

# 外源 NO 对辣椒种子萌发的影响

张菊平<sup>1</sup>, 孟静静<sup>1</sup>, 张焕丽<sup>2</sup>, 王巧珍<sup>3</sup>

(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<sup>[1]</sup>、根和叶的生长发育<sup>[2]</sup>、抑制植物组织的成熟衰老、参与植物抗病防御和胁迫反应<sup>[3-5]</sup>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<sup>[6]</sup>, 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% HgCl<sub>2</sub> 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

的 SNP 分别处理 3 个辣椒品种的种子。种子直接放在铺有 2 层滤纸的发芽皿中, 每个发芽皿中注入 10 mL 的 SNP 溶液进行浸种处理。每处理 50 粒种子, 3 次重复,  $(28 \pm 1)^\circ\text{C}$  发芽, 每天定时观察、补水, 并记录种子发芽数(以露白为准)。发芽期间, 以称重法补充蒸馏水, 保持各处理浓度的相对稳定。

1.2.2 指标测定 7 d 测发芽势, 14 d 后结束发芽, 称取胚根鲜重, 量取胚根长、幼苗的鲜重、干重, 计算种子发芽率、发芽势、发芽指数(Gi)、活力指数(Vi)。不同浓度处理 14 d 后, 每个处理随机取样 30 株, 测定株高和主根长, 并且用去离子水冲洗干净, 分别测定根和整株的鲜重, 然后将材料放入烘箱中  $110^\circ\text{C}$  下杀青 5 min, 放入  $80^\circ\text{C}$  下烘至恒重, 称其干重。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 SNP 对辣椒种子发芽势、发芽率的影响

由图 1、图 2 可知, 3 个品种中, 洛椒新五号发芽率和发芽势最高, 124 牛角椒次之, 改良牛角椒最低。洛椒新五号发芽率几乎均为 100%, 发芽势随处理浓度升高先升后降, 0.3 mmol/L 时最大, 总体 SNP 处理对洛椒新五号发芽有促进作用。124 牛角椒发芽率和发芽势均随处理浓度升高表现先升后降趋势, 发芽率在 0.5 mmol/L 时最大, 在 0.3 mmol/L 时突然降低, 可能是由于误差造成的; 发芽势在 0.3 mmol/L 时最大, 总体对 124 发芽有促进作用。改良牛角椒在初期处理有促进作用, 发芽势高于对照, 而发芽率随处理浓度升高表现为先降后升, 0.3 mmol/L 时最低, 但总体变化不大, SNP 处理对其影响不大。通过分析比较可以看出, 洛椒新五号在 3 个品种中表现最好, SNP 对 3 个品种发芽率发芽势基本都在低浓度处理时促进, 高浓度时抑制。

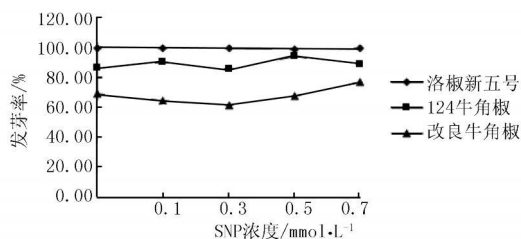


图 1 不同浓度 SNP 对辣椒发芽率的影响

### 2.2 不同浓度 SNP 对辣椒种子发芽指数(Gi)和活力指数(Vi)的影响

由图 3、图 4 可知, 3 个品种中洛椒新五号发芽指数和活力指数最高, 124 牛角椒次之, 改良牛角椒最低。洛椒新五号随 SNP 浓度的升高发芽指数和活力指数先升后降, 0.5 mmol/L 时最高, 总体对这个品种的发芽是促进的。124 牛角椒发芽指数和活力指数均低于对照, 表现为抑制作用。改良牛角椒处理与对照变化不大, SNP 对其影响不大。

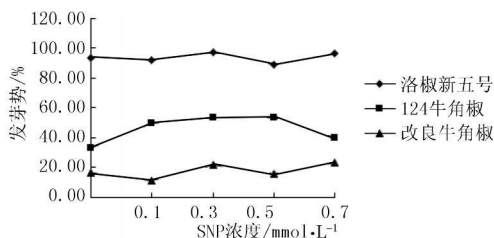


图 2 不同浓度 SNP 对辣椒发芽势的影响

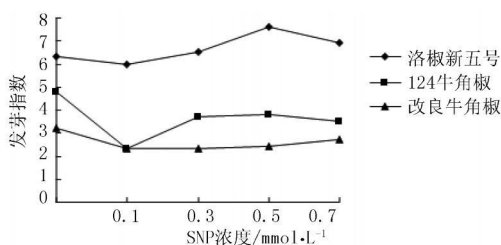


图 3 不同浓度 SNP 对辣椒发芽指数的影响

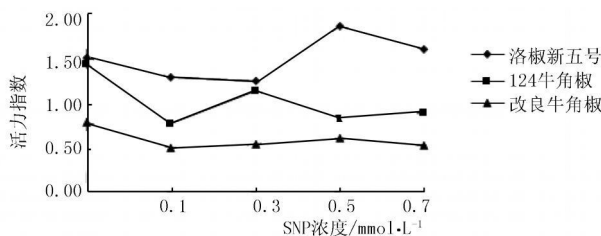


图 4 不同浓度 SNP 对辣椒活力指数的影响

### 2.3 不同浓度 SNP 对辣椒生物量的影响

由图 5、图 6 可知, 3 个辣椒品种的生物积累量 124 牛角椒最高, 洛椒新五号次之, 改良牛角椒最低。124 牛角椒随 SNP 处理浓度升高表现为先升后降, 在 0.1 mmol/L 时最高, 总体硝普钠对其生物量积累有促进作用。洛椒新五号随 SNP 处理浓度升高则表现先升后降趋势, 在 0.5 mmol/L 时最高。SNP 对改良牛角椒生物量积累有抑制作用, 且随着浓度升高抑制作用增强。

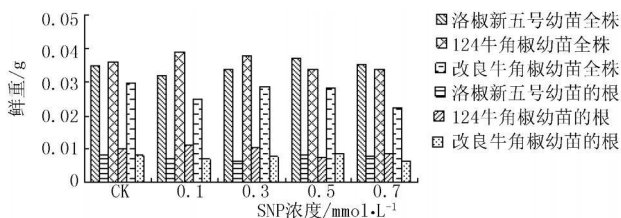


图 5 不同浓度 SNP 对辣椒鲜重的影响

### 2.4 不同浓度 SNP 对辣椒生长高度的影响

由图 7 可以看出, 3 个品种生长高度洛椒新五号最高, 124 牛角椒次之, 改良牛角椒最低, 3 个品种的地下生

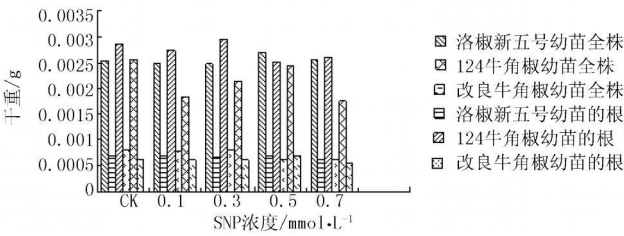


图6 不同浓度 SNP 对辣椒干重的影响

长高度均高于地上生长高度。对于洛椒新五号, SNP 处理对其整株影响不大, 对根生长高度有抑制作用, 且随浓度升高抑制作用增强; 124 牛角椒根生长高度随浓度升高先升后降, 在 0.5 mmol/L 时最大, 整株表现为抑制作用; 改良牛角椒整株和根均在低浓度时为促进作用, 高浓度时为抑制作用, 0.3 mmol/L 时最大。由此可见, 124 牛角椒生长高度最大, 不同浓度 SNP 处理对改良牛角椒生长高度的促进作用最大。

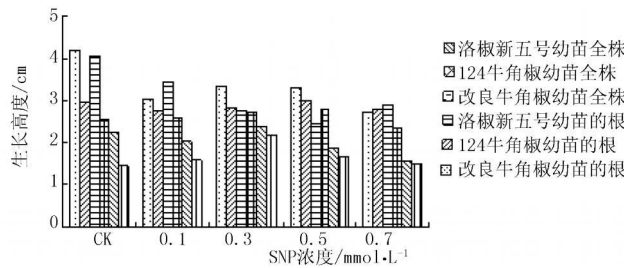


图7 不同浓度 SNP 对辣椒生长高度的影响

3 讨论与结论

已有研究证明, NO 能够促进许多植物种子的萌发, 特别是光敏感种子的萌发。外源 NO 可以打破拟南芥和大麦种子的休眠<sup>[7]</sup>。张少颖等<sup>[9]</sup>研究表明, 合适浓度的 SNP 可以提高玉米种子的发芽率, 促进幼苗地上部和根的伸长生长, 且有利于玉米侧根的形成。周永斌等认为 0.1 ~ 0.3 mmol/L 外源 NO 供体 SNP 处理豌豆、黄

瓜、玉米和刺槐种子, 可以明显促进这些植物的发芽势<sup>[8]</sup>。该试验结果表明, 在 0.3 ~ 0.5 mmol/L 时 SNP 对 3 个品种辣椒发芽率、发芽势促进作用最大, 并能促进其生物量的积累, 认为 SNP 在低浓度时可以促进种子萌发, 高浓度时有抑制作用, 这与其它研究结果相似。这为 Leshem 等<sup>[9]</sup>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<sub>2</sub><sup>-</sup>)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。但目前对 NO 与植物生长发育的具体作用机制还需进一步研究。

参考文献

[ 1 ] Beligni M V, Lamattina L. Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation and inhibits hypocotyl elongation three light-inducible responses in plants[ J ]. Planta, 2000, 210(2): 215-221.  
[ 2 ] 梁五生, 李德葆. 一氧化氮(NO)对植物的生理和病理功能[ J ]. 植物生理学通讯, 2001, 37(6): 562-569.  
[ 3 ] 张华, 沈文彪, 徐朗莱. 一氧化氮对渗透胁迫下小麦种子萌发及其活性氧代谢的影响[ J ]. 植物学报(英文版), 2003, 45(8): 901-905.  
[ 4 ] 阮海华, 沈文彪, 叶茂炳等. 一氧化氮对盐胁迫下小麦叶片氧化损伤的保护效应[ J ]. 科学通报, 2001, 46(23): 1993-1997.  
[ 5 ] 王宪叶, 沈文彪, 徐朗莱. 外源一氧化氮对渗透胁迫下小麦幼苗叶片膜脂过氧化的缓解作用[ J ]. 植物生理与分子生物学报, 2004, 30(2): 195-200.  
[ 6 ] 张少颖, 任小林, 程顺昌等. 外源一氧化氮供体浸种对玉米种子萌发和幼苗的影响[ J ]. 植物生理学通讯, 2004, 40(3): 309-310.  
[ 7 ] 刘开力, 韩航如, 徐颖洁等. 外源一氧化氮对盐胁迫下水稻根部脂质过氧化的缓解作用[ J ]. 中国水稻科学, 2005, 19(4): 333-337.  
[ 8 ] 周永斌, 殷有, 苏宝玲等. 外源一氧化氮供体对几种植物种子的萌发和幼苗生长的影响[ J ]. 植物生理学通讯, 2005, 41(3): 316-318.  
[ 9 ] Leshem Y Y, Haramaty Y E. The characterization and contrasting effects of the nitric oxide free radical in vegetative stress and senescence of *Pisum sativum* Linn. foliage[ J ]. Journal of Plant Physiology, 1996, 148(3): 258-263.

Effects of Exogenous Nitric Oxide on Seed Germination of Pepper

ZHANG Ju-ping<sup>1</sup>, MENG Jing-jing<sup>1</sup>, ZHANG Huan-li<sup>2</sup>, WANG Qiao-zhen<sup>3</sup>

(1. College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang Henan 471003; 2. Vegetable Research Center of Luoyang Agricultural Science Research Institute, Luoyang Henan 471022; 3. Civil Administration Institute of Dayugou Town, Gongyi Henan 451200)

**Abstract:** Experiment with sodium nitrate(SNP)for exogenous NO donor, the effect of NO on seed germination of pepper was studied. The results showed that SNP could promote seed germination at low concentration, while could inhibit seed germination at high concentration. Among the three pepper varieties, the effect on new NO.5 Luojiang was the largest, 124 horns pepper followed, and the last was improved horns pepper. When the concentration was 0.3 ~ 0.5 mmol/L, the effects of NO on seed germination of pepper were the largest.

**Key words:** SNP; NO; pepper; germination; seedling growth