

切り花の鮮度保持剤とその効果

野菜・茶業試験場 市村 一雄

1. はじめに

近年、花き生産の増大は著しく、それにともない流通段階に長時間を要するようになっていく。そのため、鮮度保持技術の開発はますます重要視されている。切り花の鮮度保持技術のうちで最も主要な存在となっているのが鮮度保持剤であり、流通過程および消費過程で花の鮮度・品質をできるだけ損なわないようにすることを目的として開発されている。市販の鮮度保持剤はいくつかの成分から構成されているが、その中心的な成分となっているのは、植物の老化に関与するエチレンの作用を阻害するチオ硫酸銀（STS）である。スイートピーあるいはデルフィニウムは現在代表的な切り花の一つであるが、これらの花きもSTS剤の開発によって初めて切り花としての利用が可能になったといっても過言ではない。しかし、STSはその主成分が銀イオンであるため、最近環境汚染の観点からその使用が問題視されている。そのため、STSの代替薬剤の開発が必要とされ、その候補となる薬剤が続々と報告されている。

この小稿では、切り花の鮮度保持剤の概要ならびに野菜・茶業試験場で行われている技術開発の現状について紹介する。

2. 鮮度保持剤の構成成分

鮮度保持剤はその成分から抗エチレン剤、栄

養剤、界面活性剤、殺菌剤、植物生長調節剤などに分類することができる。市販の鮮度保持剤はこれらの各種薬剤の混合物からなっており、その使用目的から、前処理剤、後処理剤およびつぼみ開花剤に分類されている。

前処理剤は生産者が出荷前の短期間処理するものであり、後処理剤は花店あるいは消費者が連続的に処理するものである。一方、つぼみ開花剤は生産者がつぼみで収穫した切り花を処理するものである。それぞれ目的が異なるため、その成分はそれぞれ異なっている。前処理剤にはSTSのような抗エチレン剤が、後処理剤には糖と殺菌剤が、またつぼみ開花剤には糖と殺菌剤が主として用いられる。

以下、それぞれの薬剤について概説する。

(1) 抗エチレン剤

エチレンが老化の主要因になっている花きが多いため、抗エチレン剤が鮮度保持剤の主体となっている。抗エチレン剤はエチレン作用を阻害するかあるいはエチレン生合成を阻害する物質である。

植物ホルモンの一つであるエチレンが成熟・老化に関与することは広く知られている。切り花においても、多くの種類でエチレンにより老化の促進されることが明らかにされている。しかし、エチレンにより老化があまり促進されない種類もみられており、それらはエチレン非感

受性の花きと呼ばれている。

エチレンはタンパク質構成アミノ酸の一つであるメチオニンからS-アデノシルメチオニンおよび1-アミノシクロプロパンカルボン酸(ACC)を経て合成される(図1)。エチレンの直接の前駆物質は環状のアミノ酸であるACCであり、その合成に関わるACC合成酵素がエチレン生合成の鍵酵素として認識されている^{1,2)}。

現在、抗エチレン剤として最も用いられてい

るのはチオ硫酸銀(STS)である。STSは銀の移動性をよくした化合物であり、銀がエチレンの作用部位と共通であるために阻害作用が起るとされている³⁾。その効果はカーネーション、スイートピーあるいはデルフィニウムのような花きでは極めて高い。また作用部位との親和性が非常に高いため、低濃度で効果が高く、しかも安価である。しかし、その主成分が銀イオンであるため、最近では、環境汚染の観点からその使用が問題視される傾向にある。オランダ

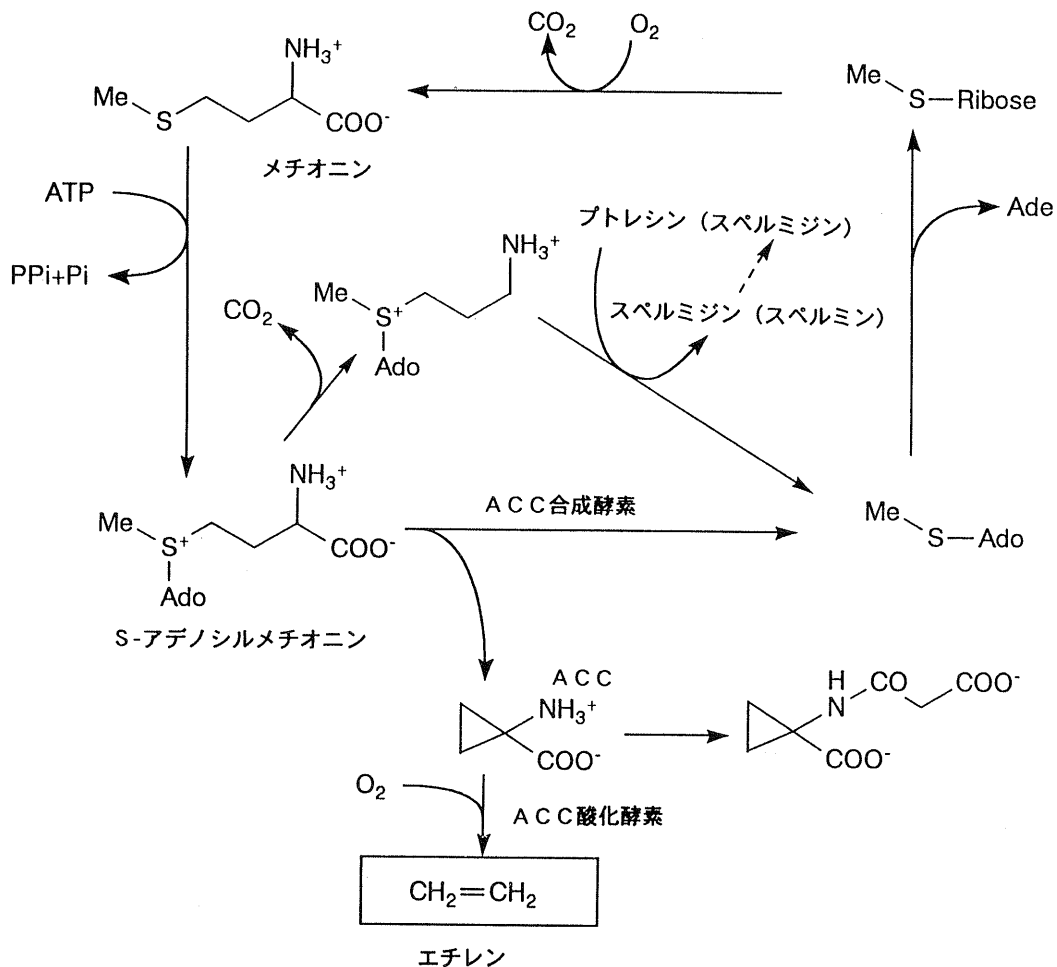


図1. エチレンの生合成経路

では今世紀中にSTSの使用が全面的に禁止されようとしている。わが国では現在のところSTSを規制しようとする動きはまだみられないが、諸外国の例にならい全面的に使用が禁止される可能性は十分にあり得ると考えられる。

そのため、STSに代わる薬剤が必要とされている。その代表的なものはアミノエトキシビニルグリシン (AVG)⁴⁾、アミノオキシ酢酸 (AOA)⁵⁾およびアミノイソ酪酸 (AIB)⁶⁾である。AVGとAOAはACC合成酵素の阻害剤であり、AIBはACC酸化酵素の阻害剤である。AVGは高価であること、AOAは比較的高価であることに加えて、STSよりも効果が劣ること、またAIBは比較的安価であるが、カーネーションおよびハイブリッドスターチスなど効果がみられる花きが限られていることが欠点となっている。

これら以外に鮮度保持効果があることが報告された薬剤として、ACC合成酵素の阻害剤であるイソプロピルジシアミノオキシ酢酸2メトキシ2オキソエチルエステルおよびその類縁体⁴⁾、ACC酸化酵素の阻害剤である(+)-(1R, 2S)-アロコロナミン酸⁹⁾、エチレン作用阻害剤であるシスプロベニルホスホン酸⁷⁾およびアミノトリアゾール⁸⁾が知られている。これらの薬剤は実験的にはいずれもカーネーションでSTSに匹敵する効果を示しているが^{4, 7, 9)}、実用化するためには、さらに花きの種類ごとの試験が必要であろう。

これらの薬剤の中でシスプロベニルホスホン酸はバラの開花速度を遅延させるという作用をもつ、これまででない生理作用をもった薬剤であることが明らかにされ¹⁰⁾、注目を集めている。

ごく最近、カリフォルニア大のReidのグループは1-メチルシクロプロペン (1-MCP)

がカーネーションをはじめとする各種切り花にSTSと同等の効果を示すことを報告した¹¹⁾。この物質は気体であり、エチレンの作用阻害剤であると考えられている。気体であることから、実用化するためには処理方法を検討する必要がある。この問題が解決できれば、STSの代替薬剤として今後非常に有望ではないかと考えられる。

(2) 糖

糖は植物において呼吸および細胞壁の合成基質ならびに浸透圧調節物質として機能している。切り花は一般に光合成することができないため、炭素源として添加される糖が花持ちの延長およびつぼみの開花促進に効果がある¹²⁾。つぼみが開花するためには多量のエネルギー源が必要であると推定され、特に最近普及しつつあるつぼみ切りでは開花促進剤として糖の添加は必須となっている¹³⁾。糖として一般的にはスクロースが用いられている。これは多くの花きの転流糖はスクロースであることから、植物体が利用しやすいと推定される。

(3) 殺菌剤

生け水中には細菌が増殖しやすく、増殖した細菌は切り花の水揚げを劣化させたり、日持ちを低下させることが知られている。花きの種類により細菌に対する感受性には差があり、例えばカーネーションでは比較的耐性が強いが、バラでは弱いことが明らかにされている。そのため、バラのように水揚げが不良で細菌に弱い花きでは殺菌剤は著しい鮮度保持効果を示す。糖の存在下では細菌は急激に増殖するため、糖を含む鮮度保持剤では殺菌剤の併用は必須となっている。殺菌剤として利用されているのは8-ハイドロキシキノリンエン酸塩¹⁴⁾あるいは8-ハイドロキシキノリン硫酸塩¹⁵⁾である。これ

らの薬剤は危険性があまりなく、比較的安価である。殺菌剤は生け水中の細菌の濃度が 10^6 /mlを越えたときにその抑制効果が高くなるため¹⁶⁾、それ以下の濃度の場合は殺菌剤としての効果はあまり期待できない。

(4) 界面活性剤

他の薬剤の吸収を促進するために添加される補助的な薬剤であり、家庭用の中性洗剤でも効果がある。スプレーカーネーションでは非イオン系のポリオキシエチレンラウリルエーテルがすぐれていることが報告されている¹⁷⁾。

(5) 植物生長調節剤

単独で用いられることはないが、他の鮮度保持剤に添加される場合がある。アルストロメリアは葉が黄化しやすいことが問題となっており、この防止にジベレリンが効果がある¹⁸⁾。そのため、オランダではアルストロメリアの切り花にジベレリンの使用が義務づけられている。

(6) その他の物質

最近、バラの前処理剤として鮮度保持効果の高いことが報告され、注目を集めている鮮度保持剤(メイアップ)はその成分として銀、RNA加水分解物およびトリスヒドロキシメチルアミノメタンを含むという¹⁹⁾。RNA加水分解物とトリスヒドロキシメチルアミノメタンがいかなる効果をもつかは明らかにされていない。

3. AIBを用いた鮮度保持技術の開発

抗エチレン剤(ACC酸化酵素阻害剤)であるアミノイソ酪酸(AIB)は比較的安価であるため、STSの代替薬剤となる可能性がある。そのため、野菜・茶業試験場ではAIBを用いた鮮度保持技術の開発を行っている。これまでにカーネーションとハイブリッドスターチスについて試験を行った。その概要について以下に

紹介したい。

(1) カーネーション^{20, 21)}

AIBがカーネーションの後処理剤として適用可能か試験した。その結果、20mM AIBの後処理が鮮度保持効果を示すことが明らかにされた。AIBはSTSよりも高価であるため、使用量を減少できた方が望ましい。AIBはカルシウムイオンの存在下で吸収が促進されることが知られているため、各種カルシウム塩がカーネーションのAIB吸収に及ぼす影響を調査した。その結果、硝酸カルシウムを添加するとAIBの濃度が10mMでも効果があることが示され、AIBの使用量が半減できることが明らかにされた。また前処理剤としての利用が可能か試験したところ、30mMの濃度で24時間の前処理により鮮度保持効果を示した。このようにAIBはカーネーションの鮮度保持剤として利用可能であることが明らかにされた。

(2) ハイブリッドスターチス²²⁾

ハイブリッドスターチスは数多くの小花から構成される花きである。小花は、一つ一つの寿命は短い、次々と開花する。したがって、これの鮮度保持技術を開発するためには、花の老化を抑えるだけでなく、つぼみの開花も促進させる必要がある。ハイブリッドスターチスの花序は大きいため、効果のある薬剤およびその濃度を決定するためには多量の本数が必要となるだけでなく、大面積の試験場所が必要となる。そこで、効率的に試験を進めるために、ここでは花序の頂部から7cmくらいの長さに切り分けた花茎を用いた試験を行った。

まず、つぼみの開花促進に著しい効果を持つことが知られているスクロースの効果を調べたところ、20~50g/lの濃度でつぼみの開花を著しく促進することが判明した。次にAIBが

小花の老化に及ぼす影響を試験したところ、AIBは老化を抑制する効果を示し、最適濃度は10mMであることが明らかとなった。

このようにスクロースは開花を促進し、AIBは老化を抑制することが判明したため、この両者の併用処理が鮮度保持に及ぼす効果を調べた。スクロース (20 g/l) と AIB (10mM) を組み合わせ24時間前処理を行ったところ、つばみの開花が促進されただけでなく、開花した花の老化も抑制された。これにより処理後各日の処理区における開花している花の割合は対照区のそれよりも著しく高い値を示した (図2)。

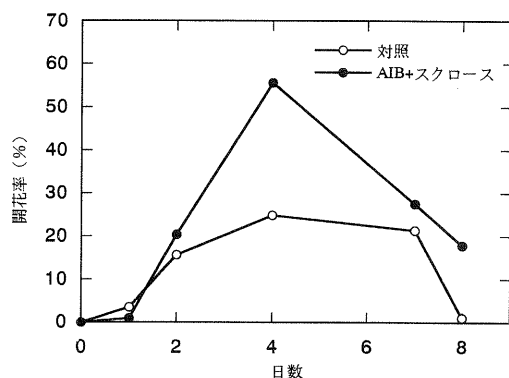


図2. AIBとスクロースの併用処理が開花率に及ぼす効果

つばみのみにした花茎に処理を行った。

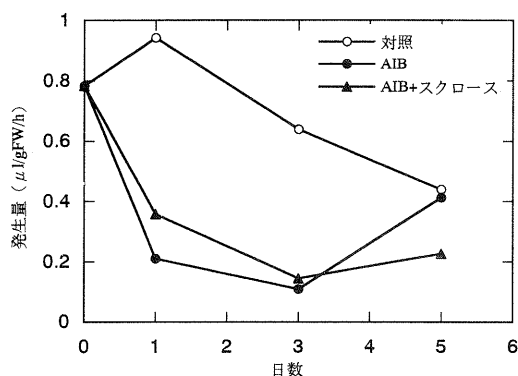


図3. AIBとスクロースの併用処理がエチレン発生量に及ぼす影響

AIB 単独あるいは AIB とスクロースの併用処理後の花序のエチレン発生量を調べたところ、AIB が添加してある処理区では対照よりも低い値で推移した (図3)。これより AIB による萎凋抑制はエチレンの生合成を抑制しているためであると考えられた。次にスクロース単独あるいは AIB とスクロースの併用処理後の小花中の糖含量を調べたところ、糖としてグルコース、フルクトースおよびスクロースが検出さ

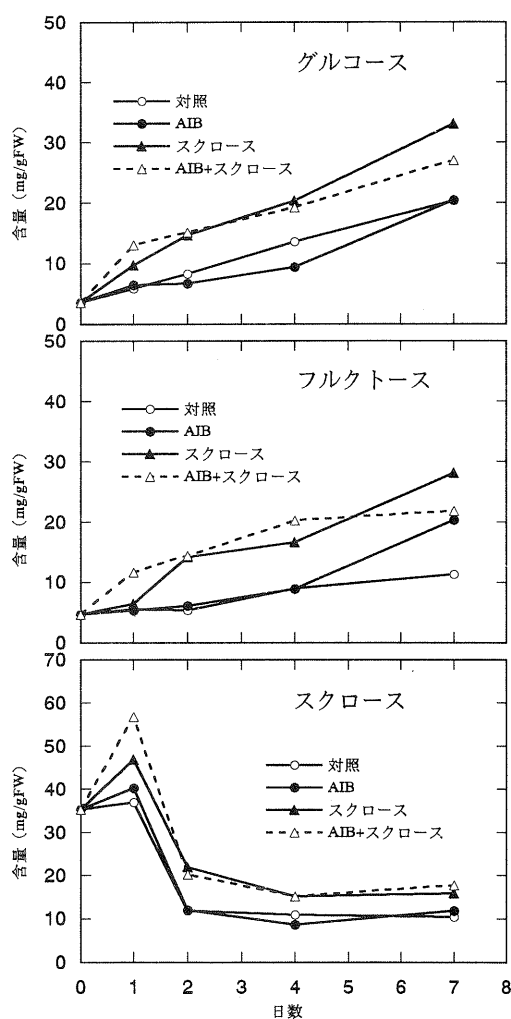


図4. AIBとスクロースの併用処理が小花中の糖含量に及ぼす影響

れ、どの糖含量もスクロースを添加した処理区では対照よりつねに高い値で推移した(図4)。これよりスクロース処理による開花促進効果は炭素源としての糖含量の増加によるものと考えられた。

このように切り分けた花序を用いた場合に、スクロースとAIBの併用処理が著しい鮮度保持効果を示すことが明らかになったため、花序全体を用いて効果があるか試験した。その結果、切り分けた花序を用いた場合よりもやや劣ものの、鮮度保持効果があることが判明した。今後、濃度あるいは処理時間等をさらに検討することにより、さらに高い効果を示すことが期待される。

4. お わ り に

鮮度保持剤を用いないで鮮度保持期間の長い花を作出するためには、育種的な方法と栽培的な方法が考えられる。最近では寿命の長いカーネーションの品種・系統が見つかっており^{23, 24)}、交雑により鮮度保持期間の長い花きを育種する試みも行われつつあるが²⁵⁾、花の育種は日持ち性のみがその選抜基準にはなりにくいため、実際に交雑育種により鮮度保持期間の長い花きが育種されるにはかなりの年月が必要とされよう。一方、エチレン代謝に関与する遺伝子が単離され、遺伝子組み換えによる鮮度保持効果の高い花きの作出が可能となりつつある。カルジーンパシフィック社の研究グループはカーネーションでACC酸化酵素のアンチセンス遺伝子の導入により、日持ちが2倍になった組み換え体の作出を報告した²⁶⁾。近い将来には、このような遺伝子組み換えにより育種された花きが市場に並ぶ日がくるだろう。しかし遺伝子導入技術が開発されていない花きが多いなど、解決しなければ

ならない問題点は非常に多い。一方、栽培的な方法は普遍化した技術にすることが困難であると思われる。

このように他の技術開発が十分でないため、鮮度保持剤は今後少なくともしばらくは鮮度保持技術の中心的な存在であり続けるだろう。STSの使用は問題視されつつあるが、最近いくつかのSTSに代わりうる鮮度保持剤が開発されている。これらの薬剤が鮮度保持に及ぼす効果は花きの種類により異なっている。したがって、実用面での解決を図るためには、それぞれの花きで最適の薬剤および処理方法を検討することが必要である。

引 用 文 献

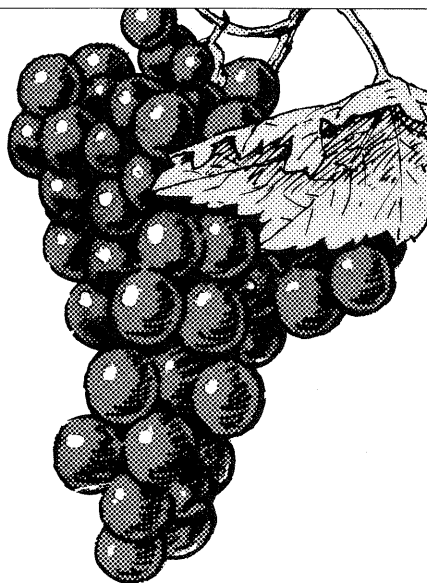
- 1) Yang, S. F. and Hoffman, N. E. 1984. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 35: 155~189.
- 2) Kende, H. 1989. *Plant Physiol.* 91: 1~4.
- 3) Veen, H. 1979. *Planta* 145: 467~470.
- 4) Kirchner, J. et al. 1993. *Plant Growth Regulation* 13: 41~46.
- 5) Broun, R. and Mayak, S. 1981. *Scientia Hort.* 22: 173~180.
- 6) Serrano, M. et al. 1990. *Scientia Hort.* 44: 127~134.
- 7) Yamamoto, K. et al. 1992. *Plant Growth Regulation* 11: 405~409.
- 8) Altman, S. A. and Solomos, T. 1993. *Hort Sci.* 28: 201~203.
- 9) Toshima, H. et al. 1993. *Biosci. Biotech. Biochem.* 57: 1394~1395.
- 10) Yamamoto, K. et al. 1994. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 63: 159~166.
- 11) Serek, M. et al. 1995. *Plant*

- Growth Regulation 16: 93~97.
- 12) Paulin, A. and Jamain, C. 1982. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 258~261.
 - 13) 小山佳彦・宇田 明. 1994. 園学雑 63: 203~209.
 - 14) Larsen, F. E. and Florich, M. 1969. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 289~292.
 - 15) Gilman, K. F. and Steponkus, P. L. 1972. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 662~667.
 - 16) Van Doorn, W. G. et al. 1989. J. Plant Physiol. 134: 375~381.
 - 17) 宇田 明 他. 1994. 園学雑 63: 645~652.
 - 18) Van Doorn, W. G. et al. 1992. Plant Growth Regulation 11: 59~62.
 - 19) 黒津隆宏 他. 1993. 園学雑 62(別2): 444~445.
 - 20) 小野崎 隆・山口 隆. 1992. 野菜・茶業試験場研究報告 5: 69~79.
 - 21) 小野崎 隆・山口 隆. 1992. 園学雑 61(別2): 546~547.
 - 22) 島村美佐 他. 1994. 園学雑 63(別1): 402~403.
 - 23) Wu, M. J. et al. 1991. Scientia Hort. 48: 99~107.
 - 24) Wu, M. J. et al. 1991. Scientia Hort. 48: 109~116.
 - 25) 小野崎 隆 他. 1995. 園学雑 64(別1): 434~435.
 - 26) Cornish, E. C. et al. 1993. IX International Botanical Congress, Abstracts. pp192.

植物化学調節実験法

植物化学調節学会 高橋 信孝・編
A5判・468頁・定価5,000円(税別)

植物の化学調節研究はいわゆるモニター屋、ブッカケ屋の連携によって初めて可能となるもので、両者の相互理解が必要です。本書はこの研究に役立つよう編集されています。つまり、作物の研究者、技術者が生理活性物質の分離・同定や生物検定法を、化学、薬学の研究者が除草剤、植物調節剤の生物実験法を理解し、実験できるよう平易かつ具体的に解説してあります。



発行 植物化学調節学会
発売 全国農村教育協会

東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
〒213 TEL.03(833)1821 FAX.03(833)1665