

# 纳米银杀菌剂对香石竹切花衰老的生理效应

程桂平, 黎婉萍, 李芳, 黄新敏, 何生根

(仲恺农业工程学院 生命科学学院, 广东 广州 510225)

**摘要:**以香石竹切花为试材,研究了纳米银(Nano-silver, NS)处理对香石竹切花瓶插寿命和部分生理特性的影响。结果表明: NS处理可显著延长香石竹切花的瓶插寿命,有效减缓花枝相对鲜重和花瓣可溶性蛋白质含量的下降;同时, NS处理还能提高瓶插期内香石竹切花花瓣中SOD和CAT的活性,延缓花瓣相对电导率的上升。

**关键词:** 香石竹; 切花; 纳米银; 生理效应

**中图分类号:** S 682 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2012)23-0159-03

纳米银(Nano-silver, NS)是一种粒径达纳米级的特殊形态银单质,具有较强的广谱抗菌活性<sup>[1]</sup>。作为一种新型、安全的杀菌剂,近年来 NS在切花采后保鲜领域的应用研究受到越来越多的重视。该课题组<sup>[2-7]</sup>研究发现,适宜浓度的 NS处理可显著延长非洲菊(*Gerbera jamesonii* Bolus cv. Ruikou)、月季(*Rosa hybrida* cv. Movie Star)、百合(*Lilium longiflorum* cv. White Heaven)等切花的瓶插寿命,并证实其具有显著杀菌作用和拮抗乙烯的作用。另外, Basiri 等<sup>[8]</sup>研究表明, NS+6%蔗糖

瓶插处理可显著延长香石竹(*Dianthus caryophyllus* ‘White liberty’)切花的瓶插寿命,并改善花朵品质。现以香石竹(*Dianthus caryophyllus* cv. Master)切花为试材,研究 NS处理对香石竹切花衰老的生理效应,以期以纳米银在香石竹切花及其它切花采后保鲜中的应用提供更多的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

香石竹(*Dianthus caryophyllus* cv. Master)购于广州岭南花卉市场。选取花蕾初开、大小基本一致,健壮,无病虫害的花枝,于去离子水中平切至花茎 25 cm,仅留顶端 2 片小叶。NS 溶液购自上海沪正纳米科技有限公司<sup>[7]</sup>。

### 1.2 试验方法

在多次预试验的基础上确定 NS 处理组: 70 mg/L NS 脉冲 24 h 后,再将切花单支瓶插于盛有 7.5 mg/L NS 溶液的玻璃瓶中;对照组: 去离子水脉冲 24 h 后,再

**第一作者简介:**程桂平(1979-),女,博士,副教授,研究方向为园艺产品采后生物学。

**责任作者:**何生根(1965-),男,湖南永兴人,博士,教授,研究方向为观赏植物采后生物学。E-mail: howtoroot@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31000926);广东省自然科学基金资助项目(S2011040000402);广东高校优秀青年创新人才培育资助项目(LYM10090)。

**收稿日期:** 2012-08-27

## Study on the Processing Technology of Compound Juice of *Smllantus sonchi folium* and *Citrus paradisi* cv

YAO Xin, TU Yong

(Department of Light Chemical Engineering, Xichang College, Xichang Sichuan 615013)

**Abstract:** Taking *Smllantus sonchi folium* and *Citrus paradisi* cv as test materials, the processing technology of compound juice of *Smllantus sonchi folium* and *Citrus paradisi* cv were studied. The results indicated that the optimum processing conditions were 10 : 4 ratio of yacon juice and shaddock juice, 50% of the mixture of yacon and shaddock juice, 0.05% of citric acid, 12% of sugar, 4% of honey respectively. The best stabilize was the mixture of 1% xanthan gum and 1% CMC-Na. Under the optimal conditions, the achieved compound juice had smooth taste, full yacon and shaddock flavor and better form.

**Key words:** *Smllantus sonchi folium*; *Citrus paradisi* cv; compound juice

将切花单支瓶插于装有去离子水的玻璃瓶中。瓶插条件参照文献[7]。各组共 50 支切花,其中 10 枝用于瓶插寿命的评价和相对鲜重变化率的测定,其余 40 枝用于有关生理指标测定。分别于第 0、4、8、12 天随机取对照组和 NS 处理组的切花各 10 枝的花瓣,充分混匀后,部分用于当天相对电导率的测定,剩余花瓣置 -20℃ 冰箱中备用。统计香石竹切花从瓶插当日起(计为第 0 天)至出现僵花、花瓣变色、萎蔫、脱落或茎折断的天数。

### 1.3 项目测定

相对鲜重变化率以称重法测定<sup>[3]</sup>;可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝法<sup>[9]</sup>;相对电导率测定参照郝建军等<sup>[10]</sup>的方法;SOD、CAT 和 POD 活性测定参照郝再彬等<sup>[11]</sup>的方法,其中,SOD 采用氮蓝四唑法,CAT 采用紫外吸收法,POD 采用愈创木酚法。

### 1.4 数据分析

以上测定的各指标均用平均值±SE 表示,其中瓶插寿命的数据用 Duncan's 新复极差法( $P<0.05$ )进行显著性检验,所有数据均采用 DPS 9.50 数据处理系统进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 NS 处理对香石竹切花瓶插寿命的影响

由表 1 可知,NS 处理可显著延长香石竹切花的瓶插寿命,较对照延长 42.26%。

表 1 NS 处理对香石竹切花瓶插寿命的影响

Table 1 Effect of NS treatment on the vase life of cut carnation flowers

处理 Treatments	瓶插寿命 Vase life/d
CK	9.7±1.4 a
NS	16.8±1.4 b

注:每个处理 10 次重复,不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平不同处理间存在显著差异。

Note: Ten replicates for each treatment. Different small letters mean significant difference among the treatments ( $P<0.05$ ).

### 2.2 NS 处理对香石竹切花相对鲜重变化率、花瓣相对电导率和可溶性蛋白质含量的影响

由图 1A 可知,NS 处理后的香石竹切花的相对鲜重变化率呈前期增加,后期降低的趋势,于瓶插第 4 天降至初始鲜重以下,较对照花枝推迟 3 d,且处理过的切花相对鲜重变化率一直高于对照。表明 NS 处理可有效延缓香石竹切花鲜重的下降。在整个瓶插期间,经 NS 处理后的香石竹切花花瓣的相对电导率均低于对照(图 1B),表明 NS 处理后的切花细胞膜透性较对照组低。经 NS 处理和对照香石竹切花花瓣中可溶性蛋白质含量的变化均呈先增加后降低趋势,但除瓶插 0 d 外,NS 处理后的切花可溶性蛋白质含量高于对照(图 1C),表明 NS 处理的切花对可溶性蛋白质含量的维持效果较好。

### 2.3 NS 处理对香石竹切花 SOD、CAT 和 POD 活性的影响

由图 2 可知,在瓶插期内,经 NS 处理后的和未经处

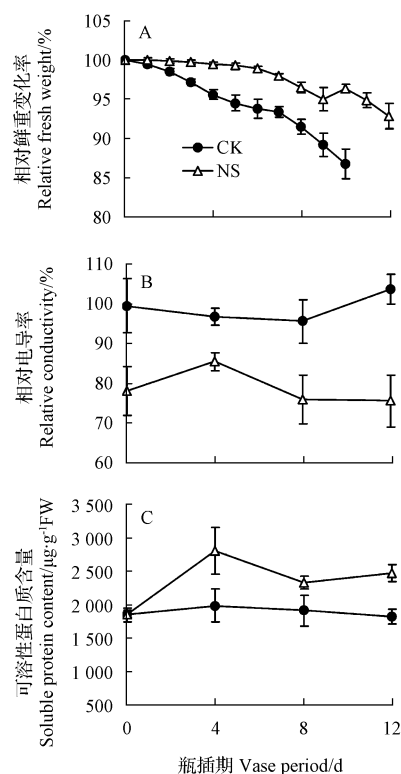


图 1 NS 处理对香石竹切花相对鲜重变化率、花瓣相对电导率和可溶性蛋白质的影响

Fig. 1 Effects of NS treatment on relative fresh weight of cut carnation flowers, the relative conductivity of petals and their soluble protein content

理的香石竹切花花瓣中 SOD、CAT 和 POD 活性的变化趋势基本一致。SOD 和 CAT 的活性呈先升高后降低趋势,而 POD 活性则一直升高。经 NS 处理后的切花,其 SOD 活性在瓶插后期较对照切花高(图 2A),CAT 活性在整个瓶插期一直高于对照(图 2B)。在瓶插第 4 天后,经 NS 处理的切花 POD 的活性则稍低于对照(图 2C),但二者间差异不显著。

## 3 讨论与结论

Liu 等<sup>[3]</sup>和 Lv 等<sup>[4-5]</sup>研究发现,NS 处理可有效抑制非洲菊和月季切花瓶插液和茎末端细菌的繁衍,减轻茎末端堵塞,改善切花水分关系,延长切花瓶插寿命并改善其观赏品质。该试验中,经 NS 处理的香石竹切花较对照的瓶插寿命延长 7.1 d(表 1),且能延缓花枝相对鲜重的降低(图 1A),其结果与前人<sup>[8]</sup>研究结果一致。

蛋白质降解是各种植物组织器官衰老过程中普遍存在的现象,切花花瓣中可溶性蛋白质含量的减少是反应切花衰老的一个重要体现<sup>[12]</sup>。该试验中,NS 处理的切花花瓣中可溶性蛋白质含量除第 0 天外,在整个瓶插期均高于对照(图 1C),表明 NS 处理可有效抑制香石竹切花花瓣中可溶性蛋白质的降解,延缓切花衰老的进程。

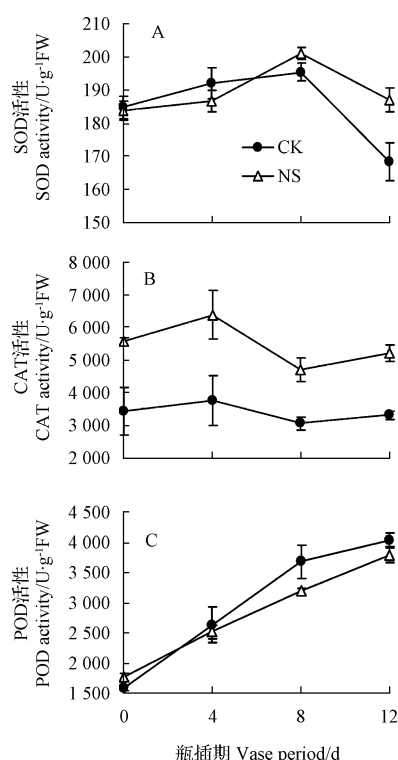


图2 NS处理对香石竹切花花瓣SOD、CAT和POD活性的影响

Fig. 2 Effects of NS treatment on the activities of SOD, CAT and POD in petals of cut carnation flowers

膜透性的增大以及膜结合酶结构及活性的改变,导致植物生理代谢的变化和功能的紊乱<sup>[13]</sup>。相对电导率是反应膜透性变化的生理指标,其值越高说明细胞膜的损伤程度越重<sup>[13]</sup>。该试验发现,NS处理的香石竹切花花瓣的相对电导率明显低于对照(图1B),表明NS处理可有效地维持切花细胞膜的完整性,从而延缓花瓣细胞的衰老。作为内源活性氧清除剂的保护酶SOD、POD和CAT可在一定程度上清除体内过剩的活性氧,维持活性氧代谢平衡,保护膜结构<sup>[14]</sup>。该试验发现,NS处理的香石竹切花花瓣中CAT活性在整个瓶插期均明显高于对照(图2B),在瓶

插后期SOD活性高于对照(图2A),显示NS处理可维持香石竹切花体内较高的CAT和SOD活性,从而有利于降低膜脂过氧化作用,减轻细胞膜的伤害程度。

综上所述,NS处理对香石竹切花具有显著的延缓保鲜作用,其生理生化基础主要在于可有效地延缓花枝鲜重的下降、延迟花瓣中可溶性蛋白质含量的降低和维持花瓣细胞活性氧代谢平衡及其膜完整性等。

### 参考文献

- [1] 曲锋,许恒毅,熊勇华,等.纳米银杀菌机理的研究进展[J].食品科学,2010,31(17):420-424.
- [2] 贺苏丹,肖德兴,刘季平,等.非洲菊切花茎堵塞的解剖结构观察[J].园艺学报,2009,36(7):1077-1082.
- [3] Liu J, He S, Zhang Z, et al. Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers[J]. Postharvest Biol Technol, 2009,54(1):37-40.
- [4] Lv P, Cao J, He S, et al. Nano-silver pulse treatments improve water relations of cut rose cv. Movie Star flowers[J]. Postharvest Biol Technol, 2010,57(3):196-202.
- [5] Lv P, He S, Li H, et al. Effects of nano-silver treatment on vase life of cut rose cv. Movie Star flowers[J]. J Food Agri Environ, 2010b, 8(2): 1118-1122.
- [6] 黄新敏,林启灵,洗锡金,等.纳米银对瓶插月季切花乙烯作用的拮抗效应[J].园艺学报,2012,39(4):735-742.
- [7] 李红梅,林燕飞,刘昌镇,等.纳米银预处理对麝香百合切花的保鲜效应研究[J].北方园艺,2012(8):166-169.
- [8] Basiri Y, Zarei H, Mashayekhi K. Effects of nano-silver treatment on vase life of cut carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. 'White Liberty')[J]. J Adv Lab Res Biol, 2011(2):49-55.
- [9] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1990:154-155.
- [10] 郝建军,康宗利,于洋.植物生理学实验技术[M].北京:化学工业出版社,2007:169-172,175-176.
- [11] 郝再彬,苍晶,徐仲.植物生理实验[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004:110-116.
- [12] 崔岩,赵美霞,赵敏.环保型保鲜剂对香石竹切花生理特性的影响[J].贵州农业科学,2009,37(8):51-53.
- [13] 李烨,谢立波,陈永琴,等.外源氯化钙和脱落酸处理对茄子低温胁迫相关指标的影响[J].北方园艺,2012(7):22-25.
- [14] 何学利.植物体内的保护酶系统[J].现代农业科技,2010(10):37-38.

## Physiological Effects of Nano-silver Treatment on Senescence of Cut Carnation Flowers

CHENG Gui-ping, LI Wan-ping, LI Fang, HUANG Xin-min, HE Sheng-gen

(College of Life Sciences, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225)

**Abstract:** Taking cut carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. Master) flowers as test materials, physiological effects of nano-silver (NS) treatment on senescence of cut carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. Master) flowers were investigated. The results showed that the NS treatment could significantly prolong the vase life of cut carnation flowers, and effectively delay the decrease in their relative fresh weight and the degradation rate of soluble protein in petals. In addition, it was found that NS treatment could obviously increase the activities of CAT and SOD in petals and decrease their relative conductivity during the vase period.

**Key words:** *Dianthus caryophyllus* cv. Master (carnation); cut flowers; nano-silver; physiological effects