

花持ち性に優れる切りバラ品種の簡易選抜法

池羽智子・鈴木一典*・荘司浩史・喜多晃一**・高津康正**

A Simple Method for Selection of Cut Roses with Long Vase Life

Tomoko IKEBA, Kazunori SUZUKI, Hiroshi SHOJI, Koichi KITA and Yasumasa TAKATU

Summary

This study investigated the correlation between the vase life of cut roses and the sugar content in petals as well as the respiratory rate of the flower head. We devised a simple method for selection of cut roses with long vase lives. The glucose content in the petals and the respiratory rate of the flower head was found to have a significantly high correlation with the vase life of the cut roses. The respiratory rate was affected by various environmental factors, such as crop temperature and measuring time, and therefore, obtaining a stable value was difficult. On the other hand, the glucose content in the petals was measured easily using a centrifugal filter device and a RQ flex. Using this method, we ascertained that cut roses with a long vase life more than 8 days contained < 6 mg/g of glucose, while those with a vase life of < 6 days had more than 7 mg/g of glucose. These results suggest that the glucose assay performed using a centrifugal filter device and RQ flex can be used for selection of cut roses with long vase lives.

キーワード：バラ切花，花持ち，糖含量，呼吸量，簡易選抜法

I. 緒言

バラは本県の重要な花き品目であり，平成22年度の産出額は4億円に達する。しかし，景気の低迷によりブライダル需要や法人需要が減少したため，全国的に消費が伸び悩んでいる現状にあり，ホームユース需要への期待が大きい。バラは，花の色や形，香り等で評価されるが，ホームユース需要による消費者の要望から，花持ちも重視される傾向にある（農林水産省，2010）。バラの花持ちには品種間差があり，その要因としては，花卉の糖含量（Ichimura et al.2002）や呼吸量（伊藤，2006），導管閉塞（大川，1999），エチレンの感受性（市村，2001）等が報告されている。特に，糖含量に関しては，花持ちの長い‘デリーラ’は花卉中のグルコース，フルクトース，スクロース含量が高いこと（市村ら，2001），また，スクロースの単独処理は殺菌剤である8-ヒドロキシキノリン（8-HQS）の単独処理よりも花持ち延長に有効である（市村，2000）との報告があり，糖含量は花持ちへの影響が大きいと考えられる。また，花首の呼吸量も花卉の糖含量に関与するため，花持ちに大きく寄与していると推測される。しかし，花持ちに影響を及ぼす糖の種類や含有量，呼吸量などは未解明であり，花持ちの長い品種が備える共通の特性等は不明である。そのため，花持ちに着目して育種・選抜する手法は未だ確立されていない。

そこで，本研究では花卉に含まれる糖の種類や含有量，花首の呼吸量が，切りバラの花持ちに及ぼす影響を明らかにするとともに，簡易な測定法を開発し，花持ち性に優れる切りバラを効率的に選抜する手法を確

* 現 茨城県農業総合センター

** 茨城県農業総合センター生物工学研究所

立したので報告する。

II. 材料および方法

以下の試験には茨城県農業総合センター園芸研究所および生物工学研究所のガラス温室で栽培したバラの品種・系統を用いた。なお、バラの栽培は茨城県花き耕種基準に従った。

試験1 糖含量の測定部位および開花ステージの検討

茨城県農業総合センター生物工学研究所で育成した、花持ちの短い系統‘07C25’と花持ちの長い系統‘07C35’を用いて、花弁の位置と糖含量との関係および開花ステージ（図1）ごとの糖含量の変化を調査し、両系統における糖の種類と含有量の差異を検討した。

花弁の位置と糖含量との関係では、花弁を一枚ずつはがして、図1に示した開花ステージ1～2の小さい花では外側と内側の2つに分け、開花ステージ4のやや開きかけた花では外側、中間、内側の3つに分けてそれぞれを分析サンプルとした。分析サンプルの花弁は5 mm 角に切り、そこから1 gを採取して80 %エタノール5 mlに浸漬し、75 °Cで20分間加熱後、ホモジナイズした（熱エタノール抽出）。ろ紙で濾過後、0.45 μm のメンブレンフィルターで除塵し、高速液体クロマトグラフィーにより、バラの花弁に含まれると報告されている（市村, 2001）メチルグルコシド、フルクトース、グルコース、スクロースおよびミオイノシトールの5種類の糖含量を測定した。

開花ステージと糖含量の関係では、花持ちの短い‘07C25’と花持ちの長い‘07C35’を用いて、図1の開花ステージ1, 3, 4, 6のバラ各3本ずつをサンプルとした。各ステージとも外側から5枚目までの花弁を採取して、上記と同様の方法で糖含量を測定した。

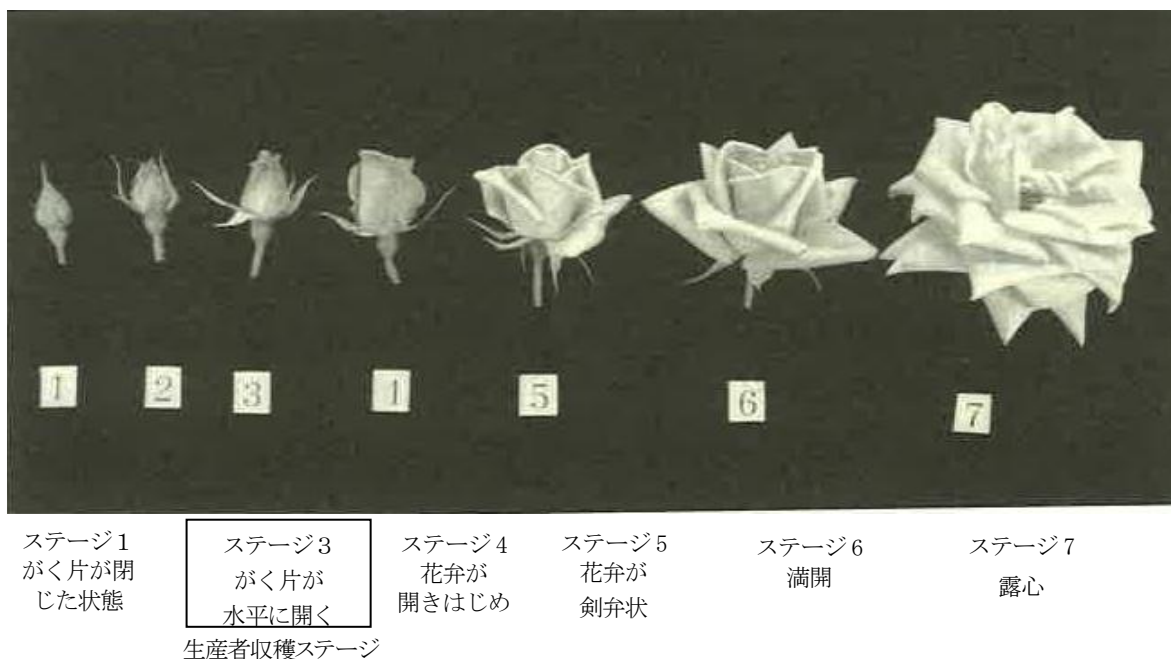


図1 バラの開花ステージ

試験2 呼吸量の測定方法の検討

切りバラ（花首）の呼吸量は、伊藤による簡易測定法（伊藤，2006）に基づき測定した。5 cm の長さに切った花首を 1170 cm³ の密閉容器にバリタ液¹⁾ 4 ml を入れた容器と一緒に密閉し、25 °C の恒温器の中で正確に1時間放置した後、バリタ液の入った容器を取り出してフェノールフタレイン溶液²⁾ を数滴添加し、1/110 N シュウ酸³⁾ で滴定した。滴定量から、次の換算式を用いて植物体 1 g 当たりが1時間に呼吸作用で排出した二酸化炭素量 (mg) を呼吸量として換算した。

呼吸量 (mgCO₂ / g / hr)

$$= (a - b) \times c / d \times 60 / e$$

a : 植物体がない場合の滴定量 (ml)

b : 植物体がある場合の滴定量 (ml)

c : 0.2 (係数 : 1/110 N シュウ酸 1 ml が CO₂ の 0.2 mg に相当する)

d : 植物体サンプル重量 (新鮮重) (g)

e : 測定時間 (分)

注1) バリタ液の作り方

1000 ml の蒸留水に 8 g の Ba(OH)₂ · 8H₂O, 1 g の BaCl₂ · 8 H₂O を加えて混合し、褐色ビンに入れて密閉保存する。使用する直前にろ過し、上澄み液を使用する。

注2) フェノールフタレインの作り方

95 %エタノール 100 ml にフェノールフタレイン 1 g を溶かす。

注3) 1/110 N シュウ酸の作り方

1000 ml の蒸留水に 0.573 g の特級シュウ酸 (COOH)₂ · 2 H₂O を溶かし、褐色ビンに保存する。

上記の方法により、バラ ‘ローテローゼ’ を供試して、開花ステージや収穫時期別に呼吸量を測定し、適切な測定時期を検討した。さらに、‘07C25’、‘07C44’、‘サフィア’、‘ローテローゼ’、‘ノブレス’、‘デリーラ’ の6品種を供試して、6～7月収穫および10～11月収穫の呼吸量を測定し、品種に特徴的な値が安定して得られる収穫時期を検討した。

試験3 糖含量および呼吸量と花持ちとの関係解明

試験には、花持ちの長い ‘デリーラ’、‘07C35’、‘レッドワン’ および ‘ノブレス’、中間の品種として ‘ローテローゼ’、‘サフィア’ および ‘つくばエクスプレス’、花持ちの短い ‘07C44’、‘07C25’ の9品種を供試した。試験1、試験2の結果を踏まえ、糖含量の測定には、開花ステージ4～6の花から、外側の花弁5枚を採取し、糖含量の分析に供試した。また、呼吸量の測定にも開花ステージ4～6の花を用い、気温の高い夏期に測定を行った。花持ちについては、切花長 40 cm, 5枚葉を3枚に調整した切りバラを蒸留水に挿し、温度 23 °C, 相対湿度 70 %, 12時間日長 (15 μmol/m²/sec) の条件下で実験室内に放置した。花持ちの期間は、開花ステージ3で収穫した花が、ベントネックの発生により花首が垂れ下がった状態になるまで、または花弁1～2枚に褐変、しおれ、散りが発生するまでの日数とした。1品種につき10本を調査して、その平均値を花持ちとし、糖含量、呼吸量との相関を検討した。

試験4 簡易な花持ち測定方法の確立

試験3の結果から、花弁中のグルコース含量の測定により、花持ちがある程度予測できると推測されたため、花弁中のグルコース含量を簡易に測定する方法を検討した。簡易抽出法は乗越ら (2006) による方法を用いた。外側の花弁5枚を採取して5 mm 角程度に切り、そこから0.5 g を測り取って遠心式濾過ユニット (ウルトラフリーMC, フィルター孔径 0.45 μm, 日本ミリポア製) に入れ、-50 °C の冷凍庫で凍結した。凍結状態の花弁を 12,000 × g で20分間遠心分離した液を、蒸留水で1 ml に定溶し、適宜希釈しながら、RQ フレックス (Merck 社製) のグルコース測定用試験紙を用いてグルコース含量を測定した。この測定値

を簡易測定法による値とし、一般的な抽出・測定法である熱エタノール抽出・高速液体クロマトグラフィーによる測定値と比較することで、慣行法との相関を検討した。さらに18品種（‘07C25’、‘07C44’、‘つくばエクスプレス’、‘サフィア’、‘ローテローゼ’、‘コンフィダンス’、‘サマンサ’、‘ノブレス’、‘ティネケ’、‘レッドワン’、‘08C10’、‘09C119’、‘07C35’、‘シャンテ’、‘デリーラ’、‘パサディナ’、‘09C127’および‘ブルーミルフィーユ’）を供試して、簡易測定法によりグルコース含量を測定し、花持ちとの相関を調査して、花持ち性に優れる品種の簡易選抜法としての適応性を検討した。

Ⅲ. 結果および考察

試験1 糖含量の測定部位および開花ステージの検討

花持ちの短い‘07C25’と花持ちの長い‘07C35’について、花卉の位置と糖含量との関係では、5種類いずれの糖も、内側より外側の花卉で多い傾向がみられた（表1）。開花ステージが1と4の花卉を比べても同様の傾向であることから、外側の花卉を分析することにより、糖含量の増減を把握できると考えられ、この後の糖含量の分析には、外側から5枚の花卉を分析に供試した。

全糖含量およびグルコース、フルクトース含量は開花ステージ1と3では少なく推移するが、開花ステージ4の時点で大きく増加し、ステージ5～6でさらに微増した（表2、図2）。一方、メチルグルコシドやミオイノシトール、スクロースなど全糖に占める割合が少ない糖は、開花ステージによる含有量の変化も小さかった。このような糖含量の特徴を考慮しながら、花持ちの短い‘07C25’と花持ちの長い‘07C35’を比較すると、メチルグルコシドとミオイノシトールの含有量に大きな差はないが、フルクトースとグルコースの含有量は花持ちの短い‘07C25’で多く、スクロースの含有量は花持ちの長い‘07C35’で多い傾向がみられた。これらの結果から、メチルグルコシドとミオイノシトールは花持ちへの影響が小さいと考えられ、以後の糖含量の測定では、フルクトース、グルコース、スクロースについて分析を行うこととした。

表1 花持ちの異なるバラ品種における花卉の位置と糖含量の関係

品種 (花持ち)	開花ステージ	花卉の位置	糖含量 (mg/g)					全糖 ²⁾
			Gld ¹⁾	Fru	Glu	Suc	Ino	
「07C25」 (短)	1～2	外	0.72	4.45	2.63	0.32	0.72	8.84
		内	-	3.48	1.93	0.35	0.32	6.08
	4	外	1.31	17.40	13.78	1.56	0.55	34.60
		中間	1.22	13.80	10.57	0.98	0.56	27.13
		内	1.21	11.51	8.45	0.79	0.74	22.70
「07C35」 (長)	1～2	外	0.82	3.39	1.59	1.57	0.52	7.89
		内	0.63	1.81	1.34	1.27	0.51	5.56
	4	外	1.47	13.39	6.15	4.06	0.62	25.69
		中間	1.22	12.92	5.22	2.83	0.60	22.79
		内	0.91	11.59	5.50	2.75	0.44	21.19

・ H22. 10. 5と10. 12に採取したバラの分析値

・ 熱エタノール抽出

・ ¹⁾ Gld: メチルグルコシド, Fru: フルクトース, Glu: グルコース, Suc: スクロース, Ino: ミオイノシトール

・ ²⁾ 全糖 = Gld + Fru + Glu + Suc + Ino

表2 花持ちの異なるバラ品種における開花ステージと糖含量の関係

品種 (花持ち)	開花ステージ	糖含量 (mg/g)					全糖 ²⁾
		Gld ¹⁾	Fru	Glu	Suc	Ino	
「07C25」 (短)	1	0.66	2.81	2.04	0.51	0.51	6.53
	3	1.38	5.87	3.74	0.52	0.59	12.10
	4	1.29	13.41	9.85	1.17	0.65	26.37
	6	—	16.55	11.39	1.51	0.48	29.93
「07C35」 (長)	1	0.73	2.69	1.56	1.46	0.65	7.09
	3	1.29	2.25	0.89	1.35	0.94	6.72
	4	1.75	12.49	6.02	3.50	0.85	24.61
	6	1.35	12.66	6.03	3.39	0.51	23.94

・外側から5枚目までの花弁を採取し、熱エタノール抽出で糖含量を測定

・H22.10月、H23.2月に収穫したバラの分析値を平均した (3本/区)

・¹⁾ Gld: メチルグルコシド, Fru: フルクトース, Glu: グルコース, Suc: スクロース, Ino: ミオイノシトール

・²⁾ 全糖 = Gld + Fru + Glu + Suc + Ino

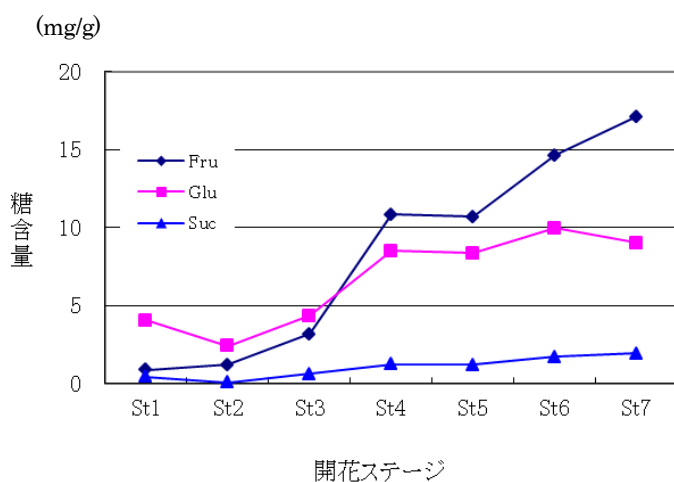


図2 バラ「ローテローゼ」の開花ステージと糖含量

Fru: フルクトース, Glu: グルコース, Suc: スクロース

St: ステージ

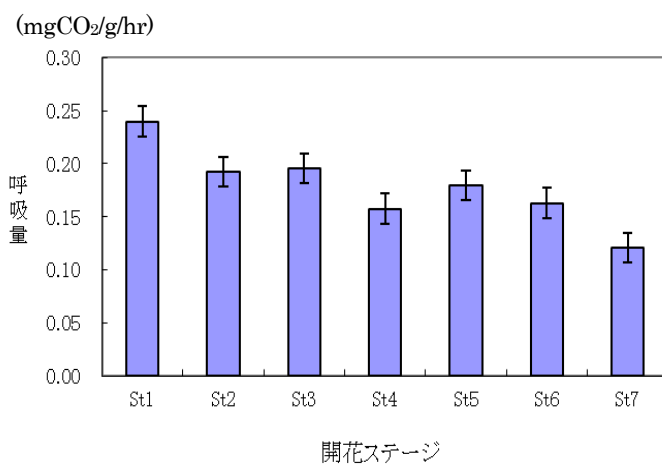


図3 バラ「ローテローゼ」の開花ステージと呼吸量

St: ステージ I: 標準偏差

試験2 呼吸量の測定方法の検討

「ローテローゼ」を供試して、開花ステージと呼吸量の関係进行调查した結果、呼吸量は開花ステージ1の小さい花で多く、開花ステージが進むとともに、減少する傾向が認められた(図3)。特に、ステージ4で大きく変動し、ステージ5~6で変動が少ない点は、糖含量の推移(図2)とも一致した。これらの結果から、呼吸量と糖含量の測定では、開花ステージ4~6の花弁が適すると考えられる。

切りバラは収穫時期によって花持ちが異なることから、呼吸量も収穫時期によって異なることが予想され、「ローテローゼ」を供試して、収穫時期と呼吸量の関係进行调查した。その結果、測定時の温度を25℃一定にしても、気温の高

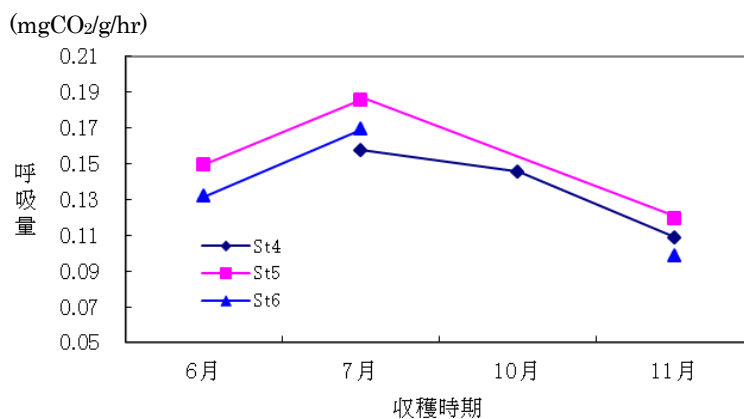


図4 バラ「ローテローゼ」の呼吸量の月別変化

い7月は呼吸量が最も多く、気温の下がる11月では呼吸量が少なくなることが明らかになった(図4)。なお、6～7月収穫と10～11月収穫で、品種別に呼吸量を比較すると、気温の低い10～11月収穫では全体的に呼吸量が少なく、品種の違いが出にくいことから(表3)、品種の特徴を把握するためには、気温の高い夏期の方が呼吸量の調査に適すると考えられる。

表3 バラ品種における花首呼吸量の収穫時期による比較

品種名	呼吸量 (CO ₂ (mg)/g/hr)	
	6～7月収穫	10～11月収穫
07C25 (濃いピンク)	0.1756	0.1216
07C44 (淡いピンク)	0.1590	0.1167
サフィーア	0.1628	0.1484
ローテローゼ	0.1694	0.1166
ノブレス	0.1473	0.1382
デリーラ	0.1215	0.1370

試験3 糖含量および呼吸量と花持ちとの関係解明

花持ちの異なる9品種について、開花ステージ4～6の切りバラを5本ずつ供試し、フルクトース、グルコース、スクロースの含有量と呼吸量を測定して、花持ちとの関係を調査した(表4)。その結果、花持ちの長い品種では呼吸量とグルコース含量が少なく、花持ちの短い品種では呼吸量とグルコース含量が多い傾向がみられた。最も花持ちとの相関が高いのは呼吸量であり、相関係数は $r=0.8953$ となった。次に相関が高いのは $r=0.5891$ のグルコース含量であり、スクロース含量は $r=0.5003$ 、フルクトース含量は $r=0.2909$ と相関が低かった。ただし、‘デリーラ’は花持ちが長いにも関わらず、グルコース含量が 13.06mg/g と多く、傾向に当てはまらない例外もみられた。

また、鑑賞期間の終了要因においても品種間で差があり、花持ちの長い‘デリーラ’は良く開花して長持ちするが、‘07C35’、‘レッドワン’、‘ノブレス’は開花が遅く、あまり開かず花弁が褐変した。花持ちが中間程度の‘ローテローゼ’、‘サフィーア’はきれいに咲き切ったあと花弁が褐変するが、‘つくばエクスプレス’では咲き切ってから花弁が散った。花持ちの短い‘07C44’、‘07C25’は開花が速く、急速に開花して花弁が散る傾向がみられた。

これらの結果は、糖質が呼吸基質や浸透圧調整物質として働き、開花に伴う花弁細胞の急激な肥大生長に関与して開花を促進するとの報告(市村, 2000)と良く合致しており、花弁中のグルコース含量が多い品種はきれいに開花する傾向にあると考えられる。しかし、開花が促進される一方、花弁が散るのも速いため、結果的にグルコース含量は花持ちと負の相関にあると推測される。

表4 バラ品種における呼吸量、糖含量、花持ちの比較

花持ち性	品種名	呼吸量 CO ₂ (mg)	糖含量 (mg/g)			花持ち (日)
			Fru	Glu	Suc	
長い	デリーラ	0.1215	22.08	13.06	2.59	11.0
	07C35	0.1232	14.12	6.19	3.13	10.6
	レッドワン	0.1211	5.67	2.90	1.33	9.8
	ノブレス	0.1473	17.50	8.38	1.37	8.7
中間	ローテローゼ	0.1694	12.41	9.08	1.44	5.2
	サフィーア	0.1628	18.13	10.68	2.57	5.1
	つくばエクスプレス	0.1412	18.21	13.71	1.52	5.0
短い	07C44	0.1590	21.23	15.34	1.72	4.0
	07C25	0.1756	18.45	12.66	1.08	3.0
花持ちとの相関 (r)		0.8953	0.2909	0.5891	0.5003	—

*呼吸量、糖含量：開花ステージ4～6の呼吸量または糖含量を平均した値。(H23年度6～7月のデータ使用)

*花持ち：生工研で調査したデータ(2008年、2011年)より

試験4 簡易な花持ち測定方法の確立

試験3の結果から、花持ちには呼吸量および花卉のグルコース含量との相関が高く、花持ちを推定する方法として適することが明らかとなった。しかし、呼吸量は花持ちと非常に相関が高いが、測定に使用する密閉容器の大きさや収穫時期の温度等の条件によって測定値が大きく変動する。測定に使用する密閉容器が大きくなると、花首の呼吸によって放出される容器内の二酸化炭素濃度が低くなり、バリタ液に吸収される二酸化炭素の量が少なくなるため、呼吸量の測定値は低くなる傾向にある。また、呼吸量を測定する際、25℃・1時間で放出される二酸化炭素量を測定しているが、栽培時の気温や測定開始前の保存温度等によっても測定値が異なり、測定操作による値のばらつきが出やすいため、花持ちの基準になるような品種と常に一緒に測定して、比較する必要がある。

一方、グルコース含量は花持ちとの相関では呼吸量に劣り、個体差や季節的変動はあるが、測定操作による誤差は少ないためデータの比較が容易である。また、検量線を作製してグルコース含量を測定することで、花持ちを推定することができる。そこで、試験4では花卉中のグルコース含量を簡易に測定する方法を検討した。試験1と試験3では、慣行法である熱エタノール抽出を行い、高速液体クロマトグラフィーで糖含量を測定した。しかし、この方法は操作が煩雑で、抽出に時間がかかることから、試験4では乗越(2006)らの簡易迅速抽出法を使って抽出した後、RQフレックスのグルコース用試験紙を用いて測定を行い、慣行法の測定値と比較した。

簡易迅速抽出・RQフレックス(以下、簡易測定法)の測定値は、乗越ら(2006)が指摘しているように、慣行の熱エタノール抽出に比べて回収率が70%程度と低い。実際、簡易測定法の測定値は熱エタノール抽出・高速液体クロマトグラフィーの測定値の半分程度の値であるが、両者の相関は $r=0.9195$ と高かった(図5)。また、簡易測定法により、17品種の糖含量を測定して花持ちとの相関をみたところ、 $r=0.8752$ と相関が高いため、簡易測定法による花持ちの推定が可能であった(図6)。また、花持ちが8日を超える長い品種では、簡易測定法によるグルコース含量が6 mg/gより少なく、花持ちが6日以下の品種では、簡易測定法によるグルコース含量が7 mg/gより多い傾向がみられた。ただし、‘デリーラ’のように、花持ちが長いにも関わらず、グルコース含量が多く、呼吸量も比較的多い品種が存在し、グルコース簡易測定法だけでは花持ちを完全には推定しきれない。‘デリーラ’はグルコース含量が多く、開花は進むが、花卉が散らずに長持ちするという特徴があり、花持ちを長く保つ別の要因があるのではないかと推測される。

本試験では、切りバラの呼吸量および花卉に含まれる糖含量に着目して試験を進めてきたが、切りバラの花持ちには、呼吸量や糖含量だけでなく、切り花の茎の導管閉塞やエチレン感受性等も影響すると考えられる。導管閉塞の要因および検定方法については生物工学研究所で検討しているため、その結果を待ちたい。今回、呼吸量やグルコース含量から推定した花持ちと実測値の合わなかった‘デリーラ’は、生物工学研究所の検定法により導管閉塞しにくい品種と評価されている(未発表)。今後は、花卉中のグルコース含量と導管閉塞の簡易測定法を併用することにより、高い精度で、花持ちの長い品種の選抜を行うことができると考えられる。

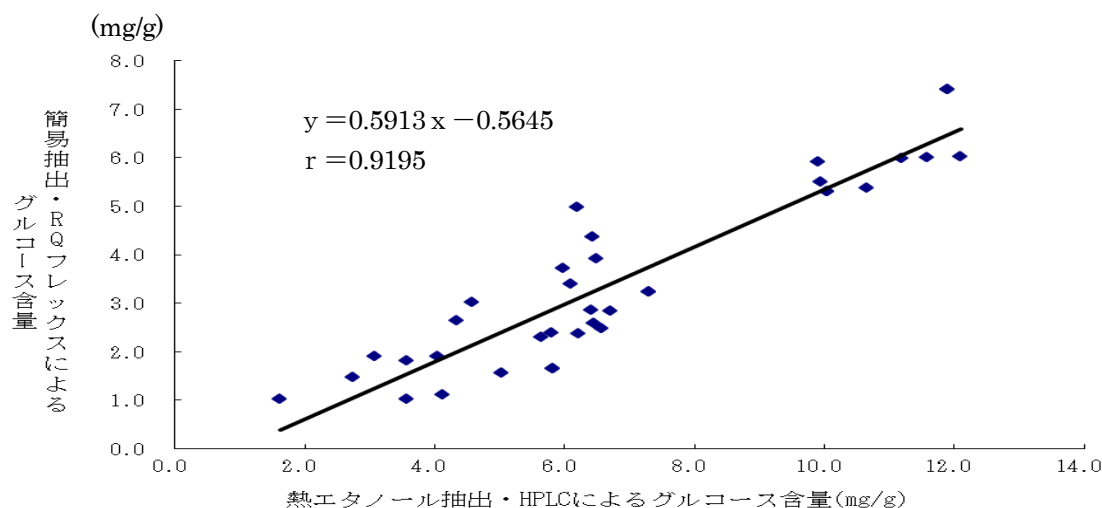


図5 熱エタノール抽出・HPLC測定値と簡易抽出・RQフレックス測定値との相関関係

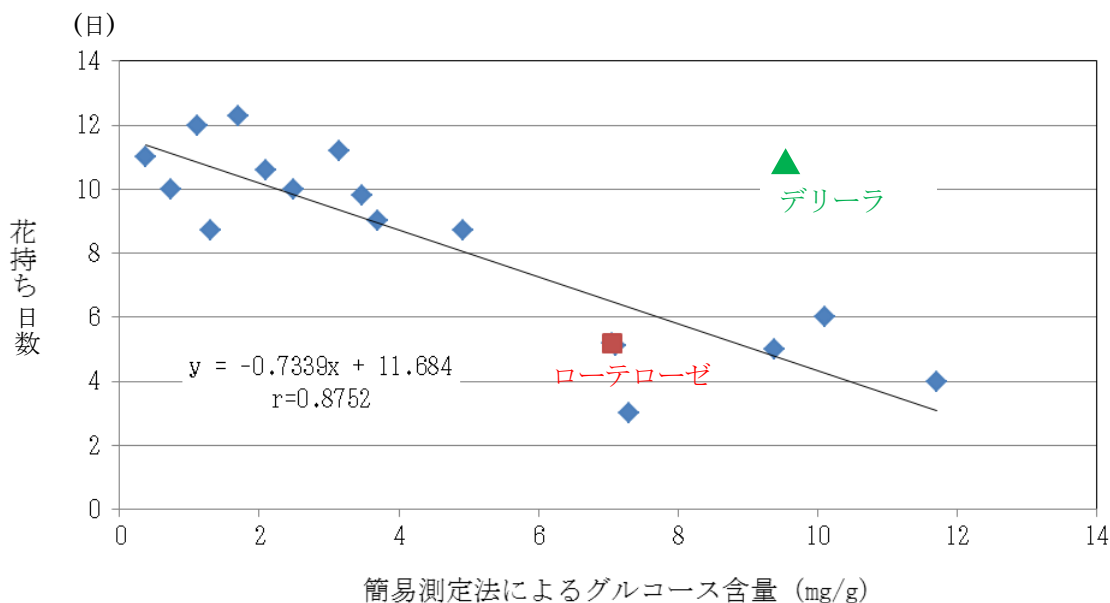


図6 簡易測定法による花卉のグルコース含量と花持ちとの相関関係

IV. 摘要

花卉に含まれる糖の種類や含有量, 花首の呼吸量が, 切りバラの花持ちに及ぼす影響を検討するとともに, 簡易な測定法を開発し, 花持ち性にすぐれた切りバラを効率的に選抜する手法を確立した。

1. 切りバラの花持ちと最も相関が高いのは花首の呼吸量であり, 次いで花卉中のグルコース含量である。ただし, 花首の呼吸量は気温や測定容器の大きさ等により, 測定値が変動しやすい。一方, 花卉中のグルコース含量は簡易迅速抽出法と RQ フレックスのグルコース試験紙を使用することにより, 簡易に測定が可能である (簡易測定法)。
2. 花持ちが8日を超える長い品種では, 簡易測定法によるグルコース含量が 6 mg/g より少なく, 花持ちが6日以下の品種では, 簡易測定法によるグルコース含量が 7 mg/g より多い傾向がみられた。簡易測定法による花卉のグルコース含量と切りバラの花持ちとの相関係数は $r = 0.8752$ である。
3. 簡易測定法を使って花卉中のグルコース含量を測定することにより, 切りバラの花持ちを簡易に推定でき, 花持ちの長い品種を効率的に選抜できる。

V. 引用文献

- Kazuo Ichimura・Yoshihiko Kawabata・Masayuki Kishimoto・Rie Goto・Kunio Yamada. 2002. Variation with the cultivar in the vase life of cut rose flowers. Bull.Natl.Inst.Flor.Sci. 2 : 9~20.
- 市村一雄. 2000. 切り花の鮮度保持. 筑波書房
- 市村一雄・岸本真幸・川端義彦・後藤理恵・山田邦夫. 2001. バラ切り花の花持ちの品種間差における花卉内糖質の関与. 園学雑. 70 別 1 : 331
- 市村一雄. 2001. バラ切り花における収穫後の生理機構. 農業および園芸. 76 (1) : 11~16
- 大川清. 1999. バラの生産技術と流通. ㈱養賢堂.
- 伊藤史朗. 2006. バラの簡易測定法による呼吸量と花持ちの相関. 愛媛農試研報. 40 : 17-20
- 乗越亮・今西英雄・市村一雄. 2006. 数種花きにおける花卉からの糖質の簡易迅速抽出法の確立. 園芸学会誌. 5 : 459-464.
- 農林水産省. 2010. 花き産業振興方針参考資料. 59-70