

チューリップ切り花における花茎の湾曲と下垂が観賞価値に与える影響：一般消費者による評価

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 2-chloroethylphosphonic acid (CEPA), consumer, disposal rate, tepal, vase life 作成者: 望月, 寛子, 渋谷, 健市, 湯本, 弘子, 市村, 一雄 メールアドレス: 所属: |
| URL | https://doi.org/10.24514/00001444 |

原著論文

チューリップ切り花における花茎の湾曲と下垂が
観賞価値に与える影響：一般消費者による評価

望月 寛子*, 渋谷 健市, 湯本 弘子, 市村 一雄

(平成26年 6月 5日受付 平成26年10月21日受理)

*本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「世界的に貴重な遺伝資源を活かしたチューリップ新品種育成と新規需要の創出」(課題番号：23015)、「新規需要開拓のためのチューリップ新品種育成と切り花高品質化技術の開発」(課題番号：26103c)の一環として行われた。

Effect of stem bending on ornamental value in cut tulip
(*Tulipa gesneriana* L.) flowers:
evaluation by general consumers

Hiroko MOCHIZUKI-KAWAI, Kenichi SHIBUYA,
Hiroko SHIMIZU-YUMOTO and Kazuo ICHIMURA

Summary

To clarify an impact of bending stem on ornamental value in cut tulip flowers, consumer evaluation test was conducted using two cultivars, 'Ile de France' and 'Ballerina'. In cut 'Ile de France' tulip of which the stem bent over 30 degrees due to marked elongation 2 days after anthesis, visible freshness scores were decreased significantly than that of 'Ile de France' tulips with non-elongated stem. Forty-four percent of consumers judged that this tulip flower was valueless. 2-Chloroethylphosphonic acid (CEPA) treatment inhibited stem elongation and contributed to keeping high level of ornamental value. None of consumers judged that the CEPA-treated 2-day tulip flower should be discarded. Our results suggested that ornamental value of cut 'Ile de France' tulip flowers is decreased by stem elongation and bending before signs of tepal senescence become visible. In another cultivar, 'Ballerina', visible freshness scores were also decreased significantly due to the stem which bent over 30 degrees. However, only 20.6 percent of consumers judged that the stem bending tulip flowers was valueless. Thus, the influences of stem bending on ornamental values may be different among tulip cultivars.

Key Words: 2-chloroethylphosphonic acid (CEPA), consumer, disposal rate, tepal, vase life

緒言

切り花の観賞価値を低下させる原因は品目、品種によって異なる(市村, 2011)。カーネーションやトルコギキョウは花卉の萎凋によって観賞価値を損なうことが多い。バラの花卉やアルストロメリアの花被は萎凋に加え、落弁によっても日持ちが終了する。ユリでは落弁前の花被の退色が観賞価値を低下させる一因となっている(Mochizuki-Kawai ら, 2012)。老化に伴う花被の萎凋、脱離、退色は観賞価値を低下させることから、切り花の品質を保持する方法が開発され、生産や流通の現場で利用されてきた。エチレン阻害剤や糖質の処理は切り花の品質を保持する代表的な方法である(市村ら, 2011)。

チューリップでは花被の老化に加えて、花茎の伸長が観賞価値を低下させる可能性がある(Nichols・Kofranek, 1982)。チューリップ切り花では花茎の伸長に伴って花茎が湾曲し、花姿が変化する。花茎の湾曲や、極度な湾曲による下垂は観賞価値を低下させる一因と考えられている(Nichols・Kofranek, 1982; van Doorn ら, 2011)。

切り花が観賞価値を有しているか否かの判断指標は研究者の経験により策定されてきた(Halevy・Mayak, 1979)。チューリップ切り花は、花被の老化以外に花茎の湾曲・下垂によって観賞価値を失うとされているが(Nichols・Kofranek, 1982; van Doorn ら, 2011; 市村, 2011)、このような研究者の判断指標が一般消費者のそれと一致しているかについては不明な点が多い。また、どの程度の花茎の湾曲・下垂によって切り花が観賞価値を失うのか、具体的な基準はこれまで示されていない。

そこで本研究は一般消費者10~60歳の男女を対象にチューリップ花茎の湾曲と下垂が観賞価値に及ぼす影響を調査した。調査では、異なる角度に花茎が湾曲した複数ステージの切り花(長花茎区)と、花茎の湾曲が花姿に影響を与えないように花茎を短く切りそろえた切り花(短花茎区)を提示した。この2区における消費者の評価を比較し、短花茎区と異なる理由で長花茎区サンプルの視覚的変化が切り花の品質評価に関与していることが示されれば、チューリップ切り花の品質保持における花茎の湾曲と下垂の影響が明らかになると考えられる。また、チューリップ花茎の伸長にはオーキシンとジベレリンが関与しており(Saniewski・de Munk, 1981; Okubo・Uemoto, 1986)、エチレンの発生剤であるエテホン処理により花茎の伸長を抑制できることから(van Doorn ら,

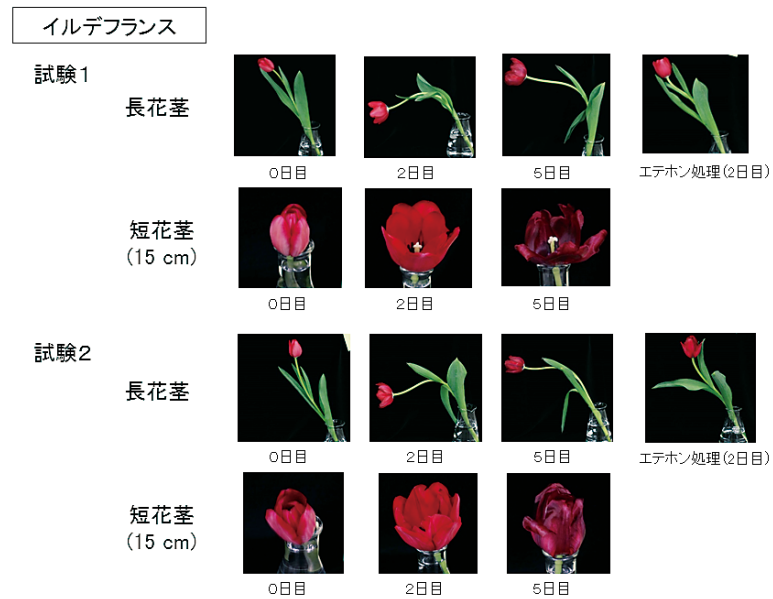
2011)、エテホンを処理した材料を併せて提示した。従来の提言どおり花茎の湾曲・下垂だけで観賞価値が低下する場合(市村, 2011; Nichols・Kofranek, 1982)は、伸長抑制剤処理が観賞価値を保つと予想される。さらに、花型の異なる2品種のチューリップ切り花を供試し、茎の湾曲・下垂が観賞価値に与える影響について品種間差を検証した。

材料および方法

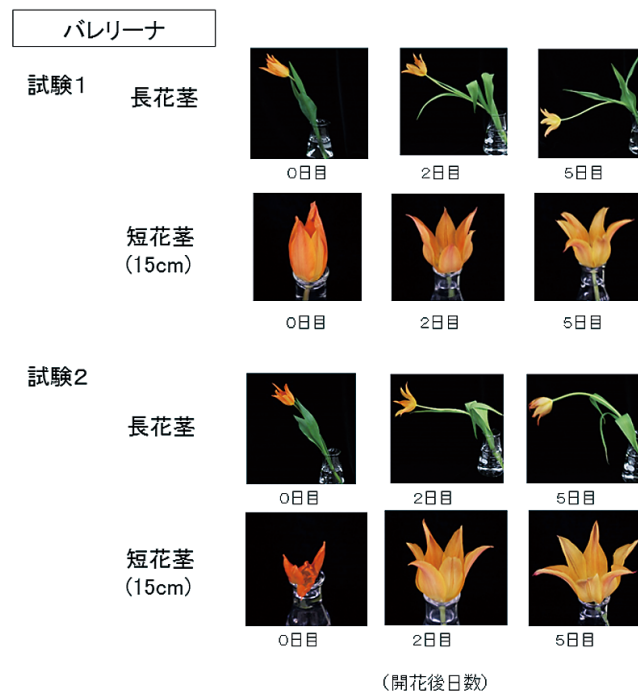
1. 材料

新潟県内で生産されたチューリップ(*Tulipa gesneriana* L.) 'イルデフランス' と 'バレリーナ' の切り花を供試した。'イルデフランス' の花被は一般的な楕円形であるのに対し、'バレリーナ' は花被先端が細いユリ咲き型である。各品種5本を被験者試験実施日の1日、3日および6日前に蕾の状態で購入して花被先端から35 cmに調整した切り花を蒸留水を入れたコニカルビーカー(容量 300 mL)に生けて、室温23°C、相対湿度70%、光強度(PPFD) $10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、12時間日長に保たれた恒温室内で保持した。観賞価値に対する花茎の伸長抑制剤の効果を検証するため、被験者試験3日前に届いた'イルデフランス' 切り花を花被先端から35 cmに調整した後、前述と同様の室内において有効成分濃度を5 ppmに調製したエテホン(エスレル10、日産化学工業)溶液を入れたコニカルビーカーに生けて連続処理を行った。

切り花は入手した翌日には花被の先端が離れて開花したため、このステージを開花0日とした。したがって、被験者試験当日には開花0日、2日および5日の切り花を用いた(第1図、第2図)。各ステージの5本の材料から代表的なものを4本選び、2本はそのまま蒸留水を入れたコニカルビーカーに生けた(第1図、第2図:長花茎)。残りの2本は花茎湾曲の影響を取り除くため、花被先端から15 cmに再調整し蒸留水を入れた三角フラスコ(容量 125 mL)に生けた(第1図、第2図:短花茎)。エテホン処理を行った開花2日目の'イルデフランス' サンプルは再調整せずそのままエテホン溶液を入れたコニカルビーカーに生けた(第1図:エテホン処理)。各試験区2本のサンプルを試験1と試験2に無作為に振り分けた。全ての長花茎サンプルの花茎の湾曲を分度器により測定した。湾曲は花茎下部の延長線上のラインを0°とし、同ラインと花首との角度を測定した。長花茎、短花茎ともに花被の萎凋と変色の程度を観察によ



第1図 被験者試験で使用した‘イルデフランス’



第2図 被験者試験で使用した‘バレリーナ’

り3段階で評価した（-：萎凋または変色なし，+：一部に萎凋またはわずかな変色あり，++：広範に萎凋または明らかな変色あり）。

2. 被験者試験

調査は2011年12月16日に茨城県つくば市にある農研機構花き研究所会議室（広さ約100 m²，室温20℃）において行った。材料は品種ごとに異なる長机の上に並べて被

験者に提示した。材料は開花ステージとは関係なくランダムに配置した。被験者（40名：男性18名，女性22名）は派遣会社を通じて、性別ならびに年齢ともに偏りなく集められた。被験者には提示されている材料に対して外観観察による鮮度を5段階（1古い，2やや古い，3どちらでもない，4やや新鮮，5新鮮）（第3図）で評価するよう指示した。また，各材料について「飾る」か「廃棄」するかのいずれかを選択するよう指示した。さらに

廃棄を選択した場合にはその理由を記述するよう求めた(第3図)。鮮度評価値は段階的に進行する観賞価値の変化を示し、廃棄率は観賞価値の完全な喪失を示す指標とした。観賞価値評価を行う際に被験者には以下の2点に留意するよう伝えた。①切り花の観賞価値評価は各花に対して行い、周囲の花と見比べない、②花を様々な角度から眺めたり、近づいてもよいが、触ってはいけない。観賞価値評価においてすべての質問に漏れなく回答した有効回答者は34名(第1表:男性16名,女性18名)であり、結果には有効回答者の評価値のみを採用した。

長花茎、短花茎試験区における鮮度評価値の違いはSteel-Dwass testによって有意差検定を行った。統計解析はエクセル統計2006((株)社会情報サービス)を組み込んだExcel 2010(Microsoft)を用いた。廃棄に関する質問では有効回答者数から「廃棄」を選択した回答者数の割合を%で算出し、廃棄率とした。

<評価項目と回答例>

◆ テーブルにある花を見て当てはまるところに印をつけてください

古い 1 2 3 4 5 新鮮

 |---|---|---|---|

 ①

◆ それぞれの花について、あなたの家に飾りますか?
それとも廃棄しますか? 当てはまる方に○

飾る・**廃棄**

◆ 廃棄すると答えたNo.の花についてのみ答えてください。
花のどこを見て、どうして「廃棄する」と判断しましたか?
最も当てはまる箇所に○を付け、その理由を簡潔に記載してください

葉・茎・**花びら**
その他()

色が変色して
いるから

第3図 質問様式

図中の数字は外観の観察による鮮度を5段階(1古い, 2やや古い, 3どちらでもない, 4やや新鮮, 5新鮮)で示す

第1表 被験者の属性

| 年齢 | 性別 | | |
|------|-----|-----|-----|
| | 男性 | 女性 | |
| 10歳代 | 4名 | 3名 | 1名 |
| 20歳代 | 7名 | 2名 | 5名 |
| 30歳代 | 8名 | 3名 | 5名 |
| 40歳代 | 7名 | 4名 | 3名 |
| 50歳代 | 6名 | 2名 | 4名 |
| 60歳代 | 2名 | 2名 | 0名 |
| 合計 | 34名 | 16名 | 18名 |

結果

1. 花茎の湾曲と花被の萎凋・変色

各ステージにおける花茎の湾曲と花被の萎凋および変色の程度を第2表に示す。'イルデフランス'の花茎は開花0日目からすでに曲がり始めていた(試験1:14.0°, 試験2:27.6°)。花茎の湾曲は2日目のサンプルにおいてさらに大きくなり、外観上下垂が認められた(第1図長花茎)。5日目サンプルの湾曲は2日目サンプルに比べると10°から20°小さかった(第2表)。試験1のエテホン処理2日目サンプルは曲がり角度1°であったが、花茎上部はS字を描くように湾曲していた。試験2エテホン処理サンプルでは花茎の曲がり角度は23.9°であった。無処理0日目とエテホン処理2日目サンプルでは湾曲が30°を超えることはなかった(第2表)。開花後2日目では、試験2の長花茎サンプルのみ花被の先端が一部黒く変色した。5日目サンプルでは全ての試験区において、花被に明らかな変色、もしくは萎凋を認めた(第2表)。

'バレイリーナ'においても開花0日目から花茎が曲がり始めていた(第2表)。花茎の湾曲は2日目、5日目とステージが進むごとに増大した。2日目は最大41.4°の湾曲であり、花茎は下垂していなかったが、5日目では湾曲が62.7°, 75.9°となり、下垂が認められた(第2図, 第2表)。また、5日目では試験2の長花茎サンプルにのみ花被に明らかな萎凋が認められ(第2表)、萎凋によって花被先端が下垂した(第2図)。

2. 観賞価値評価

'イルデフランス'の各試験区における外観の鮮度評価値と廃棄率の変化を第4図に示す。長花茎の鮮度評価値は、花茎の下垂が認められた開花2日目から有意に低下した($p < 0.05$)。これに対し、短花茎の評価値が低下したのは花被の萎凋と変色が顕著になった開花5日目であった($p < 0.05$) (第4図A, C)。ステージごとにみると、開花0日目の長花茎と短花茎の鮮度評価値は同程度であるが、開花2日目には長花茎は短花茎に比べて外観の鮮度評価値が有意に低くなった(第4図A, $p < 0.05$; 第4図C, $p < 0.01$)。試験1の5 ppm エテホン連続処理を行った開花2日目サンプルは短花茎の2日目とほぼ同等の高い鮮度評価を得た。試験2のエテホン処理サンプルの鮮度評価値は3.09であり、無処理2日目サンプルの長花茎より高く、短花茎より低かった。

第2表 花茎の湾曲（花茎の曲がり角度）と花被の萎凋・変色

| 開花後日数（日）または処理 | | 0 | 2 | 5 | エテホン（2） |
|---------------|---------------|------|------|------|---------|
| イルデフランス | | | | | |
| 試験1 | 花茎の曲がり角度（°） | 14.0 | 84.1 | 64.3 | 1.0 |
| | 花被の萎凋・変色（長花茎） | - | - | ++ | - |
| | 花被の萎凋・変色（短花茎） | - | - | ++ | - |
| 試験2 | 花茎の曲がり角度（°） | 27.6 | 64.3 | 52.9 | 23.9 |
| | 花被の萎凋・変色（長花茎） | - | + | ++ | - |
| | 花被の萎凋・変色（短花茎） | - | - | ++ | - |
| バレリーナ | | | | | |
| 試験1 | 花茎の曲がり角度（°） | 28.1 | 35.8 | 62.7 | |
| | 花被の萎凋・変色（長花茎） | - | - | + | |
| | 花被の萎凋・変色（短花茎） | - | - | + | |
| 試験2 | 花茎の曲がり角度（°） | 15.8 | 41.4 | 75.9 | |
| | 花被の萎凋・変色（長花茎） | - | - | ++ | |
| | 花被の萎凋・変色（短花茎） | - | - | + | |

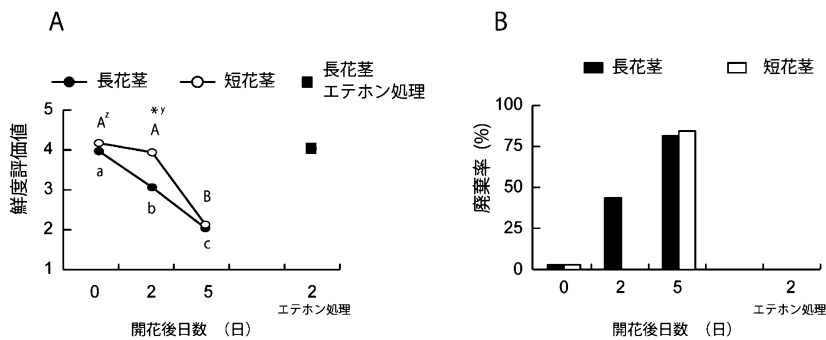
花茎の曲がり角度：花茎下部と花首との角度

-：花被の萎凋または変色なし

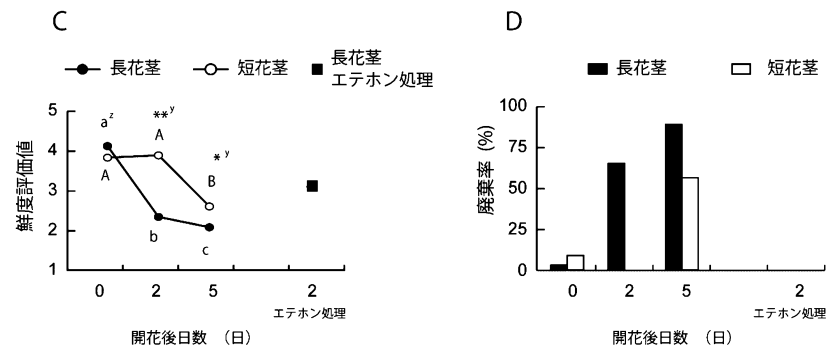
+：花被の一部に萎凋または、わずかな変色あり

++：花被の広範に萎凋または、明らかな変色あり

試験1



試験2



第4図 'イルデフランス' に対する鮮度評価値 (A) (C) と廃棄率 (B) (D)

^z 同処理区において異なる英大文字間, 異なる英小文字間には Steel-Dwass の多重検定による 5% 水準で有意差ありを示す

^y 異なる処理区間において*は Steel-Dwass の多重検定による 5% 水準, **は 1% 水準で有意差ありを示す

廃棄率では開花 2 日目で花茎の長さによる違いが生じた (第 4 図 B, D). 短花茎では廃棄率 0% であったのに対し, 長花茎では 44.1% (試験 1), 64.7% (試験 2)

の被験者が廃棄すると答えた. 5 日目では長花茎の廃棄率は 80% を超え, 観賞価値を失ったと考えられた. 短花茎においても廃棄率は 85.3%, 55.9% と高い値を示した.

エテホン処理を行った2日目長花茎の廃棄率は試験1、試験2ともに0%であった。

試験1において、長花茎2日目のサンプルを廃棄すると判断した18名のうち15名の被験者(83.3%)は廃棄理由として「茎が曲がっている」、「全体的なバランスが悪い」と答えた。一方、試験2の長花茎2日目サンプルの廃棄理由は花卉の萎凋・変色(40.9%)、花茎の湾曲と下垂(22.7%)の他に、「全体的に古そうだから」(22.7%)といった漠然とした理由が存在した。長花茎5日目の廃棄理由は花被の萎凋・変色を挙げる被験者が増加した(試験1:46.4, 試験2:73.3%)。短花茎5日目サンプルの主な廃棄理由は花被の萎凋・変色(試験1:85.6%, 試験2:72.2%)であった。

‘バレリーナ’の各試験区における外観の鮮度評価値と廃棄率の変化を第5図に示す。長花茎は開花2日目から鮮度評価値が低下したのに対し(第5図A, 第5図C, $p < 0.05$)、短花茎の評価値は試験1では変化せず、試験2では開花2日目から5日目にかけて有意に低下した($p < 0.05$)。また、試験1では、全ステージにおいて花茎の長さによる鮮度評価値の違いを認めなかった(第5図A)。一方、試験1よりも長花茎の湾曲が大きかった

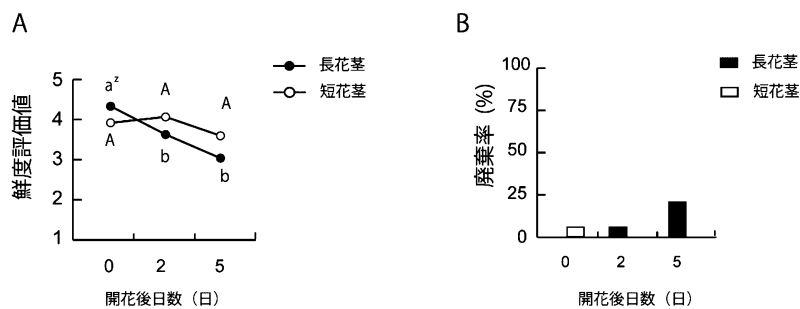
試験2では(第2表)、2日目と5日目において、長花茎は短花茎に比べて外観の鮮度評価値が有意に低かった(第5図C, $p < 0.01$)。

廃棄率では、花卉の萎凋を認めた試験2の5日目サンプルのみ高い値(85.3%)を示した(第5図D)。同サンプルを廃棄すると答えた被験者29名のうち17名(58.6%)は廃棄理由に花被の萎凋を挙げた。花茎が曲がっていることを廃棄理由にした被験者は3名(10.3%)と少数であった。試験1の5日目サンプルも花茎は下垂していたが、花被に明らかな萎凋は認められず、廃棄率は20.6%(7名)と低かった。廃棄理由は7名中5名が花茎の湾曲を挙げた。

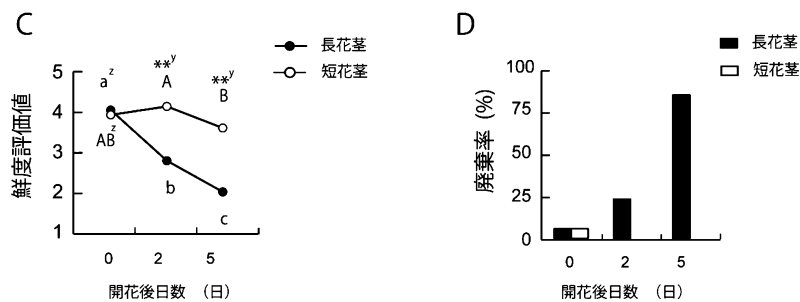
考察

本研究の結果、チューリップ切り花‘イルデフランス’と‘バレリーナ’の花茎の湾曲は外観上の鮮度評価を低下させることが確認された。花被に老化の兆候が認められないサンプルであっても、花茎が35.8°湾曲した切り花では鮮度評価が有意に低下した(‘バレリーナ’試験1, 2日目)。一方、花茎の湾曲と下垂による廃棄率への

試験1



試験2



第5図 ‘バレリーナ’に対する鮮度評価値(A)(C)と廃棄率(B)(D)

^z 同処理区において異なる英大文字間, 異なる英小文字間には Steel-Dwass の多重検定による 5%水準で有意差ありを示す

^y 異なる処理区間において**は Steel-Dwass の多重検定による 1%水準で有意差ありを示す

影響は品種により異なる傾向を示した。‘イルデフランス’の廃棄率は花茎の下垂のみで44.1%まで上昇したが(試験1, 2日目)、『バレリーナ’では20.6%にとどまった(試験1, 5日目)。チューリップ切り花における花茎の湾曲と下垂は観賞価値を低下させるが、観賞価値の喪失に当たる廃棄率への影響は品種によって異なると考えられる。

‘イルデフランス’長花茎では開花0日目から30°未満の花茎の湾曲が認められたが、品質評価への影響は認められなかった。開花2日目は花茎の湾曲が増大し、鮮度評価値は有意に低下し、廃棄率も増加した。廃棄の主な原因は花茎の湾曲と下垂であり、花被の萎凋・変色が増加すると鮮度評価値はさらに低下し、廃棄率は上昇した。‘イルデフランス’において、切り花の花茎の湾曲・下垂によって品質が低下するという研究者の判断(Nochols・Kofranek, 1982; van Doorn ら, 2011)は一般消費者から支持された。一般消費者は花茎が30°を越えて湾曲した‘イルデフランス’切り花を品質低下と評価した。さらに、花茎が80°以上湾曲し、花首が下垂した切り花については、花被に老化の兆候が認められない場合であっても観賞価値なしと判断されることが示された。

蒸留水に生けた2日目サンプルに比べ、エテホン溶液に生けた‘イルデフランス’サンプルの茎の湾曲は30°未満であり、鮮度評価値は高く、廃棄率は0%であった。エテホン処理後に認められた花茎上部のS字湾曲も観賞価値を低下させなかった(試験1)。本結果は、エテホン処理が花茎の湾曲を小さく抑え、切り花の品質保持に有効であること示した先行研究(Nochols・Kofranek, 1982; van Doorn ら, 2011)の結果と一致する。チューリップ切り花へのエテホン処理は開花抑制や早期の落弁を伴うことがある(van Doorn ら, 2011)。しかし、近年の研究から、エテホンの他にジベレリン、サイトカイニン、カルシウムイオン処理によって前述のネガティブな影響は改善し、葉の黄化も抑えられることが報告されている(van Doorn ら, 2011)。さらに、グルコースやスクロースなど糖質処理によってチューリップ切り花の花被の老化が遅延し、日持ちを延長することができる(渡邊ら, 2013)。今後、エテホン以外の複数の薬剤処理が一般消費者の判断に与える影響を検証し、鮮度評価を下げずに高品質を維持する最適な薬剤の組み合わせを明らかにすることが期待される。

‘バレリーナ’では、35.8°の花茎の湾曲が外観上の鮮度評価を有意に低下させた(試験1長花茎, 2日目)。長花茎5日目では、試験1と試験2サンプルの花茎はと

もに60°を超えて大きく湾曲していたが、観賞価値が大きく低下したのは試験2サンプルのみであった。この原因として、試験2サンプルの花被の萎凋が挙げられる。試験2サンプルは萎凋によって花被先端が下方を向き、外観上の鮮度を低下させた可能性が高い(第2図)。一方、花被に明らかな萎凋を認めない試験1のサンプルは花被先端が外側(上)を向いていたために花茎の下垂だけでは廃棄と判断され難かったと考えられる。ユリ咲き品種の‘バレリーナ’では、外側に展開する花被が花茎下垂による視覚的な変化を緩和し、外観上の鮮度を高く保持させた可能性がある。これに対して、‘イルデフランス’の花被先端は内側を向いているため、花被に老化の兆候がない状態であっても花茎の下垂だけで観賞価値が低下した可能性がある。近年、切り花チューリップではフリンジ咲きや八重咲きなど様々な品種が流通している。花茎の下垂が観賞価値に与える影響は品種間で異なる可能性が高いことから、花被の形や展開角度に着目した、複数品種でのさらなる調査が必要である。チューリップ切り花の品質保持技術の普及によってさらなる消費拡大が期待される。

一般消費者を対象とした品質調査は野菜や果物、鮮魚などで広く行われており(Péneau ら, 2007; Ares ら, 2009; Wada ら, 2010)、消費者の好みや、どのような判断基準で商品を選んでいるのかが分析されている。今後は食品と同様に花きにおいても一般消費者を対象とした調査と分析を行うことによって、隠れたニーズを把握し、新しい品質保持技術の開発につながる事が重要と考えられる。

摘要

チューリップ切り花の花茎の伸長と下垂によって一般消費者の切り花に対する観賞価値がどのように変化するのか‘イルデフランス’と‘バレリーナ’を用いて検証した。開花2日後の‘イルデフランス’では花被の外観の老化は始まっていないにも関わらず、花茎は30°を超えて湾曲し、下垂が認められた。34名の被験者による外観の鮮度評価は低く、44.1%の被験者が花茎の下垂を理由に「廃棄する」と答えた。エテホン5 ppmの連続処理によって花茎の伸長が認められなかった‘イルデフランス’開花2日目のサンプルでは鮮度評価値は高く保たれ、すべての被験者が「廃棄しない」と判断した。‘イルデフランス’と同様にユリ咲きの‘バレリーナ’においても30°を超える花茎の湾曲と下垂によって鮮度評価

値は低下したが、廃棄率は20.6%であった。一般消費者を対象とした本研究結果より、チューリップ切り花の観賞価値は30°を超える花茎の湾曲と下垂によって早期に損なわれるが、その影響は品種間で異なる可能性が示された。

謝 辞

本試験を遂行するにあたり、被験者の募集にご協力いただいた農研機構花き研究所の主任研究員の久保直美博士に深謝致します。

引用文献

- Ares, G., S. Barrios, C. Lareo and P. Lema. 2009. Development of a sensory quality index for strawberries based on correlation between sensory data and consumer perception. *Postharvest Biol. Technol.* 52: 97-102.
- Halevy, A. H. and S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers—Part 2. *Hortic. Rev.* 1: 204-236.
- 市村一雄. 2011. 切り花の品質保持. p. 11-19. 筑波書房. 東京.
- 市村一雄・湯本弘子・渋谷健市・望月寛子. 2011. 主要切り花品目の異なる季節における花持ちの調査. *花き研報.* 11: 49-65.
- Mochizuki-Kawai, H., S. Kishimoto, Y. Wada, T. Masuda and K. Ichimura. 2012. Petal saturation affects visible flower senescence in cut lilies. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 81: 350-356.
- Nichols, R. and A. M. Kofranek. 1982. Reversal of ethylene inhibition of tulip stem elongation by silver thiosulphate. *Sci. Hortic.* 17: 71-79.
- Okubo, H. and S. Uemoto. 1986. Changes in endogenous gibberellins during internode elongation of tulip stalk as affected by light conditions. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 55: 215-220.
- Péneau, S., P. B. Brockhoff, F. Escher and J. Nuessli. 2007. A comprehensive approach to evaluate the freshness of strawberries and carrots. *Postharvest Biol. Technol.* 45: 20-29.
- Saniewski, M. and W. J. de Munk. 1981. Hormonal control of shoot elongation in tulips. *Sci. Hortic.* 15, 363-372.
- van Doorn, W. G., R. R. J. Perik, P. Abadie and H. Harkema. 2011. A treatment to improve the vase life of cut tulips: Effects on tepal senescence, tepal abscission, leaf yellowing and stem elongation. *Postharvest Biol. Technol.* 61: 56-63.
- Wada, Y., C. Arce-Lopera, T. Masuda, A. Kimura, I. Dan, S. Goto, D. Tsuzuki and K. Okajima. 2010. Influence of luminance distribution on the appetizingly fresh appearance of cabbage. *Appetite* 54: 363-368.
- 渡邊祐輔・宮島利功・野水利和・中野 優・市村一雄. 2013. チューリップ切り花における糖質処理が品質保持に及ぼす影響. *園学研.* 12: 201-207.