シュッコンカスミソウ切り花における「黒花」の発生機構と つぼみ収穫による発生の回避

土井元章・斉藤珠美・長井伸夫*・今西英雄

大阪府立大学農学部 599-8531 堺市学園町 1-1

Occurrence of "Flower Browning" of Cut *Gypsophila paniculata* L. and Its Prevention by Harvesting at Bud Stage

Motoaki Doi, Tamami Saito, Nobuo Nagai and Hideo Imanishi

College of Agriculture, Osaka Prefecture University, Sakai, Osaka 599-8531

Summary

Inflorescences of *Gypsophila paniculata* L. 'Bristol Fairy', harvested with 30% of their buds open, were held in deionized water and kept at 20, 23, 26, or 29 °C. Petals of flowers held at 20 °C became translucent and desiccated, although the floret shape remained unchanged. When the inflorescences were kept at 23 °C or higher, the petals of open florets turned brown, wilted and inrolled into calyxes; commercially the phenomenon is called "flower browning". Following a pulse of 0.2 mM silver thiosulfate (STS), a continuous supply of 4% sucrose and 0.26 mM 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) to bud-cut inflorescences not only enhanced bud opening but also inhibited the occurrence of "flower browning" even under an inductive stress of 25 °C. Days between bud-cutting, when the terminal floret had just open, to the marketable stage with 30% of open buds, were 5 and 3 at 20 and 25 °C, respectively. Light intensity of 15.0 W · m⁻² during the forcing period for bud opening after harvest was desirable for getting marketable inflorescences with good quality and long vase life. The rate of respiration by cut inflorescences increased exponentially with increasing temperature; the respiration rate at 20 °C was c. 210 μmol CO₂ · hr⁻¹ · 100 gfw⁻¹ (Q₁₀=1.5). At 25 °C, a severe decrease in sugar content of florets occurred on cut inflorescences. On days 2 and 4, glucose and fructose contents per floret at 25 °C were one-half to one-third of those at 20 °C; whereas sucrose content was almost one-fourth. Application of sucrose helped maintain a high soluble sugar level in florets which may contribute to prevent petals from wilting and browning even under inductive temperature conditions. Bud-cut inflorescences treated with STS could be stored with their stem base in a solution containing sucrose and 8-HQS at 1 °C for 4 weeks without lowering cut-flower quality and longevity.

Key Word: bud-cut gypsophila, flower browning, high temperature, respiration, application of sucrose.

緒 言

シュッコンカスミソウは、長日植物であるにもかかわらず、わが国の温暖地では夏季の切り花生産が難しい。その理由の一つとして、花芽分化時の高温により誘導される「だんご花」と呼ばれる奇形花の発生があげられ、促成栽培における秋季の開花期の前進を制限している。その発生機構に関しては土井ら(1991)の研究に詳しい。一方、春から初夏にかけての栽培では、奇形花の発生はみ

られないものの、収穫の前後を問わず、開花した小花の花弁が溶けたように萎凋して黒くなる、いわゆる「黒花」と呼ばれる障害花が発生することで、切り花品質を著しく低下させ、このことが高温期へと作期を拡大することの隘路となっている。高冷地で生産された切り花が収穫後高温にさらされることでも黒花は発生し、シュッコンカスミソウ切り花の品質保持を考える上での最大の問題点である。

他方、シュッコンカスミソウ切り花は水ストレスやエチレンに対する感受性が高いことが知られており(Marousky・Nanney, 1972; Woltering・van Doorn, 1988), van Doorn・Reid(1992)は小花の老化がクライマクテリック型の様式をとることを明らかにしている。また、石

1998年5月22日 受付。1998年9月29日 受理。

*現在:日本たばこ産業株式会社

本研究の一部は文部省科学研究費(課題番号 02454049)の助成により行われた。

上・松浦(1991)はシュコンカスミソウ切り花の呼吸量を測定し、保持温度が10℃から20℃に高まると呼吸量はほぼ2倍になることを示した。

ここでは、開花した小花が高温に遭遇することでエチレン生成や呼吸が促されて、花卉中の呼吸基質である糖が急激に消費されることで、構造物質あるいは浸透物質として機能する炭水化物が不足して花卉がしおれ、黒花が発生するのではないかと考え、まず黒花が発生する限界温度を明らかにするとともに、収穫後の切り花における呼吸量と小花の糖含量の推移を温度別に測定した。さらに、黒花を回避する目的で、小花のエチレン生成がまだ低レベルにあると考えられる開花直前のつぼみ段階で切り花を収穫し、これをショ糖溶液を用いて室内で開花させることにより、黒花の発生を回避できないか、またつぼみ段階で収穫した切り花を低温で貯蔵した後出荷段階にまで開花させることができないかどうかを検討した。

材料および方法

実験には、1991年～1997年に本学実験圃場で栽培したシュコンカスミソウ *Gypsophila paniculata* L. ‘ブリストル・フェアリー’を供試した。切り花は、4月～5月の開花期に実験開始当日の早朝収穫し、採花後1時間以内に下位の葉を取り除いて60～70 cmの長さに調整し、水切り後実験に用いた。

前処理を行った実験では、0.2 mM silver thiosulfate (STS, 硝酸銀とチオ硫酸ナトリウムのモル比1:4)と4%ショ糖を含む溶液を前処理液として用い、調整後の切り花に $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、三波長域型蛍光灯による $9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ の照明下で3時間処理した。STS溶液は、Reidら(1980)の方法に従って調整した。また、小花の開花を促す目的で、0.26 mM 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS)と4%ショ糖を含む溶液(開花用溶液)を一部の実験で用いた。品質保持期間は、30%の開花段階に達した切り花を $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、三波長域型蛍光灯による $9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 、12時間照明の室内で水にいけ、商品価値がなくなるまでの期間として測定した。また、最終開花率は、品質保持期間が終了した時点における小花の開花率を切り花ごとに10%間隔で判定し、その平均をもってあてた。前処理液、開花用溶液ならびにいけ水は脱塩水を使用して調整し、クエン酸緩衝液によりpHを5とした。

なお、品質保持期間を測定する実験では、実験1を除き1区10本の切り花を使用した。

実験1. 切り花の保持温度と黒花の発生

切り花の保持温度と黒花発生との関係を見るため、小花の30%が開花した段階にある切り花を水にいけ、20, 23, 26, 29°C 、蛍光灯による $9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 、12時間照明下で保持した。各区5本の切り花を供試し、品質保持期間の終了時点で、最終開花率を計測するとともに、開花した小花のうち黒花となった小花(花卉がその形状をとどめずし

おれた小花)の割合を測定した。

これとは別に、頂花(第1花)が開花した段階(他の小花はすべてつぼみ段階)で採花した切り花を、水または前処理液を用いて3時間水あげした後、水または開花用溶液にいけ、 20°C あるいは 25°C 、蛍光灯による12時間照明下で保持した。各区10本の切り花を供試し、開花率を計測するとともに、開花した小花のうち黒花となった小花の割合を求めた。

実験2. 切り花の呼吸速度

小花の30%が開花した段階で収穫し水あげした切り花から20 cmの側花序4 gを採取し、基部を硫酸酸性の水にいけ、それを2,000 mlのジャムビンに入れて20, 23, 26, 29°C 、暗黒下に置いた。3時間後ジャムビンの栓をして封じ、そのまま各温度下に1時間置いた。栓をした直後および1時間後のジャムビン内の空気10 mlをシリンジで採取し、赤外線ガス分析装置(島津製作所, 1W8039)を用いてサンプルガス中の二酸化炭素濃度を計測し、呼吸速度を計算した。

実験3. 小花中の糖濃度と黒花の発生との関係

30%の小花が開花した段階で収穫した切り花を水にいけ、 20°C あるいは 25°C に保持した。また、前処理後開花用溶液にいけた切り花を 25°C に保持する実験区を設定した。それぞれ2日ごとに小花を3 gサンプリングし、熱エチルアルコールによる糖の抽出を行った。抽出液は最終的に3 mlにまで濃縮して分析試料とし、示差屈折計を検出器とする高速液体クロマトグラフィー(島津製作所製, LC-10AS)により糖含量を計測した。なお、分析時の分離用カラムにはアサヒパック(旭化成工業製, NH2P-50)を用い、移動相として75%アセトニトリルを使用した。

実験4. つぼみ段階での収穫による黒花発生の回避

実験1, 2の結果をもとに、つぼみ段階で切り花を採花し、ショ糖を吸収させて、黒花の発生を回避しながら出荷段階(30%の小花が開花した段階)まで開花させることができないかどうかを検討した。

実験には頂花が開花した段階で採花した切り花を供試した。調整後、水または前処理液を用いて3時間水あげした後、開花用溶液にいけ、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、暗黒または蛍光灯による1.5あるいは $15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 、12時間照明下において小花の開花を促した。約30%の小花が開花した5日目に、茎基部を水切りして水に移し、 $9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 、12時間照明下に置いて、この時点からの品質保持期間を測定した。

実験5. つぼみ段階で収穫した切り花の長期貯蔵

実験3と同様につぼみ段階で採花した切り花を前処理し、箱づめ(乾式)あるいは開花用溶液にいけた状態(湿式)で 1°C の低温庫に置き、0, 4, 8週間の貯蔵を行った。貯蔵後は、水切りした後開花用溶液にいけて、 20°C 、蛍光灯による $9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 、12時間照明下で小花の開花を促

し、30%の開花段階に達した時点で水に移しかえ、この時点から商品価値がなくなるまでを品質保持期間として測定した。なお、実験は貯蔵終了時点が同じになるよう各々の実験区の採花日を調整した。

結 果

実験 1. 切り花の保持温度と黒花の発生

20~29℃での切り花の品質保持期間は、保持温度が低いほど長くなったが、水にいたことにより小花の開花はほとんど進行せず、最終開花率はいずれの区とも40%前後となった(第1表)。一方、黒花の発生は20℃区ではほとんどみられなかったのに対し、23℃区では小花の開花後2~3日で花卉ががく片中にしおれ込み黒花となった。また、26℃以上の温度下では開花した小花の花弁が急激にしおれ、全小花が黒花となった。

そこで、つぼみ切りした切り花を水または前処理液で水あげして20℃と25℃下でいけ、新たに開花してくる小花における黒花発生をみた。STSやショ糖を与えなかった切り花では、小花の開花はあまり進まなかった。これらの切り花では、20℃下では黒花の発生はみられず、一方25℃下では開花した小花は順次黒花となっていった(第2表)。切り花に前処理を行うことにより25℃下で発生する黒花は十分ではないが抑えられた。さらに、前処

理の後開花用溶液を用いて引き続きショ糖を吸収させることにより、25℃で保持した場合であっても黒花の発生をほぼ抑えることができた(第2表)。

Fig. 1. Respiration rate of cut gypsophila inflorescences with 30% open florets. Data were taken from the samples sealed in glass vessels from three to four hr after hydration with water.

Table 1. Bud opening and occurrence of flower browning of cut gypsophila inflorescences placed at various temperatures.

Holding temp. (°C)	Vase life (days)	% of open florets at the end of display	% of florets exhibiting flower browning at the end of display
20	3.8	40	0
23	2.9	42	82
26	2.5	41	100
29	2.2	37	100

Inflorescences harvested when 30% of the florets were open and placed in deionized water. Regressions of vase life and angular-transformed percentage of open florets against temperatures are indicated by $y = -0.17x + 7.10$ ($R^2 = 0.93^*$) and $y = -0.0036x + 0.5002$ ($R^2 = 0.36^{NS}$), respectively.

Table 2. Effects of pretreatment with a preservative containing 0.2 mM STS and 4% sucrose only or in combination with a continuous-treatment with 0.26 mM 8-HQS and 4% sucrose on bud opening and occurrence of flower browning of bud-cut gypsophila inflorescences.

Holding temp. (°C)	Pretreatment	Continuous treatment	Vase life ^z (days)	% of open florets at day 4	% of florets exhibiting flower browning at day 4
20	No	No	0	11a ^x	0
	Yes	No	3.0a ^y	22b	0
	Yes	Yes	9.8b	28c	0
25	No	No	0	14a	75
	Yes	No	1.2a	29b	42
	Yes	Yes	5.3b	34c	7

^z Vase life does not include the period to marketable stage with 30% of florets open.

^y Mean separation in a column within a same holding temperature by t-test for the vase life and ^x by Duncan's multiple range test for the percentage of open florets, $P \leq 0.05$ ($n=10$). Angular-transformed data on the percentage of open florets were subjected to ANOVA.

実験 2. 切り花の呼吸速度

収穫直後の切り花 100 g 当たりの呼吸速度は、20℃では約 $210 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{hr}^{-1} \cdot 100 \text{ gfw}^{-1}$ であったが、29℃では約 $310 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{hr}^{-1} \cdot 100 \text{ gfw}^{-1}$ で、 $Q_{10}=1.5$ となった(第1図)。ただし、黒花の発生しない 20℃と発生する 23℃との間には呼吸速度における急激な変化は認められなかった。

実験 3. 小花中の糖濃度と黒花の発生との関係

20℃で水にいた場合の 4 日間の糖含量の推移を小花当たりでみると、ブドウ糖、果糖含量にはほとんど変化がみられなかったが、ショ糖含量は収穫後急激に減少していった(第2図)。これに対し 25℃で水にいた場合には、いずれの糖含量とも減少し、20℃区と比較して 2 日目、4 日目にはブドウ糖、果糖含量はそれぞれ 1/2~1/3、ショ糖含量については 1/4 程度にまで低下した。

25℃下でショ糖を吸収させ続けた実験区では、ブドウ

Fig. 2. Changes in sugar content in florets of bud-cut gypsophila inflorescences held in water or a solution containing 0.26 mM 8-HQS and 4% sucrose.

糖、果糖含量は増加し続け、4日目には収穫時の 2 倍程度にまで達した(第2図)。これに対し、ショ糖含量は減少したが、25℃あるいは 20℃で水にいた区と比べて高く推移した。

実験 4. つぼみ段階での収穫による黒花発生の回避

つぼみ切りした切り花は、開花用溶液を用いて、黒花を発生させることなく、出荷段階である 30% 開花にまで小花の開花を促すことができた(第3表)。ただし、小花の開花を促す際に暗黒で切り花を保持すると、小花柄が徒長して軟弱となった。開花を促す際の光強度は強い方が品質が良好となり、光強度 $1.5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 区に比べて $15.0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 区でその後の品質保持期間が長くなった。また、STSとショ糖を含む溶液を用いて前処理を行った方が、水で水あげを行った場合よりも、品質保持期間が長くなり、最終開花率が高まった。前処理を行いその後開花用溶液に移しかえて 20℃、 $15.0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 、12 時間照明下で開花を促すと、5 日程度で出荷段階にまで進み、この場合その後水に移しかえてからの品質保持期間は 12 日、最終開花率は 91% に達した。

実験 5. つぼみ段階で収穫した切り花の長期貯蔵

前処理を行った切り花は、箱づめの乾式貯蔵では長期間貯蔵することができなかったものの、開花用溶液に付けて湿式貯蔵を行うと、4 週間程度の貯蔵が可能であり、この場合の品質保持期間は貯蔵を行わない切り花と同等であった(第4表)。湿式で 8 週間貯蔵した場合には、出荷時の切り花品質がやや劣っていたことに加え、30% 開花時点で水に移しかえて以降、茎折れが発生し、品質保持日数は 5 日と短くなった。

考 察

Downs ら (1988) は、0.25 mM の STS と 5~15% のショ糖を組み合わせて 24 時間の前処理を行うことにより、シュコンカスミソウ切り花の品質保持期間が延長されることを明らかにしており、オランダではすでに出荷前の糖処理が義務づけられている。わが国でも、同様の溶液を用い、出荷前に水あげをかねて 6 時間程度前処理されることが多い。

高温期には、シュコンカスミソウの切り前適期である小花が 30% 開花する段階に達するまでに、先に開花した小花が萎凋して黒花となる。生産者はこれらを取り除いて出荷しているが、長距離輸送が行われた後の切り花では、前処理が施されていても、出荷時点で黒花となっていなかった小花にしばしば黒花の発生がみられる。従って、STS やショ糖を含む前処理は、黒花の発生に関しては必ずしも十分な防止効果を発揮しているとはいえない。この点は、本実験でも確かめられた(第2表)。

実験 1 の結果から、黒花が発生する温度限界は 20℃から 23℃の間にあると考えられ、高温下に置くほど開花し

た小花が急激に黒花となった(第1表)。しかし、シヨ糖を含む溶液にいて切り花を保持することにより、25℃という高温下でもおおむね黒花の発生を回避することができた。この結果は、黒花の発生に呼吸による糖の消耗が深くかかわっていることを示しており、前処理だけでは黒花発生を完全に回避できないのは、高温による呼吸基質の消耗を補うに十分な糖を与えることができていないためと考えられる。ただし、糖が前処理後も連続的に供給される場合には、前処理液の成分であるSTSがエチレンによる呼吸のクライマクテリックライズを遅らせることであるいはエチレンに対する感受性を下げることで(van Doorn・Reid, 1992)、高温下でも前処理による品質保持効果が発揮されるのであろう。

上述のように黒花は開花した小花が高温にさらされる

ことによって発生するが、その発生機構として、高温が呼吸を促す結果、花卉中の呼吸基質が消費され、浸透ポテンシャルが維持できなくなり、花卉がしおれるという過程を想定することができる。呼吸による糖の消耗は、呼吸速度の計測からも小花の糖含量の計測からも高温ほど激しいことがうかがわれる(第1図、第2図)。また、シヨ糖を与え続けて開花させると、水にいた場合に黒花が発生するような温度条件下でも黒花が発生しなくなることから、発生機構として呼吸基質の消耗説が支持される。高温は開花している小花にのみ作用することから、エチレンに対してより敏感な展開した花卉で高温によるエチレン生成を引き金として呼吸量の増大が起きていることが予想されるが、本実験の結果からはエチレンの関与は明らかでない。

Table 3. Effects of pretreatment with a preservative containing 0.2 mM STS and 4% sucrose and light intensity during the initial 5 days for bud opening after harvest on the quality and vase life of bud-cut gypsophila inflorescences.

Pretreatment	Light intensity at bud opening ($W \cdot m^{-2}$)	Days to when 30% of florets open	Vase life ^z (days)	% of open florets at the end of display
No	0	5.5	8.3	44
No	1.5	5.2	8.7	69
No	15.0	4.8	10.4	78
Yes	0	5.7	8.4	51
Yes	1.5	5.8	10.7	81
Yes	15.0	5.2	11.8	91
Statistical analysis (n=10; df=54)				
Pretreatment		**y	***	***
Light intensity		***	***	***
Pretreatment × light intensity		NS	**	*

Bud-cut inflorescences which were rehydrated with deionized water or a preservative containing STS and sucrose for 3 hr, were held in a solution containing 0.26 mM 8-HQS and 4% sucrose for the initial 5 days. Then they were transferred to deionized water and placed under light intensity of $9.0 W \cdot m^{-2}$. "Flower browning" was not observed in any treatment.

^z Vase life does not include the initial 5 days for bud opening.

^y Nonsignificant (NS) and significant at $P \leq 0.05$ (*), ≤ 0.01 (**) and ≤ 0.001 (***). Angular-transformed data on the percentage of open florets were subjected to ANOVA.

Table 4. Effects of long term storage at 1 °C on the quality and vase life of bud-cut gypsophila inflorescences.

Storage condition	Duration of storage (weeks)	Vase life ^z (days)	% of open florets at the end of	
			storage	display
—	0	9.4a ^y	0	77a ^y
Wet	4	9.4a	4a ^x	89b
Wet	8	5.0b	14b	83ab
Dry	4	0	0	0

Bud-cut inflorescences, which were rehydrated with a preservative containing STS and sucrose for 3 hr, were held in a solution containing 0.26 mM 8-HQS and 4% sucrose (wet storage) or packed into a carton box (dry storage). They were stored at 1 °C, after which the cut inflorescences were held in a solution containing 8-HQS and sucrose until they attained marketable stage with 30% open florets and then transferred to deionized water. "Flower browning" was not observed in any treatment.

^z Vase life does not include the period to marketable stage with 30% of florets open.

^y Mean separation in a column by Duncan's multiple range test or ^x by *t*-test, $P \leq 0.05$ (n=10). Angular-transformed data on the percentage of open florets were subjected to ANOVA.

黒花はすでに開花している小花でのみ発生することから、実験4ではつぼみ段階で収穫し、これを適切な環境条件下で開花させることが可能であれば、高温期の黒花の発生が回避できると考えた。予備実験の結果から、前処理後0.26 mMの8-HQSを殺菌剤とした4%ショ糖を含む溶液に移しかえることで、糖を与え続けることができることがわかった。なお、糖と組み合わせる殺菌剤としては、8-HQS (Marousky, 1977) 以外に、これまで四級アンモニウム塩 (Farnham ら, 1978) や Thiobendazole (Apelbaum・Katchansky, 1977) を用いた事例が報告されている。

小花の開花を促す際の温度は黒花発生の危険がない20℃とすると、頂花が開花した段階から出荷適期である30%の開花までには5日程度を要した。25℃にまで開花を促す際の温度を高めると、3日程度で出荷適期に達するが、花卉がやや黄色みを帯び品質を低下させた(データ省略)。開花を促す際の光強度は強い方が出荷時点での切り花品質がすぐれており、暗黒下では小花柄が徒長して切り花品質が低下した。このように、ショ糖を吸収させながら開花を促した切り花では、黒花の発生が回避されるのみならず、輸送後の小花の開花が順調に進み、ほぼ全小花が開花して、10日以上品質保持期間を得ることができた(第3表)。切り花の流通をつぼみ段階で行うことも可能と考えられ、販売できる段階にまで開花を促す期間を含めると収穫から半月程度の間、流通段階での品質を保持できることになる。

また、つぼみ段階で収穫した切り花は、湿式の低温貯蔵で4週間程度の長期貯蔵が可能である(第4表)。つぼみ段階で収穫して、その後糖溶液により開花させる方法は、カーネーションでは多くの研究事例が報告されており(Hardenburg ら, 1970; Cywińska ら, 1978; Nowak ら, 1983; Borochoy・Mayak, 1984)、つぼみ段階で乾式長期貯蔵することも可能であることが明らかにされている(Kofranek ら, 1972; Goszczyńska・Rudnicki, 1982)。しかし、シュッコンカスミソウの場合、カーネーションに比べて貯蔵中の水分損失による品質低下が著しく、段ボール箱につめた状態での乾式長期貯蔵は難しい。開花用溶液を用いて湿式で貯蔵した切り花は、出庫後引き続き開花を促した上で水に移しかえると、4週間の貯蔵後でも10日近い品質保持期間が得られ、この技術は出荷期の調整にも応用できるものと考えられる。

摘 要

1. 小花の30%が開花した段階で採花したシュッコンカスミソウ‘ブリストル・フェアリー’の切り花を水にかけ20~29℃下に保持したところ、20℃下では小花は形を保ったまま老化してドライフラワー状となり、黒花とはなかったが、23℃以上の温度下では急激に花卉がしおれて萎縮し、黒花となった。

2. つぼみ段階で採花した切り花に対し0.2 mM STSと4%ショ糖を含む前処理液で3時間の水あげを行っただけでは、25℃下における黒花の発生を完全に回避することはできなかった。前処理に引き続いて0.26 mM 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) と4%ショ糖を含む開花用溶液にいて糖を与え続けることにより、小花の開花が促されるとともに、25℃下でも黒花発生をほぼ抑えることができた。収穫から30%開花までの日数は、20℃で5日、25℃で3日程度を要した。また、開花を促す際に20℃として光強度を $15.0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ にまで高めることにより、切り花品質が向上し、その後水にいた場合の品質保持期間が延長された。

3. 切り花の呼吸速度は温度に対して指数関数的に増加し、20℃での呼吸速度は約 $210 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{hr}^{-1} \cdot 100 \text{ gfw}^{-1}$ で、 $Q_{10}=1.5$ となった。

4. 25℃下で水にいた切り花の小花では、20℃下でいたものに比べて、2日目および4日目のブドウ糖、果糖含量が1/2~1/3、ショ糖含量が1/4程度にまで減少していた。また、25℃下で開花用溶液にいた切り花では、これら3種類の糖含量が高く推移し、このことが黒花の発生を抑制しているものと考えられた。

5. つぼみ切りした切り花は、出荷段階にまで開花を促した後の品質保持期間を低下させることなく、STS処理後ショ糖溶液による湿式で4週間程度の貯蔵が可能であった。

引用文献

- Apelbaum, A. and M. Katchansky. 1977. Improving quality and prolonging vase life of bud-cut flowers by pretreatment with thiobendazole. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 623-625.
- Borochoy, A. and S. Mayak. 1984. The effect of simulated shipping-conditions on subsequent bud opening of cut spray carnation flowers. Scientia Hort. 22: 173-180.
- Cywińska, S. K., R. M. Rudnicki and D. Goszczyńska. 1978. The effect of exogenous growth regulators in opening tight carnation buds. Scientia Hort. 9: 155-165.
- 土井元章・森田隆史・武田恭明・浅平 端. 1991. シュッコンカスミソウシュートの異なる生育段階における高温遭遇がロゼット化および奇形花発生に及ぼす影響. 園学雑. 59: 795-801.
- Downs, C. G., M. Reihana and H. Dick. 1988. Bud-opening treatments to improve *Gypsophila* quality after transport. Scientia Hort. 34: 301-310.
- Farnham, D.S., A.M. Kofranek and J. Kubota. 1978. Bud opening of *Gypsophila paniculata* cv. Perfecta with Phytan-20. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 382-384.
- Goszczyńska, D. and R. M. Rudnicki. 1982. Longterm storage of carnations cut at the green-bud stage. Scien-

- tia Hortic. 17: 289-297.
- 石上 清・松浦英之. 1991. 新断熱容器の試作開発による切花の保冷輸送に関する研究. 静岡農試研報. 36: 35-46.
- Hardenburg, R. E., H. C. Vaught and G. A. Brown. 1970. Development and vase life of bud-cut Colorado and California carnations in preservative solutions following air shipment to Maryland. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 18-22.
- Kofranek, A. M., D. S. Farnham, E. C. Maxie and J. Kubota. 1972. Long term storage of carnation buds. Flor. Rev. 151 (3906): 29-30.
- Marousky, F. J. 1977. Control of bacteria in gypsophila vase water. Proc. Fla. State Hort. Soc. 90: 297-299.
- Marousky, F. J. and J. Nanney. 1972. Influence of storage temperatures, handling and floral preservatives on post-harvest quality of gypsophila. Proc. Fla. State Hort. Soc. 85: 419-422.
- Nowak, J., K. Mynett and R. M. Rudnicki. 1983. The effect of cutting carnations in the bud stage on quality and yield of flowers from a nursery. Scientia Hortic. 20: 203-208.
- Reid, M. S., D. S. Farnham and E. P. Ncenroe. 1980. Effect of silver thiosulfate and preservative solutions on the vase life of miniature carnations. HortScience 15: 807-808.
- Van Doorn, W. G. and M. S. Reid. 1992. Role of ethylene in flower senescence of *Gypsophila paniculata* L. J. Post-harvest Biol. Technol. 1: 265-272.
- Woltering, E. J. and W. G. van Doorn. 1988. Role of ethylene in senescence of petals- Morphological and taxonomical relationships. J. Exp. Bot. 39: 1605-1616.