654

表1 硝普钠处理对玉米种子萌发和幼苗生长的影响

Table 1 Effect of SNP on seed germination and seedling growth of maize

硝普钠浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	发芽率/%	芽高/cm	芽干重/ $\text{g}\cdot\text{个}^{-1}$	根长/ $\text{cm}\cdot\text{根}^{-1}$	根干重/ $\text{g}\cdot\text{根}^{-1}$	芽高/根长	根冠干重比
0	87 c C	1.583 e E	0.0533 d D	4.389 c C	0.099 d D	2.773 a A	1.8574 a A
10	91 b B	2.211 c C	0.071 c C	4.686 b B	0.1103 c C	2.119 b B	1.5535 c C
100	94 a A	2.898 a A	0.2191 a A	5.479 a A	0.3581 a A	1.891 c C	1.6344 b B
1 000	93 a AB	2.43 b B	0.0885 b B	3.83 d D	0.1193 b B	1.576 e E	1.348 d D
2 000	87 c C	2.083 d D	0.0725 c C	3.796 e E	0.0879 e E	1.822 d D	1.2124 e E

数据统计分析后用Duncan's新复极差法进行多重比较, $\alpha=0.05$ 和 $\alpha=0.01$ 。

中的NR活性上升,以后下降;各处理的NR活性均高于不用硝普钠处理的;以 $100\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的最高。

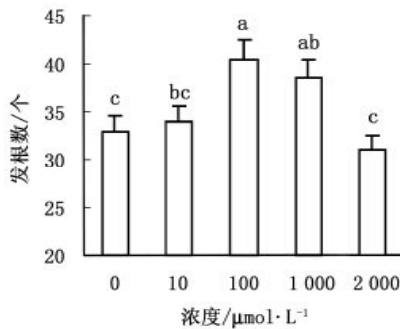
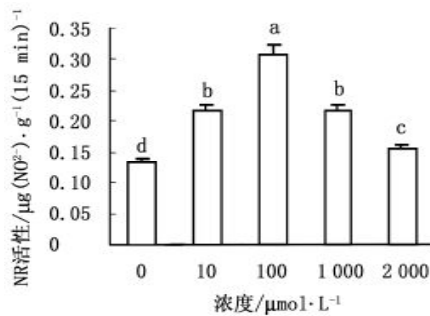
图1 硝普钠处理3 d后的玉米发根数($\alpha=0.05$)图2 硝普钠处理对玉米叶片中NR活性的影响($\alpha=0.05$)

Fig. 2 Effect of SNP on NR activity in leaves of maize seedlings

讨 论

植物体也与动物一样可通过体内一氧化氮合酶(nitric oxide synthase, NOS)^[10]和NR^[11]合成NO,在生长发育过程中起生理作用。本文结果表明,外源NO供体SNP浸种可提高种子的发芽率,促进幼苗地上部和根的生长,以及侧根发生,提高幼苗叶片中NR的活性,其对地上部伸长生长的作用比对根明显些。NO对玉米种子的萌发和幼苗生长表现为低浓度促进,高浓度抑制。这为Leshem和Haramaty^[12]认为的NO通过质外体直接作用于细胞壁组分,而这些细胞壁组分与NO作用后细胞

壁松弛,从而促进细胞扩展的NO生长理论提供了佐证。NO浓度升高,NO则作用于膜的磷脂双分子层,增强膜的流动性,促进生长。而当NO的浓度更高时,NO与超氧阴离子(O_2^-)和过氧亚硝酸盐作用导致膜渗漏,甚至NO还可能扩散进入胞质溶胶,作用于相关的酶类,产生破坏性影响。但目前人们对NO与植物生长发育的具体作用机制还不清楚。有报道认为,NO不但参与植物的生长发育,而且对植物的抗病信号转导、胁迫响应以及成熟衰老调节等^[13]生理过程均有作用。据此我们认为,NO可能是作为一种信号物质调节植物种子萌发和生长的。

参考文献

- Feldman PL, Griffith OW, Stuehr DJ. The surprising life of nitric oxide. Chem Eng News, 1993, 71:26~38
- Snyder SH. Nitric oxide: first in a new class of neurotransmitters. Science, 1992, 257:494~496
- Madison DV. Pass the nitric oxide. Proc Natl Acad Sci USA, 1993, 90:4329~4331
- Fin C, De Cunha C, Bromberg C et al. Experiments suggesting a role for nitric oxide in the hippocampus in memory processes. Neurobiol Learn Memory, 1995, 5:113~115
- Anderson KE, Wagner Y. Physiology of penile erection. Physiol Rev, 1995, 75:191~236
- Beligni MV, Lamattina L. Is nitric oxide toxic or protective? Trends Plant Sci, 1999, 4:299~300
- Beligni MV, Lamattina L. Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation, and inhibits hypocotyl elongation, three light-inducible responses in plants. Planta, 2000, 210:215~221
- 苏梦云, 周国璋. 树木硝酸还原酶活力的测定方法. 林业科技通讯, 1986, 129:954~956
- Pagnussat CG, Simontacchi M, Puntarulo S et al. Nitric oxide is required for root organogenesis. Plant Physiol, 2002 (7), 129: 954~956
- Marletta MA. Nitric oxide synthase structure and mechanism. J Biol Chem, 1993, 268:12231~12234
- 沈文飏. 硝酸还原酶也是植物体内的NO合成酶. 植物生理学通讯, 2003, 39(2):168~170
- Leshem YY, Haramaty E. The characterization and contrasting effects of the nitric oxide free radical in vegetative stress and senescence of *Pisum sativum* Linn. foliage. J Plant Physiol, 1996, 148:258~263
- He YK, Zhang FX, Liu YZ et al. Nitric oxide: a new growth regulator in plants. 植物生理与分子生物学学报, 2002, 28(5): 325~332