

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580038

研究課題名(和文)短期CA処理による花きの鮮度保持効果の解明

研究課題名(英文)Effects of short CA treatments on quality of cut flowers

研究代表者

山根 健治 (YAMANE, KENJI)

宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号：60240066

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：カーネーションを20%CO₂で12時間処理すると鮮度保持効果が認められたが、12hの5%、50% CO₂処理はカーネーション切り花のエチレン生成と呼吸を低下させ、日持ちを延長した。RNAseqの結果、高CO₂処理が他の区に対して遺伝子発現の変動が大きく、酸化還元に関する遺伝子群の発現促進や抑制が認められた。短期CO₂処理の実用化には、種(品種)によって最適条件を設定する必要がある。

研究成果の概要(英文)：CO₂ treatments at 20% for 12 h prolonged the vase life of cut carnations, while those for 48 h induced physiological disorder of florets such as browning. Precooling at 5% and 50% CO₂ treatment for 12 h suppressed the ethylene production and respiration rate, and thus prolonged the vase life. RNA seq indicated that expression of genes for reduction oxidation (Redox) were influenced by the CA treatment. These results suggest that short-term CA treatments could reduce ethylene production and respiration rate, and change Redox related genes, and result in improving quality of flowers. For practical use, it is necessary to set optimum conditions for each species or cultivar.

研究分野：園芸学

キーワード：鮮度保持 切り花 CO₂ エチレン

1. 研究開始当初の背景

切り花や鉢花の鮮度と花持ちは販売上の重要な要素である。適度な CA 貯蔵や MA 包装により、リンゴやナシなどの果実やブロッコリーなどの野菜の貯蔵性が向上することが知られている。一方で、観賞植物の CA や MA についての研究事例は少ない。これまでの研究で、MA 包装とエチレン阻害剤(1-MCP)処理によりカーネーションやインパチェンス鉢花の品質が改善された。フィルム内で高 CO₂ 条件に 2 日間遭遇させることにより、カーネーション小花のエチレンのクライマクテリック上昇が遅延され、エチレン生成に関連する遺伝子の発現も抑えられた。しかし、MA 包装では、理想的なガス組成に達するまでに時間がかかり、大量に出荷される切り花や鉢花を MA 包装することは労力的に難しかった。

2. 研究の目的

そこで、本研究では出荷前の高 CO₂、低 O₂ および低温の組合せによる短期間の CA 処理により花きの鮮度を保持する方法を試み、その作用機作を生理学的に解明することを目的とした。実験 1 では小規模スケールとして、CO₂ マルチインキュベーターを使用して切り花および鉢花に対する CA 処理を行い、効果の評価した。実験 2 と 3 では密閉式のテントを作成して短時間でさらに高濃度の CO₂ 処理を行い、CO₂、予冷、外生エチレンおよびエチレン阻害剤(1-MCP)処理がカーネーション切り花の品質と花卉組織における遺伝子発現に及ぼす影響について検討した。

3. 研究の方法

実験 1: キク, ユーストマ, ダリア, カーネーション, ナデシコ等の切り花およびカーネーション鉢花を供試した。短期 CA 処

理のためインキュベーターを大型の低温室内に設置し、ガス環境と温度を制御した。温度を 5~25℃, CO₂ 濃度を 0.1~10%, O₂ 濃度を 5~20%の範囲で設定し、切り花と鉢花への影響を 23℃ (15 μmol m⁻² s⁻¹ PPFD, 12 時間日長)の部屋で評価した。エチレン感受性のカーネーション, ユーストマ等にはエチレン阻害剤である 1-MCP 処理も行った。1-MCP をマルチガスインキュベーター中で発生させ、処理濃度は 0.1~1 μmol L⁻¹ とし、処理時間は CA 処理期間に準じた。葉身および花の糖質は凍結乾燥後、80% エタノールで抽出し、濃縮・精製後、示差屈折計を装備した HPLC で測定した。

実験 2: CO₂ インキュベーターから処理可能量をスケールアップするため、生産者の低温庫に装備することを想定した簡易 CA 処理装置を試作した。エスカルガゼット(三菱ガス化学(株))を用いて、特殊な折り方をした方形の容器を作成し、その中に CO₂ を流し込むことで CO₂ を 50%~60%に維持させた。

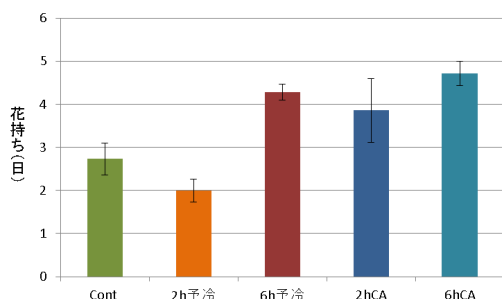
ナデシコ属ソネット‘マリア’を供試した。処理は実験室(日長 12 時間, 白色蛍光灯(15 μmol · s⁻¹ · m⁻²) 平均室温 21℃)を用いた対照区と、予冷区(暗黒条件, 5℃), CO₂ 区(平均室温 21℃)と CA 区(暗黒条件, 5℃)を設けた。CO₂ 区と CA 区は CO₂50%区(CO₂50%, O₂11.6%)と 60%区(CO₂60%, O₂13.0%)を設け細分化した。各処理は 24 時間行い、処理終了時を実験開始時(0 日目)とした。

実験 3: 実験 2 と同様に簡易 CA 処理装置を供試した。50% CO₂, 8-9% O₂, 5℃の予冷処理, 0.2 ppm エチレン処理がカーネーション‘Pink Montezuma’ およびカトレア‘*Lc. Spring Clima × Christina*’ に及ぼす影響について調査した。切り花を蒸留脱塩水に挿し、対照区は 23℃ の室内に置いた。

5 または 23 の室内において 50% CO₂ (8~9% O₂)処理を 12 時間行った。5°C で 12 時間の予冷処理, 23 で 6 時間の 0.2 ppm エチレン処理および 23 での 1 μL・L⁻¹ 1-MCP 処理もあわせて行った。23 , RH60% 以上, 15 μmol m⁻² s⁻¹ (PPFD)(12 時間日長) の部屋で, 切り花の品質, 呼吸量, エチレン生成並びに日持ちについて調査した。収穫日と 4 日後の花弁の全 RNA を CTAB 法で抽出し, ライブラリーを構築し, MiSeq (Illumina) で RNAseq を行った。かずさ DNA 研究所のデータベースと Bowtie2 を用いてマッピングを行い, 各遺伝子の発現量 (RPKM) を算出した。Cufflinks によるデータ (FRPK) を CummeRbund version 2.6.1 を使用してグラフ化し, 処理間の遺伝子発現の変動を調べた。

4. 研究成果

(1) ナデシコ属ソネット 'マリア' の小花に 2, 6 および 24 時間の CA 処理を行った。CO₂ は 20%, O₂ は 5% に設定した。対照区, 予冷区および CA 区とした。小花の日持ちは対照区 2.8 日に対して, 2 時間の CA 処理で約 4 日に延長された (第 1 図)。しかし, 6 および 24 時間の処理では有意な効果が認められなかった。インキュベーター内には水分を供給したものの, 長時間注入されるガスによりインキュベーター内の湿度を極度に低下し, 水ストレスによって効果が打ち消されたためと考えられた。



第 1 図 短期 CA 処理が 'マリア' の花持ちへ及ぼす影響. 平均 ± SE (n=8).

ダリア '黒蝶' 切り花では, 12 時間の CA 処理を CO₂ 5% + O₂ 10%, CO₂ 10% + O₂ 5%, CO₂ 7.5% + O₂ 7.5% で行った。いずれの処理も切り花生体重の低下を遅らせ, 花持ちを 2 日程度延長する傾向がみられたが, 有意な効果はみられなかった。花茎の可溶性糖含量は対照区に比べ, 予冷 + CO₂ 7.5% + O₂ 7.5% の CA 処理で高まる傾向が認められた。

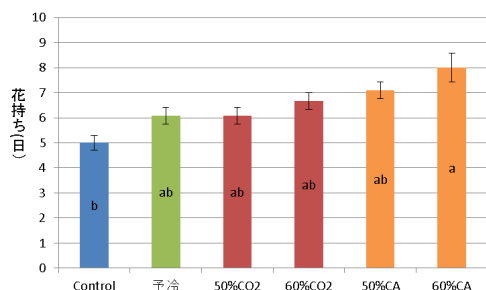
カーネーション切り花を 5 の部屋において, CO₂ 濃度 10%, 15% または 20% で 2 時間処理し, 1 μL・L⁻¹ 1-MCP 処理を行った後に, 23 の部屋で鮮度・品質を評価した。対照区のエチレン生成量は最大で 13.1 nL g⁻¹ h⁻¹ を示したが, 15% または 20% CO₂ の CA 処理と 1-MCP 処理はエチレン生成を低下させ, 切り花の日持ちをカーネーションでは 10 日から 13 日に, ユーストマでは 8 日から 10 日間にそれぞれ延長した。しかし, キクの場合は, 対照区でも 14 日間の日持ちを示し, これらの処理はキク切り花には影響しなかった。これは, キクの花はエチレン感受性が低いことによると考えられた。

また, カーネーションを CO₂ 20% で 12 時間処理すると鮮度保持効果が認められたが, 48 時間処理した場合に小花の褐変などの障害が発生した。ここでもガス交換による湿度の低下が関係していると推察された。これらのことから, CO₂ インキュベーターを使用した短期 CA 処理の効果は花の種によって効果が異なることや適切な処理濃度と時間を設定することの重要性, および処理中の空中湿度を高く保つことの重要性が示唆された。

(2) ソネット 'マリア' において, CO₂ 50% または 60% の 24 時間の処理を行った。

短期 CA 処理に対する花持ちの結果を第 2 図に示した。全ての処理区で対照区より

も花持ちが延長される傾向にあり,60%CA区において有意な差がみられた。



第2図 高CO₂による短期CA処理が
‘マリア’の花持ちへ及ぼす影響。
平均±SE(n=3)。

また,同条件で18時間の処理を行ったところ,本実験と同様の傾向が見られた(データ省略)ことから,CA処理の時間はより短縮可能であることが示唆された。

‘マリア’小花および葉身の可溶性炭水化物分析の結果を第1表および第2表に示した。全ての処理区で小花ではピニトールが2番目に含有量が多く検出され,葉身では最も多く検出された。消費部ではフルクトースが最も多く検出され,生産部では2番目に多く検出された。小花ともにミオイノシトールは検出されたが全ての処理区で検出量は最も低かった。

第1表 ‘マリア’小花の可溶性炭水化物含量
(mg/gDW)

処理区	Suc	Glc	Pin	Fru	M-Ino
Control	11.7	18.3	40.5	54.5	6.5
予冷	9.6	9.7	24.3	37.2	3.6
CO ₂ 50%	3.4	14.7	31.3	52.6	9.8
CO ₂ 60%	7.1	15.7	38.7	47.0	2.8
CA50%	12.7	15.8	30.0	52.9	2.1
CA60%	8.6	14.3	27.5	48.5	4.4

第2表 ‘マリア’葉身の可溶性炭水化物含量
(mg/gDW)

処理区	Suc	Glc	Pin	Fru	M-Ino
Control	6.2	13.2	56.8	13.4	4.6
予冷	3.2	6.8	47.3	8.7	4.2
CO ₂ 50%	4.8	12.3	44.9	15.0	4.0
CO ₂ 60%	6.7	9.4	42.3	15.3	2.5
CA50%	7.5	7.0	44.2	15.4	1.9
CA60%	3.3	8.3	45.0	14.9	3.2

(3) カーネーションにおいて,5°Cの予冷

下で50%CO₂を12時間処理した。

この短期高CO₂処理によりカーネーション切り花のエチレン生成量と呼吸を低下させ,日持ちを6.8日から10.6日に延長した。一方,23での50%CO₂処理での日持ちは8.4日であり,高CO₂処理は低温下でのみ効果が認められた。カトレアの切り花5°Cの予冷下で,50%CO₂を12時間および24時間処理したところ,切り花のエチレン生成量と呼吸を低下させ,花持ちを7日から12日間へ延長した。23室温下での50%CO₂を24時間処理したところ,花弁の褐変などの生理障害が誘導された。しかし,生理障害は5では抑えられた。

カーネーション花弁のRNAseqを行った。花弁の組織から22のライブラリーを作成し,次世代シーケンサーにより56,382 contigsが得られた。処理間の遺伝子発現量を対比すると,23での高CO₂処理が他の区に対して遺伝子発現の変動が大きかった。特にペルオキダーゼやデヒドロゲナーゼのような酸化還元に関する遺伝子群の発現促進や抑制が認められた。

結論

これらの結果から,短期50%CO₂処理は切り花のエチレン生成を抑え,老化を抑制する方法として有効であることが示唆された。しかし,50%CO₂処理の期間,温度,および対象植物によっては障害が発生することがあるため,実用化にあたってはこれらの諸条件を考慮すること必要である。

要旨

カーネーションを20%CO₂で12時間処理すると鮮度保持効果が認められたが,48時間処理では小花の褐変などの障害が発生した。ソネット‘マリア’において50%・60%CO₂処理により花持ちが延長される

傾向にあった。12時間の低温と50% CO₂処理はカーネーション切り花のエチレン生成量と呼吸を低下させ、日持ちを延長した。RNAseqで処理間の遺伝子発現量を対比すると、高CO₂処理が他の区に対して遺伝子発現の変動が大きく、酸化還元に関する遺伝子群の発現促進や抑制が認められた。短期CA処理はエチレン生成を抑制するとともに呼吸を抑制し、酸化還元遺伝子等の発現を変化させ、花の品質に影響することが示唆された。種によりCO₂濃度と処理時間を調節する必要がある。

Summary

CO₂ treatments at 20% for 12 h prolonged the vase life of cut carnations, while those for 48 h induced physiological disorder of florets such as browning. Precooling at 5 and 50% CO₂ treatment for 12 h suppressed the ethylene production and respiration rate, and thus prolonged the vase life. RNA seq indicated that expression of genes for reduction oxidation (Redox) were influenced by the CA treatment. These results suggest that short-term CA treatments could reduce ethylene production and respiration rate, and change Redox related genes, and result in improving quality of flowers. For practical use, it is necessary to set optimum conditions for each species or cultivar.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 3件)

(1)Burana, C., K. Yamane and Y. Yamaki. 2013. Effects of short-term controlled

atmosphere (CA) and EththylBloc sachet (1-MCP) on the vase life of cut flowers. XI International Controlled & Modified Atmosphere Research Conference(CAMA2013). Jun. 3-7, Trani, Italy (This presentation was awarded as Dr. Adel A. Kader Award For Young Scientists)

(2)Burana, C., T. Kurokura and K. Yamane. 2014. Short-term high carbon dioxide treatments under pre-cooling temperature extend the vase life of cut flowers. 29th International Horticultural Congress, Aug. 18-22, Brisbane, Australia.

(3)山根健治・黒倉 健・ブラナ チャイラット・古崎 利紀・石井一夫. 2015. 短期高CO₂処理後のカーネーション切り花における品質変化と遺伝子発現. 3月 28-29日. 千葉大学. 園学研. 14(別1):402.

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕
ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

山根 健治(YAMANE KENJI)
宇都宮大学・農学部・教授
研究者番号:60240066