

DOI: 10.3969/j.issn.1674-5663.2016.01.002

不同质量浓度果糖对大王龙船花切花保鲜效果的影响

王廷芹, 邝安丽, 张燕宜

(广东海洋大学 农学院, 广东 湛江, 524088)

摘要: 以大王龙船花 (*Ixora chinensis* Lamack) 切花为试材进行保鲜处理, 在添加 8-羟基喹啉硫酸盐 (8-HQS) 100 mg/L 的基础上探讨不同质量浓度果糖对大王龙船花切花保鲜效果的影响. 结果表明: 与对照相比, 8-HQS 100 mg/L + 果糖 20 g/L 保鲜液处理可显著延长瓶插寿命 3.81 d, 提高切花的开花率和可溶性糖的质量分数, 使切花的鲜质量、水分平衡值和花瓣质膜透性变化比较缓慢. 因此此保鲜液适用于大王龙船花切花的瓶插保鲜, 并可提高其观赏价值.

关键词: 果糖; 大王龙船花; 切花; 保鲜; 瓶插寿命

中图分类号: S681.5

文献标志码: A

文章编号: 1674-5663(2016)01-0006-07

Effects of different fructose concentrations on *Ixora Chinensis* cut flower preservation

WANG Tingqin, KUANG Anli, ZHANG Yanyi

(Agricultural College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: Effects of different fructose concentrations on *Ixora Chinensis* cut flower preservation were studied by adding 100 mg/L of 8-HQS. The results showed that the preservative solution (8-HQS 100 mg/L + fructose 20 g/L) could significantly prolong the vase life of cut *Ixora Chinensis* flower, which could keep 3.81 days more than the control (8-HQS 100 mg/L), and it could increase the flowering rate and soluble sugar content, much slow changes of the fresh mass and water balance value, and the relative membrane permeability. Thus, the preservative solution in this study can improve vase preservation life and the ornamental value of cut *Ixora chinensis* flower.

Key words: fructose; *ixora Chinensis*; cut flowers; preservation; vase life

龙船花 (*Ixora chinensis* Lamack)^[1] 又名英丹花、仙丹花、百日红、水绣球, 为茜草科龙船花属 (*Ixora* Linn) 多年生木本植物. 该属植物花型优美, 花色艳丽, 是热带和亚热带地区良好的绿化植物^[2]. 陆奎眉等^[3] 比较了不同保鲜液对龙船花切花的保鲜效果, 发现质量分数 2% 的蔗糖 + KH₂PO₄ 150 mg/L + 8-羟基喹啉 (8-HQ) 120 mg/L + 柠檬酸 30 mg/L 的保鲜效果最好. 林金水等^[4] 则发现, 经过 8-羟基喹啉硫酸盐 (8-HQS) 200 mg/L + 质量分数 2% 的蔗糖 + 柠檬酸 200 mg/L 处理的大王龙船花寿命最长, 效果最佳. 但是, 果

糖等其它糖源在切花保鲜的应用则罕见报道. 作者以不同质量浓度的果糖瓶插处理, 观察其对大王龙船花切花保鲜效果的影响, 以筛选出保鲜效果较好的保鲜液, 为大王龙船花切花提供有效的采后保鲜技术, 希望能够为切花类植物采后保鲜提供参考.

1 材料与方法

1.1 材料

大王龙船花 (*Ixora chinensis* Lamarck), 采自广东海洋大学主校区. 试验于 2014 年 5 月进行, 选取无病虫害、单头及花苞开放程度相似 (每个

收稿日期: 2015-11-10

基金项目: 国家级农科教合作人才培养基地 (GDOU2013040301)、教育部卓越农林人才培养计划 (GDOU2014041204) 和广东海洋大学“创新强校工程” (GDOU2014050220) 资助项目.

作者简介: 王廷芹 (1977-), 女, 山东惠民人, 副教授, 博士. E-mail: wtqin@163.com.

花序有 1~4 朵小花开放) 的花枝, 采后立即放入盛有清水的桶中, 备用.

8-羟基喹啉硫酸盐(8-HQS), 上海金穗生物有限公司; 果糖, 广州菲博生物科技有限公司; 磷酸、二水合 5-磺基水杨酸, 广州化学试剂厂; 脯氨酸、硫代巴比妥酸、蒽酮, 国药集团化学试剂有限公司; 浓硫酸, 廉江市爱廉化工试剂有限公

司; 茚三酮, 天津市百世化工有限公司.

1.2 试验处理

本试验设 5 个处理, 每个处理 16 枝花, 3 次重复. 保鲜处理方式为瓶插处理, 保鲜液以 8-HQS 100 mg/L 溶液为对照, 其它保鲜液在对照的基础上分别添加不同质量浓度的果糖(表 1).

表 1 大王龙船花切花保鲜液配方

Table 1 The preservative solution of cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	保鲜液配方 Preservative solution
对照 Control	8-Hydroxyquinoline sulfate(8-HQS) 100 mg/L
A 处理 A Treatment	8-Hydroxyquinoline sulfate(8-HQS) 100 mg/L + 果糖(Fructose) 10 g/L
B 处理 B Treatment	8-Hydroxyquinoline sulfate(8-HQS) 100 mg/L + 果糖(Fructose) 15 g/L
C 处理 C Treatment	8-Hydroxyquinoline sulfate(8-HQS) 100 mg/L + 果糖(Fructose) 20 g/L
D 处理 D Treatment	8-Hydroxyquinoline sulfate(8-HQS) 100 mg/L + 果糖(Fructose) 25 g/L

采用水切法, 保留供试花枝花序下面 2 对叶, 去掉花枝上其余的叶片, 将花枝置于清水中剪去基部, 留约 20 cm 长, 剪口斜面, 在清水中放置 10 min 后分别瓶插于各保鲜液中, 每个处理 4 个瓶子, 除指定的一瓶(1 枝花)外, 其余每瓶 5 枝花. 瓶插期间室温为 28~32℃, 光照条件为室内自然光. 瓶插液为 100 mL, 瓶插后每隔 1 d 更换一次保鲜液. 为了确保切花瓶插条件一致, 减小系统误差, 每隔 1 d 更换一次花瓶的摆放位置.

1.3 相关指标测定

1.3.1 瓶插寿命 从瓶插当天(按第 1 天计算)起, 按照文献 [3] 的方法统计至失去观赏价值前一天为止的天数. 失去观赏价值的标准为 70%~80% 的小花萎蔫或脱落、花瓣褐变^[1].

1.3.2 开花率 按照文献 [4] 的方法, 每天观察并记录鲜切花的花苞开放数量, 花苞的开放数与花苞总数的比值即为开花率.

1.3.3 鲜质量变化率 按照文献 [5] 的方法, 采用称量法测定花枝鲜质量的变化率.

1.3.4 水分平衡值 按照文献 [1] 的方法, 从瓶插当天算起计算大王龙船花的水分平衡值.

1.3.5 花瓣可溶性糖质量分数 采用蒽酮比色法^[8]进行测定.

1.3.6 花瓣质膜透性 采用相对电导率(Relative electric conductivity, REC)^[1]方法进行测定.

1.3.7 过氧化物酶(Peroxidase, POD)活性 采用愈创木酚法^[9]进行测定.

1.3.8 花瓣丙二醛质量浓度 采用比色法^[10]进行测定.

1.3.9 脯氨酸质量分数 采用酸性茚三酮法^[10]进行测定.

1.4 数据处理与方法

试验数据使用 Excel 进行整理, 采用 DPS 统计软件中的 LSD 法进行统计分析.

2 结果与分析

2.1 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花瓶插寿命的影响

在瓶插溶液中添加不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花瓶插寿命均具有显著的影响. 其中, C 处理组大王龙船花切花瓶插寿命最长, 达 12.97 d, 显著高于对照、A 和 B 处理组($P < 0.05$), 比对照延长了 3.81 d. A、B 和 D 处理组切花瓶插寿命均显著高于对照, 分别比对照延长 2.79 d、1.86 d 和 1.81 d. A、B 和 D 处理间没有显著差异($P < 0.05$)(表 2).

表 2 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花瓶插寿命的影响

Table 2 Effects of different concentrations of fructose on vase life of cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	瓶插寿命 Vase life/d
对照 Control	9.16 ± 1.40 c ¹⁾
A 处理 A Treatment	11.02 ± 0.42 b
B 处理 B Treatment	10.97 ± 0.36 b
C 处理 C Treatment	12.97 ± 0.37 a
D 处理 D Treatment	11.95 ± 0.58 ab

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

2.2 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花开花率的影响

随着时间的延长,对照和各处理的大王龙船花切花的开花率总体呈逐渐上升的趋势,保鲜前期,对照和各处理的开花率均无显著差异.处理后第 7 天, B 和 D 处理组开花率显著高于对照和 A 处理 ($P < 0.05$), 与 C 处理无显著差异. 第 9 天, B 和

D 处理组开花率显著高于对照和 A 处理, C 处理组开花率显著高于对照. 第 11 天, B、C 和 D 处理组开花率均显著高于对照, 与 A 处理间无显著差异. 第 13 天, C 处理组开花率达到 77.13%, 高于各处理组, 是对照的 3.18 倍, B、C 和 D 处理组开花率均显著高于对照, 但与 A 处理间无显著差异 (表 3).

表 3 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花开花率的影响

Table 3 Effects of different concentrations of fructose on flowering rate of cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	开花率 Flowering rate/%													
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d	第 11 天 11th d	第 13 天 13th d	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d	第 11 天 11th d	第 13 天 13th d
对照 Control	4.50 ± 0.01 a ¹⁾	10.40 ± 0.05 a	21.93 ± 0.06 a	24.23 ± 0.08 b	24.23 ± 0.08 c	24.23 ± 0.08 b	24.23 ± 0.08 b							
A 处理 A Treatment	3.77 ± 0.01 a	8.53 ± 0.03 a	21.73 ± 0.06 a	23.93 ± 0.05 b	29.57 ± 0.02 bc	42.70 ± 0.15 ab	42.70 ± 0.15 ab							
B 处理 B Treatment	4.60 ± 0.01 a	14.27 ± 0.06 a	30.20 ± 0.03 a	43.43 ± 0.11 a	57.30 ± 0.21 a	63.93 ± 0.26 a	71.83 ± 0.34 a							
C 处理 C Treatment	4.43 ± 0.00 a	15.33 ± 0.08 a	28.73 ± 0.14 a	40.30 ± 0.18 ab	54.13 ± 0.16 ab	64.70 ± 0.20 a	77.13 ± 0.17 a							
D 处理 D Treatment	4.33 ± 0.01 a	12.17 ± 0.09 a	34.17 ± 0.07 a	47.67 ± 0.06 a	66.33 ± 0.13 a	71.67 ± 0.16 a	73.33 ± 0.18 a							

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

2.3 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花鲜质量变化率的影响

随着时间的延长,对照和各处理大王龙船花切花的鲜质量变化率均呈先增后减的趋势. 对照组切花鲜质量在处理第 3 天就达到最大值, 比原来增加 4%, 之后其切花鲜质量就开始下降, 至第 9 天其鲜质量已低于原始重量, 且一直处于最低水平. A、B 和 D 处理组切花鲜质量在第 5 天达到最大值, 分别比原来增加 5.57%、8.37% 和 13.07%; C 处理组切花鲜质量变化最缓慢, 第 9 天才达到最大值, 比原来增加 16.73%, 是对照最

大值的 4.18 倍, 其峰值出现的时间比对照延迟了 6 d, 具有很强的保持切花吸水的功效, 其切花瓶插寿命最长 (表 4).

到处理后第 3 天, C 和 D 处理组鲜质量变化率显著高于对照和 A 处理, 与 B 处理无显著差异; 在第 5 天, C 和 D 处理组鲜质量变化率显著高于对照, D 处理组鲜质量变化率显著高于 A 处理组; 第 7 天, C 处理组鲜质量变化率显著高于对照, 各处理间无显著差异; 第 9 天, C 和 D 处理组鲜质量变化率显著高于对照, 各处理间无显著差异 (表 4).

表 4 不同质量浓度果糖对大王龙船花切花鲜质量变化率的影响

Table 4 Effects of different concentrations of fructose on change rates of fresh mass of cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	鲜质量变化率 Change rate of fresh mass/%														
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d
对照 Control	0.00 ± 0.00 a ¹⁾	4.00 ± 0.01 b	1.97 ± 0.04 c	0.67 ± 0.04 b	-7.17 ± 0.06 b										
A 处理 A Treatment	0.00 ± 0.00 a	4.93 ± 0.02 b	5.57 ± 0.07 bc	3.40 ± 0.13 ab	-0.13 ± 0.14 ab										
B 处理 B Treatment	0.00 ± 0.00 a	5.57 ± 0.02 ab	8.37 ± 0.03 abc	6.67 ± 0.07 ab	4.33 ± 0.13 ab										
C 处理 C Treatment	0.00 ± 0.00 a	7.37 ± 0.01 a	12.67 ± 0.02 ab	16.40 ± 0.04 a	16.73 ± 0.06 a										
D 处理 D Treatment	0.00 ± 0.00 a	7.73 ± 0.00 a	13.07 ± 0.02 a	12.87 ± 0.07 ab	12.50 ± 0.08 a										

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

2.4 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花水分平衡值的影响

对照和各处理大王龙船花切花的水分平衡值总

体呈先升后降的趋势. 各处理的下降速度各有差异, 但均比对照组的下降速度缓慢. 对照组水分平衡值在处理第 5 天就已降至 1 以下, 而 C 处理下

降的速度比较缓慢,第 9 天其水分平衡值才降至 1,比对照延迟了 4 d;另外 A、B 和 D 处理组水分平衡值在第 7 天均小于 1,比对照延迟了 2 d (表 5)。

处理后第 3 天,C 处理组水分平衡值显著高于

对照、A 和 B 处理,与 D 处理无显著差异;第 5 天,C 和 D 处理组水分平衡值显著高于对照,各处理间无显著差异;第 7 天,对照和各处理组水分平衡值均无显著差异;第 9 天,C 和 D 处理组水分平衡值显著高于对照,各处理间无显著差异(表 5)。

表 5 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花水分平衡值的影响

Table 5 Effects of different concentrations of fructose on water balance values of cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	水分平衡值 Water balance value				
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d
对照 Tontrol	1.00 ± 0.00 a ¹⁾	1.05 ± 0.02 b	0.98 ± 0.02 b	0.98 ± 0.02 a	0.89 ± 0.04 b
A 处理 A Treatment	1.00 ± 0.00 a	1.05 ± 0.02 b	1.01 ± 0.07 ab	0.96 ± 0.09 a	0.95 ± 0.04 ab
B 处理 B Treatment	1.00 ± 0.00 a	1.05 ± 0.01 b	1.03 ± 0.03 ab	0.99 ± 0.04 a	0.97 ± 0.11 ab
C 处理 C Treatment	1.00 ± 0.00 a	1.08 ± 0.02 a	1.06 ± 0.02 a	1.05 ± 0.03 a	1.00 ± 0.02 a
D 处理 D Treatment	1.00 ± 0.00 a	1.07 ± 0.01 ab	1.06 ± 0.01 a	0.99 ± 0.06 a	0.99 ± 0.01 a

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

2.5 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花可溶性糖质量分数的影响

处理前,对照和各处理大王龙船花切花的可溶性糖质量分数均无显著差异;于处理后第 3 天,C 处理组可溶性糖质量分数显著高于对照和其它处理,D 处理显著高于对照、A 和 B 处理;到处理后第 5 天,对照组可溶性糖质量分数最低,C 处理组

最高(比对照高 15.29 mg/g),各处理组可溶性糖质量分数均显著高于对照;第 7 天,各处理组可溶性糖质量分数均高于对照;第 9 天,C 处理组可溶性糖质量分数达到最高 31.39 mg/g,显著高于对照和其它处理,B 和 D 处理组可溶性糖质量分数显著高于对照和 A 处理(表 6)。

表 6 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花可溶性糖质量分数的影响

Table 6 Effects of different concentrations of fructose on the contents of soluble sugar in cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	可溶性糖质量分数 Soluble sugar content/(mg/g)				
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d
对照 Control	18.23 ± 0.17 a ¹⁾	20.12 ± 0.60 c	13.07 ± 0.88 d	14.88 ± 4.25 c	17.04 ± 1.84 d
A 处理 A Treatment	17.97 ± 0.73 a	16.27 ± 0.52 e	16.89 ± 1.25 c	18.70 ± 0.20 b	14.87 ± 0.60 d
B 处理 B Treatment	18.08 ± 0.47 a	17.97 ± 0.22 d	19.37 ± 0.22 b	20.22 ± 0.93 b	21.94 ± 2.50 c
C 处理 C Treatment	18.43 ± 0.23 a	26.94 ± 0.25 a	28.36 ± 0.07 a	24.67 ± 0.83 a	31.39 ± 0.81 a
D 处理 D Treatment	18.23 ± 0.11 a	21.99 ± 0.61 b	16.27 ± 0.20 c	17.22 ± 0.03 bc	26.77 ± 1.02 b

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

2.6 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花花瓣质膜透性的影响

各处理大王龙船花切花的花瓣质膜透性总体呈先下降后上升的趋势,而对照的花瓣质膜透性呈一直上升的趋势.保鲜处理前期,对照和各处理大王龙船花切花的花瓣质膜透性均无显著差异;在处理第 3 天,C 处理组花瓣质膜透性最低,对照和各处理间无显著差异;第 5 天,C 处理组花瓣质膜透性最低,显著低于 B 处理;第 7 天,C 处理组花瓣

质膜透性最低,显著低于 A 处理;而到处理后第 9 天,C 处理组花瓣质膜透性显著低于对照和其它处理(表 7)。

2.7 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花 POD 酶活性的影响

在保鲜处理前期,对照和各处理大王龙船花切花的 POD 酶活性均无显著差异;在处理第 5 天,A 和 B 处理组 POD 酶活性显著高于对照;第 7 天,C 处理组 POD 酶活性显著高于对照和其它处理,

对照、A、B 和 D 处理间无显著差异; 第 9 天, 对照和各处理组 POD 酶活性均无显著差异 (表 8)。

表 7 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花花瓣质膜透性的影响

Table 7 Effects of different concentrations of fructose on the relative membrane permeability in petal

处理 Treatment	相对电导率 Relative electric conductivity /%							
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d			
对照 Control	70.60 ± 0.01 a ¹⁾	72.50 ± 0.02 a	76.73 ± 0.05 ab	81.20 ± 0.08 ab	89.10 ± 0.00 b			
A 处理 A Treatment	78.40 ± 0.11 a	71.33 ± 0.05 a	72.90 ± 0.01 ab	83.53 ± 0.04 a	93.53 ± 0.01 a			
B 处理 B Treatment	78.23 ± 0.03 a	73.50 ± 0.02 a	78.43 ± 0.02 a	77.30 ± 0.06 ab	90.93 ± 0.00 b			
C 处理 C Treatment	79.27 ± 0.01 a	71.10 ± 0.06 a	71.67 ± 0.05 b	73.87 ± 0.05 b	83.97 ± 0.01 c			
D 处理 D Treatment	75.03 ± 0.01 a	73.80 ± 0.02 a	75.30 ± 0.01 ab	80.87 ± 0.02 ab	89.63 ± 0.02 b			

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

表 8 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花 POD 酶活性的影响

Table 8 Effects of different concentrations of fructose on POD activities in cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	POD 酶活性 POD activity/(u/(g · min))							
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d			
对照 Control	907.88 ± 298.11 a ¹⁾	591.37 ± 209.56 a	324.84 ± 49.98 c	333.17 ± 128.23 b	299.85 ± 86.56 a			
A 处理 A Treatment	749.62 ± 156.05 a	624.69 ± 283.80 a	966.18 ± 252.77 a	366.48 ± 38.17 b	249.88 ± 151.99 a			
B 处理 B Treatment	807.93 ± 137.62 a	849.58 ± 571.44 a	616.36 ± 62.88 b	383.14 ± 104.03 b	416.46 ± 62.88 a			
C 处理 C Treatment	957.86 ± 201.97 a	699.65 ± 180.19 a	608.03 ± 225.35 bc	766.28 ± 288.53 a	358.15 ± 87.75 a			
D 处理 D Treatment	891.22 ± 38.17 a	616.36 ± 251.54 a	508.08 ± 72.13 bc	399.80 ± 238.37 b	308.18 ± 123.26 a			

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

2.8 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花丙二醛浓度的影响

在保鲜处理前期, 对照和各处理大王龙船花切花的丙二醛浓度均无显著差异; 在处理第 3 天, D 处理组丙二醛浓度最高, C 处理组丙二醛浓度最低, D 处理的丙二醛浓度显著高于对照和其它处

理; 第 5 天, 对照组丙二醛浓度显著低于各处理; 第 7 天, A 和 B 处理组丙二醛浓度显著低于对照、C 和 D 处理, 对照组丙二醛浓度显著低于 C 和 D 处理; 第 9 天, 对照组丙二醛浓度最低, 显著低于各处理 (表 9)。

表 9 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花丙二醛浓度的影响

Table 9 Effects of different concentrations of fructose on MDA contents in cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	丙二醛质量浓度 MDA content/(μmol/g)							
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d			
对照 Control	14.62 ± 0.37 a ¹⁾	10.93 ± 0.12 b	10.18 ± 0.43 c	12.19 ± 0.27 c	15.52 ± 0.06 d			
A 处理 A Treatment	14.95 ± 0.75 a	11.61 ± 0.22 b	13.51 ± 0.06 a	11.04 ± 0.06 d	17.78 ± 0.22 c			
B 处理 B Treatment	14.55 ± 0.66 a	10.82 ± 1.10 b	13.01 ± 0.86 ab	11.25 ± 0.27 d	20.68 ± 0.45 b			
C 处理 C Treatment	15.20 ± 0.34 a	10.79 ± 0.72 b	12.40 ± 0.59 b	16.99 ± 0.32 a	23.33 ± 0.49 a			
D 处理 D Treatment	14.88 ± 0.27 a	15.99 ± 0.92 a	12.51 ± 0.33 b	12.98 ± 0.33 b	22.69 ± 0.47 a			

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

2.9 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花脯氨酸质量分数的影响

在保鲜处理前期, 对照和各处理大王龙船花切花的脯氨酸质量分数均无显著差异; 在处理第 5

天, 对照组脯氨酸质量分数最低, 显著低于各处理; 第 7 天, B 处理组脯氨酸质量分数最低, 显著低于对照和 C 处理; 第 9 天, 对照组脯氨酸质量分数最低, 显著低于 C 和 D 处理 (表 10)。

表 10 不同质量浓度的果糖对大王龙船花切花脯氨酸质量分数的影响

Table 10 Effects of different concentrations of fructose on Proline contents in cut *Ixora chinensis* flower

处理 Treatment	脯氨酸质量分数 Proline content/($\mu\text{g/g}$)									
	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d	第 1 天 1st d	第 3 天 3rd d	第 5 天 5th d	第 7 天 7th d	第 9 天 9th d
对照 Control	63.97 \pm 22.43 a ¹⁾	85.73 \pm 21.24 a	19.91 \pm 9.92 c	86.80 \pm 13.19 ab	58.60 \pm 18.93 c					
A 处理 A Treatment	70.82 \pm 26.21 a	90.20 \pm 25.68 a	147.17 \pm 4.07 a	81.73 \pm 7.87 abc	103.64 \pm 32.56 abc					
B 处理 B Treatment	62.07 \pm 15.08 a	123.99 \pm 33.25 a	168.82 \pm 42.64 a	51.41 \pm 12.63 c	86.64 \pm 17.12 bc					
C 处理 C Treatment	74.62 \pm 32.61 a	104.70 \pm 50.39 a	90.95 \pm 15.39 b	106.04 \pm 16.96 a	114.35 \pm 28.26 ab					
D 处理 D Treatment	101.93 \pm 29.53 a	127.30 \pm 51.00 a	170.66 \pm 19.05 a	67.25 \pm 28.40 bc	145.57 \pm 28.94 a					

¹⁾ 同一列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著. Different letters in the same column indicated significant difference at 5% level.

3 讨论

在切花保鲜中,糖源作为保鲜液配方的基本成分之一,对切花有多种效应,可为鲜切花提供能源、呼吸基质和调节水分平衡等^[13].蔗糖是切花保鲜中应用最广的糖源,果糖和葡萄糖也有采用^[3-4].8-HQS 和 8-羟基喹啉柠檬酸盐(8-HQC)是切花保鲜中最常用的杀菌剂,能抑制细菌、酵母菌和真菌的作用,可防止细菌侵染花茎而造成切花花茎的“生理性”堵塞,保证花茎吸水通畅,具有广谱的有效性和安全性^[14-15].林金水等^[4]的研究发现,单独使用 8-HQS 100 mg/L 处理的大王龙船花切花的瓶插寿命比清水处理的延长 3.67 d,但开花率较高,叶片易发黄,因此 8-HQS 应配合其它药剂来使用.在 8-HQS 的基础上加入果糖,可使大王龙船花切花的保鲜效果更佳.

低浓度果糖能够延长大王龙船花切花的保鲜时间,当果糖浓度过高时,就对切花的保鲜有一定抑制作用.本试验中,C 处理组瓶插寿命最长,各处理均能有效提高切花的开花率,在保鲜处理前期,D 处理组开花率最高,B 处理次之,C 处理最低;在保鲜处理后期,C 处理组开花率持续上升到 77.13%,变为最高,是对照组的 3.18 倍.其原因可能是到了后期,花茎的吸水能力变弱,若果糖浓度过高,则容易造成切花花茎的“生理性”堵塞,不利于切花吸收糖分,从而影响其花朵的开放.且浓度过高,容易造成叶片褐化,使切花的观赏价值降低.因此,20 mg/L 的果糖浓度处理是大王龙船花切花保鲜的最适宜浓度.

在较低浓度时,切花鲜质量随着果糖处理浓度的升高而增长,但果糖浓度过高提高了保鲜液的水势,影响了切花水分的吸收^[5],导致切花失水,使鲜质量降低.在本试验中,各处理都在不同程度

上促进了切花鲜质量的增加,均比对照的效果要好,引起切花鲜质量增加的原因主要在于^[16-17]:

①一定浓度的糖溶液进入切花体内后使得切花体内水势降低,细胞渗透压升高,促进了切花水分的吸收;②糖分含量增加使得切花气孔导度降低,气孔开放程度降低,减少水分挥发^[16];③充足的糖分供应为切花提供呼吸底物和代谢基质,促进花苞干物质的积累,使得鲜质量提高^[5].

可溶性糖是切花主要的呼吸底物,糖类物质的不足导致切花呼吸逐渐下降,切花迅速衰老^[18].较高浓度的果糖处理均使大王龙船花的可溶性糖质量分数有一定程度的增加,在处理后期,B、C 和 D 3 个处理组切花的可溶性糖质量分数分别增加了 3.86、12.96 和 8.55 mg/g,而对照则比原来减少了 1.18 mg/g.说明果糖溶液所供给的外源糖可被切花吸收和转运,增加了切花的含糖量^[19].其中,C 处理组可溶性糖质量分数增加的程度最大,且一直处于最高水平.

在切花衰老的过程中,花瓣膜结构的完整性被破坏,由于细胞膜的通透性增加,导致细胞质中的离子渗出到外界环境中,引起电导率的增加.所以,花瓣质膜透性可以通过电导率的大小来反应^[20].在本试验中,各处理对大王龙船花切花的花瓣质膜透性均有一定的影响,其中 C 处理对切花电导率的控制效果最好,其电导率一直处于最低水平,有效地保护了花瓣细胞膜的完整性,延缓了切花的衰老.

POD 参与过氧化氢的代谢,可避免细胞膜的损伤和破坏^[21].细胞中 MDA 浓度的多少间接反映了细胞膜脂的完整性^[21].随着瓶插时间的延长,切花逐渐衰老,体内产生各种自由基,清除自由基的保护酶系统如 POD、CAT 活性上升,直到最后自由基的产生和清除之间的平衡破坏,自由基的积

累引发了膜脂过氧化作用,而花瓣质膜透性与 MDA 浓度的增加使膜结构破坏受损,导致代谢失调,最终导致切花衰老^[21]。在本试验中,各浓度果糖处理均能不同程度地提高 POD 活性,但对 MDA 的抑制效果不太明显,反而 100 mg/L 8-HQS 单独处理能更好的抑制 MDA 浓度的增加。

果糖各处理对大王龙船花切花均有延缓衰老,延长瓶插寿命的作用。其中 C 处理(8-HQS 100 mg/L + 果糖 20 g/L)为最佳保鲜液配方。

参考文献:

- [1] 陆奎眉,林金水,赖钟雄. 龙船花切花瓶插保鲜液配方研究[J]. 热带作物学报,2010,31(12): 2198-2202.
- [2] 李颖欣,翁殊斐,张波. 龙船花属(*Ixora*)植物研究现状及其园林应用[J]. 热带农业科学,2013,33(1): 96-101.
- [3] 陆奎眉,林金水,谢志明. 不同保鲜液对龙船花切花的保鲜效果[J]. 园艺学报,2010,37(8): 1351-1356.
- [4] 林金水,陆奎眉,阮菁瑜. 大王龙船花切花保鲜液研究初探[J]. 福建热作科技,2008,33(1): 7-10.
- [5] 耿兴敏,李敏,王凌霄. 不同糖源对百合切花保鲜效果的影响[J]. 安徽农业大学学报,2013,40(3): 438-443.
- [6] 耿福建. 8-HQ, Al₂(SO₄)₃ 和 SA 对切花月季、香石竹和菊花延缓衰老的影响[D]. 天津: 天津大学,2011.
- [7] 韩卫民,王丙举,李荣,等. 不同保鲜液对一枝黄切花保鲜效果的研究[J]. 北方园艺,2000(5): 35-37.
- [8] 张宪政,陈凤玉,王荣富. 植物生理学试验技术[M]. 辽宁: 辽宁科学技术出版社,1994: 144-145,150-151.
- [9] 高俊凤. 植物生理学试验技术[M]. 北京: 世界图书出版公司,2000.
- [10] 黄海泉,江婷,樊国盛,等. STS 对六出花切花生理效应的影响[J]. 江西农业大学学报,2014,36(4): 295-299.
- [11] 崔瑾,马志虎,徐志刚,等. 不同光质补光对黄瓜、辣椒和番茄幼苗生长及生理特性的影响[J]. 园艺学报,2009,36(5): 663-670.
- [12] 李威,程智慧,孟焕文,等. 轮作不同蔬菜对大棚番茄连作基质中微生物与酶及后茬番茄的影响[J]. 园艺学报,2012,39(1): 73-80.
- [13] HALEVY A H, MAYAK S. Senescence and postharvest physiology of cut flower part I [J]. Horticulture Rev, 1979(1): 204-236.
- [14] LARSEFE, CROMARTY R W. Micro-organism inhibition by 8-hydroxyquinoline citrate as related to cut flower senescence [J]. Proc Amer Soc Sic, 1986(90): 546-549.
- [15] 黄剑波,张英慧. 不同环境下的 8-HQS 和 CA 对香石竹的保鲜效果研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(3): 965-967.
- [16] 朱丽娟. 不同光强和外源蔗糖对洛阳红牡丹花色和光合特性的影响[D]. 郑州: 河南农业大学,2005.
- [17] ICHIMURA K, SUTO K. Effects of the time of sucrose treatment on vase life, soluble carbohydrate concentrations and ethylene production in cut sweet pea flowers [J]. Plant Growth Regulation, 1999,28(2): 117-122.
- [18] 耿兴敏,李敏,全大治,等. 蔗糖对百合切花的保鲜效果[J]. 福建林业科技,2012,39(4): 92-96.
- [19] 张林青. 蔗糖对切花月季保鲜效果的影响[J]. 北方园艺,2013(14): 146-148.
- [20] 王华,张树. 郁金香切花瓶插期的衰老与膜脂过氧化关系[J]. 西北植物学报,1994,14(3): 220-224.
- [21] 唐爱均. 百合切花保鲜液及其保鲜生理生化机理的研究[D]. 杨陵: 西北农林科技大学,2008.

【责任编辑 简友光】

本刊被美国《化学文摘》收录

接美国化学文摘社中国文献处理中心 2015 年 1 月 31 日通知,《仲恺农业工程学院学报》已列入美国《化学文摘》(Chemical Abstracts, CA) 数据库期刊收录目录,从 2015 年(第 28 卷)第 1 期起 CA 数据库开始收录本刊。

美国《化学文摘》创刊于 1907 年,由美国化学协会化学文摘社编辑出版,是世界六大检索数据库之一,也是目前世界上涉及学科领域最广、收集文献类型最全、提供检索途径最多、应用最广、部卷最为庞大的一部著名的世界性化学、化工及相关学科的检索工具,涵盖的学科除无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、高分子化学外,还包括冶金学、地球化学、药物学、毒物学、环境化学、生物学以及物理学等诸多学科领域,其影响力目前仅次于 SCI。

《仲恺农业工程学院学报》编辑部

二〇一六年三月