

# 植酸对月季切花瓶插寿命的影响

景红娟\*, 周广舟, 李欢庆, 李桂玲

(河南工业大学生物工程学院, 郑州 450001)

**摘要:** 用 0.13% 和 0.013% 植酸对月季切花进行处理, 探讨了植酸对月季切花瓶插寿命及衰老过程中一些生理生化指标的影响。结果表明, 0.13% 和 0.013% 植酸处理的切花, 瓶插寿命分别延长了 2.3 d 和 1.4 d。植酸处理抑制了  $O_2^-$  含量的增加和 POD 活性的提高, 从而减轻了  $O_2^-$  对植物细胞的伤害即抑制丙二醛含量增加, 同时抑制了可溶性糖含量的降低, 改善了切花吸水状况, 并最终延长瓶插寿命。其中, 0.13% 植酸处理的效果较好。因此, 植酸能够有效延长月季切花的瓶插寿命, 可应用于月季切花的瓶插保鲜。

**关键词:** 植酸; 月季; 瓶插寿命; 切花; 氧自由基

**中图分类号:** S685.1293

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3395(2011)06-0524-05

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.06.006

## Effect of Phytic Acid on Vase Life of Cut Rose Flowers

JING Hong-juan\*, ZHOU Guang-zhou, LI Huan-qing, LI Gui-ling

(College of Bioengineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** The influence of phytic acid (PA) on vase life and some physiological and biochemical indexes of rose cut flowers was studied. The results showed that the vase life of cut rose flowers prolonged 2.3 days and 1.4 days treated with 0.13% and 0.013% PA, respectively. After rose cut flowers were treated with PA, peroxidase (POD) activity increased and the contents of  $O_2^-$  and malonaldehyde (MDA) decreased. The increment of soluble sucrose content improved water absorbing ability of cut flowers treated with PA, so that the vase life prolonged. The effect of 0.13% PA was better than that of 0.013% PA. Therefore, PA could prolong the vase life of cut rose flowers, and it would be widely used in fresh-keeping of rose cut flowers.

**Key words:** Phytic acid; Rose; Vase life; Cut flower; Reactive oxygen species

植酸(又称肌醇六磷酸,  $IP_6$ )广泛存在于谷物、干果、豆类和油料种子等, 含量高达 1%~5%<sup>[1]</sup>。植酸一直被认为是一种抗营养因子, 因为植酸含磷, 而且还能与一些金属元素如 Ca、Fe、Cu、Zn 结合, 从而导致上述离子生物利用率减低<sup>[2]</sup>。然而, 近年来的研究表明植酸具有抗氧化<sup>[1]</sup>、抗肿瘤<sup>[3]</sup>和降低血糖<sup>[4]</sup>和血脂的作用。由于植酸可以螯合 Fe, 因此植酸可以阻断 Fe 元素参与的活性氧(reactive oxygen species, ROS)的生成<sup>[5]</sup>和体外生物膜脂质过氧化过程<sup>[1,6]</sup>。

ROS 是植物有氧代谢的副产物, 而且随着植物的不断衰老, 植物体内的氧化损伤会越来越严重。许多研究表明, 多种 ROS, 如  $H_2O_2$ 、 $O_2^-$  和  $\cdot OH$  能破坏周围的 DNA、蛋白质和脂类等生物结构<sup>[7-9]</sup>。为了防止 ROS 造成的伤害, 植物体内存在抗氧化的酶类系统。因此, 抗氧化酶活性对植物体内 ROS 的含量起关键作用。

月季(*Rosa hybrida* Hort.)花型优美, 高贵典雅, 是我国十大名花之一, 月季切花深受消费者的喜爱, 成为世界“四大切花”之首。但是, 月季切花易

收稿日期: 2011-01-10

接受日期: 2011-03-24

基金项目: 河南工业大学引进人才专项基金(2009BS006)资助

作者简介: 景红娟(1979~), 女, 讲师, 主要从事植物生理学方面的教学及科研工作

\* 通讯作者 Corresponding author, email: hjjing@haut.edu.cn

于衰老,瓶插寿命较短,易发生花头下垂,花瓣变蓝和枯萎等现象。关于月季切花保鲜的研究一直较为活跃,目前应用较多的仍是含硝酸银和硫代硫酸银的化学保鲜液<sup>[10]</sup>。由于  $\text{Ag}^+$  对环境有污染,因而限制了其广泛应用。关于植酸对切花保鲜的研究还鲜见报道。为此,本文就植酸对月季切花的保鲜效果及 ROS 生成的影响进行研究,以期对植酸在月季切花及其他切花保鲜上的应用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

供试月季(*Rosa hybrida* Hort.)品种为‘莎莎90#’,购自河南省郑州市陈砦花卉市场。选择含苞待放、花枝大小基本一致的健壮花枝作为试材。于水中将月季茎端斜切,以增大花茎的吸水面积,剪切过程中尽量避免切花组织的损伤,花朵下部保留2片复叶。剪切后的花枝长约30 cm,尽量使切花长度基本一致。将切花插入盛有250 mL保鲜剂的500 mL三角瓶中,每瓶3枝,共45瓶,放置于室温、无阳光直射的实验室内待用。

### 1.2 试验设计

试验设置0.13%植酸(pH=2.26)和0.013%植酸(pH=3.20)两种处理,以蒸馏水为对照。各处理均设15个重复即15瓶,每瓶3支切花。试验环境温度为25℃~30℃,相对湿度为70%~80%,光照强度为2.7~8.2  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。实验重复3次。

### 1.3 生理指标的测定

瓶插寿命的确定采用高勇和吴绍锦的方法<sup>[11]</sup>进行形态品质观察,以瓶插之日起至花朵出现萎

蔫、弯茎或蓝变,失去观赏价值的天数表示。水分平衡值和花枝鲜重变化率采用称量法,采用罗红艺的方法<sup>[12]</sup>计算。过氧化物酶(POD)活性用愈创木酚法<sup>[13]</sup>测定,取从外到内的第2~3层花瓣1 g,以1 min内  $A_{470}$ 变化0.01为1个酶活性单位(U); $\text{O}_2^-$ 含量采用羟胺氧化法<sup>[14]</sup>;MDA含量采用硫代巴比妥酸法<sup>[15]</sup>;游离脯氨酸的测定采用茚三酮法<sup>[16]</sup>;可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法<sup>[17]</sup>。

### 1.4 统计分析

用OriginPro 7.5 SR1(OriginLab corporation, USA)对数据进行处理和计算,所有数据均用平均值±标准偏差表示,采用双样本 *t* 检验对数据进行统计分析, $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 分别表示差异极显著和显著。

## 2 结果和分析

### 2.1 植酸对月季切花瓶插寿命、水分平衡值和鲜重变化率的影响

对照、0.13%和0.013%植酸的瓶插寿命分别为(9.8±1.8) d、(12.1±1.8) d、(11.2±1.5) d。与对照相比,0.13%和0.013%植酸分别延长了瓶插寿命2.3 d( $P<0.01$ )和1.4 d( $P<0.05$ ),表明植酸具有良好的保鲜效果。从表1可以看出,对照的水分平衡值在第2天就为负值,即吸水量小于失水量;0.13%和0.013%植酸在第3天和第4天才为负值,比对照分别延长了1 d和2 d,这表明植酸处理能够显著改善月季切花的吸水状况。另外,对照从第3天开始鲜重开始下降;而0.13%和0.013%植酸处理后切花鲜重在第5天才开始下降,比对照延长了2 d(表2),这说明植酸处理有助于月季切花鲜重的维持。

表1 植酸对月季切花水分平衡值(g)的影响

Table 1 Effect of phytic acid on water balance value (g) of rose cut flowers

处理 Treatments	瓶插天数 Vase days				
	1	2	3	4	5
对照 Control	0.67±0.09	-0.10±0.02	-0.23±0.14	-3.13±0.40	-3.20±0.52
0.13% 植酸 (PA)	0.63±0.22	0.80±0.19	-0.90±0.31	-3.00±0.51	-1.47±0.19
0.013% 植酸 (PA)	1.27±0.13	1.33±0.22	2.47±0.23	-4.87±0.56	-1.43±0.32

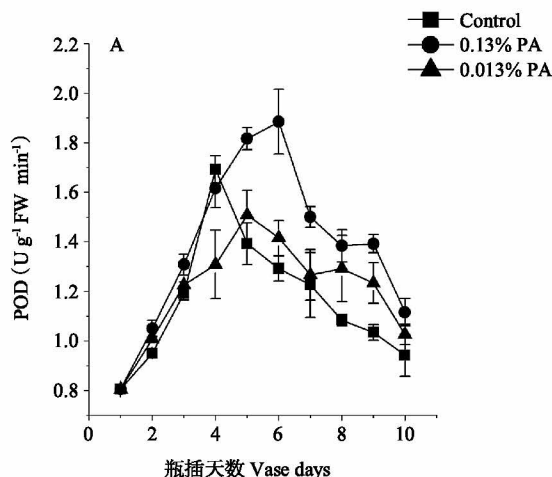
表2 植酸对月季切花鲜重变化率(%)的影响

Table 2 Effect of phytic acid on fresh weight change rate of rose cut flowers (%)

处理 Treatments	瓶插天数 Vase days				
	1	2	3	4	5
对照 Control	100±2.3	102.1±2.5	99.8±3.5	98.1±2.6	95.2±3.3
0.13% 植酸 (PA)	100±3.0	100.7±3.4	101.1±4.5	101.0±3.6	98.9±2.8
0.013% 植酸 (PA)	100±8.3	101.1±3.1	102.2±2.1	101.3±3.5	98.1±2.6

## 2.2 植酸对 POD 活性和 $O_2^-$ 含量的影响

从图 1A 可以看出:对照 POD 活性在瓶插第 4 天达到最大值,0.13% 和 0.013% 植酸处理的分别在瓶插第 5 天和第 6 天达到最大值,分别比对照延长了 1 d 和 2 d。而且,0.13% 植酸处理的 POD 活性最大值比对照高 11.8%,从第 4 天开始均高于对照。



因此,植酸处理与对照相比,切花的 POD 活性下降速率较慢。图 1B 表明:在月季切花瓶插衰老的过程中, $O_2^-$  的含量逐渐增加;0.13% 和 0.013% 植酸处理的从第 3 天开始  $O_2^-$  的含量显著降低;到第 9 天,0.13% 和 0.013% 植酸处理的  $O_2^-$  含量分别比对照减少了 16.5% 和 18.1%。

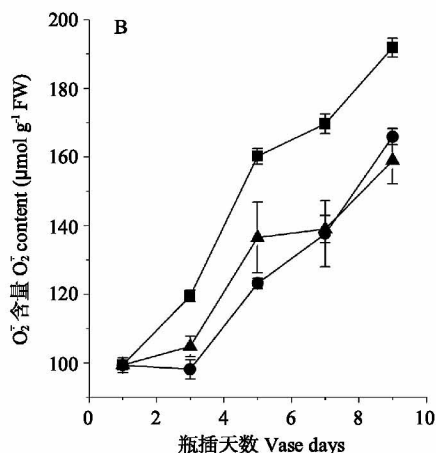


图 1 植酸对月季切花 POD 活性和  $O_2^-$  含量的影响

Fig. 1 Effects of phytic acid on POD activity and  $O_2^-$  content of rose cut flowers

## 2.3 植酸对月季切花 MDA 和脯氨酸含量的影响

从图 2A 可看出,月季切花的 MDA 含量在瓶插过程中逐渐增加,对照在第 5 天达到最大值,0.13% 植酸处理在第 6 天达到最大值,比对照延长了 1 d;而且从第 2 天开始,MDA 含量就低于对照;0.013% 植酸处理的情况比较复杂,MDA 含量第 4~5 天和第 8~9 天比对照低,第 6~7 天又比对照

高。另外,月季切花的水分亏缺程度与其脯氨酸含量呈正相关关系,从图 2B 可见,在月季切花瓶插衰老过程中,脯氨酸含量逐渐增加;但 0.13% 和 0.013% 植酸处理的脯氨酸含量均比对照低,尤其是 0.13% 植酸处理的效果更加明显。因此,植酸处理能够降低  $O_2^-$  对膜的过氧化产物 MDA 的含量,这进一步印证了植酸处理能改善切花对水分吸收的状况。

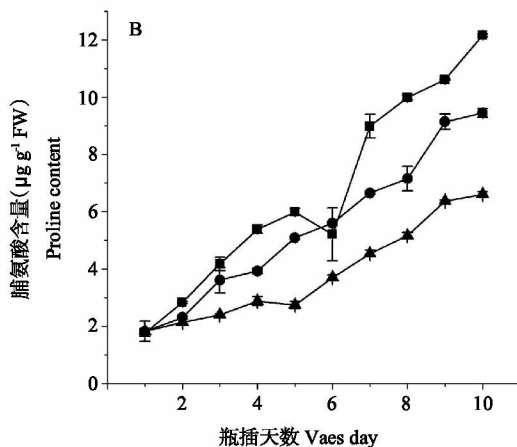
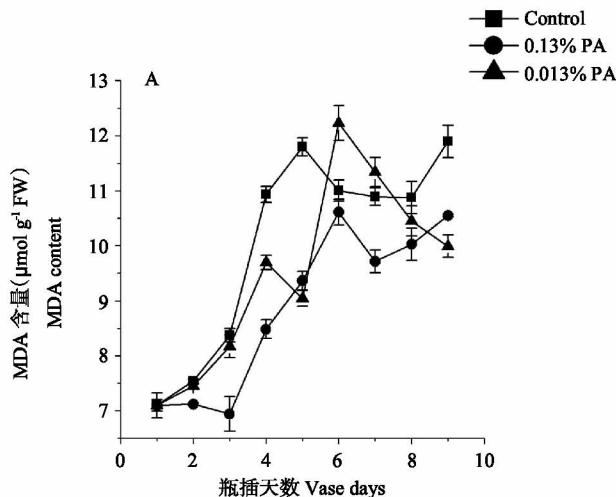


图 2 植酸对月季切花 MDA 和脯氨酸含量的影响

Fig. 2 Effects of phytic acid on contents of MDA and proline in rose cut flowers

## 2.4 植酸对月季切花可溶性糖含量的影响

从图3可以看出,对照、0.13%和0.013%植酸处理的可溶性糖含量都在第3天达到最大值,从第5天开始,0.13%植酸处理的可溶性糖含量比对照高,而且下降的速率也比对照慢;0.013%植酸处理的变化比较复杂,第3天的可溶性糖含量略高于对照,而到第5天又略低于对照。因此,植酸可以延缓切花花瓣中可溶性糖含量的降低。

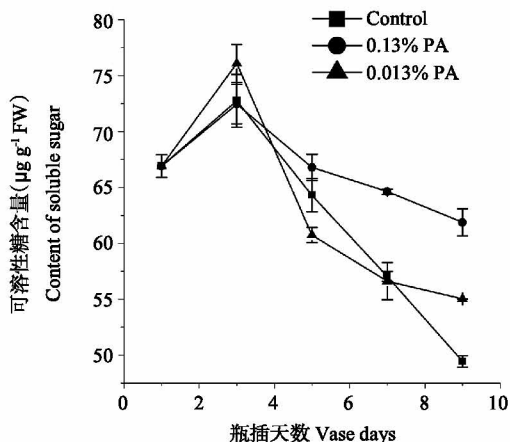


图3 植酸对月季切花可溶性糖含量的影响

Fig. 3 Effects of phytic acid on soluble sugar content in rose cut flowers

## 3 讨论

近年来关于植酸的研究主要集中在食品、医药、化工、纺织等领域,尤其在食品行业,植酸作为一种新型的食品添加剂,由于其毒性极低且具有抗衰老和抗癌的功效,逐渐受到人们的青睐<sup>[3,18]</sup>。本文的研究结果表明,0.13%和0.013%植酸处理月季切花,分别延长瓶插寿命2.3 d和1.4 d,且不同程度地改善了月季切花的水分吸收状况,延缓了月季切花鲜重和可溶性糖含量的降低。切花离开母体后,切花的水分吸收能力是维持其瓶插寿命的前提。影响切花吸水的因素主要是微生物大量繁殖,从而堵塞导管,引起切花吸水困难。另外,0.13%植酸(pH=2.26)和0.013%植酸(pH=3.20)的酸性均较强,利用植酸天然的酸性也能抑制切花导管切口处微生物的繁殖,从而改善切花的吸收状况,延长瓶插寿命。

近年来的研究表明,植酸具有极强的抗氧化活性<sup>[1]</sup>。ROS是引起细胞和组织衰老的主要因素,其种类很多,如 $H_2O_2$ 、 $O_2^{\cdot-}$ 、 $\cdot OH$ 、 $\cdot OH_2$ 、 $^1O_2$ 等<sup>[19-20]</sup>。分子氧( $O_2$ )得到一个电子后生成相对寿命短和不稳定

的 $O_2^{\cdot-}$ , $O_2^{\cdot-}$ 的性质非常活跃可迅速与附近的物质发生氧化还原反应,故寿命很短(只有2~4  $\mu s$ ), $O_2^{\cdot-}$ 可氧化组氨酸、蛋氨酸和色氨酸<sup>[21]</sup>,而且还可以使膜脂过氧化生成MDA,破坏细胞膜结构<sup>[22]</sup>。MDA的积累来自膜脂中不饱和脂肪酸的降解。MDA具有强交联性质,能与蛋白质结合,使他们的结构和催化功能发生变化受到破坏。POD是酶促防御系统的关键酶之一,它与SOD和CAT协调配合,清除体内过剩的自由基<sup>[23]</sup>。

本研究结果表明,0.13%和0.013%植酸处理均能不同程度地抑制 $O_2^{\cdot-}$ 含量的增加,并且提高POD活性,因此极大地减轻了 $O_2^{\cdot-}$ 对细胞的伤害,即降低了MDA含量。因此,植酸能够延长月季切花的瓶插寿命,是通过其抗氧化功能,降低月季切花体内的ROS含量而起作用的。植酸如何降低 $O_2^{\cdot-}$ 含量有两种解释,其一: $O_2^{\cdot-}$ 歧化为 $O_2$ 和 $H_2O_2$ 与含SH蛋白质的反应都需要Fe的参与,该反应又称为Haber-Weiss或Fenton-type反应。植酸由于其极强螯合作用,从而使能促进氧化作用的金属离子因螯合失去活性,由此产生良好的抗氧化性<sup>[1]</sup>;其二:植酸能够抑制生成 $O_2^{\cdot-}$ 的酶类。Muraoka的研究已经证实植酸能够抑制动物的黄嘌呤氧化酶(xanthine oxidase, XO)的活性<sup>[24]</sup>,该酶主要分布在动物肠道内,其氧化底物生成 $O_2^{\cdot-}$ 。不含色素的植物组织 $O_2^{\cdot-}$ 的生成主要来源于细胞膜上的NADPH氧化酶<sup>[25]</sup>。因此,植酸对该酶是否有抑制作用还有待进一步研究。

## 参考文献

- [1] Lai P, Li K Y, Lu S, et al. Phytochemicals and antioxidant properties of solvent extracts from Japonica rice bran [J]. Food Chem, 2009, 117(3): 538-554.
- [2] Lönnnerdal B. Genetically modified plants improved trace element nutrition [J]. J Nutr, 2003, 133(5): 1490S-1493S.
- [3] Kapral M, Wawrzyczek J, Jurzak M, et al. Evaluation of the expression of metalloproteinases 2 and 9 and their tissue inhibitors in colon cancer cells treated with phytic acid [J]. Acta Pol Pharm, 2010, 67(6): 625-629.
- [4] Kim S M, Rico C W, Lee S C, et al. Modulatory effect of rice bran and phytic acid on glucose metabolism in high fat-fed C57BL/6N mice [J]. J Clin Biochem Nutr, 2010, 47(1): 12-17.
- [5] Hawkins P T, Poyner D R, Jackson T R, et al. Inhibition of iron-catalysed hydroxyl radical formation by inositol polyphosphates: A possible physiological function for myo-inositol hexakisphosphate [J]. Biochem J, 1993, 294(3): 929-934.
- [6] Ernpson K L, Labuza T P, Graf E. Phytic acid as a food antioxidant

- [J]. *J Food Sci*, 1991, 56(2): 560–63.
- [7] Barja G. Free radicals and aging [J]. *Trends Neurosci*, 2004, 27 (10): 595–600.
- [8] Bokov A, Chaudhuri A, Richardson A. The role of oxidative damage and stress in aging [J]. *Mech Age Dev*, 2004, 125(10/11): 811–826.
- [9] Yin D, Chen K. The essential mechanisms of aging: Irreparable damage accumulation of biochemical side-reactions [J]. *Exp Gerontol*, 2005, 40(6): 455–465.
- [10] Qin H M(秦红玫). Progress in the senescence of cut rose [J]. *J Anhui Agri Sci(安徽农业科学)*, 2006, 34(5): 841–843.(in Chinese)
- [11] Gao Y(高勇), Wu S J(吴绍锦). A review of cut flower preservatives [J]. *Acta Hort Sin(园艺学报)*, 1989, 16(2): 139–145.(in Chinese)
- [12] Luo H Y(罗红艺), Jing H J(景红娟), Li J R(李菊蓉), et al. Effects of diferent preservatives on fresh keeping of cut carnation flower [J]. *Plant Physiol Commun(植物生理学通讯)*, 2003, 39(1): 27–28.(in Chinese)
- [13] Maehly P C, Chance M. The assay of catalase and peroxidases [M]// Gluck D. *Methods of Biochemical Analysis*. New York: Interscience Publishers, 1954: 357–424.
- [14] Wang A G(王爱国), Luo G H(罗广华). Quantitative relation between the reaction of hydroxylamine and superoxide anion radicals in plants [J]. *Plant Physiol Commun(植物生理学通讯)*, 1990, 26(6): 55–57.(in Chinese)
- [15] Zhao S J(赵生杰), Xu C C(许长成), Zou Q(邹琦), et al. Improvements of method for measurement of malondialdehyde in plant tissues [J]. *Plant Physiol Commun(植物生理学通讯)*, 1994, 30(3): 207–210.(in Chinese)
- [16] Aspinal D, Paleg L G. Proline accumulation: Physiological aspects [M]// Paleg L G, Aspinal D. *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*. Sydney, Australia: Academic Press, 1981: 280–295.
- [17] Li L(李玲). *Plant Physiology: Instructions of Module Experiment* [M]. Beijing: Science Press, 2009: 48–49.(in Chinese)
- [18] Zhao Y R(赵玉生), Yu R(于然). Refreshing mechanism and applications of phytic acid in food [J]. *China Condiment(中国调味品)*, 2007, 3(3): 56–58.(in Chinese)
- [19] Halliwell B. Reactive species and antioxidants: Redox biology is a fundamental theme of aerobic life [J]. *Plant Physiol*, 2006, 141(2): 312–322.
- [20] Christian T, Michel H. Singlet oxygen in plants: Production, detoxification and signaling [J]. *Trends Plant Sci*, 2009, 14 (4): 219–228.
- [21] Rinalducci S, Murgiano L, Zolla L. Redox proteomics: Basic principles for the detection of protein oxidation [J]. *J Exp Bot*, 2008, 59(14): 3781–3801.
- [22] Breusegem F V, Vranová E, Dat J F, et al. The role of active oxygen species in plant signal transduction [J]. *Plant Sci*, 2001, 161(3): 405–414.
- [23] Gechev T, Willekens H, van Montagu M, et al. Different responses of tobacco antioxidant enzymes to light and chilling stress [J]. *J Plant Physiol*, 2003, 160(5): 509–515.
- [24] Muraoka S, Miura T. Inhibition of xanthine oxidase by phytic acid and its antioxidative action [J]. *Life Sci*, 2004, 74(13): 1691–1700.
- [25] Ślesak I, Libik M, Karpinska B, et al. The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses [J]. *Acta Biochim Pol*, 2007, 54(1): 39–50.