

研究报告 Original Papers

外源 NO 对瓶插期间的月季切花中内源激素含量的影响

张少颖^{1,2,*}, 饶景萍¹¹西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100; ²山西师范大学食品工程系, 山西临汾 041004

摘要: 以硝普钠(SNP)为一氧化氮供体, 研究 NO 及其清除剂 2-苯基-4,4,5,5-四甲基咪唑啉-1-羟-3-氧(PTIO)影响月季瓶插期间的生理指标和内源激素含量的结果表明: 0.1 mmol·L⁻¹ SNP释放的NO抑制月季切花瓶插期间花瓣中内源乙烯释放速率和ABA含量的升高, 延缓IAA含量的下降, 并保持组织中相对较低的ZR和GA水平。PTIO则可促进花瓣中的乙烯、ABA、ZR和GA含量的升高和IAA含量的下降。

关键词: 月季; 一氧化氮; 内源激素

Effects of Exogenous Nitric Oxide on Endogenous Hormone Contents of Cutting Rose During Vase

ZHANG Shao-Ying^{1,2,*}, RAO Jing-Ping¹¹College of Horticulture, Northwest Sic-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shanxi 712100, China; ²Department of Food Engineering, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004, China

Abstract: Using sodium nitroprusside (SNP) as a nitric oxide (NO) doner and its scavenger 2-phenyl- 4,4,5,5-tetramethylimidazoline-1-oxyl-3-oxide (PTIO), the effects of nitric oxide treatment on physiological indexes and endogenous hormones (including ethylene, ABA, IAA, GA, ZR) of cut rose during vasing were studied. The results showed that NO released by 0.1 mmol·L⁻¹ SNP aqueous solution inhibited the increase of endogenous ethylene production rate and ABA content, delayed the reduction of IAA content, maintained relative low levels of ZR and GA in petals of cut rose during vase. However, PTIO could stimulate both the increase of the ethylene production rate, ABA, ZR, GA contents and the decrease of IAA content.

Key words: *Rosa hybrida*; nitric oxide; endogenous hormones

一氧化氮(nitric oxide, NO)是一种结构简单的气态双原子小分子。它在种子萌发、去黄化、根的生长、叶的伸展、花的形成以及果实成熟和衰老中均起作用(Beligni 和 Lamattina 2001)。同时, NO 与传统的植物激素之间存在互作关系(Neill 等 2003)。在衰老的豌豆中 NO 促进乙烯的产生(Leshem 和 Haramaty 1996)。成熟的果实中内源 NO 的浓度比未成熟果实中的低(Leshem 和 Wills 1998)。细胞分裂素促进 NO 的产生, 对此人们已有共识(Neill 等 2003)。迄今, 有关 NO 与植物激素关系的研究还刚刚开始, 而对 NO 与切花衰老过程中植物内源激素之间关系的研究还未见报道。因此, 本文以月季品种‘Kardinal’为试材, 研究其在瓶插期间和以外源 NO 处理后的内源激素含量变化, 供月季切花采后保鲜技术参考。

材料与方 法

切花月季(*Rose hybrida* Hort.)品种‘Kardinal’花材来自西北农林科技大学花卉基地。按商业采收标准, 即开花级数为2级时采收。切花进行以下处理: (1) SNP处理: 切花用0.1 mmol·L⁻¹的SNP溶液瓶插3 h; (2) SNP+PTIO处理: 切花在0.1 mmol·L⁻¹的SNP溶液瓶插3 h后, 再于0.05 mmol·L⁻¹的NO清除剂2-苯基-4,4,5,5-四甲基咪唑啉-1-羟-3-氧(PTIO)溶液中瓶插3 h; (3)对照: 在蒸馏水中瓶插3 h。瓶插期间, 定期取样。重复3次, 每个重复30枝花。NO供体硝普钠(sodium nitroprusside, SNP)

收稿 2009-02-17 修定 2009-05-25

资助 陕西省科技攻关项目(2005K01-G12-01)。

* 通讯作者(E-mail: zsynew@163.com; Tel: 0357-2092489)。

和 PTIO 由 Sigma 公司生产。

瓶插寿命是从瓶插之日起到花瓣出现萎蔫、弯颈或蓝变前 1 d 的瓶插时间, 取 10 枝花的平均值; 萎蔫率为每 50 枝花中萎蔫枝数; 鲜重增加率(%) = (花枝鲜重 - 初始鲜重) / 初始鲜重 × 100%; 呼吸速率用 HEL-7001 型红外二氧化碳测定仪测定; 乙烯释放速率用美国热电 GL-94PTF 气相色谱仪测定, FID 检测器, 柱温为 70 °C, 检测室温度为 150 °C, 外标法测定; 内源生长素(auxins, IAA)、脱落酸(abscisic acid, ABA)、赤霉素(gibberellins, GA)、玉米素(zeatin, ZR)的测定用酶联吸附免疫分析(ELISA)法(李宗霆和周燮 1996), 用南京农业大学植物生长调控重点实验室研制的试剂盒。

测定值为 3 次重复的平均值, 数据统计分析采用 DPS 数据处理系统进行 Duncan's 多重比较检验。

结果与讨论

1 外源 NO 对月季萎蔫率、瓶插寿命和鲜重增加率的影响

由表 1 可知, 经处理的月季萎蔫率显著低于不作 SNP 处理和 SNP+PTIO 处理的, 不作 SNP 处理的与 SNP+PTIO 处理差异不显著。SNP 和 SNP+PTIO 处理的月季瓶插寿命分别比不作 SNP 处理的增加 1.0 和 0.7 d, 差异达显著水平, 但 SNP 和 SNP+PTIO 处理的差异不显著。在月季瓶插期间, 不作处理与处理的花枝鲜重增加率均呈现先上升后下降的变化趋势, 但鲜重增加出现的时间不同, 不作 SNP 处理和 SNP+PTIO 处理的都在瓶插第 4~5 天出现, SNP 处理在第 5~6 天(图 1)。在整个瓶插期间, SNP 处理的花枝鲜重增加率均显著大于其他两种处理($P < 0.05$), 且其下降速度也较后两者慢(图 1)。据此认为, 外源 NO 可延缓月季 'Kardinal' 切花的衰老, 延长货架期。

表 1 外源 NO 和 PTIO 对月季萎蔫率和瓶插寿命的影响

Table 1 Effects of exogenous NO and PTIO on wilt rate and vase life of cut rose

处理	萎蔫率/%	瓶插寿命/d
对照	33.67 ^a	6.0±0.0 ^b
SNP	25.67 ^b	7.0±0.5 ^a
SNP+PTIO	34.67 ^a	6.7±0.3 ^a

数据后的不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

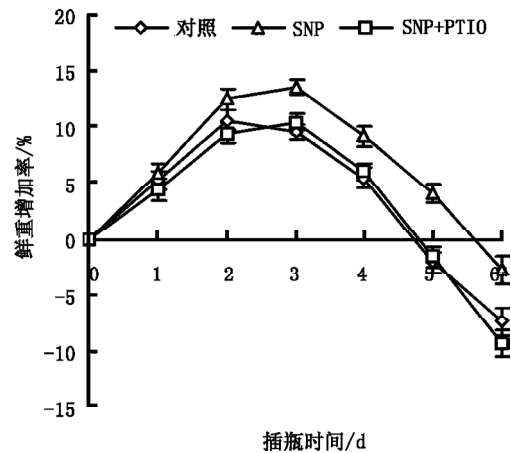


图 1 外源 NO 和 PTIO 对月季瓶插期间鲜重增加率的影响

Fig. 1 Effects of exogenous NO and PTIO on fresh mass increase of cut rose during vase

2 外源 NO 对月季呼吸速率和乙烯释放速率的影响

呼吸速率和乙烯释放量均是反映园艺产品采后成熟衰老的指标。由图 2 可知, 切花月季 'Kardinal' 近似为呼吸跃变型切花。SNP 处理与不作处理的分别在瓶插第 5 天和第 4 天出现呼吸高峰, SNP 处理比不作处理的跃变高峰推迟 1 d, 且峰值较不作处理的低 15.10%。除第 6 天外, SNP+PTIO 处理的呼吸速率均显著高于 SNP 处理($P < 0.05$), 但二者呼吸高峰的出现时间一致。相对于呼吸跃变峰而言, 乙烯跃变高峰出现更早, 不作处理和 SNP 处理的分别出现在瓶插第 3 天和第 4 天, 为 41.795 和 23.429 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, SNP 处理比不作处理的低 43.94%; SNP+PTIO 处理的乙烯释放速率增大, 峰值升高, 跃变峰比 SNP 处理提前 1 d, 由此推测, NO 可能参与月季衰老过程中内源乙烯的生物合成。

3 外源 NO 对月季花瓣中 IAA、ABA、GA 和 ZR 含量的影响

IAA 是生长类激素, 对果实的后熟衰老有抑制作用。图 3-a 显示, (1) 在整个瓶插期间月季 'Kardinal' 切花花瓣中 IAA 含量总体上呈现下降趋势, 瓶插第 2 天 IAA 含量迅速下降, 而在瓶插第 4 天又升高, 而后下降。其中, 在整个瓶插期间(除第 1 天外), SNP 处理的 IAA 含量均显著高于不作处理及 SNP+PTIO 处理的($P < 0.05$); SNP+PTIO 处理与不作处理的 IAA 含量差异不显著。因此认为, 外源 NO 可以抑制花瓣中内源 IAA 含量的下降, 从而

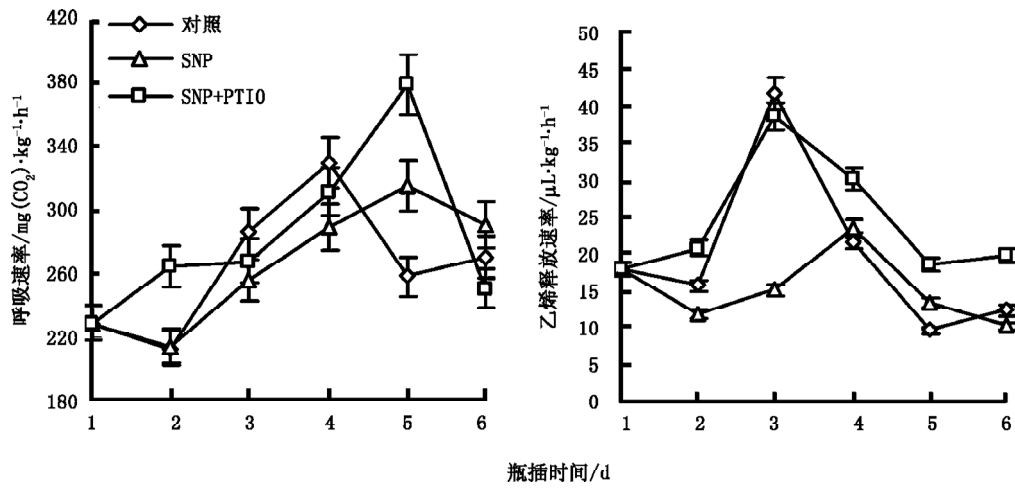


图2 外源NO和PTIO对月季瓶插期间呼吸速率和乙烯释放速率的影响

Fig.2 Effects of exogenous NO and PTIO on respiration rate and ethylene production rate in petals of cut rose during vase

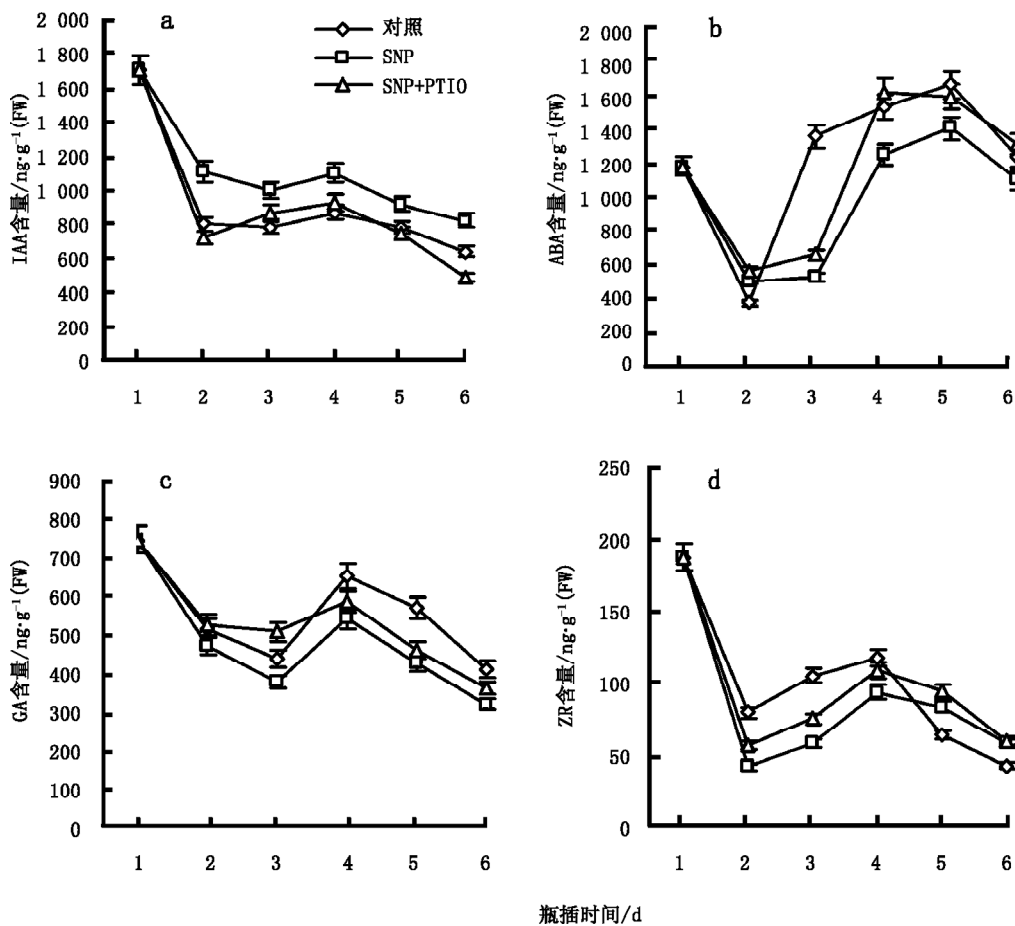


图3 外源NO和PTIO对月季瓶插期间花瓣中IAA、ABA、GA和ZR含量的影响

Fig.3 Effects of exogenous NO and PTIO on IAA, ABA, GA and ZR contents in petals of cut rose during vase

有利于延缓月季切花的衰老, 延长其瓶插寿命; 而加清除剂则抑制这一效应。

(2)月季‘Kardinal’切花瓶插期间花瓣中ABA含量呈现先下降, 后迅速升高, 又再下降的变化趋

势。在瓶插第3~5天,花瓣中的ABA含量均显著增大,为第1天的1.5倍左右。与不作处理相比,SNP处理的ABA含量上升的时间推后1d,且自第3天起,SNP处理的ABA含量均显著低于不作处理的($P<0.05$)。SNP+PTIO处理的ABA含量在瓶插期间均高于SNP处理,而与不作处理的差异不显著(图3-b)。据此可以推测,外源NO可以延缓ABA含量的上升,从而起延缓月季切花衰老进程的作用。

(3)在月季‘Kardinal’切花瓶插期间,花瓣中内源GA的含量表现为先下降,后升高,再下降的变化趋势(图3-c)。而SNP处理的GA含量从第2天起低于不作处理的,且自第3天后其差异达显著水平($P<0.05$)。在整个瓶插期间,SNP+PTIO处理的GA含量均高于SNP单独处理的,与不作处理的相比,SNP+PTIO处理的GA含量在第4天后显著低于不作处理的,而此前二者之间的差异并不明显。

(4)在整个瓶插期间,花瓣中ZR的含量表现为下降-上升-下降的变化趋势,其中瓶插第2天的ZR含量大约只相当于瓶插第1天的1/3~1/4,而到瓶插后期ZR含量的高峰时也仅为第1天的1/2左右(图3-d)。与不作处理的相比,SNP及SNP+PTIO处理的ZR含量在第2天后的变化相对平缓,其中SNP处理的ZR含量在第2~5日均低于SNP+PTIO处理。因此,月季的ZR含量相对较低,外源NO可

以部分抑制瓶插期间ZR的升高,所以花瓣中的ZR含量保持较低水平,而加入其清除剂,ZR含量则升高。

总之,月季‘Kardinal’切花的衰老受多种激素共同制约,其中乙烯和ABA含量的升高起主导作用,两者均加速切花的衰老,而在瓶插前期IAA和ZR含量的大幅度下降也对月季切花衰老起作用,GA含量在此期间变化的幅度相对较小,对前二者起协调作用。外源NO可抑制内源乙烯和ABA含量的升高,延缓IAA含量的下降,因而组织中内源ZR和GA含量相对较低,从而可延缓月季切花的衰老。其中机制尚需进一步研究。

参考文献

- 李宗霆,周燮(1996). 植物激素及其免疫检测技术. 南京: 江苏科学技术出版社, 6~66
- Beligni MV, Lamattina L (2001). Nitric oxide in plants: the history is just beginning. *Plant Cell Environ*, 24: 267~278
- Leshem YY, Haramaty E (1996). The characterization and contrasting effects of the nitric oxide free radical in vegetative stress and senescence of *Pisum sativum* Linn foliage. *J Plant Physiol*, 148: 258~263
- Leshem YY, Wills RBH (1998). Harnessing senescence delaying gases nitric oxide and nitrous oxide: a novel approach to postharvest control of fresh horticultural produce. *Biolog Plantarum*, 41 (1): 1~10
- Neill SJ, Desikan R, Hancock JT (2003). Nitric oxide signaling in plants. *New Phytol*, 159: 11~35