

不同采收期及保鲜剂对高山杜鹃 XXL 切枝瓶插效果的影响

解玮佳¹, 宋杰¹, 彭绿春¹, 段学强², 汤再祥², 杨秀梅¹, 李世峰¹

(1. 云南省农业科学院花卉研究所/国家观赏园艺工程技术研究中心, 云南昆明 650205;

2. 昆明海达新花景园艺种苗有限公司, 云南安宁 650300)

摘要:为探讨不同采收期及保鲜剂对高山杜鹃切枝瓶插效果的影响, 以高山杜鹃 XXL 切枝为试验材料, 剪取硬蕾期、松蕾期、露色期和暄蕾期 4 个阶段的切枝进行瓶插, 研究瓶插期间的花和花序大小变化、开花率及瓶插寿命, 确定其最佳采收期; 并用蔗糖、8-羟基喹啉柠檬酸盐(8-HQC)、柠檬酸(CA)配制不同保鲜剂, 研究其对 XXL 待开切枝的开花、水分平衡及鲜质量变化的影响。结果表明, 暄蕾期采收的高山杜鹃 XXL 切枝花序大且寿命长, 瓶插效果最好, 而露色期的切枝瓶插效果次之。4.50 g/L 蔗糖+150 mg/L 8-HQC+100 mg/L CA 处理的切枝不仅开花率高, 花序大, 还能较好地维持切枝水分平衡, 延缓切枝鲜质量的下降, 使其瓶插寿命延长至 18 d。综上所述, 可根据消费地的远近采收露色期(远距离)和暄蕾期(近距离)的高山杜鹃 XXL 切枝, 同时选用 4.50 g/L 蔗糖+150 mg/L 8-HQC+100 mg/L CA 作为保鲜剂, 可有效延长其瓶插观赏期。

关键词:高山杜鹃; 切枝; 采收期; 保鲜剂; 瓶插效果

中图分类号: S685.21

文献标识码: A

文章编号: 1002-2481(2024)06-0115-07

Effects of Harvest Periods and Preservatives on Vase Performance of *Rhododendron* XXL Cut Branches

XIE Weijia¹, SONG Jie¹, PENG Luchun¹, DUAN Xueqiang²,

TANG Zaixiang², YANG Xiumei¹, LI Shifeng¹

(1. Flower Research Institute/National Engineering Research Center for Ornamental Horticulture,

Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China; 2. Kunming Haida New

Flower Border and Seedlings Co., Ltd., Anning 650300, China)

Abstract: To explore the effects of different harvest periods and preservatives on the vase performance of cut branches of *Rhododendron*, in this experiment, the cut branches of *Rhododendron* XXL were used as the experimental material, and the changes in flower and inflorescence size, the flowering rate, and the vase life of the cut branches were studied at the different harvest period such as the tight-bud stage, the unfold-top stage, the soft-bud stage, and the unfold-petal stage in order to determine the optimal harvest period. And then the effects of different preservatives on the flowering characteristics, the water balance, and the fresh weight change rate of XXL cut branches were studied by using sucrose, 8-hydroxyquinoline citrate(8-HQC), and citric acid monohydrate(CA) as the reagents. The results showed that the XXL cut branches harvested at the unfold-petal stage had the best vase performance with the largest flower and the longest vase life. And the cut branches harvested at the soft-bud stage had the second vase performance. Among the four different preservatives used in this experiment, the cut branches of the treatment of 4.50 g/L of sucrose+150 mg/L of 8-HQC+100 mg/L of CA had high flowering rate and large inflorescence, and the treatment effectively maintained the water balance, and delayed the decrease in fresh weight, and extended the vase life to 18±1 days of the cut branches. In conclusion, the rhododendron cut branches could be carried out according to the distance of consumption, by cutting the branches at the soft-bud stage for the far distance and the branches at the unfold-petal stage for the close distance, at the same time, 4.50 g/L of sucrose+150 mg/L of 8-HQC+100 mg/L of CA could be selected as the preservatives to prolong the vase life.

Key words: *Rhododendron*; cut branches; harvest periods; preservatives; vase performance

收稿日期: 2024-02-27

基金项目: 云南省生物种业和农产品精深加工专项(202302AE090018)

作者简介: 解玮佳(1978-), 女, 云南镇沅人, 研究员, 博士, 主要从事花卉种质创新研究工作。

通信作者: 杨秀梅(1977-), 女, 云南红河人, 研究员, 硕士, 主要从事花卉保鲜技术研究工作。

李世峰(1970-), 男, 云南曲靖人, 研究员, 硕士, 主要从事花卉技术推广工作。

高山杜鹃(*Rhododendron* L.)是指由杜鹃花科杜鹃花属常绿杜鹃亚属及其种质杂交选育而来的木本花卉,是世界知名观赏植物和我国十大名花之一^[1]。近 20 a 来,高山杜鹃盆栽作为年宵花在国内花卉市场上大放异彩^[2]。高山杜鹃 XXL 的花大、观赏性强^[3],具强抗病性^[4],耐强光^[5],还是较好的园林绿化品种^[6]和杂交亲本^[7]。高山杜鹃 XXL 的切花开始出现在小红书、淘宝等国内电商平台并获得了不错反响。高山杜鹃作为新型切花,由于采收时间的随意性而导致出现了花蕾不开或爆蕾等诸多售后问题。

作为切花技术体系的关键环节,适宜的采收期决定着切花其后的保鲜及瓶插效果^[8-9]。鲜切花由于与母株间的联系被切断,其自然瓶插寿命通常很短,如牡丹切花的自然瓶插寿命仅为 5~6 d^[10]。瓶插寿命是影响鲜切花适销性和顾客满意度的重要因素之一^[11]。由蔗糖、杀菌剂和酸化剂等配制而成的化学保鲜剂对鲜切花有抗菌防腐、补充营养和阻止水分流失等作用,能有效延长其瓶插寿命^[12]。目前,尚无高山杜鹃切花保鲜剂的相关研究报道,鉴于高山杜鹃具备切花开发的潜质,本试验采用不同质量浓度的蔗糖、8-羟基喹啉柠檬酸盐(8-HQC)和柠檬酸(CA)配制而成的保鲜剂对 XXL 切枝进行瓶插试验,比较其水平平衡值、鲜质量变化率、开花率、瓶插寿命等指标,筛选具有良好效果的保鲜剂配方,以期为高山杜鹃的切花保鲜及产业发展提供技术支撑。因此,通过试验研究来确定切枝的最佳采收期,保证其切花质量以促进高山杜鹃切花产业的良性发展。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验所用的高山杜鹃 XXL (*Rhododendron* XXL)切枝采自昆明海达新花景园艺种苗有限公司种植于安宁基地的 8 年生植株。

蔗糖(分析纯, Biosharp), 柠檬酸(分析纯, 广东光华科技股份有限公司), 8-羟基喹啉柠檬酸盐(纯度 98%, 上海源叶生物科技有限公司), 鲜花保鲜剂(荷兰可利鲜公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 采收期试验 设 4 个采收期进行切枝瓶插试验,分别是硬蕾期(花蕾上半部露白,整体处于紧实状态)、松蕾期(花蕾露白,整体处于松散状态)、露色期(花蕾内 1~3 朵花蕾显色)、喧蕾期(花蕾内所

有花蕾均显色)。2023 年 3 月中旬,于晴天 10:00 前,在 4 个时期剪取长度为 30~35 cm 的花枝,保留花蕾下方的 3 片叶。将花枝立即插入水中,带回实验室,洗去枝条和叶片上的污物,二次修剪花枝,使其长度至 30 cm 后插入装有 150 mL 鲜花保鲜剂的锥形瓶内,瓶口用保鲜膜封口。每个瓶内插 1 支切枝,每个采收期处理 6 支切枝作为重复。室温控制在(23±2)℃,相对湿度为 50%~85%,光照为自然散光。

参照杨秀梅等^[13]的方法,分别于瓶插 1、4、7、10 d 时测定切枝的花蕾/花序的高度和宽度。在切枝处于盛花期,测定花朵的高度和宽度,计算开花率,记录瓶插寿命。开花率是指切枝所开花朵数占其花序所有花朵数的比值;瓶插寿命是指从切枝初始试验到其花序所有花朵的花瓣全部萎蔫的时间。每个花序选取最外层的 3 朵花进行测定。以上数据均设 6 个重复,取其平均值。

1.2.2 保鲜剂试验 设 4 个保鲜剂处理(表 1)。在 2023 年 3 月中旬,于晴天 10:00 前,剪取得开的高山杜鹃 XXL 花枝,去掉所有叶片后参照 1.2.1 的方法进行处理后插入装有 150 mL 不同保鲜剂(表 1)的锥形瓶内,瓶口用保鲜膜封口。每个瓶内插 1 支切枝,每个处理以 6 支切枝作为重复。室温控制在(23±2)℃,相对湿度为 50%~85%,光照为自然散光。

表 1 保鲜剂的配方
Tab.1 The combination of preservatives

处理 Treatment	蔗糖/(g/L) Sucrose	8-羟基喹啉柠檬酸盐/(mg/L) 8-HQC	柠檬酸/(mg/L) CA
T1(CK)	0	0	0
T2	1.50	150	300
T3	3.00	250	100
T4	4.50	150	100

参照杨秀梅等^[13]的方法,分别于瓶插 4、8、12、20 d 时测定各处理的溶液+瓶、溶液+瓶+花枝的质量。吸水量为相邻 2 次的溶液质量+瓶质重之差,失水量为相邻 2 次的溶液质量+瓶质量+花枝质量之差,而吸水量和失水量之差即为水分平衡值。同时测定花枝质量并计算出花枝鲜质量变化率。在切枝盛花期测定花序和花朵的高度和宽度,计算开花率,记录瓶插寿命。

花枝鲜质量变化率=(测定日鲜质量-初始鲜质量)/初始鲜质量×100% (1)

1.3 数据分析

使用 SPSS 25.0 对检测结果进行统计分析。采用单因素方差分析处理之间的显著性。

2 结果与分析

2.1 不同采收期对高山杜鹃XXL切枝瓶插效果的影响

从表2可以看出,随着切枝采收期的后延,高山杜鹃XXL切枝的开花数量和开花率呈上升趋势。硬蕾期剪取的切枝开花数和开花率均为0,显

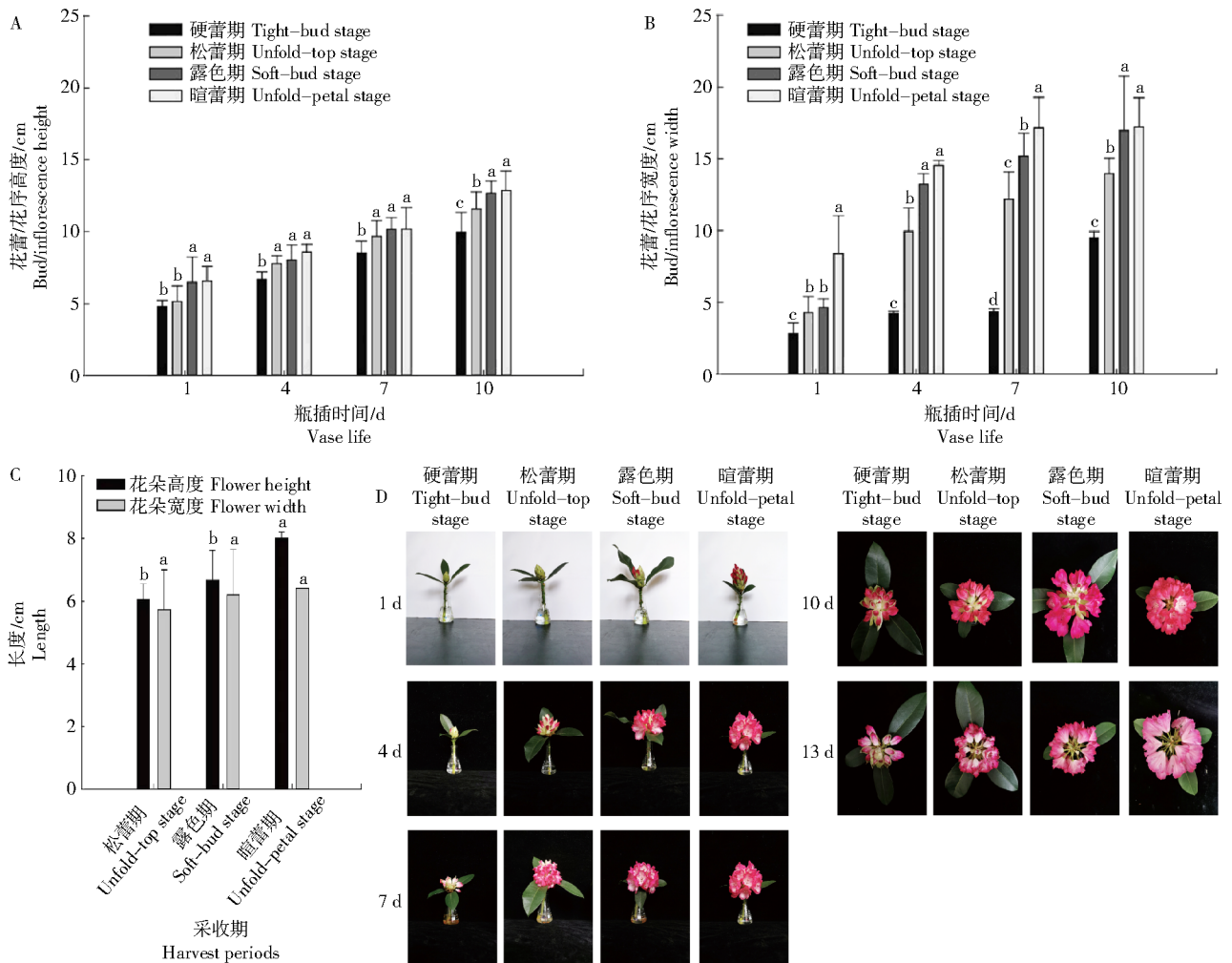
著低于松蕾期、露色期和暄蕾期($P<0.05$);露色期和暄蕾期剪取的切枝开花数和开花率显著高于松蕾期和硬蕾期($P<0.05$),且暄蕾期较高,其切枝开花数平均为18朵,切枝开花率达100%。从瓶插寿命看,露色期和暄蕾期的切枝瓶插平均寿命分别为15 d、13 d,二者间无显著差异,但显著高于松蕾期的切枝瓶插寿命($P<0.05$)。

表2 不同采收期对高山杜鹃XXL切枝瓶插效果的影响
Tab.2 The effects of the different harvest periods on vase performance of *Rhododendron* XXL cut branches

采收期 Harvest period	开花数/朵 Number of flowers	开花率/% Flowering rate	瓶插寿命/d Vase life	采收期 Harvest period	开花数/朵 Number of flowers	开花率/% Flowering rate	瓶插寿命/d Vase life
硬蕾期 Tight-bud stage	0c	0c	0c	露色期 Soft-bud stage	16±2a	88.67±7.41a	15±3a
松蕾期 Unfold-top stage	14±2b	67.30±3.45b	8±5b	暄蕾期 Unfold-petal stage	18±3a	100a	13±2a

注:表中数据为均值±标准差,不同小写字母表示各处理间存在显著差异($P<0.05$)。下表同。

Note: The data in the table were shown as mean ± standard error, and different lowercase letters indicated significant differences among the different treatments($P<0.05$). The same as below.



图中的不同小写字母表示各处理间存在显著差异($P<0.05$)

The different lowercase letters in the figures indicated significant differences among the different treatments

图1 不同采收期高山杜鹃XXL切枝瓶插期间的花蕾/花序高度(A)、花蕾/花序宽度(B)和花朵高度/宽度(C)和瓶插效果(D)

Fig.1 Bud/inflorescence height (A), bud/inflorescence width (B), flower height and flower width (C), and the vase performance (D) of *Rhododendron* XXL cut branches at the different harvest periods

从图 1 可以看出,随着瓶插时间的增加,不同采收期的高山杜鹃 XXL 切枝的花蕾/花序高度和宽度均呈增长趋势。瓶插 1 d 时,暄蕾期的切枝花蕾宽度(9.49 cm)显著高于其他 3 个采收期的花蕾宽度($P < 0.05$),其花蕾高度(9.97 cm)与露色期无显著差异,但显著高于硬蕾期和松蕾期($P < 0.05$);瓶插 4 d 时,硬蕾期和松蕾期的花蕾开始露色,露色期的开始开花,暄蕾期的开始进入盛花期;此时,露色期和暄蕾期的切枝花蕾/花序高度和宽度均显著高于硬蕾期的花蕾/花序高度和宽度($P < 0.05$),而露色期和暄蕾期的切枝花蕾/花序高度和宽度之间无显著差异;瓶插 7 d 时,硬蕾期的花蕾虽露色但色淡,观赏性欠佳;松蕾期的花开始开放,露色期的切枝进入盛花期;4 个采收期的切枝花蕾/花序宽度之间均呈显著差异($P < 0.05$),以暄蕾期的数值最大,达 12.67 cm;瓶插 10 d 时,硬蕾期的花序高度和宽度均显著低于其他 3 个时期,其值分别为 6.56、8.41 cm,松蕾期的花序高度和宽度显著低于露色期和暄蕾期,而后二者的花序高度和宽度之间无显著差异。瓶插 13 d 时,硬蕾期的花蕾仍处于闭合状态,松蕾期、露色期和暄蕾期花朵均表现出不同程

度的萎焉状态。在 3 个采收期中,其花朵的宽度间无显著差异。而暄蕾期的花朵高度达 8.00 cm,显著高于其他 2 个处理。

2.2 不同保鲜剂对高山杜鹃 XXL 切枝瓶插效果的影响

2.2.1 开花性状

不同保鲜剂处理的高山杜鹃 XXL 切枝开花数不同,以 T4 处理的开花数量最多,达到 18 朵,显著高于其余 3 个处理($P < 0.05$),其余 3 个处理间无显著差异。T2、T3 和 T4 处理间的开花率无显著差异,但均显著高于 T1(CK)处理($P < 0.05$)。不同保鲜剂处理下的切枝花序大小和花朵大小存在一定差异,切枝花序高度以 T4 处理最大(13.10 cm),T3 处理次之(12.61 cm),2 个处理间无显著差异,但均显著高于 T2 处理(10.31 cm)和 T1(CK)(9.85 cm)处理($P < 0.05$);T4 处理的花序宽度(15.21 cm)显著高于其余 3 个处理($P < 0.05$),而 T2、T3 和 T1(CK)3 个处理间无显著差异。T2、T3 和 T4 处理下的花朵高度、花朵宽度和瓶插寿命均显著大于 T1(CK)处理($P < 0.05$),且以 T4 处理的花朵高度、宽度和瓶插寿命最大,依次为 5.08 cm、6.03 cm 和 18 d。

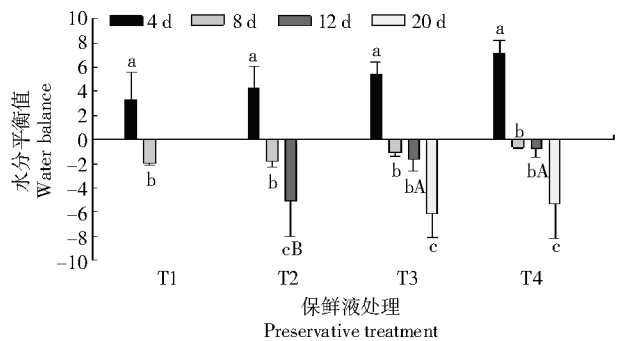
表 3 不同保鲜剂对高山杜鹃 XXL 切枝瓶插效果的影响
Tab.3 The effects of different preservatives on the vase performance of *Rhododendron* XXL cut branches

处理 Treatment	开花数/朵 Number of flowers	开花率/% Flowering rate	花序高度/cm Inflorescence height	花序宽度/cm Inflorescence width	花高度/cm Flower height	花宽度/cm Flower width	切花寿命/d Vase life
T1(CK)	16±2b	96.07±2.11b	9.85±0.79c	14.09±1.37b	4.44±0.16b	4.64±0.92b	7±1c
T2	16±0b	98.05±1.18a	10.31±2.18b	14.25±2.09b	4.76±0.27a	5.58±0.55a	12±2b
T3	17±1b	98.15±1.35a	12.61±2.01a	14.58±4.34b	4.91±0.29a	5.82±0.39a	14±1b
T4	18±2a	99.12±0.81a	13.10±3.28a	15.21±2.34a	5.08±0.53a	6.03±0.47a	18±1a

2.2.2 水分平衡

随着瓶插时间的延长,不同保鲜剂处理下的高山杜鹃 XXL 切枝水分平衡值总体呈下降趋势(图 2)。瓶插 4 d 时,不同处理间的切枝状态好(图 3),其水分平衡值均为正值,各处理间无显著差异;瓶插 8 d 起,各个处理的水分平衡值均呈负值,表明此时各切枝开始进入衰老状态。瓶插 12 d 时,T2 处理的水分平衡值为(-5.06)显著低于 T3(-1.66)和 T4(-0.76)处理;瓶插 20 d 时,T3 和 T4 处理的水分平衡值大幅降低,2 个处理间无显著差异。

从不同保鲜剂看,各个保鲜剂在不同瓶插时间下的水分平衡值变化趋势基本一致,与 T1、T2 处理相比,T3 和 T4 处理的切枝持续时间较长,均能维持至瓶插 20 d。



不同小写字母表示相同保鲜剂处理下不同瓶插时间之间差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示相同瓶插时间处理下不同保鲜剂之间差异显著($P < 0.05$)。图 4 同

The different lowercase letters indicated significant differences($P < 0.05$) among the same preservatives at different vase periods. The different capital letters indicated significant differences among the different preservatives at the same vase periods($P < 0.05$). The same as Fig. 4

图 2 不同保鲜剂对高山杜鹃 XXL 切枝水分平衡的影响
Fig.2 The effects of different preservatives on the water balance of *Rhododendron* XXL cut branches

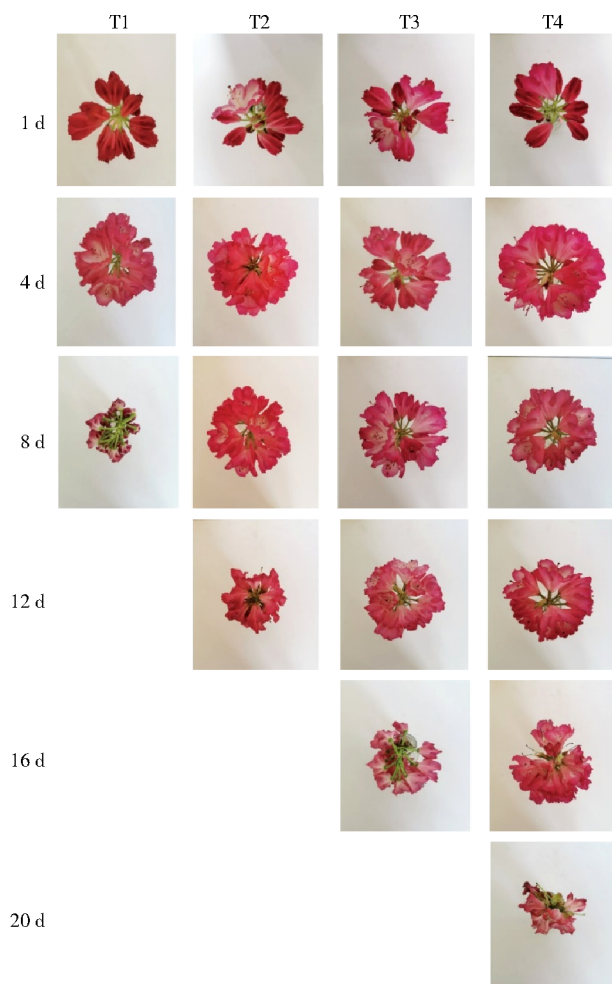


图3 不同保鲜剂对高山杜鹃XXL切枝开花的影响
Fig.3 The effects of different preservatives on the flowering characteristic of *Rhododendron* XXL cut branches

2.2.3 鲜质量变化率 瓶插4 d时,各个处理的鲜质量变化率均为正值,且各处理间无显著差异;瓶插8 d时,T2、T3和T4处理的鲜质量变化率均显著高于T1处理($P < 0.05$),T4处理最高(34.66%),且显著高于T2和T3处理($P < 0.05$);瓶插12 d时,T2处理的鲜质量变化率(-3.16%)显著低于T3(6.07%)和T4(29.91%)处理($P < 0.05$);瓶插20 d时,T4处理的鲜质量变化率显著高于T3处理($P < 0.05$),二者的鲜质量变化率分别为12.50%和-22.90%。

从不同保鲜剂看,各个保鲜剂在不同瓶插时间内的鲜质量变化率表现不同,以T4处理的表现最好,其瓶插期间鲜质量变化率均保持正值,瓶插4(32.00%)、8 d(34.66%)和12 d(29.91%)的鲜质量变化率之间无显著差异,而瓶插20 d的鲜质量变化率(12.50%)显著低于前3个处理($P < 0.05$)。T3处理次之,其鲜质量变化率趋势与T4鲜质量变化率相似,但瓶插20 d的鲜质量变化率(-22.90%)呈

负值,显著低于其瓶插期的前3个处理;T2处理瓶插12 d的鲜质量变化率(-3.16%)显著低于瓶插4 d(20.77%)和8 d(13.78%),T1处理瓶插8 d的鲜质量变化率(-3.23%)显著降低($P < 0.05$)。

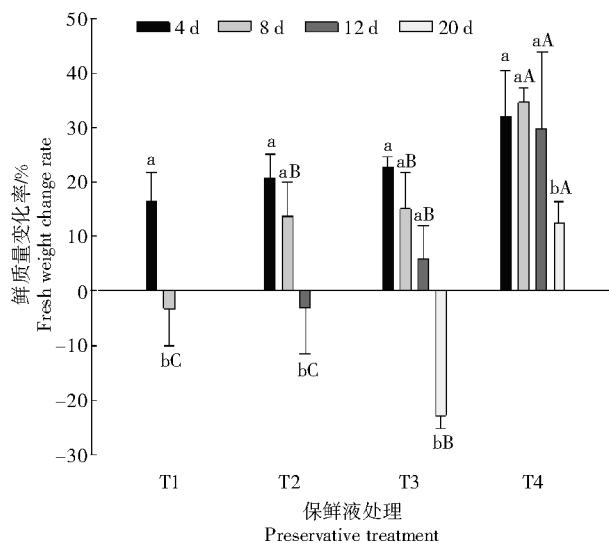


图4 不同保鲜剂对高山杜鹃XXL切枝鲜质量变化率的影响

Fig.4 The effects of different preservatives on the fresh weight change rate of *Rhododendron* XXL cut branches

3 结论与讨论

前人的试验结果已证明,适期采收是切花采后保鲜的关键环节^[8]。切离母体的切花由于水分代谢及其他生理特性的原因会导致其迅速衰败^[9]。切花花蕾最适宜的采收期应考虑到贮藏后既有最长的瓶插寿命,又能充分开放^[14]。采收过早,发育不成熟,营养积累不足,不利于贮后催花,造成花蕾不开放或花朵小;采收过迟,切花寿命缩短,且花冠易受到机械损伤^[15]。研究表明,绽口型的牡丹切花在喧蕾期采收的开花率最高且瓶插观赏性最好,松瓣型的牡丹切花在转色期采收则最好^[12];香石竹在外围2~3片花瓣向外倾斜并与水平轴呈80°时采收最佳^[16]。本试验表明,喧蕾期采收的高山杜鹃XXL切枝的花不仅大,且能全开,瓶插效果最好,而露色期的效果次之。松蕾期剪取的切枝虽然有部分花朵开放,但其整体观赏价值差;硬蕾期剪取的切枝花朵无法正常开放,完全失去了观赏价值。故高山杜鹃XXL切枝适宜的采收期为喧蕾期和露色期。在实际操作中,可以根据消费地的远近来切取切枝,例如,远距离时切取露色期切枝,而近距离时切取喧蕾期切枝。

一般来说,鲜切花的保鲜剂通过提供能增加营

养供应的外源糖源、具有杀菌作用的抗菌剂及可增强水分流通的抗氧化剂来解决鲜切花与母体分离后所导致的营养供应不足、水分缺失和光合能力下降等问题,延长其保鲜时间^[15]。蔗糖是延长鲜切花瓶插寿命中最为常用的糖,外源施用蔗糖能为鲜切花提供大量呼吸基质,并能诱导芽期采收的花朵开放。8-羟基喹啉柠檬酸盐(8-HQC)主要作为一种抗菌剂,可在无菌组织中通过生理作用来减少茎干堵塞,促进水分吸收^[11]。柠檬酸作为酸化剂,不仅可以降低溶液 pH,抑制微生物生长,还可以阻止乙烯的产生^[17]。朱政财等^[18]研究发现,20 g/L 蔗糖+100 mg/L 8-羟基喹啉柠檬酸盐+200 mg/L 硝酸钙处理下的美丽异木棉鲜切花开花率可达 86.96%,切花寿命长达 8.6 d,花枝鲜质量变化率和水分平衡值瓶插 4 d 均大于 0,保鲜效果最佳。娄喜艳等^[19]研究发现,以 3% 蔗糖+250 mg/L 柠檬酸+50 mg/L 6-BA+200 mg/L 8-羟基喹啉+100 mg/L 硫酸铝钾保鲜剂处理的非洲菊鲜切花瓶插寿命比对照延长 6 d,瓶插 8 d 内的水分平衡值维持正值,且瓶插液细菌数量最少,具有最好的保鲜效果。本试验结果表明,在 4 个保鲜剂处理中,以 4.5 g/L 蔗糖+150 mg/L 8-羟基喹啉柠檬酸盐+100 mg/L 柠檬酸保鲜剂处理的高山杜鹃 XXL 切枝的开花率、花序和花大小、瓶插寿命和鲜质量变化率均比其他 3 个处理好,特别是瓶插寿命,与对照相比,延长了 11 d。瓶插寿命决定着鲜切花的适销性,鲜切花通常的瓶插寿命仅为 7~15 d^[20]。试验保鲜剂处理的高山杜鹃 XXL 切花瓶插寿命(平均为 18 d)能够满足市场需求,具有较好的切花应用前景。

XXL 在地栽条件下的花大小为 7 cm×6 cm^[6],试验中的 4.5 g/L 蔗糖+150 mg/L 8-羟基喹啉柠檬酸盐+100 mg/L 柠檬酸保鲜剂处理的花大小为 6 cm×5 cm,略低于前者,表明 XXL 鲜切花在水培条件下会对其花朵大小产生一定影响。高山杜鹃的花序硕大,开花期间需要消耗大量营养物质。研究证明,不同鲜切花的最适蔗糖浓度因品种而异,比如,菊花鲜切花的最适蔗糖浓度为 2%^[13],香石竹鲜切花的最适蔗糖浓度则为 10%^[16]。本试验中采用的蔗糖浓度较低,增加蔗糖浓度能否促进其花朵开放还有待今后进一步研究。

鲜切花脱离母体后除了营养物质供应不足以外,水分缺失亦是导致其萎蔫凋谢的重要因素。水分平衡值表明切花吸水和水分散失之间的平衡关

系,当水分平衡值为负值时,鲜切花逐渐萎蔫^[21]。本试验结果表明,4 个保鲜剂处理的 XXL 切枝水分平衡值在瓶插 4 d 时均为正值,瓶插 8 d 及以后各处理的水分平衡值均下降至负值。研究表明,牡丹、芍药的切花瓶插寿命与水分平衡值为 0 的时间呈显著正相关^[9]。试验中的保鲜剂处理虽然在延缓水分平衡值出现 0 值的时间上没有显著差异,但 4.5 g/L 蔗糖+150 mg/L 8-羟基喹啉柠檬酸盐+100 mg/L 柠檬酸保鲜剂的表现较好,其能在整个试验期间(瓶插 20 d)将切枝的鲜质量变化率维持为正值(12.5%)。蔗糖能维持花枝的能量供应,并利于维持正常的水分平衡^[21]。为提高 XXL 切枝的瓶插观赏品质,今后还需要再继续摸索蔗糖适宜的浓度。

鲜切花衰老过程涉及诸多复杂的生理生化变化,比如,鲜切花在瓶插过程中会出现可溶性糖和可溶性蛋白减少,细胞膜透性、MDA 和 POD 含量上升,SOD 酶活性下降等^[16]。由于高山杜鹃切花应用尚属起步阶段,对于其鲜切花的瓶插变化、衰败机理还有待进一步研究。本试验仅以不同质量浓度的蔗糖、8-HQC 和 CA 配比对高山杜鹃 XXL 切枝保鲜效果进行对比研究,未来还需要开展切枝的瓶插生理生化相关研究,筛选出适宜的保鲜剂,提高其瓶插观赏品质,以获得更好的市场认可度。

参考文献:

- [1] 解玮佳,王继华,卢红春,等. 21 个高山杜鹃引进品种的亲本分析[J]. 河南农业大学学报,2015,49(5):622-627.
XIE W J, WANG J H, LU H C, et al. Parents analysis for 21 *Rhododendron* imported cultivars[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2015, 49(5): 622-627.
- [2] 张露,李世峰,宋杰,等. 木本高山花卉马缨杜鹃的全基因组扫描分析[J]. 基因组学与应用生物学,2018,37(1):326-331.
ZHANG L, LI S F, SONG J, et al. The whole genome scanning analysis of woody alpine flower-*Rhododendron delavayi* franch [J]. Genomics and Applied Biology, 2018, 37(1): 326-331.
- [3] 林锐,彭绿春,李世峰,等. 常绿杜鹃品种'XXL'的花粉活力及柱头可授性观察[J]. 西部林业科学,2016,45(6):115-120.
LIN R, PENG L C, LI S F, et al. Pollen viability and stigma receptivity of *Rhododendron* 'XXL'[J]. Journal of West China Forestry Science, 2016, 45(6): 115-120.
- [4] 杨秀梅,瞿素萍,张宝琼,等. 高山杜鹃枯梢病病原菌鉴定及品种抗病性调查[J]. 园艺学报,2019,46(5):923-930.
YANG X M, QU S P, ZHANG B Q, et al. Pathogenic identification of *Rhododendron* dieback and investigation of cultivar resistance[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2019, 46(5): 923-930.
- [5] WANG J H, CAI Y F, LI S F, et al. Photosynthetic acclimation of rhododendrons to light intensity in relation to leaf water-related traits[J]. Plant Ecology, 2020, 221(5): 407-420.

- [6] 刘杰,陈双雪,龙宇庭,等.不同小生境下 XXL 开花条件对比探索[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2020,38(2):74-77.
LIU J, CHEN S X, LONG Y T, et al. Comparative exploration of flowering conditions of XXL under different microhabitats[J]. Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences), 2020, 38(2):74-77.
- [7] OBA E G, HU J F, et al. Physiological response of three micro-propagated plantlets of *Rhododendron* hybrids for heat stress[J]. European Journal of Horticultural Science, 2021, 86(3):300-307.
- [8] 高水平,魏春梅,王焰,等.采收期对芍药切花保鲜效果的影响[J].河南农业科学,2013,42(10):115-117,121.
GAO S P, WEI C M, WANG Y, et al. Effects of harvest stage on ornamental quality of cut flowers of herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* pall.) [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2013, 42(10):115-117, 121.
- [9] 史国安,郭香凤,张国海,等.不同发育时期牡丹切花瓶插生理特性的研究[J].园艺学报,2010,37(3):449-456.
SHI G A, GUO X F, ZHANG G H, et al. Studies of vasing physiological characteristics of cut peony flowers in various development stages[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2010, 37(3):449-456.
- [10] WALTON E F, BOLDINGH H L, MCLAREN G F, et al. The dynamics of starch and sugar utilisation in cut peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) stems during storage and vase life[J]. Postharvest Biology and Technology, 2010(58):142-146.
- [11] YANG H, LIM S, LEE J H, et al. Influence of solution combination for postharvest treatment stage on vase life of cut hydrangea flowers (*Hydrangea macrophylla* cv. 'Verena') [J]. Horticulturae, 2021(7):406.
- [12] SUN J, GUO H X, TAO J. Effects of harvest stage, storage and preservation technology on postharvest ornamental value of cut peony (*Paeonia lactiflora*) flowers[J]. Agronomy, 2022(12):230.
- [13] 杨秀梅,张艺萍,赵阿香,等.不同保鲜剂对爆杖花切花的保鲜效果[J].江西农业学报,2023,35(5):35-40.
YANG X M, ZHANG Y P, ZHAO A X, et al. Fresh-keeping effects of different preservatives on cut *Rhododendron spinuliferum* [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2023, 35(5):35-40.
- [14] SANDERFOOT A A, PILGRIM M, ADAM L, et al. Disruption of individual members of *Arabidopsis* syntaxin gene families indicates each has essential functions[J]. The Plant Cell, 2001, 13(3):659-666.
- [15] 朱东兴,郁达,王俊宁,等.不同配比保鲜剂对月季切花保鲜效果研究初报[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(2):95-99.
ZHU D X, YU D, WANG J N, et al. Research on fresh-keeping of cut *Rosa hybrida* flowers with different matching preservatives[J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry (Natural Science Edition), 2006, 34(2):95-99.
- [16] EL-ATTAR A B E D S, SAKR W R A. Extending vase life of carnation flowers by postharvest nano silver, humic acid and *Aloe Vera* gel treatments[J]. Ornamental Horticulture, 2022, 28(1):67-77.
- [17] 林萍,王超,李宗艳,等.保鲜液对蒴蒹薯切花瓶插寿命的影响[J].园艺学报,2012,39(10):2045-2048.
LIN P, WANG C, LI Z Y, et al. Effect of different preservative solution on the vase life of cut flower of *Tacca chandleri* [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2012, 39(10):2045-2048.
- [18] 朱政财,朱报著,李文业,等.不同保鲜液对美丽异木棉鲜切花保鲜效果的影响[J].广西林业科学,2021,50(4):397-402.
ZHU Z C, ZHU B Z, LI W Y, et al. Effects of different preservation liquids on preservation of fresh cut flowers of *Chorisia speciosa* [J]. Guangxi Forestry Science, 2021, 50(4):397-402.
- [19] 娄喜艳,王桂青,丁锦平,等.不同试剂组合对非洲菊鲜切花保鲜效果的影响[J].南方农业学报,2018,49(9):1811-1815.
LOU X Y, WANG G Q, DING J P, et al. Effects of different reagent combinations on fresh-keeping effect of fresh-cut *Gerbera jamesonii* [J]. Journal of Southern Agriculture, 2018, 49(9):1811-1815.
- [20] YAMADA K, ITO M, OYAMA T, et al. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43(1):174-177.
- [21] FANOURAKIS D, PAPADAKIS V M, PSYLLAKIS E, et al. The role of water relations and oxidative stress in the vase life response to prolonged storage: a case study in *Chrysanthemum* [J]. Agriculture, 2022, 12(2):185.