

اثر تیوسولفات نقره و ۱- متیل سیکلو پروپین بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی گل بریدنی رز رقم 'فرست رد'^۱

EFFECTS OF SILVER THIOSULFATE AND 1- METHYLCYCLOPROPENE ON PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF 'FIRST RED' ROSE CUT FLOWERS

اسماعیل چمنی، احمد خلیقی، داریل جویس، دونالد ایروینق، ذبیح اله زمانی، یونس مستوفی و محسن کافی^۲

چکیده

دو آزمایش جداگانه برای بررسی تاثیر غلظت های مختلف تیوسولفات نقره (صفر، ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ میلی مولار) و ۱- متیل سیکلو پروپین (صفر، ۱۰/۵ و ۵ میکرو لیتر بر لیتر) بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی گل رز رقم 'فرست رد' انجام شد. تیمار با غلظت های مختلف تیوسولفات نقره، در مقایسه با شاهد طول عمر گلجایی^۳ رز را بیش از ۷۰٪ افزایش داد در حالی که موثرترین غلظت ۱- متیل سیکلو پروپین تنها ۱۱٪ عمر گلجایی را افزایش داد. در هر دو آزمایش انجام شده با تیوسولفات نقره، غلظت ۲ میلی مولار و بالاتر تاثیر سمی روی برگ داشت. مشخص شد که گل های تیمار شده با تیوسولفات نقره و ۱- متیل سیکلو پروپین در طول آزمایش همواره وزن تازه نسبی بالاتری داشتند. تیوسولفات نقره جذب آب را تا مدت زیادی در سطح بالا نگه داشت ولی در گل های شاهد، جذب آب پس از یک هفته کاهش یافت. در گل های تیمار شده با ۱- متیل سیکلو پروپین نیز جذب آب همواره بیشتر از شاهد بود. نتایج نشان داد که تیوسولفات نقره فعالیت اندو پروتئازها را به طور معنی داری کاهش داده و کاهش میزان پروتئین های محلول را به تاخیر می اندازد. اما تاثیر ۱- متیل سیکلو پروپین بر فعالیت اندو پروتئازها و میزان پروتئین های محلول معنی دار نبود.

واژه های کلیدی: اندوپروتئاز، پروتئین، تیوسولفات نقره، عمر گلجایی، گل بریدنی رز، ۱- متیل سیکلو پروپین.

مقدمه

بیشترین صادرات گل های بریدنی در جهان مربوط به گل بریدنی رز می باشد. در یک بررسی سالانه مشخص شده که به ارزش بیش از ۱۰ میلیارد دلار رز به عنوان گل بریدنی، گل گلدانی و گل باغچه ای استفاده شده است (۶). با وجود محبوبیت ویژه این گل و ارزش صادراتی آن، گل رز دارای عمر گلجایی کوتاهی بوده (۸، ۱۴) و انجام پژوهش برای افزایش عمر پس از برداشت آن را می طلبد. از بین ترکیبات موثر بر عمر پس از برداشت گل ها می توان به تیوسولفات نقره و ۱- متیل سیکلو پروپین اشاره نمود. تیوسولفات نقره^۴ ترکیبی است که از حل کردن نیترات نقره^۵ در تیوسولفات سدیم^۶ به دست می آید و در اصل از نسبت مولاری ۱ به ۴ (نیترات

۱- تاریخ دریافت: ۸۳/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۴/۵/۲۴

۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، استاد و دانشیار دانشکده کشاورزی گتن دانشگاه کوئینزلند استرالیا و استادیاران دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، جمهوری اسلامی ایران.

۳- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

۴- AgNO_3

۵- Silver thiosulfate (STS)

۶- Vase life

نقره به تیوسولفات سدیم) استفاده می شود (۱۸). در آزمایشی اثر ۴ میلی مولار تیوسولفات بر کیفیت و عمر گلجایی نقره گل بریدنی رز رقم 'اول تاور'^۱ در زمان های ۳۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار گل های رز با تیوسولفات نقره به مدت ۶۰ دقیقه، عمر گلجایی را تا ۵۴/۱۶٪ افزایش داده و کیفیت پس از برداشت آن ها را بهبود بخشید. گل های رز تیمار شده با تیوسولفات نقره در زمان های مختلف هرگز نشانه های خمیدگی گردن^۲ را نشان ندادند. نتایج این آزمایش نشان داد که تیوسولفات نقره با جمعیت باکتری ها در ته ساقه به افزایش عمر گلجایی کمک می نماید (۹).

در پژوهش دیگری گل های رز با ۱۲۰ گرم بر لیتر سوکروز، ۰/۲ میلی مولار تیوسولفات نقره و آمیخته آن ها (۱۲۰ گرم بر لیتر سوکروز + ۰/۲ میلی مولار تیوسولفات نقره) به مدت ۲ ساعت تیمار و با شاهد مقایسه شدند. نتایج نشان داد وقتی که سوکروز به همراه تیوسولفات نقره به کار برده شود بیشترین طول عمر گل به دست می آید. تاثیر تیوسولفات نقره و سوکروز به تنهایی بر عمر گلجایی به ترتیب ۹/۱ و ۸/۲ روز بود که در مقایسه با شاهد (۳/۴ روز) تفاوت معنی داری نشان داد (۱۲). رید و همکاران^۳ (۱۷) تاثیر اتیلن و تیوسولفات نقره بر گل رز را مورد ارزیابی قرار داده. و گزارش کردند که تیوسولفات نقره، یک ماده مهم برای جلوگیری از اثرهای مخرب اتیلن می باشد. همچنین که با کاربرد ۲ ماکرو مول یون نقره روی گل رز، هیچ گونه اثرهای سمی بودن روی شاخساره و گلبرگ آن ها مشاهده نشد (۱۷). ۱- متیل سیکلوپروپین در دما و فشار استاندارد یک گاز بوده که دارای وزن مولکولی ۵۴ با فرمول شیمیایی C₄H₆ می باشد (۲۰). مشخص شده است که ۱- متیل سیکلوپروپین به روش باز دارندگی رقابتی از کار اتیلن جلوگیری می کند. به بیانی دیگر، به طور غیر قابل برگشت به گیرنده های اتیلنی چسبیده و از این راه می تواند عمر انباری بسیاری از گل های بریدنی و گل های گلدانی را افزایش دهد (۱۹). پژوهشی برای مقایسه اثر تیوسولفات نقره با ۱- متیل سیکلوپروپین بر میخک رقم 'نورا'^۴، زبان پس قفا رقم 'بلا ماسوم'^۵ و گل بریدنی نخود گل رقم 'کریستینا'^۶ صورت گرفت. کاربرد ۱- متیل سیکلوپروپین در غلظت های ۰، ۲۵، ۵۰، ۱ و ۲ میکرو لیتر بر لیتر به مدت ۴ ساعت نشان داد که از بین غلظت های مورد استفاده، ۱- متیل سیکلوپروپین تنها در غلظت ۱ میکرو لیتر بر لیتر و آن هم در نخود گل رقم 'کریستینا' عمر گلجایی گل هایی را که پیش از برداشت گلچه های آن ها باز شده بود به طور معنی داری بیشتر از تیوسولفات نقره افزایش داد (۱۱). آزمایش ها نشان داده که حساسیت به اتیلن با گذشت زمان، نو می شود در حالی که گل های بریدنی تیمار شده با تیوسولفات نقره، به طور معمول نسبت به اتیلن به صورت نامحدود غیر حساس می مانند (۱۹، ۲۱). با وجود چسبیدن غیر قابل برگشت ۱- متیل سیکلوپروپین به گیرنده های اتیلن، مشخص شده که در گل میخک، ۱۰ تا ۱۵ روز پس از تیمار با ۱- متیل سیکلوپروپین مجددا حساسیت به اتیلن مشاهده می شود که علت ساخت دوباره گیرنده های اتیلن می باشد (۲۰). این پژوهش برای بررسی اثر تیوسولفات نقره و ۱- متیل سیکلوپروپین بر عمر گلجایی رز صورت گرفته و فعالیت اندوپروتئازها و تغییر پروتئین های محلول در طی پیری نیز مورد آزمایش قرار گرفته اند.

اثر تیوسولفات نقره و ۱- متیل سیکلو پروپین بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی...

مواد و روش ها

این آزمایش ها در بهار و تابستان ۱۳۸۳ (برابر با پاییز و زمستان در استرالیا) در دانشکده کشاورزی گتن^۱ در دانشگاه کوئینزلند استرالیا انجام شد. گل های رز رقم 'فرست رد'^۲ در مرحله غنچه متورم یعنی به هنگام شروع خمیدگی کاسبرگ ها و صبح هنگام برداشت شدند. پیش از تیمارهای اصلی، برای جلوگیری از بسته شدن، آوندها در درون آب بریده شده و سپس ۳ تا ۴ برگ روی ساقه نگهداشته شده و سایر بقیه برگ ها و خارها برداشته شدند. پس از تیمار نمودن گل ها با محلول های مورد نظر، برای ارزیابی عمر گلجایی، آن ها در بطری های دارای محلول نگهدارنده شامل آب مقطر و ۱۰ میلی گرم در لیتر کلرین قرار گرفته و برای ارزیابی به اتاق استاندارد پس از برداشت با دمای 22 ± 1 درجه سانتیگراد و شدت نور $15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ و رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۰٪ و با فتوپریود ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی منتقل شدند. برای اندازه گیری تغییرهای پروتئین محلول و پروتئاز، در هر زمان، استخراج از ۳ گل بریدنی و از هر کدام ۳ نمونه مورد استفاده قرار گرفت. گل های بریدنی پس از نمونه برداری برای تکرار آزمایش ها در فریزر -۸۰ درجه سانتی گراد منجمد شدند.

آزمایش اول: تاثیر غلظت های مختلف تیوسولفات نقره

برای بررسی تاثیر غلظت های مختلف تیوسولفات نقره، دو آزمایش جداگانه صورت گرفت. در این آزمایش ها برای تهیه محلول پایه تیوسولفات نقره، میزان ۱/۳۶ گرم نیترات نقره در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد. سپس مقدار ۷/۹۶ گرم تیوسولفات سدیم هیدراته در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد پس از آن محلول نیترات نقره به آرامی به محلول تیوسولفات سدیم که روی شیکر قرار داشت افزوده شد تا حجم نهایی ۲۰۰ میلی لیتر با غلظت ۴۰ میلی مولار به دست آید. با رقیق نمودن این محلول سایر غلظت ها تهیه شد. در بخش اول آزمایش اول، تاثیر غلظت های صفر، ۱، ۲، ۳ و ۴ میلی مولار (تعداد ۱۰ گل بریدنی برای هر غلظت) و در بخش دوم آزمایش اول، تاثیر غلظت های ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی مولار (تعداد ۹ گل بریدنی برای هر غلظت) به مدت ۲ ساعت در ۲۲ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین تاثیر تیوسولفات نقره بر میزان فعالیت پروتئاز و تغییرهای پروتئین محلول، گیاهان تیمار شده با غلظت ۰/۵ میلی مولار تیوسولفات نقره با شاهد مقایسه شدند.

آزمایش دوم: تاثیر غلظت های مختلف ۱- متیل سیکلو پروپین

در این آزمایش برای تهیه غلظت های مورد نظر از ۱- متیل سیکلو پروپین، با توجه به سایر گزارش ها (۱۳، ۲) برای بدست آوردن غلظت های ۰/۵، ۱ و ۵ مایکرو لیتر بر لیتر، مقادیر ۰/۰۰۳، ۰/۰۱ و ۰/۰۸ میلی گرم از پودر اتیل بلوک^۳ وزن شده، در بشرهای کوچک ریخته شده و در داخل مخازن شیشه ای به حجم ۵۹ لیتر (۳۹×۳۹×۳۹) قرار داده شدند. سپس گل ها (تعداد ۹ گل بریدنی برای هر غلظت) در مخازن مورد نظر قرار داده شده و در مخازن به وسیله چسب های ویژه به طور کامل بسته شد و سپس میزان ۱۰ میلی لیتر آب ۶۰ درجه سانتی گراد به داخل بشرهای کوچک حاوی پودر اتیل بلوک در غلظت های یاد شده افزوده گردید و پنبه های کوچک بالای مخازن روشن شدند. حدود ۲۰ دقیقه طول کشید تا گاز ۱- متیل سیکلو پروپین از پودر اتیل بلوک متصاعد شود. از دقیقه بیستم گل ها به مدت ۲ ساعت در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد تیمار شدند. سپس گل ها برای ارزیابی به اتاق

پس از برداشت منتقل شدند. برای تعیین تاثیر ۱- متیل سیکلوپروپین بر میزان فعالیت پروتئاز و تغییرهای پروتئین محلول، گیاهان تیمار شده با غلظت ۰/۵ ماکرولیتر بر لیتر با شاهد مقایسه شدند.

در همه آزمایش ها، تعداد روزها از زمان برداشت تا بروز نشانه های پیری روی همه گلبرگ ها به عنوان عمر گلجایی در نظر گرفته شد (۱۲، ۱۵). برای اندازه گیری درصد نسبی وزن تر (RFW)، هر دو روز یک بار گل های بریدنی از گلجای های کوچک حاوی محلول بیرون آورده شده و توزین شدند. برای محاسبه درصد نسبی وزن تر از فرمول $100 * (W_t / W_{t=0}) =$ درصد نسبی وزن تر (RFW)، که در آن $W_t =$ وزن تر ساقه (g) در روز ۲، ۴، ۶، ... و $W_{t=0}$: وزن همان ساقه در روز صفر بود، استفاده شد. برای اندازه گیری میزان محلول جذب شده هر دو روز یک بار گلجای های کوچک حاوی محلول توزین شدند. سپس برای محاسبه میزان محلول جذب شده از فرمول $(mL day^{-1} g^{-1} FW) = (S_{t-1} - S_t) / W_t$ میزان محلول جذب شده، که در آن $S_t =$ وزن محلول (g) در روز صفر، ۲، ۴، ۶، ... $S_{t-1} =$ وزن محلول (g) در روز پیشین و $W_{t=0} =$ وزن تر ساقه در روز صفر بود، استفاده شد.

برای اندازه گیری میزان پروتئین محلول از روش ایسون و همکاران^۱ (۵) استفاده شد. استخراج پروتئین محلول با در نظر گرفتن الگوی تغییرات آن، هر چهار روز یک بار انجام شد. برای این منظور میزان ۱۰۰ میلی گرم از بافت گلبرگ در ۱ میلی لیتر بافر استخراج که شامل ۱۰۰mM dithioeritol، ۱۰۰mM MgSO₄ و ۷/۶) ۱۰۰ml Tris-HCl (pH= بود خرد شده و سپس عصاره به لوله های اپندروف منتقل شد. پس از قرار دادن نمونه ها به مدت یک ساعت بر روی یخ، به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد و ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس روشناور^۲ به یک لوله اپندروف جدید منتقل گردید. پس از این مرحله، از هر نمونه گیاهی دو نمونه آزمایشی تهیه شد. میزان روشناور مورد نیاز از قبل با آزمایش حجم های مختلف از روشناور به دست آمده بود. میزان ۵۰ ماکرو لیتر از روشناور با ۵ میلی لیتر ماده رنگی بیو رد^۳ در دو سری آمیخته آماده شد. سپس نمونه ها ورتکس شده و با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۵ نانو متر خوانده شدند. برای محاسبه میزان پروتئین محلول، با استفاده از عدد به دست آمده از پروتئین استاندارد^۴، خط رگرسیون رسم شده و فرمول مربوطه به دست آمد. میزان پروتئین موجود در هر میلی گرم وزن تر بافت گلبرگ با استفاده از فرمول $(\mu g mg FW^{-1}) = (X \mu g 50 \mu l^{-1}) \times (1000 \mu l 100 mg FW^{-1})$ (SP).

برای اندازه گیری فعالیت اندوپروتئازها از روش بهینه شده ایسون و همکاران (۵) و واگ استف و همکاران^۵ (۲۳) استفاده شد. اندازه گیری فعالیت اندو پروتئاز هر چهار روز یک بار انجام گرفت، و از ماده آزوکازین^۶ به عنوان ماده زمینه استفاده شد. برای این منظور مقدار ۱۰۰ mg بافت گیاهی (گلبرگ) در ۱ mL بافر فسفات، [Sodium phosphate; 100mM, Cystein; 30 mM; EDTA, 30 mM (pH=7)] با استفاده از ماسه نرم در درون هاون چینی خرد گردید. سپس نمونه ها به مدت ۲ ساعت روی یخ قرار داده شده و به طور متناوب ورتکس شدند. بعد از آن نمونه ها در دما ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. میزان ۱۰۰ ماکرو لیتر روشناور، ۱۰۰ ماکرو لیتر بافر فسفات و ۶۰۰ ماکرو لیتر سدیم استات ۵۰ میلی مولار حاوی ۲٪ آزوکازین به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. نمونه مشابهی نیز به عنوان شاهد تهیه گردید با این تفاوت که به مدت ۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. شاهد ها نیز همراه با نمونه ها در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس میزان ۶۰۰

اثر تیوسولفات نقره و ۱- متیل سیکلو پروپین بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی...

ماکرو لیتر از تری کلرو استیک اسید^۱ ۱۰٪ به هر نمونه برای رسوب پروتئین و توقف واکنش افزوده شد. سپس نمونه ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شده و سپس در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. در پایان روشناور به دست آمده در طول موج ۴۴۰ نانومتر خوانده شد. سپس با استفاده از فرمول زیر میزان فعالیت آنزیم محاسبه شد. فعالیت نمونه ها به صورت واحد های دلخواه که هر واحد معادل تغییر ۰/۱ جذب در ساعت در ۴۴۰ نانومتر بود تعیین شد (۲۳).

$$\Delta A_{440} (\text{units mg FW h}^{-1}) = \{A_{440} (\text{sample}) - A_{440} (\text{blank})\} \times 0.0347$$

تجزیه آماری داده ها با ANOVA one way با استفاده از برنامه Minitab 13.2 صورت گرفت و برای مقایسه میانگین هادر سطح ۵٪ از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج

آزمایش اول: تاثیر غلظت های مختلف تیوسولفات نقره

مقایسه میانگین داده ها نشان داد که در بخش اول، تیمار با غلظت های مختلف تیوسولفات نقره، تاثیر معنی داری بر عمر گلجایی رز در مقایسه با شاهد داشته است (جدول ۱). در بخش دوم نیز گل های تیمار شده با غلظت های ۰/۵، ۱ و ۲ میلی مولار تیوسولفات نقره که میانگین عمر گلجایی به ترتیب ۲۰/۸، ۲۰/۸ و ۱۸/۵ روز داشتند تفاوت معنی داری با گل های شاهد که دارای عمر گلجایی ۱۳/۳ روز بودند نشان داد. در هر دو آزمایش بین غلظت های مختلف تیوسولفات نقره از نظر عمر گلجایی تفاوت معنی داری وجود نداشت. همچنین نتایج آزمایش نشان داد که در هر دو آزمایش، تیوسولفات نقره در غلظت ۲ میلی مولار و بالاتر تاثیر سمی بر برگ داشته که این تاثیر سمی به صورت لکه های سیاه بر روی برگ بود و بر روی گلبرگ هیچ گونه نشانه سمیت دیده نشد. در غلظت ۱ میلی مولار نیز گاهی تاثیر سمیت به صورت ۲ یا ۳ لکه بسیار ریز دیده می شد که البته این تاثیر چندان بارز نبود. مقایسه میانگین های درصد نسبی وزن تر نشان داد که در بخش اول (غلظت های ۱۰، ۲، ۳ و ۴ میلی مولار)، پس از روز یازدهم، تفاوت معنی داری در درصد وزن تر نسبی بین شاهد و سطوح مختلف تیوسولفات نقره وجود داشته و در بین سطوح مختلف تیوسولفات نقره، بین غلظت های ۱، ۳ و ۴ تفاوت معنی داری دیده شد (شکل ۱). مقایسه میانگین های درصد وزن تر نسبی در بخش دوم (غلظت های صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ میلی مولار) بین سطوح مختلف تیوسولفات نقره، تفاوت معنی داری در طول آزمایش دیده نشد. مقایسه میانگین های میزان محلول جذب شده بر اساس گرم وزن تر اولیه نشان داد که در آزمایش اول تا ۹ روز بین تیمارها و شاهد تفاوت معنی داری وجود نداشت و این تاثیر، پس از روز نهم تا پایان آزمایش معنی دار شد (شکل ۲). در بخش دوم تا روز یازدهم بین تیمارها و شاهد تفاوت معنی داری وجود نداشت و این تاثیر نیز پس از روز یازدهم تا پایان آزمایش معنی دار شد. بین سطوح مختلف تیوسولفات نقره در طول آزمایش تفاوت معنی داری دیده نشد. مقایسه میانگین های مربوط به فعالیت اندو پروتئازها نشان داد که فعالیت اندو پروتئازها پس از برداشت به طور شدید افزایش می یابد و ۰/۵ میلی مولار تیوسولفات نقره در روزهای ۱ و ۵ پس از برداشت نتوانسته به طور معنی داری فعالیت اندوپروتئازها را کاهش دهد ولی در روزهای ۹ و ۱۳ به طور معنی داری فعالیت آن ها را در مقایسه با شاهد کاهش داده است و پس از ۱۳ روز فعالیت آن ها شروع به افزایش کرده است (شکل ۳). مقایسه میانگین های پروتئین محلول نشان داد که پروتئین های محلول در گل رز رقم 'فرست رد'، پس

از برداشت کاهش می یابند و تاثیر تیوسولفات نقره بر پروتئین های محلول در جهت جلوگیری از کاهش آن ها در روزهای ۹ و ۱۳ در مقایسه با شاهد معنی دار شده است، اگر چه گل های تیمار شده با تیوسولفات نقره همواره دارای پروتئین محلول بیشتری در مقایسه با شاهد بوده اند (شکل ۴).

جدول ۱- تاثیر غلظت های مختلف تیوسولفات نقره بر عمر گلجایی رز.

Table 1. Effect of different concentrations of silver thiosulfate on vase life of rose.

تیمار Treatment	تعداد گل های بریدنی Number of cut flowers	عمر گلجایی (روز) Vase life (days)
شاهد Control	10	12.6 b [†]
تیوسولفات نقره (۱ میلی مولار) STS (1 mM)	10	19.3a
تیوسولفات نقره (۲ میلی مولار) STS (2 mM)	10	19.9a
تیوسولفات نقره (۳ میلی مولار) STS (3 mM)	10	19.6a
تیوسولفات نقره (۴ میلی مولار) STS (4 mM)	10	19a

† Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability (LSD).

† میانگین هایی که دستکم دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آزمون کمترین تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ معنی دار نیستند.

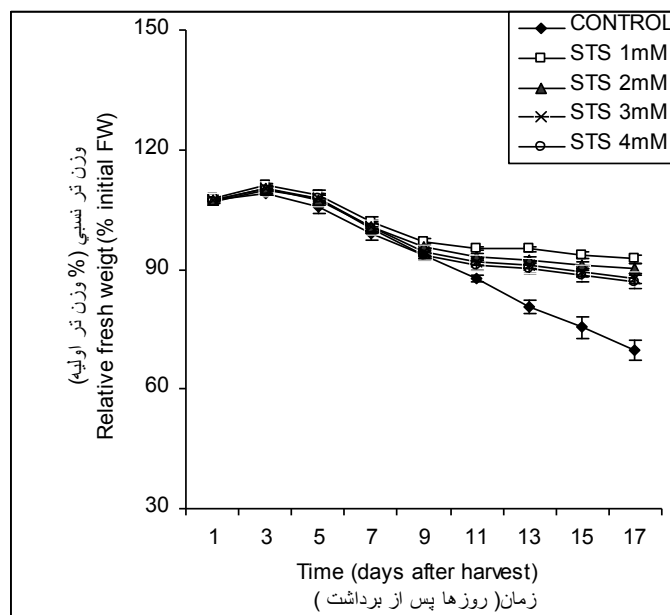


Fig. 1. Effect of different concentrations of silver thiosulfate on relative fresh weight of rose cut flowers. Vertical bars show the standard errors of means.

شکل ۱- تاثیر غلظت های مختلف تیوسولفات نقره بر درصد وزن تر نسبی گل بریدنی رز. خطوط عمود بر منحنی خطای استاندارد را نشان می دهد.

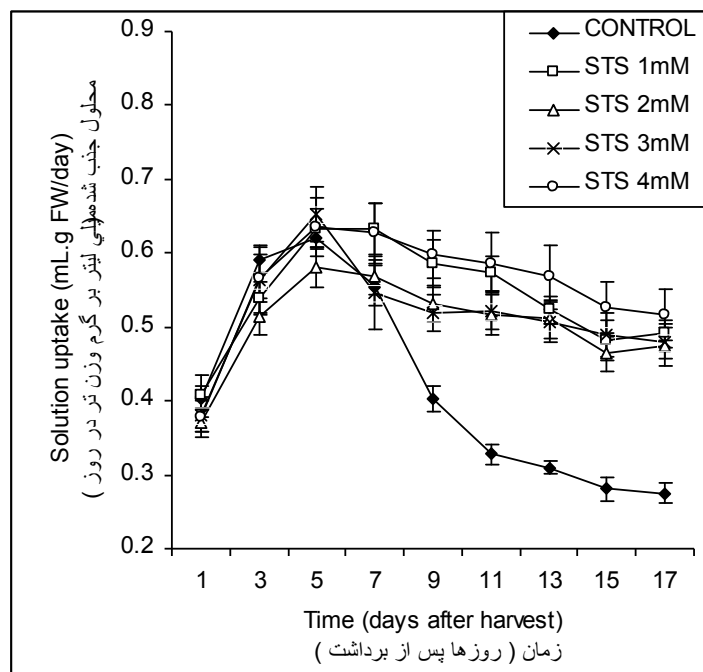


Fig. 2. Effect of different concentrations of silver thiosulfate on solution uptake of rose cut flowers. Vertical bars show the standard errors of means.

شکل ۲- تاثیر غلظت های مختلف تیوسولفات نقره بر میزان محلول جذب شده در گل بریدنی رز. خطوط عمود بر منحنی خطای استاندارد را نشان می دهد.

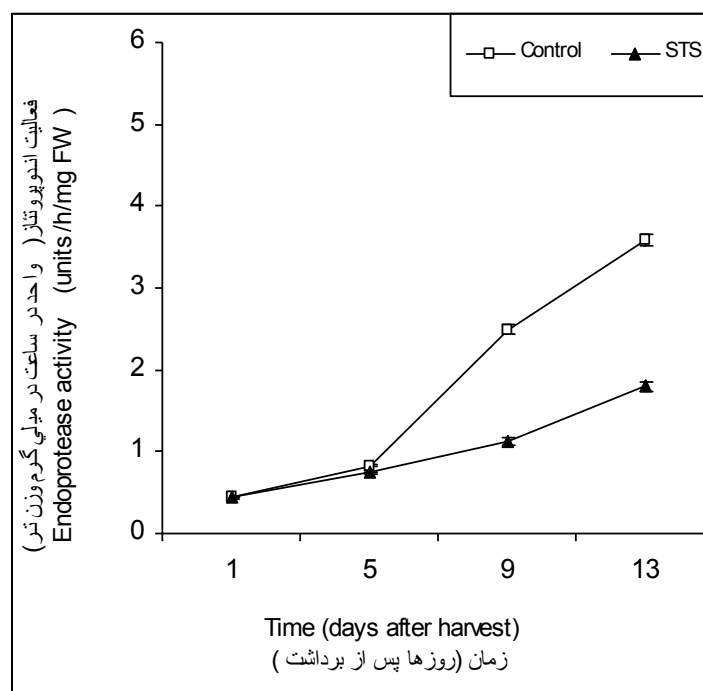


Fig. 3. Effect of 0.5 mM silver thiosulfate on endoprotease activity of rose cut flowers. Vertical bars show the standard errors of means.

شکل ۳- تاثیر ۰/۵ میلی مولار تیوسولفات نقره بر میزان فعالیت اندوپروتئازها در گل بریدنی رز. خطوط عمود بر منحنی خطای استاندارد را نشان می دهد.

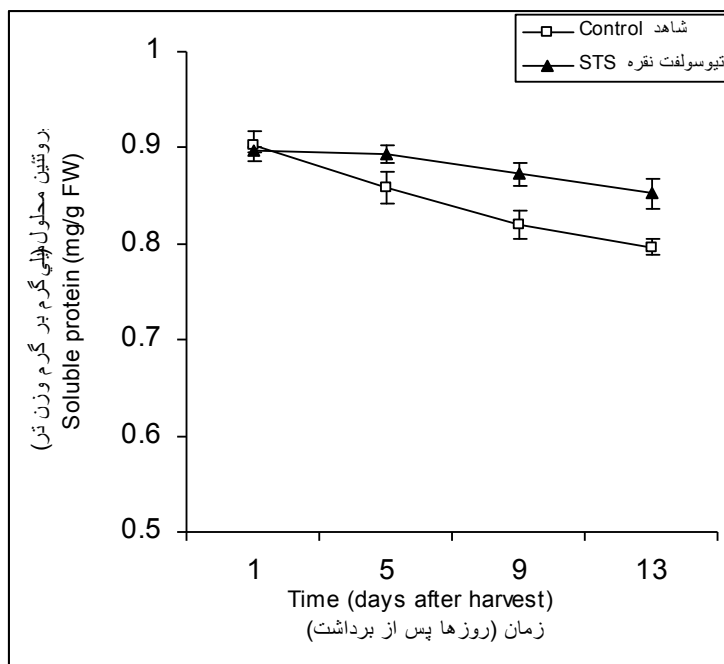


Fig. 4. Effect of 0.5 mM silver thiosulfate on soluble protein content of rose cut flowers. Vertical bars show the standard errors of means.

شکل ۴- تاثیر ۰/۵ میلی مولار تیو سولفات نقره بر میزان پروتئین محلول در گل بریدنی رز. خطوط عمود بر منحنی خطای استاندارد را نشان می دهد.

آزمایش دوم: تاثیر غلظت های مختلف ۱- متیل سیکلوپروپین

در این آزمایش گل های شاهد با عمر گلجایی ۱۲/۶ روز تفاوت معنی داری با گل های تیمار شده با غلظت های ۰/۵، ۱ و ۵ ماکرو لیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپین که میانگین عمر گلجایی آن ها به ترتیب ۱۴/۱، ۱۳/۸ و ۱۳/۷ روز بود نشان داد. بین غلظت های مختلف تفاوت معنی داری از نظر عمر گلجایی مشاهده نشد. مقایسه میانگین های درصد نسبی وزن تر نشان داد که تنها در روز یازدهم بین تیمارهای ۰/۵ و ۱ ماکرو لیتر بر لیتر و شاهد تفاوت معنی داری وجود داشته، اما بین غلظت های مختلف ۱- متیل سیکلوپروپین تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اگر چه گل های تیمار شده با غلظت های مختلف ۱- متیل سیکلوپروپین در مقایسه با شاهد، همواره درصد وزن تر نسبی بیشتری داشتند. مقایسه میانگین های میزان محلول جذب شده بر اساس گرم وزن تر اولیه نشان داد که تنها در روزهای نهم و یازدهم بین غلظت ۰/۵ ماکرو لیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپین و شاهد تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ در میزان محلول جذب شده وجود دارد و اگر چه گل های تیمار شده با غلظت های ۱ و ۵ ماکرو لیتر بر لیتر بعد از روز ۳ در مقایسه با شاهد میزان جذب بیشتری داشتند ولی این تفاوت جذب، معنی دار نشد (شکل ۵). مقایسه میانگین های مربوط به فعالیت اندو پروتئازها در گل های تیمار شده با ۱- متیل سیکلوپروپین و شاهد نشان داد که اگر چه در طول آزمایش فعالیت اندو پروتئازها در گل های تیمار شده با ۱- متیل سیکلوپروپین کمتر از شاهد بوده ولی این تفاوت معنی دار نشده است. در رابطه با پروتئین های محلول، گل های تیمار شده با ۱- متیل سیکلوپروپین در مقایسه با شاهد همواره در طول آزمایش پروتئین محلول بالایی داشتند ولی این تفاوت نیز معنی دار نشده است.

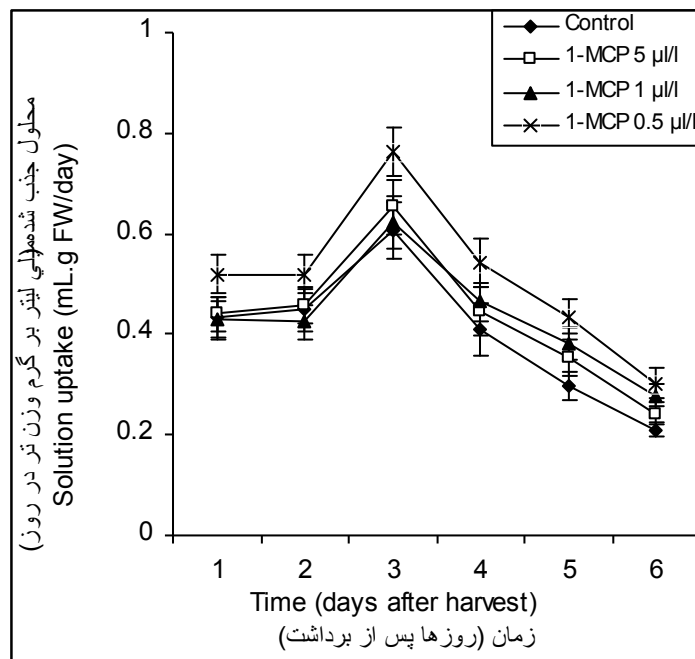


Fig. 5. Effect of different concentrations of 1-methylcyclopropene on solution uptake of rose cut flowers. Vertical bars show the standard errors of means.

شکل ۵- تاثیر غلظت های مختلف ۱- متیل سیکلو پروپین بر میزان محلول جذب شده در گل بریدنی رز. خطوط عمود بر منحنی خطای استاندارد را نشان می دهد.

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت های مختلف تیوسولفات نقره عمر گلجایی رز رقم 'فرست رد' را به تقریب به مدت یک هفته در شرایط پس از برداشت افزایش می دهد. در حالی که این افزایش عمر در غلظت های بالاتر از ۱ میلی مولار با تاثیر سمیت این ترکیب روی برگ همراه بود. رید و همکاران^۱ (۱۷) گزارش کردند که گل های بریدنی رز قادر به تحمل غلظت های بالایی از یون نقره می باشند که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی ندارد و به احتمال ناشی از تاثیر رقم می باشد. همچنین هوماید^۲ (۹) گزارش نموده که تیمار گل های بریدنی رز رقم 'اول تاور' با ۴ میلی مولار تیوسولفات نقره به مدت ۶۰ دقیقه عمر گلجایی را تا ۵۴/۱۶٪ افزایش داده و کیفیت گل ها را بهبود می بخشد. این اثر با نتایج به دست آمده از این پژوهش همخوانی دارد ولی عدم تاثیر سمی آن به احتمال به خاطر مدت زمان تیمار (یک ساعت) می باشد که در آزمایش های حاضر ۲ ساعت بود. در گزارش دیگری لیائو و همکاران^۳ (۱۲) نشان دادند که تیمار گل بریدنی رز رقم 'دیانا' با ۰/۲ میلی مولار تیوسولفات نقره به مدت ۲ ساعت عمر گلجایی را تا ۹/۱ روز در مقایسه با شاهد (۳/۴) روز می رساند. اگر چه غلظت مورد استفاده آن ها کمتر بوده ولی تاثیر آن بر عمر قابل توجه بوده و هم سو با نتایج این پژوهش می باشد.

تاثیر ۱- متیل سیکلو پروپین بر عمر پس از برداشت گل رز رقم 'فرست رد' اگر چه در مقایسه با تیوسولفات نقره کم بود ولی دارای اهمیت قابل توجهی می باشد، زیرا این تفکر وجود دارد که ۱- متیل سیکلو پروپین تنها توانایی نگهداری گل ها در برابر اتیلن خارجی حفاظت نماید. البته گزارش هایی مبنی بر افزایش عمر گل های بریدنی ۱- متیل سیکلو پروپین (۱۱، ۱۹) وجود دارد. نتایج آزمایش ها نشان داد که گل های تیمار شده با

تیوسولفات نقره و ۱- متیل سیکلوپروپین در طول آزمایش همواره وزن تریه نسبت بالاتری دارند. این یافته با نتایج ایکمیورا^۱ (۱۰) که با کاربرد غلظت های مختلف تیوسولفات نقره روی گل بریدنی لیزیانتوس نشان داد که وزن تر در گیاهان شاهد تا ۲ روز پس از برداشت افزایش و پس از آن به تدریج کاهش یافت و وزن تر در گل های تیمار شده با تیوسولفات نقره همواره در طول آزمایش بیشتر از گیاهان شاهد بود، همخوانی دارد. در آزمایش های حاضر مشخص شد که تیمار با تیوسولفات نقره جذب آب را تا مدت زیادی در سطح بالا نگه داشت ولی در گل های شاهد جذب آب پس از یک هفته کاهش یافت. از سوی دیگر در گل های تیمار شده با ۱- متیل سیکلو پروپین، جذب آب نیز همواره بیشتر از شاهد بود. از این رو این عامل می تواند نقش مهمی در افزایش عمر گلجایی داشته باشد. به طوری که در آنتوریوم کاهش جذب آب با کاهش عمر گلجایی آن مرتبط می باشد (۱۶). سون و همکاران^۲ (۲۲) با کاربرد نیترات نقره و تیوسولفات سدیم روی گل رز رقم 'رد ساندر' نشان دادند که جذب آب از روز سوم تا هفتم به تدریج افزایش یافت ولی پس از آن در گیاهان شاهد کاهش شدیدی اتفاق افتاد و در طول آزمایش میزان جذب آب در گیاهان تیمار شده با نیترات نقره همواره بیشتر از سایر تیمارها بود و گیاهان تیمار شده با نیترات نقره بیشترین عمر گلجایی را داشتند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در طول دوره پس از برداشت گل رز فعالیت اندوپروتئازها افزایش یافته و میزان پروتئین های محلول کاهش می یابد و تیمار با تیوسولفات نقره باعث کاهش فعالیت اندوپروتئازها شده و کاهش پروتئین های محلول را به تاخیر انداخته است. ۱- متیل سیکلو پروپین نیز تاثیری شبیه تیوسولفات نقره روی فعالیت اندوپروتئازها و پروتئین های محلول داشته ولی تاثیر آن معنی دار نبود. در طی پیری متابولیت های کلیدی از اندام های پیر به درون گیاه منتقل شده و برای نمو سایر اندام ها مصرف می شود. مشخص شده است که تجزیه پروتئینی یک بخش مهمی از این می باشد، از این رو فعالیت آنزیم ها پروتئولیتیک عنصر ضروری پیری است (۱). هالوی و مایاک^۳ گزارش کردند که در زمان پیری گل ها مقدار پروتئین کل کاهش می یابد (۷). افزایش فعالیت اندوپروتئازها در طول دوره پس از برداشت در گل آلسترومیریا و سندرسونیا گزارش شده است (۵، ۲۳) و مشخص شده که کاربرد ۲٪ سوکروز در گل سندرسونیا باعث افزایش عمر پس از برداشت آن می شود و ۴ روز پس از تیمار با سوکروز، فعالیت اندوپروتئازها را به تاخیر می اندازد (۵). گزارش شده است که در کلم بروکلی پیری تحریک شده در اثر برداشت گلچه منجر به پژمردگی و زردی کاسبرگ ها می شود، به طوری که با پیشرفت پیری سطوح پروتئین و کلروفیل در بافت های گلچه ای کاهش یافته و فعالیت اندوپروتئازها افزایش می یابد (۳). بررسی های نشان داده که در گل سندرسونیا فعالیت پروتئاز یک نشانه ثابت پیری می باشد (۴). از سوی دیگر گزارش شده که باز دارنده های ساخت پروتئین مانند سیکلو هگزاماید، پیری را هم در گل هایی که پیری در آن ها با اتیلن تنظیم می شود و هم در آن هایی که غیر حساس به اتیلن هستند می تواند به تاخیر بیاندازد (۲۵). از این رو به نظر می رسد که تیوسولفات نقره همراه با حفظ جذب آب، با کاهش دادن فعالیت اندوپروتئازها و به دنبال آن با جلوگیری از تجزیه پروتئین باعث افزایش بیشتر عمر پس از برداشت در گل رز شده است. با توجه به این که ۱- متیل سیکلو پروپین تاثیر چندانی روی فعالیت اندوپروتئازها و پروتئین های محلول نداشته به همین دلیل توانسته عمر گلجایی رز را بیشتر افزایش دهد. اگر چه نباید این واقعیت را از ذهن دور نگه داشت که با توجه به این که نتایج آزمایش های حاضر نشان داده که گل رز رقم 'فرست رد' یک رقم فرازگرا می باشد (گزارش نشده) از این رو ساخت دوباره گیرنده های اتیلنی می تواند در پیری آن نقش مهمی داشته باشد زیرا با وجود چسبندگی

اثر تیوسولفات نقره و ۱-متیل سیکلو پروپین بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی...

غیر قابل برگشت ۱-متیل سیکلو پروپین به گیرنده های اتیلن، مشخص شده که در گل میخک ۱۰ تا ۱۵ روز پس از تیمار با ۱-متیل سیکلو پروپین، دوباره حساسیت به اتیلن مشاهده می گردد دلیل آن ساخت دوباره گیرنده های اتیلن می باشد (۲۰)، در حالی که گل های تیمار شده با تیوسولفات نقره به طور معمول نسبت به اتیلن به صورت نا محدود غیر حساس باقی می مانند (۲۱، ۱۹). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تیمار ۰/۵ میلی مولار تیوسولفات نقره همراه با افزایش مطلوب عمر پس از برداشت گل رز، هیچ گونه تاثیر سمی روی شاخساره ندارد، و تیمار ۱-متیل سیکلو پروپین با وجود افزایش معنی دار عمر پس از برداشت، در مقایسه با تیوسولفات نقره عملکرد ضعیفی دارد، اگر چه تاثیر آن قابل توجه می باشد. در مجموع مشخص شد که افزایش عمر پس از برداشت به وسیله تیوسولفات نقره و ۱-متیل سیکلو پروپین با کاهش فعالیت اندوپروتئازها و جلوگیری از کاهش پروتئین های محلول مرتبط می باشد.

REFERENCES

منابع

1. Buchanan-Wollaston, V. and C. Ainsworth. 1997. Leaf senescence in *Brassica napus*: cloning of senescence related genes by subtractive hybridization. *Plant Molecul. Biol.* 33:821-834.
2. Cameron, A.C. and M.S, Reid. 2001. 1-MCP blocks ethylene-induced petal abscission of *Pelargonium peltatum* but the effect is transient. *Postharvest Biol. Tech.* 22:169-177.
3. Coupe, S.A., B.K. Sinclair., L.M. Watson., A. Heyes. and J.R. Eason. 2003. Identification of dehydration-responsive cystein proteases during postharvest senescence of broccoli florets. *J. Exp. Bot.* 54:1045-1056.
4. Eason, J.C., D.V. La. and S.D. Somerfield. 1997. Physiological changes associated with *Sandersonia aurantiaca* flower senescence in response to sugar. *Postharvest Biol. Tech.* 12:43-50.
5. Eason, J.R., D.J. Ryan, T.T. Pinkney. and E.M. O'Donoghue. 2002. Programmed cell death during flower senescence: isolation and characterization of cysteine proteinases from *Sandersonia aurantiaca*. *Func. Plant Biol.* 29:1055-1064.
6. Guterman, I., M. Shalit., N. Menda., D. Piestun., M. Dafny-Yelin., G. Shalev., E. Bar., O. Davydov., M. Ovadis., M. Emanuel., J. Wang., Z. Adam., E. Pichersky., E. Lewinsohn., D. Zamir., A. Vainstein. and D. Weiss. 2002. Rose scent; genomics approach to discovering novel floral fragrance-related genes. *Plant Cell* 14:2325-2338.
7. Halvey, A.H. and S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. *Hort. Rev.* 1:204-234.
8. Huang, K.L., L.J. Liao., R.S. Shen., W.S. Chen. and Y.H. Lin. 2002. The synergetic effect of maleic hydrazide (1, 2-dihydro-3, 6-pyridazinedione) and sucrose on vase life of cut roses. *Aust. J. Exop.* 42:637-641.
9. Humaid, A. 2004. Silver thiosulphate prolongs vase life and improves quality of cut gladiolus and rose flowers. *J. Food. Agr. Environ.* 2:157-162.
10. Ichimura, K. 1998. Improvement of postharvest life in several cut flowers by the addition of sucrose. *JARQ* 32:275-280.
11. Ichimura, K., H. Shimizu., T. Iraya and T. Hisamatsu. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the vase life of cut carnation, *Delphinium* and sweet pea flowers. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* 2:1-8.
12. Liao, L.J., K.L. Huang. W.S. Chen and Y.M. Cheng. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 41:299-303.
13. Macnish, A.J., D.H. Simons, D.C. Joyce, J.D. Faragher and P.J. Hofman. 2000. Response of native Australian cut flowers to treatment to 1-methylcyclopropene and ethylene. *HortScience* 35:254-255.
14. Marissen, N. and J. Benninga. 2001. A nursery comparison on the vase life of the rose "First Red": effects of growth circumstances. *Acta Hort.* 543:285-291.

15. Mayak, S. and A.H. Halvey. 1974. The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence process of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 32:330-336.
16. Paull, R.E. and T. Goo. 1985. Ethylene and water stress in the senescence of cut anthurium flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:84-88.
17. Reid, M.S., R.Y. Evans and L.L. Dodge. 1989. Ethylene and silver thiosulphate influence opening of cut rose flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:436-440.
18. Reid, M.S., J.L. Paul, M.B. Farhoomand, A.M. Kofranek and G.L. Staby. 1980. Pulse treatment with silver thiosulphate complex extends the vase life of cut carnations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:25-27.
19. Serek, M., E.C. Sisler and M.S. Reid. 1994a. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. *Acta Hort.* 394:337-345.
20. Sisler, E.C., M. Serek and E. Dupille. 1996. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. *Plant Growth Regul.* 18:164-174.
21. Sisler, E.C. and M. Serek. 1999. Compounds controlling the ethylene receptor. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 40:1-7.
22. Son, K.C., H.J. Byoun and M.H. Yoo. 2003. Effect of pulsing with AgNO₃ or STS on the absorption and distribution of silver and the vase life of cut rose 'Red Sandra'. *Acta Hort.* 624:365-372.
23. Wagstaff, C., M.K. Leverentz, G. Griffiths, B. Thomas, U. Chanasut, A.D. Stead and H.J. Rogers. 2002. Cysteine protease gene expression and proteolytic activity during senescence of *Alstroemeria* petals. *J. Expt. Bot.* 53:233-240.
24. Watkins, C.B. 2002. Ethylene synthesis, Mode of Action, Consequences and Control. *Fruit Quality and its Biological Basis.* Sheffield Acad. Press. 180-224.
25. Wulster, G., J. Sacalis and H. Janes. 1982. The effect of inhibitors of protein synthesis on ethylene induced senescence in isolated carnation petals. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:112-115.