

Short Report

植物ホルモン関連物質の利用に基づくダリア切り花品質保持技術の開発

植物ホルモン生合成阻害剤の検討

王敬銘¹, 山形敦子²

¹ 秋田県立大学 生物資源科学部 応用生物科学科

² 秋田県農業試験場 野菜・花き部

ダリアの栽培は夏季の高温期が短く、比較的冷涼な秋田県の気候が適しているため、秋田県の重点花きとして栽培と流通の環境が整備され、生産量が増加している。しかし、ダリアの切り花は日持ち日数が短いことが最大の欠点である。そこで、ダリアの生産・流通をより振興させるためには、効果的なダリア切花の品質保持技術が必要とされている。本研究では、ダリアの品質保持技術を開発するため、ジャスモン酸、ジベレリン、アブシジン酸、ブラシノステロイド生合成阻害剤について、吸液処理と浸漬処理によりダリア切花品質保持効果を検討した。吸液処理では、全ての植物ホルモン生合成阻害剤がダリア切り花の品質保持に活性が示さなかったが、花の浸漬処理を行った試験では、アブシジン酸生合成阻害剤が活性を示した。

キーワード：植物ホルモン、植物ホルモン生合成阻害剤、切花、切花鮮度保持剤、ダリア

豊かな花形や花色を有するダリア（Dahlia）は、商品価値が高い切り花として流通されている。しかし、ダリアは、暑さに弱いため、生産地域や時期が限定されている。日本では、秋田を含む高緯度地域の気候は、夏季の高温期間が短く、比較的冷涼であるため、夏秋季のダリアの栽培に適している。そこで、秋田県では、ダリアを重点花き品目として栽培と流通の環境整備に力を入れており、平成 15 年に大規模なダリア栽培が開始されて以降、生産者数や栽培面積は年々増加し続けている。

ダリア生産規模の拡大に伴い、ダリアの品質保持期間が短い問題点がクローズアップされ、問題解決するための技術開発が喫緊の課題となっている。切り花の品質保持に利用できる物質は、花き産業に必須な資材であるため、様々な研究が行われており、それを元に各種の切り花品質保持剤が市販されている。これらの切り花品質保持剤の主な有効成分は、栄養補給するための糖類や水の腐敗を防ぐための殺菌物質が含まれていることが多い。しかし、ダリア

の品質を保持するには、既知の切り花品質保持剤だけでは、十分な効果が得られず、ダリアに対して有効成分の探索が必要である。

植物ホルモンは、植物の栄養成長、生殖成長、老化など様々な生理プロセスに深く関与する生理活性物質として知られている。オーキシン、ジベレリン、サイトカイニン、アブシジン酸、エチレン、ブラシノステロイド、ジャスモン酸などが植物ホルモンとして認知されている。これまでに植物ホルモンの機能に着目した研究により、エチレンの受容を抑制する物質の利用に基づく切り花品質保持技術が確立され、カーネーションを含む一部の切り花の流通に必須な技術として普及されている。また、Shimizu-Yumoto らは、合成サイトカイニンであるベンジルアデニンがダリアの品質保持に有効であることを見出した（Shimizu-Yumoto, 2013）。

ダリア切り花の品質保持に有効な成分を探索するため、本研究では、植物ホルモンの分泌を選択的に抑制する阻害剤に着目し、これらの阻害剤を利用す

ることにより、特定の植物ホルモンの分泌を遮断する手法を用いて、ダリア品質保持に対する各植物ホルモンの機能を調べる研究を計画した。

我々は、これまでにジャスモン酸の生合成やブラシノステロイドの生合成を特異的に阻害する薬剤を開発した。JM-8686 はアレンオキシド合成酵素を特異的に阻害する物質である (Oh, 2002; 2006; 2008)。また、ユカイゾールはブラシノステロイドの C23 水酸化酵素を特異的に阻害する化合物である (Oh, 2012; 2013; 2015)。さらに、本研究において、市販されているジベレリン生合成阻害剤 (Trinexapac-ethyl) やアブシジン酸生合成阻害物質 (Fluridone) を用いることにした (Kondharea, 2014)。本稿では、ダリア切花の品質保持と植物ホルモンの関連に関する基礎的な知見を得る目的とし、研究で得られた結果と将来の展望について報告する。

材料および方法

1) 試験に用いたダリアの品種

本研究では、かまくら (日持ち性劣る)、黒蝶 (日持ち性中程度)、ミッチャン (日持ち性優れる) を用いて調査することにした。

2) 植物ホルモンおよびその関連物質

2-1) ジャスモン酸生合成阻害剤 (JM-8686) .

JM-8686 は、ジャスモン酸生合成経路におけるキー酵素であるアレンオキシド合成酵素の組み換えたんぱく質に対して、10 nM 濃度で 50% 阻害活性を示す化合物である。本試験では、DMSO に溶解した JM-8686 の保存液 (-20°C 保存) を 1000 倍以上薄めて、10, 1, 0.1 μM の水溶液を調製し、試験に供した。

2-2) アブシジン酸 (ABA) 生合成阻害剤.

Fluridone (FL) は、アブシジン酸 (ABA) 生合成阻害物質として試験に供した。その保存液 (0.01M) を上記方法により、10, 1 μM の水溶液を調製した。

2-3) ジベレリン (GA) 生合成阻害剤.

Trinexapac-ethyl (TE) はシンジェンタ社が開発したジベレリン生合成阻害剤である。0.1 μM の TE 水溶液を調製し、試験に供した。

2-4) ブラシノステロイド (BL) 生合成阻害剤.

ブラシステロイド生合成阻害剤は、ユカイゾール (YCZ) を用いた。0.01M の保存液を水に薄めて、1 μM の水溶液を調製し、試験に供した。

以上の植物ホルモン生合成阻害剤のダリア品質保持効果を調べるため、抗菌剤 ケーソン CG (0.5ml/l) を対照区として検討した。

3) 試験方法

3-1) 試験実施の時期

ダリアは以下の日程と条件で栽培をした。定植：平成 29 年 7 月 19 日、摘心：7 月 31 日、8 月 14 日。電照処理方法；白熱電球 (75W, パナソニック) を用いて 15 時間日長処理。温度管理：25°C 換気, 8°C 加温, 栽植密度：株間 30 cm, 条間 30 cm, 千鳥 2 条植え。

日持ち試験は、平成 30 年 7 月から 8 月にかけて行った。

3-2) 日持ち試験の条件と薬剤の処理方法

市場出荷時の開花程度のタイミング (最外花弁が水平時) に採花し、上位葉 1 対残し葉を取り (残した葉が生け水に入る場合は除去)、茎長 40cm にしたものを用いて、鮮度保持室にて日持ち試験を行った。日持ち試験の条件は、日本花き普及協会が規定した条件をダリア向けに変更した以下の条件で実施した。室温 23°C, 湿度 60%±10%, 日長時間 12 時間, 蛍光灯下で照度 1,000lx 以上である。尚、花を横から見た際の花高の下 2 分の 1 にしおれや褐変が生じた時点で試験を終了とした。

3-2-1) 吸液処理.

調整後のダリア切り花は、所定濃度で調製した植物ホルモン生合成阻害剤処理液の入ったビーカーへ挿し、採花終了まで吸液させ、日持ち日数を調査した。

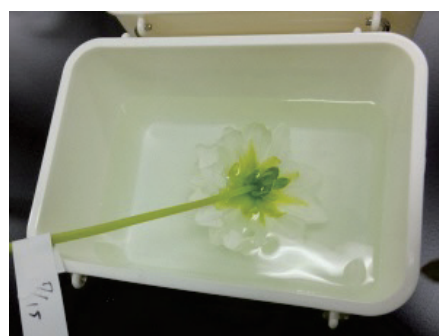


図 1. ダリアの浸漬処理イメージ図

3-2-2) 浸漬処理.

調整後のダリア切り花は、花全体を 5 秒間処理液へ浸漬し、たれない程度に乾かし、抗菌剤の入ったビーカーへ挿し、日持ち日数を調査した。本方法の概要を図 1 に示した。

結果

本研究では、まず、吸液処理により、ジャスモン酸合成阻害剤 (JM-8686)、ジベレリン合成阻害剤 (TE) 及びアブシジン酸合成阻害物質 (FL) で処理した三種類のダリア切り花の日持ち日数を無処理区と比較した。結果を図 2 に示した。図 2A に示されたように、無処理区では、「かまくら」の日持ち日数は約 6.8 日に対し、JM-8686 処理区のダリア日持ちに数がそれぞれ約 4 日 (10 μ M)、5 日 (1 μ M) および 6 日 (0.1 μ M) であることが明らかになった。また、TE 処理区 (0.1 μ M) では、「かまくら」の日持ちに数は約 5 日であった。さらに、同じような傾向が FL 処理区においても観察された。

「黒蝶」および「ミッチャン」について同じような試験を行った。その結果を図 2B と図 2C に示す。図に示されたように、本研究で用いた植物ホルモン合成阻害剤は、品質保持効果が認められなかった。いずれのダリア品種において、JM-8686 および FL 処理区においては、高濃度の薬剤は、より短い日持ちに数を示した。この結果からダリアの品質保持には、ジャスモン酸、GA、ABA および BL が必須であることが示唆された。

次に、浸漬処理により、「かまくら」について再検討を行った。その結果を図 3 に示す。図に示されたように、無処理区の日持ち時間は約 5 日に対し、0.1 μ M の JM-8686 で処理したダリアは約 5.5 日、1 μ M の JM-8686 で処理したダリアは約 5.0 日、0.1 μ M TE で処理したダリアは約 6.2 日、そして、1 μ M の FL で処理したダリアは約 7.2 日であることが示された。このことから、アブシジン酸合成阻害剤 FL の浸漬処理は、ダリア切り花の品質保持に有効である可能性が示された。

考察

本研究では、ダリア切花の品質保持に対する植物ホルモンの影響を調べるため、ジャスモン酸、ジベレリン、アブシジン酸、ブラシノステロイドについて、それぞれの植物ホルモンの生合成を特異的に阻害する物質を用いて、各植物ホルモンの分泌を化学物質により遮断し、調べることにした。

本研究を通じて以下のことを明らかになった。まず、阻害剤処理方法の違いにより、ダリア切花の品質保持に対して異なる効果が認められた。吸液処理では、全ての薬剤で処理したダリア切花の日持ちが短くなるが、浸漬処理では、各阻害剤で処理したダリア切花の日持ちは長くなる傾向が認められた。特にアブシジン酸合成阻害剤 FL 処理区では、明瞭な活性を示した (図 3 参照)。アブシジン酸は老化促進ホルモンとして機能することが知られている。故に、アブシジン酸生合成を抑制することは、ダリアの老化を抑制することにつながる可能性が示唆された。

また、本研究では、単一の植物ホルモン合成阻害剤のダリアの品質保持効果を調べる実験を実施した。得られた結果は顕著な品質保持効果が認められなかったことから、ダリア切り花の日持ちに影響する要因は複数である可能性が示唆された。これまでに植物ホルモンシグナル伝達機構遺伝子突然変異体の研究により、植物ホルモンがお互いにクロストークを介して、各植物ホルモンのシグナル伝達機構を機能しながら的確に遺伝子の発現を制御することが明らかにされている (Depuydt, 2011)。ダリア切り花の品質保持には、ダリアのストレス耐性遺伝子の発現を増幅させる必要がある。これらのストレス耐性遺伝子をより強く発現させるためには、複数の植物ホルモンが関与している可能性がある。以上のこと踏まえ、今後、複数の植物ホルモンをダリアの切り花に与える実験系の構築や薬剤処理法の検討は今後の研究課題である。

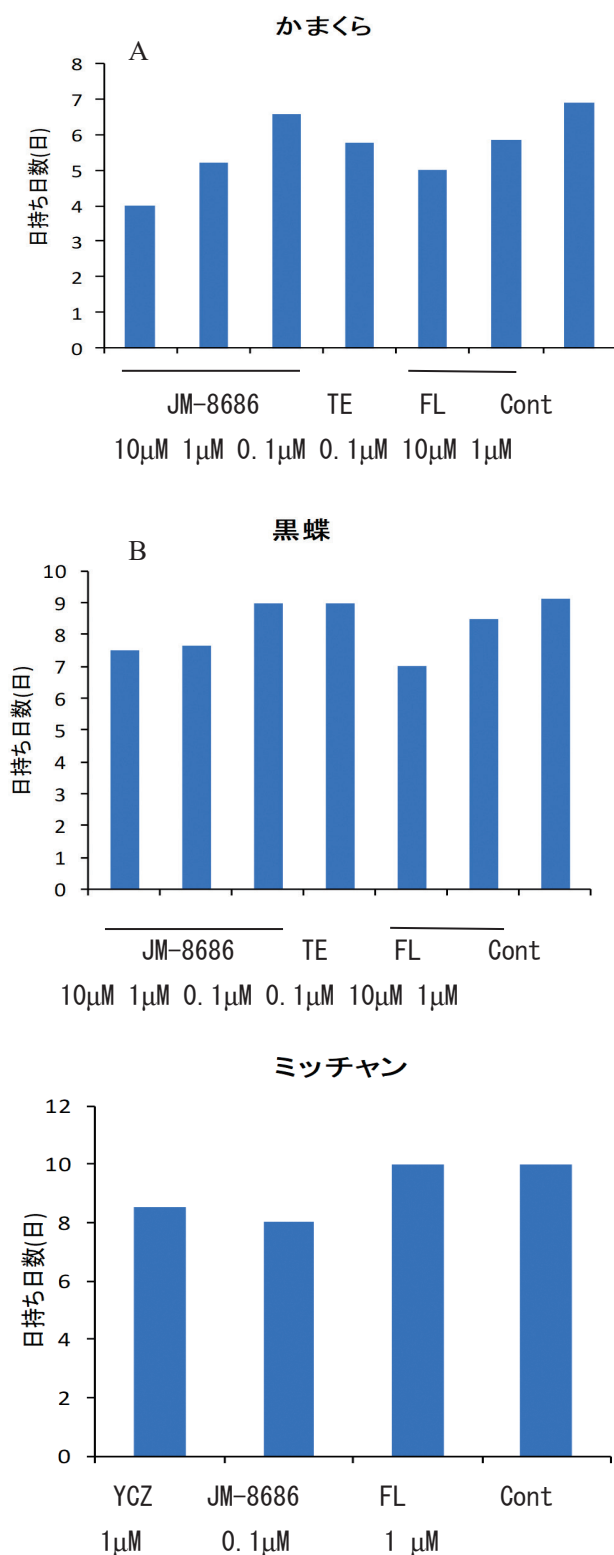


図 2. 植物ホルモン合成阻害剤の吸液処理によるダリア品質保持の効果. A: かまくら, B: 黒蝶, C: ミッチャン. JM-8686: ジャスモン酸合成阻害剤, TE: ジベレリン合成阻害剤, YCZ: ブラシノステロイド合成阻害剤, FL: アブシジン酸合成阻害剤である.

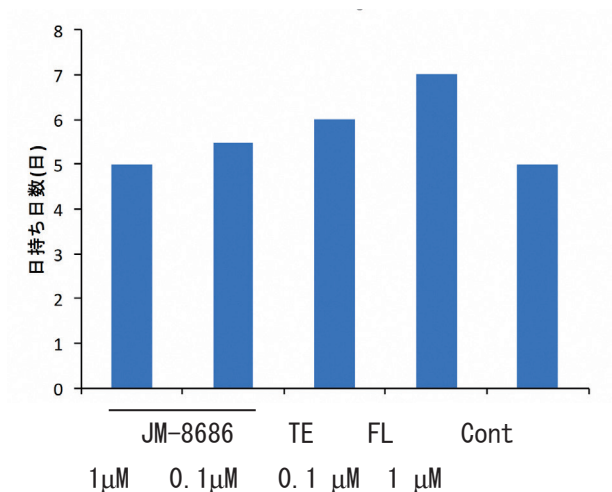


図 3. 植物ホルモン合成阻害剤の浸漬処理によるダリア品質保持の効果. ダリアの品種: かまくら, JM-8686: ジャスモン酸合成阻害剤, TE: ジベレリン合成阻害剤, FL: アブシジン酸合成阻害剤である.

文献

- Depuydt, S., Hardtke, C. S. Hormone signalling crosstalk in plant growth regulation. *Curr. Biol.* 21: 365-373, 2011.
- Kondharea, K.R., Heddenb, P., Kettlewella, P.S., Farrelle, A.D., Monaghana, J.M. Use of the hormone-biosynthesis inhibitors fluridone and paclobutrazol to determine the effects of altered abscisic acid and gibberellin levels on pre-maturity α -amylase formation in wheat grains. *J. Cereal Sci.* 60: 210-216, 2014.
- Oh, K., Murofushi, N. Design and synthesis of novel imidazole derivatives as potent inhibitors of allene oxide synthase (CYP74). *Bioorg. Med. Chem.* 12: 3707-3711, 2002.
- Oh, K., Asami, T., Matsui, K., Howe, G. A., Murofushi, N. Characterization of novel imidazole derivative, JM-8686, a potent inhibitor of allene oxide synthase. *FEBS Lett.* 580:5791-5796, 2006.
- Oh, K., Shimura, Y., Ishikawa, K., Ito, Y., Asami, T., Murofushi, N., Yoshizawa, Y. Asymmetric synthesis and stereochemical structure-activity relationship of

(R)- and (S)-8-[1-(2,4-dichlorophenyl)-2-imidazol-1-yl-ethoxy] octanoic acid heptyl ester, a potent inhibitor of allene oxide synthase. *Bioorg. Med. Chem.* 16:1090-1095, 2008.

Oh, K., Yamada, K., Asami, T., Yoshizawa, Y. Synthesis of novel brassinosteroid biosynthesis inhibitors based on the ketoconazole scaffold. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 22:1625-1628, 2012.

Oh, K., Yamada, K., Yoshizawa, Y. Asymmetric synthesis and effect of absolute stereochemistry of YCZ-2013, a brassinosteroid biosynthesis inhibitor. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2013 23: 6915-6919, 2013.

Oh, K., Matsumoto, T., Yamagami, A., Ogawa, A., Yamada, K., Suzuki, R., Sawada, T., Fujioka, S., Yoshizawa, Y., Nakano, T. YCZ-18 is a new brassinosteroid biosynthesis inhibitor. *PLoS One.* 10: e0120812, 2015.

Shimizu-Yumoto, H., Ichimira K. Postharvest characteristics of cut dahlia flowers with a focus on ethylene and effectiveness of 6-benzylaminopurine treatments in extending vase life. *Post. Bio. Tech.* 86: 479-486, 2013.

〔 2019 年 6 月 30 日受付
2019 年 7 月 9 日受理 〕

Evaluation of plant hormone biosynthesis inhibitors on prolonging the vase-life of cut dahlia flowers

Keimei Oh ¹, Atsuko Yamagata²

¹ *Department of Biotechnology, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

² *Akita agricultural experiment station*

Four kinds of plant hormone biosynthesis inhibitors were biologically evaluated for their capacity to prolong the vase-life of cut dahlia flowers. We use JM-8686 and Yucaizol as specific inhibitors of jasmonic acid and brassinosteroid biosynthesis, respectively. Commercially available Trinexapac-ethyl and Fluridone were used as inhibitors of GA and ABA biosynthesis. The data obtained indicated that the ABA biosynthesis inhibitor Fluridone displayed the required biological activity.

Keywords: cut flowers, plant hormone biosynthesis inhibitors, jasmonic acid, brassinosteroid, gibberellin, abscisic acid, dahlia.