

氯化钙对洋桔梗切花瓶插期间的 保鲜效果和生理效应^①

师进霖, 杜秀虹, 姜跃丽,
董绍辉, 李军萍

玉溪农业职业技术学院, 云南 玉溪 653106

摘要:以不同浓度的氯化钙(CaCl_2)溶液作为保鲜液,对洋桔梗切花进行瓶插试验,研究其对切花形态变化和体内生理变化的影响.结果表明:适宜浓度的 CaCl_2 溶液能明显延长洋桔梗切花保鲜时间,增加花枝鲜质量,保持切花的水分平衡,延缓呼吸高峰的出现,降低呼吸速率,延缓蛋白质降解与细胞膜相对透性的增大.其中,以400 mg/L处理的保鲜效果最佳,可使切花瓶插寿命比对照延长3.5 d.

关键词:氯化钙;洋桔梗切花;保鲜;呼吸速率;可溶性蛋白质;相对电导率

中图分类号: Q949.776.4

文献标志码: A

洋桔梗(*Eustoma grandiflorum* (RAF.) Shinn)为龙胆科草原龙胆属的宿根性草本花卉.其株态轻盈,花色典雅明快,花形别致可爱,是目前国际上十分流行的盆花和切花种类之一.有关洋桔梗切花的保鲜技术,国内外报道较少^[1-2].常见的切花保鲜剂通常含有硫代硫酸银(STS)、硝酸银(AgNO_3)或8-羟基喹啉柠檬酸盐(8-HQC),存在污染环境、价格较贵、配制麻烦等问题^[3-4]. Ca^{2+} 在果品保鲜中已普遍应用,具有安全、无污染、廉价等优点,在切花保鲜中也有少量报道.白吉刚等研究指出: Ca^{2+} 与钙调素(CaM)作为第二信使,与植物激素调节和植物的开花及衰老有密切的关系,可延长唐菖蒲切花的寿命^[5];陈丹生、叶明琴等报道了 Ca^{2+} 对非洲菊、百合等切花有一定的保鲜效果^[6-7].而 Ca^{2+} 对洋桔梗切花的保鲜效果尚未见报道.本试验以 CaCl_2 作为保鲜剂,研究其在洋桔梗切花保鲜中的作用,旨在寻找一种价格低廉而高效的保鲜剂,并探讨 Ca^{2+} 的生理效应和可能的保鲜机理.

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试洋桔梗品种为“701”,由云南省通海县洋桔梗种植户提供.

1.2 试验处理

试验设以下处理:CK,蒸馏水(对照);A,200 mg/L CaCl_2 ;B,300 mg/L CaCl_2 ;C,400 mg/L CaCl_2 ;D,500 mg/L CaCl_2 ;将田间所采切花迅速带回实验室,选择有1~2朵初开的花枝,剪去基部叶片,保留顶部一对叶片,花枝长度统一为40 cm,基部斜切,插入盛有200 mL保鲜液的三角瓶中,花茎基部浸

① 收稿日期:2010-08-08

基金项目:云南省教育厅科研基金资助项目(09Y0500).

作者简介:师进霖(1970-),云南通海人,副教授,主要从事作物设施栽培生理的教学与研究.

入溶液深度为 5 cm, 瓶口用脱脂棉封好, 每瓶 3 枝花, 重复 5 次. 试验期间室内温度 25 ± 3 °C, 空气相对湿度 65%~70%, 光照为室内散射光. 每天测定一次形态指标, 每 3 d 测定一次生理指标.

1.3 指标测定

1.3.1 鲜质量

用电子天平(精度 0.01 g)测定花枝质量, 以处理液处理前鲜质量为 100, 计算瓶插期间鲜质量变化量, 取处理内的平均值作为该处理的花枝鲜质量.

1.3.2 水分平衡值

先称取花枝+溶液+瓶塞+瓶质量, 以连续 2 次称量之差为 2 次称量这段时间内的失水量; 同时称量溶液+瓶塞+瓶质量计算吸水量, 吸水量和失水量之差即为水分平衡值^[7].

1.3.3 瓶插寿命

从切花瓶插之日起到花严重萎蔫、花瓣干枯皱缩、花色因失水而变暗、茎秆干枯、弯头及折梗等失去观赏价值为止的天数.

1.3.4 呼吸速率

参照王兴国等的方法测定^[8].

1.3.5 可溶性糖含量

采用蒽酮比色法^[9]测定.

1.3.6 可溶性蛋白含量

采用考马斯亮兰 G-250 法测定^[9].

1.3.7 花瓣细胞膜相对透性

采用电导法^[10]测定.

1.3.8 脯氨酸含量

采用磺基水杨酸法测定^[11].

1.4 数据处理

数据采用 Microsoft Excel 软件进行绘图, 用 SPSS 软件 Duncan's 多重比较法进行统计分析.

2 结果与分析

2.1 不同处理对洋桔梗切花水分平衡值和鲜质量变化的影响

切花离体后的水分平衡是由蒸腾作用和吸水量决定的, 当吸水量大于蒸腾失水时切花鲜质量上升、花色鲜艳, 代谢正常, 保持较好的鲜度; 吸水量小于蒸腾量时则相反, 因此, 切花水分平衡值的研究有重要意义. 如表 1 所示, 各处理的水分平衡值总体均呈下降趋势, 由正值降为负值, 显示切花的吸水量小于失水量, 不同的是对照在第 5 d 由正值降为负值, 处理 A、B、D 比对照延长了 4 d 才降为负值, 处理 C 则延长了 6 d, 在 0.05 水平上分析差异显著, 可见添加 Ca^{2+} 对改善切花水分状况有明显作用.

对照和各处理切花瓶插期间鲜质量均呈现先上升后下降的变化规律(表 2), 在鲜质量变化值上各处理间无显著差异, 但处理 C 鲜质量下降至起始值以下的时间比其他处理延迟了 2 d, 且后期降幅较低.

表 1 不同处理对洋桔梗切花水分平衡值的影响

处理	瓶插天数/d					
	1	3	5	7	9	11
CK	3.93	2.62	-0.24	-1.56	-1.97	-3.38
A	3.89	2.17	1.23	0.15	-0.7	-1.84
B	3.97	2.64	1.07	0.34	-0.98	-2.71
C	3.86	2.46	1.52	0.87	0.19	-2.58
D	4.12	3.07	0.99	0.12	-0.33	-3.05

表 2 不同处理对洋桔梗切花鲜质量的影响

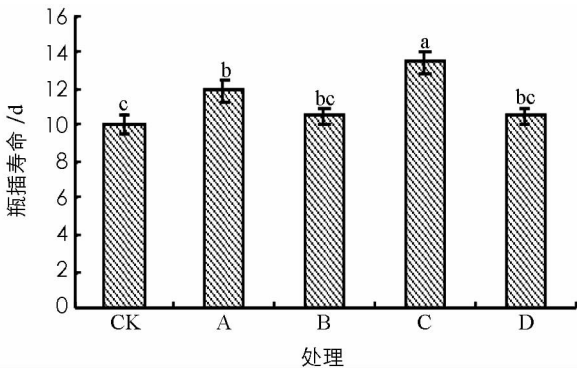
处理	瓶插天数/d			
	1	4	7	10
CK	100	106.7	99.2	89.2
A	100	103.3	98.6	89.9
B	100	105.8	99.4	91.2
C	100	107.7	101.6	93.7
D	100	106.2	97.6	88.7

2.2 不同处理对洋桔梗切花瓶插寿命的影响

从图 1 可以看出,不同浓度的 Ca^{2+} 溶液处理后,均能不同程度地延长洋桔梗切花的瓶插寿命,处理 C 的切花寿命最长,比对照延长了 3.5 d,其次是 200 mg/L 的处理,其瓶插寿命比对照延长了 2 d,二者和对照的差异均达到显著水平.处理间,400 mg/L 浓度与其他各浓度处理存在显著差异.说明较适宜的瓶插浓度为 400 mg/L.

2.3 不同处理对洋桔梗切花呼吸速率的影响

由图 2 可知,对照与各处理洋桔梗切花瓶插期间呼吸速率的变化趋势基本一致,呼吸速率开始都呈上升现象,到第 4 d 出现呼吸跃变高峰,其中对照的呼吸跃变峰最大,而各 CaCl_2 处理的呼吸速率受到明显抑制,此后各处理的呼吸速率均逐渐下降,第 7 d 后又小幅上升.其中处理 C 的呼吸速率变化最为平稳.



图中不同小写字母表示处理间差异达 5% 显著水平.

图 1 不同处理对洋桔梗切花寿命的影响

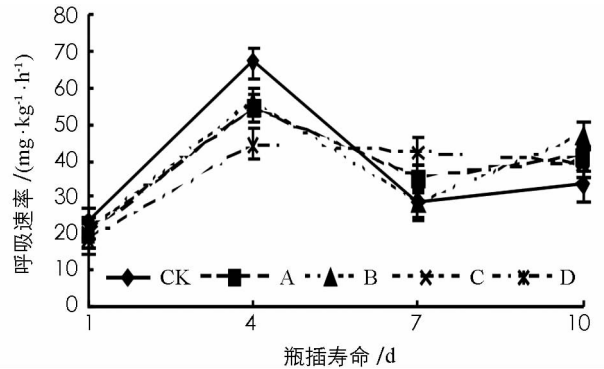


图 2 不同处理对洋桔梗切花呼吸速率的影响

2.4 不同处理对洋桔梗切花可溶性糖和可溶性蛋白质的影响

洋桔梗切花在瓶插期间,不同处理的可溶性糖变化规律相似(图 3),前期含量上升,第 4 d 到第 7 d 变化平稳,第 7 d 后含量迅速下降.且各 Ca^{2+} 处理的可溶性糖含量在各个时期均高于对照.说明经 Ca^{2+} 处理后洋桔梗切花呼吸基质贮存充裕,能有效维持切花较长时间的鲜度.

蛋白质含量下降是切花衰老的一个重要标志.由图 4 可看出,经 Ca^{2+} 处理的蛋白质在瓶插前期总体以合成为主,第 4 d 后合成减少,降解加剧,而后期蛋白质含量呈上升现象可能与花萎蔫丧失水分,鲜质量下降,相对蛋白质含量上升有关.瓶插期对照的可溶性蛋白质含量显著低于各 Ca^{2+} 处理,说明 Ca^{2+} 处理可减缓可溶性蛋白质的降解.

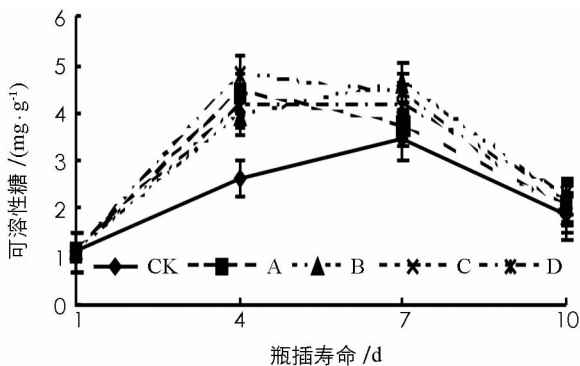


图 3 不同处理对洋桔梗切花可溶性糖的影响

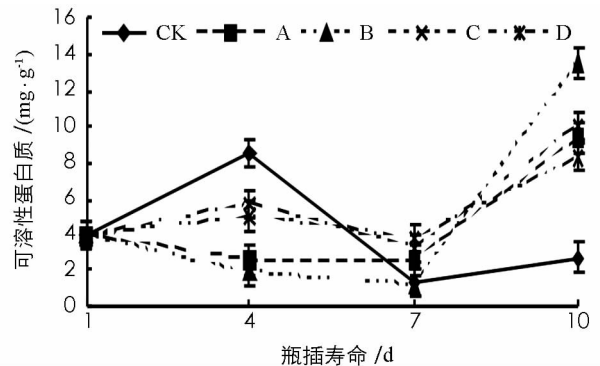


图 4 不同处理对洋桔梗切花可溶性蛋白质的影响

2.5 不同处理对洋桔梗切花花瓣细胞膜透性和脯氨酸含量的影响

由图 5 可见, 洋桔梗切花花瓣相对电导率在瓶插期间随时间推移呈逐渐上升趋势, 处理组的相对电导率均低于对照. 表明 Ca^{2+} 处理能降低花瓣组织相对电导率, 细胞膜透性降低.

图 6 表明, 对照的脯氨酸含量呈现先下降, 后上升, 然后又下降的趋势; 而不同浓度 Ca^{2+} 处理的脯氨酸含量总体趋势是先上升, 后下降. 第 7~10 d, 对照脯氨酸含量均高于其他处理; 第 10 d 时, 处理 A、B、C、D 的脯氨酸含量比对照分别低 49.3%, 33.9%, 28.5%, 22.8%. 表明 Ca^{2+} 处理可以降低脯氨酸的含量, 延缓衰老.

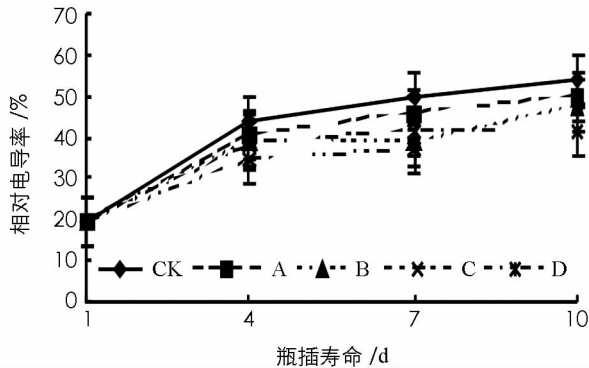


图 5 不同处理对洋桔梗切花花瓣相对电导率的影响

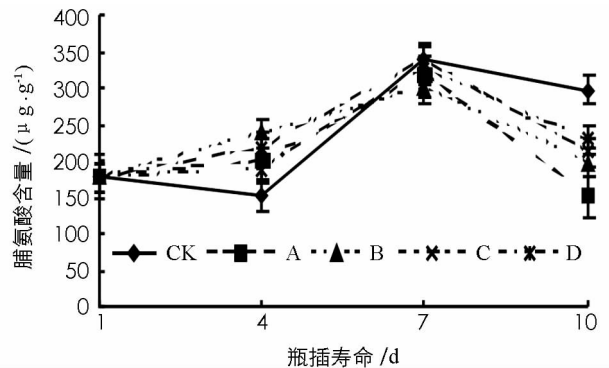


图 6 不同处理对洋桔梗切花脯氨酸含量的影响

3 讨 论

切花脱离母体后, 其营养源被切断, 加上环境因子和微生物的不良影响及其内部发生的一系列生理生化变化, 最终导致切花衰老和凋谢^[12]. Ca^{2+} 可作为细胞内外信息传递的第二信使, 被视为植物代谢的重要控者^[5], 充足的 Ca^{2+} 有利于细胞分裂和花瓣生长, 而且 Ca^{2+} 在维持膜的稳定性, 抑制内源酶对茎的堵塞以及作为乙烯作用的抑制剂方面起了重要作用^[13]. 本试验结果表明, CaCl_2 可以有效延缓洋桔梗切花的衰老过程, 改善水分状况, 稳定呼吸速率, 减缓细胞膜系统的损伤, 其瓶插寿命和形态品质与 CaCl_2 浓度有关, 其中以 400 mg/L CaCl_2 处理效果最佳. 在此浓度下, 洋桔梗切花的瓶插寿命比对照延长了 3.5 d. 浓度较高的处理 D 的保鲜效果反而不好, 这可能与细胞内钙离子浓度增加, 参与形成钙调蛋白, 促进 1-氨基-环丙烷-1-羧酸 (ACC) 的形成有关^[14].

水分亏缺是切花离体后衰老较快的原因之一, 如果切花水平衡失调, 鲜质量就减少并逐渐萎蔫^[6]. 本试验结果表明, 400 mg/L CaCl_2 处理对洋桔梗水分平衡值和鲜质量变化有着明显的改善作用, 含 Ca^{2+} 瓶插液能使切花后期吸水能力增强. 另外, 试验还发现 Ca^{2+} 可有效降低洋桔梗切花呼吸高峰值, 这与弓弼等人在月季切花上的研究结果一致^[15].

蛋白质降解是切花衰老过程中普遍存在的现象, 随着蛋白质的分解, 细胞膜系统受到损伤, 从而加快切花的衰老^[12]. 而 CaCl_2 能增强细胞清除自由基的能力, 减少自由基对膜系统的损伤^[16]. 试验结果表明, 经 Ca^{2+} 处理的洋桔梗切花花瓣中可溶性蛋白质在瓶插期间保持着比对照较高的水平, 显示 Ca^{2+} 对花瓣蛋白质的降解有延缓作用. 试验结果还表明, CaCl_2 能有效延缓切花花瓣细胞膜相对透性的增加和可溶性糖含量的降低, 说明 CaCl_2 能减少花瓣溶质外渗, 减少质膜受损, 维持平衡的糖代谢, 延长切花寿命.

脯氨酸不仅可作为一种最有效的渗透调节物质, 还可提高抗氧化能力, 稳定生物大分子结构^[17]. 在植物体内, 水分亏缺程度与体内游离脯氨酸含量的增加呈正相关, 它在一定程度上反映体内的水分亏缺状况, 蛋白质降解增加则是游离脯氨酸含量上升的另一个原因^[18]. 从表 1、图 6 可看出, 游离脯氨酸含量和水分的变化与切花形态变化基本吻合, 第 1~7 d 脯氨酸含量逐渐上升而水分平衡值相应的下降, 第 7 d 后脯氨酸含量开始下降, 则主要与鲜质量下降, 相对蛋白质含量上升有关.

本试验表明, CaCl_2 瓶插处理对洋桔梗切花具有较明显的延缓衰老、延长切花寿命的作用, 其中以

400 mg/L 浓度处理的保鲜效果最好, 瓶插寿命达 13.5 d. 其保鲜的生理生化基础在于 CaCl_2 具有延缓切花水分平衡值与花枝鲜质量变化率下降, 延缓花瓣中蛋白质的降解及维持花瓣中还原糖含量相对稳定, 有效降低洋桔梗切花的呼吸速率, 抑制瓶插期细胞膜透性上升速度等生理效应. 因此, CaCl_2 在洋桔梗切花保鲜上具有良好的应用前景.

参考文献:

- [1] 田如英, 周恒. 不同保鲜剂对洋桔梗鲜切花保鲜效果的研究 [J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(5): 625—626.
- [2] 刘健君, 林萍. 糖和无机盐预处理对洋桔梗切花的保鲜效应 [J]. 安徽农业大学学报, 2008, 35(4): 597—600.
- [3] 马晓娣, 孙玉霞, 黄美玉. 保水剂在月季切花保鲜中的应用研究 [J]. 西北农业学报, 2007, 16(2): 206—209.
- [4] 范美华. 氯化钙处理对玫瑰切花保鲜效应的影响 [J]. 浙江农业科学, 2008(1): 43—45.
- [5] 白吉刚, 许培磊, 宗成顺, 等. 外源钙对唐菖蒲切花的保鲜效果和生理效应 [J]. 中国农业科学, 2008, 41(10): 3229—3239.
- [6] 陈丹生, 李娘辉, 王精明, 等. 氯化钙对非洲菊切花的保鲜作用 [J]. 云南植物研究, 2004, 26(3): 345—348.
- [7] 叶明琴. 不同保鲜剂对麝香百合切花的保鲜效应 [J]. 广西农业科学, 2001(4): 180—182.
- [8] 王兴国, 张淑梅. 保鲜剂对香石竹切花衰老的影响 [J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(2): 192.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 130—247.
- [10] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理实验指导 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002: 115—116.
- [11] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 278—279.
- [12] 何生根, 阳成伟, 蒋跃明, 等. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 对月季切花保鲜作用的研究 [J]. 仲恺农业技术学院学报, 2000, 13(4): 7—11.
- [13] 刘丽, 曾长立, 官长乐. Ca^{2+} 和 Co^{2+} 对百合切花保鲜效果的研究 [J]. 江汉大学学报: 自然科学版, 2007, 25(1): 74—78.
- [14] 王忠兰. 无机盐对唐菖蒲切花的保鲜效应 [J]. 北方园艺, 1997(1): 38—39.
- [15] 弓弼, 马惠玲, 贾德华, 等. 含 Ca^{2+} 瓶插液配方筛选及其对月季切花保鲜效应 [J]. 北方园艺, 2006(6): 38—39.
- [16] 洪法水, 赵海泉. CaCl_2 对月季切花衰老的影响 [J]. 园艺学报, 1999, 26(1): 62—64.
- [17] 侯彩霞, 汤章城. 细胞相容性物质的生理功能及其作用机制 [J]. 植物生理学通讯, 1999, 35(1): 1—7.
- [18] 周毅, 尤忠胜, 俞越汉, 等. 化学药剂对唐菖蒲切花衰老的影响 [J]. 园艺学报, 1994, 21(2): 189—192.

Effect of Calcium Chloride on Fresh-Keeping and Physiological Response of Cut-Flowers *Eustoma grandiflorum* During the Vase Period

SHI Jin-lin, DU Xiu-hong, JIANG Yue-li,
DONG Shao-hui, LI Jun-ping

Yuxi Agricultural Vocation-Technical College, Yuxi Yunnan 653106, China

Abstract: Cut-flowers of *Eustoma grandiflorum* were steeped in CaCl_2 solutions of different concentrations and their morphological changes and some physiological characteristics were studied. The results indicated that suitable concentrations of CaCl_2 prolonged the freshness of the flowers, increased their fresh weight, maintained water balance, delayed the appearance of respiratory peak and the degradation of soluble protein and lowered the relative permeability of the cell membrane. The solution with 400 mg/L CaCl_2 showed the best fresh-keeping effect, in which vase-life of the cut-flowers was prolonged by 3.5 days compared with the untreated flowers.

Key words: CaCl_2 ; cut-flowers *Eustoma grandiflorum*; fresh-keeping; respiration rate; soluble protein; relative electric conductivity