

月季切花采后衰老机理及贮鲜技术研究

盛爱武¹, 郭维明²

(1. 仲恺农业技术学院园艺系, 广州 510225; 2. 南京农业大学园艺系, 南京 210095)

摘要: 综述月季切花采后衰老过程中水分、碳水化合物、蛋白质等大分子物质以及内源激素、细胞 pH 值、花色等生理生化变化, 并概述了采前水、温、光、营养、采收时间等因子及采后贮藏保鲜条件对切花月季观赏品质及瓶插寿命的影响。

关键词: 月季切花, 瓶插寿命, 衰老, 保鲜

中图分类号: 685.1209⁺.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2000)02-0032-04



第一作者简介 盛爱武, 女, 1973 年出生于安徽省庐江县, 1998 年毕业于南京农业大学园艺系, 获观赏专业硕士学位, 同年至仲恺农业技术学院园艺系, 主要从事花卉栽培及切花采后生理方面的教学和科研工作。在《北京林业大学学报》等期刊发表学术论文 3 篇。

月季(*Rose hybrid Hort*)是世界商业性栽培最重要的切花之一, 其消费量约占整个切花消费量的 16.7%, 已有栽培品种一万多种, 我国切花月季生产规模正不断扩大, 但切花月季瓶插寿命较短, 观赏品质也很易下降, 其采后技术及研究尚缺乏突破性进展。因此, 研究月季采后衰老及贮藏保鲜技术对其鲜切花生产和衰老理论均有重要意义, 本文旨在对切花月季衰老过程的生理生化变化、影响衰老的采前环境因子、采收及采后贮藏保鲜技术研究进展作一概述。

1 切花月季采后衰老过程的生理生化变化

1.1 水分关系

月季切花失水 5% 时, 花瓣会出现明显伤害, 其瓶插寿命取决于吸水/失水之间的平衡, 而非绝对吸水量的大小^[1], 蒸腾超过吸水, 将导致花朵萎蔫; 吸水超过再水合及蒸腾总量时, 花朵得以保持膨压, 花蕾可正常开放。茎的失水、空气进入导管、气孔孔径、不适宜环境等因子的

综合影响均会导致月季切花水份失调, 引起叶片萎蔫, 花蕾难以绽开而出现“弯颈”(bentneck)或叶片、花瓣脱落。Evans 等(1995)认为空气进入导管是影响切花月季瓶插开始时再水合(rehydration)的主要因子。再水合能力因品种而异, 如适度失水的‘Sonia’月季水下剪切时, 即使处于逆境下, 花枝仍能充分地再水合, 而‘Caramia’月季则不能。此外, 细菌、真菌、酵母菌等的繁殖会造成木质部阻塞, 使茎传力逐渐降低, 而持续蒸腾作用引起的叶片水势下降将进一步激化^[2], 如‘Royalty’月季在瓶插前 3d, 花瓣中水势(Ψ_w)有所增加, 从 -8Pa 上升到 -5Pa, 然后随着衰老逐渐下降, 至第 12d 已降至 -18Pa^[3]。

1.2 碳水化合物、蛋白质的代谢

瓶插期间碳水化合物总含量下降, 月季切花花瓣中的淀粉在采收后 1~2d 内迅速分解, 之后则维持较稳定水平。可溶性糖含量采后逐渐降低, 而还原性糖在瓶插前期稍有增加以后下降。这可能是由于衰老使水解酶活性增加所致^[4]。淀粉与可溶性糖的含量比通常可用于鉴定月季贮藏时间长短及预测其贮后观赏品质。切花脱离母体后, 渗透活性物质自下而上的供应停止, 在碳水化合物供应上茎、叶与花冠存在新的源—库关系, 切花的茎、叶(源)提供某些无机离子及其它具渗透活性物质到开放的花(库)中。

高勇(1990)证实月季采后蛋白质的变化动态和切花采收时的发育程度有关, 若采收的切花完全开放, 已经成熟, 则瓶插时主要发生蛋白质分解作用, 若在蕾期或初开期采收, 花朵尚未完全发育成熟, 采后初期随着发育程度的加深, 蛋白质合成作用是主要的, 在以后的衰老过程中蛋白质大量分解, 含量下降。

月季花瓣衰老过程中, 膜的流动性减弱, 不饱和脂肪

稿件修回日期: 1999-11-23

酸与饱和脂肪酸的比率降低,而固醇与磷脂的比率增加,认为固醇与磷脂的比率在维持膜流动性方面起主要作用^[8]。Faragher 实验指出,月季老化过程是:膜中脂质结构改变→增加微粘性→脂层相分离→乙烯生成量上升→膜的通透性增加→死亡^[9]。

1.3 内源激素对切花月季采后的调控

1.3.1 乙烯 月季乙烯释放分三个明确的阶段:(1)稳定的低水平状态;(2)迅速上升达到最大值;(3)乙烯释放减少,第二阶段的启动是衰老进入最后阶段的标志,月季短寿品种比长寿品种第二阶段发生得早,月季花瓣的乙烯释放量很低,只有康乃馨的1%~5%,月季切花开放和衰老过程中乙烯变化类型存在着品种间的差异性。切花月季花瓣的生长需要乙烯,如 *Merades* 和 *Sonia* 月季贮前用 STS 处理会抑制贮后花的开放。0.1mg/L 乙烯虽然并未增加 *Sonia* 月季花瓣面积及花径,但促进其花蕾的发育,且不降低它的瓶插寿命,高浓度乙烯加速叶片黄化及花瓣衰老,并诱导花蕾脱落。STS 和 AgNO₃ 以及乙烯作用拮抗剂增加了月季切花的瓶插寿命,并阻止了因外源乙烯加速的花瓣脱落,却促进了乙烯生成,这可能由于月季切花中乙烯生成存在负反馈调节所致(Negative Feedback Regulation)。

1.3.2 ABA 长寿月季品种花瓣中的 ABA 含量低于短寿月季品种。*Royalty* 月季瓶插前期 3d 内源 ABA 含量下降,此后维持在一个较稳定的低水平,花瓣衰老时又急剧增加,外源乙烯可增加月季花瓣 ABA 水平,离体花瓣中 ABA 合成与水势直接相关,如 *Royalty* 月季瓶插期花瓣中 ABA 含量随细胞水势的下降而增加,但其增加水平是有限的,而连体月季花瓣中 ABA 水平上升与细胞水势无显著相关,这也许与叶片或其它部位 ABA 输入花瓣有关。同时表明雄蕊可以是合成 ABA 的“源”。

1.3.3 CTK 与 GA 内源 CTK 水平在幼嫩月季花瓣和长寿月季品种中比在衰老花瓣和短寿品种中要高。切花体内高水平 CTK 有利于水分吸收和花瓣细胞的增大,从而调节着切花蕾的发育。月季花蕾的 CTK 主要是采收前由根部运输上来的。

1.4 pH 及花色

Royalty 月季花瓣细胞液的 pH 随瓶插逐渐上升到衰老后期达于稳定,pH、细胞内含物渗透性以及电导度持续而显著上升反映了水解酶活性的增加,衰老细胞中 pH 升高是由蛋白酶作用引起氮的积累所致,花色由多种组份协同作用而表现,不仅受 pH 影响,激素通过影响各组份含量也可影响花色。

切花月季随着衰老的发生,花色变得晦暗以至蓝化,月季花瓣蓝化现象有两种类型:一种是花瓣上表皮细胞全部变化蓝色,另一种是表皮细胞中产生了蓝色的块状物。前一种是因为花瓣衰老过程中,pH 增加,花青素与助色素形成呈现蓝色系的复合体;后一种是由某种原因单宁类物质在表皮细胞中聚集,由星状、球状,并形成块

状后,吸附了表皮细胞含有花青素及铁离子而变成蓝色,冷藏会导致花瓣蓝化,而且 STS 和 AOA 对其不起作用,表明该过程非乙烯所调节。

2 采前因子对切花月季采后品质的影响

切花月季发育的不同阶段,对水分胁迫的敏感程度不同,在叶原基形成之前及雄蕊、心皮形成之后发生水分胁迫,不影响切花产量和品质,但发生在花瓣和雄蕊发生之前则严重影响了切花产量和品质。月季正常采前 3 周,温度由 21~24℃升到 27℃或降到 12~15℃都会缩短月季切花的观赏寿命,生长在冷冻环境下的 '*Meitakilr*' 和 '*Mired*' 月季比生长在温暖环境下花蕾长度增加 1.2~1.4 倍,且花瓣数目多,但采收时间却要推迟 6~9d,不管气温和 CO₂ 浓度高低,随着根部温度降低,花枝鲜重和茎长度均下降,而瓶插寿命却随着根温降低或气温上升而增加,CO₂ 浓度对其并无明显影响。

生长在高压钠灯下的 '*Royalty*' 月季,采收时花瓣内源 ABA 含量比生长在金属卤素灯下低,瓶插寿命也更长,而叶片中内源 ABA 则无明显变化,两种条件下采后品质均较对照为好,切花月季的瓶插寿命、鲜重、花径、茎长度及“弯颈”现象均因品种而异,与采前光辐射量也有关,当光辐射量达 70~190mmol·m⁻²·s 时, '*Merledes*' 和 '*Kiss*' 月季瓶插寿命下降 11%,而 '*Frisco*' 和 '*Fleurop*' 月季则分别上升 12% 和 15%,辐射量增大时,花茎变得细、短,这可能与辐射量增大导致温度上升从而抑制了茎的伸长有关。Menard(1996)发现采前低氮供应,内源 ABA 水平低,瓶插寿命长;高氮供应,内源 ABA 水平高,瓶插寿命短,ABA 是连结栽培条件与采后衰老的一条链,切花月季 '*Sonia*' 营养液栽培中,较低溶液电导度(EC)约 2ms·cm⁻¹ 和较高相对湿度(RH)约 70% 条件下,切花产、质量均高。

3 采收与包装对月季采后衰老的影响

月季切花适宜的采收时期是在萼片同花瓣成 90° 角时,剪发枝条长度应在 5 片叶以上,采收过迟,切花寿命缩短,而且花冠易受机械损伤;采收过早,花蕾未绽开前很易萎蔫,切花体内碳水化合物的含量高低是决定切花寿命长短的主要因素,研究表明,采收时月季花瓣中的淀粉含量越高,瓶插时花冠的糖份也越高,瓶插寿命相对较长,冬季采收的月季比夏季采收的瓶插寿命延长两倍,而且不易发生“弯颈”,尤其红色的 '*Sandra*' 月季瓶插寿命更长。 '*Maryole Ver*' 月季发育到第三阶段(开放 21%~40%)采收比第一阶段(1%~5%开放)采收瓶插寿命长,总碳水化合物含量也高,在下午 16:00 采收比上午 9:00 采收瓶插寿命长, '*Meitakilr*' 和 '*Meiral*' 月季在裂蕾期(break bud)采收比紧蕾期(tight bud)采收瓶插寿命长而且花开得更完全。研究表明,高聚膜袋包裹月季切花效果最好,其次为低聚膜袋和聚丙烯膜袋,报纸包裹效果较差。

4 月季切花的贮藏

切花月季预冷后再入冷藏库贮藏,可缩小切花体温与库温之间的差别。‘*Marina*’、‘*Leading Lady*’和‘*Angelique*’月季5℃下预冷4h有效地减弱了切花代谢的消耗,对抑制开花、延长保鲜时间作用明显,高俊平等(1994)研究了月季切花真空预冷中水分的损失与补充技术,提出真空预冷同时补水,可以减轻萎蔫并延长切花瓶插寿命,补充保鲜剂瓶插效果更好。月季切花在2℃,RH98%下可贮2周,保鲜剂预处后可贮藏4周,利用200mg/L 8-HQS+80g/L Sucrose 脉冲6h,2℃下暗藏3d最大花径达18mm,瓶插寿命达13.3d而对照仅为8d,光在贮藏中对花冠无多大作用,但可延缓叶片的黄化,BA、GA预处理也可延缓叶片黄化。不同品种对冷藏贮运前的预处有不同要求,如2mg/L Agra LN 水剂和0.8g/L $Al_2(SO_4)_3$ 可显著提高‘*Madelon*’、‘*Sonia*’、‘*Cocktail*’、‘*Idole*’月季贮运后的瓶插寿命,而对‘*Jacaranda*’和‘*Frisco*’月季无效。因此不同月季切花品种贮前可采用不同的保鲜液预处理。

5 月季切花的保鲜

5.1 保鲜剂的组分

蔗糖、8-HQS、8-HQC、异抗坏血酸、柠檬酸、硼酸、硝酸银、醋酸银、硫代硫酸银、硝酸钴、硫酸钴、氯化锌、氯化钙、高锰酸钾、硫酰合联氨、青鲜素、阿司匹林以及乙烯拮抗剂 AOA(氨基乙酸)、植物生长调节剂 6-BA、GA₃ 等均可用于月季切花保鲜。

5.1.1 蔗糖 保鲜剂中一般含有糖,它可减少切花体内可溶性糖和还原糖的降低幅度,即增加了花瓣可溶性糖和还原糖的含量,有利于延长瓶插寿命,但月季切花对糖比较敏感,外源糖浓度过高,对叶片有害,研究表明‘*Kandina*’月季浸在含1%~2%糖保鲜液中24h内叶侧脉到主脉逐渐出现坏死的干斑,最后整个叶片脱水萎蔫。Albert H Markhart 认为这可能是由于叶肉细胞壁中糖的积累使原生质体渗透势降低,从而导致了细胞分解和组织坏死所致,适宜浓度的糖应对花冠和叶片兼具保鲜效果,如0.25%蔗糖可明显减少叶片坏死,而又有利于改善花冠品质及延衰。

5.1.2 杀菌剂 绝大多数保鲜剂中含有杀菌剂,实验表明50mg/L DICA,12mg/L BCDMH 或250mg/L 8-HQC 均明显延长‘*Gabrielle*’和‘*Scilla Campanulata*’月季切花的瓶插寿命。100mg/L 8-HQ 能明显增强花枝的吸水能力,降低蒸腾作用,延长瓶插寿命,同时使叶片过氧化氢酶和SOD酶活性分别提高15.6%、63.4%,在pH≤4时, $Al_4(SO_4)_3$ 对枯草杆菌有轻微杀菌作用。

5.1.3 乙烯抑制剂和拮抗剂 月季切花对乙烯、乙烯抑制剂、拮抗剂的反应因品种而异,如用乙烯处理‘*Royal*’和‘*Sunset*’月季,前者叶片和花瓣的脱落率远高于后者,但花蕾的脱落低于后者。STS处理可增加‘*Gabriella*’和‘*Mercedes*’月季瓶插寿命,但对‘*Sonia*’月季却无效。0.4mM STS 可减少对乙烯敏感的‘*Victory Parade*’月季

花蕾脱落并延缓切花衰老。

5.1.4 植物生长调节剂 Kohl 和 Rundle(1972)报道瓶插液中ABA可以减少月季切花水分丧失,防止“弯颈”发生并可延长切花寿命。但若通过枝、叶吸收ABA,会加速切花衰老和与之相关的生化进程。10mg/L 6-BA 处理月季切花,不但能延长瓶插寿命,而且还显著改善了切花的品质,此外,6-BA 还可延缓月季叶片的脱落。10⁻⁴M BA 减少了‘*Belle Sunbleze*’叶片黄化,但不影响花的开放和蕾的脱落。BA 对相对短寿的品种‘*Meijickatar*’的影响仅是促进采后切花开放,长寿品种‘*Lovita*’比短寿品种‘*Golden Wave*’对外源6-BA 反应小,这可能因为内源CTK 在长寿月季切花品种中含量较多,GA₃ 促进了‘*Madelon*’月季花蕾开放过程中对蔗糖的吸收。20mg/L GA₃ 无论在黑暗或光照下,均可促进‘*Mercedes*’月季采后花瓣鲜重和干重的增加,GA₃ 可抑制采后蛋白质降解,阻止膜蛋白含量及花瓣总蛋白含量的减少,还可抑制‘*Mercedes*’、‘*Sonata*’和‘*Golden Times*’月季采后离体花瓣电解质的渗漏,但对‘*Madelon*’无影响。

此外,一些无机盐类如Go(NO₃)₂、K₂MnO₄ 等和有机酸类如柠檬酸、异抗坏血酸等均可用于月季保鲜,多胺和戊二酰在一些切花上可用作保鲜剂的成分,但不能用于月季保鲜,虽然多胺与乙烯的生物合成是相互抑制的,两者都以SAM 为共有前体,可多胺的吸收对‘*Minirose*’花朵寿命无影响,而戊二酰阻止了‘*Sonia*’月季切花中碳水化合物向幼嫩花冠移动,抑制了花的进一步发育。

5.2 保鲜剂在月季切花的应用

5.2.1 预处液 预处可促进花枝吸水、提供营养物质、灭菌以及降低贮运过程中乙烯对切花的伤害作用。3mM $Al_2(SO_4)_3$ 预处10min ‘*Mary de Vor*’月季,再用3%蔗糖处理4h 可延长其瓶插寿命,增大花径,减少“弯颈”发生和鲜重的丧失,切花采后自来水预处2h 空气中再次剪切枝茎,然后插入25%NaHCO₃+10mg/L NaOCl 也可减少“弯颈”现象和乙烯的释放,并能延长切花瓶插寿命,保持切花品质,月季含苞待放时观赏价值最高,故应延缓花的开放速度和发育。0.25~0.5kGy 电子束辐射可推迟‘*Royalty*’月季的花蕾2d 开放且不降低其采后品质。

5.2.2 催花液 催花液300mg/L 8-HQC+2% Sucrose 使紧蕾期(长:宽=19:13mm)采收的‘*Sonia*’月季花蕾开放到符合商品化要求的程度。‘*Madelon*’月季采后通常不能完全开放,45mM 蔗糖水溶液可使其完全开放,等克分子的KNO₃ 取代2/3 蔗糖能使花蕾完全开放。

5.2.3 瓶插液 月季切花呼吸为跃变型,保鲜剂处理增加了切花的呼吸强度,瓶插液处理后瓶插期间‘*Royalty*’月季花瓣细胞的pH 值、电导率和渗透性均低于对照,研究还表明,保鲜液处理后叶片栅栏细胞,长度和宽度均较对照增加,并有饱满的外观。pH 在4.0~5.0 的500mg/mL $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ 瓶插液轻度降低‘*Sonia*’月季水分的吸收及延长了瓶插寿命。0.2mM ZnCl₂+4% Sucrose

处理有效降低 *Queen Elizabeth* 月季的水分丧失与吸收的比率,而且同 2.0mM $\text{CaCl}_2 + 2\%$ Sucrose 保鲜剂一样,增加了切花鲜重并延长了瓶插寿命。

适于切花月季的保鲜液尚有: 4% Suc+ 50mg/L 8-HQS+ 100mg/L 异抗坏血酸; 5% Suc+ 200mg/L 8-HQS+ 50mg/L 醋酸银; 2% ~ 6% Suc+ 1.5mM $\text{Co}(\text{NO}_3)_3$; 30g/L Suc+ 130mg/L 8-HQS+ 200mg/L CA+ 25mg/L AgNO_3 ; 5% Suc+ 300mg/L $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 200\text{mg/L}$ 8-HQS。

参考文献

- 1 高勇, 吴绍锦. 月季切花水分平衡、鲜重变化和瓶插寿命相关性研究初报[J]. 园艺学报, 1989, 12(3): 86~88
- 2 R Y Evans, Jianmin Zheng, M S Reid. Structural and environmental factors affecting the postharvest life of cut roses. Second International symposium on Roses 1996
- 3 Ph Barthe v vaillant, S Gudin. Definition of indicators of senescence in the roses; effect of the application of plant hormones. Acta horticulturae 1991, 298: 61~68
- 4 高勇, 杨美蓉. 保鲜剂延缓月季切花衰老及其对碳水化合物代谢的影响[J]. 江苏农业学报, 1992, 8(1): 43~46
- 5 N Maissen, L La Brijn. Soule-sink relations in cut roses during vase life. Acta horticulturae 1995, 405: 81~88
- 6 高勇. 月季切花衰老期游离氨基酸变化动态初探[J]. 园艺学报, 1990, 17(1): 71~75
- 7 高勇, 吴绍锦. 月季切花瓶插期生理变化与衰老关系的研究[J]. 园艺学报, 1991, 18(4): 369~370
- 8 Itzhaki H, Borochoy A, Mayak S. Age-related changes in petal membranes from attached and detached rose flowers. Plant physiology, 1990, 94: 1233~1236
- 9 Faragher J D, Wachtel E, Mayak S. Changes in the physical state of membrane lipids during senescence of rose petals. Plant physiology, 1987, 83: 1037~1042
- 10 Gosczyńska P, Zieslin N. Abscission of flower peduncles in rose *C. Rosa* hybrid plants and evolution of ethylene. Journal of plant physiology, 1993, 54(4): 317~326.

反义 RNA 技术的研究虽然只有十几年的历史,但是由于它具有独特优点,使其在基因调控研究和基因工程方面发挥日益重要作用,尤其在近年兴起的花卉基因工程中具有巨大开发潜力。今后,随着反义 RNA 技术及基因工程技术的不断发展和成熟,改良花卉品质的研究进展会更加迅速,并将给花卉业带来革命性的影响。

参考文献

- 1 Vanaltvorst AC, Jiang WB, Levinsh G et al. The role of ethylene in the senescence of flower. Plant Growth Regulation, 1995; 16: 43~53
- 2 傅向东, 侯蒿生. [C] 生物工程进展, 1996; 16(2): 11~15
- 3 何小玲, 王金发. [J] 植物生理学通讯, 1998; 34(6): 462~466
- (1. 东北农业大学 150030; 2. 哈尔滨动物园 150040; 3. 哈尔滨太阳岛园林管理处 150020)

花卉的品质改良与反义 RNA 技术

葛欣¹, 赵宇², 张建军³

花卉品质的涵义包括花形、花色、花姿、花香、花的大小、花的寿命等,通常以花色和花的寿命为主。花卉品质优劣直接关系到其观赏价值和经济价值。利用基因工程技术修饰花卉品质的常用方法就是反义 RNA 技术。

反义 RNA 技术是通过人工导入反义 RNA, 调控细胞内某些基因的表达, 从而定向控制某些生物性状。该项技术在基因功能研究、恶性生长控制、人工免疫及植物基本功能等方面的作用日渐显著。反义 RNA 技术可以专一性地调节某一基因的活动, 进一步了解这个基因的作用, 这对研究未知基因的功能和表达情况提供了思路和途径, 也为人类控制基因活动提供了方法。由于反义 RNA 主要作用于转录水平, 所以它可以避免二倍体生物同源基因互补而产生的困难。此外, 反义 RNA 对基因的调节不会改变目的基因的结构, 在应用上更为安全。为此, 近年来利用反义 RNA 技术在花卉的品质改良上取得了很有价值的成果。

花色是一种多基因控制的复杂性状, 它主要由类胡萝卜素、类胡萝卜素、甜菜色素等三大色素决定的。这些色素的合成涉及到多代谢步骤。利用反义 RNA 技术, 荷兰学者首先从矮牵牛花中分离得到了苯基乙烯酮合成酶 (CHS) 的 cDNA, 将 cDNA 与 CaMV 的 35S 启动子反向连接, 再转到双元载体 Bin19 上, 转化矮牵牛花后再生的转基因植株, 其花色从原来的紫色变成粉红色并夹杂有白色, 有些植株花朵全呈白色。Van der krol 等报导一种 CHS 基因转入矮牵牛花中, 可抑制花色素的形成。美国研究人员 Gutterson 等通过根癌农杆菌介导转化法将一个从菊花中分离的 CHS 基因以反义和正义方向导入开粉红花的菊花品种中, 在转化株中有开白花或淡粉色花的, 研究还表明, 转基因株开白花性状通过营养繁殖绝大多数能稳定地遗传下去。

花的衰老包括乙烯的生物合成、色素、有机酸、碳水化合物、蛋白质等物质的一系列变化。研究结果表明, 花卉衰老的最初的反应之一便是自动催化产生乙烯, 产生的乙烯又进一步促进衰老, 导致花卉凋萎死亡。乙烯的反义 RNA 技术主要是乙烯合成途径中的关键酶, 即 ACC 合成酶和 ACC 氧化酶的反义基因导入花卉中降低乙烯合成量, 最终达到延迟衰老并延长切花的保鲜期。如, Florigene Australia 公司将 ACC 合成酶基因反向导入香石竹, 转基因的香石竹比正常的延长了二倍的观赏寿命。1995 年, 可长久保存的香石竹在澳大利亚获准上市, 成为唯一上市的转基因切花。