

抗氧化剂对月季切花失水胁迫耐性和 SOD、POD 活性的影响

李永红^{1,2} 张常青¹ 谭辉¹ 金基石¹ 高俊平¹

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100094; 2. 深圳职业技术学院 生物系,广东 深圳 518055)

摘要 研究从细胞膜保护酶水平上明确抗氧化剂可改善月季切花失水胁迫耐性的机理,选用中度耐失水品种‘Lambda’和耐失水品种‘Blue Card’。抗氧化剂为 3 g L^{-1} 的抗坏血酸和 $10\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ 的 β -胡萝卜素,在失水胁迫处理前8 d下茎基吸收12 h。失水胁迫以温度 $22\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $30\%\sim 50\%$ 干置24 h。处理结束时,上述2种未经抗氧化剂处理的对照花材的花朵水势分别降到 -1.31 和 -1.15 MPa ;2种抗氧化剂都能显著提高月季切花失水胁迫后瓶插期间花朵和叶片水势,降低花瓣相对电导率和MDA含量,维持花瓣相对稳定的SOD和POD活性水平。结果说明2种抗氧化剂抗坏血酸和 β -胡萝卜素能够延缓月季切花‘Lambda’和‘Blue Card’衰老进程和延长切花瓶插寿命,与提高了细胞膜保护酶活性相关。

关键词 月季切花;抗氧化剂;失水胁迫耐性

中图分类号 S 685.12; Q 554

文章编号 1007-4333(2003)05-0014-04

文献标识码 A

Effects of anti-oxidants on tolerance to water deficit stress and activities of SOD and POD in cut rose

Li Yonghong^{1,2}, Zhang Changqing¹, Tan Hui¹, Jin Jishi¹, Gao Junping¹

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Department of Applied Biological Engineering, Shenzhen Polytechnic, Guangdong Shenzhen 518055, China)

Abstract This research is aimed to investigate the principles that exogenous anti-oxidants improve the tolerance to water deficit stress at the level of enzyme activities related to protection of lipid-membrane peroxidation in cut rose (*Rosa hybrida*). Two cultivars, ‘Lambda’ with middle range tolerance to water deficit stress, and ‘Blue Card’ with strong tolerance to water deficit stress, were used as materials. Anti-oxidants, 3 g L^{-1} ascorbic acid and $10\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ β -carotene were taken in through stems of the flowers for 12 h at 8 d before 24 h water deficit stress at $22\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $30\%\sim 50\%$ relative humidity. Water potentials of flowers without anti-oxidant absorption were lowered to -1.31 MPa and -1.15 MPa in ‘Lambda’ and ‘Blue Card’ respectively after water deficit stress. Water potentials of flowers and leaves increased significantly in the treatments of anti-oxidants compared with the control, while relative electivity and MDA content decreased, and stable levels of the activities of SOD and POD maintained in the treated flowers. However, more stable and effective results for improvement in water deficit stress, were obtained in ascorbic acid treatment when compared with β -carotene. These results suggested that the increase of the enzyme activities related to protection of lipid-membrane peroxidation might be involved in delaying of flower opening and senescence, and prolonging of vase life by the treatment of anti-oxidants.

Key words cut rose; anti-oxidant; tolerance to water deficit stress

鲜切花在采后流通过程中,易遭受失水胁迫而导致切花瓶插寿命缩短、品质下降,不同种类切花对失水胁迫的耐性不同^[1]。月季对失水胁迫敏感,不同品种耐性差异很大。以瓶插寿命缩短百分比为划分基准,可以划分为耐失水胁迫品种、中度耐失水胁迫品种和不耐失水胁迫品种^[2]。耐失水胁迫品种具有更强的保水能力,在水分胁迫时能维持较高的SOD、POD等保护酶活性,以减轻细胞膜的损伤^[3]。

植物在遭受水分胁迫时,体内产生自由基引起过度氧化反应。抗氧化剂是对抗和保护植物免受过氧化伤害的非酶调节系统之一^[4]。我们对提高月季切花失水胁迫耐性的抗氧化剂种类和浓度进行的筛选表明, 3 g L^{-1} 抗坏血酸和 $10\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ β -胡萝卜素效果明显^[5]。本研究拟从细胞膜保护酶水平上明确抗氧化剂改善月季切花失水胁迫耐性的机理,为改善月季切花采后流通品质提供理论基础。

收稿日期:2003-07-10

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39870490)

作者简介:李永红,硕士研究生;高俊平,教授,博士生导师,联系作者,主要从事花卉采后与逆境生理研究,E-mail: gaojp @cau.edu.cn

1 材料与方法

试验于1999—2000年在中国农业大学进行。

1.1 材料

供试切花月季(*Rosa hybrida*)中度耐失水胁迫品种Lambda和耐失水胁迫品种Blue Card^[5]取自于北京卉隆公司小汤山基地,采后2 h内运回实验室。按花枝长35 cm,留4片叶的标准进行修剪。采收标准为开花级数2级。

1.2 方法

1.2.1 抗氧化剂处理 供试切花分别置于8~10 蒸馏水(CK2)、-胡萝卜素 $10 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Treat1)、抗坏血酸 $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (Treat2)中吸收12 h,取出干置24 h进行失水胁迫;然后水中重剪复水瓶插。同时,对照试材一直瓶插于蒸馏水中(CK1)。抗氧化剂浓度经试验确定^[5]。失水处理和瓶插观察在22~25 ℃、相对湿度30%~50%、白天日光灯补光达12 h(光强 $25.7 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)的条件下进行。

1.2.2 测定项目 瓶插寿命为瓶插之日起到花瓣出现萎蔫、弯头或蓝变前1天的天数。花枝鲜样质量损失率为胁迫后花枝鲜样质量损失量占胁迫前鲜

样质量的百分率。均单枝重复,样本数为10。花朵和叶片水势测定:瓶插期间定期用ZIZ-5型水势测定仪,测定自上而下第2片位叶片和花朵的水势,单枝重复,样本数为3。相对电导率、丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性测定方法根据刘祖祺的报道进行(1994)^[6]。试验重复3次。

2 结果与分析

2.1 抗氧化剂改善失水胁迫月季切花瓶插寿命与水分状况

2个处理经24 h失水胁迫后,鲜样质量损失率都大于10%。复水瓶插后,'Lambda'和'Blue Card'的CK2瓶插寿命比CK1分别缩短25.0%和15.4%,在0.05水平上差异显著。在失水胁迫前用抗氧化剂处理,除Blue Card的Treat1外,2个品种其他处理花材的瓶插寿命与CK1比较,在0.05水平上差异不显著(表1)。这表明抗氧化剂延长了失水胁迫后2品种瓶插寿命,其中抗坏血酸对不同品种效果更稳定。

表1 抗氧化剂对失水胁迫切花月季瓶插寿命和花朵、叶片水势的影响

Table 1 Effects of anti-oxidants on vase life and water potentials of flowers and leaves in cut rose cv. 'Lambda' and 'Blue Card' exposed to water deficit stress

品种	处理	鲜样质量 损失率/%	瓶插寿命		花朵水势/MPa				叶片水势/MPa			
			天数/d	缩短百 分率/%	1 d	3 d	5 d	7 d	1 d	3 d	5 d	7 d
Lambda	CK1	0.0 ±0	5.3 a	0.0	-0.45	-0.78	-0.84	-1.30	-0.78	-0.90	-1.05	-1.63
	CK2	12.2 ±0.4	4.0 b	25.0	-1.31	-1.26	-0.84	-1.25	-1.36	-0.98	-1.05	-1.64
	Treat1	10.5 ±0.5	5.6 a	-5.1	-1.00	-0.65	-0.86	-0.98	-1.38	-0.72	-0.88	-1.13
	Treat2	10.0 ±0.8	5.4 a	-1.3	-1.33	-0.75	-1.00	-1.35	-1.35	-0.68	-0.60	-1.62
Blue card	CK1	0.0 ±0	5.0 a	0.0	-0.78	-0.85	-0.92	-1.28	-0.77	-0.86	-0.97	-1.40
	CK2	15.5 ±0.8	4.3 b	15.4	-1.15	-0.95	-1.05	-1.17	-1.81	-1.00	-1.10	-1.88
	Treat1	10.8 ±0.3	4.4 b	12.0	-1.53	-0.66	-1.07	-1.09	-1.40	-0.90	-0.95	-1.64
	Treat2	11.3 ±0.8	5.0 a	0.0	-1.36	-0.65	-0.85	-1.60	-1.60	-0.60	-0.75	-2.05

注:1)CK1,清水直接瓶插;CK2,清水12 h,失水胁迫24 h;

Treat1,-胡萝卜素 $10 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 12 h,失水胁迫24 h;Treat2,抗坏血酸 $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 12 h,失水胁迫24 h;

2)鲜样质量损失率与瓶插寿命天数是10枝样本的平均值;相同字母表示处理之间经Duncan's方差检验在 $P < 0.05$ 水平上不显著;

3)水势值标准误差在相应平均数的30%以内, $n=3$ 。

综合比较'Lambda'和'Blue Card'在相同失水胁迫处理条件下花枝鲜样质量损失率、瓶插期间花朵和叶片水势(表1)的结果表明,2个品种失水胁迫处理CK2瓶插期间花枝叶片与花朵水势一般低于CK1。失水胁迫前用抗氧化剂处理,2个品种花枝鲜样质量损失率明显减小,花朵和叶片的水势在复水瓶插后恢复较快。瓶插第3天和第5天,花朵和叶

片的水势值大多都高于CK2;而瓶插后期(第7天),差别不明显。这表明抗氧化剂处理能维持失水胁迫后花枝瓶插期间的较高水势,保持水分平衡,改善月季切花失水胁迫后花枝体内的水分状况。

2.2 抗氧化剂改善失水胁迫月季切花花瓣膜特性

24 h失水胁迫后的切花月季'Lambda'和'Blue Card',CK2的相对电导率在瓶插前期高于CK1;瓶

插后期才趋于一致(图1)。其中,CK2相对电导率的增加趋势在品种'Lambda'中表现更明显。在失水胁迫前吸收抗氧化剂处理,Treat1与Treat2的切花在瓶插期间'Blue Card'和'Lambda'花瓣的相对电导率明显低于CK2与CK1,而且在瓶插期间一直保持较低水平;在瓶插后期,'Lambda'各处理相对电导率趋于一致。在不同处理条件下,丙二醛(MDA)含量的变化与相对电导率变化呈相似性变化。瓶插期间随花朵的衰老,2品种花瓣中MDA含量逐渐增大,其

中,24 h失水胁迫处理CK2的整个瓶插期间花瓣MDA含量一直处于最高水平。但在24 h失水胁迫前用抗氧化剂处理,Treat1与Treat2瓶插期间2品种花瓣中MDA含量明显低于CK2,略低于或近似于相应的CK1。这一趋势在品种'Blue Card'花瓣中表现更明显。这表明抗氧化剂处理能有效缓解失水胁迫导致的月季切花花朵膜脂过氧化,降低MDA含量,起到保护细胞膜的作用。

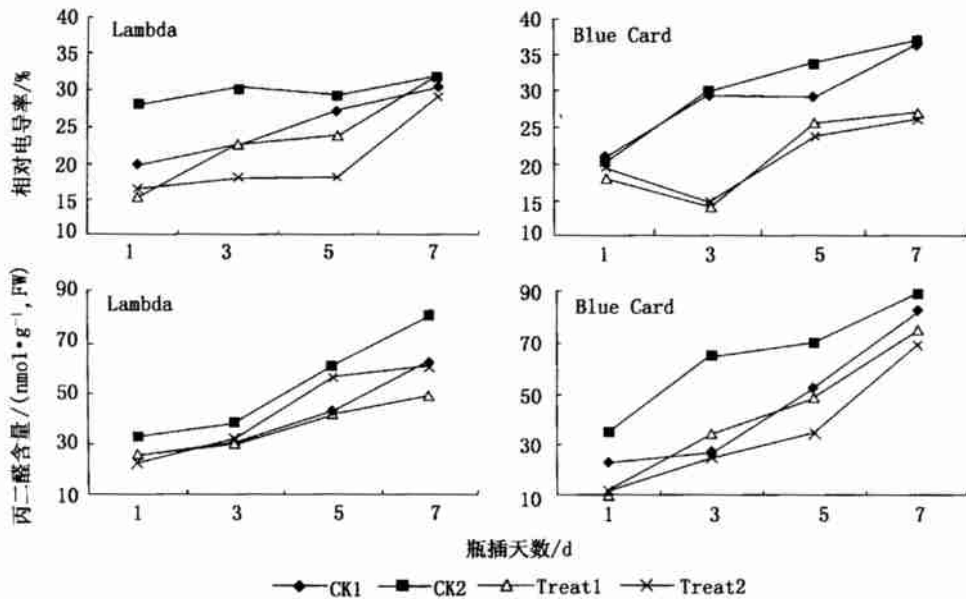


图1 抗氧化剂对失水胁迫切花月季花瓣相对电导率和花瓣MDA含量的影响

Fig. 1 Effects of anti-oxidants on relative electric conductivity and MDA content in petals of cut rose cv. exposed to water deficit stress

2.3 抗氧化剂提高失水胁迫月季切花花瓣SOD和POD活性

'Blue Card'和'Lambda'花瓣在瓶插衰老期间SOD活性变化趋势大致相同,CK1在瓶插第3天都出现高峰(图2)。经24 h失水胁迫处理,CK2在瓶插期间2个品种花瓣SOD活性瓶插第1天最高,然后呈不断下降趋势。失水胁迫前用抗氧化剂处理,在瓶插第1天2品种SOD活性从高到低依次是CK2 > Treat2 > Treat1 > CK1。随后Treat1与Treat2的花瓣SOD活性能保持相对稳定,并在后期能维持较高水平,高于CK1和CK2。2品种花瓣POD活性变化在瓶插衰老期间与SOD活性变化趋势类似。'Lambda'变化幅度大于'Blue Card'。24 h失水胁迫前用抗氧化剂处理,在瓶插第1天2品种POD活性从高到低依次是CK2 > Treat2 > Treat1 > CK1。Treat1与Treat2处理的花瓣POD活性变化总体上与CK1趋于一致,在瓶插第3天有一个小的活性高峰,随后

下降,并且都高于同期的CK2。末期各处理POD活性差别不明显,都趋于低活性水平。这表明抗氧化剂处理能提高失水胁迫月季切花瓶插期间SOD、POD酶活性,维持失水胁迫后及其瓶插过程中相对稳定的SOD、POD酶活性水平。

3 讨论

水势和鲜样质量损失率是表示植物水分亏缺程度的指标^[2]。供试中度耐失水胁迫品种'Lambda'和耐失水胁迫品种'Blue Card'中前者的瓶插寿命缩短百分率、水势下降幅度比后者大,与上述理论相吻合。本试验用的2种抗氧化剂都能提高'Lambda'和'Blue Card'耐失水胁迫能力,维持切花瓶插期间的高水势。

水分胁迫对植物细胞内活性氧的产生与清除系统的平衡产生影响。膜脂过氧化是指不饱和脂肪酸中发生的一系列自由基反应,MDA是植物膜脂过氧

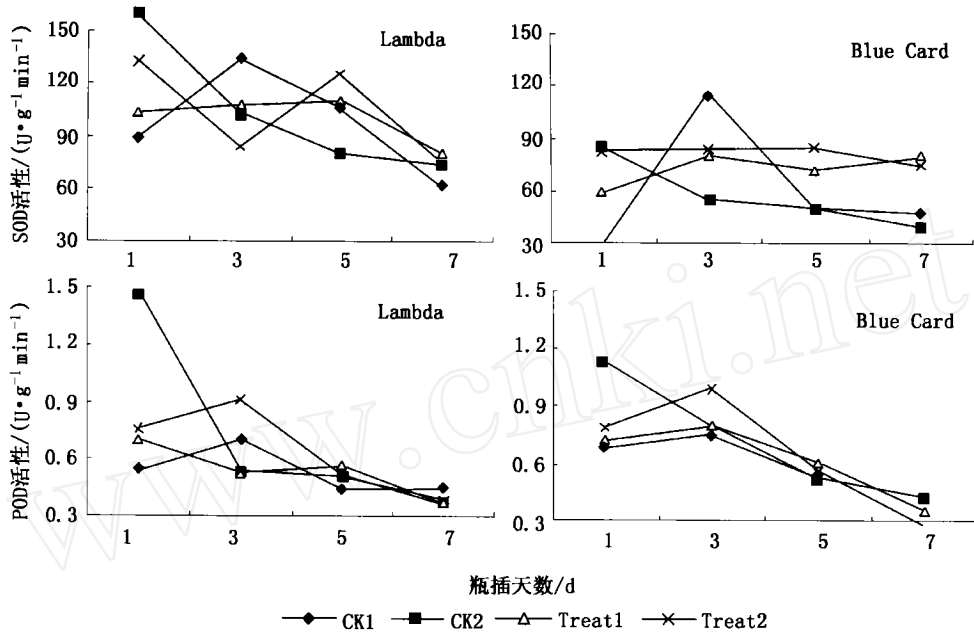


图 2 抗氧化剂对失水胁迫切花月季花瓣 SOD 和 POD 活性的影响

Fig. 2 Effects of anti-oxidants on POD and SOD activities in petals of cut rose cv. exposed to water deficit stress

化的重要指标^[6,7]。月季切花失水胁迫后花瓣相对电导率和 MDA 含量均明显增加,这表明失水胁迫破坏花瓣细胞膜结构,促进切花衰老。这一现象在香石竹、菊花中也存在^[8]。抗氧化剂处理明显抑制了失水胁迫对切花造成的伤害。植物体内存在分解和降低活性氧的酶促系统(如 SOD、POD、CAT 等)和非酶促系统(如维生素 E、抗坏血酸和类胡萝卜素等)^[9,10]。月季切花失水胁迫前吸收抗坏血酸和 - 胡萝卜素,这些外源抗氧化剂抑制了细胞内自由基的积累,使机体内 SOD、POD 活性维持在相对稳定的水平。只有在切花瓶插末期,由于衰老使机体失去维持防卫系统平衡能力时,内源 SOD、POD 活性才下降。抗氧化剂处理的‘Lambda’和‘Blue Card’瓶插期间 SOD、POD 活性变化趋势与直接清水瓶插的趋势类似也说明了上述观点。

迄今为止,虽然抗坏血酸等在月季切花保鲜剂的开发研究中已有应用先例^[11],但其作用机理研究尚未见报道。本研究初步揭示了抗氧化剂提高月季切花失水胁迫耐性的生理基础,但只有随着外源抗氧化剂在切花体内运输、代谢、作用部位等机理的进一步清晰,新的月季切花保鲜剂有效成分的研发才具有理论依据。

参 考 文 献

[1] 高俊平,孙自然. 月季切花真空预冷水分损失与补充

的研究 [J]. 园艺学报,1994,(4):381~385
 [2] 唐雪梅,高俊平,艾光艳,等. 切花月季品种失水胁迫耐性差异及忍耐极限初探 [J]. 园艺学报,1999,(1):41~48
 [3] 张常青,唐雪梅,高俊平,等. 切花月季‘萨蔓莎’和‘加不里拉’失水胁迫耐性的差异 [J]. 园艺学报,2002,29(6):556~560
 [4] Pryor W A. Free radicals in biology [J]. New York Academic, 1976, 1: 287; 2: 303
 [5] 李永红,张常青,谭辉,等. 提高月季切花失水胁迫耐性的抗氧化剂筛选 [A]. 见:朱德蔚主编. 中国园艺学会第九届学术年会论文集 [C]. 北京:中国科学技术出版社,2001.386~391
 [6] 刘祖祺,张石城主编. 植物抗性生理学 [M]. 北京:中国农业出版社,1994
 [7] 王爱国,罗广华. 丙二醛作为植物膜脂过氧化指标的探讨 [J]. 植物生理学通讯,1986,(1):1~7
 [8] Guo Weiming. Study of two type of preservative solution on physiological effects delaying senescence of cut chrysanthemum flowers [A]. In: Inter. Symp on Postharvest Science and Technology of Horticultural Crops [C]. 北京:中国农业科技出版社,1996. 403~409
 [9] 王娟,李德全. 水分胁迫下植物体内的抗氧化剂及其作用 [J]. 生物学通报,2002,37(10):22~23
 [10] Scandalious J G. Oxygen stress and superoxide dismutases [J]. Plant Physiol, 1993,101:7~12
 [11] Nowak J, Rudnicki R M. Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants [M]. NY, USA: Timber Press, 1990