

バラ切り花の花持ちに及ぼす生け水へのポリアミン添加の効果

名田和義*・川口敏弘・橘 昌司

三重大学生物資源学部 514-8507 津市上浜町 1515

Effect of Polyamines in the Vase Water on the Vase Life of Cut Rose Flowers

Kazuyoshi Nada*, Toshihiro Kawaguchi and Shoji Tachibana

Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507

Summary

Cut flowers of rose (*Rosa hybrida* Hort. cv. Noblesse) with a leaf-less short stem in vase water containing various additives were incubated in a growth chamber (23 °C, a 12-hr photoperiod, 75% relative humidity, and a PPF of $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) for about 2 weeks. The vase life of cut flowers fed with a solution of sucrose + HQS (30 g · liter⁻¹ of sucrose and 0.2 g · liter⁻¹ 8-hydroxyquinoline sulfate) was about 4 days longer than those fed distilled water alone. However, cut flowers fed with a solution of putrescine (Put), spermidine (Spd) or spermine (Spm) at 0.1 mM withered earlier than those fed distilled water alone. The addition of 0.1 mM Put to the sucrose + HQS solution resulted in increased vase life by 2 days compared with that of those fed sucrose + HQS solution alone. Spd and Spm did not induce such an effect. Flowers fed Put-supplemented sucrose + HQS solution showed a much slower rate of petal unfolding and significantly lower content of fructose in the petals than those fed sucrose + HQS solution. The results suggest that Put induced alteration of sucrose metabolism in the petals, resulting in retardation of petal cell growth and unfolding of petals, thereby extending the vase life of cut rose flowers.

キーワード: バラ切り花, 品質保持剤, ポリアミン, 鮮度保持, スクロース

緒言

収穫後の切り花の鮮度保持は, 収穫後の予冷・低温貯蔵, 品質保持剤の施与, 低温輸送, 貯蔵・輸送用資材の利用など, 多くの鮮度保持技術を利用して行われている。その中で, 品質保持剤は, その効果が高い場合が多いこと, 食物でない切り花に対して薬剤が使用されやすいことなどもあり, 切り花の鮮度保持技術の中心的な役割を果たしている(市村, 2000)。

バラは花持ちが悪く, 鮮度保持が最も難しい切り花の一つである。これは, バラ切り花では, 花卉の萎凋, 花卉の落下, 開花不良, 水揚げ不良によるベントネック, 花色が青みがかかるブルーイングなど様々な品質低下要因があり, 単一の対策だけでは品質保持が図れないためである(宇田, 1996)。また, 抗菌剤である8-ヒドロキシキノリン硫酸塩(HQS)とスクロースの混合溶液をバラ切り花の生け水として用いると花持ちが延長するが(Ichimuraら, 1999), つぼみの開花速度が速く, 観賞期間が比較的短いという問題がある。

第1級アミノ基を二つ以上もつ直鎖状の脂肪族炭水

物であるポリアミンには, 葉, 花卉, 果実などの老化を抑制する作用がある(Kaur-Sawhney・Galston, 1991; 橘, 2000)。カーネーションでは, 花卉のポリアミンレベルが切り花の花持ちに関係していることが明らかにされている(Robertsら, 1984; Serranoら, 1991)。しかし, バラ切り花の寿命に対するポリアミンの影響については調べられていない。そこで, バラ切り花品質保持剤としてのポリアミンの利用性を検討するために, 生け水へのポリアミンの添加がバラ切り花の花持ちに及ぼす影響を調査した。

材料および方法

実験1. 生け水へのポリアミン単独添加の影響
つぼみの大きさがよくそろったバラ品種‘ノブレス’をIchimura・Ueyama(1998)が示したステージ2で収穫し, 直ちに水道水に挿して2時間水揚げさせた。水揚げ不良によるバラ切り花の寿命低下を回避するために, 水中で6 cmの葉の着いていない茎を残して切り戻した後, 茎部を40 mlサンプル瓶に満たした各種の被検液に挿入し, ウレタンチップで固定した(この時を処理開始とする)。被検液は, 純水, 30 g · liter⁻¹ スクロースと0.2 g · liter⁻¹ HQSの混合溶液(スクロース+HQS)およびプトレシン(Put), スペルミジン(Spd)またはスペルミン(Spm)塩酸

2003年6月11日 受付. 2003年9月10日 受理.

本報告の一部は園芸学会平成13年度秋季大会で発表した。

*Corresponding author. E-mail: nada@bio.mie-u.ac.jp

塩溶液(濃度はいずれも 0.1, 0.3, 0.6 mM)とした。1被検液当たりの切り花供試個体数は6とし、経時的に切り花の生体重を測定してもとの被検液に戻した。これらの切り花を 23°C, 相対湿度 75%, 光強度 $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 12時間日長の人工気象室に置き, 13日間処理を行った。
実験 2. スクロース +HQS 溶液へのポリアミン加用の影響

実験 1と同様に調製した‘ノブレス’の切り花を, 純水, スクロース +HQS 溶液および 0.1 mM Put, Spd または Spm を加用したスクロース +HQS 溶液(それぞれ Put, Spd および Spm 加用区)に挿した。切り花の開花ステージは, Ichimura・Ueyama(1998)が示したステージ 2と3の中間で, 実験 1より若干開花が進んでいた。各処理区に少なくとも 6 個体の切り花を供試した。切り花の保持条件は実験 1と同じとした。

処理 6 日目にスクロース +HQS 区および Put 加用区について, 花卉の可溶性糖含量を測定した。Cataldo・Berlyn (1974)の方法に従って花卉の可溶性有機成分を抽出し, 抽出液を固相抽出管 LC-SCX および LC-SAX (SUPELCO)に順次通して精製した後, 示差屈折計(L-7490, 日立製作所, 日本)を装着した HPLC (Trirotor-V, 日本分光, 日本)で定量した。カラムは Shodex Asahipak NH2P-50 (昭和電工, 日本), 溶離液は 75%アセトニトリルを用いた。

結 果

実験 1. 生け水へのポリアミン単独添加の影響

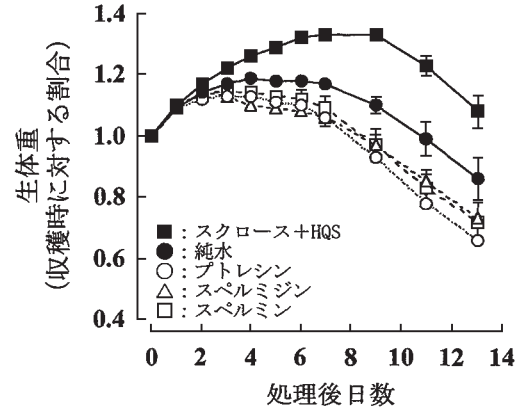
被検液の種類にかかわらず, バラ切り花の生体重は処理後徐々に増加した後, 緩やかに減少した(第1図)。純水区の切り花は処理 4 日目に生体重の増加が止まり, 花卉が完全に展開する前の処理 7 日目に花卉が萎凋し始めた。一方, スクロース +HQS 区では処理 9 日目まで生体重が増加し, 処理 11 日目に花卉が萎れ始めた。花卉は正常に展開し, 処理 7 日目に完全に開花した。

一方, Put, Spd および Spm 区の切り花は, 純水区より 1 日早く生体重の増加が停止した。また, これらの処理区では花卉が激しく萎凋し, その結果, 切り花の生体重は純水区よりも低く推移した。このようなポリアミンによる萎凋促進はポリアミン濃度が高くなるほど顕著になった(データ未掲載)。

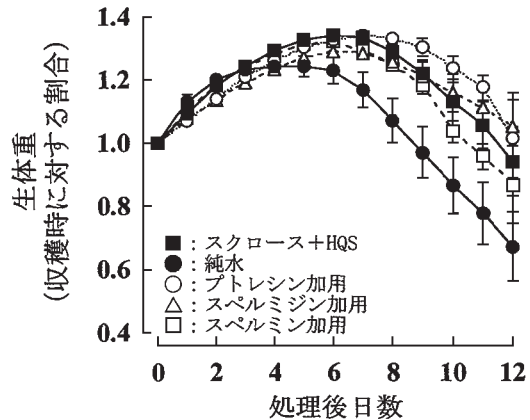
実験 2. スクロース +HQS 溶液へのポリアミン加用の影響

スクロース +HQS 区では, 実験 1より 2 日早く切り花の生体重が低下し始めたが, これは実験 2において収穫時の切り花の開花ステージが若干進んでいたためと考えられる。しかしながら, 実験 2でのスクロース +HQS 区の花持ち延長効果は実験 1とほぼ同じであった(第2図)。一方, スクロース +HQS 溶液に 0.1 mM Put を添加した Put 加用区では, 切り花の生体重は処理 7 日目まではスク

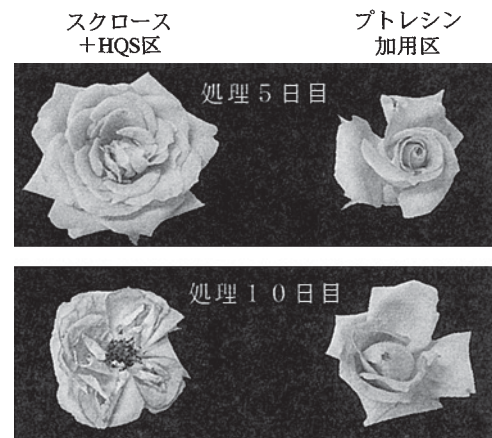
ロース +HQS 区よりやや低かったが, その後は処理後半まで高く推移し, 花が萎れ始めた日は Put 加用区の方がスクロース +HQS 区より 2 日ほど遅かった。また, スクロース +HQS 区の花は処理 5 日目に満開になり, 10 日目には花芯が露出して萎れたのに対して, Put 加用区の切り花の花卉の展開が遅く, 10 日目においても完全には開花せず,



第1図 バラ切り花の生体重に及ぼす生け水へのポリアミン添加の影響
 ポリアミン濃度は 0.1 mM



第2図 バラ切り花の生体重に及ぼすスクロース +HQS 溶液へのポリアミン加用の影響
 ポリアミンの濃度は 0.1 mM



第3図 バラ切り花の開花に及ぼすスクロース +HQS 溶液へのプトレシンの影響
 プトレシンの濃度は 0.1 mM

第1表 処理6日目のバラ切り花花卉の可溶性糖含量

処理区	スクロース	グルコース (mg・g ⁻¹ DW)	フルクトース
スクロース+ HQS	8.27±1.16	66.91±2.00	133.89±2.18 ²
プトレシン加用	7.65±0.47	60.15±9.16	78.75±7.73
有意性 ¹	NS	NS	**

² 平均値 ± 標準誤差¹ t-検定により, **は1%レベルで有意差あり, NSは有意差なし
プトレシンの濃度は 0.1 mM

花卉は新鮮さを維持していた(第3図)。しかし、その後は、Put加用区の切り花は純水区と同様に花卉が完全に展開しないまま萎凋した。このように、スクロース+HQS溶液に0.1 mM Putを添加することによって、スクロース+HQS単独の場合よりバラの花持ちが明らかに長くなった。SpdおよびSpm加用区では、Put加用区と同様に花卉の展開速度が遅くなったが、切り花の花持ちを延長させる効果は認められなかった。

処理6日目に、バラ切り花の開花に伴って花卉に蓄積し、開花促進に関与するとされる花卉の可溶性糖含量を、スクロース+HQS区とPut加用区で比較した。スクロース+HQS区では、フルクトース含量が最も高く、グルコースの約2倍、スクロースの約16倍であった(第1表)。Put加用区では、スクロースおよびグルコース含量はスクロース+HQS区の花のそれらとほぼ同じであったが、フルクトース含量はスクロース+HQS区の約60%であった。

考 察

切り花の開花は、葉や茎に含まれる養分(主として糖)と生け水の水が花卉に供給され、その結果、花卉細胞が急速に肥大するとともに花卉が向軸側に反転することによって起こる(市村, 2000)。しかし、バラは、細菌の増殖による茎の導管閉塞が起こりやすく、水揚げ不良によって品質が低下することが多い(宇田, 1996)ので、本実験では、茎を短く切って、その大部分が水に浸かるようにした。このため、切り花には葉は着生していない。純水区では花卉が十分展開しないうちに萎れた(第1図)、これは、'ノブレス'が収穫後に開花しにくい品種であること(市村, 2000)に加えて、葉が着生していない切り花を用いたため貯蔵物質が少なく、開花に必要な糖が不足したことが原因であると考えられる。一方、スクロース+HQS区で花卉が正常に展開したのは、スクロースが炭素源として利用されたことによっていると考えられる。

ポリアミンを単独で生け水に添加した場合、ポリアミンの種類にかかわらず切り花が純水区よりも早く萎れ、これはポリアミン濃度が高いほど顕著であった(第1図)。対照的に、スクロース+HQS溶液にポリアミンを加用した場合は、特にPut加用区ではスクロース+HQS溶液を生け水に用いた場合に比べて花持ちが2日ほど長くなった(第2図)。一般に、細胞のポリアミン濃度はそれらの

合成酵素や分解酵素の活性または遺伝子発現を介して厳密に調節されており(Bagni・Tassoni, 2001)、細胞内ポリアミン濃度が高くなりすぎると、様々な障害や形態異常が発生することがある(Masgrauら, 1997)。このようなことから、ポリアミン単独添加による花卉の早期萎凋は花卉のポリアミン過剰によるものと考えられる。一方、スクロース+HQS溶液にポリアミンを加用した場合は、花卉の糖の増加により、貯蔵形態と考えられている接合態ポリアミンなどへの代謝が進んだ結果、生理作用のある遊離態ポリアミン濃度が適度に維持されて過剰障害が軽減され、ポリアミンの生理機能が発現したのではないかと考えられる。

Put加用区の花は、Put無加用区の花に比べて花卉の展開が著しく遅かった(第3図)が、このことがPutの花持ち延長効果の一要因であると考えられる。花卉の展開は、花卉への糖蓄積によってその膨圧が高まり、その結果、花卉の吸水量が増加して花卉細胞の肥大成長が促進されることが関係している(市村, 2000)。Put加用区の花は無加用区に比べて、花卉のフルクトース含量が著しく低かった(第1表)。この理由は不明であるが、花卉細胞のフルクトース濃度が低かったために、花卉の吸水力がPut無加用区の花より低くなり、その結果、花卉の展開が遅れたのではないかと考えられる。花卉展開の遅延はSpd加用区やSpm加用区でもみられた。これらの区でも、恐らく花卉のフルクトース含量はスクロース+HQS区より低くなっていると推察されるが、それにもかかわらずPut加用区のような花持ち延長効果がなかった理由ははっきりしない。

Putの花持ち延長効果のもう一つの要因として、エチレン合成の抑制が考えられる。カーネーション切り花では、花卉のポリアミン合成を阻害するとエチレン生成量が増加し切り花の老化が促進され、エチレン合成を阻害すると花卉のポリアミン含量(特にSpm)が増加する(Robertsら, 1984)。このようなポリアミンによるエチレン生成の抑制は、ACC合成酵素遺伝子の転写抑制によっている(Liら, 1992)。バラでは、エチレンによって花卉の展開が促進される品種と抑制される品種のあることが知られている(Reidら, 1989)。本研究で用いた'ノブレス'では、花卉のPut濃度の高まりによってエチレン発生量が少なくなり、その結果、花卉の展開が遅くなったのかもしれない。

本研究では、葉が着生していない切り花を用いたが、葉が着生している切り花に対しても、Putが同様な花持ち延長効果を示すかどうかについて検討する必要がある。また、'ノブレス'切り花の開花と花卉のエチレンおよびポリアミンレベルとの関係を明らかにすることも今後の課題である。

摘 要

ポリアミンの切り花品質保持剤としての利用性を検討するため、生け水へのポリアミンの添加がバラ (*Rosa hybrida* Hort., 'ノブレス') 切り花の花持ちに及ぼす影響について調査した。茎の長さを6 cmに調整した切り花を様々な被検液を含む生け水に挿し、人工気象室(23°C, 相対湿度75%, 12時間日長, 光強度 $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)で約2週間保持した。スクロースと8-ヒドロキシキノリン硫酸塩(HQS)の混合溶液(濃度はそれぞれ $30 \text{g} \cdot \text{liter}^{-1}$, $2 \text{g} \cdot \text{liter}^{-1}$)に挿した切り花は、純水に挿したものより約4日間花持ちが長くなった。一方、0.1 mMのPut, SpdまたはSpm溶液に挿した切り花は、純水に挿したものより花持ちが悪くなった。しかし、スクロース+HQS溶液に0.1 mM Putを加用すると、スクロース+HQS溶液単独処理の切り花より花持ちが2日間延長した。SpdおよびSpmにはそのような効果は認められなかった。Put加用スクロース+HQS溶液に挿した切り花は、スクロース+HQS溶液単独のものに比べて花卉展開が遅く花卉のフルクトース含量が低かった。以上より、Putが花卉のスクロース代謝を変化させ、その結果、花卉細胞の成長と花卉展開が遅延し、バラ切り花の花持ちが延長したと考えられる。

謝 辞 加藤バラ園加藤直人氏には本論文で供試したバラを提供いただいた。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- Bagni, N. and A. Tassoni. 2001. Biosynthesis, oxidation and conjugation of aliphatic polyamines in higher plants. *Amino Acids* 20: 301-317.
- Cataldo, D. A. and G. P. Berlyn. 1974. An evaluation of selected physical characteristics and metabolism of enzymatically separated mesophyll cells and minor veins of tobacco. *Am. J. Bot.* 61: 957-963.
- 市村一雄. 2000. 切り花の鮮度保持. p.3-93. 筑波書房. 東京.
- Ichimura, K. and S. Ueyama. 1998. Effects of temperature and application of aluminum sulfate on the postharvest life of cut rose flowers. *Bull. Natl. Res. Veg., Ornam. Plants and Tea* 13: 51-60.
- Ichimura, K., K. Kojima and R. Goto. 1999. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharv. Biol. Technol.* 15: 33-40.
- Kaur-Sawhney, R. and A. W. Galston. 1991. Physiological and biochemical studies on the anti-senescence properties of polyamines in plants. p. 201-211. In: R. D. Slocum and H. E. Flores (eds.). *Biochemistry and physiology of polyamines in plants*. CRC Press, USA.
- Li, N., B. L. Parsons, D. Liu and A. K. Mattoo. 1992. Accumulation of wound-inducible ACC synthase transcript in tomato fruit is inhibited by salicylic acid and polyamines. *Plant Mol. Biol.* 18: 477-487.
- Masgrau, C., T. Altabella, R. Farras, D. Flores, A. J. Thompson, R. T. Besford and A. F. Tiburcio. 1997. Inducible overexpression of oat arginine decarboxylase in transgenic tobacco plants. *Plant J.* 11: 465-473.
- Reid, M. S., R. Y. Evans and L. L. Dodge. 1989. Ethylene and silver thiosulfate influence opening of cut rose flowers. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114: 436-440.
- Roberts, D. R., M. A. Walker, J. E. Thompson and E. B. Dumbroff. 1984. The effects of inhibitors of polyamine and ethylene biosynthesis on senescence, ethylene production and polyamine levels in cut carnation flowers. *Plant Cell Physiol.* 25: 315-322.
- Serrano, M., F. Romojaro, J. L. Casas and M. Acosta. 1991. Ethylene and polyamine metabolism in climacteric and nonclimacteric carnation flowers. *HortScience* 26: 894-896.
- 橋 昌司. 2000. ポリアミンの生理機能および植物の環境ストレス抵抗性との関連. *植物の化学調節* 35: 56-66.
- 宇田 明. 1996. 品質の生理と品質保持技術. p.333-343. 農業技術体系 花卉編 第7巻. 農山漁村文化協会. 東京.