

# 生长调节剂对芍药切花瓶插期渗透调节物质的影响

郭绍霞

(青岛农业大学 园林园艺学院 山东 青岛 266109)

**摘 要:**以芍药‘春晓’(*Paeonia lactiflora* ‘Chunxiao’)的切花为试材,采用室内瓶插的方法,在基本瓶插液(3%蔗糖+200 mg/L 8-羟基喹啉+150 mg/L 柠檬酸)中分别添加不同浓度的PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub>、CCC,通过对渗透调节物质含量的测定,探讨了PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub>、CCC对芍药切花采后瓶插水分平衡的影响。结果表明:适宜浓度的PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub>、CCC可有效提高切花的可溶性蛋白和可溶性糖的含量;改善切花的水分平衡值,降低脯氨酸含量,减少水分胁迫对切花造成的伤害;从而延缓衰老,延长瓶插寿命。200 mg/L PP<sub>333</sub>处理的效果最佳,瓶插寿命比对照延长3 d。

**关键词:**芍药切花;渗透调节;渗透调节物质;瓶插寿命

**中图分类号:**S 682.1<sup>+</sup>2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)14-0179-03

芍药(*Paeonia lactiflora*)属芍药科芍药属植物,是中国传统名花。芍药切花以其优良的观赏特性和品质而倍受人们青睐。芍药花期短且主要集中在春季,切花的自然瓶插寿命仅为7 d左右,已成为限制芍药切花生产及应用的瓶颈。近年来,围绕芍药切花的采后生理和保鲜进行了一些研究;其中,水分代谢及活性氧代谢失调引起的细胞膜脂过氧化是启动芍药切花衰老的主要原因<sup>[1-3]</sup>;采前喷4%CaCl<sub>2</sub>可以明显延长芍药切花瓶插寿命<sup>[4]</sup>。郑翠萍等<sup>[5]</sup>报道了生长调节物质如6-BA和激动素KT对香石竹切花衰老的生理生化效应。目前,有报道表明多效唑(PP<sub>333</sub>)、比久(B<sub>9</sub>)和矮壮素(CCC)可以增大百合切花的花径,延长其瓶插寿命,且可抑制百合切花贮藏后叶片黄化<sup>[6]</sup>。

切花在采后流通过程中,易遭受失水胁迫而导致其瓶插寿命缩短、品质下降。植物在水分胁迫下,体内会主动积累一些溶质,使得渗透势下降,植物就可以从外界继续吸水,维持细胞膨压,使植物生理过程正常进行<sup>[7]</sup>。现研究不同浓度的PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub>和CCC对芍药切花采后的渗透调节物质影响,旨在为芍药切花保鲜技术研究提供理论依据和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**作者简介:**郭绍霞(1971-),女,山东莱阳人,博士,副教授,现主要从事芍药切花采后生理与保鲜技术研究工作。E-mail:gsx2309@126.com。  
**基金项目:**山东省良种产业化工程资助项目(620558);山东省中青年科学家奖励基金资助项目(2008BS07018)。  
**收稿日期:**2010-05-04

试验材料为芍药‘春晓’的切花,由菏泽牡丹研究所提供。采取花萼松散、外层花瓣紧实、生长一致、长50 cm的健壮花枝。

### 1.2 试验方法

2006年5月3日采回芍药花枝后,将其插入4 mmol/L STS溶液中,预处理20 min,然后预冷12 h,运回实验室;用清水洗去叶片和花瓣上的分泌物,按花枝长45 cm在水中剪切,留2~3片复叶,复水2 h。

以3%蔗糖+200 mg/L 8-羟基喹啉+150 mg/L 柠檬酸为基本瓶插液,并以此作为对照(CK)。试验共设6个处理,分别添加100、200、400 mg/L PP<sub>333</sub>和100、200、300 mg/L B<sub>9</sub>和CCC。每瓶插3枝,每处理25瓶,3次重复。瓶口用脱脂棉塞紧,防止水分蒸发,置于室内散射光下,温度为(20±2)℃,相对湿度为60%~70%,平均光照强度为(1 000±50) lx。自瓶插第1天开始,隔天定时取花朵内外层花瓣剪碎混匀后进行生理指标的测定。瓶插寿命:自瓶插之日起记为第1天,以花瓣发皱萎蔫、失去观赏价值作为瓶插寿命结束的标志<sup>[8]</sup>;水分平衡值:花枝吸水量等于连续2 d瓶重加溶液重之和的差值,失水量等于相邻2 d的花枝、瓶重及溶液重之和的差值,水分平衡值即为吸水量减失水量<sup>[9]</sup>。可溶性糖含量:采用蒽酮比色法;可溶性蛋白含量:采用考马斯亮蓝法;游离脯氨酸含量:采用茚三酮显色法<sup>[10]</sup>。采用DPS v 6.05进行数据的统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub>和CCC对芍药切花水分平衡值和瓶插寿命的影响

适宜浓度的PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub>和CCC处理有利于芍药切花

的水分平衡,延长其瓶插寿命。200 mg/L PP<sub>333</sub> 处理瓶插寿命最长,比对照延长 3 d,差异显著;除 100 mg/L B<sub>9</sub>、200 mg/L CCC 的处理外,与其它处理相比其差异显著(表 1)。对照的水分平衡值第 5 天达到最大值后逐渐下降,第 7 天水分平衡值降为负值,而 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 处理的芍药切花水分平衡值降为负值的时间比对照推迟 2~4 d,说明 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 能促进切花的吸水,减轻水分胁迫对其造成的伤害(表 2)。

表 1 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 对芍药切花水分平衡值和瓶插寿命的影响

处理 /mg·L <sup>-1</sup>	水分平衡值/g						瓶插寿 命/d
	3 d	5 d	7 d	9 d	11 d	13 d	
CK	0.97 cd	2.37 f	-0.1 e	-2.56 f	—	—	9.3 hi
PP <sub>333</sub> 100	1.06 e	3.83 cd	0.81 b	-1.14 d	-2.82 e	-1.22 b	11.4 ef
PP <sub>333</sub> 200	1.21 b	4.42 a	1.31 a	0.12 a	-0.27 a	-0.76 a	12.3 a
PP <sub>333</sub> 400	1.57 a	3.58 cd	0.43 d	-0.61 c	-2.45 de	—	10.8 g
B <sub>9</sub> 100	1.16 bc	4.26 b	0.67 bc	-0.84 c	-1.03 b	-1.08 b	12.1 ab
B <sub>9</sub> 200	1.03 c	4.11 bc	0.69 bc	-0.53 bc	-1.92 c	-1.32 c	11.6 cd
B <sub>9</sub> 300	0.73 d	3.72 c	0.48 d	-0.83 c	-2.26 d	—	11.1 fg
CCC 100	1.16 bc	4.05 bc	0.51 d	-0.43 b	-1.64 bc	-1.03 b	11.7 bd
CCC 200	1.31 b	4.35 ab	0.68 bc	-0.15 b	-1.09 b	-2.41 d	12.1 ab
CCC 300	1.27 b	2.63 e	0.50 cd	-1.86 e	-1.23 b	—	11.3 ef

注:同一列不同字母表示经 LSD 检验达 0.05 显著水平,“—”表示该处理芍药切花瓶插寿命结束。下同。

2.2 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 对芍药切花瓶插期可溶性蛋白含量的影响

PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 能不同程度地提高芍药切花瓶插期的可溶性蛋白含量;各处理产生的效果因处理植物生长调节剂的种类及浓度不同而有差异,且同一处理不同时间作用的效果也有差异(表 2)。瓶插第 3 天,对照的可溶性蛋白含量比第 1 天增加了 17.3%,经 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 处理的上升幅度均大于对照,且下降时间推迟 2 d。以 200 mg/L PP<sub>333</sub> 处理的效果最为显著,可溶性蛋白于瓶插第 7 天达到最大值 129.7 μg·g<sup>-1</sup>·FW,含量比第 1 天增加了 2.98 倍,比对照的最大值提高了 34.9%,且开始下降的时间比对照推迟 2 d。

表 2 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 对芍药切花瓶插期可溶性蛋白含量的影响

处理 /mg·L <sup>-1</sup>	可溶性蛋白含量的影响 μg·g <sup>-1</sup> ·FW						
	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d	11 d	13 d
CK	43.4	50.9 f	96.1 de	76.5 e	58.3 g	—	—
PP <sub>333</sub> 100	43.4	64.9 bc	103.1 c	116.7 bc	93.3 a	42.6 g	48.8 e
PP <sub>333</sub> 200	43.4	63.2 bc	116.8 ab	129.7 a	93.5 a	76.7 a	67.7 a
PP <sub>333</sub> 400	43.4	58.1 d	114.4 b	106.1 d	82.9 d	59.4 d	—
B <sub>9</sub> 100	43.4	58.1 d	103.2 c	129.4 a	91.4 b	76.1 a	53.1 b
B <sub>9</sub> 200	43.4	55.8 de	95.8 de	114.2 c	85.6 cd	61.3 bc	45.1 e
B <sub>9</sub> 300	43.4	53.1 e	99.7 d	112.7 c	74.3 ef	49.5 f	—
CCC 100	43.4	57.7 de	89.7 fg	101.3 d	83.3 d	57.3 de	35.8 e
CCC 200	43.4	61.8 c	96.3 de	107.8 d	87.8 c	61.2 c	43.2 d
CCC 300	43.4	67.4 a	88.4 g	102.4 d	77.7 e	40.9 h	—

2.3 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 对芍药切花瓶插期可溶性糖含量的影响

芍药切花可溶性糖的含量呈先增加后下降趋势;瓶插末期部分处理又呈上升趋势。PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 能不同程度的增加切花的可溶性糖含量(表 3)。瓶插第 3 天,不同处理的芍药切花与对照的可溶性糖含量均比第 1 天有所增加,其中 200 mg/L PP<sub>333</sub> 和 300 mg/L CCC 处理后的可溶性糖含量高于对照,但差异不显著。第 5 天,PP<sub>333</sub> 的各处理切花的可溶性糖含量均大于对照,差异显著,分别比对照提高了 12.0%、13.8%和 10.1%。第 7~9 天,PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 处理的可溶性糖含量均大于对照,差异显著;其中 200 mg/L PP<sub>333</sub> 效果最佳。

表 3 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 对芍药切花瓶插期可溶性糖含量的影响

处理 /mg·L <sup>-1</sup>	可溶性糖含量的影响 %						
	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d	11 d	13 d
CK	1.54	1.93 a	2.17 c	1.76 f	1.54 e	—	—
PP <sub>333</sub> 100	1.54	1.58 c	2.43 ab	2.54 a	2.01 cd	2.04 a	1.57 c
PP <sub>333</sub> 200	1.54	1.95 a	2.47 a	2.57 a	2.31 a	2.07 a	1.77 a
PP <sub>333</sub> 400	1.54	1.92 a	2.39 b	2.23 b	2.28 a	1.66 cd	—
B <sub>9</sub> 100	1.54	1.88 ab	2.08 cd	2.47 ab	2.13 b	2.08 a	1.76 a
B <sub>9</sub> 200	1.54	1.62 c	2.22 c	2.31 b	1.92 d	1.53 d	1.72 ab
B <sub>9</sub> 300	1.54	1.91 ab	2.06 d	1.96 d	1.85 d	1.62 cd	—
CCC 100	1.54	1.87 ab	2.08 cd	2.24 b	2.25 a	2.03 a	1.42 d
CCC 200	1.54	1.82 b	2.10 cd	2.45 ab	2.31 a	2.04 a	1.68 b
CCC 300	1.54	1.95 a	2.13 c	2.17 c	2.12 b	1.54 d	—

2.4 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 对芍药切花瓶插期游离脯氨酸含量的影响

适宜浓度的 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 处理使芍药切花游离脯氨酸含量低于对照,且上升速度比对照缓慢(表 4)。芍药切花瓶插第 1 天游离脯氨酸含量较高,对照第 3 天、其它处理第 3~5 天有所下降,可能是由于运输过程中失水所致,瓶插前经过复水处理,水分胁迫缓解,游离脯氨酸含量下降。

表 4 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 对芍药切花瓶插期游离脯氨酸含量的影响

处理 /mg·L <sup>-1</sup>	脯氨酸含量的影响 μg·g <sup>-1</sup> ·FW						
	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d	11 d	13 d
CK	15.3	9.3 c	20.4 a	31.3 a	47.5 a	—	—
PP <sub>333</sub> 100	15.3	7.5 d	10.4 c	22.2 c	39.4 c	44.3 e	62.1 b
PP <sub>333</sub> 200	15.3	9.8 bc	8.9 d	18.9 f	30.8 d	38.8 f	58.2 c
PP <sub>333</sub> 400	15.3	10.5 ab	8.1 e	29.8 b	43.1 b	59.8 a	—
B <sub>9</sub> 100	15.3	10.1 b	9.6 cd	22.5 c	32.2 d	47.2 d	59.8 c
B <sub>9</sub> 200	15.3	11.1 a	10.2 c	24.1 c	39.4 c	48.6 c	64.4 a
B <sub>9</sub> 300	15.3	10.6 ab	9.3 d	25.1 bc	43.2 b	52.1 bc	—
CCC 100	15.3	10.6 ab	11.6 c	20.6 de	40.2 c	46.8 de	62.4 ab
CCC 200	15.3	11.1 a	9.8 cd	22.4 c	32.9 d	52.2 bc	64.7 a
CCC 300	15.3	11.1 a	11.2 c	22.7 c	41.1 c	55.6 b	—

瓶插第 3 天,经 100 mg/L PP<sub>333</sub> 处理的游离脯氨酸含量低于对照,且差异显著;而其它处理的游离脯氨酸

含量反而大于对照。瓶插第 5 天, 对照的游离脯氨酸含量急剧上升, 比第 3 天增加了 2.2 倍; 经 100 mg/L PP<sub>333</sub> 和 100 mg/L CCC 处理后的切花也有所上升, 但幅度小; 其它处理均有所下降。第 7~9 天, 各处理的游离脯氨酸含量均低于对照, 差异显著。第 11~13 天, 200 mg/L PP<sub>333</sub> 的处理效果最好, 与其它处理差异显著。200 mg/L PP<sub>333</sub> 处理效果明显优于其它处理, 其游离脯氨酸含量开始上升的时间比对照推迟了 2 d; 在瓶插第 7~13 天的游离脯氨酸含量一直保持最低水平。

3 讨论与结论

切花切离母体后, 会遭受不同程度的水分胁迫。渗透调节是植物适应水分胁迫的主要生理机制, 通过渗透调节可使植物在水分胁迫条件下维持一定的膨压, 从而维持生理过程的进行<sup>[11]</sup>。在水分胁迫发生后, 植物体内会积累一些小分子的渗透调节物质, 如可溶性糖、游离氨基酸、脯氨酸、K<sup>+</sup> 等, 而且抗旱性强的品种积累量要大于抗旱性弱的<sup>[12-13]</sup>。海滨木槿可以通过增加体内游离脯氨酸和可溶性糖的含量有效地改变细胞的渗透势, 从而改变自身的渗透调节能力<sup>[14]</sup>。结果表明, 适宜浓度的 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 处理, 可以不同幅度地提高芍药切花可溶性蛋白和可溶性糖, 促进其水分平衡, 从而延长其瓶插寿命。PP<sub>333</sub> 200 mg/L 处理的芍药切花瓶插寿命最长, 达 12.3 d, 比对照延长 3 d, 差异显著; 在瓶插第 11 天水分平衡值降为负值, 比对照推迟 4 d, 比其它处理推迟 2 d。该处理的可溶性蛋白于瓶插第 7 天达到最大值, 比对照的最大值提高了 34.9%; 其可溶性糖含量在整个瓶插期也一直保持最高水平, 脯氨酸的含量一直处于较低水平, 表明该处理的芍药切花遭受的水分胁迫程度较低。

该研究结果表明 适宜浓度的 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 和 CCC 处理 可以提高芍药切花可溶性糖和可溶性蛋白的含量,

脯氨酸含量降低, 表明该处理能提高其吸水能力, 缓解水分胁迫对其造成的伤害。以 PP<sub>333</sub> 200 mg/L 处理效果最好。

参考文献

[ 1 ] 刘燕. 芍药采后贮藏生理研究[ J ]. 北京林业大学学报, 1996, 18(1): 89-93.  
[ 2 ] 王荣花, 赵海军, 庞冉琦, 等. 低温下贮藏的芍药切花瓶插寿命和几种生理生化特性变化[ J ]. 植物生理学通讯, 2006, 41(6): 475.  
[ 3 ] 李霞, 张玉刚, 郑国生, 等. 芍药切花瓶插期衰老进程及膜脂过氧化研究[ J ]. 园艺学报, 2007, 34(6): 1491-1496.  
[ 4 ] 惠光静, 郑国生, 郭绍露, 等. 采前喷钙对芍药切花衰老的影响[ J ]. 西北植物学报, 2009, 37(20): 9635-9636, 9646.  
[ 5 ] 郑翠萍, 吴迪, 李玲, 等. 6-苄基腺嘌呤和激动素对香石竹切花衰老的生理效应[ J ]. 植物生理学通讯, 2009, 44(6): 1152-1154.  
[ 6 ] 刘玉冬, 杨静慧, 刘艳军, 等. 延长百合鲜切花瓶插寿命保鲜液的筛选[ J ]. 天津农学院学报, 2003, 10(4): 39-41.  
[ 7 ] 姚觉, 于晓英, 邱收, 等. 植物抗旱机理研究进展[ J ]. 华北农学报, 2007, 22(增刊): 51-56.  
[ 8 ] 高俊平. 观赏植物采后生理与技术[ M ]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002.  
[ 9 ] 惠光静, 郑国生, 张伟, 等. 采前喷钙对芍药切花生理生化的影响[ J ]. 西北植物学报, 2009, 9(6): 1246-1251.  
[ 10 ] 郝再彬, 苍晶, 徐仲. 植物生理学实验技术[ M ]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.  
[ 11 ] Cabuslay G S, Ito O, Alejar A A. Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit [ J ]. Plant Science, 2002, 163: 815-827.  
[ 12 ] Chaves M M, Oliveira M M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture [ J ]. Journal of Experimental Botany, 2005, 55: 2365-2384.  
[ 13 ] 陈海生, 陶龙兴, 王熹, 等. 灌水方式对水稻灌浆期光合物质运转与分配的影响[ J ]. 中国农业科学, 2005, 38(4): 678-683.  
[ 14 ] 薄鹏飞, 孙秀玲, 孙同虎, 等. NaCl 胁迫对海滨木槿抗氧化系统和渗透调节的影响[ J ]. 西北植物学报, 2008, 28(1): 113-118.

Effects of Growth Regulator on Osmolytes of Cut Peony Flowers during Vase-holding

GUO Shao-xia

(College of Garden and Horticulture Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

**Abstract:** Cut *Paeonia lactiflora* ‘Chunxiao’ flowers were held in different solutions, which added of containing the plant growth regulators PPP<sub>333</sub>, B<sub>9</sub> and CCC at different concentrations based on the basic preservative (3% S+200 mg/L 8-HQ+150 mg/L CA). Effects of PPP<sub>333</sub>, B<sub>9</sub> and CCC on vase life and osmolyte contents of cut peony flowers were evaluated. The results showed that treatment with suitable concentration of PPP<sub>333</sub>, B<sub>9</sub> or CCC could effectively increase content of soluble protein and soluble sugar, improve water balance, decrease free proline content of cut peony flowers and prolong the vase-life of cut peony flowers. The treatment with 200 mg/L concentration of PPP<sub>333</sub> exhibited the best effects, which an extended vase life of three days of cut peony flowers.

**Key words:** cut peony flowers; osmotic adjustment; osmolyte; vase life